

LE TILAPIA - OREOCHROMIS NILOTICUS



LE TILAPIA ET SON ELEVAGE

HISTORIQUE DU TILAPIA

Les tilapias sont originaires d'Afrique.

Le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) est l'un des tous premiers poissons élevés par l'humanité. Les égyptiens l'élevaient à des fins ornementales comme en témoignent un bas relief découvert sur une tombe datée de 4000 ans. L'élevage de la carpe n'a commencé à se développer en Chine que 1000 ans plus tard !

Les premiers essais « modernes » d'élevage remonteraient à 1924, avec les essais relatés par la littérature au Kenya. A partir des années 40 et 50, les travaux réalisés au Congo belge et au Katanga par les colons posent les bases d'une pisciculture rationnelle. La conférence piscicole anglo-belge de 1949 marque la naissance de la pisciculture moderne du tilapia.

Pendant les années 40 et 50, l'élevage de tilapia a été initié un peu partout dans le monde tropical avec notamment le tilapia du Mozambique (*Oreochromis mossambicus*). Mais c'est avec le tilapia du Nil, plus apprécié et plus performant, que l'élevage a pris réellement son élan entre les années 60 et 80 avec son introduction au Japon, Thaïlande (1965), Philippines, Brésil (1971), USA (1974) et Chine (1978).

De nos jours les tilapias sont présents dans plus de 150 pays, mais paradoxalement l'essentiel de sa production se réalise hors de sa région d'origine, l'Afrique qui contrairement à l'Asie ne possède pas ou peu de tradition piscicole.

Parallèlement à cette extension de l'aire de présence des tilapias, on a assisté à une montée en puissance des programmes de recherche et à une augmentation considérable de la productivité de ces espèces.

Dans les îles de la Caraïbe, le tilapia a été introduit en 1940 à la Jamaïque qui constitue avec Cuba le principal Etat producteur de la Région.

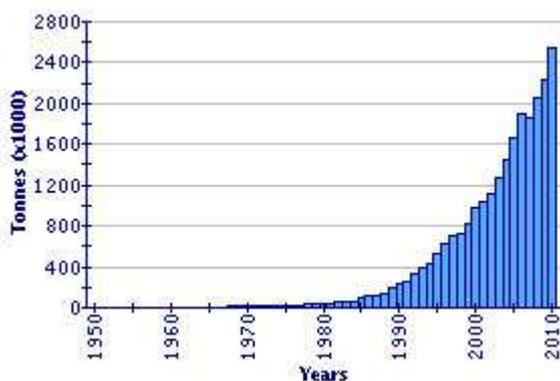
Aux Antilles françaises, une première introduction d'*O. Mossambicus* aurait eu lieu il y a dans les années 1950. Les premières tentatives d'élevage remontent à la fin des années 80 à partir de la souche Red Florida en provenance de la Jamaïque.

En Guadeloupe, c'est à Mr Pravaz, à St Claude, que l'on doit l'initiative du premier élevage à vocation

commerciale en 1989. En 1991, une nouvelle souche rouge (ND56) était importée d'Israël par l'entreprise OCEAN. Depuis 2008, le choix s'est porté sur l'élevage de l'oreochromis niloticus rouge.

SITUATION MONDIALE

Les deux principales espèces cultivées dans le monde sont le tilapia du Mozambique (O. Mosambicus) et surtout le tilapia du Nil (O. Niloticus) qui représente plus des 2/3 de la production mondiale de tilapia.



Production globale d'aquaculture de Oreochromis niloticus (FAO Fishery Statistic)

Les tilapias constituent le deuxième groupe de poissons élevés après les carpes et avant les saumons. La production mondiale a connu un véritable boom puisqu'en trente ans elle a été multipliée par 15. Au cours de la dernière décennie, elle a plus que doublé, passant de 830 000 tonnes en 1990 à 3,5 millions de tonnes en 2008.

La Chine reste le principal pays producteur de tilapia, avec une production de 1,1 million de tonnes en 2008 et près du tiers de la production mondiale.

La production africaine, destinée aux marchés nationaux, a également augmenté, avec 430 000 tonnes de tilapia d'élevage produits en 2008, soit deux fois plus qu'en 2000. L'Egypte est le deuxième producteur mondial et le premier producteur africain.

Les principaux pays producteurs en Amérique sont le Mexique (150.000 tonnes) , le Brésil (80.000 T) , la Colombie, l'Equateur, les USA (15.000 T).

L'Europe produit également du tilapia, un projet récent vise à l'implantation d'une ferme de 1500 tonnes/an en Pologne !

MARCHÉS

L'Afrique est un des plus importants consommateurs de tilapia avec 950 000 tonnes consommées par an, tandis que l'UE ne compte que pour environ 56 000 tonnes, même s'il est probable que la demande augmente. L'augmentation de la production de produits à plus forte valeur ajoutée à base de tilapia est probable dans les pays en développement.

