

# CARNETS D'AQUAPONIE

## Initiation à la technique de culture en aquaponie



Aquaponia a.s.b.l.

**Imaginez pouvoir cultiver vos plantes et élever vos poissons d'eau douce en simultané, dans votre jardin, votre serre ou sur votre balcon !**

*L'aquaponie n'est pas seulement adaptable à votre jardin mais aussi à d'autres lieux : écoles, restaurants, institutions...*

*Cette pratique permet d'avoir des aliments frais et non pollués à portée de main : les aliments que vous récoltez seront consommés très rapidement après la cueillette. Et vos aliments n'auront reçu ni pesticide ni fertilisant chimique !*

# Introduction

Dans le monde actuel, la production alimentaire de façon conventionnelle pose des problèmes cruciaux à différents niveaux :

En effet, le modèle industriel produit à grande échelle : la culture est à la fois intensive et extensive, les produits sont « forcés » dans leur croissance pour répondre à la demande des consommateurs. Il s'ensuit :

- un appauvrissement de la variété des aliments ;
- la cueillette et la récolte de légumes et fruits pas encore mûris à point ;
- les lieux de production sont regroupés et décentralisés loin des lieux de consommation : il faut donc les acheminer vers les points de vente à grands frais de transports et de techniques de conservation pour garantir la fraîcheur des aliments;
- une augmentation de l'utilisation de fertilisants, d'herbicides, de pesticides pour répondre à cette nécessité de production rapide à large échelle ;
- la dégradation des sols de plus en plus pollués par les produits chimiques qui y sont répandus ;
- l'utilisation massive de l'eau, pour arroser et nettoyer les produits, qui consomme près de 70% des ressources d'eau douce sur terre (Pimental, Berger, Filberto & Newton (2004). *Water Resources : Agricultural and Environmental Issues, Bioscience*, 54 : 909-918);
- ...

Multiplier des cultures en aquaponie pourrait être une des solutions à ces problèmes ...

L'aquaponie intéresse de plus en plus de personnes à travers le monde pour son efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles. L'aquaponie offre une alternative simple et pratique permettant de pallier à tous les problèmes évoqués plus haut, s'inscrit dans une démarche de développement durable, et une voie d'accès possible à la souveraineté alimentaire.

# L'Aquaponie

## Quelle est son origine ?

« Aquaponie » est un mot issu de la fusion des mots aquaculture et hydroponie.

L'idée d'utiliser les déjections de poissons pour fertiliser les plantes a son origine dans les anciennes civilisations asiatiques et sud-américaines. Même si cette notion existe depuis ces anciennes civilisations, les fondateurs du « New Alchemist Institute » sont ceux qui, en 1969, ont innové l' « AQUAPONIE » sous sa forme actuelle. Le développement de l'aquaponie moderne est souvent attribué à ce groupe et aux travaux du Dr Mark Mcmurtry de l'université de Caroline du Nord aux USA.

A travers les efforts des pionniers de l'aquaponie, une nouvelle tendance s'est greffée sur les pratiques ancestrales : c'est celle que nous mettons en œuvre aujourd'hui.

## Qu'est ce que c'est ?

Le principe fondamental de l'aquaponie est de rentabiliser l'eau riche en nutriments que produit un élevage de poissons en permettant aux bactéries de se développer naturellement dans le système. Et ces bactéries transforment les déchets des poissons en nutriments assimilables par les plantes.

L'aquaponie, en associant l'aquaculture et l'hydroponie, est une pratique d'agriculture intégrée permettant de produire des aliments de qualités en utilisant des moyens naturels.

- L' aquaculture :

C'est l'élevage de toutes espèces aquatiques, plantes et animaux, dans un environnement partiellement ou totalement contrôlé. Beaucoup d'espèces sont produites ainsi de part le monde : crustacés, poissons d'eau douce, et algues,... En aquaponie, nous allons élever des espèces d'eau douce

- L' hydroponie :

L'éthymologie de ce mot est grecque : hydro= eau et ponos= labour. C'est une méthode de culture hors-sol qui utilise une solution de nutriments dans l'eau: on dissout des nutriments dans l'eau afin que ceux-ci puissent être assimilés par les plantes qui poussent dans l'eau sur des substrats autres que la terre (perlite, billes d'argile, laine de roche,...), sans que de la terre soit nécessaire. Ces systèmes sont particulièrement avantageux dans les lieux où la terre n'est pas suffisamment riche pour pouvoir être cultivée ou des lieux où l'eau est rare. Avoir un plus grand contrôle sur les nutriments assimilés par la plante engendre des récoltes plus saines, plus productives sans impact négatif sur le sol.

