

LES SYSTÈMES AQUACOLES EN EAUX RECIRCULÉES OU SYSTÈMES RAS

Recirculating Aquaculture System



Photo d'un système RAS - Lycée Olivier Guichard de Guérande

Rappels

Le système d'aquaculture en circuit recirculé (Recirculating Aquaculture System : RAS) est un circuit fermé hors sol avec comme principe la réutilisation de l'eau d'une production aquacole par le biais d'une technologie permettant sa filtration (Bregnballe J., 2010). L'intérêt du RAS est de pouvoir s'affranchir en grande partie d'une ressource en eau qui se raréfie pour différentes raisons climatiques et réglementaires. Les technologies de RAS deviennent de plus en plus courantes en France et à l'étranger ces dernières années avec les progrès technologiques.

Les Pays de la Loire ont accueilli l'une des premières cellules de R&D et les toutes premières réalisations de systèmes RAS au sein de la société France Turbot à Noirmoutier au début des années 90 (NATA : Noirmoutier Aquaculture Techniques Avancées).

Les différents stades d'élevage peuvent être concernés, de l'écloserie au grossissement, en eau de mer ou eau douce.

Par principe, les RAS peuvent être utilisés pour tout type d'espèce aquatique et toute intensité d'élevage, cependant il est plus courant de les rencontrer en élevage intensif de poissons (Timmons & Ebeling, 2007).

Le degré de recirculation du système se calcule généralement via le pourcentage d'eau neuve intégrée au système (m d'eau neuve / volume total du circuit). L'objectif étant de réduire la consommation d'eau quotidienne, on souhaite un circuit le plus fermé possible. Afin que l'eau soit réutilisable, il est nécessaire de la « traiter » de façon à réduire les déchets solides et dissous et d'apporter de l'oxygène pour obtenir la qualité nécessaire à la croissance des organismes.

Principes techniques

Ainsi on considère par RAS un système d'élevage hors sol (généralement piscicole) comprenant des filtrations mécanique et biologique et n'utilisant qu'un faible apport d'eau neuve. La figure 1 représente un système RAS simple sur lequel peuvent se rajouter des éléments de techniques comme un procédé stérilisateur (type UV) et un système de désaturation des gaz afin d'augmenter la qualité de l'eau (Lavenant et al. 1995 ; Bregnballe J., 2010).

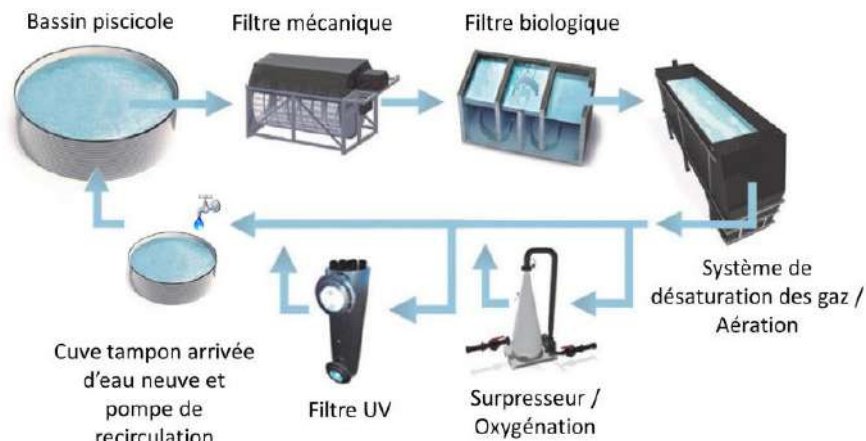


Figure 1 : conception classique d'un système RAS, les filtres à UV et surpresseurs sont fonction du degré de qualité d'eau souhaité (d'après Bregnballe, 2010)

