

# Proposition de sujet de thèse 2020

(A remplir par les équipes d'accueil et à retourner à Isabelle HAMMAD : [hammad@cerege.fr](mailto:hammad@cerege.fr)  
\*à renseigner obligatoirement pour la validation du sujet, (1) : A remplir lors de la campagne d'attribution des allocations, à l'issue de la session de juin des Masters

## Sujet de doctorat proposé \*: Quantification de la dynamique des migrations verticales nycthémerales du micronecton à partir de profils acoustiques : conséquences pour la pompe biologique

Encadrant(s), nom, prénom, adresse mail \*:

Ménard, Frédéric, frederic.menard@ird.fr

Laboratoire \*: MIO, équipe EMBIO

Lebourges-Dhaussy, Anne, anne.lebourges.dhaussy@ird.fr

Laboratoire \*: LEMAR, Responsable Plateforme acoustique

### Tableau récapitulatif du sujet

<b>Candidat(e)<sup>(1)</sup></b>	
Nom - Prénom :	
Date de naissance :	
Licence (origine, années, mention) :	
Mention et classement au Master 1 année (Xème sur Y)	
Mention et classement au S3 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au S4 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au M2 (année) (Xème sur Y)	
MASTER (nom, université)	
<b>Sujet de doctorat proposé*</b>	
Encadrants (2 max, indiquer si HDR ou pas)*	Frédéric Ménard HDR (MIO), Anne Lebourges-Dhaussy (LEMAR, Brest)
Laboratoire*	MIO
Programme finançant la recherche (indiqué si obtenu ou envisagé) (1)	Projet ANR APERO déposé en 2020 Projet LEFE à déposer automne 2020

### Sujet de doctorat proposé\*

Intitulé\* : **Quantification de la dynamique des migrations verticales nycthémerales du micronecton à partir de profils acoustiques : conséquences pour la pompe biologique.**

Descriptif \*:

Le **micronecton** est composé d'une grande diversité d'espèces pélagiques dont les individus mesurent entre 1 et 20 cm : des poissons, des crustacés, des mollusques ou encore des organismes gélatineux. Le micronecton inclut également des stades larvaires et juvéniles d'espèces comme des poissons récifaux (Allain et al., 2012).

Le micronecton joue un rôle primordial dans les écosystèmes pélagiques mondiaux. Ces organismes forment **les proies de prédateurs marins** comme les thons, dont les populations sont fortement exploitées par les pêcheries, ou encore d'espèces emblématiques comme les oiseaux de mer ou les mammifères marins. Compte

tenu de leur répartition dans tous les océans et de la quantité de biomasse qu'ils représentent, les organismes micronectoniques constituent des **nouvelles ressources potentielles** pour les pêcheries sans que l'on sache vraiment l'impact que provoquerait leur exploitation à grande échelle. Ce sont enfin des acteurs majeurs de **l'exportation et de la séquestration du carbone** en raison des **migrations verticales nyctémérales** qu'ils effectuent toutes les 24 heures. Chaque jour en effet, la majorité des organismes du micronecton parcourent verticalement des centaines de mètres, migrant du domaine mésopélagique où ils résident durant le jour à la zone épipélagique où ils passent la nuit. Ce mouvement très dynamique dans **les phases de transitions crépusculaires** est aujourd'hui reconnu comme la plus grande migration animale au monde (Hays, 2003). Elle est observée dans tous les océans de la planète (Bianchi and Mislán, 2016; Klevjer et al., 2016). Ce comportement migratoire sur la verticale s'explique comme une échappatoire à la prédation visuelle pendant la journée, alors que les organismes s'alimentent en surface la nuit (Pearre, 2003). Ce transport actif d'organismes sur la verticale et l'activité métabolique qui y est associée (alimentation en surface de nuit et métabolisation en profondeur de jour) a des conséquences importantes pour **le cycle du carbone** (Bianchi et al 2013).