- L' aquaponie :

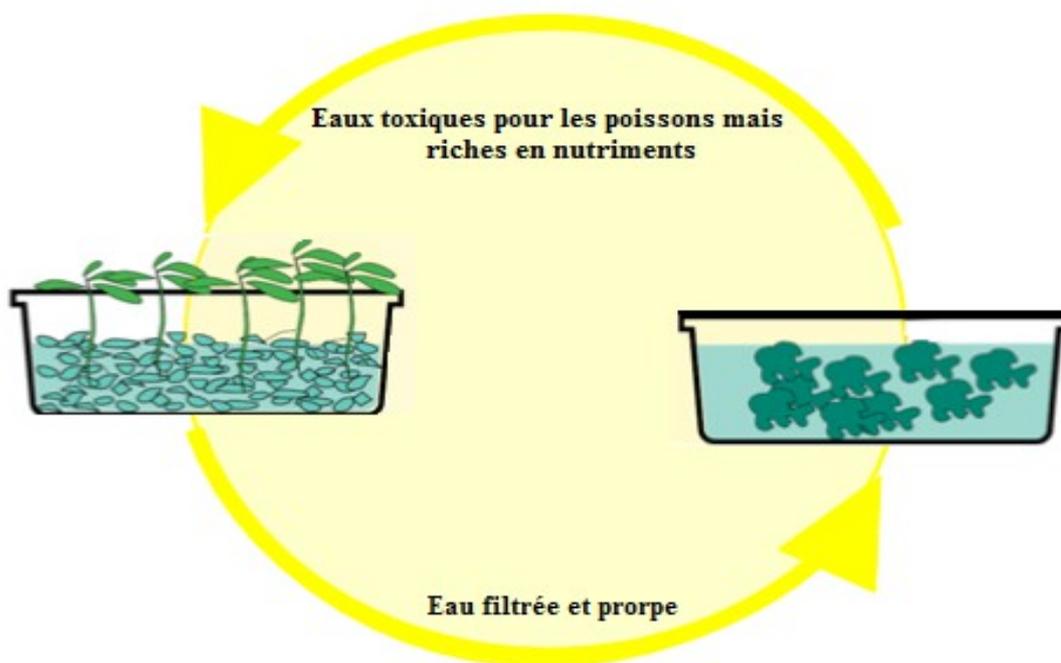
L' aquaponie combine les avantages des deux systèmes expliqués ci-dessus tout en éliminant les inconvénients de ces deux systèmes :

- d'une part, un besoin de filtrer les déchets toxiques pour les poissons mais riches en nutriments (aquaculture) et

- d'autre part, la nécessité d'enrichir l'eau en nutriments assimilables par les plantes (hydroponie).

Répondant aux deux problèmes, le système de l'aquaponie offre des nutriments naturels aux plantes et les plantes éliminent les déchets et filtrent l'eau ainsi rendue propre aux poissons:

**En aquaponie, on nourrit les poissons d'eau douce dans un bassin ; ces poissons produisent des déjections qui sont ensuite transformés en nutriments pour les plantes par l'action de bactéries spécifiques ; les plantes assimilent ces nutriments et ce faisant elles filtrent l'eau et la rendent propre pour les poissons.**



L'aquaponie offre deux types de récoltes (poissons et plantes) en utilisant un plan d'eau unique et une seule infrastructure.