La technologie RAS proposée dans le cadre de l'étude AQUAGRINERGIE repose sur l'association entre bassins d'élevage, filtre mécanique permettant de capter les particules solides, et filtre biologique permettant de traiter les matières toxiques dissoutes. Le RAS fait en réalité cohabiter deux élevages en un : les poissons vivant dans les bassins et les bactéries du filtre biologique. Ce système peut être représenté par le schéma suivant :

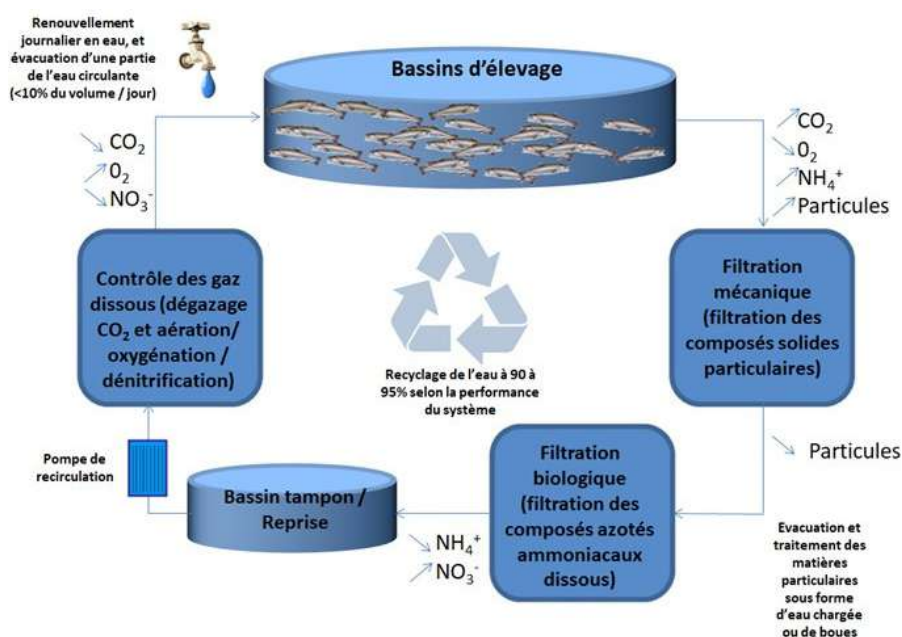


Figure 2 : schéma de principe d'un système en eau recirculée (Via Aqua, 2019)

Les filtres sont dimensionnés en fonction de la quantité d'effluents d'élevage qu'ils doivent être capables de digérer avec des matières en suspension séparées par un filtre à tambour et l'ammoniac traité par le filtre bactérien. Le processus de nitrification ($\text{Ammoniac } \text{NH}_4 + \text{NO}_2 - \text{NO}_3 -$) produit des nitrates $\text{NO}_3 -$ qui à dose modérée ne sont pas toxiques pour les poissons. En revanche un excès de nitrates peut devenir toxique, justifiant l'ajout d'eau claire ou la mise en place d'une seconde boucle de dénitrification ($\text{NO}_3 - > \text{N}_2$).

Ces systèmes utilisent 90% d'eau en moins que les autres systèmes de production aquacole tout en contrôlant la qualité du milieu d'élevage. Ils permettent de pratiquer l'aquaculture dans des sites où la qualité d'eau est limitée (Roque, 2008 ; Timmons & Ebeling, 2007). Par rapport à un système conventionnel, ils permettent de stabiliser et de contrôler plus facilement les paramètres de l'eau d'élevage, tout en limitant le taux de renouvellement de l'eau dans le système, en général entre 5% et 10% du volume d'élevage par jour (Ifremer, 2009 ; Tocqueville et al., 2016). Plus le système de traitement de l'eau sera performant plus le degré d'ouverture du système sera faible. Dans un circuit totalement ouvert, il faut environ 100m^3 de renouvellement d'eau par kg d'aliment distribué. Un système en circuit fermé performant permet de limiter l'ajout d'eau neuve à moins de 1m^3 par kg d'aliment (figure 3).