Aux États-Unis d'Amérique, le tilapia est l'un des cinq produits aquatiques les plus vendus. Sa chair ferme, blanche et à la saveur délicate est très bien acceptée sur le marché, tant par les ménages que par les meilleurs restaurants. Il est considéré comme aussi polyvalent dans la cuisine que le poulet.

A l'image de la carpiiculture et de l'ostréiculture, les productions de tilapia sont principalement destinées aux marchés nationaux. Moins de 15% des tilapias d'élevage font l'objet d'un commerce international. Le tilapia a un rôle majeur dans la sécurité alimentaire des populations des pays du Sud.

TENDANCES ET PRÉVISIONS :

On estime que la production de tilapias continuera à augmenter avec l'intensification des élevages et les progrès qui se réaliseront en termes de domestication.

75% de la production sera du au tilapia du Nil et 20% aux souches rouges

50% de la production se fera en conditions intensives ou semi intensives et 10% en circuits fermés.

L'utilisation des sous produits comme la peau contribuera à l'amélioration du profit (cuir, gélatines, pharmacie).

Le Brésil deviendra un producteur proche de la Chine.

Les emplois directs induits par la filière s'élèveront à 1 million de personnes à travers le monde.

L'expansion du marché sera forte.

AVANTAGES DES TILAPIAS POUR LA PISCICULTURE

Les tilapias constituent des poissons intéressants pour la pisciculture du fait des caractéristiques suivantes :

- Reproduction naturelle aisée et succession rapide des générations,
- Croissance rapide,
- Régime omnivore,
- Rusticité (résistance au manque d'oxygène, aux manipulations et aux maladies)
- Qualité alimentaire et organoleptique.

Ces poissons présentent une bonne adaptabilité à toutes les conditions d'élevage : extensif ou semi intensif en étang, polyculture, association riz-pisciculture, cages en lac et rivière, eaux saumâtres, intensif en étangs et raceways, aquaponie, super intensif avec des charges qui peuvent dépasser 150Kg/m3....

La gamme des rendements annuels potentiels par ha est aussi large que l'éventail des modes de production possibles : de 200 Kg/ha/an à 2000T/ha/an.

BASES BIOLOGIQUES DE L'ÉLEVAGE DE L'OREOCHROMIS NILOTICUS

Systématique : Oreochromis niloticus est un « tilapia » incubateur buccal appartenant à la famille des cichlidae

Noms vernaculaires : Tilapia du Nil, et pour les souches rouges : rouget créole (Guadeloupe), St Pierre (Martinique), Gueule rouge (Réunion)

Caractéristiques morphologiques : A l'état naturel le tilapia du Nil présente des rayures verticales noires et blanches. La nageoire dorsale est formée d'une seule pièce constituée de 17 à 18 épines et de 12 à 14 rayons souples.

Dimorphisme sexuel : La papille génitale du mâle est allongée (gonopode) alors que chez la femelle elle est courte et présente en son milieu une fente transversale (l'oviducte) située entre l'anus et l'orifice urétal. Ceci permet de distinguer mâles et femelles dès la taille de 12 cm (25 à 30 g).

Aire de répartition naturelle : Bassin du Tchad, du Nil, du Niger et du Jourdain

Exigences écologiques : O.Niloticus est une espèce très tolérante vis-à-vis des conditions du milieu, ce qui explique qu'elle a colonisé des milieux très variés.

Température : Thermophile, cette espèce en conditions naturelles se rencontre dans des eaux entre 14 et 33° C. En conditions de laboratoire, la tolérance est plus large : de 7°C à 41°C. La fourchette optimale se situe entre 25 et 30°C.

Salinité : Espèce relativement euryhaline supportant des salinités de 0,015 p.mille à 30 p..mille

PH : tolérance de 5 à 11. Les meilleures conditions sont proches de la neutralité

Ammoniaque : L'ammoniaque dans l'eau existe sous deux formes : NH₃ et NH₄⁺ selon un équilibre chimique. La fraction toxique de l'ammoniaque (NH₃) dissous augmente avec le PH et lorsque le taux d'O₂ diminue.

Les Concentrations létales sont les suivantes :

Ammoniaque : NH₃ = 2.3 mg/l d'NH₃

Nitrite : NO₂ = 2.1 mg/L

O₂ dissous : O. Niloticus peut supporter des taux d'oxygène dissous très faibles, de l'ordre de 0.1 ppm pendant plusieurs heures. Il possède la Capacité à utiliser l'oxygène présent à l'interface air/eau. Cette capacité est sous la dépendance de la T° et de la taille des poissons. Sous 3ppm d'O₂ dissous, les performances de croissance sont affectées.

Nutrition : O. Niloticus est principalement phytoplanctonophage mais peut aussi ingérer des algues bleues, du zooplancton, des sédiments riches en bactéries, diatomées, invertébrés. Les juvéniles sont plutôt zooplanctonophages alors que les adultes sont omnivores.

Turbidité : les tilapias présentent une bonne tolérance à la turbidité jusqu'à 13 g de MES/L.

