UNIVERSITA DI CORSICA - PASQUALE PAOLI

ECOLE DOCTORALE "Environnement et Société"

BP 52, 20250 Corti – Tel : 04 95 37 23 22 / 45 02 20 – E.mail : ecole.doctorale@univ-corse.fr
Site : http://ed.univ-corse.fr

FICHE PROJET DE THESE pour ANNEE 2024-2025

Discipline du Doctorat	4200007 – Physiologie et Biologie des Organismes – Populations - Interactions
Mention du Doctorat	Biologie des Populations et Ecologie – 67°
Domaine scientifique principal	Ecologie côtière
Domaines scientifiques secondaires	Ecologie des milieux de transition
Entités de rattachement	UMR SPE / GEM
Direction de la thèse	Pr Vanina Pasqualini pasqualini_v@univ-corse.fr CR Nathalie Malet (IFREMER Bastia) nathalie.malet@ifremer.fr Co-encadrant monde universitaire : CR Olivier Boutron (CR Tour du Valat) boutron@tourduvalat.org
Collaborations extérieures éventuelles envisagées	IFREMER ; La Tour du Valat Office de l'Environnement de la Corse (Marie Garrido) Université de Montpellier, UMR MARBEC
Type de financement visé	Co-financement 50 % IFREMER (acquis) + 50% contrat doctoral
Connaissances et compétences requises chez l'étudiant	Master en Ecologie Marine
Titre de la thèse	**Trajectoires Ecologiques des milieux LAgunaires sous contraintes climatiques et anthropiques – Apports de l'intégration Numérique à l'adaptabilité des Sociétés - ELANS**
Abstract 1	Les lagunes côtières, du fait même de leur positionnement entre les bassins versants et la mer sont extrêmement vulnérables face aux répercussions du changement climatique (CC), tels que la réduction des précipitations, l'augmentation des températures et l'évaporation. Le CC impacte d'ores et déjà l'hydrologie des lagunes (températures, salinité) avec des conséquences directes et observées sur le fonctionnement écologique des milieux lagunaires dont les communautés macrophytiques et phytoplanctoniques, premiers maillons impactés. Or ces milieux de transition font partie des écosystèmes les plus vulnérables et il s'agit de systèmes fournissant des services écosystémiques indispensables à nos sociétés. Les milieux de transition dont les lagunes sont donc fondamentaux pour la protection du fonctionnement des systèmes littoraux, leurs usages et le bien-être futurs des populations humaines. Ce projet s'intègre donc totalement aux problématiques des écosystèmes méditerranéens côtiers lagunaires mais

	également aux territoires littoraux de la Corse en apportant un soutien aux politiques publiques pour la compréhension, la préservation, la restauration et l'adaptation des lagunes côtières face aux problématiques anthropiques et climatiques. Face aux prévisions climatiques, cette thèse vise à : 1) acquérir des connaissances sur les tendances des trajectoires hydro-écologiques passées des milieux lagunaires pour comprendre et anticiper leurs trajectoires futures, grâce à une première approche « historique », utilisant différentes bases de données acquises sur le long terme et sur plusieurs compartiments de l'écosystème lagunaire, 2) tester différents scenarii et évaluer l'impact prévisible du CC sur l'hydro-écologie de ces milieux et sur leur capacité de résilience, grâce à une approche « prospective » menée en parallèle à l'aide de modélisation numérique (modèle hydro-salin).
Abstract 2	Ce projet de thèse s'intègre totalement aux thématiques de recherche développées par l'UAR CNRS Stella Mare et l'UMR CNRS Sciences Pour l'Environnement de l'Université de Corse à travers son projet Gestion et valorisation des Eaux en Méditerranée, notamment dans le cadre du projet GERHYCO et en continuité des dernières thèses de V. Ligorini (2023) et E. Crayol (2023). Résolument ancrée dans le contexte territorial et Méditerranéen, la thèse permettra par une approche pluridisciplinaire, d'acquérir des connaissances essentielles pour la gestion et la conservation des milieux lagunaires sur le littoral Corse et plus largement en Méditerranée. Les principaux verrous scientifiques résident dans l'étude de systèmes complexes qui nécessitent de travailler sur des cycles longs, de considérer un grand nombre de paramètres environnementaux et de comprendre les différents processus biologiques, écologiques et hydrogéologiques. Cette nouvelle thèse renforcera ainsi le positionnement fort sur cette thématique de recherche de l'UCPP, grâce notamment à un nouveau partenariat avec l'IFREMER, la Tour du valat et des partenariats renforcés avec l'OEC et l'Université de Montpellier-MARBEC.
	Explicitation sur page suivante

