

Compendium d'aquarium d'eau de mer AquaCalculator – Partie 1

Paramètres d'eau parfaits dans votre aquarium récifal



Les aquariums marins, et les aquariums récifaux en particulier, inspirent les aquariophiles du monde entier.

Dans ce compendium, vous apprendrez tout ce que vous devez savoir, pour créer les meilleures conditions possibles pour vos animaux et pour obtenir vous-même un aquarium de rêve.

Nous vous souhaitons beaucoup de succès avec votre aquarium marin.
(Martin Kuhn et l'équipe d'AquaCalculator)

AquaCalculator...

le logiciel pour votre aquarium d'eau salée

Info et téléchargement : www.acalc.de / www.aquacalculator.com



Windows



AquaCalculator est soutenu par :

www.fauamarin.de



Ce document a été traduit par deepL PRO et peut contenir des erreurs de traduction.

Si vous souhaitez vous porter volontaire pour nous aider à l'améliorer, veuillez contacter:

martin.kuhn@aquacalculator.com



Dernière mise à jour : Septembre 28/2022

Exclusion de la responsabilité

Les informations et recommandations formulées dans ce recueil représentent l'état des connaissances au moment de la dernière mise à jour par l'auteur. Aucune garantie ne peut être donnée quant à l'actualité et à l'exactitude des contenus! Toute responsabilité résultant d'une application correcte ou incorrecte est rejetée.

Symbolisme



INFORMATION

Avis important



AVERTISSEMENT

Les choses qui sont particulièrement souvent faites/comprises de manière incorrecte



ÉVITER

Vous ne devez absolument pas faire ça.



SUJET COMPLEXE

Pour les apprenants avancés - prévoir du temps pour la lecture.

A propos de nous

Nous sommes une équipe de trois développeurs de logiciels et nous nous efforçons depuis 2005 d'aider les aquariophiles récifaux du monde entier à pratiquer leur hobby de la meilleure façon possible. Nous sommes nous-mêmes des aquariophiles récifaux enthousiastes, et non des revendeurs ou des fabricants de produits d'aquariophilie.



Martin Kuhn

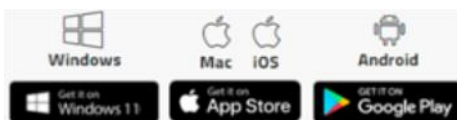


Michel Mohrmann



Alexander Karkossa

Nous finançons nos dépenses grâce aux revenus de notre programme informatique **AquaCalculator**, qui est spécialement conçu pour les aquariophiles marins. Le coût de la licence est inférieur à 10€ par an. Vous pouvez ensuite utiliser AquaCalculator sur autant de vos propres appareils que vous le souhaitez. Chaque licence est liée à l'un des quatre systèmes d'exploitation différents pour lesquels nous créons et maintenons des versions distinctes.



Plusieurs milliers d'aquariophiles utilisent déjà notre programme et ont réussi à améliorer les valeurs de l'eau de leurs aquariums. Les calculs compliqués, par exemple pour le dosage de sels ou de produits chimiques supplémentaires, sont effectués pour vous par notre logiciel. Les valeurs de l'eau, les occupants de l'aquarium et les travaux d'entretien peuvent également être parfaitement documentés.

Dans ce recueil, nous vous présentons délibérément des captures d'écran à certains endroits qui montrent comment AquaCalculator peut vous faciliter la vie en tant qu'aquariophile.

Merci de soutenir et d'apprécier notre travail de développement de la licence AquaCalculator !

Contenu

Introduction - Principes de base	Fehler! Textmarke nicht definiert.
PARTIE 1 - Processus importants dans l'aquarium récifal	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.1 Flux.....	7
1.2 Aquariums frais : Phase de démarrage !.....	10
1.3 Les éléments nutritifs.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.3.1 Le cycle de l'azote.....	14
1.3.2 Le cycle du phosphore.....	16
1.3 Carbonate de calcium et magnésium.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.4 Relation entre la valeur du pH, l'alcalinité et la concentration de CO ₂	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.5 Créer des conditions optimales pour les SPS.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
PARTIE 2 - Valeurs de l'eau, kits de mesure et méthodologie de mesure	24
2.1 Un exemplaire d'eau de mer naturelle !.....	25
2.2 Mesure de la concentration en sel.....	27
2.2.1 Mesure avec des réfractomètres :.....	29
2.2.2 Mesure avec des aréomètres :.....	29
2.2.3 Mesure avec des conductimètres :.....	29
2.3 Mesure des valeurs de l'eau (concentrations).....	30
2.3.1 Les solutions de référence sont excellentes !.....	31
2.3.2 Liste de contrôle pour la mesure des valeurs de l'eau.....	33
2.3.3 Conseils pour mesurer avec des seringues, des cuvettes et des aréomètres..	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.3.2 Kits de test recommandés (gamme domestique).....	36
2.4 Analyses d'eau du laboratoire (analyses ICP-OES et IC).....	37
2.5 Paramètres importants de l'eau et fréquence des mesures.....	39
2.6 Valeurs d'eau recommandées pour les aquariums récifaux.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.7 Documentation de vos valeurs, progrès et catastrophes liés à l'eau.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.8 Traitement de l'eau ou eau du robinet ?.....	41
PARTIE 3 - Effets des ingrédients de l'eau de mer	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.1 Concentration de sel.....	45
3.2 Température de l'eau.....	45
3.3 Valeur du pH.....	46
3,4 Carbonate de calcium.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3,5 Magnésium.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3,6 Potassium.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3,7 Strontium.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

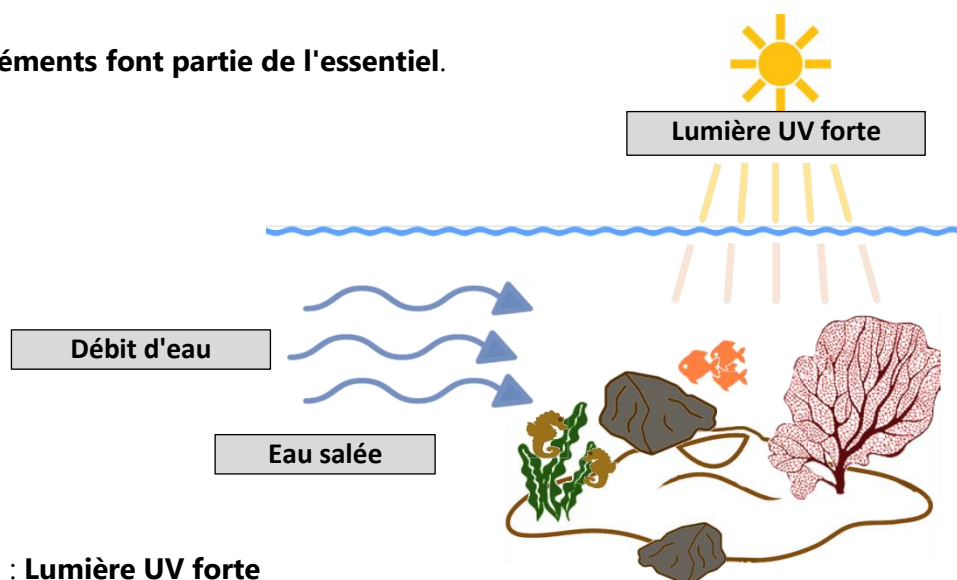
3,8 Iode	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3,9 Ammoniac.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.10 Nitrite.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3,11 Nitrate.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3,12 Phosphate	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3,13 Silicate.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.14 Autres éléments importants ?.....	50
PARTIE 4 - Ajuster la concentration de sel	51
4.1 Mélanges de sel marin pour aquariums.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3 Calcul de la quantité de sel.....	52
5.4 Changements d'eau : Le remède de choix pour tous les cas ?.....	53
5.4.a Changement d'eau pour la dilution des toxines/polluants...	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.4.b Modifications de l'eau pour réduire les nutriments.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.4.c Modifier l'eau pour augmenter la concentration des quantités/traces d'éléments.....	56
PARTIE 5 - Alcalinité, Ca, Magnésium et Oligo-éléments	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1 Dosage (méthode Balling).....	58
5.2 Réacteurs à chaux.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3 Eau de chaux / hydroxyde de calcium	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.4 Les oligo-éléments.....	69
PARTIE 6 - Réduction des nutriments	72
6.1 Attention aux conditions pauvres en nutriments	72
6.2 Filtres à gouttes, bioballs, filtres rapides - des reliques de l'ancien temps ?	73
6.3 Filtre pour rouleau de tissu	73
6.4 Le système de Berlin.....	74
6.5 Reproduction de la population bactérienne	76
6.6 Population bactérienne maximale : méthode de la zéolite	79
6.7 Refuge d'algues (filtre à boue)	83
6,8 Adsorbent de phosphate (adsorbent de silicate)	84
PARTIE 7 - Autres conseils et astuces.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.1 Clarificateur UV	85
7.2 Ozone.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.3 Ajouter de l'iode.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7.4 Eau de chaux pour augmenter le pH	87
7.5 Augmenter la concentration de phosphate (nitrate)	88
7.6 Méthode simple d'estimation de la concentration de CO ₂ dans les locaux	89
Tableau de salinité : Densité.....	91
Tableau de salinité : Densité relative	92
Tableau de salinité : Conductance.....	93

Introduction - Principes de base

Les récifs coralliens et leurs habitants se sont adaptés et habitués aux conditions de la nature pendant des milliers d'années. Les poissons, coraux et autres créatures que nous voulons garder dans nos aquariums se développent donc mieux et sans stress dans cette ambiance.

Si nous pouvons créer dans nos aquariums des conditions semblables à celles des récifs coralliens, nous avons les meilleures conditions préalables pour ramener définitivement un morceau de nature à la maison !

Ces trois éléments font partie de l'essentiel.



Condition-1 : **Lumière UV forte**

Le commerce spécialisé en aquariophilie ne laisse pratiquement rien à désirer. Il existe aujourd'hui l'éclairage parfait pour pratiquement chaque aquarium. Sans entrer ici dans les détails et en tenant compte des coûts et de la conception, je recommanderais les éléments suivants pour créer des conditions parfaites également pour les coraux durs

- Lampe avec un spectre de lumière UV similaire à celui de la nature.
Sur demande, des couleurs claires qui soulignent la coloration des coraux ou des effets de luminance.
- Choisissez une lampe suffisamment grande et un type qui fournit de la lumière sur une large surface.
(les projecteurs sont moins bons). Ainsi, les coraux recevront de la lumière du plus grand nombre de côtés possible et il n'y aura pas d'"ombres".
- Faites également attention à la consommation électrique de l'éclairage. Le facteur coût !

Condition-2 : **Débit**

Les aquariums marins ont absolument besoin d'un courant adéquat pour diverses raisons : alimentation des particules de nourriture - tourbillonnement du paillis - mélange de l'eau - etc. L'importance du débit est sous-estimée, surtout par les nouveaux venus, et les corrections après coup sont longues et coûteuses.

Nous vous montrons comment équiper votre aquarium pour qu'il offre de bonnes conditions d'écoulement.

Condition-3 : **Eau saline avec certains ingrédients**

L'art des aquariums récifaux bien gérés consiste à maintenir les paramètres de l'eau constants et aussi semblables que possible à ceux des vrais récifs. Il y a plusieurs choses à prendre en compte. La technologie disponible, les produits/chimiques presque parfaits, les bons instruments de mesure et les

informations contenues dans ce recueil vous aideront à garder sous contrôle les valeurs de l'eau de l'aquarium.

PARTIE 1 - Processus importants dans l'aquarium récifal

1.1 Débit

Souvent sous-estimé, mais le facteur le plus important pour des aquariums marins stables est le débit adapté à l'aquarium et une conception de l'aquarium axée sur un débit optimal.




Le courant n'a pas d'influence directe sur les paramètres de l'eau habituellement considérés, MAIS... il influence fortement beaucoup de choses dans nos aquariums.

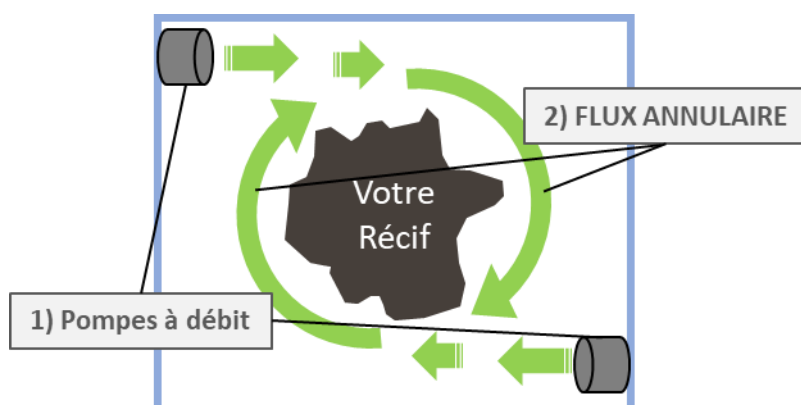
Il y a de nombreuses bonnes raisons d'accorder une grande importance à un courant propre dès le début ...

- Le bon courant fait tourbillonner les particules en suspension et les transporte. Il mélange l'eau de l'aquarium et évacue les endroits où des accumulations pourraient se former. Cela s'applique également aux zones qui ne sont pas directement visibles (puits de drainage, zones situées derrière la structure du récif, etc.)
→ Cette action est très précieuse et nécessaire pour maîtriser durablement les valeurs nutritives.
- Un courant adéquat est une condition de base pour conserver des invertébrés/ coraux de pierre sensibles.
 - Un courant/une ombre de courant trop faible:
 - 👉 Manque d'approvisionnement microbien/alimentaire
 - 👉 Défaut de nettoyage des branches de corail filigrane
 - un courant trop fort:
 - 👉 Peut causer des dommages mécaniques aux animaux
- Le bon débit permet un bon mouvement de surface
 - 👉 Échange d'oxygène
 - 👉 Amélioration de la dissipation de la température souhaitée pendant la ventilation
 - 👉 Visuellement attrayant (effet de frisure)
- Un courant approprié est une condition préalable à la propreté du substrat.
 - un courant/une ombre de courant trop faible:
 - 👉 Les sédiments s'accumulent.
 - 👉 S'accumule avec le substrat et peut conduire à une accumulation indésirable de bactéries ou d'algues.
 - Courant trop fort ou inadapté :
 - 👉 Tourbillonnement du sable ou formation de "tas de sable".

Principaux paramètres pour un débit optimal

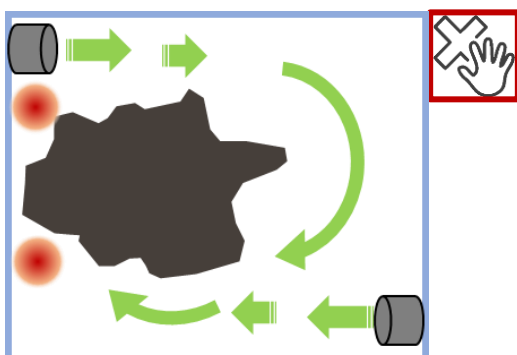
- Géométrie de l'aquarium
- Géométrie de la **structure récifale** ou de tout autre **équipement statique de l'aquarium** (remarque : cela inclut les coraux).
- Disposition, puissance et nombre de **pompes d'écoulement**

 Le flux optimal est un **flux** dit "**circulaire**" dans lequel l'eau qui s'écoule atteint toutes les parties de l'aquarium (voir le croquis en **vert clair**).

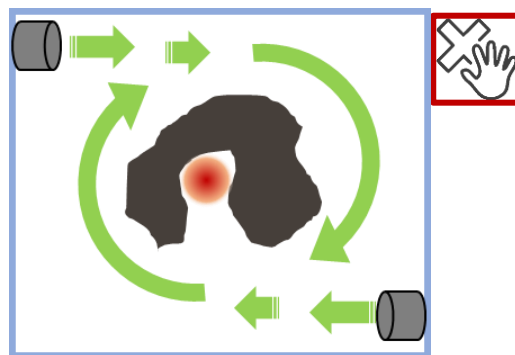


Dans les exemples suivants, le flux correct est empêché (**rouge**).

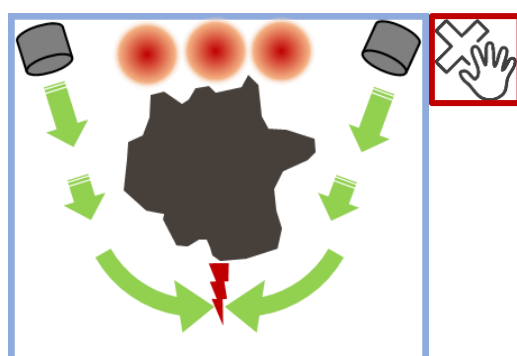
Ex.1: Emplacements à faible débit en raison de l'**interruption du flux**



Ex.2: "**Cul-de-sac**" malgré l'écoulement en anneau



Ex.3: Lieux à faible débit en raison de l'**opposition du flux s'éliminant eux-mêmes**



Il ne s'agit que d'exemples simples pour une meilleure compréhension. La combinaison des dimensions de l'aquarium, de la construction du récif*1) et de la combinaison/arrangement/force des pompes d'écoulement/des sorties peut être complexe et dépend de vous ou du concepteur de votre aquarium.

*1) y compris les autres parties statiques de l'aquarium.



Prévoyez la taille de l'aquarium, la structure du récif et l'écoulement avant de planifier les détails de votre aquarium.



Dessinez un croquis à l'échelle approximative pour estimer si le schéma d'écoulement prévu peut fonctionner.

Les outils suivants sont disponibles pour une "stratégie de flux" optimale :

- ✓ Pompes avec "plutôt ponctuel" ou "flux large".
- ✓ Les "pompes réglables" permettent également l'amplification/atténuation du débit après coup.
- ✓ Les pompes "rotatives sur plusieurs axes" (rotules) facilitent le réglage.
- ✓ Les pompes peuvent être utilisées "à plusieurs niveaux" de votre aquarium (haut/centre/fond)
- ✓ Une optique dérangeante?
→ Recouvrez-les de céramique récifale ou cachez-les dans la structure récifale.
- ✓ Courant récifal (invisible) dans les zones "difficiles à écouler".
- ✓ Dans la mer, le sens du courant change à de nombreux endroits en raison du flux et du reflux de la marée. Cela signifie que l'eau s'écoule sur les animaux de plusieurs côtés et avec une intensité variable.
→ Les simulateurs de vagues (p. ex. Wavebox) ou les pompes avec sorties alternées (p. ex. OsciMotion) offrent des possibilités similaires.

Quelques conseils supplémentaires :

- Faites attention à la consommation électrique (réelle) des pompes, car elles fonctionnent 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Les pompes de haute qualité avec un bon rendement sont plus chères, mais elles peuvent être rentabilisées si vous tenez compte des coûts d'électricité.
- Les "pompes à débit pur" ont une consommation d'énergie nettement inférieure à celle des "pompes d'alimentation".



Vous n'avez pas l'expérience ou l'intuition nécessaire. Demandez conseil à des aquariophiles expérimentés ou à de "vrais spécialistes", notamment ici !




Economiser au fil de l'eau, c'est économiser au mauvais endroit et se venger souvent plus tard.

1.2 Aquariums frais: Phase de démarrage !

Vous avez installé l'équipement technique de votre nouvel aquarium et vous avez tout mis en place. Il y a déjà de l'eau salée dans l'aquarium et les pompes fonctionnent. Il ne vous reste plus qu'à mettre les poissons et les coraux et c'est parti... n'est-ce pas ?

Malheureusement, ce n'est pas si simple, car l'aquarium récifal est un biotope vivant. Il doit d'abord s'habituer à diverses choses. Si on change trop de choses trop rapidement, cela peut mal tourner et se terminer par une perte totale.

Nous devons toujours commencer par les nouveaux aquariums récifaux.

 Pendant la phase de démarrage, 2 choses sont importantes

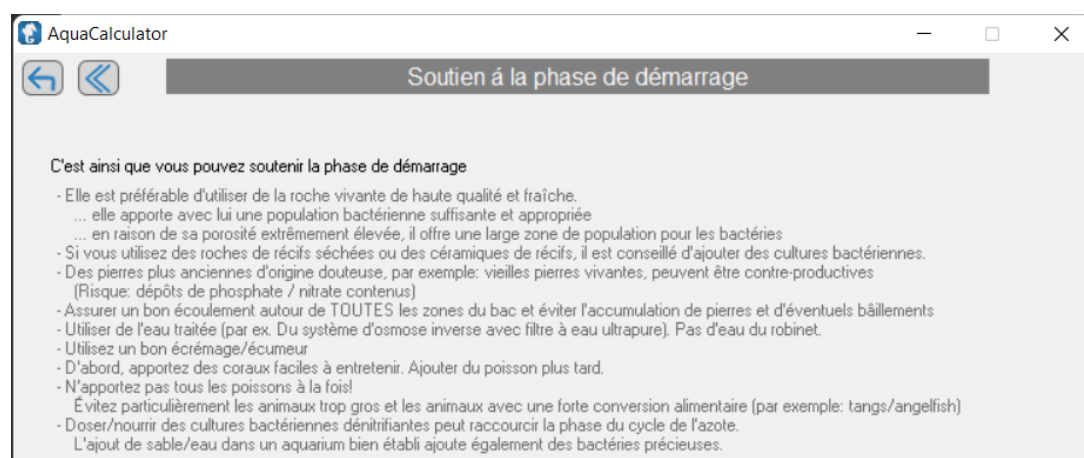
- Établir une population bactérienne appropriée dans l'aquarium. (réduction des toxines, aquarium prêt pour la décomposition/contrôle des nutriments)
- Fournir une quantité adéquate de nutriments. (nourriture nécessaire pour les coraux/filtreurs, etc).

Si c'est le cas, alors nous pouvons et devons soigneusement et lentement avec les créatures que nous voulons vraiment garder coraux, poissons et autres animaux.

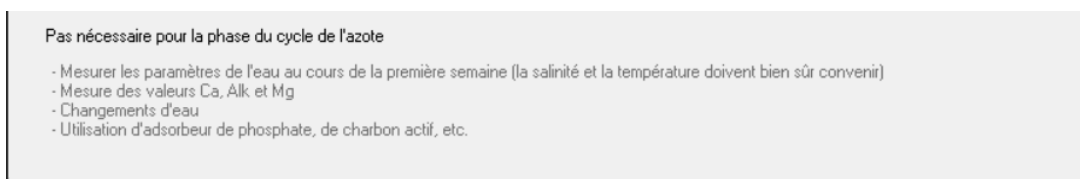


Vous pouvez également trouver des informations importantes comme celle-ci dans AquaCalculator à tout moment *1)

Nous montrons des captures d'écran ici pour nous faciliter la vie...



Vous pouvez vous passer de certaines choses pendant la phase de démarrage, ou vous devriez même le faire.



*1) montré : AquaCalculator pour Windows

La prochaine question que vous vous poserez sera la suivante :
Quand pourrai-je enfin commencer à remplir mon aquarium ?

AquaCalculator

Votre aquarium est encore en phase de démarrage?

Dans cette phase, votre réservoir doit se développer en premier!
Vos valeurs nutritionnelles deviennent folles dans cette phase. Vous observez presque toujours une croissance, parfois forte, des algues.
Cause: La population bactérienne requise qui doit maîtriser l'équilibre nutritif doit d'abord s'établir.

Vous reconnaissez un réservoir non / pas entièrement cyclé par des quantités mesurables d'Ammoniac/Ammonium (NH₃, NH₄) et/ou de nitrite (NO₂).
Surtout ici, vous devriez être patient. Une occupation trop précoce et / ou trop rapide de poisson est absolument contre-productive et se vengera plus tard.
La présence d'ammoniaque, même en petite quantité, est toxique pour votre poisson!
(Les niveaux élevés de NO₂, NO₃ et PO₄ sont sous-optimaux mais pas critiques pour les poissons / invertébrés)

Comment reconnaissez-vous la fin de la phase de démarrage?

- L'ammoniac et les nitrites sont tombés à 0,0 [mg/l].
- Les niveaux de nitrate et de phosphate, initialement souvent augmentés, redeviennent plus bas.
- Les algues qui se répandent initialement deviennent moins

(Note: Macroalgues/Caulerpa ne devrait pas être dans le réservoir principal, mais seulement dans des refuges spéciaux!)

Le graphique illustre le cycle de l'azote dans un aquarium pendant la phase de démarrage. L'axe horizontal représente le temps et l'axe vertical les concentrations. Trois courbes sont tracées : une courbe rouge pour l'ammonium (NH₄), une courbe bleue pour le nitrite (NO₂) et une courbe brune pour le nitrate (NO₃). L'ammonium augmente d'abord, puis diminue jusqu'à zéro. Le nitrite augmente ensuite, atteint un pic et diminue jusqu'à zéro. Le nitrate augmente pendant toute la durée, atteint un pic et diminue. Une zone rouge est marquée au début, et une ligne verticale bleue indique la fin de la phase de démarrage.

1.3 Nutriments



Outre les différents sels, des nutriments (par exemple, les nitrates et les phosphates) sont également dissous dans l'eau.

Ceux-ci sont produits par les excréments et les résidus alimentaires ou sont introduits dans nos aquariums par des produits chimiques impurs ou une eau de source souillée.

D'autre part, les nutriments sont au moins partiellement convertis, adsorbés ou retirés du cycle par la technologie utilisée (écrémeurs, refuges d'algues, etc.), les adsorbants et les processus biologiques et bactériens.

Les nutriments ne sont ni bons ni mauvais

- Les nutriments sont nécessaires en certaines quantités parce que certaines créatures mourraient autrement de faim, faute d'autre source d'énergie.
- Si les niveaux de nutriments dans les aquariums augmentent trop, cela peut entraîner différents problèmes

**Il est très important de garder un œil sur vos niveaux de nutriments.
.... Le bon équilibre fait la différence !**

Pour les aquariums moins exigeants, il suffit que les valeurs nutritives restent dans des concentrations raisonnables.

Pour les coraux pierreux sensibles (SPS), il est toutefois nécessaire de régler spécifiquement les **conditions** dites **NUTRIENT-LOW** (concentration en nitrate/phosphate). Après tout, nous ne voulons pas seulement "garder" ces animaux, mais obtenir une bonne croissance et une coloration attrayante, vive et/ou colorée.



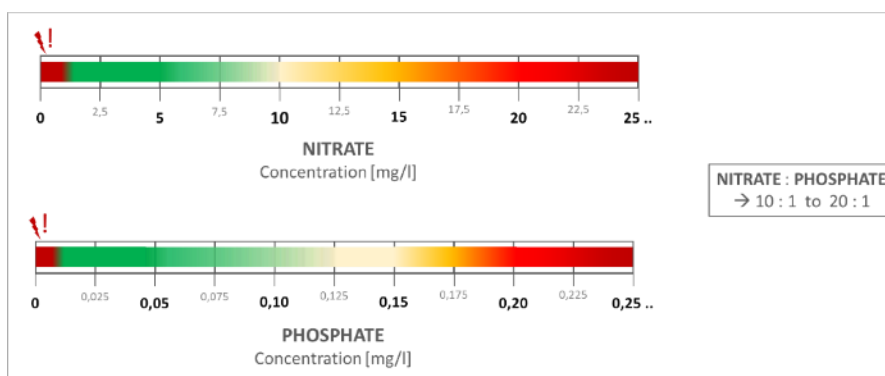
Les conditions de carence en nutriments dans les aquariums récifaux comportent malheureusement aussi le danger de la **carence en nutriments**. Celle-ci est associée à des symptômes de carence et, dans les cas extrêmes, à une mort très rapide des coraux (en particulier des SPS).



La **plage optimale de pauvreté en nutriments**

pour les aquariums récifaux est relativement étroite.

Étant donné que les **NIVEAUX DE NUTRIMENTS** (= 0,0 mg/l de nitrate, phosphate) peuvent avoir des effets très désagréables, il est important que vous compreniez les interrelations afin de pouvoir installer correctement votre aquarium et prendre les mesures appropriées pour maintenir les niveaux de nutriments en équilibre.



Voici quelques conseils

- Mesurez régulièrement les valeurs nutritives
- Ne diminuez pas vos niveaux de nutriments trop rapidement. - Les adsorbants de PO4 ne doivent être utilisés que de manière consciente
- Soyez prudent lors du dosage de mélanges bactériens/de la nutrition bactérienne très concentrés.
- Il est préférable d'accepter des valeurs nutritives un peu plus élevées, car les coraux s'y habituent avec le temps.

Dans les 2 chapitres suivants (cercle azote/phosphore luaf)
nous expliquons 2 choses fondamentales que vous devez savoir.