Biologie de la reproduction :

la reproduction a lieu quand la T° dépasse les 22°C . Le mâle délimite un territoire sur lequel il creuse un « nid » dans le substrat, et tente d'attirer une femelle prête à pondre. Il s'agit d'une organisation sociale en arène de reproduction. Les femelles qui vivent en bande à proximité de l'aire de reproduction n'y effectuent que de courts séjours. Allant d'un territoire à l'autre, elles finissent par choisir un nid et y forment un couple éphémère avec le mâle présent. Dès les ovules déposés au fond du nid, ils sont fécondés par le mâle puis repris en bouche par la femelle pour leur incubation. Cette opération peut être recommencée soit avec le même mâle soit avec un autre mâle dans un nid voisin. Lorsque tous les ovules ont été pondus et fécondés la femelle s'éloigne pour incuber ses œufs dans une zone abritée.

L'éclosion a lieu 4 à 5 jours plus tard dans la bouche de la femelle et la vésicule vitelline est résorbée au bout de 11-12 jours selon la température. Dès lors, les larves sont capables de se nourrir et s'échappent de la bouche de la femelle. Elles restent à proximité pour se réfugier dans sa bouche au moindre danger.

Lorsqu'elles ont atteint une taille d'1 cm elles s'affranchissent définitivement de leur mère qui les libère en eau peu profonde.

Une femelle en bonne condition peut se reproduire tous les 40 jours. En moyenne, à 25-28°C on considère qu'une femelle peut pondre 3 à 7 fois par an. Pendant les phases d'incubation buccale et de protection des larves, les femelles ne se nourrissent pas. Leur croissance est donc plus faible que celle des mâles.

Fécondité :

La reproduction des tilapias est paradoxale : malgré un taux de fécondité faible, leur taux de reproduction est élevé. La faible fécondité est en effet largement compensée par :

une protection extrêmement efficace des œufs et de sa progéniture par la femelle du fait de l'incubation buccale,

Des larves de grande taille dotées à l'éclosion d'une réserve vitelline conséquente,

Une maturité sexuelle précoce et des fréquences de pontes élevées (+/- tous les deux mois)

La fécondité est relativement faible du fait de l'incubation buccale : de quelques centaines à quelques milliers d'œufs selon la taille et l'âge de la femelle. Une femelle de 30 g produira +/- 300 œufs alors qu'une femelle de 550 g en produira +/- 3500. Au-delà de 3 ans la fécondité diminue. Exprimé en nombre d'œufs par Kg de femelle elle est de 6000 à 12000 œufs par Kg de femelle selon les espèces.

La taille de la première maturation varie selon les conditions environnementales. Plus le milieu est instable

et les conditions défavorables, plus la maturation est précoce et les fréquences de pontes élevées. Plus la compétition entre individus est élevée, plus la maturité est retardée. Ceci se vérifie en étangs, lorsque la densité dépasse 20 ind/m², on observe peu de pontes. La reproduction est totalement inhibée au-delà de 125 ind/m².

Selon Mélard pour O.Niloticus : $F = 38.291 \times P 0.672$.

Avec F = fécondité en nb d'œufs par Kg de femelle et P = Poids de la femelle.

Les capacités de reproduction des tilapias sont telles qu'en conditions non contrôlées les effectifs croissent de façon exponentielle au point d'atteindre des niveaux de surpopulations entraînant des phénomènes de blocage de croissance préjudiciables aux performances d'élevage. Les alevins produits entrent en effet directement en compétition avec le stock qui a été mis en élevage.

En étang, des rendements de l'ordre de 3T/ha/an peuvent être obtenus à partir d'une population mixte mâles/femelles...Mais 90% des poissons récoltés ne dépasseront pas 100 grammes !

La réussite de cet élevage passe donc par la maîtrise de la reproduction. En conditions semi-intensives, l'éleveur s'efforcera donc de limiter ce risque en élevant des bandes d'alevins mâles. En pratique, il est possible de produire des lots d'alevins à 97-98% mâles. Les 2% de femelles suffisent à perturber l'élevage. Il faut donc veiller à limiter au maximum l'impact des reproductions, par exemple, en réduisant la durée des phases de grossissement en étang et en éliminant régulièrement les alevins indésirables.

CROISSANCE

O. Niloticus présente donc une extrême plasticité aux conditions fixées par le milieu.

La croissance est sous la dépendance de multiples facteurs : physico-chimiques, physiologiques et environnementaux.

Température :

A conditions égales, les vitesses de croissance augmentent avec la T° jusqu'à 27°C – entre 27 et 31°C on n'observe pas de différences significatives. La plage 27°-31°C constitue la plage de vitesse de croissance maximale.

Cette influence de la T° est d'autant plus forte que les poissons sont jeunes. A 27°C des poissons de 5 g poussent 7 fois plus vite qu'à 21°C... ce rapport est ramené à 4 pour des poissons de 300 g.