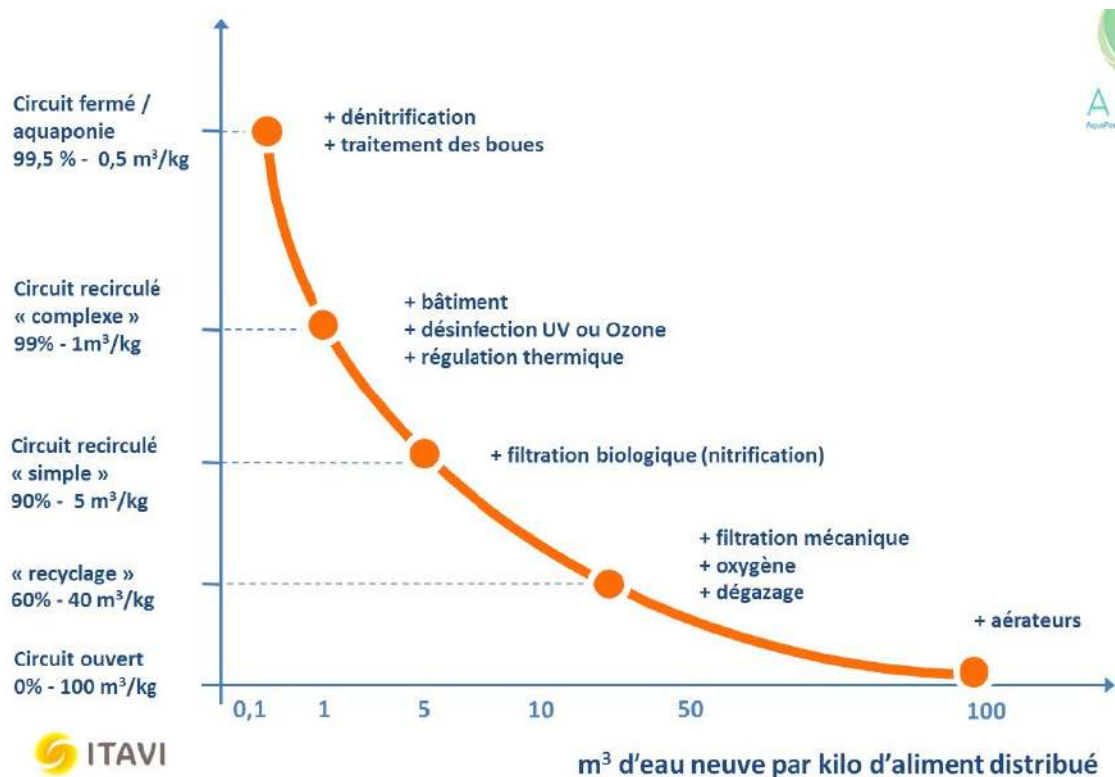


Figure 3 : intensité de recirculation des systèmes d'élevage piscicole (Gaumé M. in Tocqueville et al., 2016)

Si les changements d'eau sont restreints, il est possible que les nutriments dissous s'accumulent à des concentrations similaires à celles de solutions nutritives hydroponiques, c'est essentiellement le cas de l'azote. Les poissons excrètent des déchets azotés, sous forme d'ammoniac, directement dans l'eau à travers leurs branchies, puis les bactéries interviennent pour la nitrification. Les paramètres optimum pour une nitrification bactérienne varient entre 30 et 38°C pour la température et de 7,5 à 8,2 pour le pH (Foucard et al., 2015). La performance du filtre biologique va dépendre des caractéristiques des supports bactériens et notamment la surface d'accueil mesurée en m^2/m^3 . La nitrification bactérienne va transformer l'azote ammoniacal issu des rejets des poissons en nitrite puis en nitrate. L'ammoniac et les nitrites peuvent être toxiques pour les poissons, tandis que les nitrates sont la forme azotée privilégiée pour la culture de plantes supérieures telles que

les légumes et les fruits. Ainsi, c'est cette forme que l'on souhaite concentrer dans le système de production. La mise en place d'un filtre biologique dure 40 jours.