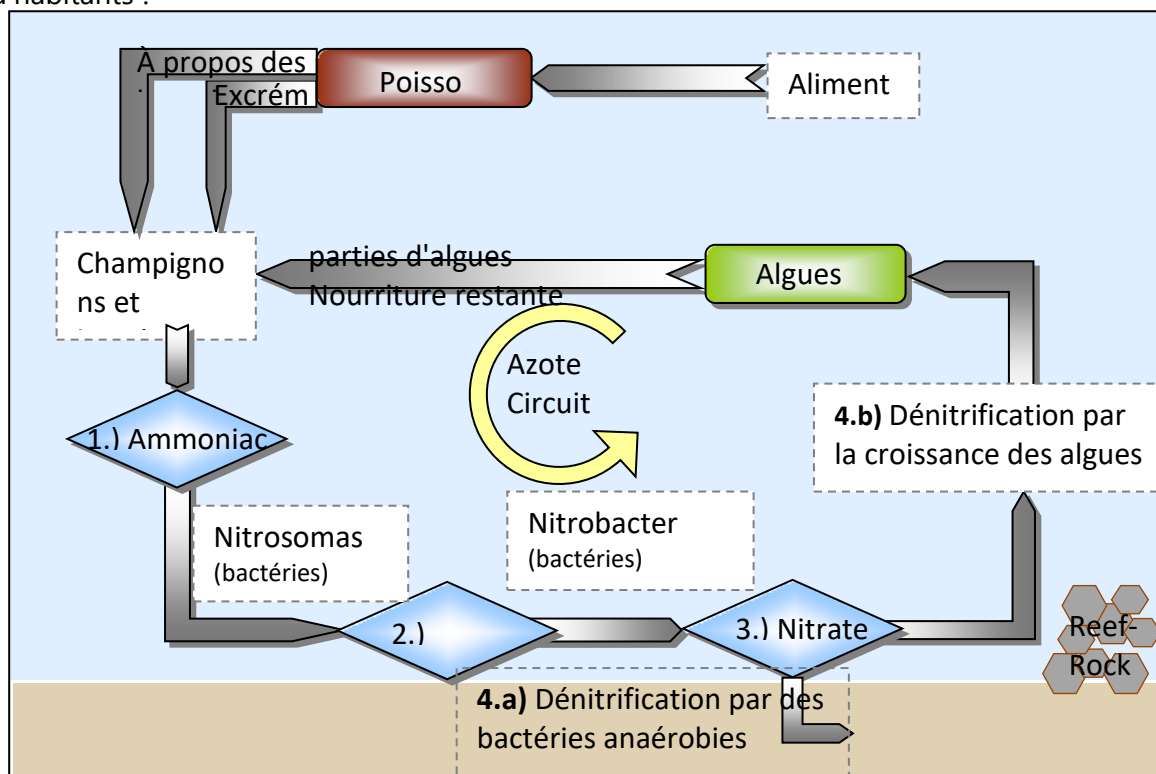
Nous vous recommandons de ne pas sauter cette étape.....
c'est important et cela vous aidera à obtenir un aquarium qui fonctionne bien !

1.3.1 Le cycle de l'azote

Le cycle de l'azote est le processus le plus fondamental de tout aquarium récifal.

Les polluants sont produits par les processus de digestion ou de putréfaction et polluent l'aquarium. Si le cycle de l'azote décrit et expliqué ci-dessous ne fonctionne pas ou mal, les nutriments s'accumulent dans l'aquarium et polluent les habitants.

Par conséquent, le cycle de l'azote doit être établi dans chaque aquarium AVANT qu'il ne soit rempli d'habitants !



- 1.) Au début du cycle, et en première place en termes de toxicité, **L'ammoniac/ammonium** est produit par les transformations des excréments des poissons, et des processus de putréfaction, par exemple par des animaux morts.
 - 2.) L'ammoniac est transformé en nitrites, beaucoup moins toxiques, par les bactéries ammonifiantes.
→ La concentration d'ammoniac diminue, la concentration de nitrites augmente.
 - 3.) Les nitrites sont transformés en nitrates, moins toxiques, par les bactéries nitrifiantes.
→ La concentration en nitrites diminue, la concentration en nitrates augmente.
 - 4) a) Le nitrate ne peut être transformé en azote que par des bactéries dans des zones pauvres en oxygène (=anaérobies).
d'oxygène (=anaérobie). Il s'échappe alors. Cela se passe dans le substrat et dans les roches poreuses.
b) Le nitrate (et aussi l'ammoniac) est transformé en croissance par les algues.
→ La concentration de nitrate diminue
- Ce processus se répète continuellement.

Des aquariums qui fonctionnent bien : La quantité de polluants éliminés est supérieure ou égale à la quantité ajoutée. Si ce n'est pas le cas, un aquarium deviendra "instable", probablement à long terme, ce qui est à éviter.

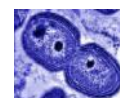
L'ammonium/ammoniac est dégradé en azote en 2 étapes (nitrification / dé-nitrification).

A) Nitrification

La transformation de l'ammonium en nitrite, puis du nitrite en nitrate est appelée **nitrification**.



Oxydation de l'ammonium en nitrite $2\text{NH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{HO}_2$
(la valeur du pH est abaissée par la libération de 4 ions H⁺)



Nitrosomes

Oxydation du nitrite en nitrate $2\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3$



Nitrobacter

Dans ce processus, l'ammonium/ammoniac, relativement instable, est "**chimiquement ou biochimiquement oxydé**" par l'O₂ présent dans l'eau pour donner naissance au nitrate, nettement plus stable. Ce processus se déroule généralement tout seul. C'est pourquoi les nitrites ou l'ammonium/ammoniac ne sont pratiquement jamais détectables dans nos aquariums (sauf immédiatement pendant la phase de démarrage ou immédiatement après la mort des gros animaux). Le nitrate ne peut plus réagir avec l'oxygène, car il est déjà complètement oxydé et donc stable.



C'est exactement la raison pour laquelle l'ammonium/ammoniac et les nitrites ne sont pas détectables dans de nombreux aquariums, mais les gens se débattent toujours avec des problèmes de nitrates!

L'ammonium et le nitrite ne sont que des étapes intermédiaires qui sont transformées.

B) Dénitrification

Le nitrate ne peut être transformé que dans un environnement anaérobie (sans oxygène).



Dégradation biochimique du nitrate $5\text{C}(\text{H}_2) + 4\text{NO}_3 + 4\text{H}^+ + 5\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 2\text{HO}_2$
Le CO₂ produit fait baisser le pH,
L'élément. L'azote N₂ s'échappe de l'aquarium sous forme de gaz.



Pseudomonas aeruginosa

Pour cela, nous avons besoin de zones anaérobies dans nos aquariums où les bactéries peuvent résider. Comme, par exemple :

- l'intérieur des pierres vivantes (roche poreuse)
- substrat de plusieurs centimètres d'épaisseur
- Remplacer les matériaux qui sont poreux à l'intérieur (c'est-à-dire dans les endroits sans apport d'oxygène).
Comme la zéolite ou les boues de filtration.

L'eau de l'aquarium est presque toujours déjà saturée en N₂ (en raison des mouvements de la surface de l'eau, de l'écumage). Le N₂ nouvellement généré par la dénitrification monte donc sous forme de bulles de gaz et s'échappe de l'aquarium. C'est ainsi que nous nous débarrassons des nitrates qui s'accumulent constamment.

Le nitrate peut être dégradé mais pas adsorbé.



1.3.2 Le cycle du phosphore

Le phosphore est constamment introduit dans l'aquarium par les habitants de l'aquarium et l'alimentation. Sur un total de 3 composés qui se forment, deux sont stables dans nos aquariums et doivent être éliminés. Le phosphate d'hydrogène (HPO_4) et le phosphate (ortho) (PO_4).

Le phosphate, contrairement au nitrate, peut être précipité avec des ions métalliques chargés positivement (par exemple, fer, aluminium, etc.) et des ions de métaux alcalino-terreux (par exemple, calcium).

Selon l'endroit où cela se produit, le phosphate précipité se dépose :

- dans le substrat ou dans la structure de la pierre ou
- dans l'eau de l'aquarium elle-même ou
- sur/dans le matériau adsorbant (et peut donc être éliminé)

Les phosphates sont également incorporés par les algues et peuvent être éliminés en récoltant les algues.

Les phosphates dissous dans l'eau peuvent être absorbés par les **algues et les coraux**.

Les phosphates précipités dans l'eau peuvent être absorbés par les **bactéries et les algues**.

C'est aussi la raison pour laquelle, malgré une concentration indétectable de phosphate dans l'eau (=phosphate dissous), des fléaux d'algues peuvent se produire (précisément à cause des phosphates précipités dans la structure des pierres, le substrat).

Les phosphates peuvent être adsorbés et incorporés dans les algues/coraux, mais **ne sont pas facilement dégradés**.

1.3 Carbonate de calcium et magnésium

Outre les nutriments/aliments, de nombreux habitants de nos aquariums ont également besoin de composants dans l'eau salée elle-même pour se développer. Nous parlons ici de quantités et d'oligo-éléments.

Dans les récifs naturels, ils sont renouvelés sans cesse et en grande quantité par l'eau salée fraîchement lavée. Ils sont donc disponibles à tout moment.

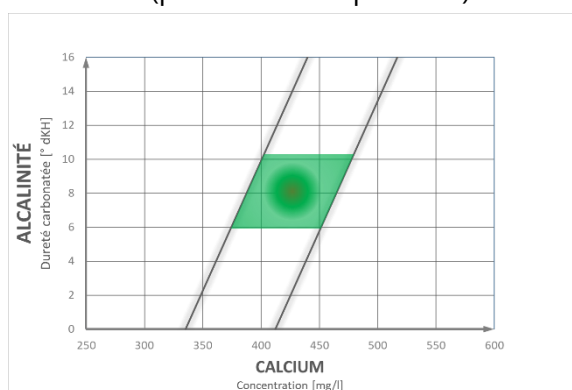
Dans nos aquariums, c'est complètement différent. Les quantités et les oligo-éléments y sont CONSOMMÉS !

Si nous ne les réapprovisionnons pas, les conditions vont changer. Les animaux qui en dépendent présentent une carence correspondante et cessent de croître ou dégènèrent.

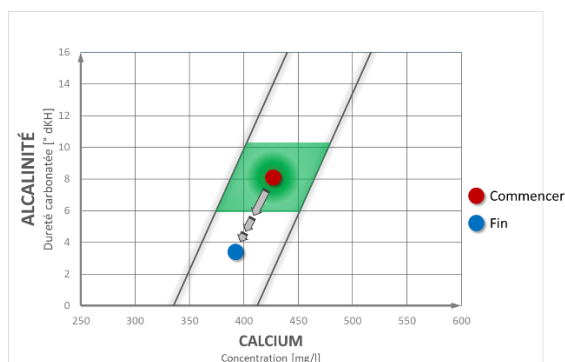
Nous devons donc nourrir ces éléments, tout comme nous devons nourrir les poissons.

Le besoin le plus important est celui de carbonate de calcium. Nous mesurons la disponibilité du carbonate de calcium à l'aide de deux mesures différentes. La mesure de la concentration en calcium et la mesure de l'alcalinité (pour les carbonates). En particulier, ces deux valeurs doivent toujours se trouver dans un certain rapport l'une par rapport à l'autre. C'est pourquoi on parle souvent d'équilibre ionique.

L'illustration suivante montre la plage optimale de ces deux valeurs de l'eau. Celle-ci peut être "ajustée" de différentes manières (plus de détails plus loin).



Cependant, cela ne s'arrête pas là, car le carbonate de calcium est CONSOMMÉ. La particularité est que le calcium et l'alcalinité sont toujours consommés dans le même rapport l'un par rapport à l'autre dans le cas optimal, comme ils le sont au milieu de la gamme optimale. Dans le diagramme, ceci est représenté par la "pente" (=angle) des flèches. Par ailleurs, les deux lignes auxiliaires inclinées du diagramme présentent le même gradient. En outre: La vitesse de consommation dépend de l'empoissonnement de votre aquarium (beaucoup de coraux pierreux, par exemple, signifient également une consommation élevée).

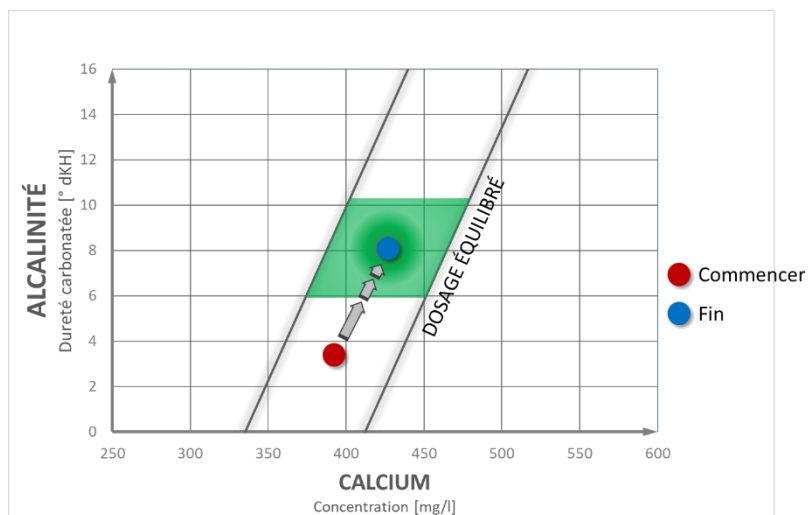


La conséquence : Nous devons à nouveau ajouter du calcium et des carbonates dans la même quantité.

C'est ce qu'on appelle la CONSOMMATION ÉGALISANTE.

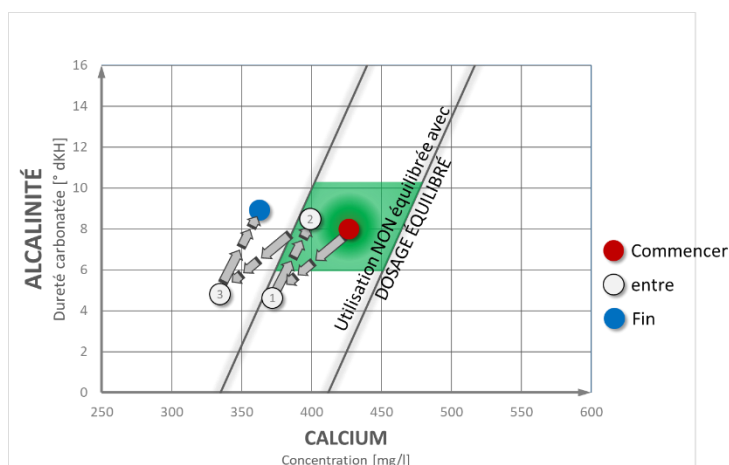
Nous devons maintenant aussi "réapprovisionner" le calcium et les carbonates dans la même proportion qu'ils ont été "consommés" (pente !). Sinon, le rapport calcium/alcalinité "pourrait se déséquilibrer".

La pente de la flèche de l'addition doit donc être la même que la pente de la consommation.



Jusqu'à présent, tout va bien. En réalité, dans un grand nombre d'aquariums d'eau salée, la consommation n'est PAS exactement dans le rapport prédit ! Vous pouvez le déterminer par des mesures, mais vous n'avez aucune influence sur la consommation elle-même.

Conséquence logique : dans les aquariums qui NE CONSOMMENT PAS le Ca/alcalinité dans un RAPPORT ÉQUILIBRÉ (=la pente de la consommation s'écarte des lignes auxiliaires...), vous obtiendrez un déplacement indésirable de l'équilibre ionique Ca/alcalinité à long terme, si vous dosez de manière équilibrée.



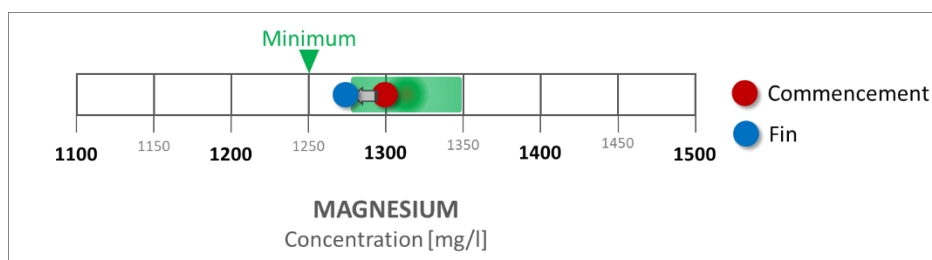
La solution est simple: avec un DOSAGE LIÉ À LA CONSOMMATION, vous rajoutez les deux éléments dans le même rapport que celui dans lequel ils sont consommés. Nous expliquerons plus tard comment procéder.

.... il y a autre chose de très important

Pour équilibrer la consommation de carbonate de calcium de votre aquarium, une **concentration adéquate de magnésium** est également nécessaire !

Le magnésium empêche la précipitation du carbonate de calcium dans l'eau salée. Les concentrations de calcium/carbonate telles qu'elles sont requises ne sont possibles qu'à des concentrations de magnésium de 1250 mg/l et plus.

Si les valeurs de Ca/alcalinité dans votre aquarium n'augmentent pas comme souhaité malgré l'ajout de grandes quantités de calcium et de produits chimiques qui augmentent la dureté carbonatée, cela pourrait très bien être dû à une concentration en magnésium trop faible.



Il faut également tenir compte du fait que le magnésium est également consommé dans nos aquariums, et que nous devons compenser cette consommation (par exemple par des dosages) !

Le calcium, le carbonate/alcalinité et le magnésium sont, pour de bonnes raisons, les TROIS grands de l'aquariophilie marine.

**Vous devrez contrôler ces valeurs dans votre aquarium récifal !
Pour cela, il est nécessaire que vous puissiez mesurer vous-même ces valeurs.**

1.4 Relation entre la valeur du pH, l'alcalinité et la concentration en CO_2



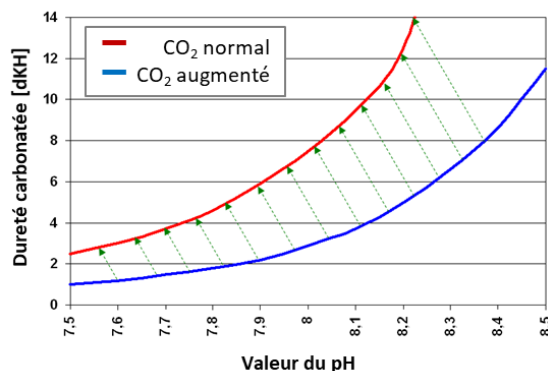
Ce chapitre est destiné à ceux qui veulent savoir très précisément.
Sautez-le si vous êtes pressé

Il existe une corrélation directe entre le pH de l'alcalinité et la concentration en CO_2 .

Le pH est une mesure de la force de l'effet acide ou basique d'un liquide. $\text{pH} = 7$ est dit neutre, tout ce qui est en dessous est acide et tout ce qui est au-dessus est basique.

L'alcalinité (ou capacité de tamponnement des acides ou capacité de liaison des acides) est définie comme la quantité d'acide nécessaire pour modifier le pH à un certain degré. Dans l'eau de mer, c'est principalement l'alcalinité carbonatée et hydrogencarbonatée qui est importante et qui détermine plus de 95 % de l'alcalinité totale. Toutes deux sont influencées de manière significative par la concentration de CO_2 . Le CO_2 (dioxyde de carbone) est un gaz incolore et inodore qui a un effet acide et fait donc baisser le pH.

La courbe bleue montre la relation entre le pH et l'alcalinité/dureté carbonatée. La concentration en CO_2 a une influence significative sur cette dépendance. Avec l'augmentation de la concentration de CO_2 , cette courbe devient la courbe rouge.



La concentration de CO_2 dans le système fluctue car il existe des mécanismes d'alimentation₂ et de réduction₂ du CO dans l'aquarium lui-même et dans l'environnement.

C'est exactement la raison pour laquelle la valeur du pH dans l'aquarium fluctue également.

Dans les systèmes stables, la fluctuation du pH devrait être de 0,1 à max. 0,5.

a) L'approvisionnement en CO

La concentration de CO dans l'air est normalement d'environ 350ppm. Cependant, dans les pièces et surtout dans les couvertures fermées au-dessus des aquariums, elle peut également augmenter de manière significative (~700ppm).

Les raisons de ce phénomène sont par exemple:

- Des bâtiments plus récents avec une bonne isolation
- Aquariums fermés en haut
- Réacteurs calciques modernes et CO_2 qui s'accumule alors au-dessus de la surface de l'eau.
- De nombreuses créatures nocturnes ainsi que des algues produisent du CO_2 en tant que déchet de leur métabolisme.

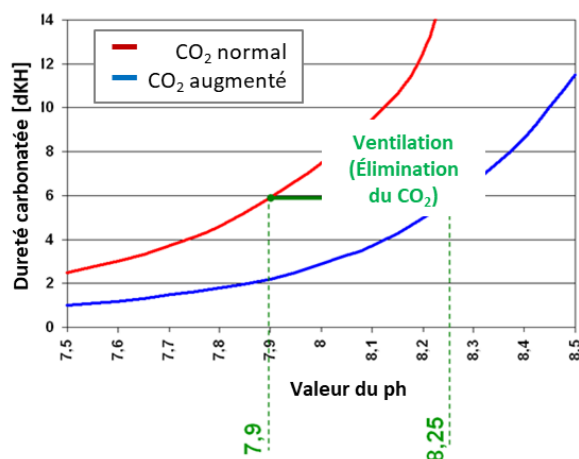
Une augmentation de 100ppm de la concentration de CO_2 réduit la valeur du pH dans l'aquarium d'environ 0,09 une augmentation de 700 ppm diminue le pH de 0,25

b) Dégradation du CO₂ : elle a lieu pendant la journée dans les aquariums par le biais de la photosynthèse comme déjà décrit. La valeur du pH, l'alcalinité et la concentration de CO₂ sont directement liées les unes aux autres.

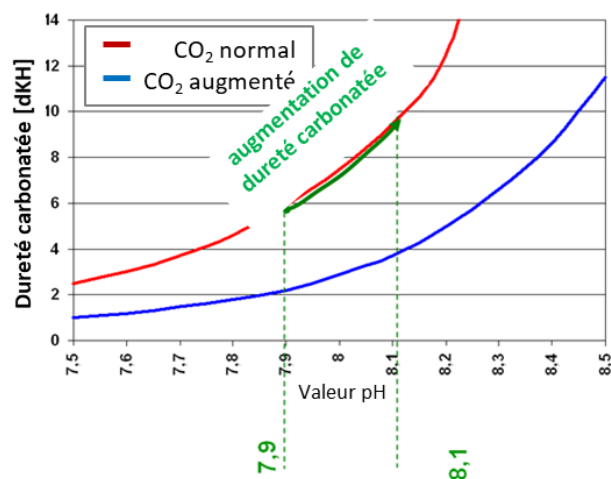
Si l'on modifie l'un des 3 paramètres (alcalinité, concentration en CO₂ ou valeur du pH) et que l'on maintient un autre paramètre constant, cela entraînera une modification du troisième paramètre. De même, la modification de 2 paramètres en même temps peut entraîner une modification plus importante du 3ème paramètre.

Explication basée sur un changement souhaité de la valeur du pH de 2 façons

a) Schéma : Correction (augmentation) de la valeur du pH par réduction de la concentration de CO₂.



b) Schéma : Correction (ici augmentation) de la valeur du pH en augmentant l'alcalinité/dureté carbonatée.



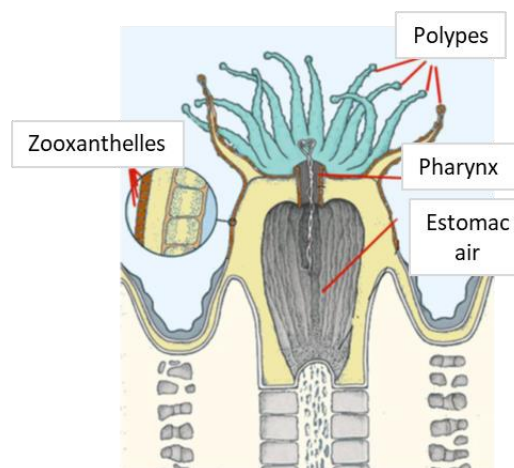
1.5 Créer des conditions optimales pour les SPS



Ce sujet est complexe. Cependant, une fois que vous l'aurez compris, vous serez sur la bonne voie pour prendre les mesures adéquates pour maintenir et propager avec succès la "classe royale des coraux" !

Comme les coraux, contrairement aux plantes, ne peuvent pas faire de photosynthèse, ils doivent absorber de la nourriture. Ils le font en partie en ingérant du plancton à l'aide de tentacules. La plupart des coraux conservés dans l'aquarium sont également zooxanthellés. Cela signifie qu'ils laissent la peau extérieure de leurs polypes être colonisée par des algues unicellulaires spéciales, appelées zooxanthelles. Les zooxanthelles sont rejetées à la mer (plancton végétal). Le **corail vit alors en symbiose avec les zooxanthelles**. Mais il peut aussi les rejeter à nouveau si nécessaire.

Contrairement aux coraux, les zooxanthelles **absorbent les nutriments (NO₃, PO₄) présents dans l'eau**. Elles s'en servent pour réaliser la **photosynthèse** et produire des aliments sous forme de **glucose** (alcools de sucre, acides gras, acides aminés, etc.) qui peuvent également être utilisés par les coraux.



graphique original : planet-wissen.de

Le corail incite alors les zooxanthelles à libérer une partie de la nourriture et **s'en nourrit lui-même**. Au cours du processus de recyclage qui a lieu avec l'oxygène, du CO₂ et de l'eau sont produits, dont les zooxanthelles ont besoin pour leur photosynthèse. Le corail peut également fournir de l'azote (ammonium) par le biais des processus d'utilisation de sa propre nourriture. Dans le cas de conditions pauvres en nutriments, les zooxanthelles peuvent être alimentées en azote et en phosphore.

La croissance (en particulier celle des zooxanthelles) nécessite une augmentation de l'azote pour construire de nouvelles protéines. **Les coraux peuvent contrôler** (c'est-à-dire réduire délibérément) la **croissance et la division cellulaire des algues en limitant l'azote**. Il en résulte une croissance initialement réduite des zooxanthelles.

Grâce à un bon éclairage, et donc à une bonne photosynthèse, les zooxanthelles continuent à produire beaucoup de glucose, ou "nourriture utilisable par le corail". Cependant, elles ne peuvent pas l'utiliser pour le moment (en raison de la limitation en azote, voir ci-dessus), c'est pourquoi une plus grande quantité de nourriture utilisable est maintenant libérée pour le corail.

Le cercle est fermé. Nous avons une véritable symbiose qui est contrôlée par le corail. En nourrissant le corail, on nourrit automatiquement les zooxanthelles.

Lorsque l'eau de l'aquarium est trop riche en nutriments.....

Les zooxanthelles sont parfaitement "fécondées".

- Reproduction des zooxanthelles
- Le corail reçoit peu ou pas de nourriture utilisable (glucose).
- Le corail est "affamé" - selon le type, la croissance stagne ou le corail meurt.

Cependant, des valeurs nutritives élevées ne signifient pas automatiquement une mauvaise croissance des MPS. Dans ce cas, seul l'apport de nourriture par les zooxanthelles ne fonctionne pas de manière optimale. Cependant, en fonction d'autres conditions, par exemple le plancton, les coraux peuvent encore recevoir suffisamment de nourriture et présenter une bonne croissance.

Importance d'une source lumineuse puissante

Comme déjà décrit, les zooxanthelles transforment la lumière en nourriture utilisable par le corail. Moins un corail a de lumière disponible, plus il incorporera de zooxanthelles afin de se nourrir. Cependant, plus les zooxanthelles veulent être nourries, moins le corail peut recevoir de nourriture. Surtout avec les coraux SPS/stone, → plus c'est lumineux, mieux c'est !

Les zooxanthelles et l'optique

Les zooxanthelles sont brunâtres. Par conséquent, plus les polypes possèdent de zooxanthelles, plus le corail est foncé. Les goûts diffèrent, mais la plupart des aquariophiles préfèrent les coraux colorés et lumineux aux coraux brunâtres et sombres.

Le phosphate a également un effet négatif sur la formation du squelette de calcium des coraux pierreux. Il est incorporé dans le tissu corallien et y perturbe le réseau cristallin (ce que l'on appelle le poison du squelette).

Plus le phosphate est incorporé, plus les coraux sont susceptibles de se briser. Cela peut conduire à une croissance nulle.

Comment obtenir des couleurs vives dans les SPS ? Les couleurs vives proviennent des protéines colorées que le corail peut fabriquer lui-même. Cependant, il ne peut le faire que s'il reçoit suffisamment de nourriture et n'a pas à dépenser son énergie ailleurs pour assurer sa survie et sa croissance.

Pour un entretien, une croissance et une coloration réussis, les paramètres suivants sont les meilleurs :

- **- Système à faible teneur en nutriments**
 - Symbiose fonctionnelle entre le corail et les zooxanthelles.
 - La présence de phosphate est particulièrement importante ("poison cellulaire" pour le squelette de calcium).
 - Faible taux de nutriments ≠ Sans nutriments !
- Un éclairage puissant
- Maintien de la concentration de carbonate de calcium et de magnésium (chapitre séparé)
- **Source de nourriture séparée** dans l'eau de l'aquarium (facultatif, par exemple : plancton, acides aminés, ...)