Les larves et alevins sont donc plus exigeants en T° que les adultes.

Oxygène dissous :

L'augmentation du taux d'O₂ dissous exerce une influence positive sur la croissance.

La tension critique pour O.Niloticus serait de 3 ppm d'O₂ dissous. Sous cette concentration les croissances sont affectées. Au-delà de ce taux, les vitesses de croissances se stabilisent : la vitesse de croissance est la même à 5 ppm qu'à 3 ppm pour des poissons de 200 g.

Sur des poissons plus petits on observe une stabilisation de la vitesse de croissance à partir de 4 mg/l d'O₂ dissous. Pratiquement en élevage on cherchera à se maintenir au dessus de 4 mg/l. Par ailleurs, on observe que la disponibilité en O₂ dissous exerce une influence sur la croissance d'autant plus forte que le poisson est petit. La croissance se stabilise à partir de 1000 mg d'O₂/Kg/h pour des poissons de 200 g, à partir de 1500 mg/kg/h pour des poissons de 20 g !

Sexe :

A partir du 3ème mois la croissance des femelles est ralentie par rapport à celle des mâles. Ces différences s'accroissent avec l'âge. A 150 jours, avec une densité de 8 individus au m², et à 28°C, des mâles d'O.Niloticus atteignent le poids de 180 g alors que les femelles ont un poids de 120 g. En moyenne, on peut considérer que la croissance des femelles est équivalente à 60% de celle des mâles.

Milieu :

A 7 mois, à 30°C et à faible densité on peut obtenir des poissons de 650 g en étang, dans les mêmes conditions de température mais à forte densité en bassin hors sol le poids obtenu est de l'ordre de 300 g !

Salinité :

On observe de meilleure croissance en eau salée. Des modifications hormonales induites et une réduction de la consommation d'oxygène en seraient à l'origine.

Nutrition :

Le taux de protéine influence positivement la croissance. La fréquence des nourrissages joue également jusqu'à 6 nourrissages par jour. La fréquence optimale de nourrissage chez des poissons de 80 g serait de 9 x par jour et de 6x par jour chez des poissons de 300g. L'alimentation en continue est donc recommandée.

Densité :

A conditions comparables, les densités faibles débouchent sur des croissances plus élevées qu'à haute densité. En élevage intensif, les densités supérieures à 1000 ind/m² réduisent les croissances de façon très significative.

Consommation d'oxygène

Effet de la T° et du poids corporel sur la consommation d'O₂ (C_{oox})

La T° en s'élevant entraîne une augmentation de la consommation d'O₂ et ce d'autant plus que le poisson est petit.

Plusieurs auteurs ont cherché à exprimer la consommation d'oxygène des tilapias en fonction du poids corporel :

Balarin (1982) exprime ainsi la relation en consommation d'oxygène et poids du poisson:

$$C_{oox} \text{ (mg/Kg/h)} = 2.115 \times (\text{Poids})^{-0.61}$$

Mélard modifie cette relation en fonction de la T°:

22-24°C	$C_{oox} = 0.522 P^{0.674}$
24-26°C	$C_{oox} = 0.602 P^{0.580}$
26-28°C	$C_{oox} = 1.010 P^{0.490}$
28-30°C	$C_{oox} = 2.153 P^{0.356}$
30-32°C	$C_{oox} = 2.411 P^{0.353}$

C_{oox} exprimé en mg/h – poids en g

Il faut retenir également que la consommation d'O₂ augmente avec le taux d'O₂ dissous, d'autant plus que le poisson est petit, ce qui traduit une adaptation du poisson aux conditions fixées par le milieu (réduction de C_{oox} en condition d'O₂ bas). La consommation augmente avec le nourrissage : de l'ordre de +50% par rapport au métabolisme de routine. On observe un pic de consommation pic 2 h après 1 nourrissage. Plus la ration est élevée plus la consommation en O₂ augmente.

Excrétion:

Le sous produit principal du métabolisme est l'ammoniaque. Il peut représenter jusqu'à 90% de l'azote total excrété. L'excrétion est sous la dépendance : de la composition de l'aliment, principalement de sa teneur en protéine, de la T°, du poids corporel.

Efficacité alimentaire:

L'influence négative du taux de MES sur la consommation de nourriture a été mise en évidence. A contrario, le taux d'O₂ dissous exerce un effet bénéfique sur l'efficacité alimentaire.

LA PRODUCTION D'ALEVINS EN ECLOSERIE

La production d'alevins mono-mâles est une garantie de réussite de l'élevage. Les mâles ont des croissances supérieures aux femelles et sont donc plus intéressants à élever. Une population mâle permet surtout d'éviter les problèmes liés à des reproductions incontrôlées qui débouchent sur des problèmes de surpopulation, de blocage de croissance, de pertes énergétiques liées à la reproduction.