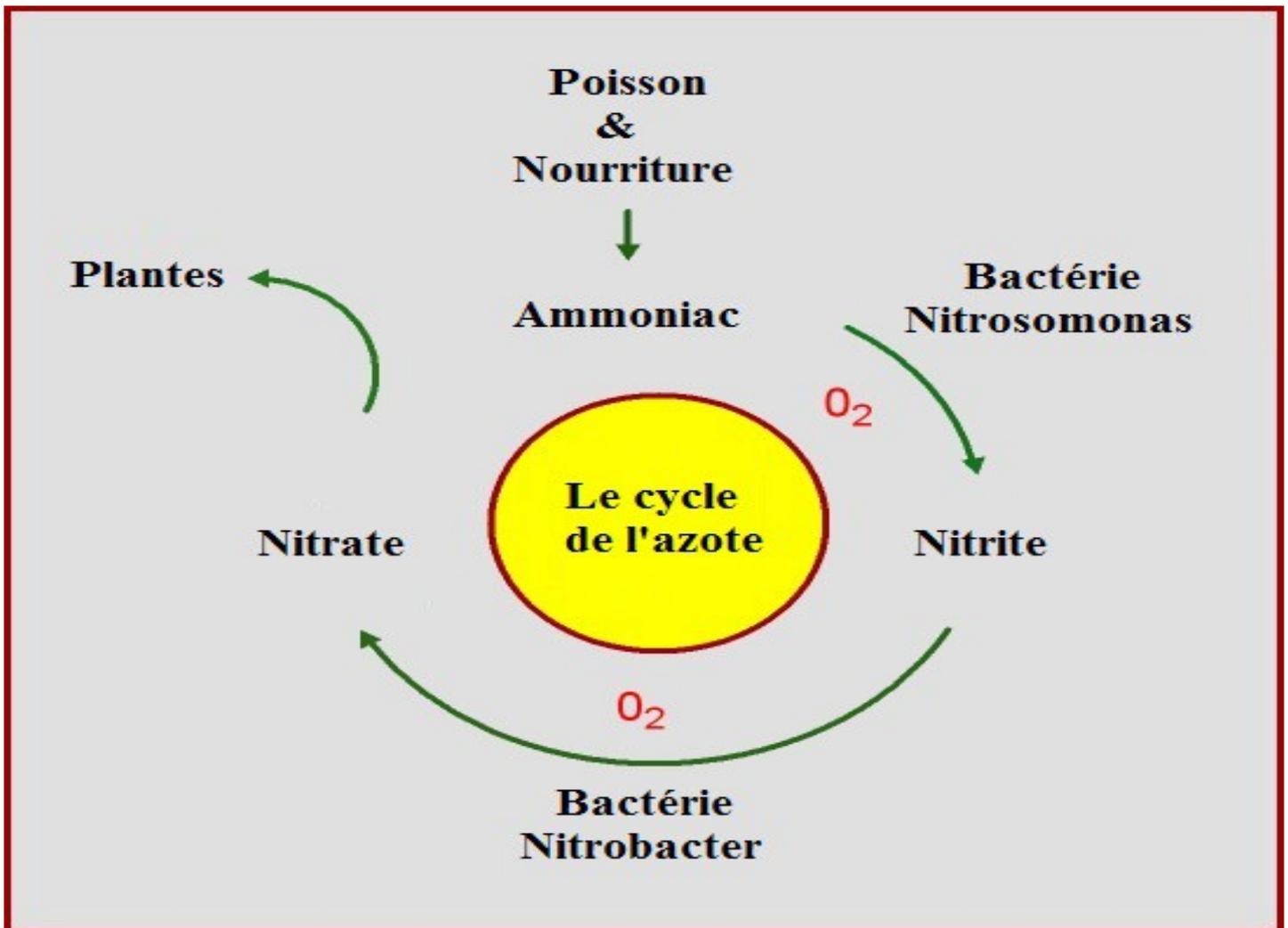
Le système fonctionne en cycle fermé : il est autosuffisant et s'inscrit dans le développement durable.

- D'autres avantages de l'aquaponie :
  - L'aquaponie est bien plus efficace au point de vue de la consommation d'eau que n'importe quelle autre forme de culture végétale (on estime à seulement 10% d'eau utilisée par rapport à la culture en terre)
  - L'aquaponie est un système durable : il reproduit des conditions naturelles sans provoquer de pollution ou dégradation environnementale dans son fonctionnement. Aucun usage de fertilisant ou pesticide chimique est utilisé en culture en aquaponie ;
  - Tous légumes, fruits, herbes cultivés en aquaponie nécessitent beaucoup moins de travail que du jardinage conventionnel. Il n'y a pas de travail du sol comme bêcher, retirer les mauvaises herbes,... et si le design du système est bien conçu, il évitera même l'effort physique de se courber vers le sol ! Ces particularités font de ce système une possibilité de jardinage accessible aux personnes limitées physiquement. Si les propriétés du système sont bien maîtrisées, ce système sera plus performant que le jardinage conventionnel, l'aquaculture et l'hydroponie.
  - L'aquaponie est un bon outil d'apprentissage pédagogique : famille, école,...
  - L'aquaponie contribue à préserver notre sol et notre eau en ne polluant aucunement l'environnement
  - L'aquaponie transforme un problème de toxicité à résoudre (l'eau salie par les déjections des poissons d'élevage) en une opportunité d'exploitation, et donc économiquement, elle transforme un coût inévitable en un potentiel exploitable.