PARTIE 2 - Valeurs de l'eau, kits de mesure et méthodologie de mesure

La chimie de l'eau de votre aquarium d'eau salée est assez complexe et est sujette à des changements constants. Vous avez affaire à un petit bitop dans lequel des centaines de processus se déroulent côte à côte (biologiques, chimiques et physiques).

Vous arriverez très certainement à un moment où ces processus commenceront à devenir incontrôlables. C'est alors à vous de le reconnaître et de prendre les mesures appropriées avec prudence (jamais dans la précipitation !).

Vous ne pouvez le faire que si vous reconnaissez les signaux.

Remarque : La perte éventuelle d'êtres vivants n'est pas seulement un aspect financier, mais une attitude irresponsable envers les êtres vivants.



Assurez-vous que vous êtes en mesure de mesurer les paramètres les plus importants immédiatement et de manière indépendante !



Ne vous fiez pas exclusivement aux marchands d'aquariums qui effectuent des mesures pour vous ou des analyses externes comme l'ICP, car vous perdrez le temps nécessaire à la correction de votre aquarium en attendant ces résultats.

2.1 Un exemplaire d'eau de mer naturelle !

Examinons d'abord les proportions.....

Qualité de l'eau dans les récifs coralliens

- Dans les récifs, nous disposons d'une quantité presque illimitée d'eau salée. 133800000000000..... 000000 litres, ou $1,33 \cdot 10^{21}$ litres
- Dans cette énorme quantité d'eau, SEULES quelques créatures vivent ici.
- Grâce au courant, ils sont constamment alimentés en eau salée fraîche de la même consistance exacte. Les impuretés ou les différences de concentration sont à nouveau compensées.

Qualité de l'eau dans les aquariums récifaux

Nos aquariums ne sont qu'une "flaque" absolue comparée à l'océan !

De nombreuses créatures vivent dans un espace réduit et

- ... polluer l'eau
- ... consommer des éléments en vrac



C'est pourquoi il est un peu difficile de maintenir de bonnes valeurs d'eau dans nos aquariums ! ... mais ne vous inquiétez pas, nous allons vous montrer ce qui est important et comment cela fonctionne !



Salinité : effet physique de la "densité".

Dans l'eau salée, les objets flottent vers le haut plus facilement/rapidement que dans l'eau douce car la "densité" (poids par volume) est plus élevée que dans l'eau douce en raison du sel dissous. Les organismes vivants sont habitués à cette densité plus élevée et leurs organes (par exemple, les vessies natatoires des poissons) sont conçus pour cette densité. C'est à vous d'ajuster et de maintenir la densité (physique) de l'eau de votre aquarium à celle de l'eau de mer naturelle.

Attention : Une quantité considérable d'eau s'évapore chaque jour dans nos aquariums. Cependant, c'est principalement de l'eau douce qui s'évapore et la plupart du sel reste dans l'aquarium. Si l'eau évaporée n'est pas remplie, la densité augmente et signifie au moins un stress pour les animaux. Lors d'un "remplissage rapide avec de l'eau fraîche", cette densité serait à nouveau réduite soudainement. Les systèmes dits de remplissage remplacent immédiatement l'eau évaporée par de l'eau fraîche et maintiennent la densité (physique) constante.



Teneur en sel : quantités + oligo-éléments

Les sels dissous dans l'eau salée sont des quantités/traces éléments importants pour certains organismes vivants.

(Calcium, carbonates, magnésium, strontium, etc). Plus la concentration en sel est élevée, plus la concentration de ces éléments dans l'eau est élevée. En faisant fluctuer la concentration en sel, vous provoquez également

des fluctuations dans la concentration de ces oligo-éléments. Une raison supplémentaire de maintenir la concentration en sel aussi constante que possible !

Element	Name	Konzentration im Ozean [mg/l]
Cl	Chlor	19357,2
Na	Natrium	10782,2
Mg	Magnesium	1280,9
S	Schwefel	897,8
Ca	Calcium	411,6
K	Kalium	398,8
Br	Brom	67,1
C	Kohlenstoff	27,0
N	Stickstoff	8,3
Sr	Strontium	7,8

Element	Name	Konzentration im Ozean [mg/l]
B	Bor	4,5
O	Sauerstoff	2,8
Si	Silicium	2,8
F	Fluor	1,3
Ar	Argon	0,6
NO3	Nitrat	0,4
Li	Lithium	0,2
Rb	Rubidium	0,1
P	Phosphor	0,1
I	Jod	0,1

$$\text{Concentration}_{\text{normalized@34,8psu}} = \text{Concentration}_{\text{measured}} \times \frac{34,8 \text{ [psu]}}{\text{Salinity}_{\text{measured}} \text{ [psu]}}$$

Éléments nutritifs

Outre les sels, les nutriments (par exemple, les nitrates et les phosphates) sont également dissous dans l'eau.

Ils sont produits, entre autres, par les excréments et les résidus alimentaires.

Les nutriments sont nécessaires en petites quantités, sinon certains organismes meurent de faim.

Si ces valeurs augmentent trop dans nos aquariums, cela peut entraîner des problèmes. Il est très important de garder un œil sur vos niveaux de nutriments - C'est le bon équilibre qui compte !

Toxines (poisons)




Les toxines présentes dans l'eau, par exemple les métaux lourds, doivent bien sûr être évitées en général ou fortement diluées.



2.2 Mesure de la concentration en sel

En tant qu'aquariophile récifal, vous devriez être capable de mesurer vous-même la concentration de sel correctement !


Il existe 3 types différents d'instruments de mesure. Tous sont bien adaptés à la mesure, mais présentent des différences importantes en termes de qualité, de lisibilité et donc aussi de précision.

Description	Réfractomètre	Instruments à tige ou à aiguille (hydromètres)	Mesure de la conductivité/ Gestionnaires de la salinité
prix du ca	 50.- ... 100.- €	 15.- ... 50€	 à partir de 80 euros
Variable/unité mesurée	Réfraction Eau douce/salée Indication en [psu] ou [‰]	Type-A) Masse volumique [g/cm ³]. Type-B) Densité relative [-]	Conductivité (= Résistance él. ⁻¹) [ms/cm]
Compensation de la température	Oui	Non, il doit être mesuré séparément pour déterminer la teneur en sel correcte.	En partie, selon l'unité
Possibilité de mesure en continu	Non	Non	En partie, selon l'unité
Autre - Inconvénient + Avantage	- Méfiez-vous des réfracteurs bon marché provenant de Chine, ils sont souvent inexacts - les réfracteurs doivent souvent être étalonnés avec des solutions de référence.	- fragile, - L'utilisation d'un récipient supplémentaire pour la mesure est recommandée	- Calibrer l'électrode de temps en temps - Seuls les appareils coûteux sont vraiment bons + Possibilité de connexion à l'ordinateur de l'aquarium

Les méthodes de mesure fournissent les résultats de la salinité dans différentes unités, qui ne peuvent être converties l'une dans l'autre qu'à l'aide d'un logiciel.

Définition "Salinité"

En aquariophilie récifale, une concentration de sel (salinité en [psu]) de 34,8 est optimale. On atteint 34,8 [psu] lorsqu'exactly 34,8 grammes de "sel pur" sont dissous dans un kilo d'eau.

 Attention : La quantité de mélange de sel à ajouter pour [34,8 psu] à 1 litre est supérieure à 34,8 grammes car les mélanges salins contiennent également d'autres ingrédients.

Le truc avec la température de l'eau lors de la mesure...

La salinité est la seule **valeur mesurée indépendante de la température**. Les appareils de mesure qui mesurent la densité, le poids relatif/densité spécifique et la conductivité sont généralement **dépendants de la température** !



Motif : Dans la plage qui nous concerne (20 ... 30°C), la densité de l'eau diminue avec l'augmentation de la température, ce qui équivaut à une légère expansion (augmentation du volume).

Température	Densité de l'eau à une température donnée [g/cm ³].
3,98°C	1,0000
10°C	0,9997
15°C	0,9992
20°C	0,9983
25°C	0,9971
30°C	0,9957

Cependant, la quantité de sels dissous (cristaux de sel) reste la même. Il en résulte des affichages différents selon la température de l'eau.



Pour toutes les autres mesures de la concentration de sel, sauf la salinité en [psu]. Vous devez toujours tenir compte de la température lors des mesures, car elle a une influence directe sur le résultat affiché !

Valeur mesurée		à 20°C	à 25°C	à 30°C
Salinité	[psu] ou [‰]	34,8	34,8	34,8
Densité	[g/cm ³]	1,0246	1,0232	1,0216
Gravité spécifique	[/]	1,0276	1,0262	1,0246
Conductance	[ms/cm]	47,67	52,80	58,05



Recommandé : Convertir la concentration de sel en salinité même si elle est mesurée avec des instruments autres que des réfractomètres.

Les tableaux de conversion en salinité se trouvent dans l'annexe :

([Density - Salinity](#), [Relative Density - Salinity](#), [Conductance - Salinity](#)) ou dans AquaCalculator.



Conversion de salinité

Salinité: 34,80 [psu] à température: 26,0 [°C]

Calculer

Densité: 1,02288 [g/cm³] [g/cm³] à 25°C

Gravité spécifique SG: 1,02585 [-]@25,0 1,02620 [-]@25,0°C à 25°C

Conductivité: 53,84 [ms/cm] 52,80 [ms/cm] à 25°C

2.2.1 Mesure avec des réfractomètres :

- Utilisez des **réfractomètres calibrés pour l'eau de mer**, pas ceux **calibrés** pour le NaCl (écart d'environ ~1 psu).
- Les réfractomètres doivent être régulièrement **ajustés** avec une **solution de référence** (eau salée d'une salinité connue avec précision) dans la gamme dans laquelle ils doivent être affichés/mesurés ultérieurement. L'ajustement avec de l'eau distillée/RO à une salinité de n'a 0,0aucun sens !
- Lisez la **salinité** indiquée **en [psu]** (ou [‰]).
N'utilisez PAS la valeur de densité souvent indiquée sur les réfracteurs !
(Je ne comprends pas pourquoi les fabricants continuent à imprimer cette valeur - elle est trompeuse).
- N'utilisez que des réfracteurs avec compensation automatique de la température (ATC).







2.2.2 Mesure avec des aréomètres :

- Utilisez des **instruments facilement lisibles** et dotés d'une plage de mesure étiquetée la plus large possible
- Mesurez en dehors de l'aquarium. Un **réipient** séparé, **transparent et mince pour la mesure** est optimal (500ml, cylindre de mesure mince et haut).
- Maintenez l'appareil **exempt de résidus de sel**. Sinon, des valeurs incorrectes s'afficheront.
- La température de l'eau pendant la mesure influence le résultat de la mesure.



"Densité" ou "densité relative/spécifique" ?

Les valeurs mesurées affichées sont différentes pour les appareils calibrés en "densité" et les autres calibrés en "densité relative" (= imprimé).

	Mesure de la densité	Mesure de la gravité spécifique ou de la densité relative
Texte/impression	 Densité  Densité	 Gravité spécifique ou gravité spécifique  Gravité spécifique / SG
Unité	[g/cm ³]	[-] Sans unité !
Autre	Impression de la température 25/4°C ou 25°C seulement	Impression de la température 25/25°C On trouve souvent ces dispositifs aux États-Unis

2.2.3 Mesure avec des conductimètres :

- Utiliser l'équipement conformément aux instructions d'utilisation
- Ajustez (calibrez)** régulièrement la sonde de mesure avec une **solution de référence** (eau salée d'une salinité connue avec précision) dans la gamme dans laquelle elle sera affichée/mesurée ultérieurement.
- La température pendant la mesure influence le résultat de la mesure.
Les appareils de haute qualité offrent une compensation automatique de la température



2.3 Mesure des valeurs de l'eau (concentrations)



En tant qu'aquariophile récifal, vous devriez être en mesure de mesurer vous-même les valeurs les plus importantes de l'eau.

Dans votre aquarium récifal, vous fixerez certaines valeurs pour l'eau. Parfois, vous voudrez réagir rapidement aux problèmes.



**Les résultats de mesure déterminés doivent être corrects / dignes de confiance !
Si vous ne mettez pas suffisamment l'accent sur ce point,
il peut arriver que vous preniez de mauvaises mesures,
sur la base de valeurs déterminées de manière incorrecte.**

Ceci est particulièrement important si vous voulez garder des coraux pierreux ou d'autres animaux exigeants.

Il y a de bonnes raisons de ne pas faire aveuglément confiance aux lectures auto-calculées.

- La qualité ou la précision du kit de test est insuffisante ou un lot défectueux a été livré.
- Le kit de test a été stocké de manière incorrecte
- Durée de conservation dépassée
- Erreur de l'utilisateur : Le test n'a pas été effectué exactement selon les instructions
- Erreur de l'utilisateur : Le test n'a pas été lu correctement

Conclusion : Nous apprenons à mesurer correctement !



2.3.1 Documentation de vos valeurs, progrès et catastrophes liés à l'eau

Vous savez maintenant ce qui est important, comment vous devez mesurer et dans quelle fourchette vos valeurs d'eau doivent se situer. Excellent!

Vous devez noter les résultats des mesures pour pouvoir en tirer des conclusions.

**Comment vos valeurs se sont-elles améliorées ou détériorées au fil du temps ?
Qu'est-ce qui a amélioré ou aggravé les choses ?**

- Nouveaux produits chimiques ou modification du dosage)
- Des changements d'eau ont été effectués ?
- Des transformations ou des mesures d'entretien ont été effectuées ?
- Une nouvelle technologie installée ?
- Des défaillances techniques ?
- Avez-vous introduit de nouveaux poissons ou coraux ?

**En route vers l'aquarium de vos rêves
il est avantageux de disposer d'une documentation
sur votre aquarium et, idéalement, sur vos animaux.**

C'est bien sûr à vous de décider si et comment vous le faites.



Les captures d'écran présentées sont celles de la documentation sur les aquariums et la gestion des animaux d'**AquaCalculator** pour **Windows** et **iOS** (synchronisées via sa propre solution aCloud).

Date	NO3	PO4	Ca	Alk	Mg	Density	Salinity	Tempe	Note
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[°dH]	[mg/l]	[g/cm³]	[psu]	[°C]	
15.05.2019 12:48:35	2,20	0,080	-	10,5	1309	-	34,80	-	Foto-Appointment
16.05.2019 17:04:30	2,40	0,080	-	13,7	1354	-	-	-	
17.05.2019 08:58:28	1,70	0,050	-	15,6	1401	-	-	-	
11.06.2020 10:13:58	1,90	0,020	-	10,4	1304	-	-	-	
21.08.2020 14:42:24	-	-	-	-	-	-	-	-	
21.08.2020 14:45:54	-	-	-	-	-	-	-	-	
15.04.2021 15:03:14	-	-	411	6,7	-	-	-	-	

Name / description	Genus	Bought	State	bought at	Price	Am	Note
Squampini	Fish	16-01-2019	is living	M.Mahl	25,00	1	Gruppe, 3 Tiere
Squampini	Fish	16-01-2019	is living	M.Mahl	25,00	1	Gruppe, 3 Tiere
Squampini	Fish	16-01-2019	is living	M.Mahl	25,00	1	Gruppe, 3 Tiere
Einsiedler, rot	Fish	15-02-2019	is living	C.Schumacher	14,95	1	
Kauderni (Kardinalbarsch)	Fish	15-05-2019	is living	C.Schumacher	29,00	2	
Seriatorpora Calendrium, g	Coral	19-12-2018	is living	Erika Mustermann	30,00	1	
Seriatorpora Hysterix	Coral	15-01-2019	is living	C.Schumacher	55,00	1	
Spanische Tänzerin	Invertebrat	11-06-2020	is living		999,00	1	

The iOS interface shows a vertical timeline of aquarium photos and data points. The photos show various aquarium scenes, including coral reefs and fish. The data points are represented by colored bars and text labels, such as '21.08.2020, 14:42:24' and '21.08.2020, 14:45:54'. The interface also shows a menu and a search bar.

2.3.2 Les solutions de référence sont tout simplement géniales !



Tout d'abord, nous étalonnons "votre propre méthode de mesure" et les "kits de test". Avec ceux-ci, vous pouvez obtenir des résultats de mesure suffisamment précis même avec les tests à usage domestique (par exemple, les tests de gouttelettes) ! pour obtenir des résultats de mesure suffisamment précis !

AVANT d'utiliser un (nouveau) test de gouttelettes pour la première fois, vous devez le vérifier sur une **solution dite de référence**. Une solution de référence est un échantillon d'eau délibérément ajusté dont les valeurs sont fiables.

Elle est fournie avec des kits de test de haute qualité ou vous pouvez l'acheter séparément.

Les valeurs réglées de cet échantillon d'eau se situent généralement au niveau optimal de cette valeur d'eau (Ca, Mg, alcalinité), ou à une valeur favorable pour pouvoir vérifier les valeurs nutritives mesurées (N3, PO4, Si).

FM Multi-Référence pour tester l'exactitude de plusieurs mesurandes (salinité, nitrate, phosphate, calcium, magnésium, dureté carbonatée, potassium, strontium, ...)



Calibrage facile du test de l'eau avec des solutions de référence

1. Avec chacun de vos kits d'analyse de l'eau, mesurez d'abord un échantillon de la solution de référence (pas l'eau de l'aquarium !).
2. a) Si la valeur mesurée est identique à la valeur indiquée pour la solution mère
→ tout va bien.

b) Si ce n'est pas le cas
→ déterminer le facteur de correction (FC) entre la solution mère et la valeur indiquée.

Ex : valeur indiquée Mg solution mère 1350 mg/l
 Valeur mesurée de la solution mère 1300 mg/l
 → CF = valeur indiquée / valeur mesurée (1350 mg/l / 1300 mg/l = **1.038**)

Notez le facteur de correction, de préférence directement sur l'emballage ou le mode d'emploi de l'analyse de l'eau. Tenez-en compte lors de chaque mesure ultérieure de l'eau de l'aquarium.

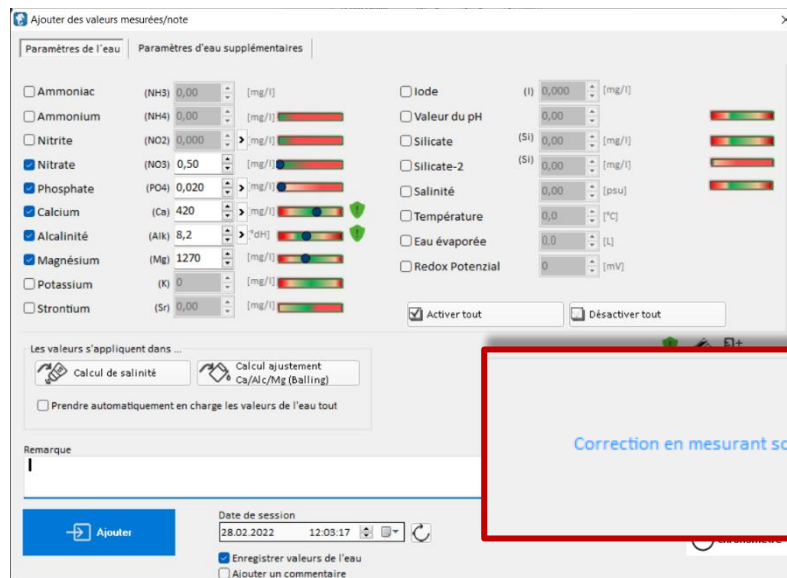
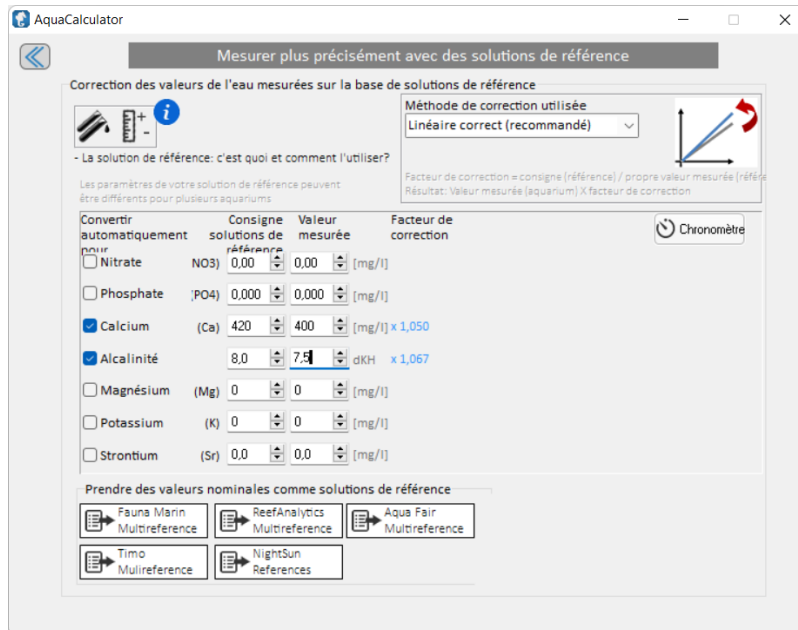
Nouvelle valeur mesurée de l'eau de l'aquarium 1180
mg/l Facteur de correction déjà déterminé 1,038
Valeur corrigée de l'eau de l'aquarium 1180 x 1,038 → 1225 mg/l

3. Si vous utilisez vos kits de test pendant une longue période, vous devez répéter le processus d'étalonnage.

Remarque : La méthode présentée ici suppose que le test permet de vérifier la valeur d'eau choisie et que l'écart n'est pas trop extrême. De même, la non-linéarité des résultats n'est pas prise en compte. Une bonne règle de base est d'arrêter d'utiliser le test des gouttes si l'écart est > 20% (réclamation de garantie !).



Si vous documentez vos paramètres d'eau avec AquaCalculator, le logiciel effectuera la conversion nécessaire de vos valeurs mesurées avec les facteurs de correction. Lors de la sauvegarde des valeurs, la valeur "corrigée" est enregistrée.



2.3.3 Liste de contrôle pour la mesure des valeurs de l'eau



- Ne pas utiliser les tests NoName
- Respectez les instructions du fabricant et la date de péremption des tests (certains tests doivent être conservés au réfrigérateur).
- N'utiliser que délibérément des tests adaptés à l'eau salée
- Les mesures doivent toujours être effectuées à la même heure de la journée, à la même température de l'eau et pas peu de temps après le repas (l'heure de la journée est particulièrement importante pour les mesures du pH !)
- L'eau à tester doit être propre et toujours prélevée au même endroit dans l'aquarium.
- Les mesures de concentration d'éléments dissous dans l'eau de mer (Ca/Mg/...) ne sont comparables que si elles ont été mesurées à la même salinité.
- Relevez la quantité d'eau à prélever dans la seringue (et non dans le flacon/cuvette), car cela est plus précis.
- Nettoyez et séchez les seringues, les cuvettes, les cuillères de mesure et les couvercles après utilisation. Ne pas interchanger les différents sets de mesure, sinon les produits chimiques peuvent être transférés et des erreurs de mesure peuvent se produire. Les bons sets de mesure ont donc des seringues de couleurs différentes.
- Aspirez les produits chimiques et l'échantillon d'eau sans bulles.
- Dans les tests où une quantité exacte de réactif à ajouter (jusqu'au changement de couleur) doit être déterminée à l'aide d'une petite seringue, veillez à ce que rien ne colle à la paroi de la cuvette (falsification du résultat).
- Pour éviter que le flacon doseur ne s'égoutte involontairement, soit :
 - a) Tourner le flacon à l'opposé du récipient de mesure, col vers le bas, et le laisser s'égoutter.
 - b) Ouvrez le flacon vers le haut, appuyez brièvement sur le flacon (l'air s'échappe), relâchez la pression en tournant le flacon (ouverture vers le bas).
- Travaillez proprement, sans produits chimiques sur les doigts, etc. Respectez également les aspects de sécurité (certains réactifs sont *alcalins* ou *acides*).
- Les comparaisons de couleurs doivent idéalement être effectuées sous une lumière naturelle, mais sans lumière directe du soleil. Lorsque vous prenez des mesures dans la pièce, utilisez toujours la même source de lumière, idéalement avec un spectre lumineux aussi blanc que possible (une lumière incandescente scintillante, par exemple, n'est pas optimale). Effectuez toujours les mesures au même moment de la journée (intensité de la lumière du jour) et lorsque vous êtes reposé.
- Déterminez régulièrement les valeurs de votre eau de source (eau douce). Cela vaut également pour l'utilisation de toute technologie de traitement de l'eau, car celle-ci pourrait être défectueuse ou usée.
- En général, il ne faut ajouter aucune sorte de fer dans l'aquarium. Pas d'acier inoxydable non plus, car même celui-ci se corrode dans l'eau de mer. Si possible, les électrodes de mesure ne doivent pas être en acier. En aucun cas, elles ne doivent être en cuivre ou en laiton. Les capteurs de température peuvent être recouverts d'une feuille d'aluminium ou de plastique, par exemple.

2.3.4 Conseils pour mesurer avec des seringues, des cuvettes et des hydromètres

La tension superficielle des liquides fait monter ou descendre le niveau du liquide dans les petits récipients ou tubes. Cet "effet capillaire" doit être pris en compte dans certaines procédures de mesure, par exemple lors du remplissage de seringues, de cuvettes, etc.

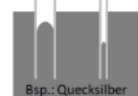
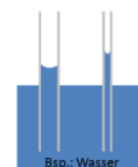


Effet capillaire : Lorsqu'un tube fin (capillaire) ouvert en haut et en bas est immergé, le niveau d'eau qu'il contient descend OU monte. Plus le capillaire est fin, plus l'effet est important.

Avec des liquides normaux qui mouillent la paroi (eau sur du verre ou eau sur du plastique), le niveau du liquide dans le tube monte et une surface incurvée vers le bas se forme.

Avec des liquides qui

ne mouillent pas la surface (eau sur verre graissé, mercure sur verre, etc.), c'est exactement le contraire qui se produit. Le niveau du liquide baisse et la surface s'incurve vers le haut.

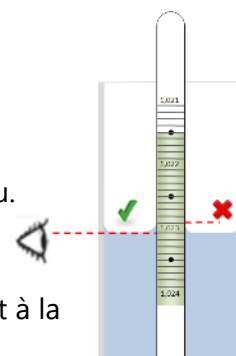


Effet capillaire inverse : si vous placez un objet dans un liquide, c'est exactement l'effet inverse qui se produit. La surface du liquide se courbe vers le haut autour de l'objet. C'est exactement ce que l'on observe, par exemple, lorsqu'on insère un hydromètre.

Lecture des aréomètres

Lisez la valeur au niveau de l'eau, et non celle au sommet du ménisque (renflement). Pour ce faire, commencez votre regard par le bas et rapprochez-le du niveau de l'eau. Lorsque la zone de base, qui semble d'abord elliptique, devient une ligne vous lisez la valeur.

N'oubliez pas : Il est absolument nécessaire de mesurer la température parallèlement à la lecture



Lecture de la cuvette

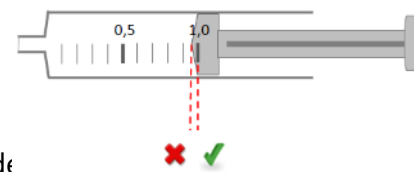
Procédez comme pour les hydromètres, en lisant à partir du bas.



Lecture de la quantité de remplissage d'une seringue

Si la seringue est légèrement en forme de flèche, lisez le bord du piston.

Ce n'est pas le cas de toutes les seringues. En cas de doute, vérifiez à nouveau le mode d'emploi du kit de test.



Seringues avec un accessoire

Le haut de la seringue est utilisé pour vider lentement le contenu.

Il est normal qu'un coussin d'air se crée à l'intérieur de la seringue lors de l'aspiration (L'embout a été rempli d'air, qui est ensuite aspiré dans la seringue).

Tenez toujours la seringue avec l'embout vers le bas. Ainsi, l'air reste/collecte en haut du piston.

Lorsque la seringue est ensuite vidée, le coussin d'air se vide également à nouveau à l'extrémité.

2.3.5 Kits de test recommandés (gamme domestique)

Il existe de nombreux kits d'analyse de l'eau de bonne qualité. Nous recommandons les produits de fabricants réputés.



