

MASTER PHYSIQUE

## PARCOURS PHYSIQUE OCÉAN ET CLIMAT

### semestre 9 Physique POC

#### SPÉCIALITÉ HAUTURIÈRE

## Turbulence océanique

### Présentation

A partir des connaissances sur les instabilités océaniques et sur la méso échelle océanique, ouvrir la connaissance des liens entre tous les mouvements du spectre.

Démarche double : approche phénoménologique/théorie statistique, approche déterministe

#### 2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h

Travaux Dirigés : 8h

This course is about ocean turbulence. Students will acquire a general knowledge about the turbulent fluids, their properties and the implications for energy cascades in the ocean. The course is taught in English.

### Objectifs

Ouvrir aux problématiques actuelles de la recherche en océanographie physique avec un fort impact sur la biologie marine

On completing this course, students will know the main characteristics of turbulent cascades (laws, scalings) in typical idealized turbulent regimes (3d/2d turbulence, stratified turbulence, QG/SQG turbulence) and learn how to characterize them in realistic flows.

### Pré-requis nécessaires

Connaissance de la dynamique des fluides géophysiques et de la méso échelle océanique (niveau M2)

Geophysical fluid dynamics

### Compétences visées

mieux comprendre et mieux interpréter la variabilité physique de l'océan et les interactions non linéaires d'échelles

être capable d'appréhender et de quantifier - par la théorie et la simulation numérique - l'impact des petites échelles océaniques sur la biogéochimie marine et sur les écosystèmes marins

Analyser et résoudre un problème de physique marine

Savoir analyser un problème de physique marine;

Observer et simplifier la théorie en regard des processus

Savoir établir un plan de mesures au regard des objectifs

Savoir obtenir des ordres de grandeur des phénomènes pour les analyser, les classer ou pour préparer une modélisation;

Utiliser les jeux d'équations simplifiées pour minimiser l'effort de solution des problèmes océanographiques, géophysiques ou hydrodynamique navals

Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation

identifier les informations dans la littérature scientifique et extraire le questionnement nouveau

avoir une culture des ordres de grandeur du système océan-atmosphère-climat pour qualifier ou analyser des observations

developper des calculs nouveaux a partir de calculs existants pour résoudre un problème original

Analyser et synthétiser des données en vue de leur exploitation

appliquer des méthodes d'analyse spectrale ou statistique

Développer une argumentation avec esprit critique.

Après identification des champs professionnels, acquisition des connaissances théoriques et développement des compétences pratiques (mesures de terrain, laboratoire) et numériques pour pouvoir traiter les projets des laboratoires ou des entreprises

Communiquer par oral et par écrit, de façon claire et non-ambiguë, dans au moins une langue étrangère

prendre des notes et communiquer a tous les stades d'un projet  
 présenter ses résultats dans des ouvrages ou journaux scientifiques selon les criteres des publications scientifiques internationales (expression en anglais)  
 Identifier le processus de production, de diffusion et de valorisation des savoirs  
 Savoir faire un état de l'art bibliographique; savoir classer les questions scientifiques et les résultats par typologie et ordre d'importance pour rédiger rapports et publications; avoir acquis l'expertise sur la structure et l'organisation des rapports et articles scientifiques; savoir produire des figures scientifiques en fonction du contenu d'information souhaite

## Descriptif

Importance de la turbulence dans le domaine océanique ; multiplicité des échelles de mouvement et liens entre elles

théorie phénoménologique/statistique de la turbulence 3D – application aux petites échelles (rotation et stratification faibles)  
 Rotation et stratification dominantes – théorie de la turbulence 2D et géostrophique – transferts d'énergie et d'ensrophie – liens avec les structures physiques

Turbulence en milieu stratifié non tournant – turbulence de surface ou d'interface océaniques

Frontogenèse et filamentogenèse – sous méso échelle, importance des composantes agéostrophiques et des vitesses verticales

Topics covered in courses :

Concept of turbulence

Properties of turbulence

3D turbulence: The Kolmogorov theory

2D turbulence

Geostrophic turbulence

Surface quasi-geostrophic turbulence

Stratified turbulence

Realistic Ocean turbulence

Practical activities :

*Activity 1 : Energy/ensrophy cascades in 2d turbulence [fluid2d]*

*Activity 2 : Energy cascades in realistic simulations*

Evaluation :

*The evaluation is based on a report, which includes a numerical activity (analysis of ocean data) and summary of research articles*

## Bibliographie

J C McWilliams. Elements of Geophysical Fluid Dynamics

J C McWilliams articles J Fluid Mech 1984, 1989, 1990a et b, sur la turbulence 2D, sur la turbulence océanique, et sur les structures cohérentes en turbulence

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			oral commun de 40 mn pour toutes les matières