## Comment ça marche ?

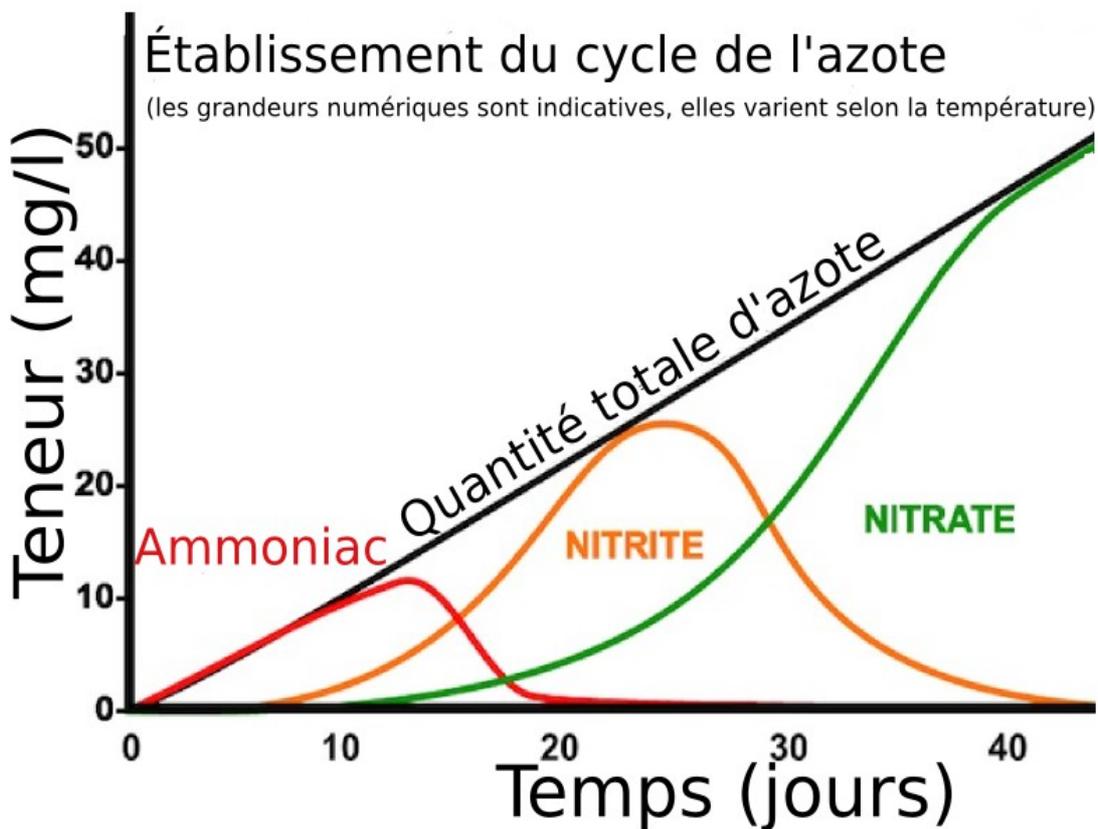
L'aquaponie est un système organisé avec trois composants principaux : Les plantes, les poissons et les bactéries.

C'est le cycle de l'azote qui permet de créer l'équilibre entre ces trois composants.



- Le cycle de l'azote ou la nitrification : Les déchets produits par les poissons (urines, excréments, nourriture non consommée) se décomposent en ammoniac ( $NH_3$ ). Quand le taux d'ammoniac dans l'eau atteint un certain niveau, des bactéries aérobies (nitrosomonas sp.) commencent à coloniser le système. Ces bactéries augmentent en nombre, l'ammoniac se convertit en nitrite ( $NO_2^-$ ) : le taux

d'ammoniac diminue et le taux de nitrite augmente dans le système. Le nitrite tout comme l'ammoniac est cependant encore nocif pour le poisson. Quant, à son tour, le taux de nitrite atteint un certain niveau, d'autres bactéries (nitrobactère ou nitrospira) commencent elles aussi à coloniser le système. Ces bactéries convertissent le nitrite en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) qui est moins dangereux pour la santé des poissons et qui sert de nutriment pour les plantes.



- Des filtres biologiques facilitent la colonisation des bactéries bénéfiques :

C'est un aspect central dans l'aquaculture et dans l'aquaponie. Il y a 5 sortes de bio-filtres : 1. *Flood and drain growbed* ; 2. *Trickling biofilter* ; 3. *Submerged bedfilter* ; 4. *Aquatic plant filter* ; 5. *Denitrification filter*.

