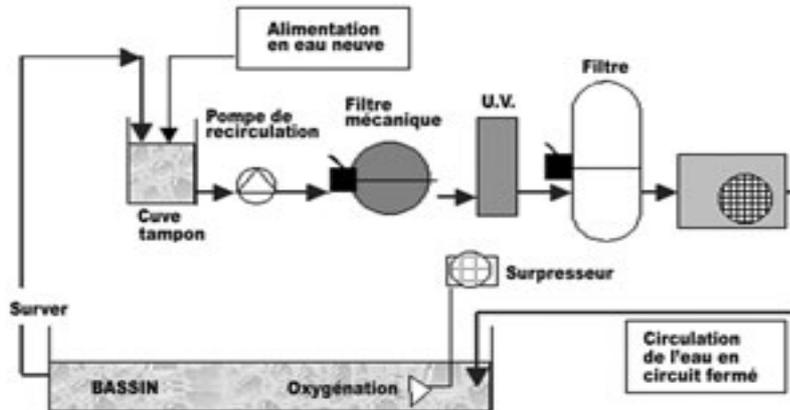


Le circuit fermé

I. LA FILTRATION S'ORGANISE DE LA MANIERE SUIVANTE :

L'eau des bassins est recueillie dans une cuve de reprise où une pompe (1) en charge fait circuler l'eau au travers d'un filtre mécanique (2), d'un stérilisateur UV (3), d'un filtre biologique et d'une régulation thermique avant d'alimenter les bassins.



II. DESCRIPTION DU MATERIEL

Pompe

Elle nécessite un entretien minimum. Elle possède un système de pré-filtre avec un panier en plastique facilement démontable. Dans la majorité des cas, elle fonctionne à l'électricité

Filtre mécanique

Le filtre mécanique est un filtre pression à sable de silice qui fonctionne à contre courant, il piège les particules en suspension supérieures à $40\mu\text{m}$. Un manomètre indique le taux de colmatage. Le lavage journalier du filtre se fait simplement en tournant une vanne multivoie.

Stérilisateur Ultraviolet

La dose de radiations ultraviolettes est fixée à 25 mJ/cm^2 . A cette dose, en recirculation, la totalité des germes présents dans l'eau sont détruits au bout de quelques heures.

De nombreux essais ont été menés par l'IFREMER et 95 % des stations de purifications fonctionnent sur ce principe de stérilisation sur la côte atlantique française.

Les stérilisateur UV nécessitent peu d'entretien. Une cellule optique permet de contrôler l'usure de la lampe.

Filtre biologique

Le filtre biologique est un filtre pression qui contient un substrat bactérien de type zeolithe. Ce substrat se caractérise par sa surface spécifique qui offre aux populations bactériennes une grande surface d'accrochage et qui permet d'obtenir de très bons rendements dans les processus de nitrification.

Thermorégulation

Le système de thermorégulation est une pompe à chaleur qui assure le refroidissement ou le réchauffement de l'eau. Un thermostat de régulation à affichage digital permet de régler et de contrôler la température de l'eau dans le circuit.

Aération des bassins

Le circuit fermé bénéficie d'un système d'aération de l'eau de type colonne de dégazage ou surpresseur.

Le Circuit Fermé permet d'alimenter des bassins en eau de mer stérile. Il est dimensionné pour permettre un renouvellement total du volume en 1 heure.

Le flux important d'eau à travers les bassins permet une évacuation continue des déchets.

III. APPLICATION:

Le Circuit Fermé est utilisé en aquaculture pour les phases larvaires d'élevages de poissons de crustacés et de coquillages, pour les phases de prégrossissement et pour le maintien en stabulation des lots de géniteurs. On utilise également ce système pour le stockage en vivier de crustacés et pour la purification de coquillages.

Ce système est spécialement conçu pour travailler à haute densité.

IV. LE PRINCIPE DU REACTEUR BIOLOGIQUE :

Depuis quelques années, les réacteurs biologiques qui se sont imposés sont réalisés sous pression. Il est important, de nettoyer régulièrement le média du réacteur. La cuve du réacteur biologique est un filtre qui permet des séquences de lavage appropriées pour que le réacteur puisse fonctionner en continu.

Les principaux média utilisés sur le marché sont la BIOCLINE et le BIOGROG, qui ont la propriété de bien fixer le développement bactérien. Lorsque la teneur en ammoniacque de l'eau brute est permanente et dépasse quelques dixièmes de ppm, il est nécessaire d'avoir recours à l'oxydation biologique, réalisée par les bactéries spécialisées : les bactéries nitrifiantes. Ces bactéries sont omniprésentes dans le milieu naturel : dans les sols et dans les eaux. L'oxydation biologique de l'ammoniacque est la nitrification bactérienne.

Ces bactéries sont autotrophes et aérobies, c'est-à-dire qu'elles se multiplient sur milieu exclusivement minéral, sans apport organique exogène et riche en oxygène dissous.

Il ressort de l'équation ci-dessous que la nitrification de 1 ppm d'azote ammoniacal exprimé en $N-NH_4^+$ requiert :

* 4,25 ppm d'oxygène dissous,

* 8,5 ppm de bicarbonate (HCO_3) : environ $0,7^\circ T AC$ exprimé en degrés français.