Tests de gouttelettes recommandés

Test de l'eau pour	Formule	Produit/Fabricant
Ammoniac/ammonium	NH ₃ NH ₄ ⁺	Tropic-Marin , RedSea
Nitrite	NO ₂ ⁻	Fauna Marin , Tropic-Marin, Salifert, RedSea, Sera, Tetra, JBL
Nitrate	NO ₃ ⁻	Fauna Marin , Tropic-Marin, Salifert, Visicolor Eco Machery Nagel
Phosphate	PO ₄ ³⁻	Fauna Marin , Row, Red Sea, Salifert, Tropic-Marin,
Calcium	Ca	Salifert , Fauna Marin, Tropic-Marin, RedSea
Dureté carbonatée	-	Fauna Marin , Tropic-Marin, RedSea
Magnésium	Mg	Salifert , Fauna Marin, Tropic-Marin
Potassium	K	Fauna Marin , Tropic Marin, Salifert
Valeur du pH	-	- Tous les fabricants connus proposent de bons kits de test. N'utilisez pas de bandelettes réactives, car elles sont imprécises.
Silicate	Si/SiO ₂	Salifert , Tropic-Marin

Valeurs en **bleu** = test actuellement préféré par moi-même

Mes critères pour de bons tests d'eau :

- Précision (Prio-1 : Reproductibilité, Prio-2 : Déviation).
- Bonne lisibilité
- Manipulation facile
- Rapport prix/performance

2.4 Analyses de l'eau effectuées par le laboratoire (ICP-OES et IC-analyses)

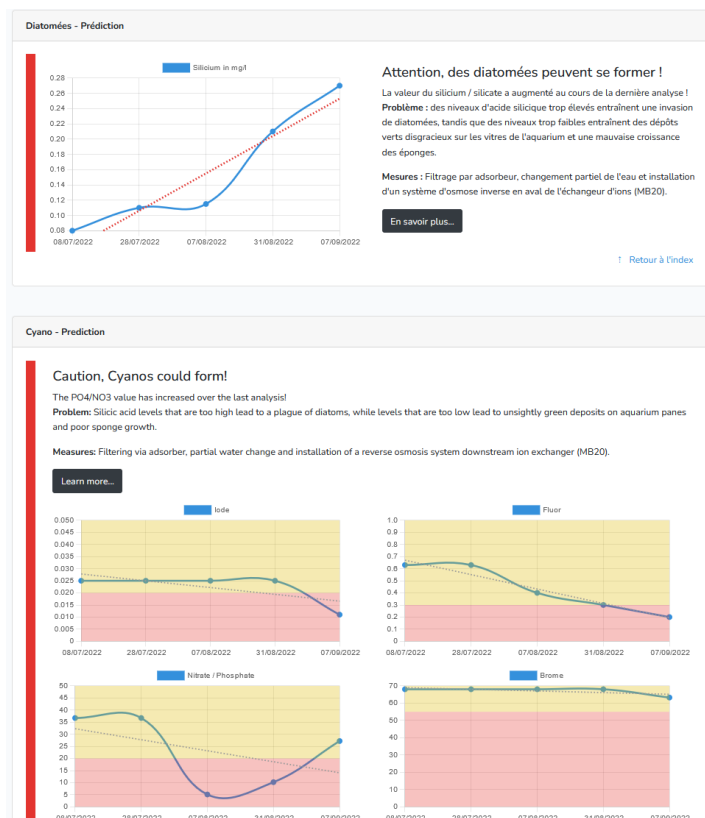
Plusieurs grands fournisseurs de produits à base d'eau de mer investissent actuellement massivement dans l'analyse de l'eau de mer et les laboratoires/équipements de mesure correspondants.



Les aquariophiles ont ainsi l'avantage de pouvoir déterminer pratiquement TOUS les paramètres de l'eau imaginables. Les valeurs mesurées sont indiquées avec la plus grande précision, bien que les fournisseurs soient actuellement encore en phase d'apprentissage de l'évaluation des résultats. Plusieurs fournisseurs proposent un forfait de conseil moyennant un supplément. En fonction des résultats, vous recevrez également une analyse détaillée spécifique avec une **recommandation sur les paramètres à optimiser et la manière de le faire.**

Pour les aquariophiles qui souhaitent conserver les types de coraux pierreux les plus difficiles, il s'agit d'un service intéressant.

Tout nouveau sur le marché depuis 09/2022 : Grâce à l'intelligence artificielle, les multiples résultats ICP disponibles sont évalués et **les infestations possibles de diatomées, cyano, dinoflagellés, algues filamenteuses, RTN, STN et parasites sont prédites à l'avance.**



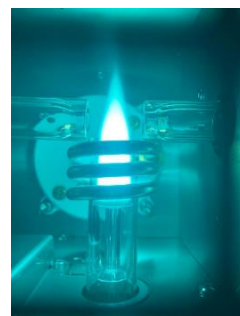
Voici comment fonctionne une analyse ICP

1. Achat d'un **kit de test ICP-OES** (environ 40€) ou d'un **kit de test de laboratoire ICP-OES + IC** (environ 100€, conseils compris). Inclus : Tasses/tubes d'échantillonnage et seringues en plastique pour l'échantillonnage de l'eau.
2. Prélèvement d'un **échantillon d'eau** dans votre propre aquarium **Emballage** → + **expédition** au laboratoire
3. Attendez l'analyse. Les résultats et les conseils éventuels peuvent être obtenus par e-mail ou par accès Internet.



Méthode de mesure :

[ICP-OES](#)



2. 5 Paramètres importants de l'eau et fréquence des mesures

Valeur de l'eau	Formule	Fréquence des mesures
Température de l'eau		- Constante (excluant l'erreur de chauffage/refroidissement)
Concentration en sel		- Lors du remplissage - Avant/après chaque changement d'eau - Pour le contrôle 2x / mois
Ammoniac (ammonium)	NH ₃ (NH ₄₊)	- pour déterminer que la phase de démarrage est terminée - en cas d'anomalies dans l'aquarium, notamment en ce qui concerne les poissons
Nitrite	NON ₂₋	- pour déterminer que la phase de rodage est terminée
Nitrate	NON ₃₋	- Initialement 1x/semaine - 1x/mois avec des aquariums stables.
Phosphate	PO ₄₃₋	- Initialement 1 x /semaine - 2 x mois avec des aquariums stables en fonctionnement
Calcium	Ca	- initialement 1 x /semaine - moins fréquemment en cas de consommation connue de Ca dans l'aquarium
Dureté du carbonate/ Alcalinité	-	- initialement 1 x /semaine - moins fréquemment en cas de consommation connue de Ca dans l'aquarium
Magnésium	Mg	- env. 1x /mois- moins souvent si la consommation de Mg dans l'aquarium est connue
Valeur du pH	-	Initialement 1 x /semaine si l'aquarium est stable, moins fréquemment
Silicate	Si/SiO ₂	- environ 1 x /mois, vérifier l'eau douce utilisée avant de préparer de l'eau salée ou de remplir le système.

Notes :

Valable pour les aquariums avec des animaux/coraux exigeants.

Selon la composition de l'aquarium, il n'est pas nécessaire de contrôler toutes les valeurs et les intervalles de mesure peuvent être moins fréquents. Par exemple : pour les aquariums réservés aux poissons ou les coraux mous insensibles.

Pour les aquariums nouvellement créés, surtout si vous êtes encore en phase de démarrage, les valeurs de l'eau ne sont pas encore significatives. Cependant, elles doivent être vérifiées et considérées comme correctes avant d'ajouter des poissons et des coraux.

2. 6 Valeurs d'eau recommandées pour les aquariums récifaux

	Description /Formule	Dans les aquariums récifaux - Plage recommandée - Valeur optimale	Dans l'eau de mer naturelle	Unité /Commentaire
Valeurs générales	Température de l'eau	23,5 - 28,3 24,0 - 26,0	Selon la région/la saison 23 .. 29	[°C]
	Salinité			
	a) Salinité	33,0 - 36,0 34,5 - 35,0	34	[psu]
	b) Densité à 25°C	1,021 - 1,024 1,0233	1,0225 - 1,024	[g/cm ³]
	c) gravité spécifique à 25°C	1,024 - 1,027 1,0263	1,0255 - 1,027	[]
	d) Conductance @25°C	50,4 - 54,5 53	51,7 - 54,5	[ms/cm]
	Silicate Si	0,0 - 0,3 0,0	Mer ouverte : 0 - 10 Récifs coralliens : 0,1 - 0,2	[mg/l]
	Valeur du pH	7,7 - 8,5 8,0	8,2	Max. Changement jour/nuite : 0.5
Nutriments	Ammonium NH4	0 - 0,1 0	0,0 - 0,1	[mg/l]
	Nitrite NO2	0 - 0,10 0	0,0001	[mg/l]
	Nitrate NO3	1 - 20 1 - 8 (≠ 0 !)	0,01 - 0,5	[mg/l]
	Phosphate PO4	0,05 - 0,5 0,01 - 0,10 (≠ 0 !)	0,001 - 0,1	[mg/l]
Éléments du décor	Alcalinité @34.8 psu			
	a) en carbonate dureté	5 - 10 6-8	6,5	[°dH]
	b) en mEq/l	1,8 - 3,6 2,2-2,9	2,3	[mEq/l]
	(c) en parties par million	90 - 180 110-140	116	[ppm]
	Calcium @34.8 psu Ca	360 - 480 400 - 450	420	[mg/l]
Magnésium @34.8 psuMg	1100 - 1400 1280 - 1350	1280-1400	[mg/l]	
Else.	Potassium @34.8 psu K	330 - 420 380 (< 460 !)	398	[mg/l]
	Iode J	Peu mesurable	0,06	[mg/l]
	Strontium @34.8 psu Stro	2 -10	7,8	[mg/l]

Recommandé pour les aquariums récifaux avec un peuplement mixte (poissons, invertébrés, coraux pierreux plus exigeants, etc). Pour les animaux moins exigeants/les aquariums de poissons uniquement, certains paramètres ne sont pas pertinents.

2.8 Traitement de l'eau ou eau du robinet ?



Vous ne devez utiliser l'eau du robinet que si vous êtes absolument sûr qu'elle est exempte de tout polluant et qu'elle le restera. Investir dans un système solide de traitement de l'eau a déjà sauvé de nombreux aquariophiles de conséquences désagréables et peut-être plus coûteuses.

Chez la plupart des fournisseurs d'eau, la qualité de l'eau varie en fonction de la saison. Une bonne qualité en ce moment ne signifie pas nécessairement qu'elle le restera tout au long de l'année !

Si vous prévoyez toujours d'utiliser l'eau du robinet, il est recommandé de vérifier les valeurs suivantes, disponibles auprès de votre fournisseur d'eau.

Inconvénient :

- Augmentation de la concentration en nutriments et en silicates (nitrate, phosphate et silice/silicate).
- Tout métal lourd (fer, cuivre, plomb, etc.), en particulier dans les vieilles canalisations d'eau.
- Une teneur élevée en chlore, surtout pendant les mois d'été

Inoffensif :

- Calcium
- Sulfate
- Chlorure (transformé à partir du chlore)
- Sodium
- Dureté carbonatée

.... Parce qu'il est déjà présent dans l'eau de mer.

Les autres valeurs données par le fournisseur d'eau sont de peu d'importance.



Presque tous les mélanges de sels disponibles dans le commerce sont également conçus pour définir des paramètres optimaux dans l'eau salée préparée avec eux lorsque l'on utilise de **l'eau traitée** (pas d'eau du robinet).

Si vous utilisez de l'eau du robinet, le contenu sera augmenté de la dose déjà contenue dans l'eau initiale et pourra donc être trop élevé.

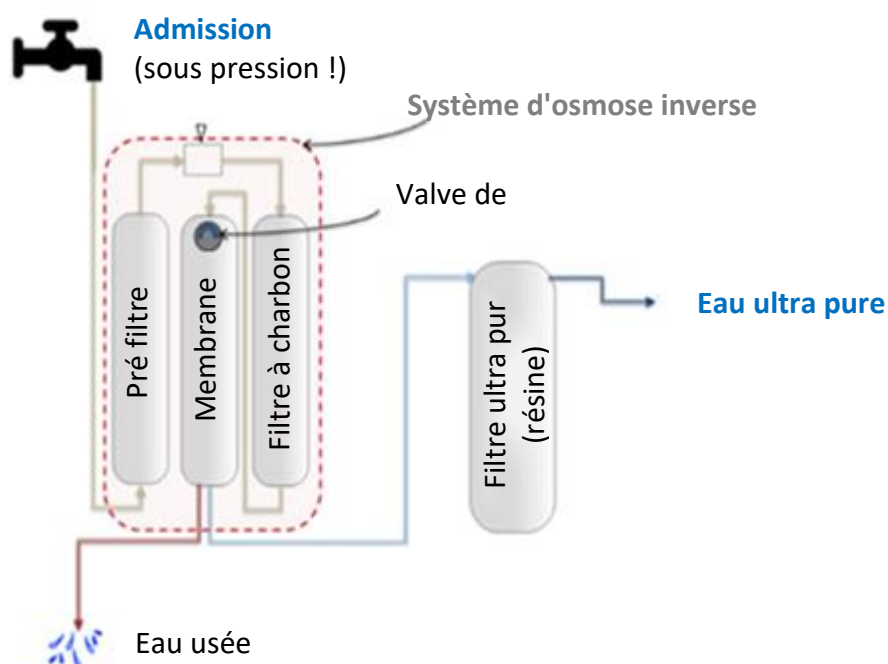
Dans la plupart des cas, la qualité de l'eau n'est pas suffisante pour assurer le bon fonctionnement d'un aquarium d'eau de mer. L'achat d'un système de traitement de l'eau adapté fait donc partie de l'équipement de base. Ce n'est que pour les petits aquariums qu'il est conseillé d'acheter de l'eau propre au lieu de la préparer soi-même. Les coûts d'acquisition et l'espace nécessaire au traitement de l'eau constituent souvent un obstacle trop important. Vérifiez auprès du vendeur (d'aquarium) qu'elle a été produite à l'aide d'une des méthodes de traitement de l'eau appropriées décrites ici ou achetez de l'eau distillée dans votre magasin de bricolage.

Le bon traitement de l'eau

Pour les aquariums jusqu'à de taille moyenne, un **système d'osmose inverse** (= RO) avec un **filtre à eau ultra-pure** en aval est une solution relativement rentable et propre en termes de qualité de l'eau. Outre les substances dissoutes dans l'eau, les métaux lourds, etc., cela permet également d'éliminer les bactéries.

Il n'y a pas de différences majeures dans la qualité des systèmes d'osmose. Les critères d'achat sont :

- le débit par jour
- Taille des deux conteneurs de filtre (prix de remplacement par rapport au volume du filtre).
- La présence d'une vanne de vidange n'est → pas indispensable, voir plus loin.



Un système d'osmose inverse élimine déjà une grande partie des substances indésirables présentes dans l'eau de source. Exemple de tableau du taux de rétention (membrane polyamide AquaCare TFC)

Élément	Taux de rétention [%]	Élément	Taux de rétention [%]	Élément	Taux de rétention [%]
Aluminium	96-98	Cyanure	85-95	Nitrate	90-95
Ammonium	80-90	Fer	96-98	Phosphate	95-98
Bactéries	>99	Fluorure	92-95	Polyphosphate	96-98
Chef de file	95-98	Dureté totale	93-97	o-Phosphate	96-98
Bore	50-70	Potassium	92-96	Mercure	94-97
Borat	30-50	Silice	80-90	Radioactivité (particules)	93-97
Bromure	80-95	Cuivre	96-98	Argent	93-96
Cadmium	93-97	Magnésium	93-98	Silicium	92-95
Calcium	93-98	Manganèse	96-98	Sulfate	96-98
Chlorure	92-95	Sodium	92-89	Thiosulfate	96-98
Chromate	85-95	Nickel	96-98	Zinc	96-98

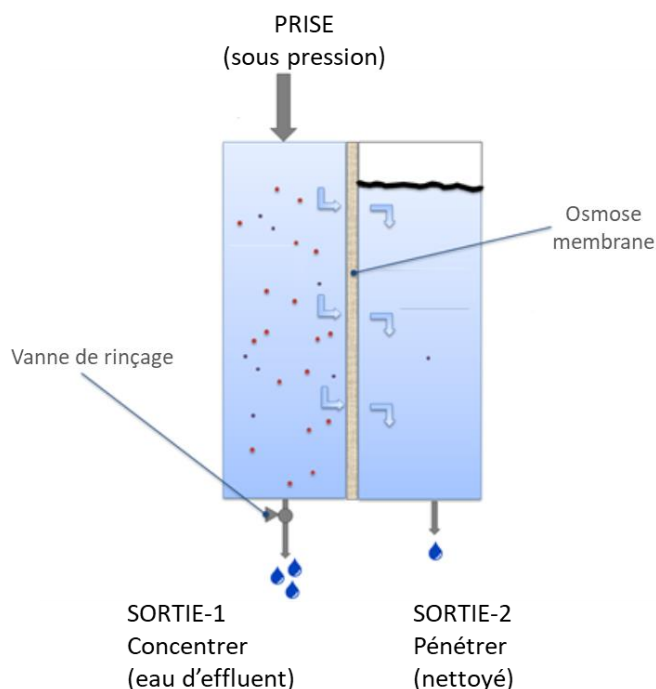


Cependant, le silicate n'est pas suffisamment éliminé pour l'aquariophilie MARINE.

Ce n'est que dans les filtres à eau ultra-pure que les silicates sont complètement liés/éliminés de l'eau, par ailleurs déjà très propre. L'eau est pressée à travers une résine dite à lit mixte. La résine du lit mélangé est un matériau consommable qui doit être éliminé de temps en temps et remplacé par un nouveau matériau, en fonction de la quantité de silicate encore présente dans l'eau après l'UOA. L'utilisation d'un filtre à eau ultra-pure sans système d'osmose en amont est théoriquement possible. Cependant, comme la résine doit fixer non seulement le silicate mais aussi toutes les autres substances/polluants présents dans l'eau initiale, elle est rapidement épuisée (pas très judicieux...).

Croquis fonctionnel d'une membrane d'osmose inverse.

Afin d'avoir une surface aussi grande que possible et donc une bonne efficacité, les membranes sont en réalité enroulées en spirale autour d'un soi-disant tuyau de drainage.



- Une membrane d'osmose n'est pas un tamis ou un filtre à particules au sens premier du terme. Elle ne fonctionnerait pas avec des substances dissoutes dans l'eau.
- L'eau de sortie (entrée d'eau) sur le côté gauche du diaphragme doit être sous pression. Plus la pression est élevée, plus le système fonctionne efficacement. La pression habituelle de 3 à 4 bars est suffisante, mais des pressions encore plus élevées sont optimales. Si la pression de l'eau est trop faible, une pompe dite de surpression peut être raccordée en amont.
- Une partie de l'eau migre, en raison de la différence de pression osmotique (chambre gauche par rapport à la chambre droite), à travers la membrane vers la chambre droite sans pression. Les molécules d'eau elles-mêmes pénètrent très facilement la membrane. Les autres ions chargés, en revanche, ne le peuvent pas, ce qui crée le véritable "effet filtre". L'"eau purifiée" quitte le système (sans pression) en tant que perméat (sortie 1).
- L'autre partie de l'eau reste initialement dans la chambre de gauche, car la pression doit y être maintenue. Cependant, cette eau s'accumule avec des impuretés dissoutes et doit donc être évacuée. Pour ce faire, on utilise une vanne qui permet d'évacuer une certaine quantité d'eau sans toutefois trop réduire la pression dans cette chambre. L'eau qui s'écoule par cette vanne a maintenant une concentration plus élevée de substances dissoutes et est donc appelée concentré (dans cette FAQ, je l'appelle "eau usée" car c'est plus facile à comprendre) et peut être soit éliminée, soit utilisée à d'autres fins non aquariophiles (Outlet-2).

Les systèmes d'osmose inverse doivent être soignés et entretenus régulièrement. Si vous le négligez, la quantité de perméat diminuera et la quantité de concentré augmentera.

Vous remarquerez également que l'osmoseur prend de plus en plus de temps pour produire une certaine quantité d'eau. Les intervalles de changement indiqués ne sont que des valeurs de référence approximatives, car ils dépendent fortement de la quantité d'eau traitée par l'osmoseur.

Filtre fin/pré-filtre : retient les impuretés mécaniques, peut donc se boucher.
L'intervalle habituel de remplacement est d'environ tous les 2 ans.

Filtre à charbon actif : Le remplacement est recommandé en même temps que le remplacement du filtre fin. L'intervalle de remplacement habituel est d'environ tous les 2 ans. La cartouche de charbon ne s'use généralement pas. Si l'eau contient beaucoup de chlore, cela peut endommager la membrane d'osmose. Le chlore est également toxique pour les poissons. Le filtre à charbon actif transforme le chlore en chlorure inoffensif. Cependant, le filtre à charbon ne peut le faire que pour une certaine quantité de chlore avant que cette fonction ne soit épuisée. → Les intervalles de changement sont fréquents s'il y a "beaucoup de chlore dans l'eau".

Membrane d'osmose : En règle générale, elle ne s'use pas ! Certains aquariophiles recommandent de la "rincer" toutes les 2 semaines pendant environ 5 minutes. L'augmentation du débit d'eau à travers la membrane est censée faire disparaître les particules. Je ne pense pas que cela soit nécessaire. Toutefois, si la fonction du pré-filtre (filtre fin, charbon) était insuffisante, la membrane peut aussi être si fortement colmatée ou abrasée qu'elle ne fonctionne plus proprement. (mauvais taux de rétention ou mauvais rapport concentré/perméat) et doit alors être remplacée.

C'est ainsi que vous vérifiez le fonctionnement d'un système d'osmose :

- Conductance du perméat $\leq 5 \%$ par rapport à la conductance de l'eau du robinet.
- Le test KH de l'essai de perméat a des valeurs très basses (0 - max 2 °dH)
- La valeur du pH n'est pas influencée par le système d'osmose.
Il doit se situer entre 6,5 et 7.
- La concentration de silicate peut encore être présente après l'OI, mais après le passage dans un filtre d'eau ultrapure, elle doit être de 0 mg/L.

PARTIE 3 - Effets des ingrédients de l'eau de mer



3.1 Concentration de sel

La plupart des animaux s'adaptent bien à la concentration en sel, c'est pourquoi la fourchette recommandée couvre un éventail relativement large. Les aquariums d'eau de mer peuvent être exploités avec succès à la fois à l'extrémité supérieure et inférieure de la recommandation. Il existe de grandes différences de salinité entre les zones d'origine telles que le Pacifique (salinité = 34) et la mer Rouge (salinité = 41).

Certains aquariophiles maintiennent les poissons et les aquariums récifaux à des niveaux de salinité délibérément bas, car cela réduit les germes et les agents pathogènes. Pour les animaux, cependant, il s'agit d'une condition non naturelle, synonyme de stress.

Les fortes fluctuations sont plus critiques qu'une salinité trop élevée ou trop faible. Celles-ci peuvent se produire de plusieurs manières :

- Déplacement ou repositionnement des habitants d'autres aquariums
- L'eau évaporée n'est pas équilibrée
- trop d'eau évaporée est ajoutée (par exemple, en cas de contrôle de niveau défectueux)

Diverses espèces de crevettes, mais aussi les anémones et d'autres animaux inférieurs, sont particulièrement sensibles à des fluctuations plus fortes.

Lorsque la teneur en sel change, les quantités et les oligo-éléments (également des sels) contenus dans les sels sont automatiquement affectés.

Les écarts plus importants ne doivent pas être corrigés trop rapidement (~1psu réparti sur 1 jour).



3.2 Température de l'eau

Si la température d'un aquarium MARINE n'est pas dans la bonne fourchette, cela aura d'abord les effets suivants :

- Avec l'augmentation de la température, le métabolisme de base des animaux augmente. Par conséquent, ils consomment plus d'oxygène, CO_2 de nutriments, de calcium et d'alcalinité. Cela augmente souvent la vitesse de croissance mais aussi la quantité d'excrétions.
- La température a une influence sur la solubilité de certains gaz. L'oxygène et le CO_2 , par exemple, se dissolvent plus difficilement à haute température qu'à basse température.
- Les poissons et les coraux, comme dans la nature, ne sont pas très sensibles aux fluctuations de température. Pour les anémones, cependant, la température doit être ajustée lentement.

Les températures recommandées se situent dans une fourchette qui devrait être relativement facile à maintenir. Il faut viser une température moyenne d'environ 24,0-26,0 °C. Cela présente l'avantage qu'en cas de panne de courant, l'aquarium ne se refroidira pas *trop* vite en hiver et ne surchauffera pas *trop* vite en été.

3.3 Valeur du pH



La valeur du pH indique dans quelle mesure l'eau est "acide" ou "alcaline". C'est donc l'une des plus importantes pour le bien-être des habitants de notre aquarium. Il convient de la garder à l'esprit et de la contrôler plus fréquemment, car elle peut être un indicateur de l'apparition de problèmes. C'est pourquoi les nouveaux animaux doivent être acclimatés lentement à l'aquarium. Les effets négatifs d'une valeur pH divergente sont le stress ou un mauvais état général.

3.4 Carbonate de calcium



De nombreux coraux ont besoin de carbonates de calcium pour construire leur squelette. Ils utilisent des bicarbonates qu'ils transforment en carbonate. La présence d'une concentration adéquate de carbonate de calcium dans l'eau est également l'un des paramètres les plus importants pour la réussite de l'élevage des moules Tridacna et des algues calcaires.

Un bon indicateur d'une concentration correcte de carbonate de calcium est donc également la croissance des algues rouges calcaires.

En raison de la consommation constante de coraux et d'autres organismes, la concentration de carbonate de calcium diminue et doit donc être ajustée artificiellement.

Alcalinité

L'alcalinité (ou dureté carbonatée) de l'eau salée est la quantité d'acide nécessaire pour atteindre un pH de 4,3. Plus l'alcalinité est élevée, plus la capacité de fixation de l'acide est importante, ce qui garantit une valeur de pH plus stable.

Une alcalinité trop élevée entraîne en revanche une précipitation de calcium par précipitation abiotique de carbonate de calcium. Ceux-ci s'accumulent dans l'aquarium et notamment sur divers objets (pompes d'écoulement, chauffage, verre, ...) et constituent également des déchets de calcium, que nous devons également fournir à l'aquarium.

Calcium

Une concentration de calcium suffisamment élevée est nécessaire pour la formation de carbonate de calcium. Cependant, la conclusion inverse "plus il y a de calcium, mieux c'est" ne s'applique en aucun cas, car sinon celui-ci se précipiterait dans nos aquariums sous forme de dépôts indésirables.

3.5 Magnésium



La quantité de calcium et de carbonates dissous dans l'eau salée est si élevée qu'elle devrait normalement la précipiter, c'est-à-dire former de la chaux solide. Le magnésium empêche cela. Il bloque en effet la surface des cristaux de carbonate de calcium afin qu'ils ne puissent pas continuer à se développer.

Les coraux mous et les algues calcaires consomment du magnésium en l'incorporant dans leur squelette ou leurs spicules. Pour maintenir l'équilibre décrit ci-dessus, il est donc parfois nécessaire de

maintenir le magnésium à un niveau constant par un dosage approprié.
Si l'on ajoute trop de magnésium, celui-ci précipite sous forme de magnésium-calcium.

Attention : Certaines méthodes négligent la concentration en magnésium (par exemple l'apport d'eau calcaire, le réacteur à chaux). Dans ce cas, vous devez maintenir le Mg par dosage.

3.6 Potassium

K

Le potassium est le sixième élément le plus abondant dans l'eau de mer naturelle (~400mg/l). Cependant, il est toxique pour les animaux sensibles, même à faible surdose (> 460 mg/l) !

Les tests disponibles dans les magasins spécialisés en aquariophilie n'ont pas forcément une précision de mesure suffisante (comparaison avec des solutions de référence et routine nécessaire !). Comme les effets positifs d'un dosage supplémentaire de potassium ne sont pas très forts, un **dosage supplémentaire n'est recommandé qu'aux pêcheurs avancés et seulement sous contrôle constant des valeurs de l'eau.**

3.7 Strontium

Sr

Les consommateurs de strontium sont principalement les coraux pierreux. Cependant, on ne sait toujours pas si le strontium est incorporé dans le squelette du corail uniquement parce qu'il s'intègre bien dans le cristal d'aragonite, le matériau de base du squelette du corail, ou si le strontium a réellement un effet positif sur la croissance du corail.

3.8 Iode

L'iode est présent dans l'eau de mer naturelle sous de nombreuses formes organiques et inorganiques. Les interactions et les cycles de concentration n'ont pas encore fait l'objet de recherches concluantes.



Les consommateurs d'iode sont les micro- et macro-algues. L'iode a également un effet positif sur le bien-être de certains invertébrés tels que les oursins et les xénies, ainsi que sur le comportement de mue des crustacés.

En aquarium, le dosage de l'iode était autrefois assez controversé, mais il est aujourd'hui préconisé. Cependant, l'iode est volatile et doit être constamment renouvelé.

3.9 Ammoniac



L'ammoniac toxique est en équilibre dynamique avec l'ammonium non toxique, l'ammonium (NH₄⁺). Plus la valeur du pH est élevée, plus l'ammonium est transformé en ammoniac. L'ammoniac (NH₃) est constamment excrété par la plupart des organismes vivants de l'aquarium marin au cours du processus métabolique.