Selon le système conceptualisé par le cultivateur, celui-ci portera son choix sur une de ces 5 façons de bio-filtrer. Dans les systèmes d'aquaponie, le filtre le plus souvent utilisé est le « flood and drain growbed ». Il comprend un bassin à poissons, une pompe, de la plomberie et un lit de culture rempli de billes d'argile. Concrètement, cette conceptualisation utilise le lit de culture comme « trickling bio-filter » ainsi que comme système de culture. Dans d'autres systèmes d'aquaponie n'utilisant pas de lit de culture de billes d'argile mais plutôt un système NFT ou un système DWC (Floating Raft), l'utilisation d'un bio-filtre externe est absolument nécessaire pour enlever les éléments solides qui sinon endommageraient les racines des plantes.

### Quels sont les différents systèmes?

Plusieurs des systèmes en aquaponie sont conceptualisés sur des modèles de systèmes d'hydroponie : ce qui les différencie, c'est qu'en aquaponie, l'eau utilisée provient d'un bassin à poissons **et** y retourne.

#### ● Les différents types de systèmes :

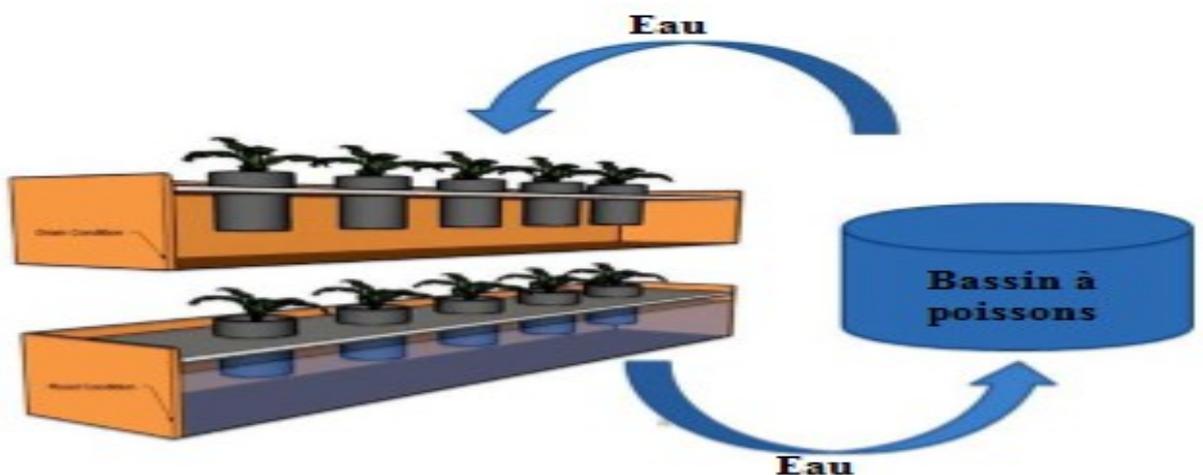
- Le « Media filled system » : en hydroponie, une des premières décisions est de considérer si on utilise un substrat ou non. En aquaponie, ce choix devient très important : la présence d'un substrat dans lequel se développent les racines des plantes peut éliminer la nécessité d'avoir un bio-filtre ou un filtre externe qui élimine les éléments solides. Si on utilise un substrat, les éléments solides et la boue provenant du bassin de poissons sont emprisonnés

par le substrat là où se développent le mieux les bactéries de nitrification. Le substrat et ses bactéries agissent alors comme bio-filtre.

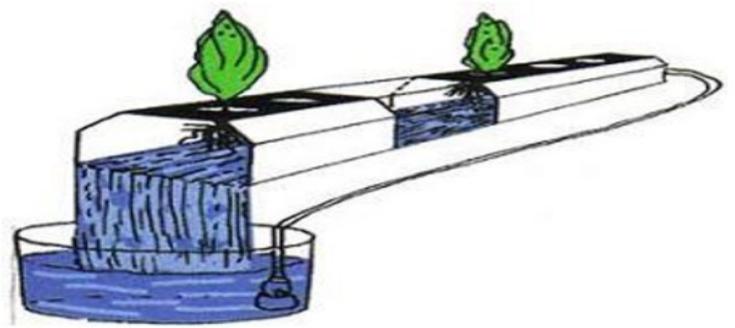
Remarque : en ajoutant des lombrics (*Eisenia*) dans le substrat, ceux-ci participent à la décomposition des éléments solides toujours présents dans l'eau et enrichissent le système en oxygène et en nutriments.