Toutes ces caractéristiques font des organismes micronectoniques un compartiment clé du fonctionnement des écosystèmes pélagiques mondiaux. Pour autant, les études tentant de quantifier ces dynamiques et ces flux migratoires restent peu développées et les impacts attendus du changement climatique sur ces processus ne sont guère étudiés.

Ce sont les objectifs de cette thèse :

- **Quantifier les dynamiques verticales de déplacements des organismes du micronecton sur plusieurs centaines de mètres pendant les phases de transitions crépusculaires (jour-nuit, nuit-jour)**
- **Caractériser ces comportements dans différentes zones contrastées de l'océan mondial afin de mettre en évidence les propriétés invariantes et les spécificités régionales que l'on cherchera à expliquer par des variables environnementales**
- **Estimer l'impact des migrations verticales nyctémérales sur les flux de carbone et la pompe biologique**
- **Proposer des scénarios d'évolution tenant compte du changement climatique**

**L'acoustique active** (émission d'ondes sonores puis réception des signaux réfléchis) est un outil adapté pour comprendre ces dynamiques spatio-temporelles du micronecton. C'est une technique d'échantillonnage non-invasive de l'océan qui permet d'échantillonner la colonne d'eau à haute fréquence spatio-temporelle (Simmonds & MacLennan, 2005). Ce sont les données issues de l'acoustique active qui seront utilisées pour atteindre les objectifs de cette thèse.

Le signal acoustique émis par un sondeur est enregistré en continu le long du trajet des bateaux, avec une cadence d'émission élevée (typiquement, toutes les secondes). Cette résolution fine génère une quantité importante de données. La portée verticale maximale du signal dépend de la fréquence du sondeur : on peut atteindre de l'ordre de 800 mètres à 38 kHz avec une résolution verticale de la donnée brute d'une dizaine de centimètres. La couverture totale temporelle (trajet du navire) dépend de la durée de la campagne.

En revanche les données acoustiques ne permettent pas d'identifier directement les espèces responsables des échos. En utilisant plusieurs fréquences (acoustique multifréquence) et des algorithmes particuliers, on peut discriminer différentes communautés, du plancton jusqu'au poisson (McQuinn et al., 2013, Benoit-Bird et Lawson 2016). Mais les données acoustiques sont souvent couplées à des opérations de chalutage pélagiques qui permettent de collecter les organismes en positionnant les opérations de pêche à des profondeurs souhaitées. De même, estimer les biomasses associées aux signaux acoustiques restent un objectif difficile à atteindre.

Les données acoustiques se prêtent bien à **l'analyse de données fonctionnelles** (DFA). En effet, chaque profil vertical acoustique peut être considéré comme une observation et traité comme unité statistique d'échantillonnage. L'analyse de données fonctionnelles permet alors d'avoir recours à un ensemble d'outils statistiques permettant d'expliquer **les variations de forme** au cours du temps, de caractériser les dynamiques sous-jacentes et d'identifier les processus clés. Cette approche permet de plus de traiter un objet statistique multidimensionnel constitué **des profils acoustiques issus de plusieurs fréquences**, même lorsque l'amplitude verticale diffère suivant les fréquences. Généraliser l'approche unidimensionnelle avec plusieurs fréquences

acoustiques permettra dans cette thèse de discriminer les différentes communautés d'organismes migrants et de préciser les dynamiques verticales de déplacements pendant les phases de transitions crépusculaires.

Ces mouvements verticaux journaliers de grande ampleur mobilisent un grand nombre d'organismes qui se nourrissent à la surface de nuit et métabolisent en profondeur de jour. Ce **transport actif** affecte le cycle des nutriments, du carbone et de l'oxygène dans la colonne d'eau. Une modélisation sera proposée pour **quantifier ces flux** sur la base des résultats obtenus lors de l'étude des dynamiques verticales de déplacements des organismes pendant les phases de transitions crépusculaires. Le cadre de modélisation résultant permettra de proposer l'évolution de ces flux sous différents scénarios de changement climatique.

