

Proposition de sujet de thèse 2021

(A remplir par les équipes d'accueil et à retourner à Isabelle HAMMAD : 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 *: Migrations verticales nycthémerales du micronecton et transport de carbone de l'océan supérieur vers l'océan profond : une approche par modélisation

Encadrant(s), nom, prénom, adresse mail *: Ménard, Frédéric, frederic.menard@ird.fr

Laboratoire *: MIO, Equipe EMBIO / AT Pompe Biologique

Tableau récapitulatif du sujet

Candidat(e) ⁽¹⁾	
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)	
Sujet de doctorat proposé*	Migrations verticales nycthémerales du micronecton et transport de carbone de l'océan supérieur vers l'océan profond : une approche par modélisation
Encadrants (2 max, indiquer si HDR ou pas)*	Frédéric Ménard HDR, MIO
Laboratoire*	MIO
Programme finançant la recherche (indiqué si obtenu ou envisagé) (1)	Fonds propres et Protisvalor EMBIO, et projet APERO

Sujet de doctorat proposé*

Intitulé* : **Migrations verticales nycthémerales du micronecton et transport de carbone de l'océan supérieur vers l'océan profond : une approche par modélisation**

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 (e.g. Davison et al 2013 ; Cavan et al 2019 ; Boyd et al 2020). 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)**
- **Modéliser l'exportation du carbone dans l'océan profond dues à ces migrations verticales nyctémérales, en tenant compte du cycle d'alimentation et du métabolisme des organismes**
- **Estimer l'impact des migrations verticales nyctémérales sur les flux de carbone entre la surface et les couches profondes de l'océan et leur contribution au bilan biogéochimique global**
- **Caractériser ces processus 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**
- **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 les 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 permettront d'étudier les migrations verticales nyctémérales et caractériser les dynamiques transitoires pendant les phases crépusculaires (chronologie, vitesse, profondeur). 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). La couverture totale temporelle (trajet du navire) dépend de la durée de la campagne. 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 une plateforme et seront à la disposition du ou de la candidate.

Ces mouvements verticaux journaliers de grande ampleur mobilisent une grande diversité et 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, intervenant ainsi dans les échanges biogéochimiques entre l'océan de surface et l'océan profond.

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 modèle développé devra tenir compte du comportement migratoire sur la verticale et proposer une approche **bioénergétique du métabolisme des organismes** (respiration, cycle d'alimentation, assimilation, catabolisme, métabolisme, excrétion). Il devra permettre de quantifier l'impact de ce transport actif sur le cycle des nutriments, du carbone et de l'oxygène. Comme les données acoustiques ne permettent pas d'identifier directement les espèces responsables des échos, le micronecton sera dans une première approche décrit comme une communauté plurispécifique d'organismes de taille similaire. Plusieurs scénarios reprenant des paramètres

issus de la littérature seront testés pour paramétrer le modèle, les communautés de poissons mésopélagiques (Davison et al 2013 ; Hudson et al 2014 ; Drazen et Sutton 2017) et de crustacés (Steinberg and Landry, 2017) ayant fait l'objet de plus d'études.

Le cadre de modélisation résultant permettra d'une part de caractériser ces processus 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, d'autre part de proposer des scénarios d'évolution tenant compte du changement climatique.

Références

- Allain et al. 2012, PLoS ONE, doi 10.1371/journal.pone.0036701
Bianchi et al. 2013, Global Biogeochemical Cycles, doi 10.1002/gbc.20031
Bianchi & Mislan 2016, Limnology and Oceanography, doi 10.1002/lno.10219
Boyd et al. 2019, Nature, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1098-2>
Cavan et al. 2019, Progress in Oceanography <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102125>
Davison et al. 2013, Progress in Oceanography <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2013.05.013>.
Drazen & Sutton 2017, Ann Rev Mar Sci, <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060543>
Hays et al. 2003, in Migrations and Dispersal of Marine Organisms (Springer), doi 10.1007/978-94-017-2276-6_18
Hudson et al. 2014, Deep Sea Research I, doi 10.1016/j.dsr.2014.07.002
Klevjer et al. 2016, Scientific Reports, doi 10.1038/srep19873
Pearre 2003, Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, doi 10.1017/S146479310200595X
Simmonds & MacLennan 2005, Fisheries acoustics : theory and practice, Oxford : Blackwell Science
Steinberg & Landry 2017, Ann Rev Mar Sci, <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010814-015924>

Détail du Programme finançant la recherche* : Fonds propres et Protisvalor EMBIO, et projet APERO

Ce projet de thèse est fortement soutenu par l'AT Pompe Biologique du MIO et ne nécessitera pas de dépenses autres qu'un poste de travail et de quelques missions pour participer à un colloque et groupe de travail. Ces dépenses pourront émarger sur les fonds propres de l'équipe et/ou sur des fonds gérés Protisvalor. Enfin, ce projet de thèse contribuerait au projet d'ANR APERO soumis à nouveau en 2021 (PI Christian Tamburini MIO et Laurent Mémery LEMAR).

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

Directeur HDR proposé*

Nom - Prénom : Ménard Frédéric (ORCID: 0000-0003-1162-660X, <https://publons.com/researcher/2881256/frederic-menard/>)

Corps : Directeur de Recherche à l'IRD

Laboratoire (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) : UMR MIO, Equipe EMBIO et axe transverse AT Pompe Biologique du MIO

Adresse mail : frederic.menard@ird.fr

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

- Eduardo, Leandro Nolé, Flávia Lucena-Fredou, Michael Maia Mincarone, Andrey Soares, François Le Loc'h, Thierry Fredou, Frédéric Ménard, Arnaud Bertrand (2020). Trophic Ecology, Habitat, and Migratory Behaviour of the Viperfish *Chauliodus Sloani* Reveal a Key Mesopelagic Player. *Scientific Reports* 10 (1): 20996. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77222-8>
- Eduardo L. N., Bertrand A, Mincarone M.M., Santos Silva L.V., Fredou T., Assunção R.V., Silva A., Ménard F, Schwamborn R, Le Loch F, Lucena-Fredou F. Hatchetfishes (Stomiiformes: Sternoptychidae) biodiversity, trophic ecology, vertical niche partitioning and functional roles in the western Tropical Atlantic (2020). *Progress in Oceanography Volume 187, August–September 2020, 102389* <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102389>
- Receveur A, Vourey E, Lebourges Dhaussy A, Menkes C, Ménard F, Allain V (2020). Biogeography of micronekton assemblages in the Natural Park of the Coral Sea. *Frontiers in Marine Science* doi: 10.3389/fmars.2020.00449
- Girardot, B., M. Gauduchon, F. Ménard, J. C. Poggiale (2020). Does evolution design robust food webs? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 287 (1930): 20200747. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0747>
- 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>

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 avril 2021

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*

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%

→ *trois publications (plus un manuscrit soumis)*

Autre directeur proposé (éventuellement)*