- Le « Flood and drain system » : plusieurs fois par jour, selon un rythme régulier, les racines des plantes baignent pendant un certain temps dans une eau statique riche en nutriments, puis l'eau est drainée et retourne vers le bassin de poissons. Cette technique peut être utilisée que le système possède ou non un substrat, et les racines peuvent être partiellement ou totalement submergées, laissant une portion des racines exposée à l'atmosphère. Les systèmes « flood and drain » sont reconnus pour leur fiabilité et leur simplicité de mise en œuvre.



- Le « NFT (Nutrient Film Technique) » : ce système consiste à exposer les racines des plantes à une fine couche d'eau riche en nutriment, qui coule en continu dans une rigole fabriquée dans un tube ou une rigole en pvc. L'idée essentielle est que le flux d'eau atteigne la base des racines tandis que le haut des racines est exposé à l'air pour recevoir l'approvisionnement adéquat en oxygène. Dans un système « NFT », le bio filtre est absolument nécessaire pour enlever les éléments solides qui sinon endommageraient les racines des plantes car il n'y a pas de surface suffisamment large pour permettre aux bactéries de se développer.



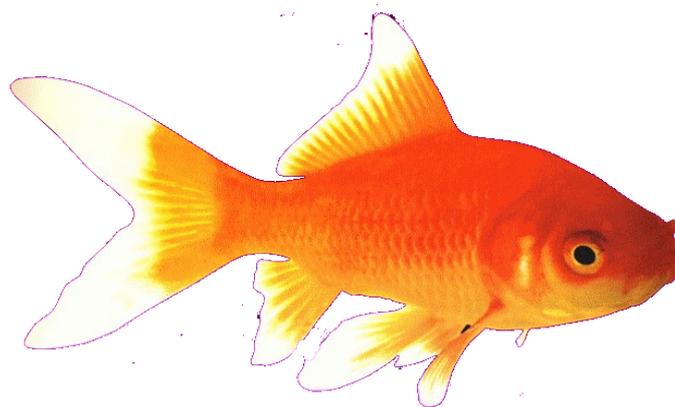
□ Le « DWC (Deep Water Culture) ou « Floating raft system » : c'est le système le plus fréquemment utilisé pour la culture commercialisée. Dans ce système, les plantes poussent sur des radeaux en polystyrène : ces radeaux sont perforés et on y place des pots en treillis (« net pots ») qui contiennent les plantes. Les racines pendent librement dans l'eau et assimilent les nutriments. De tous les systèmes, c'est le « Floating raft system » qui utilise la plus grande quantité d'eau (approximativement 4 fois plus que la plupart des autres systèmes). Pour les mêmes raisons que le NFT, le « Floating raft system » a lui aussi besoin d'un bio-filtre externe.



## Quels poissons peut-on élever ?

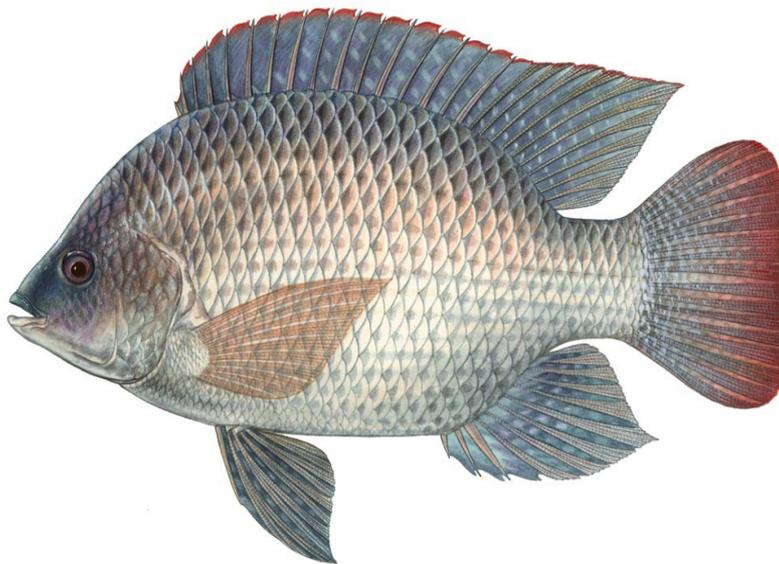
Le choix du poisson à élever va dépendre de la température de l'eau et de la disponibilité des écloséries de poissons de la région dans laquelle se fait l'élevage. Il faudra aussi se renseigner sur les types de poissons autorisés pour l'élevage d'un point de vue légal. Le cultivateur orientera son choix également selon le type de chair de poisson qu'il aime consommer et selon la nourriture pour poissons qui est accessible dans sa région. Certains poissons sont d'eau chaude, d'autres d'eau froide : il est possible d'adapter l'aquaponie à ces deux types d'élevage. Les espèces les plus courantes en aquaponie sont les tilapias, les truites, les perches, les carpes, les poissons-chat, les barramundis, les poissons rouges et les poissons ornementaux... Toutes les espèces de poissons peuvent être stressées par de nombreux facteurs : l'intervention humaine, une qualité d'eau médiocre,... Les effets du stress sur le poisson augmentent leur fragilité aux infections bactériennes et virales, tout comme ce l'est pour les humains.