Production d'alevins Mâles

Trois techniques permettent de déboucher sur la production d'alevins mâles :

1 - Séparation des sexes par tri visuel :

Les poissons sont triés par sexe à partir de l'observation de leurs papilles génitales. Ils doivent atteindre un poids suffisant (+/-20 g) pour permettre une identification des papilles génitales. Cette méthode est coûteuse en main d'œuvre et donc difficilement envisageable dans le contexte des Antilles françaises. Elle induit par ailleurs des risques d'erreur de l'ordre de 20%, une perte de poissons et d'aliment, les femelles étant jetées.

2 - Inversion sexuelle par traitement hormonal :

Une ponte donne naissance à une population de larves constituée de 50% de mâles et de 50% de femelles. Chez *O. Niloticus*, les mâles possèdent deux chromosomes sexuels XY et les femelles XX.

Durant le mois qui suit la résorption de la vésicule vitelline, on peut orienter le développement sexuel des larves, vers un comportement mâle ou femelle. Les larves, dès la résorption de la vésicule vitelline sont traitées avec une hormone masculinisante (17- α -methyl –testostérone), ce qui provoque le développement des gonades. Au bout d'un mois de traitement on obtient une population constituée de 97% de mâles. En réalité cette population est constituée pour moitié de « vrais mâles » XY et de néo-mâles XX. Cette technique est la plus répandue sur la planète. Si l'utilisation d'hormones est autorisée aux USA, au Brésil en Asie... elle est par contre interdite en Europe. Outre l'interdiction, de telles pratiques posent un problème d'éthique lié à l'utilisation directe d'hormone sur un produit destiné à la consommation humaine...

3 - Utilisation de « Super-mâles » :

L'utilisation de mâles reproducteurs de génotype YY mis en reproduction avec des femelles XX débouche en théorie sur une descendance composée exclusivement de mâles XY. En fait cette technique débouche sur une population à 97%-98% mâle. C'est cette technique qui est utilisée à Pointe Noire. Elle permet de s'affranchir des tris coûteux et de l'utilisation d'hormone.

RÉCOLTE ET PRÉ-GROSSISSEMENT DES ALEVINS

Les bacs d'écloserie comportent donc des mâles et des femelles. Leur reproduction débouche sur la production de larves qui après résorption de la vésicule vitelline sont récoltées. Ces larves sont ensuite transférées des bacs de nurserie jusqu'à atteindre le poids souhaité pour un transfert en extérieur vers les étangs ou les bacs de grossissement.

L'éleveur, en fonction de ses objectifs de production, de la durée des cycles visée, et des prix choisira le poids d'alevins le plus adapté. Compte tenu des risques élevés de prédation en étang, il est déconseillé de stocker ses étangs en alevins de trop petite taille.

Le poids de 1 g est atteint en 25-30 jours.

NURSERIE

Cette phase consiste à amener les alevins jusqu'à leur transfert en étang de grossissement. Elle se pratique en bacs hors sols ou en petits étangs protégés par des filets (oiseaux). Compte tenu de la petite taille des poissons on peut travailler à des densités relativement élevées en tenant toujours compte de la biomasse et de la charge au m³ obtenus en fin de phase.

Les croissances seront directement liées aux conditions d'élevage (densités, alimentation, milieu). A la fin

de cette phase, les survies sont de l'ordre de 70 à 95%. Il faut compter 60 à 75 jours et 110 à 150 jours pour obtenir des poissons de 50 g et 100 g en conditions « standards » à partir d'alevins de 1 g.

GROSSISSEMENT

Les tilapias sont des poissons extrêmement adaptables aux conditions d'élevage. Pratiquement et techniquement, les modes de production potentielles présentent une multitude d'options possibles.

Le choix du modèle de production doit constituer une réponse adaptée à des contraintes:

- environnementales : disponibilité en eau, foncier,
- économiques : coûts de la main d'œuvre, de l'aliment, de l'énergie, de l'investissement,
- réglementaires : impacts du projet, conditions sanitaires,

Et à des objectifs de production (tonnages, calibres, qualités visés) et de marché (couleur, transformation, image du produit).

Ce choix est souvent imposé par les facteurs limitants.

Ce qui est judicieux et rentable dans telle situation ne l'est pas nécessairement ailleurs ! A chaque situation un choix technique adapté !

ELEVAGE EN ÉTANGS

C'est le système d'élevage le plus répandu dans le monde, qu'ils s'agissent d'étangs construits directement en terre ou recouverts d'un liner, d'eau douce ou saumâtre.

Contraintes : disposer de suffisamment de surface, de sols de nature argileuse (étanchéité) d'une capacité à renouveler le volume d'élevage d'au moins 10% par 24h (100 m³/j pour 1000 m²).

Avantages : investissement réduit et de bonne durée de vie - utilisation possible pour d'autres usages - peu de risques de pertes de cheptel par anoxie, inertie du système qui laisse un temps de réaction suffisamment long au producteur en cas de problèmes - pas ou peu de besoins en oxygène exogène - facilité de mise en œuvre - recyclage des déchets par l'étang et pas de rejets décelables en aval.