L'ammoniac est très toxique pour la plupart des organismes vivants (animaux > 0,2 mg/l, plancton végétal > 0,1mg/l). Chez les poissons, la respiration et d'autres fonctions vitales sont bloquées.

D'autres organismes tels que les macroalgues (par exemple : diverses espèces de *Caulerpa*) et des bactéries spéciales ont heureusement l'ammoniac à leur menu.

Dans les aquariums bien entretenus, il y a toujours suffisamment de bactéries (ammonificateurs) pour transformer l'ammoniac en nitrites. Les nitrites sont beaucoup moins toxiques pour les poissons que l'ammoniac.

Une augmentation des concentrations d'ammoniac ne devrait se produire que si :

- a) L'aquarium est en phase de rodage.
- b) De nouvelles pierres vivantes sont ajoutées
- c) Une technique de filtration particulièrement efficace, par exemple les zéolithes, est réglée trop rapidement.
- d) Du sable vivant supplémentaire est ajouté récemment.

3.10 Nitrite



Le nitrite est beaucoup moins toxique pour les poissons d'un aquarium marin que l'ammoniac et les habitants en bonne santé survivent généralement sans dommage à des concentrations de nitrite même élevées.

Les signes d'une concentration excessive de nitrites chez les poissons sont une *respiration rapide*, l'*accrochage à la surface de l'eau malgré une aération suffisante de l'aquarium*, et même des *problèmes d'orientation* (animaux se balançant dans l'eau, tournant sur leur propre axe).

Attention : avec une concentration accrue de nitrites, il y a un risque que l'ammoniac, encore plus toxique, soit également présent dans l'aquarium.

Il est important de mesurer les nitrites pendant la phase de démarrage de l'aquarium : comme les bactéries dégradant l'ammonium se multiplient d'abord, puis les bactéries dégradant les nitrites, on observe d'abord une augmentation de la valeur des nitrites (pic de nitrites). La diminution ultérieure de la valeur des nitrites, qui tombe à 0,1 mg/L ou moins, indique que suffisamment de bactéries dégradant les nitrites se sont formées. C'est à ce moment-là, au plus tôt, que vous devriez commencer à introduire avec précaution les premiers animaux.

Dans les aquariums bien établis, il y a toujours suffisamment d'autres bactéries (nitrificateurs) pour convertir les nitrites accumulés en nitrates (pour plus de détails, voir le cycle de l'azote).



3.11 Nitrate

Une concentration accrue de nitrates n'est pas toxique pour les poissons, mais entraîne une sensibilité accrue aux maladies. Une concentration accrue de nitrates entraîne :

- une augmentation de la croissance des algues
- une augmentation significative de la prolifération des zooxanthelles.
(parfois à tel point que les coraux pierreux réduisent leur croissance en conséquence)
- Une probabilité accrue d'apparition de dinoflagellés ou d'autres maladies

De nombreux aquariophiles ne jurent que par une concentration de nitrates juste au-dessus du seuil de détection. L'objectif est une meilleure croissance de certains coraux. Les coraux pierreux à polypes courts (SPS) obtiennent également une coloration beaucoup plus vive, ce qui rend certaines variétés de couleurs plus attrayantes. Cependant, les aquariums sans aucun nitrate ne sont pas non plus optimaux.

3.12 Phosphate



La concentration de phosphate ne doit pas être trop élevée, mais idéalement pas trop faible non plus : > 0 mg/l mais toujours < 0,05 mg/l. Ceci est dû aux deux principes d'action suivants :

Une concentration de phosphate trop élevée: L'accumulation de calcaire est chimiquement inhibée (partiellement empêchée). Cela peut à son tour entraîner une restriction de la croissance de tous les organismes dont le squelette contient du calcium. Les concentrations excessives de phosphate ont un effet inhibiteur sur la croissance des coraux pierreux et des algues calcaires. Les coraux pierreux produisent davantage de zooxanthelles, qui consomment une grande partie des nutriments. Le corail lui-même reçoit donc moins de nutriments et "meurt de faim". En outre, la coloration brune (les zooxanthelles sont généralement brunes) est généralement perçue comme peu attrayante. Les coraux peuvent être étonnamment flexibles. De nombreuses espèces s'habituent à une augmentation des niveaux de phosphate.

Concentration de phosphate trop faible : La croissance des algues normales ainsi que des algues symbiotiques des coraux (mais pas des algues calcaires) est perturbée par une concentration insuffisante de ce nutriment. En dessous d'une concentration de 0,03 (<0,03 mg/l), la formation de nombreux types de plancton végétal est perturbée (phytoplancton).



Il est encore plus important que la concentration de PO₄ ne change pas trop rapidement. Les coraux pierreux (SPS) en particulier réagissent de manière extrêmement sensible à une baisse trop rapide avec une mort presque foudroyante de leurs zooxanthelles/polypes (RTN = rapid tissue necrosis).

Le phosphate peut pénétrer dans l'aquarium de plusieurs manières. Par exemple, par des traces de phosphate dans la nourriture (surtout dans les aliments surgelés), l'eau du robinet, les additifs ajoutés ou, dans une certaine mesure, dans les sels de l'eau de mer. Le phosphate est également produit par les matières organiques mortes telles que les algues, les animaux morts et les restes de nourriture. Cependant, le charbon actif inadapté et les débris de corail inadaptés provenant d'un réacteur à calcium peuvent également être une source possible de PO₄. Si aucune mesure n'est prise pour réduire le phosphate, la concentration de phosphate dans les aquariums augmente généralement. Cela se produit en raison de dépôts sur le substrat, de la construction de récifs, etc.

3.13 Silicate



Le silicate est généralement introduit dans l'aquarium par l'eau de remplissage et s'accumule dans le substrat, les pierres, etc. C'est justement le principal problème, car les difficultés ne surviennent souvent qu'avec un décalage dans le temps et ne sont pas attribuées au départ à la teneur en silicate qui augmente lentement.

L'augmentation de la teneur en silicate entraîne l'apparition des diatomées, indésirables et inesthétiques.

D'autres parasites se propagent souvent dans cet environnement.



Comme les conséquences peuvent être désagréables et gênantes, je recommande de maintenir l'eau de source utilisée pour l'aquarium totalement exempte de silicates. Surveillez la concentration de silicate dans l'aquarium (mesure ou observation de l'apparition de diatomées) et optimisez votre traitement de l'eau si nécessaire.

3.14 Autres éléments importants ?

Félicitations : Si vous maîtrisez ces valeurs jusqu'ici, vous pouvez maintenant maintenir des aquariums qui représentent une condition optimale pour 99% des aquariophiles !

En particulier pour le soin de quelques espèces de coraux pierreux TRÈS exigeants, il est conseillé d'aller un peu plus loin et d'accorder également une attention particulière aux autres oligo-éléments. Il est également important de "ramener certaines conditions à un niveau optimal".

Pour cela, vous êtes toutefois tributaire d'analyses ICP régulières, car vous ne pouvez pas mesurer vous-même les concentrations de ces éléments.

Nous nous référons à la vaste [base de connaissances de](#)





4.1 Mélanges de sel marin pour aquariums

Mélanges de sels pour aquarium marin

Les concentrations des éléments quantitatifs/traces sont généralement très proches de celles de l'eau salée naturelle. Ces mélanges conviennent à tous les aquariums où les éléments de quantité (Ca, Alk et Mg) et éventuellement les oligo-éléments sont équilibrés de toute façon par dosage ou par une autre méthode, ou pour les aquariums réservés aux poissons.

Les mélanges de sels spéciaux pour aquariums récifaux sont

un peu plus chers et ont une concentration accrue de quantités/traces éléments. Ils peuvent être une option pour les changements d'eau réguliers et les aquariums moins exigeants (peu ou pas de coraux pierreux) pour avoir à "doser" moins ou ri



Il existe également des "eaux salées complètes" ou des "concentrés d'eau salée qui doivent encore être mélangés à de l'eau". Les coûts sont généralement excessifs en raison des frais de transport élevés.



Tous ces mélanges de sels conviennent parfaitement aux aquariums marins. Utilisez ceux qui se rapprochent le plus possible des valeurs d'eau que vous visez. La principale différence entre les produits plus chers et les produits moins chers est qu'ils sont moins pollués.



Dans tous les cas, utilisez des mélanges de sels spéciaux pour aquarium à base d'eau de mer. N'utilisez jamais de sel de table, de sel routier ou autre.

La quantité de sel nécessaire dépend de plusieurs facteurs

- La concentration de sel que vous souhaitez
- Le volume d'eau total de votre aquarium ou la quantité souhaitée à changer lors d'un changement d'eau.
- La quantité de sel/litre nécessaire pour obtenir une certaine concentration de sel, en fonction du mélange de sel marin utilisé.

À titre indicatif, une salinité d'environ 34,8 [psu] doit être fixée et maintenue. Cela correspond à la concentration de sel dans de nombreux récifs tropicaux.



La quantité de sel que vous devez ajouter à un litre pour obtenir une salinité de 34,8 [psu] varie d'un fabricant à l'autre et selon le type de sel !

Elle se situe généralement **entre 38 et 41 grammes de sel par litre d'eau douce.**

C'est plus que ce que l'objectif de 34,8 [psu] suggère. La raison en est que tous les sels contiennent certains composants supplémentaires qui réduisent la concentration de sel pur.

5.3 Calcul de la quantité de sel

Divers fabricants recommandent: "ajouter d'abord une certaine quantité de sel", puis "mesurer la concentration de sel" et, en fonction de la valeur mesurée, "ajouter plus de sel".

Bien entendu, cela n'est pas très pratique/simple.

De même, les concentrations de Ca, Alk et Mg contenues dans les mélanges salins ne sont souvent pas liées à une certaine salinité et sont donc difficiles à comparer.



Le moyen le plus pratique et le plus sûr d'ajuster la concentration de sel est d'utiliser **AquaCalculator** et une **balance domestique** précise pour mesurer la quantité requise de mélange de sel marin. Vous obtiendrez également un aperçu des paramètres les plus importants des mélanges salins, tels que les concentrations de Ca, Alk et Mg.

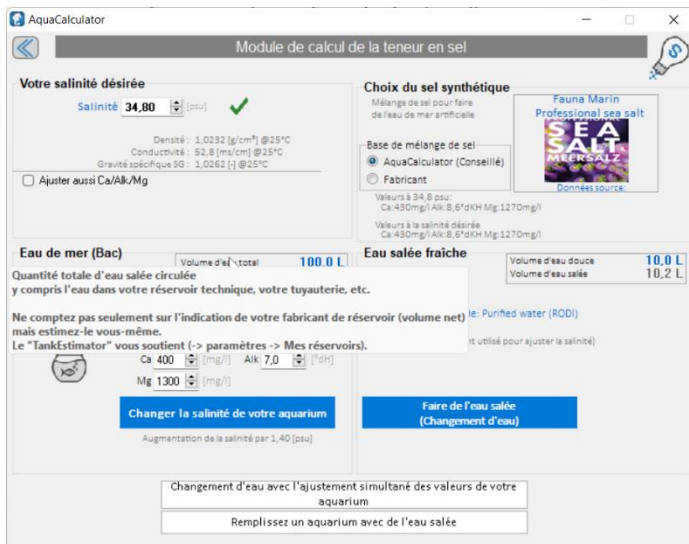
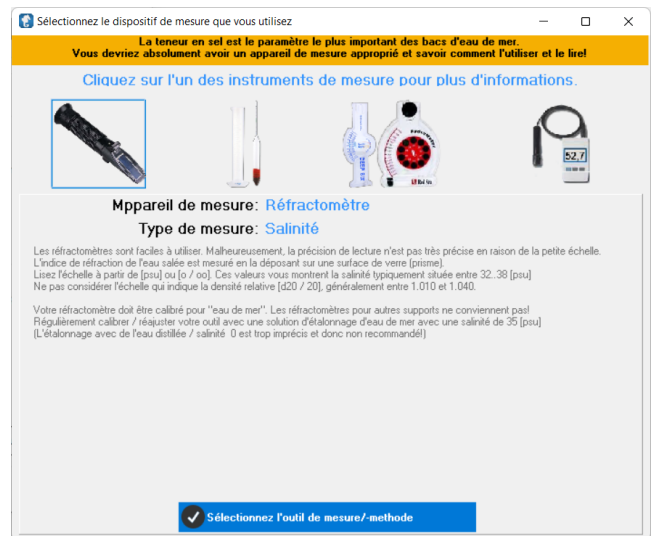
Il suffit de sélectionner le mélange de sel marin que vous utilisez et ce que vous voulez faire. Le programme calcule le dosage exact dont vous avez besoin en utilisant les données de mesure intégrées de pratiquement tous les mélanges de sel disponibles sur le marché et vous indique comment procéder. (Nous nous procurons et mesurons depuis plusieurs années des échantillons de tous les mélanges de sels marins disponibles).

.... Quel que soit l'instrument en laiton que vous utilisez pour la concentration en sel

.... que vous souhaitez mélanger de l'eau douce salée ou vérifier votre salinité dans l'aquarium.

.... Des résultats précis par simple pesée du sel
.... sur demande, avec ajustement de Ca, Alk et Mg.

.... Expliqué de manière simple et compréhensible



5.4 Changements d'eau : Le remède de choix pour tous les cas ?

Un changement d'eau consiste à remplacer une certaine quantité d'"eau d'aquarium" par de l'"eau salée fraîche" préparée, par exemple, à partir d'un mélange de sel marin.

Il existe plusieurs bonnes raisons de procéder à des changements d'eau dans les aquariums récifaux :

- **Apport de minéraux, de nutriments ou d'oligo-éléments** appauvris
- **Diluer les polluants ou les toxines** qui ont été introduits accidentellement dans le système ou qui sont causés par des processus ou des animaux dans l'aquarium.
- **Aspiration de** la saleté, des algues, des restes de nourriture ou d'autres éléments indésirables dans l'aquarium.
- Correction d'une **concentration en sel** trop faible ou trop élevée pendant la WW

Cependant, les changements d'eau n'ont de sens que si l'**eau nouvellement fournie correspond mieux à l'état optimal que l'eau remplacée** ! Il faut donc respecter les points suivants

- L'eau de source utilisée ne doit pas contenir d'impuretés.
(L'utilisation d'eau traitée est recommandée)
- Utilisez des mélanges de sels qui se rapprochent le plus possible de l'état souhaité des valeurs de l'eau, en particulier des éléments quantitatifs que sont le calcium, le magnésium et l'alcalinité.
- Vérifiez la concentration réelle en sel de l'eau de changement avant de l'ajouter.
- En cas d'urgence, des changements d'eau de >30% sont également possibles et ont un sens (par exemple, en cas d'empoisonnement).

À quelle fréquence/extensive doit-on faire la WW ?

Les raisons de changer l'eau sont différentes pour chaque système. Une réponse généralement valable aux questions "QUAND ? ", " À QUELLE FRÉQUENCE ? "et " QUELLE QUANTITÉ ? "n'existe pas.

Dans ce qui suit, nous vous donnerons quelques conseils pour trouver la stratégie de changement d'eau la plus adaptée à votre aquarium et à vos besoins.



5.4.a Changement d'eau pour la dilution des toxines/polluants

De temps en temps, des toxines ou d'autres polluants sont introduits accidentellement dans l'aquarium. Il faut les éliminer le plus rapidement possible, mais aussi d'une manière compatible avec les habitants de l'aquarium, voire complètement.

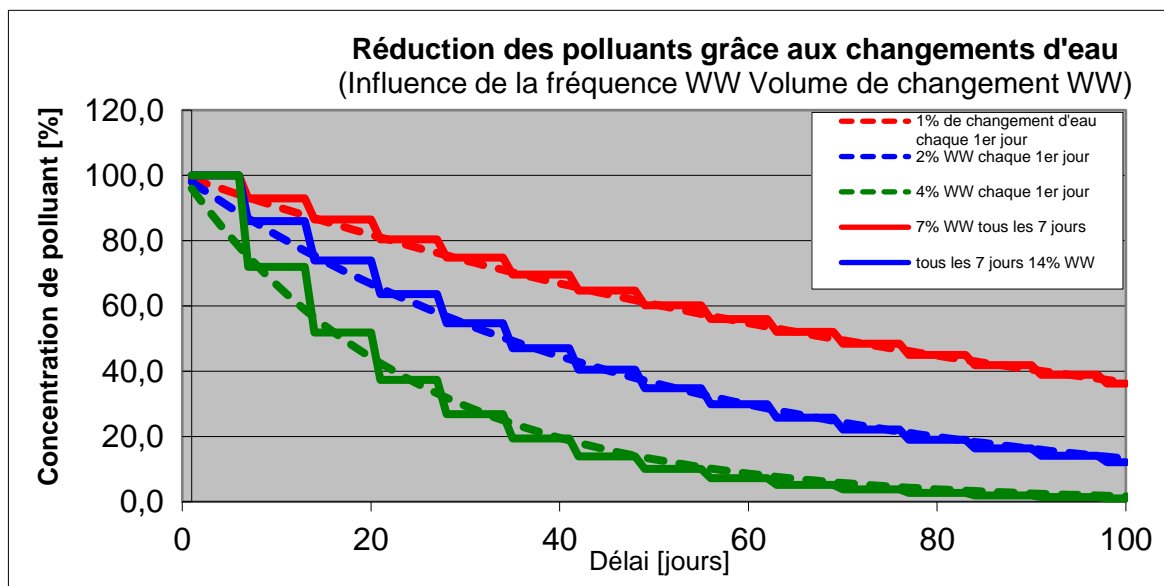
En fonction des coûts, vous devez décider si vous voulez éliminer les polluants à l'aide de filtres ou d'adsorbants ou si vous voulez le faire en changeant l'eau.

Le graphique suivant montre la relation suivante :

- Introduction unique d'un polluant (qui ne sera plus introduit par la suite).
À ce moment-là, le polluant a une concentration "X" qui est indiquée comme étant de 100%.
- Changements d'eau avec une quantité de changement plutôt faible (rouge), moyenne (bleu) ainsi qu'élevée (vert).
Lignes pleines : "hebdomadaire", lignes pointillées : "Changements d'eau "quotidiens"
1% par jour correspond au même volume que 7% par semaine ; 2% par jour -> 14% par semaine

Résultat :

- Plus le taux d'échange est élevé, plus la dégradation du polluant est rapide.
... logique (rouge, bleu, vert)
- La concentration de polluants est réduite relativement rapidement au début, puis de plus en plus lentement. La cause : Une partie de plus en plus importante de l'eau douce est à nouveau retirée après le deuxième lavage.
- Des changements d'eau moins nombreux mais plus fréquents sont un peu plus efficaces.



5.4.b Modifications de l'eau pour réduire les nutriments

(par exemple : avec un apport constant de nutriments)



Contrairement à ce qui se passait auparavant, les nutriments sont généralement produits en continu dans l'aquarium et ne sont pas suffisamment dégradés par la biologie et la filtration de l'aquarium. Un exemple typique

Un exemple typique serait un aquarium avec une grande population de poissons, de grandes quantités de nourriture et une filtration sous ou mal dimensionnée. De tels systèmes produisent plus de nutriments qu'ils ne sont dégradés. Il en résulte une augmentation constante des nutriments, ce qui peut conduire au stress des habitants de l'aquarium, voire à la mort des animaux.

En général, dans ce cas, il faut d'abord chercher les causes et essayer de les éliminer ou de les contrecarrer en améliorant la technologie.

Mais vous pouvez aussi y remédier en changeant l'eau. L'un des avantages des changements d'eau est que vous pouvez réagir très rapidement. Il faut toutefois tenir compte de l'effort et des coûts.

Le graphique suivant montre l'interaction entre l'apport de polluants et la réduction par la WW :

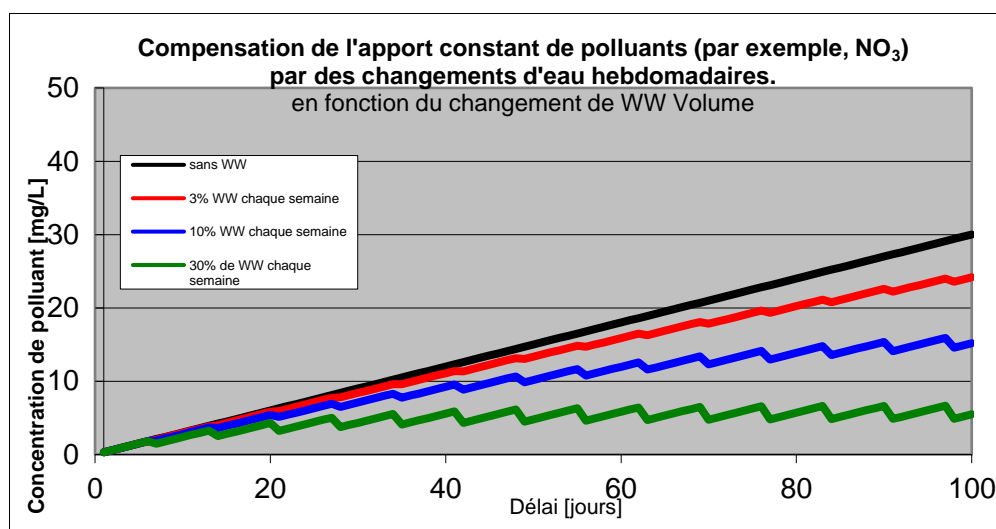
- Introduction continue d'un polluant (ici NO_3)
La concentration de NO_3 augmente dans l'exemple donné : de 0,3 mg/l par jour.
- Le graphique montre à nouveau le WW avec un changement faible, moyen et élevé (rouge, vert, bleu) et, en comparaison, ce qui se passe lorsqu'il n'y a pas de WW (ligne noire).

Résultat : Selon le niveau d'apport de polluants, cela ne peut être régulé que par une WW massive !

- vert : ok, se stabilise à 5mg/L

- bleu : se stabilise dans la fourchette déjà limite

- rouge : trop peu de réduction, la concentration de polluants augmente constamment à un rythme légèrement plus lent.



5.4.c Changements d'eau pour augmenter la concentration d'éléments en vrac/traces

Il en va tout autrement de l'augmentation délibérée de la concentration d'éléments en vrac par le biais du WW, tels que Ca, Mg et l'alcalinité (KH) ainsi que d'autres oligo-éléments souhaités, car ceux-ci doivent être délibérément ajoutés au système, encore et encore.

La consommation varie fortement en fonction de la configuration de l'aquarium et de l'empoissonnement. La consommation peut également changer. Les aquariums de coraux de roche, par exemple, ont une consommation et des exigences beaucoup plus élevées que les aquariums à poissons prédominants.

Les principaux paramètres d'influence à partir desquels vous pouvez reconnaître si les changements d'eau sont une stratégie appropriée pour vous afin d'ajuster les éléments de quantité sont :

Concentration des éléments en vrac par le mélange de sel marin

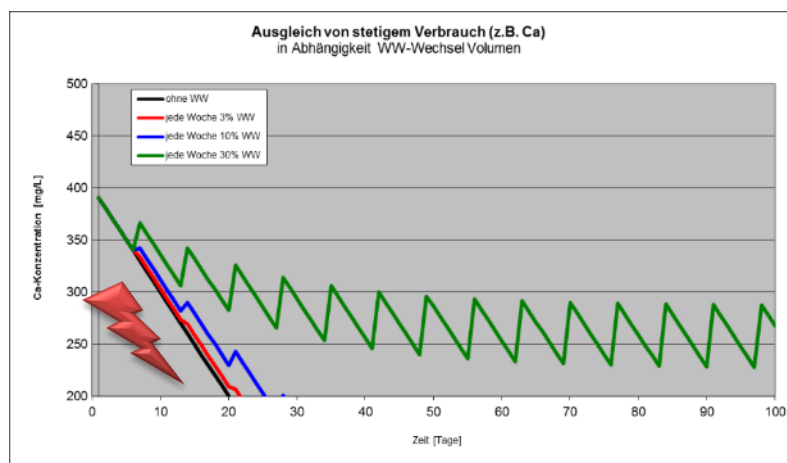
Les niveaux d'éléments en vrac que vous visez

Détermination de la "consommation" (Ca, Alk, Mg) et de la taille de votre aquarium



Si la concentration des éléments quantitatifs (Ca, Alk, Mg) d'une solution saline est inférieure à votre valeur cible, WW est même contre-productif, car il réduit la concentration cible !

Le schéma suivant montre l'évolution du Ca pendant les changements d'eau et la consommation simultanée. Attention: Le diagramme est purement hypothétique. En réalité, aucune consommation de Ca à 0,0 mg/l n'aurait lieu dans un aquarium, car les organismes consommateurs de Ca mourraient ou du moins la consommation s'arrêterait.



Équilibrer la consommation de Ca, d'alcalinité en changeant l'eau n'est possible que dans les aquariums à faible consommation. Si vous avez beaucoup de coraux pierreux, vous devez utiliser une autre méthode !



PARTIE 5 - Alcalinité, Ca, Magnésium et Oligo-éléments

Tout aquarium d'eau de mer fonctionnel CONSOMME avant tout les éléments de base que sont le calcium, l'alcalinité et un peu de magnésium... les "trois grands". En outre, nos aquariums consomment également d'autres éléments qui se trouvent en plus faible concentration dans l'eau de mer naturelle/les oligo-éléments.

Outre la possibilité d'ajuster les "Big Three" par des changements d'eau, il existe 3 systèmes différents pour ajuster Ca, Alk et Mg et équilibrer la consommation de nos aquariums.

Vous avez l'embaras du choix quant au système que vous utilisez..... Peut-être même une combinaison de plusieurs systèmes. Au fil du temps, les systèmes se sont développés dans l'ordre suivant.

- **L'eau de chaux**

Une solution d'un produit chimique simple + de l'eau est ajoutée à l'aquarium et fournit du carbonate de calcium. Mais malheureusement, seulement en petites quantités, car la solution ne peut pas être très concentrée.

- **Réacteur à calcium**

Des fragments de corail composés de carbonate de calcium sont dissous dans l'environnement acide d'un réacteur à calcium, puis ajoutés à l'aquarium.

- **Dosage (également appelé méthode de mise en boule)**

Plusieurs produits chimiques différents, chacun permettant d'ajuster une seule valeur de l'eau, sont ajoutés à l'aquarium sous forme sèche ou liquide.

Fonction	Eau de chaux	Réacteur à chaux	Dosage (Balling M.)
Ajouter du carbonate de calcium en toute quantité	Oui Petites/moyennes quantités	Oui Oui	Oui Oui
Ajoutez du calcium/carbonate séparément- pour corriger les déviations- en cas de consommation déséquilibrée.	-	-	Oui
Ajouter du magnésium	-	Conditionnel	Oui
Corriger rapidement la valeur du magnésium	-	-	Oui
Ajouter d'autres oligo-éléments	Conditionnel	-	Oui
Peut être automatisé	Conditionnel (via le système de recharge)	Oui	Oui
Modifier le dosage si la consommation de l'aquarium change.	-	Difficile à régler	Facile à régler

Ce tableau montre pourquoi le **dosage (balling)** est un choix flexible et très judicieux, ou que vous continuerez à "doser" si vous décidez d'utiliser une autre méthode.

Ne vous laissez pas décourager par le fait que le "dosage" semble complexe au premier abord. Ne soyez pas non plus découragé par le fait que vous devez mesurer les valeurs de l'eau... avec tous les autres systèmes, vous devez aussi le faire!

5.1 Dosage (méthode Balling)

5.1a Ajouter des produits chimiques à l'aquarium

Les possibilités vont du dosage manuel (ajout simple de poudres) au dosage entièrement automatique de solutions de stock liquides à partir de conteneurs de stockage. Il est impossible de formuler une recommandation générale. La solution optimale pour chaque individu dépend de :

- Nombre, type de produits chimiques à ajouter
- Fréquence de dosage
- Espace disponible pour l'équipement de comptage
- Budget existant



Considérez les points suivants :

- Les valeurs mesurées crédibles de l'eau de votre aquarium constituent la base d'un dosage correct. Utilisez des tests ou des appareils de mesure de haute qualité et assurez-vous que les valeurs mesurées ont été déterminées à la salinité correcte *1) et se rapportent à la salinité normale (~34,8 psu).
- La pesée des produits chimiques doit être effectuée avec des balances suffisamment précises. Faites attention non seulement au nombre de décimales affichées, mais aussi à la précision de mesure de la balance (une balance qui affiche 0,01 gramme peut afficher 10 grammes de manière incorrecte). En général, plus l'aquarium est petit (ou plus les quantités à doser sont petites), plus la balance doit être précise.
- Respectez les heures de dosage préférées de certains produits chimiques (de préférence le matin, le soir...).
- Attention aux incompatibilités des différents produits chimiques (ne pas doser en même temps le *chlorure de calcium* et le *carbonate (di/hydrogène) de sodium*)
- Plus le dosage est régulier et lent, plus il est doux pour vos animaux. N'appliquez jamais de produits chimiques non dilués sur des coraux sensibles.
- Le déversement de produits chimiques doit toujours avoir lieu dans des endroits où l'écoulement est suffisamment bon. (éviter l'accumulation des concentrations)
- Les récipients utilisés pour stocker les solutions mères ne doivent pas libérer de contaminants et doivent être remélangés de temps en temps.