Au fil des années et de leurs multiples expériences en mer, les équipes et collaborateurs de l'IRD ont accumulé des séries d'ensembles de données acoustiques et in situ uniques à travers les trois océans Atlantique, Pacifique et Indien. Ces données sont bancarisées dans la Plateforme acoustique de l'UMR LEMAR à Brest (responsable Anne Lebourges-Dhaussy codirectrice de ce projet de thèse) et seront à la disposition de la candidate identifiée pour ce projet de thèse.

## Références

- Allain et al. 2012, PLoS ONE, doi 10.1371/journal.pone.0036701
- Benoit-Bird & Lawson 2016, Annual Review of Marine Science, doi 10.1146/annurev-marine-122414-034001
- Bianchi et al. 2013, Global Biogeochemical Cycles, doi 10.1002/gbc.20031
- Bianchi & Mislan 2016, Limnology and Oceanography, doi 10.1002/lno.10219
- Hays et al. 2003, in Migrations and Dispersal of Marine Organisms (Springer), doi 10.1007/978-94-017-2276-6\_18
- Klevjer et al. 2016, Scientific Reports, doi 10.1038/srep19873
- McQuinn et al. 2013, ICES Journal of Marine Science, doi 10.1093/icesjms/fst004
- Pearre 2003, Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, doi 10.1017/S146479310200595X
- Simmonds & MacLennan 2005, Fisheries acoustics : theory and practice, Oxford : Blackwell Science

Détail du Programme finançant la recherche\* :

- Projet d'ANR APERO en phase 2 en 2020 (PI Christian Tamburini UMR MIO et Laurent Mémery UMR LEMAR)
- Un projet LEFE sera déposé à l'appel d'offres 2021 pour un budget maximal de 30k€ sur 3 ans

## Directeur(s) de thèse proposé(s)\*

(limiter au plus à deux personnes principales, dont au moins une titulaire de l'HDR)

Frédéric Ménard HDR, UMR MIO, Marseille

Anne Lebourges, UMR LEMAR, Brest

## Directeur HDR proposé\*

Nom - Prénom : Ménard Frédéric ([ORCID: 0000-0003-1162-660X](https://orcid.org/0000-0003-1162-660X))

Corps : Directeur de Recherche

Laboratoire (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) : UMR MIO, équipe EMBIO

**Adresse mail : [frederic.menard@ird.fr](mailto:frederic.menard@ird.fr)**

Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires) :

Receveur A, E Kestenare, V Allain, **F Ménard**, S Cravatte, A Lebourges-Dhaussy, P Lehodey, M Mangeas, N Smith, M-H Radenac, C Menkes (2020). Micronekton distribution in the south west Pacific (New Caledonia) from Shipboard-ADCP backscatter data. Deep-Sea Research I, <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2020.103237>

Pavaneé Annasawmy, Jean-François Ternon, Pascal Cotel, Yves Cherel, Evgeny Romanov, Gildas Roudaut, Anne Lebourges-Dhaussy, **Frédéric Ménard**, Francis Marsac (2019). Micronekton distributions and assemblages at two shallow seamounts of the south-western Indian Ocean: Insights from acoustics and mesopelagic trawl data. Progress in Oceanography, 2019, 178, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102161>

Receveur A, Menkes C, Allain V, Lebourges-Dhaussy A, Nerini D, Mangeas M, **Ménard F** (2019). Seasonal and spatial variability in the vertical distribution of pelagic forage fauna in the Southwest Pacific. Deep-Sea Research II, <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2019.104655>

Annasawmy P, Ternon JF, Marsac F, Cherel Y, Behagle N, Roudaut G, Lebourges-Dhaussy A, Moloney C, Jaquemet S, **Ménard F** (2018) Micronekton diel migration, community composition and trophic position within two biogeochemical provinces of the South West

*Indian Ocean : insight from acoustics and stable isotopes. Deep-Sea Research Part I : Oceanographic Research Papers, 2018, 138, p. 85-97*

