

Avis de Soutenance

Madame Emma MARI

Physiologie et Biologie des organismes - populations - interaction

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Fonctionnement des petites masses d'eau artificielles : effets des pratiques de gestion sur la dynamique des gaz à effet de serre dans les étangs piscicoles

Travaux dirigés par Monsieur Bjoern WISSEL et Monsieur Sylvain DOLEDEC

Soutenance prévue le **jeudi 26 mars 2026** à 14h00

Lieu : Université Lyon 1 - Salle de conférence Bibliothèque Universitaire - 20 avenue Gaston Berger
69100 VILLEURBANNE

Salle :

Composition du jury proposé

M. Bjorn WISSEL	Professeur des universités	Université Lyon 1	Directeur de thèse
M. Sylvain DOLEDEC	Professeur émérite	Université Lyon 1	Co-directeur de thèse
Mme Fanny COLAS	Maître de conférences	Université Lyon 1	Co-encadrante de thèse
Mme Cristina RIBAUDO	Maître de conférences	Bordeaux INP	Examinatrice
Mme Anne-Kristel BITTEBIERE	Professeure des universités	Université Lyon 1	Examinatrice
M. Florent ARTHAUD	Maître de conférences	Université Savoie Mont-Blanc Chambéry	Examineur
Mme Hélène MASCLAUX	Maître de conférences	Université Marie et Louis Pasteur Besançon	Rapporteure
M. Yves PRAIRIE	Professeur	Université du Québec Montréal Canada	Rapporteur
M. Timothée BEROUUD	Fondation Pierre Vérots Saint-Jean-de-Thurigneux	Invité	

Mots-clés : Biogéochimie, Ecologie aquatique, Flux de carbone, Réseau trophique

Résumé :

Les petites masses d'eau artificielles, telles que les étangs piscicoles, sont de plus en plus reconnues comme des « hotspots » biogéochimiques contribuant de manière disproportionnée aux émissions de gaz à effet de serre (GES) malgré leur faible surface (Downing, 2010 ; Holgerson et Raymond, 2016). Leur fonctionnement demeure cependant largement négligé notamment par rapport aux lacs naturels, et leur rôle dans les bilans carbone régionaux reste encore mal compris (Raymond et al., 2013 ; DelSontro et al., 2018). Cela est particulièrement marqué pour les petites masses d'eau artificielles gérées, comme les étangs d'aquaculture, où les pratiques humaines modifient fortement

l'hydrologie, la dynamique sédimentaire et les apports en nutriments. Cette thèse s'inscrit dans le contexte de la région de la Dombes (Ain), l'un des plus vastes et anciens paysages aquacoles d'Europe, comprenant plus d'un millier d'étangs peu profonds, gérés depuis plusieurs siècles selon des pratiques piscicoles traditionnelles et suivant un cycle avec des phases périodiques d'assec. L'objectif de cette thèse est de caractériser les flux de GES dans les petites masses d'eau artificielles, d'identifier leurs facteurs de contrôle et d'analyser l'influence des pratiques piscicoles sur la production, l'oxydation et l'émission de CO₂ et CH₄ au cours du cycle hydrologique des étangs. À partir de mesures de terrain, d'analyses en laboratoire et de suivis de flux de GES, le premier chapitre montre que, durant la phase en eau, les pratiques piscicoles (alimentation, fertilisation et chaulage) modifient la chimie de l'eau et des sédiments, influençant ainsi les concentrations de CO₂ et de CH₄. Les dynamiques du CO₂ sont fortement liées à l'oxygène dissous et au pH, tandis que celles du CH₄ reflètent la complexité associée à la faible profondeur, en accord avec les observations réalisées dans d'autres systèmes eutrophes peu profonds. Le second chapitre explore le devenir du CH₄ produit dans les étangs et la manière dont les pratiques aquacoles et l'écologie des étangs régulent son oxydation, ses voies d'émission et son intégration dans le réseau trophique, à l'aide des isotopes stables du carbone. Les analyses isotopiques du CH₄ dissous montrent qu'une grande partie est oxydée, sous l'influence de la disponibilité en oxygène et en phosphore. Contrairement aux chironomidés et au zooplancton, qui assimilent peu de carbone d'origine méthanique, les gastéropodes présentent des signatures isotopiques suggérant que le carbone dérivé du CH₄ pénètre principalement le réseau trophique par des voies périphtiques associées aux macrophytes, plutôt que par les consommateurs benthiques ou pélagiques. L'oxydation du méthane a lieu dans des micro-habitats tels que dans la colonne d'eau ou la surface des macrophytes. Le troisième chapitre s'intéresse à la phase d'assec, encore peu étudiée dans les systèmes temporaires. Les sédiments exposés constituent alors de fortes sources de CO₂, avec des flux principalement contrôlés par la température et l'humidité du sol, tandis que les émissions de CH₄ sont quasi absentes en conditions oxiques. Les émissions observées durant l'assec sont comparables à celles mesurées à la phase en eau, soulignant l'importance de l'intermittence. Dans l'ensemble, cette thèse met en évidence que les petites masses d'eau artificielles, telles que les étangs piscicoles, constituent des sources dynamiques de GES fortement influencées par les modes de gestion. Les émissions de carbone varient selon les phases hydrologiques et les processus sédimentaires, tandis que le cycle du CH₄ se caractérise par une oxydation spatialement hétérogène et une intégration trophique limitée. Ces résultats soulignent la nécessité d'intégrer les étangs artificiels dans les inventaires de GES et de considérer la gestion piscicole comme levier potentiel d'atténuation climatique.