Calculer soi-même les quantités à doser (théorie)



Sautez ce chapitre si vous n'avez pas l'intention de calculer vous-même vos quantités de dosage !

Étape 1 : Déterminez d'abord la quantité de dosage d'un certain produit chimique qui est nécessaire pour obtenir une augmentation donnée de la concentration.

Si un ajustement/une augmentation doit être effectué(e), les informations suivantes sont nécessaires :

- Quelle concentration** doit être augmentée (calcium&alcalinité et/ou magnésium) ?
- De **combien** la valeur doit-elle être augmentée. Par exemple, de xx [mg/l].
- Quel **volume d'eau** ^{*1)} doit être ajusté ?

1) Il s'agit de l'eau présente dans l'ensemble du circuit de l'aquarium (volume de l'aquarium, moins les pierres et le sable, etc.), plus le volume d'eau de votre bassin, des canalisations, etc.

Calculez d'abord le déficit total actuel de cette substance dans l'aquarium.

$$\text{ConcentrationDéficit} = \text{TargetValue} - \text{ActualValue}$$

$$\text{TotalDefizit} = \frac{\text{ConzentrationDeficit} \times \text{WaterVolume}}{1000}$$

ConcentrationDéficit, Valeur cible, Valeur réelle	en [mg/litre]
Volume d'eau	en [litre]
Déficit total	en [g]

Exemple : Nous avons un aquarium avec un volume d'eau de 100 litres.
Le magnésium doit être augmenté de 1280 mg/l à 1320.

- Déficit en magnésium 1320 - 1280 = 40 mg/l
- Déficit total 40mg/l x 100l /1000 = 4,0 g

Résultat : Il faut ajouter 4g de magnésium pur dans l'aquarium.



Pendant, vous ne pouvez pas faire grand-chose avec ce résultat dans un premier temps, car vous ne pouvez pas doser du "magnésium pur" dans votre aquarium !

Étape 2 :

La quantité souhaitée/moyenne de produits chimiques (déficit total) ne peut pas être ajoutée à l'aquarium "comme ça", comme déjà mentionné. Au lieu de cela, on utilise des sels disponibles dans le commerce, appelés sels de Balling. Il s'agit de composés chimiques qui contiennent d'autres ions en plus des composants souhaités (Ca, Mg, etc.). Il existe également des sels contenant de l'eau de cristallisation et des sels sans eau.

La quantité à ajouter doit donc tenir compte du fait qu'une partie du sel de ballastage n'augmente PAS le déficit souhaité en Ca/alkalinité/Mg ! Il faut donc ajouter une plus grande quantité de ce sel. Les quantités exactes pour cela sont déterminées sur la base des masses molaires. Les calculs sont chimiquement simples, mais ne peuvent pas être donnés dans une formule et seront décrits plus en détail plus tard.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Molgewicht>

La **masse molaire d'un composé** (et pas seulement celle d'un élément) est déterminée à partir de la formule moléculaire du composé. Ajoutez les **masses** molaires **des éléments individuels** (parfois plusieurs fois, selon la fréquence d'apparition des éléments individuels dans le composé).

Certaines formulations sont également des mélanges de ces sels. L'objectif est d'ajuster la formulation globale de manière à ce qu'elle ressemble le plus possible à l'eau de mer.

Le dosage est calculé selon la formule suivante

$$\text{DosingAmount} = \frac{\text{TotalDeficit} \times \text{MolarMassChemicalCompound}}{\text{MolarMassChemicalElement}}$$

Quantité dosée et déficit total en [g], masses molaires en [g/mol].

Exemple : voir ci-dessus (volume d'eau de 100 litres. Le magnésium doit être augmenté de 1280 mg/l à 1320).

Quelle quantité de sel de Balling du composé $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ doit-on maintenant ajouter ?

Calculez la masse molaire de $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ et obtenez **203,3021 g/mol**

la masse molaire du Mg seul (sans le reste du composé) est de **24,305 g/mol**

nous avons déjà calculé le déficit total ci-dessus **4,00 g**

Dans notre exemple : $4,00 \text{ g} \times \frac{203,3021 \text{ g/mol}}{24,305 \text{ g/mol}} \rightarrow \mathbf{33,4 \text{ g}}$

33,4 grammes de $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ sont nécessaires pour augmenter le Mg dans 100 l d'eau de 40mg/l.



Avec ces connaissances de base, vous pouvez comprendre toutes les formulations utilisées à l'aide des formules chimiques.

Vos quantités spécifiques de dosage "d'une manière plus confortable".

Voici comment le faire avec moins d'efforts de calcul

Le tableau suivant indique les quantités de dosage des différents sels de lestage disponibles. Convertissez-les en fonction de vos besoins personnels dans l'aquarium.

$$\text{DosingAmount} = \frac{\text{YourDeficit} \times \text{YourWaterVolume}}{\text{StandardDefixitValue} \times 100}$$

Votredéficit, ValeurDéficitStandard en [mg/L] ou [dKH].
 VotreVolume d'eau en [litres].

Quantités de dosage nécessaires pour augmenter le Ca, l'alcalinité et le magnésium

	Formule moléculaire Chimique	Désignation	Valeur du déficit std. Valeur : à	Quantité requise pour un volume d'eau de 100 L en [grammes].
Ca	CaCl ₂ * 2HO ₂	Chlorure de calcium dihydraté	Ca : +10 [mg/L]	3,67
	CaCl ₂	Chlorure de calcium (anhydre)	Ca : +10 [mg/L]	2,77
A	NaHCO ₃	Carbonate acide de sodium	KH : +1.0 [dKH]	2,99
	NaCO ₂₃	Carbonate de sodium	KH : +1.0 [dKH]	1,89
Mg	MgCl ₂ * 6 ₂ HO	Chlorure de magnésium hexahydraté	Mg : +10 [mg/L]	8,36
	MgCl ₂	Chlorure de magnésium (anhydre)	Mg : +10 [mg/L]	3,92
	MgSo ₄ * 7 ₂ HO	Sulfate de magnésium heptahydraté	Mg : +10 [mg/L]	10,10
	MgSO ₄	Sulfate de magnésium (anhydre)	Mg : +10 [mg/L]	4,95

Solutions de stock !

Les solutions mères sont des liquides mélangés à partir d'eau d'osmose et de sels de ballast. Par rapport aux sels secs, ils sont plus faciles à doser (par exemple : aspirer avec une seringue marquée d'une graduation en ml) et, surtout, ils peuvent être dosés automatiquement avec des systèmes dits de dosage, ce qui vous facilite la vie.

Grâce à la possibilité d'administrer des doses petites mais fréquentes réparties tout au long de la journée, ils stabilisent mieux le système chimique que les doses ponctuelles.

Pour chaque solution mère, la "concentration" utilisée est extrêmement importante. Elle indique "combien de grammes de sel de chaux" ont été mélangés dans un "volume standardisé de solution mère" (1L).



- Ce n'est que si l'on connaît la concentration de la solution mère et de ses ingrédients que l'on peut calculer "la quantité à ajouter" pour augmenter les paramètres de l'eau en conséquence.
- Lors du mélange des solutions mères, il faut tenir compte d'une "concentration maximale réalisable". Mélanger plus que la quantité maximale de sel soluble dans l'eau entraînera une précipitation.

Quantités solubles recommandées et maximales de sels de lestage

	Formule moléculaire Chimique	Désignation		Max. soluble à 1 litre à 20°C [grammes]
Ca	CaCl ₂ * 2H ₂ O	Chlorure de calcium dihydraté	Lien	986,5 g
	CaCl ₂	Chlorure de calcium (anhydre)		740 g
A	NaHCO ₃	Bicarbonate de sodium (Hydrogénocarbonate de sodium)	Lien	96 g
	Na ₂ CO ₃	Carbonate de sodium	Lien	217 g
Mg	MgCl ₂ * 6 H ₂ O	Chlorure de magnésium hexahydraté	Lien	2350 g
	MgCl ₂	Chlorure de magnésium (anhydre)	Lien	542 g
	MgSo ₄ * 7 H ₂ O	Sulfate de magnésium heptahydraté	Lien	710 g
	MgSO ₄	Sulfate de magnésium (anhydre)		300 g
Tr	-	Sel sans NaCl (sel minéral)		25 g

Un autre avantage des solutions mères : Vous pouvez également y mélanger d'autres ingrédients de l'eau de mer naturelle. Il est possible d'y ajouter des oligo-éléments tels que le potassium, le strontium, le bore, l'iode, etc.

En dosant de manière appropriée les solutions mères, qui sont déjà adaptées à la consommation personnelle de votre aquarium en Ca, Alk et Mg, les oligo-éléments qui sont "probablement consommés dans une mesure similaire" sont également dosés.

Dosage des solutions de base... cela devient un peu compliqué.

Les solutions mères sont presque parfaitement adaptées à nos aquariums marins/récifaux (spécifiquement adaptées à nos aquariums, entièrement automatisables, inoffensives et même relativement bon marché).

En raison des nombreux paramètres possibles

- Consommation différente des divers éléments dans nos aquariums
- Différentes quantités d'eau à régler
- Différents produits/chimiques utilisés
- Concentration des solutions mères allant d'un niveau assez faible (pour un dosage plus précis dans les petits aquariums) à des produits fortement dosés.
- Solutions de stockage avec/sans éléments de trace intégrés

...il n'est cependant pas si facile de déterminer soi-même le "dosage exact pour votre aquarium" !

Les fabricants qui veulent faciliter la tâche de leurs clients publient des instructions de dosage pour leurs produits, qui peuvent être converties en quantités de dosage personnelles à l'aide de plusieurs calculs en 3 phrases.

Exemple : 20ml de ce produit augmentera la valeur calcique de votre aquarium marin de 10 mg/l par 100L de volume d'eau.

Malheureusement, de nombreux fabricants ne le font pas et laissent l'aquariophile sans information sur leurs produits.



La solution logicielle complète spécialement conçue pour le dosage (méthode du ballottage) est **AquaCalculator**.

- Un fonctionnement ultra-simple associé à une grande flexibilité
- Plus de 100 recettes différentes de pratiquement tous les fabricants intégrées. avec/sans oligo-éléments intégrés. Possibilité de définir vos propres recettes.
- 2 modes de calcul : "correction des valeurs déviantes" ou "compensation permanente".
- Instructions pour mélanger les solutions mères
- Instructions sur la manière d'effectuer le dosage

Ajustement	Valeur actuelle	Valeur visée
Calcium	430	440 [mg/l]
Alcalinité	7,00	8,00 [°dH]
Magnésium	1240	1300 [mg/l]

Ajustement	jour-#1	jour-#2	jour-#3	jour-#4	jour-#5	jour-#6	jour-#7	Total
Calcium	9,1 [ml]							9,1 [ml]
Alcalinité	20,0 [ml]							20,0 [ml]
Magnésium	59,9 [ml]	59,9 [ml]						120 [ml]

Concentration	Alcalinité	Magnésium
Calcium	5,2 [ml]	0,8 [ml]
Alcalinité	16,0 [ml]	

Après ...	NaCl	Sel sans NaCl	Total	ugmentation salinité	Eau salée à remplacer
26 jours	29,0 [g]	0,0 [g]	29,0 [g]	0,29 [psu]	0,87 [l]
27 jours	30,1 [g]	0,0 [g]	30,1 [g]	0,30 [psu]	0,90 [l]
28 jours	31,2 [g]	0,0 [g]	31,2 [g]	0,31 [psu]	0,93 [l]
29 jours	32,3 [g]	0,0 [g]	32,3 [g]	0,32 [psu]	0,97 [l]
30 jours	33,4 [g]	0,0 [g]	33,4 [g]	0,33 [psu]	1,00 [l]

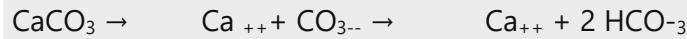
Vous trouverez encore plus de détails sur la méthode de dosage/ballage ici :


[Dosage des éléments majeurs et des oligo-éléments dans les aquariums récifaux \(méthode Balling\)](#)

5.2 Réacteurs à calcium

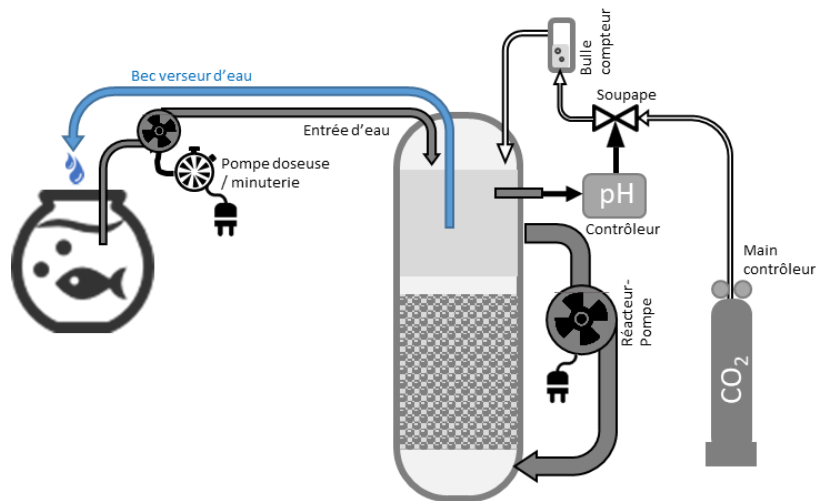
Un remplissage introduit dans la chambre de réaction du réacteur à calcium (coral break) est dissous par le dioxyde de carbone (CO_2), puis introduit dans l'aquarium. La charge est constituée de débris de corail naturel ou de granulés produits artificiellement, qui présentent des propriétés similaires.

Équation de réaction Ca :



Avec  matériel de remplissage spécial, vous pouvez également ajouter du magnésium.

Principe de fonctionnement des réacteurs entièrement équipés :



- La rupture du corail à l'intérieur du réacteur est constamment rincée avec de l'eau salée. Une pompe d'alimentation connectée dans le circuit (circuit bleu) est utilisée à cet effet.
- Un environnement acide doit être présent pour que les fragments de corail puissent être dissous. Un pH de 6,2 est optimal (un pH trop élevé entraîne une mauvaise → solubilité). Pour cette raison, le CO_2 est ajouté au réacteur dans ce que l'on appelle l'injecteur. Ce gaz doit constamment traverser la chambre du réacteur de bas en haut. Les réacteurs modernes, particulièrement efficaces, recueillent le CO_2 au sommet de la chambre du réacteur et le renvoient dans le diffuseur par le biais d'une recirculation du CO_2 /gaz.

La quantité fournie CO_2 est importante pour le pH dans le réacteur. Un compteur de bulles est utilisé pour rendre visible la quantité de décharge de la bouteille de CO_2 . Le CO_2 traverse d'abord une colonne d'eau et peut ainsi être "compté en bulles".

Contrôle du pH : Pour éviter une acidification excessive dans le réacteur (non efficace pour le réacteur et mauvaise pour l'aquarium

principal), l'alimentation en CO_2 peut être arrêtée lorsque la valeur du pH dans le réacteur est déjà optimale. Pour ce faire, le pH est mesuré avec une sonde dans le réacteur. Lorsqu'il atteint la valeur optimale, l'alimentation en CO_2 est interrompue au moyen d'une électrovanne.

- Il ne reste plus qu'à retirer l'eau qui a été traitée au calcaire dans le réacteur et à l'introduire dans l'aquarium. Pour ce faire, l'eau de l'aquarium est pressée dans le réacteur. La même quantité d'eau chaulée est ensuite réinjectée dans l'aquarium (quantité entrante = quantité sortante, circuit vert).

Réglage des réacteurs à calcium

Selon la configuration, le réglage peut être plus confortable ou plus compliqué. Il existe de nombreux utilisateurs pour lesquels les réacteurs dotés d'un équipement minimal (c'est-à-dire sans contrôle du CO₂ et sans pompe doseuse) fonctionnent parfaitement. D'autres se plaignent d'un mauvais réglage et du fait que le réacteur se désajuste en cours de fonctionnement lorsqu'il n'y a pas de contrôle et pas de débit forcé par la pompe de débit.

Aide à la décision

Contrôleur de CO ₂ (contrôle du pH)	Pompe doseuse	Précision du réglage	Stabilité du fonctionnement	Frais d'entretien	Coûts Acquisition
√	√	très élevé	très élevé	Très faible	Haut
√	-	très élevé	Moyen	Moyen	Moyen
-	√	Haut	Haut	Très faible	Moyen
-	-	Moyen	Faible - Moyen	Moyen	Faible

Réacteur à calcium avec contrôle du pH et pompe doseuse

Quantité de dosage principalement déterminée par le volume d'eau alimenté de manière contrôlée

Variable contrôlée : débit de la pompe doseuse

(en supposant une pompe doseuse contrôlable) Contrôle

Variable contrôlée : intervalles de dosage et durée de la pompe doseuse.

- La valeur du pH dans le réacteur est automatiquement régulée par le régulateur de pH.

Seul le taux approximatif d'addition de CO₂ doit être réglé.

Maintenance :
- Recalibrage de la sonde pH toutes les 6 à 12 semaines environ.
- Maintenance de la pompe doseuse/du tuyau (environ tous les 1 à 2 ans)

Réacteur à calcium avec contrôle du pH (sans pompe de dosage)

La quantité de dosage est principalement déterminée par le volume d'eau alimenté de manière pas vraiment contrôlée.

Variable contrôlée : Débit de l'eau traversant le réacteur à chaux

Possibilités de réglage : Vanne d'étranglement à la sortie du réacteur à chaux.

La valeur du pH dans le réacteur est automatiquement régulée par le régulateur de pH.

Seul le taux approximatif d'addition de CO₂ doit être réglé.

Le réglage n'est pas optimal, car la section du tuyau d'entrée/sortie est souvent réduite/colmatée par l'eau fortement calcifiée. Une vitesse d'entrée/sortie plus élevée et une "traite" des tuyaux augmentent les chances que cela fonctionne encore bien!

Effort de maintenance :
- Recalibrage de la sonde pH environ toutes les 6-12 semaines
- Selon l'état, "traire" les tuyaux tous les quelques jours

Réacteur à calcium avec pompe doseuse (sans contrôle du pH)

La quantité de dosage est définie comme une combinaison de la quantité fixe de CO₂ ajouté (compteur de bulles) et du volume d'eau introduit dans le réacteur de manière contrôlée. et du volume d'eau introduit dans le réacteur de manière contrôlée

- Variables contrôlées:
- Nombre de bulles de CO₂/minute
 - Débit de la pompe doseuse
 - Intervalles de dosage ainsi que durée de dosage en cas de fonctionnement intermittent de la pompe doseuse.

Le réglage du réacteur, dans cette configuration, est un peu plus compliqué.

La raison : Le réglage fin du régulateur de pression sur la bouteille de CO₂ est généralement maladroit. De même, le nombre de bulles est ajusté à la longue, au fur et à mesure que la bouteille de CO₂ se vide.

Si l'on dose "trop" de CO₂, le pH de l'aquarium baisse inutilement.

Si l'on dose "trop" de CO₂, la solution dans le réacteur fonctionne moins bien.

- Entretien :
- Entretien de la pompe doseuse/du tuyau (environ tous les 1 à 2 ans).
 - Contrôle du compteur de bulles de CO₂, réajustement si nécessaire.

Réacteur à calcium (sans contrôle du pH et sans pompe doseuse)

La quantité de dosage est définie comme une combinaison de la quantité fixe de CO₂ ajouté (compteur de bulles) et du volume d'eau introduit dans le réacteur.

- Variables contrôlées
- Nombre de bulles de CO₂/minute
 - Vanne d'étranglement à la sortie du réacteur à chaux.

Cette configuration est sous-optimale, car la section du tuyau d'entrée/sortie est souvent réduite par l'eau fortement calcifiée et peut même être complètement bouchée.

En augmentant le débit de l'entrée/sortie et en "trayant" les tuyaux, on augmente les chances que cela fonctionne encore bien ! Le réglage du réacteur, dans cette configuration, est également un peu plus compliqué.

La raison : Le réglage fin du régulateur de pression sur la bouteille de CO₂ est généralement maladroit. De même, le nombre de bulles est ajusté à la longue, au fur et à mesure que la bouteille de CO₂ se vide.

Si l'on dose "trop" de CO₂, le pH de l'aquarium baisse inutilement.

Si l'on dose "trop" de CO₂, la solution de carbonate de calcium fonctionne moins bien.

Effort de maintenance :

- selon l'état, "traire" les tuyaux tous les quelques jours.
- Vérifier le compteur de bulles de CO₂, réajuster si nécessaire.

5.3 Eau de chaux/hydroxyde de calcium

Achetez de l'hydroxyde de calcium dans les magasins d'aquariophilie ou chez les grossistes en produits chimiques.



Instructions de mélange :	Mélangez 40g de Ca(OH)_2 avec de l'eau fraîche jusqu'à obtenir un total de 10 litres. (ne se dissout pas complètement !)		
Dosage :	872 ml augmente	l'alcalinité Ca	de 1,0 [dKH] et du de 7,1 [mg/l].

Comme vous pouvez le constater..... vous avez besoin d'une quantité relativement importante d'eau de chaux pour équilibrer votre consommation de carbonate de calcium. Si la demande en eau de chaux est supérieure à l'eau évaporée chaque jour dans votre aquarium (aquariums SPS), vous ne pouvez pas couvrir complètement votre demande. Si vous le faisiez, vous " rempliriez trop " votre aquarium.

Une dernière chose : Les phosphates peuvent précipiter dans l'aquarium s'ils sont dosés intensivement pendant une longue période. Je ne recommande donc pas l'eau de chaux pour les aquariums exigeants.



Si vous souhaitez utiliser de l'eau de chaux, mais que les mélanges, les calculs, etc. sont trop difficiles pour vous... AquaCalculator vous aidera là aussi.

Egalement inclus : Une recette spéciale avec du vinaigre, dosé environ 2x plus.

5.4 Les oligo-éléments

Vous avez réussi à maîtriser les trois grands éléments (Ca, Alk, Mg) ? Au moins la moitié des aquariophiles d'eau salée sont probablement bien servis avec cela. Mais c'est encore mieux si vous prenez également en compte les "oligo-éléments".

Les oligo-éléments sont des sels présents naturellement dans l'eau de mer à l'exception du "sel de table pur" et à l'exception des "trois grands" que sont le calcium, le carbonate et le magnésium.

Plus l'eau de nos aquariums se rapproche de l'eau de mer naturelle, mieux c'est pour les animaux. Par conséquent, la concentration en oligo-éléments dans nos aquariums doit également être adaptée. Cependant, il n'est pas tout à fait facile d'assurer une copie parfaite de l'eau de mer ici car

- Les oligo-éléments sont également "consommés" dans nos aquariums de la même manière que les trois grands
- La mesure des concentrations d'éléments traces prend beaucoup de temps (mesure ICP nécessaire).



La bonne nouvelle d'abord : Même pour l'entretien de très bons aquariums récifaux, il n'est pas nécessaire de recréer en permanence une copie parfaite d'eau de mer.

Il existe 3 façons d'ajouter des oligo-éléments à nos aquariums.

- Ajouter de l'eau douce salée / faire des changements d'eau
- Dosage des mélanges d'oligo-éléments
- Dosage des oligo-éléments individuels

5.4.1 Oligo-éléments dans les mélanges de sels

Pratiquement tous les mélanges salins connus contiennent des oligo-éléments à des concentrations appropriées.

A chaque changement d'eau, vous réintroduisez des oligo-éléments dans l'aquarium *1), et vous diluez également les éventuelles surconcentrations d'oligo-éléments dans votre aquarium *1).

1*) Certes, seulement à petites doses en raison du mélange avec l'eau déjà présente dans l'aquarium. Plus on change l'eau, plus c'est fort.

C'est l'une des principales raisons pour lesquelles de nombreux fabricants réputés recommandent des changements d'eau supplémentaires, parallèlement à d'autres éléments : Dosage/Méthode de calage recommandent des changements d'eau supplémentaires.



5.4.2 Analyses d'oligo-éléments intégrées dans les solutions de base

Il y a 2 catégories de produits ici

5.4.2.1 "Sels sans NaCl" ou "sels minéraux".

Il s'agit de mélanges spéciaux de sels secs contenant divers sels (= oligo-éléments). Ils sont généralement mélangés à de faibles concentrations dans l'eau osmosée (max. 25g/L) et ensuite dosés comme solution mère.

Tous ces produits contiennent également du sel de magnésium, qui est simplement ajouté ici. La méthode Balling originale, présentée par Hans-Werner Balling, utilise cette méthode de dosage des oligo-éléments.



5.4.2.2 Mélanges d'éléments traces liquides

Une solution avec laquelle vous pouvez obtenir de très bons résultats avec peu d'efforts est d'"intégrer" les oligo-éléments directement dans les solutions mères de calcium et de carbonates (alcalinité). D'une part, c'est super pratique car rien ne doit être dosé séparément, d'autre part, le dosage supplémentaire d'oligo-éléments est "couplé" au dosage supplémentaire des éléments les plus consommés (Ca, Alk).

Ces mélanges ne comprennent généralement pas de sel de magnésium. Le magnésium est dosé dans une solution mère séparée, ce qui est beaucoup plus logique à mon avis.



Je recommande les mélanges liquides d'oligo-éléments de fabricants réputés.

Les chances sont plus grandes que ces mélanges aient été testés et perfectionnés dans différents aquariums.

5.4.3 Systèmes d'approvisionnement complet

Le plus chaud des plus chauds et proche de la perfection consiste à régler individuellement tous les oligo-éléments. Cela permet une coloration et un soin parfaits des espèces de coraux pierreux les plus exigeantes.

Cependant, les efforts et les coûts sont plus élevés et des analyses ICP régulières sont nécessaires pour "mesurer la concentration en oligo-éléments". Cela permet de déterminer quels éléments sont déficients. On ajoute ensuite les éléments manquants en fonction des besoins. Les instructions de dosage exactes sont généralement fournies par le fournisseur.



Certains fabricants affirment qu'ils peuvent le faire même sans aucun changement d'eau.

Série FaunaMarin Elementals (22 produits au total)



Système d'alimentation complet Tritc



Récifs synthétiques néerlandais "Méthode



PARTIE 6 - Valeurs nutritives de contrôle



6.1 Attention à l'application de conditions de nutriments très faibles

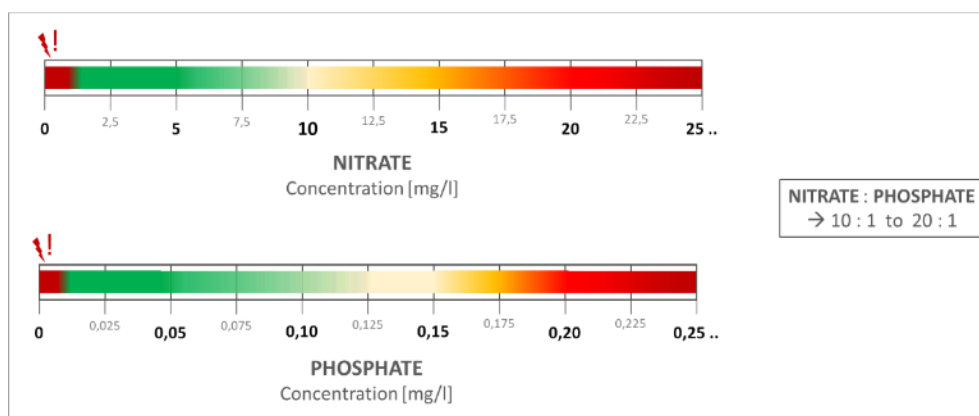
Comme nous l'avons déjà mentionné, il est important de garder un œil sur les niveaux de nutriments. Les

aquariophiles expérimentés reconnaissent les écarts par des anomalies dans l'aquarium (par exemple la formation d'algues) ou par des animaux sensibles comme les coraux pierreux.

On ne le répétera jamais assez : La limitation des nutriments peut se produire rapidement dans certaines conditions et les effets peuvent être dramatiques.



Nous recommandons de surveiller de près les concentrations de nutriments. Une réduction des niveaux de nutriments doit toujours être effectuée LENTEMENT.



Vos valeurs ont néanmoins atteint 0 (limitation) ?

- Alimentation complémentaire " le plus rapidement possible avec des acides aminés adaptés à l'aquariophilie MARINE ou
- Ajout de phosphate et de nitrate ([Lien](#))

Dans ce qui suit, les méthodes les plus courantes sont décrites, avec lesquelles soit

- Élimination/transformation des nutriments nocifs (ammoniac, nitrite) et/ou
- Les nutriments standard des aquariums récifaux (nitrate/phosphate) peuvent être réduits.