Brosset P, Fromentin J-M, Van Beveren E, Lloret J, Marques V, Basilone G, Bonanno A, Carpi P, Donato F, Čikeš Keč V, de Felice A, Ferreri R, Giráldez A, Gücü A, Iglesias M, Leonori I, Palomera I, Somarakis S, Ticina V, Torres P, Ventero A, Zorica B, **Ménard F**, Saraux C (2017). Spatio-temporal patterns and environmental controls of small pelagic fish body condition from contrasted Mediterranean areas. *Progress in Oceanography*, 151:149-162

### **Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années\***

Nom : Girardot Benjamin

Intitulé : Effets de perturbations sur la structure et la dynamique des réseaux trophiques : approche par modélisation

Type d'allocation : allocation Ecole Doctorale

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2017

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : prévue automne 2020

Programme finançant la recherche : ANR CIGOEF (porteur Olivier Maury, UMR MARBEC)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 30%

→ *une publication en révision*

Nom : Receveur Aurore

Intitulé : Écologie spatiale du micronecton : distribution, diversité et importance dans la structuration de l'écosystème pélagique du Pacifique sud-ouest

Type d'allocation : CDD

Date de début de l'allocation de doctorat : 30 juin 2016

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 15 novembre 2019

Programme finançant la recherche : programme BEST 2.0 de l'Union Européenne (BIOPELAGOS)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : postdoc au Thuenen Institute of Sea Fisheries, Bremerhaven

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50%

→ *deux publications (un manuscrit soumis prochainement)*

Nom : Brosset Pablo

Intitulé : Condition corporelle et conséquences sur la plasticité des traits d'histoire de vie chez les petits pélagiques de Méditerranée

Type d'allocation : Allocation Ministère de la Recherche

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2013

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 21 novembre 2016

Programme finançant la recherche : programme FFP EcoPelGol

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : postdoc au Canada

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 30%

→ *cinq publications*

### **Autre directeur proposé (éventuellement)\***

Nom - Prénom : Lebourges-Dhaussy, Anne

Corps : Ingénieur de Recherche

**Adresse mail : Anne.Lebourges.Dhaussy@ird.fr**

Laboratoire (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) : UMR LEMAR, Responsable Plateforme acoustique

Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires) :

Receveur A, E Kestenare, V Allain, F Ménard, S Cravatte, **A Lebourges-Dhaussy**, P Lehodey, M Mangeas, N Smith, M-H Radenac, C Menkes (2020). Micronekton distribution in the south west Pacific (New Caledonia) from Shipboard-ADCP backscatter data. *Deep-Sea Research I*, <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2020.103237>

Pavaneé Annasawmy, Jean-François Ternon, Pascal Cotel, Yves Cherel, Evgeny Romanov, Gildas Roudaut, **Anne Lebourges-Dhaussy**, Frédéric Ménard, Francis Marsac (2019). Micronekton distributions and assemblages at two shallow seamounts of the south-western Indian Ocean: Insights from acoustics and mesopelagic trawl data. *Progress in Oceanography*, 2019, 178, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102161>

Receveur A, Menkes C, Allain V, Lebourges-Dhaussy A, Nerini D, Mangeas M, Ménard F (2019). Seasonal and spatial variability in the vertical distribution of pelagic forage fauna in the Southwest Pacific. Deep-Sea Research II, <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2019.104655>

Perrot Yannick, Brehmer Patrice, Habasque Jérémie, Roudaut Gildas, Behagle Nolwenn, Sarre A., Lebourges Dhaussy Anne. Matecho : an open-source tool for processing fisheries acoustics data. Acoustics Australia, 2018, 46 (2)

Annasawmy P, Ternon JF, Marsac F, Chereil Y, Behagle N, Roudaut G, Lebourges-Dhaussy A, Moloney C, Jaquemet S, Ménard F (2018) Micronekton diel migration, community composition and trophic position within two biogeochemical provinces of the South West Indian Ocean : insight from acoustics and stable isotopes. Deep-Sea Research Part I : Oceanographic Research Papers, 2018, 138, p. 85-97

### **Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années\***

Nom :

Intitulé :

Type d'allocation :

Date de début de l'allocation de doctorat :

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche :

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : .....%