Inconvénients : besoin de main d'œuvre pour les opérations de tris, transferts, récoltes – pas de vision instantanée de l'élevage (pas de connaissance instantanée et précise des effectifs, de la croissance), distribution alimentaire non optimisée, difficultés d'entretien (curage, reprise des berges).

Liniers : En cas de sol trop poreux, de besoin d'économiser l'eau, l'utilisation d'un liner étanche peut se révéler indispensable. L'option liner, en réduisant les problèmes de sédimentation et l'érosion facilite les opérations de maintenance et de vidange des étangs, améliore la circulation de l'eau. Par contre elle génère des surcoûts importants à l'investissement. Ils sont plus adaptés aux conditions de densités élevées. En étangs de terre on considère que la capacité de charges maximale est de 20 T/ha. En « étangs liniers » elle est de l'ordre de 140 T/ha !

Fertilisation : Le régime omnivore des tilapias leur permet de valoriser directement le plancton. Ainsi, il est possible de produire du tilapia dans des étangs peu renouvelés (obligation à minima de compenser l'évaporation) et bien fertilisés sans apport d'alimentation directe (densités <1/m²). En Asie il est fréquent d'associer aquaculture et élevages terrestres (essentiellement porcs ou poulets). Les déjections animales sont valorisées comme fertilisants pour les étangs. Le même type de résultats peut être obtenu avec des fertilisants chimiques plus simples à gérer. Ces systèmes de production basés uniquement sur la fertilisation débouchent sur des rendements de 1 à 4T/ha/an.

Nourrissage : Au-delà d'un certain seuil de densité et de biomasse, la production primaire générée par l'étang devient limitante. L'utilisation d'aliments adaptés aux besoins nutritionnels de tilapias s'avère alors nécessaire.

Oxygène dissous : Les tilapias sont capable de supporter des taux d'oxygène assez bas en étangs, mais des

temps d'exposition longs à des taux réduits réduisent la prise alimentaire et la croissance, augmentent le stress et les risques de mortalité.

En étangs, la première source d'oxygène est la photosynthèse réalisée par le phytoplancton. La nuit, en l'absence de photosynthèse, la respiration due au plancton participe d'autant plus à la réduction du stock d'oxygène que sa densité est élevée. La crise d'oxygène intervient lorsque faute d'oxygène le plancton meurt. Il provoque une réaction en chaîne : le brusque afflux de matière organique induit une augmentation la demande en oxygène du fait de l'augmentation de l'activité des bactéries à l'origine de la dégradation de cette matière organique, accélérant ainsi la diminution du taux d'oxygène jusqu'à la mort de l'étang...

En condition de très faible teneur en oxygène, les poissons montent en surface et « pipent » l'air...il est alors urgent d'agir !

Le renouvellement en eau des étangs, en diluant le phytoplancton permet d'éviter ce genre de situation critique. Faute de renouvellement, une aération mécanique nocturne peut s'avérer indispensable.

STRATÉGIES DE STOCKAGE

Principes :

Pour des conditions d'élevage fixées, les poissons grossissent avec un taux de croissance maximal jusqu'à un seuil critique où la nourriture, ou d'autres facteurs environnementaux, deviennent limitants. A partir de ce seuil on observe un ralentissement de la croissance qui devient nulle lorsque les conditions de l'étang ne permettent plus « à minima » que la survie de la population (capacité de charge maximale).

Sous le seuil critique d'élevage, le taux de croissance journalier (g/jour) augmente linéairement, comme le poids individuel. Au dessus de ce seuil, la productivité exprimée en Kg produits/ha/j augmente fortement jusqu'à ce que la vitesse de croissance ralentisse. Cette productivité devient nulle lorsque la capacité de charge maximale est atteinte. De même, la production totale exprimée en Kg/ha augmente jusqu'à la capacité de charge maximale.

En conséquence, la productivité maximale (Kg/ha/j) se situe entre le seuil critique d'élevage et la capacité de charge maximale. Pour obtenir les meilleurs profits il faut donc récolter lorsque la productivité atteint son maximum.

Les densités de stockage initiales sont donc déterminées en fonction de ces facteurs.

En conditions semi-intensives, avec un taux de renouvellement de l'ordre de 10 à 20% par jour sans oxygénation complémentaire les étangs sont stockés à des densités de 1 à 3/m². Généralement on compte une seule séquence d'élevage, du lâcher à la récolte. Les poissons d'un poids initial de 10 à 50 g atteignent 400 à 500 g au moment de la récolte 6 mois plus tard...avec une survie théorique de 80% on obtient un rendement annuel de 5 à 12T/ha/an.