6.2 Filtres à gouttes, bioballs, filtres rapides - vestiges d'une époque lointaine ?

Il y a quelques années encore, les filtres à ruissellement étaient à la pointe de la technologie dans les aquariums marins. De nombreux aquariums fonctionnent encore avec ces filtres ou d'autres filtres mécaniques, notamment des bioballs, des tapis filtrants ou des filtres rapides basés sur des mécanismes similaires.

L'idée de base est de fournir aux bactéries une zone de colonisation afin de produire du nitrite à partir de l'ammonium toxique et du nitrate → à partir de celui-ci. Ce nitrate, cependant, n'est pas décomposé davantage, ce qui transforme ces systèmes en frondeurs de nitrate lorsqu'ils sont utilisés pendant une longue période, ce que nous voulons éviter dans les systèmes pauvres en nutriments.

À mon avis, dans les aquariums modernes, seuls les tapis ou éponges filtrants rapides ont une quelconque justification. Et ce uniquement s'ils sont nettoyés régulièrement tous les quelques jours. Il est important de les nettoyer dans de l'eau salée pour ne pas tuer les bactéries et ainsi alourdir le système.



Dans les aquariums marins, il est rare de pouvoir "filtrer" les nitrates/phosphates avec les filtres conventionnels/mécaniques.

6.3 Filtres pour rouleaux de tissu

Cependant, les filtres automatiques à rouleau de non-tissé (par exemple, le Rollermat de Theiling) constituent une bonne option pour l'élimination des particules en suspension. Le tapis filtrant déjà souillé est retiré du circuit d'eau par un moteur.



6.4 Le "système berlinois"

Il est devenu la norme et constitue le point de départ d'autres systèmes de réduction des nutriments.

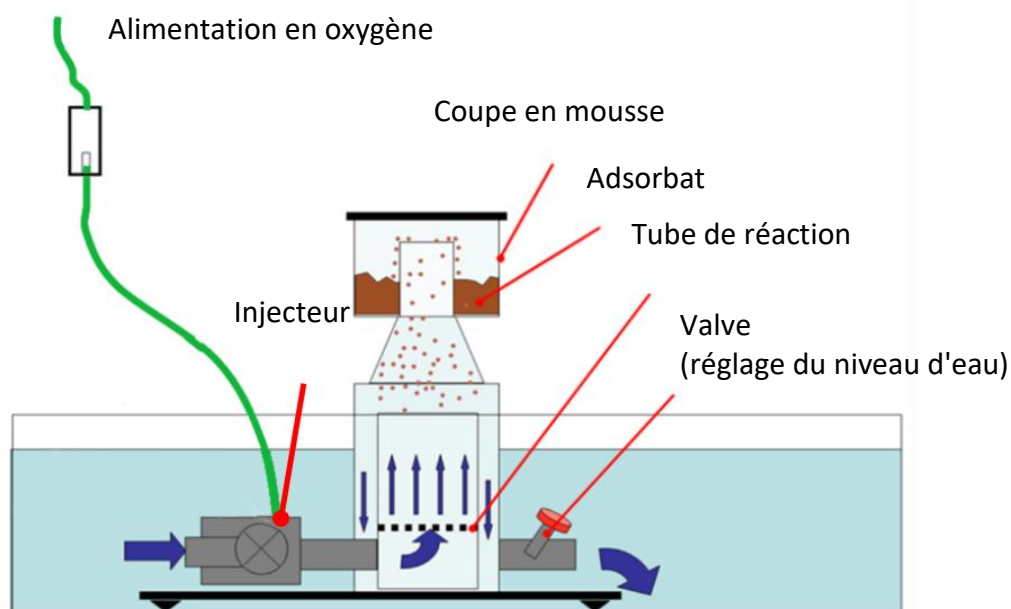
a) On utilise des **roches récifales vivantes**. Plus il y a de roches, plus la population de bactéries et la zone de colonisation qui y sont déjà présentes sont importantes. Un aquarium comportant une forte proportion de roches vivantes commencera rapidement à s'épuiser.

La qualité et la quantité de roches vivantes sont cruciales :

- Plus la zone de colonisation est grande et plus il y a de bactéries vivantes sur les pierres, plus la décomposition des nutriments est efficace.
- Les bonnes pierres sont légères et poreuses
- Nous recommandons d'obtenir les pierres directement chez le revendeur le jour de l'importation.
(avant qu'elles ne soient laissées à pourrir dans des conteneurs non éclairés et peu fréquentés).
- Les bonnes pierres n'ont pas l'air pourries et sentent "frais" de la mer.

Pour des raisons de coût ou d'apparence, la roche récifale morte peut également être utilisée dans certains cas. Les pierres doivent être tout aussi poreuses (zone de colonisation pour la population de bactéries). Cependant, la population bactérienne met plus de temps à s'établir que sur une roche vivante.

b) Les **écumeurs de protéines** éliminent les nutriments et les particules en suspension dans la circulation. Ils assurent également une oxygénation élevée de l'eau et éliminent partiellement les substances/toxines de la circulation de l'aquarium.



Fonction : Une grande quantité de bulles d'air, qui doivent être aussi petites que possible, est générée à partir de l'air et de l'eau de votre aquarium. Dans les écumeurs modernes, cela se fait par une **pompe avec un injecteur**. L'eau provenant de la prise d'eau peut contenir des impuretés, des toxines, etc. Celles-ci se collent aux bulles d'air ou y sont incorporées, ce qui donne une mousse plus ou moins sale. Dans le tube dit de réaction de l'écumeur, les bulles d'air montent de bas en haut. Dans les

écumeurs plus récents et plus efficaces, un bac d'injection répartit plus uniformément le flux auparavant quelque peu chaotique. Au fur et à mesure que de nouvelles bulles d'air arrivent du bas, celles du haut sont poussées de plus en plus haut. L'eau adhérente superflue redescend par gravité. À l'extrémité supérieure, dans le **gobelet à mousse**, les bulles s'échappent, puis coulent sur le côté du tube de réaction et y sont recueillies. Dans le gobelet de mousse, les bulles éclatent et deviennent l'**adsorbat** liquide. Cet adsorbat contient alors, outre un peu d'eau d'aquarium, toutes les substances et particules écumées. La hauteur du mélange eau/bulles accumulé est réglable. Plus le niveau d'eau dans l'écumeur est élevé, plus l'adsorbat liquide est produit. La manière dont ce réglage est réalisé diffère pour certains types de skimmers, illustrée ici par la **vanne à la sortie**.

Ecrémé :

- Particules tensioactives non dissoutes et, en partie, non tensioactives.
- Substances dissoutes et oxydées dans l'eau

Comment trouver le bon skimmer



- **La conception/taille de l'écumeur** doit s'adapter aux conditions du système
Il existe différents systèmes
 - des écumeurs qui sont "attachés" à l'aquarium et d'autres qui sont "placés dans un refugium/aquarium séparé".
- Bonne **performance d'écumage** adaptée à l'aquarium.
Critère : Grand volume d'air, bulles les plus petites possibles.
- **Faible consommation électrique**
Les skimmers peuvent fonctionner 24 heures sur 24 ! Les coûts d'électricité ne sont pas négligeables.
Les modèles les plus chers à l'achat peuvent être rentabilisés au bout de quelques mois.
- **Faible niveau de bruit** pendant le fonctionnement. Peu ou pas de **vibrations**
- **Le gobelet en mousse peut être facilement démonté et nettoyé.**
 - doit être fait régulièrement
 - est-il possible de drainer l'adsorbat sans démonter le gobelet en mousse?
- **Bonne adaptabilité de l'adsorbat** -
eau humide ou plutôt sèche - l'eau à la sortie de l'écumeur contient peu ou pas de bulles d'air.
- **Qualité/longévité des composants**

Les systèmes autrefois également utilisés dans les aquariums MARINS (Jaubert, DeepSandBed) ont été délibérément retirés de ce recueil. Ils sont considérés comme dépassés et ne présentent pas de réels avantages par rapport au "Système Berlin".

6.5 Reproduction de la population bactérienne

Plus la population de bactéries appropriées est importante, plus la réduction de la concentration en nutriments nitrate/phosphate est élevée.



Le maintien d'une population bactérienne adaptée et élevée est naturel et efficace. C'est la méthode de réduction des nutriments par excellence.

Il y a généralement 2 façons d'augmenter la population bactérienne

- **Introduction de souches bactériennes spéciales** pour "inoculation" ou "réinoculation". (si trop peu de bactéries hétérotrophes appropriées sont présentes)
 - **Alimentation ciblée de la** population bactérienne présente dans l'aquarium en fournissant une source de carbone comme nourriture bactérienne. (La croissance et le taux de division cellulaire des bactéries sont stimulés).
- Vous remarquerez d'abord une réduction fonctionnelle des nutriments par une augmentation de l'écumage.
Après un léger délai, les concentrations de nitrate/phosphate diminuent.
 - L'apparition de dépôts gluants blanchâtres ou brunâtres sur les vitres, les pierres et dans l'aquarium technique indique une surpopulation (bloom bactérien). Réduire le dosage. Les revêtements peuvent être enlevés à la brosse et sont ensuite écumés.
 - Une surface d'eau trouble indique que des bactéries mortes ne sont pas éliminées en raison d'un manque d'écoulement/aspiration en surface.
 - Si la concentration en nitrates est faible mais que la concentration en PO4 est élevée, il est logique d'utiliser en même temps un adsorbant de PO4.
 - Le clarificateur UV, l'ozone et le charbon actif peuvent être utilisés en parallèle.



Lorsque le taux de reproduction est élevé, les bactéries métabolisent beaucoup d'oxygène. Évitez un éventuel **manque d'oxygène pour vos animaux** !

Utilisez toujours un écumeur qui fournit constamment de l'oxygène frais à votre aquarium.

Les aquariophiles ont signalé à plusieurs reprises la mort massive de poissons en très peu de temps, le plus souvent pendant la nuit. La cause en est très souvent un manque d'oxygène disponible pour les poissons, dû à une privation d'oxygène antérieure par des bactéries (trop nombreuses).

Pourquoi : Les bactéries aérobies, comme les poissons, extraient l'oxygène de l'aquarium. En raison d'une forte augmentation du nombre de bactéries, le besoin total en oxygène augmente rapidement. Si la saturation en oxygène n'est pas constamment remontée en parallèle, les poissons vont littéralement "suffoquer". Ce risque est nettement plus élevé la nuit, car les coraux et les algues ne produisent pas d'oxygène en raison de l'interruption de la photosynthèse. Un apport constant d'oxygène, surtout la nuit, est une condition sine qua non.

Il existe différents produits permettant de maintenir les nutriments dans la gamme parfaite grâce aux bactéries.

A) Produits à faire soi-même

- C'est pratiquement toujours la seule **nourriture pour les bactéries**. Vous en nourrissez vos bactéries pour qu'elles se multiplient rapidement. Les représentants les plus connus sont l'alcool (par exemple la vodka) ou le



B) Produits achetés

- **A) Souches bactériennes spéciales** (principalement des mélanges bactériens concentrés) Lors de l'achat, faites attention à ce que font les différentes souches ! Il en existe généralement deux types :

a) les bactéries qui décomposent les nutriments dans l'eau, ou

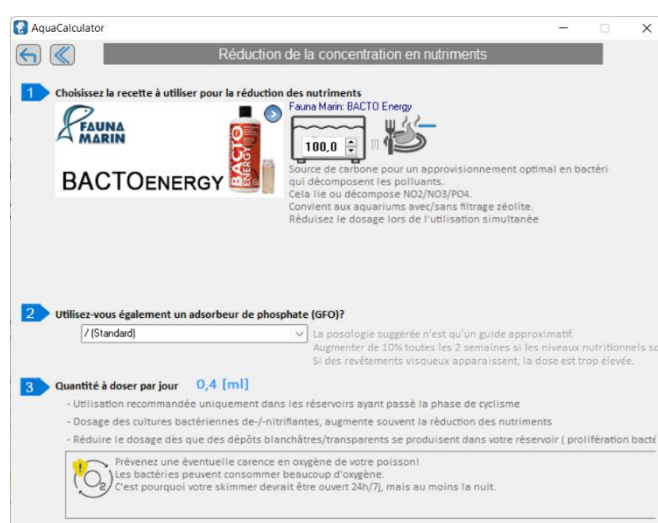
b) les bactéries qui décomposent les nutriments solides tels que le paillis et les détrit.



- **B) La nourriture des bactéries** Avec cela, vous nourrissez vos bactéries pour qu'elles se multiplient rapidement. (Généralement une combinaison d'alcool et de vinaigre).



Aqua-Calculator simplifie le processus de mélange et le calcul des quantités à doser. (près de 20 recettes intégrées, y compris des variantes que vous pouvez mélanger vous-même à partir de matériel disponible au supermarché)



Simple et efficace : Dosage de la vodka

Il n'existe pas de dosage généralement valable, car la biologie de chaque aquarium se comporte de manière quelque peu différente. Voici une suggestion de dosage relativement conservateur (c'est-à-dire avec de faibles quantités de dosage) qui s'est avéré positif dans la pratique avec différents aquariophiles.



Temps	Quantité de dosage [pour 100 litres de volume d'aquarium].	Commentaire
Jour 1-4	0,5ml de vodka /100L	
Jour 5-6	0,75ml de vodka /100L	
Jour 7-14	1,0ml de vodka /100L	Après ~7 jours : Une augmentation des performances d'écumage devrait être observable. Après ~10-14 jours : La réduction des nitrates/phosphates devrait être mesurable.
Jour 15 - xx	Déterminer le dosage nécessaire, si possible pas beaucoup plus que 1,0 ml / 100L .	Cependant, il existe aussi des aquariums où jusqu'à 4ml de vodka sont nécessaires pour une réduction suffisante des nutriments.
En cours	Réduisez le dosage de vodka à un optimum de 20 à 50 % du dosage maximal requis précédemment.	Choisissez la quantité de dosage la plus faible possible afin de maintenir la limitation de nutriments visée.

- Au cours des trois premières semaines, il **est nécessaire de contrôler fréquemment la concentration en nitrate/phosphate** (2 à 3 fois par semaine). Sur la base des valeurs mesurées, on détermine le dosage nécessaire, qui diffère selon l'aquarium.
- Le dosage indiqué se réfère à une vodka disponible dans le commerce, non colorée et non sucrée, avec une teneur en alcool habituelle (~40%).
- Si des dépôts smeary (film bactérien) apparaissent, réduisez la dose de vodka.

6.6 Population bactérienne maximale : Méthode Zeolite

La méthode décrite ci-dessous consiste en une somme de mesures, qui sont quelque peu complexes à mettre en œuvre et ne sont pas entièrement bon marché. En revanche, les aquariums dans lesquels cette méthode est utilisée représentent actuellement l'optimum en termes de proximité de l'eau de mer naturelle.

Correctement appliquée, cette méthode permet d'obtenir des conditions d'aquarium proches de la nature.

Les coraux pierreux prospèrent avec une bonne croissance et une coloration particulièrement distincte.

Les variations de couleurs obtenues chez les coraux sont claires, vives et pastel. Des rouges, des roses, des bleus, des verts, etc. clairs apparaissent. La coloration provient principalement de la formation réduite de zooxanthelles à coloration brune.

Cette méthode peut également être utilisée pour réduire/contrôler les nutriments dans les aquariums où une alimentation abondante entraîne une pollution de l'eau.

Plusieurs systèmes/produits sont proposés sur le marché à cet effet. Les noms de produits des systèmes de zéolithe des deux plus grands fabricants allemands sont **ZEOvit** (Korallenzucht - Pohl) et **ZEO Light** (Fauna Marin). La description qui suit est aussi neutre que possible par rapport aux produits et est **désignée** ici comme la **méthode zéolitique**.

- Besoins:
- Ecumeur avec une bonne capacité d'écumage
 - Filtre à zéolites
 - Zéolites (petites roches, consommables)
 - Cultures de bactéries spéciales (consommables)
 - Nourriture spéciale pour bactéries (consommables)
 - Nourriture spéciale pour coraux (consommables)

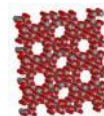
Important : Utilisez la méthode complète, incluant toutes les étapes et remèdes nécessaires !

Comment cela fonctionne

Étape 1 : Tout d'abord, un environnement très pauvre en nutriments est créé dans l'aquarium. Pour ce faire, on utilise des zéolithes dans des filtres spéciaux en zéolithe. Dans un premier temps, **l'ammonium est lié** mécaniquement aux blocs de **zéolithe**

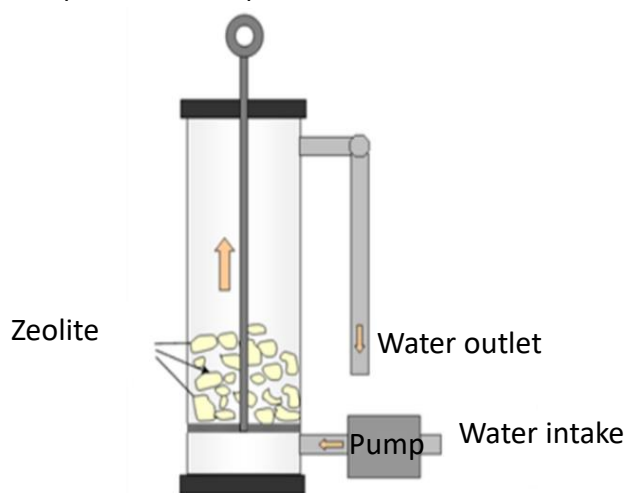
Parallèlement, une **culture bactérienne** très puissante **se constitue, qui stimule le cycle de l'azote**. La masse de bactéries, qui est constamment augmentée par l'alimentation, **fixe également le phosphate**. L'aération mécanique des zéolithes permet d'éliminer les bactéries mortes des zéolithes. Celles-ci sont ensuite éliminées de l'eau de l'aquarium par un écumeur, y compris les phosphates.

Étape 2 : Comme l'étape 1 force un environnement très pauvre en nutriments, certains **coraux doivent être nourris séparément pour** éviter la famine. Pour ce faire, on ajoute des acides aminés, des préparations alimentaires spéciales et des oligo-éléments spécifiques.



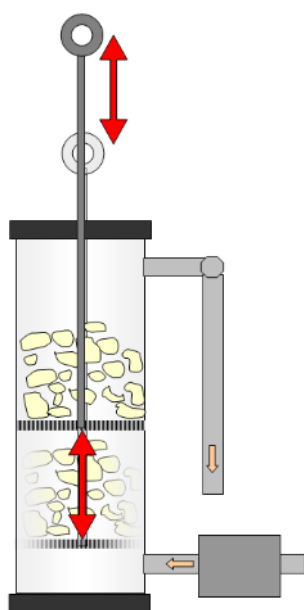
Les zéolites sont des minéraux silicatés inertes dotés d'une structure très poreuse, semblable à celle d'une éponge, et d'une **grande surface** correspondante. Elles constituent donc des zones de colonisation optimales pour les micro-organismes, tels que les bactéries, à la surface et à l'intérieur.

Les zéolites sont présentes à l'état naturel (environ 50 espèces différentes), mais peuvent également être produites de manière synthétique (environ 150 espèces différentes). En aquariophilie, on utilise généralement des mélanges de zéolites naturelles (clinoptilolites). On profite ainsi du fait qu'elles ont une capacité d'adsorption et une tendance à l'adsorption très élevées pour l'ammonium.



La tâche d'un **filtre à zéolithe** est de fournir un habitat parfait aux bactéries dégradant l'azote. Les zéolithes du filtre sont traversées de manière optimale du bas vers le haut. Une pompe est utilisée pour pomper l'eau à la base. En haut, l'eau ressort par la sortie. Les zéolithes doivent être nettoyées quotidiennement en les rinçant dans leur propre eau. Cela entraîne un nettoyage des débris et autres accumulations de saletés, et se fait en remontant/vidant de manière répétée un panier filtrant sur lequel reposent les morceaux de zéolithe. Le mélange mulm/bactéries éliminé lors de ce processus sert également de nourriture aux coraux.

Des filtres zéolitiques performants sont disponibles, par exemple, chez Fauna Marin, Grotech et Korallenzucht.de.



Les filtres à zéolites sont à utiliser de préférence avant votre écumeur !

En alternative et à la place d'un filtre à zéolithe, l'utilisation de zéolithe est également recommandée dans un aquarium filtrant, dans un endroit où l'écoulement est bon et régulier.

Pour la quantité de remplissage du filtre zéolithe, le dosage des bactéries et de la nourriture, il est préférable de suivre les instructions du fournisseur respectif.

Valeur indicative approximative pour l'application de la zéolithe :

Quantité de remplissage 250 grammes de zéolithe par 100L d'eau
bien rincer au préalable avec de l'eau du robinet ou de l'eau osmosée

Remplacement des zéolithes remplacer environ 25% toutes les 6-12 semaines

Débit ~75Litres/h pour 100L d'aquarium

Comme déjà décrit, l'ajout de bactéries spéciales, de préparations alimentaires et d'acides aminés est nécessaire. Selon le système/produit utilisé, plusieurs **composants** sont utilisés :

I) Souches bactériennes hautement concentrées

pour optimiser la réduction des nutriments dans ou sur la zéolithe

Mélange Bacto (Fauna Marin)
ZEObak (Élevage de coraux Pohl)



II-a) Produits combinés Solution (nutritive) de base pour les coraux / nourriture bactérienne

MIN S, CORAL vitalité (Fauna Marin)
ZEOFOOD (Élevage de coraux Pohl)



II-b) Acides aminés solution basique (nutritive) pour les coraux

AMIN (Fauna Marin)
AMINOacide (Élevage de coraux Pohl)



III) Oligo-éléments pour une expression maximale de la couleur des coraux

ELEMENTS DE COULEUR (Fauna Marin)
ZEO spur2 (Élevage de coraux Pohl)



Plus d'informations sur l'application de la méthode des zéolithes

- L'utilisation d'un **écumeur** suffisamment puissant est une condition préalable essentielle.
- Une filtration au charbon actif, parallèle à la méthode de la zéolite, est recommandée pour éliminer tout jaunissement ainsi que les orties ou autres substances toxiques de l'eau.
- Le maintien de concentrations constantes/naturelles de **magnésium, de calcium** et d'**alcalinité** est nécessaire quelle que soit la méthode de zéolithe.
- La clarification par UV ainsi que l'utilisation d'ozone sont généralement moins conseillées avec l'application de zéolithe (possibilité de détruire les cultures bactériennes spéciales et les additifs). Ces derniers doivent être désactivés jusqu'à quelques heures après l'ajout de nouvelles souches bactériennes.
- L'apparition de **couches** blanches ou vertes sur les décorations et les vitres est souvent le résultat d'un surdosage de la bactérie Alimenter avec un dosage réduit→.
- En particulier dans le cas d'aquariums initialement riches en nutriments, il est fortement recommandé de ne pas commencer avec la quantité totale de zéolithes, mais seulement avec 25 à 50 % d'entre elles.
Une autre façon de réduire doucement les nutriments est de réduire le débit de zéolithe.

Risques



1.) Le principal risque est de **démarrer la méthode trop rapidement dans des aquariums à forte teneur en nutriments**. Les coraux passent trop rapidement d'une teneur habituelle (éventuellement trop élevée) en nutriments à une teneur très faible en nutriments. Dans les cas extrêmes, cela entraîne un détachement des tissus, voire la mort complète des coraux.

2.) L'**abandon trop rapide de la méthode** conduit exactement à l'inverse. L'augmentation des concentrations de nutriments (nitrate/phosphate) a pour conséquence d'inverser l'éclaircissement des couleurs qui s'est produit (les coraux prennent une couleur brune plus foncée en raison de l'augmentation de la densité des zooxanthelles).



3.) Si la **méthode n'est pas entièrement appliquée**, certains de ses aspects positifs seront perdus. Une alimentation insuffisante des coraux, combinée à une teneur en nutriments extrêmement faible, peut même conduire à la famine des coraux.

6.7 Refuges d'algues (filtres à boue)

Les refuges à algues sont une bonne option naturelle pour décomposer les nutriments si l'espace nécessaire est disponible.

Voici comment cela fonctionne : Le **nitrate** dans l'aquarium **favorise la croissance des algues**, car celles-ci l'utilisent comme "source d'énergie". Le phosphate est également absorbé et "incorporé" par les algues. En récoltant et en éliminant régulièrement les algues, le **phosphate est aussi définitivement éliminé**. La photosynthèse qui a lieu dans les algues fournit également un apport supplémentaire en oxygène à l'aquarium.

- Les macro-algues doivent être cultivées dans un bassin séparé. Il est également possible d'introduire des algues dans la structure principale de l'aquarium/récif, mais cela n'est pas recommandé (aspect atypique, ombrage possible des coraux, les algues peuvent se ramifier de telle manière qu'il est difficile de les enlever).
- Récolter environ toutes les 1 à 2 semaines. Une récolte fréquente augmente la croissance/les rejets de phosphate.
- Les algues vitreuses sont sur le point de se dissoudre et libèrent les polluants absorbés avant → de les retirer de l'aquarium.
- Le Refugium recueille divers micro-organismes et micro-organismes qui sont bons pour la biologie de l'aquarium et servent également de complément alimentaire pour les poissons.
- Ne donnez pas trop d'algues récoltées aux poissons (source de phosphate).
- Un éclairage de 24 heures dans les refuges est recommandé → pour améliorer la croissance des algues.
- Les couples de cauler suivants sont particulièrement adaptés en raison de leur forte croissance.

6,8 Adsorbants de phosphate (adsorbants de silicate)

Les granulés adsorbants (par exemple à base d'hydroxyde de fer) éliminent les phosphates et les silicates de nos aquariums en les "fixant" à la surface du granulé.

Les

instructions de dosage dépendent du produit que vous utilisez.

Il existe des granulés plus ou moins forts.



Je recommanderais personnellement l'utilisation de phosphatasdorber si...

- **Les autres mesures visant à réduire les nutriments dans** votre aquarium **ne fonctionnent pas**, ou bien
- Le **phosphate** est **clairement excessif** par rapport au nitrate.

D'autres options telles que "l'optimisation du débit" ou "l'augmentation de la population bactérienne" sont plus pratiques et permanentes que les adsorbants de phosphate.

Risques



Risque de limitation des nutriments en cas d'utilisation excessive.
Risque de réduction trop rapide

Le granulat de l'adsorbant doit être bien circulé autour et à travers. Les multifiltres sont un bon choix. Le matériau adsorbant est versé dans ces derniers par le haut, le filtre est fermé puis traversé par l'eau de l'aquarium.

L'écoulement des granulés avec l'eau se fait du bas vers le haut. Cela permet d'éviter une canalisation excessive et la décantation des particules en suspension.



PARTIE 7 - Autres conseils et astuces

7.1 Clarificateurs UV

Les clarificateurs UV détruisent les bactéries pathogènes et les micro-algues ou les algues flottantes dans l'eau libre. De nombreuses bactéries importantes dans les aquariums marins ne vivent pas dans l'eau libre, mais dans le substrat, les roches, etc. Elles ne sont PAS tuées par les clarificateurs UV. Ceci est extrêmement important car sinon aucune biologie d'aquarium avec les bactéries nitrifiantes vitales ne pourrait se développer.

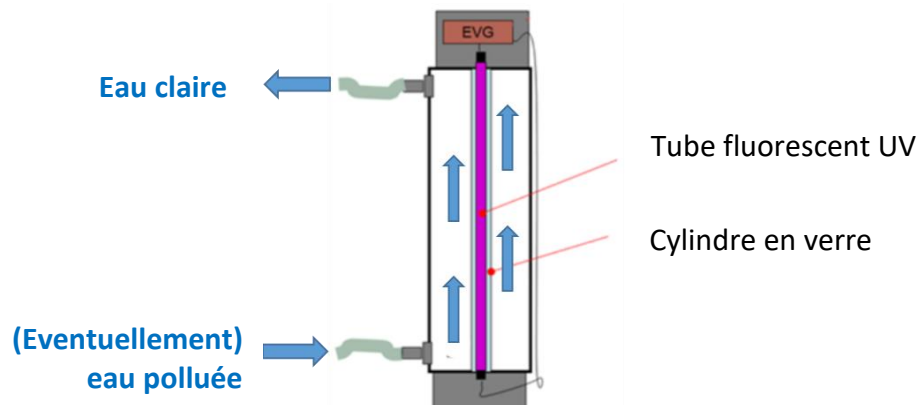
Avantages

- Réduction du risque d'infection
- un meilleur état de santé des poissons sensibles ou nouvellement introduits.



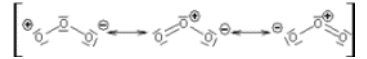
Une partie de l'eau du circuit de l'aquarium passe devant un tube fluorescent spécial à spectre UV dans un tube plus épais. Le tube lui-même est installé dans une zone sèche et étanche au centre du clarificateur UV.

Plus le temps de séjour de l'eau dans le fort rayonnement UV est long, plus la dose d'UV et donc le degré de désinfection sont élevés. Il en va de même pour l'intensité de la source de lumière UV. Il existe différentes intensités lumineuses pour les petits et les grands aquariums.



