

Madame AMINA HAOUCHINE

## Géographie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Biogéochimie réactive de la matière organique et des nutriments et le flux associé dans la colonne d'eau et à l'interface eau-sédiment : application aux étangs de la Brenne*

Travaux dirigés par Monsieur Rachid NEDJAI

Ecole doctorale : Sciences de la Société : Territoires, Economie, Droit - SSTED

Unité de recherche : CEDETE - Centre d'Études pour le Développement des Territoires et l'Environnement

Soutenance prévue le **mercredi 25 février 2026** à 14h00

Lieu : UFR LLSH - 10, Rue de Tours 45065 Orléans Cedex

Salle : 122

### Composition du jury proposé

M. Rachid NEDJAI	Professeur des universités	Université d'Orléans	Directeur de thèse
Mme Nathalie GASSAMA	Maîtresse de conférences	Université de Tours	Rapporteure
M. Emmanuel CHAPRON	Professeur des universités	Université de Toulouse - Jean Jaurès	Rapporteur
M. Mikael MOTEERICA-HEINO	Professeur des universités	Université d'Orléans / ISTO	Co-directeur de thèse
M. Dominique DUMAS	Professeur des universités	Université de Lyon III - Jean Moulin	Examinateur

**Mots-clés :** Étangs de la Brenne, Biogéochimie, Qualité de l'eau, Sédiments, Nutriments

### Résumé :

Les étangs de la Brenne constituent un réseau de petits hydro-systèmes remarquablement denses, mais particulièrement vulnérables aux pressions climatiques et anthropiques. Leur fonctionnement repose sur des processus biogéochimiques complexes, encore peu documentés malgré leur rôle essentiel dans la régulation des flux de nutriments, de matière organique et d'éléments traces. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette thèse, dont l'objectif général est de déchiffrer les mécanismes qui contrôlent la dynamique et la réactivité de la matière organique, des nutriments et des éléments traces dans la colonne d'eau et à l'interface eau-sédiment des étangs étudiés. Les travaux ont mobilisé des suivis physico-chimiques mensuelles, des caractérisations géochimiques approfondies, des approches spectroscopiques et des outils de modélisation prédictive afin d'évaluer l'influence des facteurs physiques, biologiques et hydrologiques sur le fonctionnement de ces écosystèmes. Les résultats soulignent le rôle déterminant des facteurs physiques, et plus spécifiquement de la température, dans l'organisation des processus biogéochimiques. Celle-ci conditionne en effet l'installation d'une stratification thermique éphémère, généralement observée entre la fin du printemps et le début de l'automne. Cette organisation, souvent instable, structure fortement l'oxygénation de la colonne d'eau et conditionne les processus internes : recyclage du phosphore depuis les sédiments, accumulation saisonnière de l'azote dans les couches profondes, et modulation de la production phytoplanctonique. L'étude de la matière organique dissoute fluorescente révèle des signatures contrastées selon les étangs. Mise en parallèle avec la composition de la matière organique sédimentaire (Rock-Eval, CHNS), elle met en évidence un continuum diagenétique entre colonne d'eau et sédiments. L'ensemble soulignent à la fois l'influence des apports du bassin versant mais aussi la

contribution majeure des processus internes. L'analyse des sédiments a également permis de caractériser la distribution des éléments traces métalliques (ETMs) et d'évaluer les degrés de contamination et les risques écologiques. Les contrastes observés reflètent la morphométrie, les conditions redox, le degré d'ouverture hydrologique et les pressions diffuses liées aux apports terrigènes. Enfin, les modèles ELM ont été utilisés comme outil d'appui, afin d'examiner la capacité prédictive de certains paramètres clés (DBOs, Chl-a, DCO). Leur performance variable met en évidence non seulement la complexité des processus biogéochimiques, mais aussi la nécessité d'articuler observations de terrain, analyses géochimiques et modélisation pour produire un diagnostic écologique robuste. Dans leur ensemble, ces travaux apportent une base de données nouvelle et structurante sur le fonctionnement biogéochimique des étangs de la Brenne, éclairant les mécanismes qui gouvernent leur état écologique et leur résilience. Ils renforcent la compréhension du rôle des interfaces réactives et mettent en évidence la nécessité d'une approche intégrée articulant les processus de la colonne d'eau et ceux des sédiments, pour accompagner leur gestion et leur adaptation face aux pressions climatiques et anthropiques.

## **Summary:**

The Brenne ponds form a remarkably dense network of small hydrosystems, yet they are particularly vulnerable to climatic and anthropogenic pressures. Their functioning relies on complex biogeochemical processes that remain insufficiently documented, despite their essential role in regulating nutrient, organic matter, and trace element fluxes. This thesis aims to decipher the mechanisms controlling the dynamics and reactivity of organic matter, nutrient, and trace elements within the water column and at water-sediment interface of the studied ponds. To this end, the work combined monthly physico-chemical monitoring, comprehensive geochemical characterisation, spectroscopic approaches, and predictive modelling tools to assess the influence of physical, biological, and hydrological factors on the functioning of these ecosystems. The results highlight the decisive role of physical factors (most notably temperature) in organising biogeochemical processes. Temperature governs the establishment of an ephemeral thermal stratification, generally observed from late spring to early autumn. This often unstable structure strongly shapes the oxygenation of the water column and drives key internal processes, including phosphorus recycling from the sediments, seasonal nitrogen accumulation in deeper layers, and the modulation of phytoplankton production. The analysis of fluorescent dissolved organic matter reveals contrasting signatures among the ponds. When compared with the composition of sedimentary organic matter (Rock-Eval, CHNS), these signatures point to a diagenetic continuum linking water column and sediments. Together, these results underscore the combined influence of catchment inputs and the major contribution of internal processes. Sediment analyses further enabled the characterisation of trace metal distributions and the assessment of contamination levels and ecological risks. The observed contrasts reflect pond morphometry, redox conditions, hydrological openness, and diffuse pressures associated with terrigenous inputs. Finally, ELM models were used as a support tool to evaluate the predictive capacity of key parameters (BODs, Chl-a, COD). Their variable performance highlights not only the complexity of biogeochemical processes but also the need to integrate field observations, geochemical analyses, and modelling in order to produce a robust ecological diagnosis. Overall, this work provides a new and structuring dataset on the biogeochemical functioning of the Brenne ponds, shedding light on the mechanisms governing their ecological status and resilience. It strengthens our understanding of the role of reactive interfaces and demonstrates the necessity of an integrated approach that links water-column and sediment processes, to support the management and adaptation of these systems to climatic and anthropogenic pressures.