

**ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT
D'ILE DE France N° 129**

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2020

Nom du Laboratoire d'accueil : ENTROPIE
Nom du Directeur du laboratoire : Mathieu Lecorre
Adresse complète du laboratoire :

N° UMR : 9220

ENTROPIE : Implantation Nouvelle-Calédonie
Centre IRD Nouméa
101 av, Roger Laroque, Anse Vata
BP A5, 98848
Nouméa, Nouvelle-Calédonie
Contact (+687) 26. 07.97

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire :

Nom du Directeur de thèse **HDR** : CHRISTOPHE MENKES
Téléphone : +687 260932
Mail : christophe.menkes@ird.fr

Nom du co-encadrant non HDR : ANNE LEBOURGES-DHAUSSY
Téléphone : (+33) 2 98 22 45 05
Mail : anne.lebourges.dhaussy@ird.fr

• **Titre de la thèse en Français : Comprendre les relations entre l'environnement marin et le micronecton dans l'océan Pacifique tropical à travers observations in situ, acoustiques et modèles.**

• **Titre de la thèse en Anglais : Relation between micronekton and its environment in the Pacific Ocean seen from in situ, acoustics data and models.**

• **Résumé Sujet en Français (1 page maximum) :**

Comprendre les relations entre l'environnement marin et le micronecton dans l'océan Pacifique tropical à travers observations in situ, acoustique et modèles.

Sujet : Ce sujet de thèse s'inscrit dans l'étude de la biodiversité marine hauturière et la gestion durable des ressources marines dans un contexte de perte de biodiversité et d'exploitation des importantes ressources thonières du Pacifique tropical. Un projet financé de 3 ans, 2020-2022, le projet MICROPAC développé entre l'IRD (<https://www.ird.fr> , Institut de Recherche pour le Développement), la CPS (<https://www.spc.int/fr>, Communauté Du Pacifique) et CLS (Collecte, Localisation, Satellites, <https://fisheries.groupcls.com/fr/>) vise ainsi à :

- 1) mieux observer de manière cohérente le fonctionnement à grande échelle de l'écosystème pélagique des prédateurs marins supérieurs dans le Pacifique tropical où les données d'observation sont rares ou inexistantes. Il s'agit de comprendre le lien entre cet écosystème et son environnement, en incluant océanographies physique et chimique, production primaire, niveaux trophiques intermédiaires que sont le zooplancton et le

micronecton et qui constituent l'alimentation principale des grands prédateurs marins et de la mégafaune en général

- 2) contribuer à valider et ajuster les paramétrisations des modèles d'écosystèmes qui visent à la compréhension des prédateurs supérieurs (e.g SEAPODYM, modèle déterministe allant de la physique au micronecton) en collectant ces données essentielles sur le micronecton qui peuvent être assimilées dans ces modèles (e.g acoustique) pour en ajuster les paramètres et trajectoires.

Le groupe impliqué dans MICROPAC a déjà mené de nombreuses campagnes à la mer autour de la biodiversité pélagique (<https://oceanfish.spc.int/ofpsection/ema/biopelagos/campagnes-a-la-mer/445-accueil?lang=en>). Il ressort des dernières études (e.g Receveur, 2019; Receveur et al., 2019b, 2019a), sur des zones restreintes et peu contrastées comme la zone économique de Nouvelle-Calédonie, que les structures verticales du micronecton estimées par l'acoustique active sont difficilement comparables aux données de chalutage, ainsi qu'aux données de modèles d'écosystème de type SEAPODYM. La difficulté de la comparaison tient d'abord à la différence intrinsèque du signal lié à chaque engin. Alors que les données de chalutage estiment des biomasses par espèce, les données acoustiques estiment des intensités de rétrodiffusion à différentes fréquences pour l'ensemble des organismes. Actuellement nous ne sommes pas en mesure de relier ces intensités aux biomasses in situ. Ce travail n'a pas été possible jusqu'à présent notamment en raison du manque d'observations sur des zones suffisamment contrastées. Il est possible aussi que les quelques fréquences des engins acoustiques ne permettaient pas de rendre compte de la diversité observée des espèces. Cependant les nouveaux développements technologiques des engins à large bande fréquentielles ouvrent de nouvelles voies d'investigation. Enfin, les modèles numériques qui doivent reproduire la dynamique des grands prédateurs migrants sur de vastes zones, quant à eux, doivent être validés. Mais comme les données de terrain de proies n'existent pas à ces échelles, leur fiabilité ne peut être assurée.