Le taux de croissance des bactéries nitrifiantes, donc le rendement de la nitrification, est fonction de la température, du pH, et du niveau de concentration en substrats (azote, carbone minéral, phosphore, oxygène).

La température joue un rôle important dans les réactions de nitrification, comme dans la plupart des processus biologiques. Pour une chute de température de $10^\circ C$, le taux de croissance est divisé par deux approximativement et le rendement de nitrification chute.

L'effet de la température est surtout très important pendant la période d'ensemencement.

V. LES CONDITIONS D'EMPLOI :

Plusieurs points importants:

Un filtre biologique est long à se mettre en route: il faut compter en moyenne 4 à 5 semaines. Mais aujourd'hui, grâce à des activateurs biologiques, il est possible de réduire ce délai de moitié. Les souches de bactéries sont préparées en laboratoires, ce qui est le gage d'une sécurité dans le développement de bonnes bactéries dans le réacteur biologique.

Il est essentiel de savoir qu'un filtre biologique ne doit pas être arrêté plus d'une 1/2 h sous peine de devoir attendre 2 à 4 semaines pour le voir fonctionner à nouveau.

Il est impératif également que le réacteur biologique reçoive constamment sa dose d'ammoniacque, faute de quoi il deviendrait inopérant.

LA NITRIFICATION COMPREND DEUX ÉTAPES:

1. La nitrification : $\text{NH}_4^+ \text{ g NO}_2^-$
 $55\text{NH}_4^+ + 76 \text{O}_2 + 109 \text{HCO}_3 \text{ g C}_5\text{H}_7\text{NO}_2^- + 54\text{NO}_2^- + 104\text{H}_2\text{CO}_3$

2. La nitrification : $\text{NO}_2^- \text{ g NO}_3^-$
 $400\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3 + 195\text{O}_2 \text{ C}_5\text{H}_7\text{NO}_2^- + 3\text{H}_2\text{O} + 400\text{NO}_3^-$

Ceci s'écrit globalement :
 $\text{NH}_4^+ + 1,86\text{O}_2 + 1,98\text{HCO}_3^- - 0,021\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2^- + 1,041\text{H}_2\text{O}$
 $+ 0,98\text{NO}_3^- + 1,88\text{H}_2\text{CO}_3$

Le cycle de l'azote et la formation d'ammoniaque

En milieu aquatique,

l'azote existe sous différentes formes :

- azote moléculaire N_2
- L'azote organique dissous (urines, acides aminés...)
- L'azote organique constitutif des tissus de la matière vivante (phyto et zoo-plancton).
- L'azote minéral est issu de la dégradation de l'azote organique et ensuite excrété par les

branchies et dissout dans l'eau, il se dissocie rapidement pour produire des ions ammonium (NH_4^+) et des ions hydroxyde (OH^-). L'ammoniaque, par oxydation, va se transformer en nitrites et ensuite en nitrates par l'action des bactéries nitrifiantes. Les poissons supportent mieux une forte teneur en nitrates qu'en nitrites ou en ammoniaque.

Les nuisances engendrées par l'azote ammoniacal

Le problème de l'azote se pose à plusieurs niveaux en ce qui concerne la vie aquatique.

Nuisances sur l'environnement aquatique :

- L'ammoniaque est la forme la plus favorable à l'eutrophisation parce que la plus assimilable. Ce phénomène se traduit en été par la prolifération d'algues microscopiques.
- Lorsque la température le permet, la nitrification de NH_4^+ en NO_3^- contribue à appauvrir le milieu en oxygène dissous.

L'ammoniaque est toxique pour les poissons et la vie aquatique en général, toxicité qui dépend à la fois de la concentration (en pisciculture, la dose d'ammoniaque supportable par les Salmonidés est de l'ordre de 0,5 mg/l à 1,5 mg/l), mais surtout du pH car la forme NH_3 (ammoniaque libre) est beaucoup plus toxique que la forme NH_4^+ . Les poissons meurent par empoisonnement direct.

Nuisances sur le plan physiologique

Perturbe le système d'osmorégulation en augmentant la perméabilité totale du poisson.

- Perturbe la respiration en détruisant la couche de mucus des branchies et provoquant leur gonflement.
- Perturbe la prise d'oxygène en entravant le flux d'eau par l'irritation des branchies qui stimule la production de nouvelles cellules sur la surface des lamelles. Phénomène appelé "hyperplasie"
- Perturbe le transport de l'oxygène par l'hémoglobine.
- Favorise certaines maladies (ex. la maladie bactérienne des branchies et la pourriture des nageoires).
- Perturbe l'équilibre normal du poisson, constituant un facteur de stress : mauvaises conditions du milieu donc tentative de fuite puis d'adaptation. Réduction du système immunitaire. A des doses mortelles, elle détruit les membranes muqueuses de la peau et de l'intestin du poisson, provoquant des saignements externes et des hémorragies des organes internes.

