

L'AQUAPONIE COMME ALTERNATIVE INNOVANTE FACE AUX DÉFIS ENVIRONNEMENTAUX ET ALIMENTAIRES

FIFALIANTSOA Mialisoa Vanessa | Juin 2026



Introduction

L'aquaculture soutient la sécurité alimentaire mondiale (Endut et *al.*, 2016), mais son intensification génère des effluents critiques face à la raréfaction de l'eau (Silva et *al.*, 2015). L'aquaponie s'impose comme une alternative circulaire innovante (Connolly & Trebic, 2010). Face à ces défis, nous émettons l'hypothèse que l'aquaponie constitue une alternative durable si, et seulement si, la maîtrise de son écosystème biologique fermé et l'optimisation technique de ses infrastructures permettent d'atteindre une efficacité environnementale et une productivité agronomique capable de surmonter les coûts d'investissement initiaux grâce à un positionnement stratégique sur les marchés locaux en circuits courts.

Cette étude repose sur une analyse bibliographique approfondie de la littérature scientifique relative à l'aquaponie, complétée par l'exploitation de données issues de rapports techniques et d'études de cas existantes.

PRINCIPES ET FONCTIONNEMENT DE L'AQUAPONIE

L'aquaponie est un système de production alimentaire associant l'aquaculture et l'hydroponie, cette dernière étant une technique de culture hors sol utilisant des solutions nutritives minérales dissoutes dans l'eau (Anderson, 2016). Ce système permet la production simultanée de poissons et de plantes.

L'aquaponie apporte une réponse aux contraintes majeures des systèmes aquacoles et hydroponiques, notamment le traitement durable des effluents et l'apport en nutriments pour les plantes (Connolly & Trebic, 2010).

Dans ce système, les poissons produisent des déchets via les voies branchiales et urinaires, qui s'accumulent dans l'eau et peuvent devenir toxiques (Connolly & Trebic, 2010). Cependant, ces déchets constituent une source de nutriments organiques pour les plantes.



Les effluents riches en nutriments sont transférés vers un compartiment hydroponique connecté au bassin aquacole, où ils sont utilisés pour la croissance des plantes (Thorarinsdottir et al., 2015). Les composés azotés, principalement sous forme d'ammonium, sont transformés en formes assimilables par les plantes grâce à l'action de bactéries nitrifiantes (Al-Hafedh et al., 2008 ; Love et al., 2014 ; Kopsa, 2015). Ainsi, les déchets d'un système deviennent des ressources pour un autre au sein d'un circuit fermé (Connolly & Trebic, 2010).

Le fonctionnement des systèmes aquaponiques repose sur l'interaction de trois composantes principales : les poissons, les plantes et les bactéries (Kopsa, mora 2015). Par conséquent, les paramètres physico-chimiques doivent être adaptés afin de répondre simultanément aux besoins de ces trois groupes d'organismes (Lennard & Goddek, 2019).

Le processus de nitrification est essentiel au bon fonctionnement du système. Il repose sur des bactéries autotrophes capables de transformer les déchets toxiques en nutriments assimilables (Petrea et al., 2013). Les bactéries du genre *Nitrosomonas* oxydent l'ammonium en nitrites, tandis que les genres *Nitrobacter* et *Nitrospira* assurent la conversion des nitrites en nitrates, une forme non toxique pour les poissons et assimilable par les plantes (Thorarinsdottir et al., 2015Ta ; Bittsanszky et al., 2016).

LES ESPECES CULTIVEES EN AQUAPONIE

Diversité végétale

Les systèmes aquaponiques permettent la culture d'un large éventail d'espèces végétales. Une étude menée au Crop Diversification Center a démontré que plus de 60 espèces peuvent être cultivées dans ces systèmes (Connolly & Trebic, 2010).

Ces cultures incluent notamment les légumes à feuilles tels que la laitue et les épinards, les plantes aromatiques comme le basilic, la ciboulette et le persil, ainsi que des plantes à fruits telles que la tomate, l'aubergine, les fraises, les poires, le gingembre et le curcuma (Kopsa, 2015).

Espèces animales

Le tilapia est l'une des espèces les plus utilisées en aquaponie en raison de sa robustesse et de son adaptabilité. Dans des conditions optimales, il peut atteindre un poids compris entre 600 g et 800 g, comparativement à des individus de 300 g à 500 g dans d'autres systèmes (Vincent Gennotte & Alicia Noël, 2023).

Étude de cas : production de tilapia

Dans les systèmes aquaponiques, la production de tilapia peut atteindre des performances élevées, avec des individus pesants entre 600 g et 800 g (Vincent Gennotte & Alicia Noël, 2023).

La culture végétale est généralement réalisée en bacs, dont la conception influence directement la croissance des plantes.



LES AVANTAGES DE L'AQUAPONIE

Les systèmes aquaponiques présentent de nombreux avantages. Leur fonctionnement indépendant des saisons permet une production continue tout au long de l'année (Vandam, 2016). De plus, leur implantation en milieu urbain réduit les distances de transport et, par conséquent, les émissions de CO₂ (Vandam, 2016).

Fonctionnant en circuit fermé, ces systèmes permettent de limiter les rejets d'eau dans l'environnement (Yogev et al., 2016 ; Schmautz et al., 2016). Ils réduisent également la consommation d'eau jusqu'à 27% pour la production d'un kilogramme de nourriture et peuvent offrir des rendements cinq à dix fois supérieurs à ceux de l'agriculture conventionnelle (König et al., 2016).

Par ailleurs, l'aquaponie favorise une production alimentaire saine, sans recours aux pesticides, insecticides ou traitements médicamenteux (Rakocy, 2007 ; König et al., 2016).