Dans cette thèse, nous profiterons du programme MICROPAC qui inclut 3 campagnes à la mer, de 2020 à 2022 (WARMALIS 2020-2022) effectuant de grandes traversées nord-sud et est-ouest du Pacifique dans des écosystèmes contrastés, pour acquérir des données de plus vaste échelle de chalutage, d'acoustique multifréquence et large bande et de toute la suite physique à biologique conduisant au micronecton. Nous chercherons à comprendre comment il est possible de mettre en relation les données de micronecton observées par chalutage, par acoustique et nous construirons un modèle statistique reliant l'environnement à la structure du micronecton pour comprendre quels sont les processus clés qui structurent le micronecton à travers le Pacifique tropical. Puis nous déterminerons la cohérence des processus et des biomasses de micronecton entre ce modèle basé sur les observations et le modèle de dynamique de population Seapodym couplant la physique à la biologie des populations. Le cas échéant, le modèle de dynamique des populations sera ajusté à l'aide des données collectées. Les modèles statistique et dynamique permettront de projeter la situation présente dans le futur sous les scénarios de changement climatique AR6 avec mitigation forte (de type, accords de Paris, SSP2 4.5) ou bien dans une situation dystopique (scénario SSP5 8.5).

Lieu de thèse : La thèse sera effectuée entre Brest et Nouméa dans les équipes du LEMAR (IRD, DR Ouest) et d'ENTROPIE (IRD, Nouméa), de la CPS (Nouméa) selon des modalités à définir avec le.a candidat.e et en collaboration avec CLS (Toulouse). A Nouméa, le.a candidat.e aura accès, si il.elle le désire, à un logement à l'Université de Nouvelle Calédonie.

Profil souhaité : Niveau Master/Ecole d'ingénieur avec goût pour la pluridisciplinarité à l'interface entre océanographie physique, traitement du signal environnemental et biologie marine. Goût pour la modélisation déterministe (dynamique de population, équation différentielle), statistique (modèles multivariés linéaires et non linéaires) et pour l'observation à la mer.

Bibliographie sommaire :

Receveur, A., 2019. Ecologie spatiale du micronecton: distribution, diversité et importance dans la structuration de l'écosystème pélagique du Pacifique Sud-Ouest. Université Aix-Marseille, Noumea, New Caledonia.

Receveur, A., Kestenare, E., Allain, V., Ménard, F., Cravatte, S., Lebourges-Dhaussy, A., Lehodey, P., Mangeas, M., Smith, N., Radenac, M.-H., Menkes, C., 2019a. Micronekton distribution in the south west Pacific (New Caledonia) from Shipboard-ADCP backscatter data. Deep Sea Res. Part II.

Receveur, A., Menkes, C.E., Lebourges-Dhaussy, A., Nerini, D., Mangeas, M., Ménard, F., Allain, V., 2019b. Forecasting vertical distribution variability of pelagic forage fauna in the south Pacific. Deep Sea Res. Part II.

• **Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :**

Topic:

This thesis subject is part of the study of deep-sea marine biodiversity and sustainable management of marine resources in a context of biodiversity loss and exploitation of the important tuna resources of the tropical Pacific. A 3-year funded project, 2020-2022, the MICROPAC project developed between IRD (<https://www.ird.fr>, Institut de Recherche pour le Développement), CPS (<https://www.spc.int/fr>, Communauté Du Pacifique) and CLS (Collecte, Localisation, Satellites, <https://fisheries.groupcls.com/fr/>) aims to :

1) better observe in a coherent manner the large-scale functioning of the pelagic ecosystem of top marine predators in the tropical Pacific where observational data are rare or non-existent. The aim is to understand the link between this ecosystem and its environment, including physical and chemical oceanography, primary production, intermediate trophic levels such as zooplankton and micronekton, which are the main food source for large marine predators and the megafauna in general.

2) contribute to validating and adjusting the parameterizations of ecosystem models that aim to understand top predators (e.g. SEAPODYM, a deterministic model ranging from physics to the micronekton) by collecting essential data on the micronekton that can be assimilated into these models (e.g. acoustic) to adjust their parameters and trajectories.

