

Dénitration basée sur le soufre à l'aquarium du MAAO

par Sébastien Delaporte et Michel Hignette

L'utilisation du soufre comme support pour le développement de bactéries dénitrifiantes a fait l'objet de nombreuses études. L'éventualité d'une utilisation en aquariologie a été testée sur des systèmes pilotes à l'Aquarium du Musée national des Arts d'Afrique et d'Océanie (MAAO) à Paris. M Langouet a ensuite développé avec succès des systèmes plus importants à l'aquarium de St Malo. Les résultats obtenus étant jugés satisfaisants, il a été décidé d'utiliser cette méthode sur le circuit général d'eau de mer d'un volume de 60000 litres de l'aquarium du MAAO.

Les mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau ont été réalisées avec un spectrophotomètre DR 4000 U de chez Hach. La méthode utilisée permet de déterminer précisément la concentration en nitrates en retranchant l'absorbance en UV à 275 nm due à la matière organique, à celle de 220 nm due à la matière organique et aux nitrates. Le dénitrificateur se compose de quatre grandes colonnes en PVC d'un volume de 240 litres, chacune ayant 2 m de hauteur et 40 cm de diamètre et de 2 petites colonnes en PVC d'un volume de 25 litres, chacune ayant 1,5 m de hauteur et un diamètre de 15 cm. Au total, 850 kg de soufre ont été répartis de façon égale dans les 4 colonnes de 240 litres. Les deux autres colonnes contiennent du maërl composé de squelettes d'algues calcaires. Le dénitrificateur est constitué de deux unités identiques fonctionnant en parallèle, chacune composée de 2 colonnes de soufre reliées à une colonne de maërl. Une pompe assure l'arrivée d'eau à la base de chaque colonne de soufre.

Le dénitrificateur a été placé dans une cuve isolée, dans un premier temps, afin d'éviter le rejet de nitrites dans le circuit d'eau de mer de l'aquarium. En tenant compte de la modélisation réalisée lors des études précédentes (capacité maximale d'élimination de 2 kg de nitrates par jour par m³ de soufre, le débit réglé au départ est de 50 l/h à la base de chaque colonne de soufre soit 200 l/h au total. La dénitrification s'effectue au départ dans une cuve contenant 10 m³ d'eau de mer du circuit général dont la concentration est de 320 mg de nitrates par litre.

Dès les premiers jours on constate une baisse de la concentration en nitrates et une élévation de la concentration en nitrites, cette dernière ayant un pic de 69 mg/l le 8^{ème} jour. On peut penser que les bactéries déjà présentes naturellement sur le soufre se développent durant les 8 premiers jours et réduisent d'abord les nitrates en nitrites. Ce n'est qu'au 9^{ème} jour que les bactéries sont en nombre suffisant dans les colonnes de soufre pour dégrader l'ensemble des nitrates et commencer à utiliser les nitrites comme source d'oxygène. On observe alors une chute rapide des concentrations en nitrites et en nitrates dans la cuve.

Une fois la population bactérienne installée et la concentration en nitrites redescendue à un niveau très faible, on évacue l'eau de la cuve dans le circuit. Ensuite, on introduit à nouveau 10 m³ d'eau du circuit dans la cuve contenant les dénitrificateurs. On observe un pic de nitrites de 2 mg/l après un jour et la concentration en nitrates chute au bout de trois jours.

Cette opération est répétée trois fois. A chaque fois le pic de nitrites est plus discret le premier jour et la chute de concentration en nitrates s'effectue en trois jours. Ces trois opérations ont permis d'abaisser d'environ 100 mg/l la concentration en nitrates du circuit. Ensuite, la cuve des dénitrificateurs a été connectée au circuit général d'eau de mer.

En gardant un débit de 200 l/h, la concentration en nitrates passe en 13 jours de 220 mg/l à 10 mg/l puis reste stable. Le débit est alors augmenté jusqu'à 500 l/h et la concentration en nitrates diminue en 15 jours et se stabilise de nouveau à 20 mg/l. En routine, le débit est de l'ordre de 1500 l/h et la concentration en nitrates varie entre 4 et 10 mg/l (suivant l'alimentation des poissons).

Lors de la réaction de dénitrification, le pH varie beaucoup et descend jusqu'à des valeurs proches de 6 en sortie de colonnes de soufre. Cependant l'utilisation de maërl permet de tamponner le pH, celui-ci oscille entre 7,2 et 7,5 à la sortie des petites colonnes de maërl. Deux colonnes supplémentaires contenant chacune 150 kg de maërl sont percolées indépendamment du dénitrificateur. Le pH est ainsi plus stable à des valeurs voisines de 8 dans la cuve et dans le circuit. Cependant, l'attaque acide subie par le maërl provoque sa décomposition partielle en fines particules et les petites colonnes de maërl colmatent assez rapidement (15 jours environ). L'entretien du dénitrificateur consiste alors à remplacer régulièrement le maërl des petites colonnes. La décomposition du substrat calcaire produit également des ions calcium dont la concentration atteint des valeurs supérieures à 600 mg/l dans le circuit général.

Après 6 mois d'utilisation on a constaté que le soufre se délitait également. Le colmatage provoque une diminution du débit d'eau passant dans les colonnes de soufre. Il y a alors formation de zones anoxiques et dégagement d'odeurs nauséabondes. Des injections d'air à la base des colonnes permettent de décolmater le soufre dès les premières odeurs.

Les éventuels inconvénients de l'utilisation du dénitrificateur à soufre sont l'acidification du milieu et la production de sulfates. Dans un premier temps aucune élévation de la concentration en sulfate n'a été notée. Mais à la suite du colmatage des colonnes de maërl provoquant de temps en temps des débordements, une partie de l'eau ayant traversée les colonnes de soufre se retrouve dans la cuve sans passer sur le maërl. La concentration en sulfates a ainsi connu des pics jusqu'à 5300 mg/l (la concentration normale se situant entre 2500 et 3000 mg/l). Toutefois les poissons n'ont montré aucune modification de leur comportement. La concentration moyenne des sulfates présents dans un gramme de maërl varie suivant la localisation . Dans l'aquarium elle est de 220 mg, dans le dénitrificateur de 431 mg et dans le maërl neuf de 219 mg. Il semble que les sulfates soient précipités au niveau du maërl ce qui évite l'augmentation de leur concentration dans l'eau du circuit de l'aquarium.

L'utilisation du dénitrificateur sur soufre a permis de faire chuter en peu de temps la concentration en nitrates du circuit de l'aquarium sans qu'il y ait eu d'influence néfaste sur le comportement des poissons. Cependant certaines précautions doivent être prises. En particulier, il faut surveiller le pic de nitrites lors de la mise en route et l'utilisation d'un substrat calcaire est recommandé à la fois pour piéger la production de sulfates, mais surtout pour maintenir un pH correct tout en augmentant la concentration en calcium.