En étangs, l'intensification passe par :

La multiplication des séquences d'élevage, afin d'optimiser l'utilisation de l'espace et de limiter les effets induits par les reproductions spontanées (éradication des alevins à la vidange). Le principe est de récolter les poissons après le seuil critique d'élevage et avant d'atteindre la capacité de charge limite, puis de les transférer dans un nouvel étang en leur fournissant des conditions qui permettent à la croissance de repartir dans les meilleures conditions possibles;

une oxygénation complémentaire par des brasseurs d'eau, afin d'augmenter la capacité de charge des étangs. On considère que l'ajout d'une aération d'un cheval puissance par ha (1 hp = 0.75 KW) permet d'accroître la production de 500 Kg (coût marginal de 60 cents/Kg dans notre contexte Guadeloupe). A partir d'un certain seuil, c'est l'accumulation des déchets azotés (ammoniacal et nitrites) et l'incapacité du système à recycler le surplus qui limite alors la capacité de charge,

Une augmentation du taux de renouvellement qui permet à la fois d'accroître le taux d'O₂ disponible (par apport d'eau neuve saturée et dilution du phytoplancton) et l'évacuation des déchets.

Nourrissage :

En condition semi-intensives en étangs, la productivité primaire constitue une source nutritionnelle importante mais insuffisante pour l'obtention de croissances élevées. L'utilisation d'aliments adaptés aux

besoins nutritionnels du tilapia s'avère indispensable pour l'obtention de rendements économiques. Plus l'élevage sera intensif, plus la part de l'alimentation exogène sera prépondérante et plus la formulation devra être précise.

Le taux de protéines des aliments adaptés est de l'ordre de 28 à 32%.

Afin de fabriquer un aliment, il faut définir les besoins nutritionnels des tilapias. En fonction des matières premières disponibles, le formulateur s'efforce de composer un aliment adapté à ces besoins.

Liste des besoins nutritionnels du tilapia à considérer pour la production d'un aliment extrudé:

Protéines (Minimum)	32%
Fibres (Maximum)	7%
Lipides (Maximum)	6%
Acides gras linoléiques (n-6) (minimum)	1%
Phosphore disponible (Maximum)	0.5%
Energie digestible	entre 2.8 Kcal/g et 3.1 Kcal/g
Lysine disponible (Minimum)	1.63%
Methionine	0.51%
Methionine + cystine	1.02%
Céréales ou dérivés (Minimum)	25%
Tourteaux de coton (Maximum)	15%
Farine de poisson (Minimum)	6%
Soja	Pas de limites
Vitamines et minéraux	Premix

La fréquence des nourrissages a une influence sur l'efficacité alimentaire. Plus les poissons sont petits plus le fractionnement de la ration aura un impact positif.

Exemple de table de rationnement en étang à 28°C.

Poids des poissons	Taux de nutrition (en % de la biomasse)	Fréquence de nourrissage (Nb de distributions par jour)
De l'éclosion à 1 g	40 à 10%	8
1-5 g	10 à 6%	6
5-20 g	6-4%	4
20-100 g	4-3%	3
100-250 g	3-2%	2
>250g	2-1.5%	2

Un nourrissage en continu, par distributeur automatique permet outre de s'affranchir des coûts de main-d'œuvre, de lisser la demande en oxygène et d'éviter de brusques réductions du taux d'oxygène.

RÉCOLTE ET MISE À JEUN

En fin de séquence d'élevage, les poissons sont récoltés à la senne avant la vidange totale de l'étang. Ces opérations coûteuses en main d'oeuvre peut constituer l'un des points faibles du système d'élevage en étang.

Avant l'abattage, les poissons sont stockés à jeun au moins 2 jours en bacs alimenté en eau claire. Cette

opération permet de vider le tractus digestif et de réduire les risques « d'off-flavor » (goût de terre lié à une molécule aromatique présente dans une certaine catégorie d'algues parfois présente en étangs).

ELEVAGE EN MILIEU À FORT RENOUVELLEMENT

L'une des voies d'intensification de l'élevage est l'augmentation du taux de renouvellement par apport d'eau neuve ou par recyclage de l'eau (circuits fermés et/ou lagunage).

Contraintes : disposer d'une forte disponibilité en eau de qualité toute l'année.

Avantages : besoins réduits en surface, contrôle visuel permanent, réduction des coûts de main d'œuvre (modèle salmoniculture) – facilité d'entretien des enceintes d'élevage – possibilité d'automatisation de certaines opérations..

Inconvénients : T° plus basses qu'en étang - Coûts d'investissement élevés - consommation électrique requise pour les système d'aération complémentaires - nécessité de disposer d'aliments performants (seule source nutritive) – niveau de contrôle et de suivi plus pointu – temps de réaction court en cas de problème – obligation de sécuriser (alarmes, sondes à oxygène) – niveau de technicité élevé – contrôle des rejets azotés.

Croissance

Globalement la croissance des tilapias est peu affectée par le niveau de charge, dès lors que les qualité du milieux (O₂, NH₃, NO₂) et de l'aliment sont adaptés à la hausse de l'exigence induite. Elle reste linéaire jusqu'aux environs de 500g.