The group involved in MICROPAC has already carried out numerous campaigns at sea around pelagic biodiversity (<https://oceanfish.spc.int/ofpsection/ema/biopelagos/campagnes-a-la-mer/445-accueil?lang=en>). Recent studies (e.g. Receveur, 2019; Receveur et al., 2019b, 2019a), on small and low contrast areas such as the economic zone of New Caledonia, have shown that the vertical structures of the micronekton estimated by active acoustics are difficult to compare with trawl data, as well as with data from ecosystem models such as SEAPODYM. The difficulty of the comparison lies first of all in the intrinsic difference in the signal related to each gear. While trawl data estimate biomasses by species, acoustic data estimate backscatter intensities at different frequencies for all organisms. Currently we are not able to relate these intensities to in situ biomasses. This work has not been possible so far, in particular due to the lack of observations over sufficiently contrasting areas. It is also possible that the few frequencies of the acoustic devices did not allow us to account for the observed diversity of species. However, new technological developments in broadband frequency gears are opening up new avenues of investigation. Finally, numerical models that must reproduce the dynamics of large migratory predators over large areas must be validated. However, since field data on prey do not exist at these scales, their reliability cannot be guaranteed.

In this thesis, we will take advantage of the MICROPAC program, which includes 3 cruises at sea from 2020 to 2022 (WARMALIS 2020-2022) carrying out large north-south and east-west Pacific crossings in contrasting ecosystems, to acquire data on a larger scale from trawling, multi-frequency and broadband acoustics and the entire physical to biological suite leading to the micronekton. We will seek to understand how observed micronekton data from trawling and acoustics can be related, and we will construct a statistical model linking the environment to the structure of the micronekton to understand what are the key processes that structure the micronekton across the tropical Pacific.

Then we will determine the consistency of micronekton processes and biomasses between this observational-based model and the Seapodym population dynamics model coupling physics to population biology. If necessary, the population dynamics model will be adjusted using the collected data. The statistical and dynamic models will make it possible to project the present situation into the future under AR6 climate change scenarios with strong mitigation (type, Paris agreements, SSP2 4.5) or in a dystopian situation (scenario SSP5 8.5).

Thesis location: The thesis will be carried out between Brest and Nouméa in the teams of LEMAR (IRD, DR Ouest) and ENTROPIE (IRD, Nouméa), CPS according to modalities to be defined with the candidate and in collaboration with CLS (Toulouse). In Nouméa, the candidate will have access, if he/she wishes, to accommodation at the University of New Caledonia.

Profile required: Master's level/Engineering school with a taste for multidisciplinary at the interface between physical oceanography, environmental signal processing and marine biology. Taste for deterministic modelling (population dynamics, differential equation), statistical modelling (linear and non-linear multivariate models) and for observation at sea.

Short Bibliography

Receveur, A., 2019. Ecologie spatiale du micronekton: distribution, diversité et importance dans la structuration de l'écosystème pélagique du Pacifique Sud-Ouest. Université Aix-Marseille, Noumea, New Caledonia.

Receveur, A., Kestenare, E., Allain, V., Ménard, F., Cravatte, S., Lebourges-Dhaussy, A., Lehodey, P., Mangeas, M., Smith, N., Radenac, M.-H., Menkes, C., 2019a. Micronekton distribution in the south west Pacific (New Caledonia) from Shipboard-ADCP backscatter data. Deep Sea Res. Part II.

Receveur, A., Menkes, C.E., Lebourges-Dhaussy, A., Nerini, D., Mangeas, M., Ménard, F., Allain, V., 2019b. Forecasting vertical distribution variability of pelagic forage fauna in the south Pacific. Deep Sea Res. Part II.

• Type de financement autre que ED 129, précisez si envisageable ou acquis (CNES, CEA, ADEME etc...) :

Non

• Encadrement :

. Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1^{er} janvier 2020
(Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée)

Co-encadrement de Jasha Dehm (Fidji), Financement Bourse de thèse ARTS de l'IRD inscrit à l'Université du Pacifique Sud à Fidji (USP, Fidji). Date de soutenance prévue en Février 2022.