Enfin, l'intégration d'un système d'aquaculture en recirculation avec un compartiment hydroponique améliore la rentabilité globale en réduisant l'utilisation d'eau et en diversifiant la production (Dediu et al., 2012).



CONTRAINTES ET DEFIS

Contraintes techniques

La performance des systèmes aquaponiques dépend du maintien de conditions physico-chimiques adaptées aux poissons, aux plantes et aux bactéries (Lennard & Goddek, 2019).

La conception des infrastructures constitue également un facteur clé. Par exemple, la forme des bacs influence la croissance des plantes, les bacs carrés étant plus favorables que les bacs rectangulaires (Ihadjadene Yob, 2017).

Contraintes économiques et de marché

Le développement de l'aquaponie nécessite une analyse approfondie des marchés potentiels et des circuits de distribution. Cette étape est essentielle pour définir une stratégie marketing efficace et positionner les produits aquaponiques (poissons et végétaux) sur le marché (Vincent Gennotte & Alicia Noël, 2023).

Les espèces d'intérêts incluent notamment le tilapia et le sandre, tandis que les productions végétales concernent principalement les salades, les plantes aromatiques et les légumes racines (Vincent Gennotte & Alicia Noël, 2023).

DISCUSSIONS

Dynamique biologique, optimisation technique et validation du système

La réussite de l'aquaponie repose sur un équilibre physico-chimique strict, indispensable à la symbiose entre poissons, plantes et bactéries. La transformation de l'ammonium toxique en nitrates assimilables par les micro-organismes pilote la nutrition végétale. Si le Tilapia se montre particulièrement robuste, l'écosystème bactérien reste sensible aux moindres variations du milieu. Cette dynamique biologique interagit directement avec l'ingénierie : l'utilisation de bacs carrés optimise l'hydrodynamique par rapport aux bacs rectangulaires, entraînant ainsi les zones de stagnation. Une conception technique rigoureuse s'avère donc essentielle pour stabiliser le milieu racinaire et maximiser la productivité globale. Ces faits valident la première partie de notre hypothèse : la performance agronomique dépend d'une maîtrise conjointe des paramètres biologiques et structurels.



Viabilité environnementale, réalités économiques et confirmation du marché

Au-delà de la technique, le modèle doit couvrir d'importants coûts initiaux d'infrastructure. L'aquaponie offre une efficacité écologique majeure, caractérisée par des rendements décuplés, une absence totale de pesticides et une économie d'eau de 27 %. Cependant, pour assurer la rentabilité financière, une distribution stratégique en circuits courts est indispensable. L'implantation en zone urbaine élimine les intermédiaires logistiques et réduit efficacement les émissions de CO₂ liées aux transports. En combinant l'élevage du Tilapia à des cultures végétales à forte valeur ajoutée, le système sécurise sa viabilité économique. L'analyse confirme donc la seconde partie de notre hypothèse : l'efficacité environnementale devient une alternative durable uniquement via un positionnement commercial local adapté.

Conclusion

Pour la gestion de l'eau, l'aquaponie s'impose comme une réponse concrète et innovante et aux défis de la sécurité alimentaire mondiale. Néanmoins, la durabilité de ce modèle dépend de sa rentabilité financière, prouvant que cette efficacité environnementale ne peut se pérenniser que si elle est soutenue par une stratégie commerciale locale et adaptée

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON, Tyler (2016). Biological responses to hydroponic and aquaponic conditions
- BITTSANSZKY, Andras. et al (2016). Nutrient supply of plants in aquaponic systems. In : Ecocycles. Vol. 2, n° 2, pp. 17-20.
- CONNOLLY, Keith, TREBIC, Tatjana (2010). Optimization of a backyard aquaponic food production system. Faculty of agricultural and environmental sciences, Macdonald campus, McGill University, BREE. Vol. 495, n° 3, pp. 305-379.
- DEDIU, L., CRISTEA, V., XIAOSHUAN, Z (2012). Waste production and valorization in an integrated aquaponic system with bester and lettuce. In : African journal of biotechnology. Vol. 11, n° 9, pp. 2349-2358.
- ENDUT, Azizah. et al (2016). Aquaponics recirculation system: A sustainable food source for the future water conserves and resources. In : Malaysian journal of applied sciences. Vol. 1, n° 1, pp. 1- 12.
- IHADJADENE Yob, 2017 SUIVI D'UN SYSTEME D'ELEVAGE EN AQUAPONIE
- KÖNIG, Bettina. et al (2016). On the sustainability of aquaponics. In : Ecocycles. Vol. 2, n° 1, pp. 26- 32.
- KOPSA, Piia (2015). Aquaponics : practical thesis in Australia.
<http://www.theseus.fi/handle/10024/103843>
- Lennard, Wilson, & Goddek, S. (2019). Aquaponics: The Basics. Aquaponics Food Production Systems, 113-143.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_5
- RAKOCY, James (2007). Ten guidelines for aquaponic systems. Aquaponics journal. Vol. 46, n° 1, pp. 14-17.
- SILVA, Laura. et al (2015). Evaluation of biomass yield and water treatment in two aquaponic systems using the dynamic root floating technique (DRF). In : Sustainability. Vol. 7, n° 11, pp. 15384- 15399.
- THORARINSDOTTIR, Ragnheidur. et al (2015). Aquaponics guidelines.
<http://skemman.is/item/view/1946/23343>
- VANDAM, Daniel (2016). Growth and tissue elemental composition response of spinach (*Spinacia oleracea*) to hydroponic and aquaponic water quality :
<http://ecommons.cornell.edu/handle/1813/44582>
- Vincent Gennotte, Alicia Noël, Septembre 2023 : «Développement d'un pilote d'aquaculture intégrée associé à un circuit court de distribution » Convention SPW – FEAMP 47-1604-001