Explicitation du Projet de thèse

1°) Présentation des aspects scientifiques du projet de thèse

Le dernier rapport du GIEC (IPCC, 2022) montre que le climat est en train de changer partout dans le monde plus rapidement que prévu et la rapidité de ce changement dans le bassin méditerranéen est supérieure aux tendances mondiales (MedECC, 2022). Pour les zones côtières, il s'agira d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules terrestres et marines et plus globalement d'une augmentation de la température des mers et des eaux côtières. Les régions littorales devront également affronter la diminution des précipitations avec des extrêmes plus importants mais également des épisodes de sécheresses plus longs. Les lagunes côtières, du fait même de leur positionnement entre les bassins versants et la mer et de leur nature confinée sont d'autant plus vulnérables face aux répercussions du changement climatique (CC). Les répercussions du CC sont d'ores et déjà visibles avec en premier lieu l'altération de l'hydrologie des lagunes (températures, salinité) et cela est déjà observé sur le fonctionnement écologique de ces milieux dont les communautés macrophytiques et phytoplanctoniques, premiers maillons impactés.
Ces milieux de transition font partie des écosystèmes les plus vulnérables (Millenium Ecosystem Assessment, 2005) et il s'agit également de systèmes fournissant des services écosystémiques indispensables à nos sociétés. Ces milieux présentent un intérêt majeur au regard des services qu'ils produisent mais également dans le cadre de l'adaptation de nos territoires au CC, en régulant ou réduisant son effet (inondations, sécheresses, disponibilité en d'eau douce …), mais aussi du fait même de l'atténuation direct du CC (stockage du carbone massif dans les zones humides). Les milieux de transition dont les lagunes sont donc fondamentaux pour la protection du fonctionnement des systèmes littoraux, leurs usages et le bien-être futurs des populations humaines.
Les lagunes sont, de plus, des systèmes "sentinelles" car elles répondent précocement face aux perturbations notamment liées au CC. Les petites lagunes, avec une plus forte densité sur le littoral, ont d'ailleurs montré une réactivité encore plus importante au contexte hydro-climatique et une variabilité hydrologique intrinsèque qui semble plus forte en comparaison des grandes lagunes.

Ce projet s'intègre donc totalement aux problématiques des écosystèmes méditerranéens côtiers lagunaires mais également aux territoires littoraux de la Corse en apportant un soutien aux politiques publiques pour la compréhension, la préservation, la restauration et l'adaptation des lagunes côtières face aux problématiques anthropiques et climatiques.
Face aux prévisions climatiques, il est alors nécessaire :

- d'acquérir des connaissances sur les tendances des trajectoires hydro-écologiques passées des milieux lagunaires pour comprendre et anticiper leurs trajectoires futures.
- d'évaluer l'impact prévisible du CC sur l'hydro-écologie de ces milieux et sur leur capacité de résilience.

Les trajectoires temporelles des socio-écosystèmes lagunaires corses de plusieurs lagunes (« DCE » et petites lagunes « DHFF ») seront étudiées dans ce cadre. Deux approches, "**historique"** et **"prospective"** seront traitées de façon complémentaire. <u>L'approche historique</u> sera basée sur les données des suivis lagunaires acquises sur le long terme (25 ans) afin d'identifier des schémas d'évolution, shifts et éléments clefs fonctionnels et structurels des trajectoires temporelles. <u>L'approche prospective</u> permettra de tester différents scenarii (projections climatiques, « solutions fondées sur la nature », restauration active avec modifications des connexions à la mer), grâce à l'utilisation d'un outil d'intégration numérique (type GAMELag) simplifié en fonction des résultats de l'approche historique et des options de gestion traitées.

<u>Actions :</u>
1- Le changement climatique a des répercussions directes sur l'hydro-écologie des milieux lagunaires. Des séries temporelles à long terme et une méthodologie de traitement adaptée seront utilisées afin de dégager d**es schémas d'évolution, shifts et éléments clefs fonctionnels et structurels des trajectoires temporelles à 25 ans**. Afin de se soustraire de l'impact des pressions anthropiques liées à l'eutrophisation, les paramètres hydro-biologiques de 2 lagunes au contexte hydro-morphologique comparable, mais surtout oligotrophes seront étudiés. L'ensemble des compartiments biologiques sera pris en compte avec un focus sur le compartiment phytoplanctonique et macrophytique dont les réponses précoces au CC ont déjà été démontrées. Grandes et petites lagunes seront confrontées afin d'identifier les **modalités de leur fonctionnement hydro-écologique en termes de sensibilité, réactivité et capacité de résilience** *pour in fine* questionner sur la **durabilité de ces milieux et de**

leurs usages face notamment au CC. Une attention particulière sera portée à la notion d'état de référence dans le cadre de problématique de restauration.
2- Partant de l'hypothèse que les milieux lagunaires et en particulier les petites lagunes vont évoluer à moyen terme selon des stades fonctionnels transitoires successifs rapides, et en fonction des résultats sur le fonctionnement hydro-écologique des années passées (Action 1), différents **scenarii hydro-écologiques** seront testés grâce à l'utilisation d'un outil d'**intégration numérique** *via* un **modèle hydro-salin simplifié**. L'utilisation de l'outil numérique permettra d'appréhender les conséquences de différentes options de gestion. En particulier, du fait de la diminution des apports du bassin versant, de l'augmentation de l'évaporation et de la tendance à la fermeture des graus sous l'effet du CC, les questions de disponibilité en nutriments pour les compartiments biologiques phytoplanctoniques et macrophytiques, du niveau de connexion entre la lagune et la mer, et de la sur-salinisation pourront être testées en lien avec la conservation et la durabilité des usages.

