

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Avis de soutenance

Monsieur Pascal RIVIERE

présentera ses travaux en vue de l'habilitation à diriger des recherches, sur le sujet suivant :

« Turbulence méso- et sousméso-échelle : impact sur les écosystèmes marins »

Le jeudi 12 décembre 2019, à 14 H 30,
à l'Institut Universitaire Européen de la Mer, amphithéâtre « A »,
Technopôle Brest-Iroise,
Plouzané.

Le jury sera ainsi composé :

- . **Monsieur Xavier CARTON**, Professeur des universités,
Université de Bretagne Occidentale - BREST,
- . **Monsieur Jean-Benoît CHARRASSIN**, Professeur,
Université Pierre et Marie Curie - IPSL - PARIS,
- . **Monsieur Francesco D'OVIDIO**, Chargé de Recherche,
Université Pierre et Marie Curie - IPSL - PARIS,
- . **Monsieur Peter J.S. FRANKS**, Professor,
Université de Californie San Diego - LA JOLLA - ETATS-UNIS,
- . **Monsieur Patrice KLEIN**, Directeur de Recherche,
IFREMER - Centre de Bretagne - PLOUZANE,
- . **Monsieur Marc SOURISSEAU**, Chercheur,
IFREMER - Centre de Bretagne - PLOUZANE.

Brest, le 9 décembre 2019

Le Président de l'Université
de Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JALLOU'.

M. GALLOU

Présidence

3, rue des Archives
CS 93837
29238 Brest cedex 3

Turbulence méso et sous-mésoéchelle : impact sur les écosystèmes marins

Pascal Rivière

Résumé

L'océan est un milieu fortement turbulent caractérisé notamment par de nombreuses structures tourbillonnaires très énergétiques interagissant entre elles. Ces tourbillons de mésoéchelle (100 km à 300 km de diamètre), sont connus pour capturer une grande part des mouvements horizontaux dans les couches de surface de l'océan. Toutefois l'interaction de ces tourbillons génère des structures de plus fine échelle (sous-mésoéchelle 1km-50km) sous forme de filaments, fronts et tourbillons, qui sont encore très difficiles à observer mais connues pour capturer une grande part des mouvements verticaux dans les couches de surfaces. Mes travaux, à la frontière entre physique et biologie, se sont concentrés sur l'impact de cette turbulence méso- et sous-mésoéchelle sur la structure des écosystèmes marins depuis le phytoplancton jusqu'aux mammifères tels que les éléphants de mer. Dans un premier temps les effets des tourbillons mésoéchelles sont présentés dans le contexte d'une région d'upwelling côtier mettant en évidence les liens subtils entre variabilité grande échelle, upwelling, transport côte large et re-minéralisation sur la structure de l'écosystème planctonique. Ensuite l'impact de la turbulence sous-mésoéchelle est décrit à l'aide d'outils numériques et de données *in situ* dans l'océan ouvert. Cette turbulence est capable d'organiser la biodiversité phytoplanctonique en créant des niches écologiques et favorisant ainsi la diversité. Enfin, grâce au programme « éléphants de mer océanographes » nous avons montré que la turbulence sous-mésoéchelle impacte également le sommet de la chaîne trophique en modifiant significativement le comportement alimentaire de ces mammifères marins. Ces animaux instrumentés étant de véritables échantillonneurs des structures de sous-mésoéchelle nous avons pu par ailleurs caractériser la dynamique tridimensionnelle de ces structures et montrer qu'elles sont animées d'intenses mouvements verticaux à des profondeurs importantes bien en dessous de la couche de mélange. Dans la continuité de ces travaux deux projets de recherches sont proposés, l'un dans le contexte de la future mission spatiale altimétrique à haute résolution et large fauchée SWOT (2022) visant à relier production primaire de surface et observations satellites dans les structures de sous-mésoéchelle, l'autre visant à étudier l'impact de la turbulence méso et sous-mésoéchelle sur les maillons trophiques intermédiaires.

Meso and submesoscale turbulence : impact marine ecosystems

Pascal Rivière

Abstract

The ocean is a highly turbulent environment characterized in particular by many highly energetic vortex structures interacting with each other. These mesoscale eddies (100 km to 300 km diameter), are known to capture a large part of the horizontal motions in the ocean's surface layers. However, the interaction between these eddies generates finer-scale structures (submesoscale from 1 km to 50 km). These structures, as filaments, fronts and eddies, are still very difficult to observe, but are known to capture an important part of the vertical motions in the surface layers. My work, at the frontier between physics and biology, has focused on the impact of this meso- and submesoscale turbulence on the structure of marine ecosystems from phytoplankton to sea mammals such as elephant seals. First, the effects of mesoscale eddies are presented in the context of a coastal upwelling region, highlighting the subtle links between large-scale variability, upwelling, cross shore transport and re-mineralization on the structure of the planktonic ecosystem. Then the impact of submesoscale turbulence is described using numerical tools and *in situ* observations in the open ocean. This turbulence is capable of organizing phytoplankton biodiversity by creating ecological niches and thus promoting diversity. Finally, thanks to the programme "éléphants de mer océanographes", it has been shown that submesoscale turbulence also impacts the top of the food chain by significantly modifying the feeding behavior of these sea mammals. As these animals are real samplers of submesoscale structures, we were also able to characterize the three-dimensional dynamics of these structures and show that they are animated by intense vertical velocities at depth well below the mixed layer. In the continuity of this work, two research projects are proposed, one in the context of the future high-resolution, wide-swath altimetry space mission SWOT (2022) to link primary surface production and satellite observations in submesoscale structures, the other to study the impact of mesoscale and sub-mesoscale turbulence on intermediate trophic levels.