Summary:

Small artificial waterbodies, such as fishponds, are increasingly recognized as biogeochemical hotspots with disproportionate contributions to greenhouse gas (GHG) emissions relative to their size (Downing 2010; Holgerson & Raymond 2016). Yet their functioning remains overlooked compared to natural lakes for instance, and their role in regional carbon budgets is still poorly constrained (Raymond et al. 2013; DelSontro et al. 2018). This is particularly true for small artificial waterbodies, such as managed pondscapes, where human practices strongly modify hydrology, sediment dynamics, and nutrient inputs. This thesis focuses on the Dombes region (eastern France), one of largest and oldest aquaculture landscapes in Europe, presenting more than one thousand shallow ponds managed through millennia-old fish-farming practices and periodic drying. The objective here is to emphasize GHG fluxes in small artificial waterbodies and their controlling factors ; and how these practices influence CO₂ and CH₄ production, oxidation, and emission throughout the pond hydrological cycle. Using field measurements, laboratory analyses and gas flux monitoring, the first research chapter shows that during the flooded phase (évolage), fish-farming practices (especially feeding, fertilizing and liming) modify sediment and water chemistry, thereby influencing

CO₂ and CH₄ concentrations. CO₂ dynamics were strongly linked to dissolved oxygen and pH, while CH₄ patterns reflected complexity linked to shallow depths, consistent with previous findings in small eutrophic systems. The second chapter explores the fate of CH₄ produced in fishponds and how aquaculture practices and pond ecology regulate its oxidation, emission pathways, and incorporation into the food web, using stable carbon isotopes. Stable carbon isotope analysis of dissolved CH₄ has shown that the majority of CH₄ in most fishponds has been oxidized, driven by both oxygen and phosphorus availability. In contrast to chironomids and zooplankton, showing minimal assimilation of CH₄-derived carbon, gastropods exhibited strongly depleted $\delta^{13}\text{C}$ values, indicating significant reliance on CH₄-derived biofilms. This demonstrated that CH₄-derived carbon enters the food web primarily through macrophyte-associated periphytic pathways, rather than through sediment or pelagic consumers. These results contrast with patterns observed in some small natural lakes and suggest that in fishponds, most sediment-produced CH₄ bypasses benthic and pelagic food webs, while oxidation occurs predominantly in microhabitats such as the oxic water column or macrophyte surfaces. The third chapter investigates the drying phase (assec), an understudied component of temporary systems. Exposed sediments acted as strong CO₂ sources, with fluxes driven mainly by soil temperature and moisture, while CH₄ emissions were close to zero under oxic conditions. Emissions during the drying period appeared to be comparable to those of the flooded phase, suggesting the importance of intermittency. Overall, this thesis demonstrates that small artificial waterbodies such as fishponds are dynamic but strongly management-influenced sources of GHGs. Their carbon emissions are influenced by hydrological phase and sediment processes, while CH₄ cycling is characterized by spatially variable oxidation but minimal trophic integration. These findings highlight the need to integrate small artificial ponds into regional and global GHG inventories and to consider pond management as a lever for climate mitigation.