Données disponibles :

- base de données de séries à long terme (25 ans) des paramètres hydrologiques et phytoplanctoniques en milieu lagunaire (RSL/Obslag / DCE) ; base de données "pigment phytoplanctonique" (Université de Montpellier)
- Poursuite des suivis hydrologiques saisonniers initiés dans la thèse de V. Ligorini (Université de Corse)
- poursuite des suivis haute fréquence des températures et salinités (petites lagunes) (Plan d'Action Régional pour la conservation des lagunes (Office de l'Environnement de la Corse)
- base de données macrophytes (tous les 3 ans) depuis 2003 (RSL / Obslag DCE)
- poursuite des diagnostics macrophytes estivaux (hors DCE) sur les petites lagunes (OEC, Ifremer)
- contexte climatique (banque de données météo France et projections climatiques du GIEC > DRIAS https://www.drias-climat.fr/)
- données climatiques modélisées (Copernicus)

Sites d'études :
Les « grandes lagunes » dites « DCE » de Diana, Urbinu ou Palu seront investiguées ainsi que des petites lagunes, telles que Santa Giulia, Pisciu Cane ou Arasu.

2°) Présentation des enjeux de la thèse

Depuis plusieurs années, la politique scientifique de l'Université de Corse est basée sur des thématiques de recherche à forts ancrages régionaux et représentatives des potentialités des régions méditerranéennes. Les recherches réalisées au sein de l'UMR CNRS SPE et de l'UAR CNRS Stella Mare participent à une meilleure maîtrise des ressources naturelles, au développement de modèles permettant d'appréhender la dynamique des systèmes naturels complexes. Comme le souligne le rapport du MedECC (2022), il n'existe à ce jour aucune évaluation globale des risques que représentent le changement climatique dans le bassin méditerranéen, de toute évidence freinée par les conditions environnementales, socio-économiques et culturelles hétérogènes.
Ces travaux sont intégrés directement dans le cadre du projet structurant UNITI du PIA 4 « Excellences sous toutes ses formes » et plus spécifiquement du programme 3 sur le changement climatique. Ils ont donc vocation à apporter des éléments complémentaires spécifiques et à combler des lacunes à l'échelle régionale de la Corse afin de fournir des informations et des données pour aider les décideurs à l'élaboration des stratégies efficaces d'atténuation et d'adaptation.
Résolument ancrée dans le contexte territorial et Méditerranéen, la thèse permettra par une approche pluridisciplinaire, d'acquérir des connaissances essentielles pour la gestion et la conservation des milieux lagunaires sur le littoral Corse et plus largement en Méditerranée.

Ces travaux ont vocation à permettre un large rayonnement scientifique au niveau méditerranéen du fait même des enjeux et répercussions du changement climatique. Les principaux verrous scientifiques des travaux développés résident dans l'étude de systèmes complexes qui nécessitent de travailler sur des cycles longs, de considérer un grand nombre de paramètres environnementaux et de comprendre les différents processus biologiques, écologiques et hydrogéologiques.

Cette thèse s'inscrit donc en parfaite continuité des travaux de thèse déjà réalisés à l'Université de Corse avec notamment les thèses de Viviana Ligorini (2023) et Eléa Crayol (2023) dans le cadre du

projet GERHYCO qui vise à la caractérisation de l'eau et des ressources associées face aux changements globaux (anthropiques et climatiques) en contexte insulaire. Cette nouvelle thèse renforcera ainsi le positionnement fort sur cette thématique de recherche de l'Université de Corse, grâce notamment à un nouveau partenariat avec l'IFREMER, la Tour du Valat et des partenariats renforcés avec l'OEC et l'Université de Montpellier-MARBEC.

IPCC (2022). Sixth Assessment report. Impacts, Adaptation and Vulnerability. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/
MedECC (2022). Changement climatique et environnemental dans le bassin méditerranéen. Situation actuelle et risques pour le futur. Premier rapport d'évaluation pour la Méditerranée (MAR1) – Résumé à l'intention des décideurs.
Millenium ecosystem assessment (2005). World Resources Institute. ISBN 978-1-56973-597-8

Thèses soutenues :

Viviana LIGORINI (2019-2023) : Diversité des communautés phytoplanctoniques et trajectoires écologiques des milieux lagunaires du littoral corse » *Thèse soutenue le 1 juin 2023.* Directrice : Vanina PASQUALINI

Eléa CRAYOL (2020-2023) : Anthropisation des flux d'eau souterraine et trajectoire environnementale des hydrosystèmes littoraux lagunaires méditerranéens, approche géochimique, isotopique et socio-hydrogéologique sur des sites corses et italiens. *Thèse soutenue le 6 novembre 2023.* Directeur : Frédéric HUNEAU, Co-Directrice : Emilie GAREL