

MEMBRES DU JURY / MEMBERS OF JURY

Rapporteuses / <i>Referees</i> :	Emmanuelle ROQUE D'ORBCASTEL	Chercheure HDR, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), France
	Carole ROUGEOT	Cheffe de travaux, Université de Liège, Belgique
Examineurs / <i>Examiners</i> :	Stéphane BETOULLE	Professeur des Universités, Université de Reims, France
	Elisabeth Maria GROSS	Professeure des Universités, Université de Lorraine, France
	Patrick KESTEMONT	Professeur des Universités, Université de Namur, Belgique
	Christophe ROBIN	Professeur des Universités, Université de Lorraine, France
Encadrants / <i>Advisors</i> :	Marielle THOMAS	Maître de conférences HDR, Université de Lorraine, France
	Thomas LECOCQ	Maître de conférences, Université de Lorraine, France
Membres invités <i>Guest members</i> :	Jean-Michel MORTILLARO	Chercheur, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Madagascar
	Alain PASQUET	Chargé de recherche HDR, Université de Lorraine, France

RESUME

En aquaculture, la polyculture est une pratique d'élevage ancienne et encore très répandue, dans laquelle plusieurs espèces aquatiques peuvent être produites ensemble. Elle est de plus en plus considérée comme une option prometteuse pour améliorer l'efficacité et la durabilité des systèmes de production aquatiques, notamment en pisciculture. Or, la polyculture peut avoir des conséquences aussi bien bénéfiques (ex. recyclage des nutriments de la biomasse d'élevage diminuant les impacts environnementaux) que néfastes (ex. compétition interspécifique entraînant des problèmes de bien-être animal) sur l'élevage des poissons. Il est donc essentiel d'évaluer ses conséquences sur la production et sur le bien-être des poissons pour mettre en évidence les meilleures polycultures parmi des associations d'espèces possibles (polycultures candidates). Dans la présente thèse, nous proposons un outil d'aide à la décision, basé sur une procédure de classement en quatre étapes pour évaluer et classer des polycultures de poissons. Cette procédure de classement, basée sur une approche multi-trait permet de choisir des polycultures pour le développement de l'aquaculture. Lorsque la polyculture est pensée pour améliorer l'élevage d'une espèce d'intérêt, la procédure de classement vise successivement à (i) sélectionner des traits reflétant la compatibilité des espèces (survie et traits liés à la morphologie, la physiologie et le comportement), (ii) préparer des données issues de tests expérimentaux dans des systèmes de recirculation en circuit fermé, en les polarisant en fonction de l'expression recherchée du trait à des fins aquacoles sachant qu'un taux de croissance le plus élevé et une réponse qui soit la plus faible au stress sont recherchés, (iii) pondérer les résultats de l'évaluation des conséquences de chaque polyculture suite à la polarisation des traits, en tenant compte des priorités (ex. production et bien-être des poissons) des parties prenantes (ex. pisciculteurs, consommateurs et organismes de réglementation) et (iv) synthétiser les résultats potentiellement conflictuels en les intégrant, au-travers d'une approche multivariée, dans un indice pour faciliter le classement des polycultures candidates. L'outil d'aide à la décision peut également être appliqué à l'échelle de l'ensemble des espèces (c'est-à-dire en considérant toutes les espèces associées). Il est considéré comme un moyen efficace permettant de choisir des associations d'espèces piscicoles en aquaculture. En revanche, il reste à l'ajuster et à l'adapter à tous les systèmes de pisciculture, en vue de le rendre utilisable pour l'ensemble des productions aquacoles.

Mots clés : Polyculture, Approche multi-trait, Outil d'aide à la décision, Systèmes de recirculation en circuit fermé.

ABSTRACT

In aquaculture, polyculture is an ancient and still widespread farming practice in which several aquatic species can be produced together. It is increasingly considered as a promising option to improve the efficiency and sustainability of aquatic production systems, especially in fish farming. However, polyculture can have both beneficial (e.g. recycling of nutrients from the reared biomass reducing environmental impacts) and detrimental (e.g. interspecific competition leading to animal welfare problems) consequences on fish farming. It is therefore essential to assess its consequences on production and fish welfare to highlight the best polycultures among possible species combinations (candidate polycultures). In this PhD, we propose a decision support tool based on a four-step ranking procedure to assess and rank fish polycultures. This ranking procedure, based on a multi-trait approach, allows the selection of polycultures for aquaculture development. When the polyculture is designed to improve the rearing of a species of interest, the ranking procedure aims successively at (i) selecting traits reflecting species compatibility (survival and traits related to morphology, physiology and behavior), (ii) preparing data from experimental tests in recirculated aquaculture system, polarizing them according to the desired expression of the trait for aquaculture purposes, knowing that the highest growth rate and the lowest stress response are sought, (iii) weighting the results of the assessment of the polyculture, and (iv) synthesizing potentially conflicting results by integrating them, through a multivariate approach, into an index to facilitate ranking of candidate polycultures. The decision support tool can also be applied at the whole species level (i.e. considering all combined species). It is considered as an efficient way to select fish species combinations in aquaculture. However, it remains to be adjusted and adapted to all fish farming systems, in order to make it usable for all aquatic rearing systems.

Key words: *Polyculture, Multi-trait approach, Decision support tool, Recirculated aquaculture systems.*