En résumé, dans un système RAS, plusieurs éléments ont des fonctions bien spécifiques (filtration mécanique, filtration biologique, oxygénation, dégazage, circulation de l'eau etc.) qu'il faut dimensionner et assembler à bon escient pour répondre aux besoins de chaque pisciculture en termes de :

- Traitement des matières solides en suspension
- Traitement des composés azotés dissous (NH_4 , NO_2 , NO_3)
- Contrôle des gaz dissous (CO_2 , O_2)
- Contrôle des paramètres physico-chimiques : pH, alcalinité, dureté

Contexte

Les systèmes d'aquaculture en système recirculé (RAS) classiques nécessitent une gestion des déchets. Afin que l'eau soit réutilisable, les déchets toxiques sont éliminés tandis que les éléments nutritifs non toxiques et la matière organique s'accumulent et constituent des sous-produits métaboliques. Les systèmes qui produisent des cultures supplémentaires utilisant les sous-produits de la production des espèces principales sont appelés systèmes intégrés (Crespi & Coche, 2008). Si les cultures secondaires sont des plantes, aquatiques ou terrestres, cultivées en association avec des poissons élevés dans un système RAS, ce système intégré est appelé **système aquaponique** (Somerville et al., 2014).

La mise en œuvre d'un RAS nécessite de choisir les matériels appropriés constituant ces organes et permettant la meilleure performance possible au moindre coût et au moindre risque.

Il existe à ce jour une multitude de systèmes en eau recirculée, dont les spécificités tiennent compte du degré de recirculation de l'eau, lui-même dépendant de l'espèce et de la densité d'élevage choisie. Aujourd'hui les systèmes sont assez aboutis et reproductibles, et possèdent une base de dimensionnement commune (pompes et filtrations mécaniques et biologiques), définie en fonction de la quantité et de la qualité d'aliment distribuable par m^3 d'eau et donc en fonction de l'espèce.

Les grandes caractéristiques d'un système RAS proposées par La Pisciculture Expérimentale INRA des Monts d'Arrée¹ en Bretagne qui est une référence reconnue pour les systèmes RAS sont décrites ci-dessous.

Dimensionnement, les ordres de grandeur :

- 3 à 4 kg d'aliment pour 1 m^3 d'anneaux bactériens
(pour des anneaux d'un rapport surface volume proche de $800 \text{ m}^2/\text{m}^3$)
- Rapport volume total biofiltre / volume d'anneau support bactérien : 2
- 10 à $20 \text{ m}^3/\text{h}$ d'air pour 1 m^3 d'anneau bactérien
(pression de sortie à calculer en fonction de la hauteur d'eau dans le biofiltre)
- Temps de séjour de l'eau dans le filtre biologique 10 à 15 min
- Taux de renouvellement de l'eau dans les unités d'élevage de 2 à 8 renouvellements par heure
(selon le type de système d'oxygénation (air-lift ou O_2 injecté) et/ou le type de système de récupération des MES (simple décantation, filtre rotatif ...))

*MES : matières en suspension

Cette technologie reste relativement peu employée par rapport aux modèles classiques en systèmes ouverts (Labbé L. et al., 2014). La lourdeur des investissements, des coûts de fonctionnement et la gestion des effluents constituent les principaux freins au développement des systèmes RAS (Foucard P. et al., 2015). Le tableau 1 reprend les avantages et inconvénients de ce type de systèmes.