- Quelques variétés de poissons :
  - Les poissons ornementaux (par exemple : les poissons rouges) : si le souhait du cultivateur n'est pas de consommer le poisson, il est intéressant de porter son choix sur le poisson rouge : en effet, ce poisson est plus robuste et coûte moins cher. De façon générale, le



poisson rouge est un bon choix de démarrage dans tous les cas : on pourra ensuite introduire progressivement des autres espèces.

- Les tilapias : dans les systèmes commercialisés, on élève des tilapias (originaires de l'Afrique de l'Est) : c'est une espèce très robuste, résistante aux fluctuations de taux d'oxygène, de température, de pH, et de matière organique présentes dans le système. Ce sont les poissons qui ont la croissance la plus rapide dans les systèmes d'aquaponie (le ratio de conversion de nourriture est de 1:1 : chaque kg de nourriture est convertie en kg de chair). Les tilapias vivent dans des eaux dont la température peut varier entre 14 et 30 degrés Celsius. La t° optimale est de 24° à 28°.



- Les truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) : ce sont des poissons d'eau froide qui est très répandue dans le monde. Ils peuvent tolérer des t° aussi basses que 3° et aussi hautes que 24°, mais les températures optimales pour l'élevage varient entre 13 et 17 degrés. Si ces poissons sont élevés dans des conditions optimales, le ratio de conversion de la nourriture peut atteindre de 1,5:1 jusqu'à 1:1. Cela signifie que chaque 1,25kg de nourriture peuvent produire 1kg de truite. Tout cela dépend bien sûr des conditions de la qualité de vie

des poissons : température, qualité de l'eau, facteurs génétiques. La truite arc-en-ciel a besoin d'un taux élevé d'oxygène dans l'eau comparé aux autres espèces de poissons en élevage. Elles connaissent cependant un grand succès dans les systèmes d'aquaponie, surtout dans les climats où les t° extérieures sont basses habituellement. L'élevage de truites arc-en-ciel est un choix idéal non seulement pour la qualité de leur chair mais aussi pour leur effet sur les visiteurs en offrant un spectacle au moment où elles sont nourries et attrapent leur nourriture en faisant des bonds.



### Quelles sont les conditions optimales de l'eau ?

Une excellente qualité de l'eau doit être maintenue de façon égale pour assurer les meilleures conditions de croissance des végétaux et la bonne santé des poissons . Tester son eau régulièrement est indispensable. On se procure des kits de tests chez les distributeurs d'aquaculture.



Les paramètres auxquels il faut être le plus attentif sont : le taux d'oxygène dissout dans l'eau, la température, le pH, les taux d'ammoniac, de nitrite et de nitrate. En général, les taux de nitrite et de nitrate ne demandent pas d'intervention pour les réguler : le nitrite est vite transformé en nitrate et le nitrate n'est toxique qu'à partir d'un taux très élevé (300 à 400mg/L).

D'autres paramètres moins importants sont utiles à contrôler dans le système: les taux de phosphore, de chlore, de dioxyde de carbone, de fer,...

Enfin, de nombreux autres facteurs influencent la qualité de l'eau : le nombre de poissons dans le bassin, la vitesse à laquelle ils grandissent, la quantité de nourriture distribuée, le volume de l'eau, les conditions environnementales (où se situe le bassin,...).

- Taux d'oxygène dissous :

En aquaculture, on fait souvent référence à ce taux d'oxygène dissous en utilisant DO (dissolved oxygen). Le taux de DO optimal varie de 6.0 à 7.0 mg/L.

Un oxymètre n'est pas toujours nécessaire (ils sont très chers) : on peut reconnaître chez le poisson des signes caractéristiques de détresse en cas de manque d'oxygène : les poissons sont en surface, y aspirent de l'air, se rassemblent près de la source d'eau alimentant le bassin, là où le taux de DO est le plus important. Il faut conceptualiser un système qui puisse procurer le meilleur apport en oxygène, en utilisant la circulation de l'eau. Si l'apport en oxygène n'est pas suffisant, on peut ajouter une pompe à air avec des diffuseurs dans le bassin.