Résultats de croissance d'Oreochromis niloticus à 28°C en g/j en conditions intensives

	Durée (j)	Croissance pondérale (g/j)	Croissance linéaire (mm/j)
De 5 à 20 g	30	0.5	1.17
De 20 à 50 g	30	1.0	1.13
De 50 à 100 g	30	1.5	1.12
De 100 à 250 g	50	2.5	1.16
De 250 à 450 g	70	2.9	0.68

Oxygène : doit se situer au dessus de 3 mg/l.

Charges d'élevage, capacités de charge, densités:

La quantité de poisson élevée par m³ est limitée par l'oxygène disponible. Il faut donc connaître la demande en oxygène du poisson à une T° donnée, pour ajuster les objectifs aux réalités du terrain.

L'oxygène disponible est égal à la différence entre quantité d'oxygène qui entre dans le système et la quantité d'oxygène qui ressort ou plutôt, doit ressortir du système. Compte tenu de la tension critique du tilapia, il faut maintenir un taux d'O₂ dissous au dessus de 3 mg/L. L'oxygène disponible pour la croissance sera donc la différence entre le taux d'oxygène à l'entrée et 3 mg/l. La masse d'oxygène utilisable est donc égale au produit du débit entrant par la masse d'O₂ disponible par litre. Si l'on connaît la consommation d'oxygène d'un poisson d'un poids donné à une T° donnée, on peut en déduire la demande en oxygène / Kg de poisson et donc la capacité de charge du système.

Exemple : on cherche à connaître la capacité de charge d'un système qui permet un renouvellement de 100 m³/h et qui déboucherait en final sur des poissons de 500 g.

A 28°C, si l'eau est douce et saturée, elle entre avec un taux d'oxygène de 7.75 mg/l. On ne doit pas descendre sous 3 mg/l on dispose donc théoriquement de 4.75 mg/L d'O₂. Le débit entrant dans le système est de 100.103 Litres/h (100 m³/h).

La masse d'O₂ disponible par heure sera donc égal au produit du débit entrant exprimé en L/h par 4.75 mg/L soient 475 g/h.

Cette méthode d'évaluation doit être prise avec précaution car selon les auteurs et les équations proposées on obtient des résultats assez différents.

L'addition d'oxygène par aération ou diffusion d'O₂ pur, permet de monter jusqu'à des charges de 180 Kg/m³.

Attention, ce type d'élevage super-intensif implique un niveau de contrôle et sécurisation extrêmement élevé !

Enceintes d'élevage et vitesse de circulation

De multiples formes de bacs on été utilisées pour ces système très intensifs. Le plus communément, on élève les tilapias dans des raceways similaires à ceux utilisés pour la truite. On cherche à privilégier des formes qui autorisent une bonne circulation de l'eau, afin de bien répartir l'oxygène disponible et d'évacuer les déchets. Une vitesse de circulation excessive génère des pertes d'énergie par augmentation de la nage à contre-courant. A l'opposé, une vitesse trop faible freine l'évacuation des déchets. La définition de la forme doit donc tenir compte de toutes ces contraintes.

Recirculation de l'eau

On peut envisager de réutiliser l'eau après recyclage des déchets. On parle alors de circuits fermés, ou semi-ouverts si une partie du volume est « renouvelée » par de l'eau neuve. L'énorme avantage des circuits fermés réside dans leur faible consommation en eau.

En sortie de bassins d'élevage, l'eau est chargée d'ammoniaque et pauvre en oxygène. Sa réutilisation implique donc une élimination de l'ammoniaque et une réoxygénation. L'utilisation de filtres biologiques, grâce à l'action de bactéries nitrifiantes permet de minéraliser l'ammoniaque en nitrates ($\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{NO}_3$), forme sous laquelle les plantes sont capables d'absorber l'azote. Afin d'éliminer les nitrates en excès on peut donc utiliser des plantes (aquaponie) ou des algues (lagunage).

DONNEES TECHNICO-ECONOMIQUES

Survie finale 50% à 90%- Indice de conversion de 1.8 à 2.5

Coût de l'aliment : +- 1€/Kg

Coût des alevins de 1 g : 0.25€/kg

Coût alevins + aliment si calibre visé de 400 g avec 60% de survie et IC de 2.5 = 3.08€/Kg, avec survie 80% et IC de 2 = 2.43€.

La capacité à obtenir de bonnes survies et de bons IC traduit la valeur du travail de l'éleveur...

Le reste des coûts de production est à estimer en fonction du schéma de production retenu : Main-d'œuvre, amortissement, énergie sont les principaux postes complémentaires.

L'augmentation des calibres de vente, de 350 à 800 grammes permet une réduction du coût de production au Kg de 12% du fait de la réduction de la part « alevin » dans le Kg produit. Des économies d'échelle et une réduction des charges significatives (réduction de la part des charges fixes dans le coût de production) sont possibles dès lors que l'on dépasse un certain tonnage. La part (alevins+ aliment) est difficilement compressible.

[fiche FAO sur le tilapia du Nil](#)