Avantages	Inconvénients
- Economie d'eau - Economie d'espace - Utilisation d'une eau initiale de qualité variable (grâce à un traitement performant) - Gestion des paramètres physico-chimique - Respects des normes de rejets - Pilotage des élevages hors des variations environnementales - Gestion des pathogènes si les bacs d'élevage sont isolés	- Maîtrise délicate - Assurer une utilisation optimale des intrants (eau, oxygène, aliment, traitements) - Effectuer un contrôle continu des paramètres de l'eau - Qualification du personnel - Présence et/ou système d'alarme - Consommation énergétique - Contrôle des MES particulaires délicat - Valorisation des déchets solides - Investissements importants

Tableau 1 : avantages et inconvénients de l'aquaculture en circuit fermé par rapport à l'aquaculture en circuit ouvert (Benoît, 2016)

Cependant, ces systèmes RAS pourraient permettre de développer de nouveaux systèmes aquacoles dans des régions comme les Pays de la Loire qui n'offrent pas les conditions les plus favorables aux structures aquacoles classiques, pour des raisons hydrologiques ou d'accessibilité aux sites.

Dans la région, à part le cas particulier des piscicultures marines, les systèmes RAS commencent à apparaître. Le Lycée Olivier Guichard à Guérande dispose d'un outil récent (2015) de type RAS au sein de la pisciculture. D'autres petits systèmes RAS se développent depuis quatre ans avec le déploiement de l'aquaponie (exemples : la Ferme Aquacole d'Anjou dans le Maine et Loire, Gandon pisciculture en Mayenne, la pommeraie Aquaculture dans la Sarthe ou Nutreets en Loire-Atlantique).

Deux projets plus importants utilisant la technologie RAS sont en cours d'élaboration : le projet percassandre en 85 et le projet Lisaqua en 44. sur du poisson avec Percassandre en Vendée et sur de la crevette avec Lisaqua en Loire-Atlantique.

Pour préserver notre environnement, merci de n'imprimer ce document qu'en cas de nécessité.



*Syndicat Mixte pour le Développement
de l'Aquaculture et de la Pêche en Pays
de la Loire*

Contact :

SMIDAP - 3 rue Célestin Freinet
Bâtiment B Sud - 44200 NANTES
Tel. 02 40 89 61 37
contact@smidap.fr

BIBLIOGRAPHIE

Benoit, J. (2016). Etude de la faisabilité technico économique d'un pilote d'aquaponie menée sur deux cycles indépendants de productions saisonnières dans les Pays de la Loire.

Bregnballe, J. (2010). A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems

Crespi, V., & Coche, A. (2008). Glossary of aquaculture/Glossaire d'aquaculture/Glosario de acuicultura.

Foucard, P., Tocqueville, A., Goumé, M., Labbe, L., Lejolivet, C., Baroiller, J., ... Darfeuille, B. (2015). L'aquaponie, une association vertueuse des poissons et des végétaux en eau douce : synthèse technique, économique et réglementaire. Projet APIVA.

Labbé, L., Lefèvre, F., Bugeon, J., Fostier, A., Jamin, M., & Gaumé, M. (2014). Conception d'un système innovant de production de truites en eau recirculée. INRA Prod. Anim., 22, 135–146

Roque, E. (2008). Optimisation de deux systèmes de production piscicole : biotransformation des nutriments et gestion des rejets. Institut National polytechnique Toulouse.

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming (No. 589).

Timmons, M., & Ebeling, J. (2007). Recirculating Aquaculture (Cayuga Aqu).

Tocqueville, A., Foucard, P., & Gaumé, M. (2016). 2^{ndes} Journées d'échanges APIVA®. L'Aquaponie en France : au carrefour entre recherche/ développement et projets professionnels.

Trintignac P., Benoit J., Perrot L., Garsi P., Le Bihan v. et Ferré A., 2018. OPRA Etude de la faisabilité technico-économique d'un pilote aquaponie dans les Pays de la Loire 126p.

Pour préserver notre environnement, merci de n'imprimer ce document qu'en cas de nécessité.



*Syndicat Mixte pour le Développement
de l'Aquaculture et de la Pêche en Pays
de la Loire*

Contact :

SMIDAP - 3 rue Célestin Freinet
Bâtiment B Sud - 44200 NANTES
Tel. 02 40 89 61 37
contact@smidap.fr