- Température de l'eau :

Il faut au préalable connaître la température dans lequel le poisson vit habituellement. La température de l'eau reste plus constante dans des grands bassins, elle est plus fluctuante dans des petits bassins. Pour contrôler la variation de cette température, on peut chauffer l'eau en utilisant des résistances à plonger dans le bassin. On peut aussi isoler le bassin : en l'enterrant dans le sol, en le mettant sous serre ou à l'intérieur des habitations, en utilisant des matériaux d'isolation,... Les pertes de chaleur occurred souvent la nuit, quand la température extérieure est en baisse.

- Le pH :

Le pH est un indicateur d'acidité et d'alcalinité, échelonné de 0 (le plus acide) et 14 (le plus alcalin). La valeur 7 est neutre, ce qui est le taux normal de l'eau. Les poissons vivent au mieux dans une eau au pH de 6,5 à 8,0 ; Les plantes croissent mieux si le pH est compris entre 4,5 et 7,0 ; Les bactéries bénéfiques sont plus efficaces si le taux est de 6 à 8, et perdent de leur efficacité si le pH descend en dessous de 6. En faisant un compromis de ces différents besoins en acidité/alcalinité, le taux de pH idéal pour l'aquaponie est de 6,0 à 7,0.

On peut agir sur le pH de l'eau :

- en renouvelant une quantité d'eau ;
- si il faut augmenter le pH : en diluant de l'hydroxyde de potassium KOH ou en ajoutant de l'hydroxyde de calcium  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
- Il n'est jamais nécessaire d'agir pour diminuer le taux de pH, il baisse naturellement lors du processus de nitrification.

- L'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) :

L'ammoniac est produit par les déjections des poissons : une trop forte concentration d'ammoniac est toxique pour ceux-ci. La concentration en ammoniac doit être maintenue en-dessous de 1mg/L pour que les poissons restent en bonne santé.

- Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ):

Lorsque le taux d'ammoniac atteint un certain niveau, la bactérie nitrosomonas commence à coloniser le système et transforme l'ammoniac en nitrite. C'est la 2eme étape dans le cycle de l'azote. Une hausse du taux de nitrite peut être normale dans la phase de mise en route du système. On ne peut pas tolérer un taux de nitrite supérieur à 1mg/L.

- Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) :

Dans la 3eme étape du cycle de l'azote, la bactérie nitrobacter et d'autres bactéries convertissent le nitrite en nitrate. Le nitrate est de la nourriture assimilable par les plantes et c'est un élément moins toxique pour les poissons que le nitrite et l'ammoniac. Une hausse dans les taux de nitrate est un signal pour augmenter la quantité de plantes cultivées dans le système.

- Nourriture des poissons :

Les poissons en élevage dépensent moins d'énergie que dans des conditions naturelles plus dures : on doit donc moins les nourrir. C'est le cultivateur qui contrôle entièrement la croissance des poissons en

choisissant la quantité de provende (mélange alimentaire fabriqué pour animaux d'élevage) qu'il leur distribue. On calcule la quantité de nourriture à donner en fonction du poids du poisson : tout surplus de nourriture est non ingérée et, en se décomposant, dégrade la qualité de l'eau et perturbe le système. Quand il y a distribution de nourriture, les poissons doivent l'avoir ingéré en 5 min.

### Quels végétaux cultiver?

De nombreuses plantes peuvent être cultivées avec succès en aquaponie. Le choix des variétés à cultiver dépendra du choix et des goûts personnels du cultivateur pour sa consommation propre. Si l'objectif de la culture est la vente des produits, le choix se portera sur des variétés qui se récoltent rapidement ou qui sont constantes dans leur besoins en nutriments comme les plantes à feuilles (salades), les herbes aromatiques, ... Les variétés de plantes à fruits, qui demandent une plus grande variation des nutriments durant leur floraison et qui sont plus dépendantes des saisons, sont plus habituellement choisies par hobby ou pour l'expérimentation plutôt que pour la production.

Ci-dessous, un tableau d'exemples de variétés habituellement cultivées en aquaponie.

<b>Plantes à feuilles</b>	<b>Herbes aromatiques</b>	<b>Plantes à fruits</b>
Laitue	Romarin	Fraise
Chou	Mente	Concombre
Blette	Thym	Poivron
Bok Choy	Basilic	Piment
Moutarde Brune	Ciboulette	Melon
Radicchio	Origan	Tomate
Tat Soi	Persil	Brocoli
Cresson d'eau	Fenouil	Aubergine
Roquette	Coriandre	Chou fleur