Les substrats bactériens

Les biosphères

Dans les eaux d'élevage, pour diminuer la teneur en ammoniacque issue de l'excrétion des poissons, on utilise la propriété qu'ont certaines bactéries fixées de pouvoir oxyder l'ammoniacque en nitrites et nitrates, composés beaucoup moins toxiques. L'efficacité de ce procédé biologique est en grande partie liée à la qualité du substrat.

L'utilisation des BIOSPHERES, constituées d'une touffe de fibres synthétiques entourées d'arceaux plastiques, qui présentent des caractéristiques très intéressantes :

- une forte surface spécifique, de 2000 m²/m³ permettant la fixation d'une biomasse importante de bactéries.
- un abattement de 2 kg d'ammoniacque par jour par m³ de substrat (ce qui correspond à une quantité d'aliment distribuée par jour entre 60 et 75 kg)
- un colmatage inexistant, évitant tout lavage ce qui représente des gains de temps appréciables , une économie d'eau et une simplification des filtres
- une très faible perte de charge permettant l'utilisation dans des filtres à surface libre
- une mise en oeuvre très simple
- la possibilité de réaliser des phases de dénitrification.

Filtres à lit fluidifié

Principe : Filtre à courant ascendant, utilisant des granulats de polystyrène ou des fibres.

Ce système traite à la fois les matières en suspension (0 à 75% d'abattement), et l'ammoniacque.

Modules de filtration chimique

Comprend une recharge de grande capacité pour recevoir l'élément biologique (zéolite, charbon actif, etc...).

Un bouchon amovible permet d'accéder à la recharge.

Pré-nettoyage possible sans démontage de la recharge.

Module de filtration mécanique

Assure une filtration mécanique micronique allant jusqu'à 1 μ .

Comprend un manomètre à cadran de 0-30 PSI permettant de contrôler le degré de saturation du filtre.

Des versions à montage horizontal sont aussi disponibles pour des installations dont la place en hauteur est limitée (Haut.libre min. 18 cm). Egalement des filtres commerciaux jusqu'à une capacité de 600 l/min.

Systèmes de bio - filtration

Pour petites et moyennes installations (de 600 à plus de 10000 litres) en circuit fermé.

Comprenant:

- Réacteur biologique sur biocascades avec répartiteur
- Dénitrificateur biologique anaérobie
- Filtration mécanique sur mousse
- Ecumeur (eau de mer)
- Pompe de relevage (4000 l/h à 18000 l/h)
- Fabrications spéciales

Nécessite peu d'entretien

L'élimination des ions NH_4^+ zéolite clinoptilolite

Actuellement, on connaît plusieurs méthodes d'élimination du cation NH_4^+ :

- L'extraction (échange d'ions)
- L'oxydation biologique (nitrification-dénitrification)

Le phénomène d'échange d'ions :

La zéolite clinoptilolite est un échangeur d'ions, sous forme d'une masse de granulés, permettant d'absorber des ions contenus dans une solution en restituant à cette solution des quantités équivalentes d'autres ions. Les principaux ions rencontrés dans l'eau et dans les solutions aqueuses sont :

- Les ions chargés positivement (les cations) : le calcium Ca^{2+} , le magnésium Mg^{2+} , le potassium K^+ .
- Les ions chargés négativement (les anions) :

| ANALYSE MINÉRALE | | ANALYSE CHIMIQUE | |
|---------------------|-----|-------------------------|--------|
| Clinoptilolite | 81% | SiO_2 | 71.32% |
| Clay-minéral | 13% | Al_2O_3 | 9.34% |
| Quartz | 2% | FeO | 0.97% |
| Feldspath | 3% | MnO | 0.06% |
| Mica | 2% | CaO | 4.20% |
| | | MgO | 1.19% |
| | | Na_2O | 0.32% |
| | | K_2O | 2.60% |
| Humidité max. 6.00% | | | |

L'hydrogénocarbonate HCO_3^- , le carbonate CO_3^{2-} , le chlorure Cl^- , le sulfate SO_4^{2-} et le nitrate NO_3^- .

L'échange ne peut avoir lieu qu'entre ions de même polarité. Par conséquent, la zéolite clinoptilolite, échangeur de cations, n'échange que des cations. Ainsi, seuls les ions Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} pourront intervenir sur la zéolite clinoptilolite et l'ion NH_4^+ va être retenu sélectivement. La législation française interdit l'emploi de certaines résines pour le traitement des eaux ; en conséquence, l'utilisation de cet échangeur d'ions se révèle particulièrement intéressante en pisciculture, d'autant que ce phénomène d'échange est réalisé en un temps très court lorsque l'eau vient au contact de la zéolite clinoptilolite.

Le phénomène d'oxydation :

Outre cette propriété "d'éponge" à ammoniacale, les cavités de la zéolite clinoptilolite permettent la nidification des bactéries qui peuvent se fixer rapidement et en grand nombre. Support poreux exceptionnel qui, en plus de favoriser le développement des bactéries, les protège contre les agressions extérieures et permet de maintenir une activité bactérienne aérobie, sans fermentation toxique. La zéolite clinoptilolite s'avère donc être également un excellent support biologique.