Le surdosage n'est pas possible. Cependant, les clarificateurs UV de plus grande taille sont plus chers et consomment plus d'énergie. Les clarificateurs UV doivent fonctionner 24 heures sur 24. Sinon, la population bactérienne se multipliera à nouveau à chaque fois pendant les temps d'arrêt. Comme le spectre lumineux des tubes diminue avec le temps, les tubes fluorescents doivent être remplacés à certains intervalles.

7.2 Ozone



L'utilisation de l'ozone réduit la charge organique en éliminant la turbidité organique et assure une eau plus claire.

Elle tue les agents pathogènes et les souches de bactéries flottant dans l'eau libre. Les bactéries présentes dans les pierres vivantes et dans le substrat ne sont pas affectées.

Dans les aquariums MARINS, l'ozone oxyde également l'ammonium en nitrite et en nitrate dans une faible mesure.

Risques

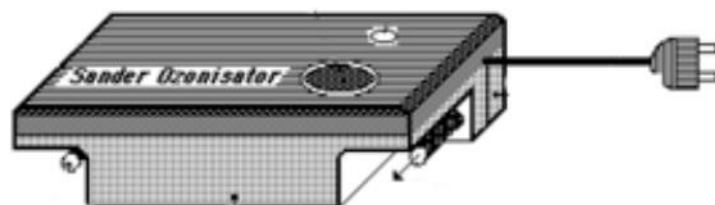
- Le dosage de l'ozone ne doit pas être exagéré. Sinon, il y a des effets secondaires négatifs dus à la forte oxydation, surtout pour les poissons (brûlures des opercules branchiaux, ...).
- L'utilisation d'ozone entraîne la fragilisation des pièces en plastique/caoutchouc Vérifiez → plus fréquemment!

Quantité d'ozone à ajouter : ~10 mg d'ozone pour 100 litres d'eau d'aquarium, utilisation 24/7

Lors de l'achat d'un ozoniseur, prévoyez une certaine réserve. Les bons ozoniseurs ont un débit réglable.

Lorsqu'on utilise un ozoniseur sur un skimmer, il est recommandé de reconvertir l'ozone introduit dans l'eau en oxygène normal par une filtration permanente au charbon actif.

L'ozone est produit par décharge électrique dans le tube/élément de la zone d'ozone à l'intérieur de l'ozoniseur. Les ozoniseurs ont la taille d'un paquet de cigarettes et consomment très peu d'électricité. L'ozone est généralement introduit dans l'aquarium par le tuyau d'aspiration de l'écumeur de protéines (recommandé).



7.3 Ajout d'iode

L'ajout d'iode est bénéfique pour certains animaux et également pour les SPS. Le dosage doit être maintenu constant, car il "précipite" à nouveau relativement vite dans l'aquarium.

Il existe 2 options peu coûteuses, toutes deux disponibles en pharmacie

a) La solution de Lugol à 0,1%.

(Solution à 0,1% : 2 grammes d'iodure de potassium + 1 gramme d'iode dans 1 litre d'Aqua-Dest)

b) L'iode PVP est disponible sous la forme d'une solution dite Betaisodonna.

Règle générale : ajout d'iode

Solution de LUGOL	2 gouttes pour 100 litres d'eau d'aquarium par jour
PVP iodé	1 goutte pour 200-250 litres d'eau d'aquarium par jour

7.4 Eau de chaux pour augmenter le pH

L'eau de chaux en poudre convient également pour augmenter la valeur du pH, bien que la valeur du pH diminue souvent à nouveau assez rapidement. Si le pH doit être augmenté pendant plusieurs jours, il est nécessaire de le doser plusieurs fois par jour. N'oubliez pas que le Ca et l'alcalinité augmentent également.

26 g de Ca(OH)_2 pour 100 litres d'eau augmentent → le pH de 0,1 pH.

- Peser l'hydroxyde de calcium et l'ajouter à l'aquarium à un endroit où le flux est important (idéalement dans l'aquarium technique, jamais sur des animaux sensibles).
- Un fort apport de calcaire peut entraîner des précipitations dans l'aquarium et des dépôts sur des objets (pompes d'écoulement, roues de pompe, trop-pleins, etc.).

7.5 Augmenter la concentration de phosphate (nitrate)

Si votre aquarium est limité en nutriments..... commander un produit augmentant le phosphate dans un magasin d'aquariophilie prendrait trop de temps et que vous trouvez un pharmacien sympathique, vous pouvez peut-être vous aider vous-même avec cette solution de phosphate faite maison à base de dihydrogénophosphate de potassium (KH_2PO_4).

Recette :	Dissoudre 14,3g de KH_2PO_4 dans de l'eau osmosée à un volume total de 1,0 L.
Concentration :	Contient 10g PO_4 /litre ₄ . Très concentré !!
Dosage :	0.1 ml de la solution pour 100L d'eau augmente le PO_4 de 0.01 mg/l



La préparation de cette solution doit être faite avec soin en raison de la forte concentration.



Si votre aquarium dégrade les nutriments si efficacement que vous devez régulièrement ajouter du phosphate/nitrate, AquaCalculator peut vous aider avec plusieurs recettes intégrées. Cela peut vous éviter d'acheter des produits spéciaux coûteux contenant les mêmes ingrédients.

AquaCalculator

Augmenter les niveaux de nutriments

100,0

Nitrate

...élévation de 0,2 [mg/l]
Recommandé: 1 mg/l par jour

- 1 Choisissez composition
Nitrate de Sodium (100g/L)
- 2 Composer dosage liquide
- 137,1 [g] NaNO_3
- remplir jusqu'à 1l avec de l'eau osmosée
- 3 0,2 [ml] dosage liquide

Phosphate

...élévation de 0,01 [mg/l]
Max 0,1 mg/l per jour

- 1 Choisissez composition
Dihydrogénophosphate de sodium (10g/L)
- 2 Composer dosage liquide
- 12,6 [g] NaH_2PO_4
- remplir jusqu'à 1l avec de l'eau osmosée
- 3 0,10 [ml] dosage liquide

7.6 Méthode simple d'estimation de la concentration en CO₂ dans les locaux

Les instruments de mesure permettant de déterminer la CO₂ concentration sont relativement chers et donc rares. La méthode de mesure suivante, relativement simple, permet d'obtenir au moins une estimation approximative.

Nécessaire : Un pH-mètre et une pompe à air pour aquarium

- Remplir un récipient avec de l'eau d'aquarium
- Mettre en marche la pompe à air et aérer le récipient à l'extérieur pendant environ 15 minutes.
- Mesurer la valeur du pH 1s → mesure/référence
(la concentration de CO₂ correspond maintenant à environ 0,036%, air ambiant)
- Aérer le même échantillon d'eau pendant au moins le même temps dans la pièce à contrôler.
Celle-ci peut également se trouver dans une armoire. L'air d'admission doit provenir de cette pièce.
- Mesure de la valeur du pH 2ème fois

Valeur du pH	Concentration de CO ₂ dans la pièce	Commentaire
reste le même	0,036%	Ventilation optimale
diminue de 0,1	0,05%	
diminue de 0,35	0,1%	
diminue de 1,0	0,5%	Fortement sous-ventilé

Les tests sans pH-mètre sont possibles dans une certaine mesure en raison de l'imprécision des autres tests de pH (par exemple, les tests de gouttelettes). Une sous-aération grave devrait cependant pouvoir être mesurée de cette manière.

TERMES TECHNIQUES ET ABRÉVIATIONS

Aérobic	riche en oxygène
Anaérobic	pauvre en oxygène
Anoxie	Déficience en oxygène jusqu'à l'absence totale d'O ₂
Assimilation	Transformation d'une substance étrangère à l'organisme en sa propre substance.
Autotrophe	avec photosynthèse : transformation d'un composé anorg. org. Substance
L'azooxanthell	ne possède pas de zooxanthellae, il doit être nourri en plus.
Caulerpas	Algues multicellulaires (macroalgues) à très bonne croissance
Ca	Calcium
CaCO ₃	Carbonate de calcium
CO ₂	Dioxyde de carbone (gaz coloré/incolore)
Détritique	Dépôts de fèces, de micro-organismes morts, d'algues, etc.
Dénitrification	Processus de dégradation de l'azote → des nitrates
Diatomées	Diatomées
Densité/Poids	d'un volume déterminé d'une substance
	Algues dinoflagellées (organismes unicellulaires, mollusques et crustacés), certaines espèces
	sont des parasites redoutables pour les aquariophiles.
DSB	Filtre à lit de sable (DSB= lit de sable profond)
	Méthode d'analyse de haute précision ICPH pour les paramètres de l'eau
Herbivore	herbivore
Hétérotrophe :	ne fait pas de photosynthèse, a besoin de nutriments organiques/composés de carbone.
Carrière de corail	Squelettes de coraux morts de différentes tailles
	forte teneur en CaCO ₃ et en oligo-éléments, mais aussi en PO ₄
Sable vivant (Live Sand)	Sable aragonite avec une population de bactéries / microorganismes
LPS	Grands polypes stonecorals (LPS)
Mg	Magnésium
Nutriments	Substances qui peuvent être ingérées sous forme de nourriture
NH ₄ ⁺	Ammonium
NO ₂ ⁻	Nitrite
NO ₃ ⁻	Nitrate
Nitrification	Processus de dégradation de l'ammoniac/ammonium Nitrites Nitrates
Osmose	Faire passer l'eau à travers de fines membranes pour la filtrer.
Ozone	Oxyde des solides dissous, augmente le potentiel redox et la teneur en O ₂ de l'eau, Toxique pour les bactéries et, à des concentrations plus élevées, pour les poissons/coraux.
	Unité d'osmose inverse UOA
Plancton :	organismes microscopiques vivant dans l'eau
	- Zooplancton : Plancton animal (brachions, copépodes)
	- Phytoplancton : plancton végétal
Pouvoir tampon	Capacité d'une substance à compenser les décalages causés par l'ajout d'acides/bases. pour compenser les décalages
Potentiel redox dissoutes dans l'eau,	Variable mesurée, elle diminue lorsque de nombreuses substances organiques oxydantes sont ce qui indique une augmentation de la charge organique dans l'eau.
Réfractomètre	Dispositif de mesure pour déterminer la salinité par réfraction de la lumière
Salinité	Quantité mesurée pour la teneur en sel de l'eau de mer, 1 psu (practical salinity unit) = 1 gramme de sel pur/litre d'eau
Silicate	Sel de silicium/acide silicique, provoque des diatomées.
SPS	Petits polypes stonecorals (SPS)
Substrat	Désignation du substrat (corail/masse de coquillages, sable, gravier) Désignation T5 / T8 pour les tubes fluorescents (Ø: T5= 16mm, T8=26mm)
Stérilisateur UV	Puissant tube UV entouré d'eau d'aquarium → Tue les bactéries
Zooxanthellae	Algues qui vivent en symbiose avec les coraux, les éponges et les palourdes géantes. Nutrition par la lumière/photosynthèse. Fournir à l'hôte de la nourriture (acides aminés, glucose, glycérine).

Tableau de salinité : Densité

Meßwert: **Dichte**

Dargestellter Wert: **Salinität [psu]**



Temperatur [°C]	Dichte [g/cm³]																				
	1,0180	1,0185	1,0190	1,0195	1,0200	1,0205	1,0210	1,0215	1,0220	1,0225	1,0230	1,0235	1,0240	1,0245	1,0250	1,0255	1,0260	1,0265	1,0270	1,0275	1,0280
20,0	26,2	26,8	27,5	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,7	33,4	34,1	34,7	35,4	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3
20,2	26,2	26,9	27,5	28,2	28,9	29,5	30,2	30,8	31,5	32,2	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4
20,4	26,3	27,0	27,6	28,3	28,9	29,6	30,2	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,1	38,8	39,4
20,6	26,4	27,0	27,7	28,3	29,0	29,7	30,3	31,0	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,2	36,9	37,5	38,2	38,9	39,5
20,8	26,4	27,1	27,8	28,4	29,1	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0	37,6	38,3	38,9	39,6
21,0	26,5	27,2	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6
21,2	26,6	27,2	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7
21,4	26,6	27,3	28,0	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,2	33,9	34,5	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8
21,6	26,7	27,4	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,6	39,2	39,9
21,8	26,8	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,7	31,4	32,1	32,7	33,4	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3	39,9
22,0	26,9	27,5	28,2	28,8	29,5	30,2	30,8	31,5	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4	40,0
22,2	26,9	27,6	28,2	28,9	29,6	30,2	30,9	31,5	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,1	38,8	39,4	40,1
22,4	27,0	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	31,0	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,2	36,9	37,5	38,2	38,9	39,5	40,2
22,6	27,1	27,7	28,4	29,0	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0	37,6	38,3	38,9	39,6	40,2
22,8	27,1	27,8	28,5	29,1	29,8	30,4	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3
23,0	27,2	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,5	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7	40,4
23,2	27,3	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,2	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,9	38,5	39,2	39,8	40,5
23,4	27,4	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6
23,6	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,7	31,4	32,1	32,7	33,4	34,0	34,7	35,4	36,0	36,7	37,3	38,0	38,7	39,3	40,0	40,6
23,8	27,5	28,2	28,8	29,5	30,2	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7
24,0	27,6	28,2	28,9	29,6	30,2	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5	34,2	34,9	35,5	36,2	36,8	37,5	38,2	38,8	39,5	40,1	40,8
24,2	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	31,0	31,6	32,3	33,0	33,6	34,3	34,9	35,6	36,3	36,9	37,6	38,2	38,9	39,6	40,2	40,9
24,4	27,7	28,4	29,1	29,7	30,4	31,1	31,7	32,4	33,0	33,7	34,4	35,0	35,7	36,3	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	41,0
24,6	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
24,8	27,9	28,6	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,9	34,5	35,2	35,8	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8	40,5	41,1
25,0	28,0	28,6	29,3	30,0	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,6	39,2	39,9	40,5	41,2
25,2	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,4	32,0	32,7	33,4	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3	40,0	40,6	41,3
25,4	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4	40,0	40,7	41,4
25,6	28,2	28,9	29,5	30,2	30,9	31,5	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,2	38,8	39,5	40,1	40,8	41,5
25,8	28,3	29,0	29,6	30,3	30,9	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,2	36,9	37,6	38,2	38,9	39,6	40,2	40,9	41,5
26,0	28,4	29,0	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,3	35,0	35,7	36,3	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	41,0	41,6
26,2	28,4	29,1	29,8	30,4	31,1	31,8	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0	41,7
26,4	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,8	34,5	35,2	35,8	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8	40,5	41,1	41,8
26,6	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2	41,9
26,8	28,7	29,4	30,0	30,7	31,4	32,0	32,7	33,3	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,7	39,3	40,0	40,6	41,3	42,0
27,0	28,8	29,4	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7	41,4	42,0
27,2	28,9	29,5	30,2	30,9	31,5	32,2	32,9	33,5	34,2	34,8	35,5	36,2	36,8	37,5	38,2	38,8	39,5	40,2	40,8	41,5	42,1
27,4	28,9	29,6	30,3	30,9	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	34,9	35,6	36,3	36,9	37,6	38,2	38,9	39,6	40,2	40,9	41,6	42,2
27,6	29,0	29,7	30,4	31,0	31,7	32,4	33,0	33,7	34,4	35,0	35,7	36,3	37,0	37,7	38,3	39,0	39,7	40,3	41,0	41,6	42,3
27,8	29,1	29,8	30,4	31,1	31,8	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7	40,4	41,1	41,7	42,4
28,0	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,9	34,5	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,2	39,8	40,5	41,2	41,8	42,5

Tableau de salinité : Densité relative

Meßwert: relative Dichte

Dargestellter Wert: Salinität [psu]



Temperatur [°C]	Dichte [g/cm³]																				
	1,0210	1,0215	1,0220	1,0225	1,0230	1,0235	1,0240	1,0245	1,0250	1,0255	1,0260	1,0265	1,0270	1,0275	1,0280	1,0285	1,0290	1,0295	1,0300	1,0305	1,0310
20,0	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,0	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	40,9
20,2	27,8	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,6	40,3	40,9
20,4	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,0	37,7	38,3	39,0	39,7	40,3	41,0
20,6	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
20,8	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
21,0	27,9	28,6	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
21,2	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,4	41,0
21,4	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
21,6	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
21,8	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
22,0	27,8	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,7	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
22,2	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,4	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,0	39,7	40,3	41,0
22,4	27,9	28,5	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,4	37,1	37,7	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
22,6	27,9	28,6	29,2	29,9	30,5	31,2	31,9	32,5	33,2	33,8	34,5	35,1	35,8	36,5	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7	40,4	41,0
22,8	27,9	28,6	29,2	29,9	30,6	31,2	31,9	32,5	33,2	33,8	34,5	35,2	35,8	36,5	37,1	37,8	38,4	39,1	39,8	40,4	41,1
23,0	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,2	31,9	32,6	33,2	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,1	39,8	40,4	41,1
23,2	28,0	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,2	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,8	38,5	39,2	39,8	40,5	41,1
23,4	28,0	28,6	29,3	30,0	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6	35,2	35,9	36,5	37,2	37,9	38,5	39,2	39,8	40,5	41,1
23,6	28,0	28,7	29,3	30,0	30,6	31,3	32,0	32,6	33,3	33,9	34,6	35,3	35,9	36,6	37,2	37,9	38,5	39,2	39,9	40,5	41,2
23,8	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	35,9	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,5	41,2
24,0	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,2	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,4	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,6	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
24,8	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,0	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,7	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,2	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,4	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	35,9	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,6	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
25,8	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
26,0	28,0	28,7	29,3	30,0	30,7	31,3	32,0	32,6	33,3	34,0	34,6	35,3	36,0	36,6	37,3	37,9	38,6	39,2	39,9	40,6	41,2
26,2	28,0	28,7	29,4	30,0	30,7	31,4	32,0	32,7	33,3	34,0	34,7	35,3	36,0	36,6	37,3	38,0	38,6	39,3	39,9	40,6	41,3
26,4	28,1	28,7	29,4	30,1	30,7	31,4	32,0	32,7	33,4	34,0	34,7	35,3	36,0	36,7	37,3	38,0	38,6	39,3	40,0	40,6	41,3
26,6	28,1	28,8	29,4	30,1	30,7	31,4	32,1	32,7	33,4	34,1	34,7	35,4	36,0	36,7	37,4	38,0	38,7	39,3	40,0	40,7	41,3
26,8	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,7	35,4	36,1	36,7	37,4	38,1	38,7	39,4	40,0	40,7	41,3
27,0	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7	41,4
27,2	28,1	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,7	39,4	40,1	40,7	41,4
27,4	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4
27,6	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,4	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4
27,8	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,5	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4
28,0	28,2	28,8	29,5	30,2	30,8	31,5	32,1	32,8	33,5	34,1	34,8	35,5	36,1	36,8	37,4	38,1	38,8	39,4	40,1	40,7	41,4

Tableau de salinité : Conductance

Meßwert: **Leitwert**

Dargestellter Wert: **Salinität [psu]**



Temperatur [°C]	Leitwert [mc/cm]																				
	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0
20,0	28,6	29,4	30,2	31,0	31,8	32,6	33,4	34,3	35,1	35,9	36,7	37,5	38,4	39,2	40,0	40,9	41,7	42,6	43,4	44,3	45,1
20,2	28,5	29,3	30,1	30,9	31,7	32,5	33,3	34,1	34,9	35,7	36,5	37,4	38,2	39,0	39,9	40,7	41,5	42,4	43,2	44,1	44,9
20,4	28,3	29,1	29,9	30,7	31,5	32,3	33,1	33,9	34,7	35,6	36,4	37,2	38,0	38,8	39,7	40,5	41,3	42,2	43,0	43,9	44,7
20,6	28,2	29,0	29,8	30,6	31,4	32,2	33,0	33,8	34,6	35,4	36,2	37,0	37,8	38,7	39,5	40,3	41,1	42,0	42,8	43,6	44,5
20,8	28,1	28,9	29,6	30,4	31,2	32,0	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36,8	37,7	38,5	39,3	40,1	40,9	41,8	42,6	43,4	44,3
21,0	27,9	28,7	29,5	30,3	31,1	31,9	32,7	33,5	34,3	35,1	35,9	36,7	37,5	38,3	39,1	39,9	40,7	41,6	42,4	43,2	44,1
21,2	27,8	28,6	29,4	30,1	30,9	31,7	32,5	33,3	34,1	34,9	35,7	36,5	37,3	38,1	38,9	39,7	40,6	41,4	42,2	43,0	43,9
21,4	27,7	28,5	29,2	30,0	30,8	31,6	32,4	33,1	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,9	38,7	39,6	40,4	41,2	42,0	42,8	43,7
21,6	27,6	28,3	29,1	29,9	30,6	31,4	32,2	33,0	33,8	34,6	35,4	36,2	37,0	37,8	38,6	39,4	40,2	41,0	41,8	42,6	43,4
21,8	27,4	28,2	29,0	29,7	30,5	31,3	32,1	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36,8	37,6	38,4	39,2	40,0	40,8	41,6	42,4	43,2
22,0	27,3	28,1	28,8	29,6	30,4	31,1	31,9	32,7	33,5	34,2	35,0	35,8	36,6	37,4	38,2	39,0	39,8	40,6	41,4	42,2	43,0
22,2	27,2	27,9	28,7	29,5	30,2	31,0	31,8	32,5	33,3	34,1	34,9	35,7	36,4	37,2	38,0	38,8	39,6	40,4	41,2	42,0	42,8
22,4	27,1	27,8	28,6	29,3	30,1	30,8	31,6	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,9	38,6	39,4	40,2	41,0	41,8	42,6
22,6	26,9	27,7	28,4	29,2	29,9	30,7	31,5	32,2	33,0	33,8	34,6	35,3	36,1	36,9	37,7	38,5	39,3	40,1	40,9	41,6	42,5
22,8	26,8	27,6	28,3	29,1	29,8	30,6	31,3	32,1	32,9	33,6	34,4	35,2	35,9	36,7	37,5	38,3	39,1	39,9	40,7	41,5	42,3
23,0	26,7	27,4	28,2	28,9	29,7	30,4	31,2	31,9	32,7	33,5	34,2	35,0	35,8	36,6	37,3	38,1	38,9	39,7	40,5	41,3	42,1
23,2	26,6	27,3	28,0	28,8	29,5	30,3	31,0	31,8	32,6	33,3	34,1	34,9	35,6	36,4	37,2	37,9	38,7	39,5	40,3	41,1	41,9
23,4	26,4	27,2	27,9	28,7	29,4	30,2	30,9	31,7	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,2	37,0	37,8	38,5	39,3	40,1	40,9	41,7
23,6	26,3	27,1	27,8	28,5	29,3	30,0	30,8	31,5	32,3	33,0	33,8	34,5	35,3	36,1	36,8	37,6	38,4	39,1	39,9	40,7	41,5
23,8	26,2	26,9	27,7	28,4	29,1	29,9	30,6	31,4	32,1	32,9	33,6	34,4	35,1	35,9	36,7	37,4	38,2	39,0	39,7	40,5	41,3
24,0	26,1	26,8	27,5	28,3	29,0	29,8	30,5	31,2	32,0	32,7	33,5	34,2	35,0	35,7	36,5	37,3	38,0	38,8	39,6	40,3	41,1
24,2	26,0	26,7	27,4	28,2	28,9	29,6	30,4	31,1	31,8	32,6	33,3	34,1	34,8	35,6	36,3	37,1	37,9	38,6	39,4	40,2	40,9
24,4	25,9	26,6	27,3	28,0	28,8	29,5	30,2	31,0	31,7	32,4	33,2	33,9	34,7	35,4	36,2	36,9	37,7	38,5	39,2	40,0	40,7
24,6	25,7	26,5	27,2	27,9	28,6	29,4	30,1	30,8	31,6	32,3	33,0	33,8	34,5	35,3	36,0	36,8	37,5	38,3	39,0	39,8	40,6
24,8	25,6	26,3	27,1	27,8	28,5	29,2	30,0	30,7	31,4	32,1	32,9	33,6	34,4	35,1	35,9	36,6	37,4	38,1	38,9	39,6	40,4
25,0	25,5	26,2	26,9	27,7	28,4	29,1	29,8	30,5	31,3	32,0	32,7	33,5	34,2	35,0	35,7	36,4	37,2	37,9	38,7	39,4	40,2
25,2	25,4	26,1	26,8	27,5	28,3	29,0	29,7	30,4	31,1	31,9	32,6	33,3	34,1	34,8	35,5	36,3	37,0	37,8	38,5	39,3	40,0
25,4	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,6	30,3	31,0	31,7	32,4	33,2	33,9	34,6	35,4	36,1	36,9	37,6	38,4	39,1	39,9
25,6	25,2	25,9	26,6	27,3	28,0	28,7	29,4	30,1	30,9	31,6	32,3	33,0	33,8	34,5	35,2	36,0	36,7	37,4	38,2	38,9	39,7
25,8	25,1	25,8	26,5	27,2	27,9	28,6	29,3	30,0	30,7	31,4	32,2	32,9	33,6	34,3	35,1	35,8	36,5	37,3	38,0	38,8	39,5
26,0	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,2	29,9	30,6	31,3	32,0	32,7	33,5	34,2	34,9	35,6	36,4	37,1	37,8	38,6	39,3
26,2	24,9	25,6	26,2	26,9	27,6	28,3	29,0	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,8	35,5	36,2	37,0	37,7	38,4	39,2
26,4	24,8	25,4	26,1	26,8	27,5	28,2	28,9	29,6	30,3	31,0	31,7	32,5	33,2	33,9	34,6	35,3	36,1	36,8	37,5	38,3	39,0
26,6	24,6	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,5	30,2	30,9	31,6	32,3	33,0	33,7	34,5	35,2	35,9	36,6	37,4	38,1	38,8
26,8	24,5	25,2	25,9	26,6	27,3	28,0	28,7	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,3	35,0	35,8	36,5	37,2	37,9	38,6
27,0	24,4	25,1	25,8	26,5	27,2	27,9	28,6	29,2	29,9	30,6	31,3	32,0	32,8	33,5	34,2	34,9	35,6	36,3	37,0	37,8	38,5
27,2	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1	27,7	28,4	29,1	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,7	35,4	36,2	36,9	37,6	38,3
27,4	24,2	24,9	25,6	26,3	26,9	27,6	28,3	29,0	29,7	30,4	31,1	31,8	32,5	33,2	33,9	34,6	35,3	36,0	36,7	37,4	38,2
27,6	24,1	24,8	25,5	26,1	26,8	27,5	28,2	28,9	29,6	30,3	30,9	31,6	32,3	33,0	33,7	34,4	35,1	35,9	36,6	37,3	38,0
27,8	24,0	24,7	25,4	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,3	35,0	35,7	36,4	37,1	37,8
28,0	23,9	24,6	25,3	25,9	26,6	27,3	28,0	28,6	29,3	30,0	30,7	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,5	36,3	37,0	37,7

Impression

Auteur : Martin Kuhn, Allemagne, 82149 Munich, Estingerstr. 2c
e-mail : martin.kuhn@aquacalculator.com
Page d'accueil www.acalc.de / www.aquacalculator.com

Tous les contenus proposés sur ma page d'accueil sont soumis à mes propres droits d'auteur et ne peuvent être proposés au téléchargement sur d'autres serveurs/pages d'accueil.

Sources et données personnelles

Robert & Manuela Baur-Kruppas <http://www.korallenriff.de>

Armin Glaser : Ratgeber Meerwasserchemie
Theorie und Praxis für Aquarianer ISBN 978-3-9810570-2

Randy Holmes-Farley : Paramètres de l'eau des aquariums récifaux / pH faible : causes et remèdes / pH élevé : causes et remèdes / Solutions aux problèmes de pH / Le nitrate dans l'aquarium récifal / Résoudre les problèmes de calcium / Alcalinité / Relation entre l'alcalinité et le pH / Qu'est-ce que l'alcalinité ?

Jens Kallmeyer, Jörg Kokott, Hans-Werner Balling, Michael Mrutzek, Michael Nannini, Thomas Geisel, Thomas Chronz : support technique, suggestions d'amélioration et relecture.

Les magasins spécialisés/fabricants suivants ont apporté leur soutien, par exemple en matière de matériel d'essai

Fauna Marin (Claude Schuhmacher)	www.faunamarin.de
Mrutzek aquaristique marine	shop-meeresaquaristik.de
Tropic Marin (H.W. Balling)	www.tropic-marin.com
ATI (Oliver Pritzel)	www.atiaquaristik.com
RedSea aka TN (Georg Kotlin)	www.terra-nova-pro.de
GroTech Aquarium Technology	www.grotech.de
Dupla Aquaristics (C. Seidel)	www.dupla-marin.com
Aquarium West (Markus Mahl)	aquarium-west.de



MERCI DE VOTRE ATTENTION !

