

Institut PYTHEAS  
Observatoire des Sciences de l'Univers  
Aix-Marseille Université

# Master Sciences de la Mer

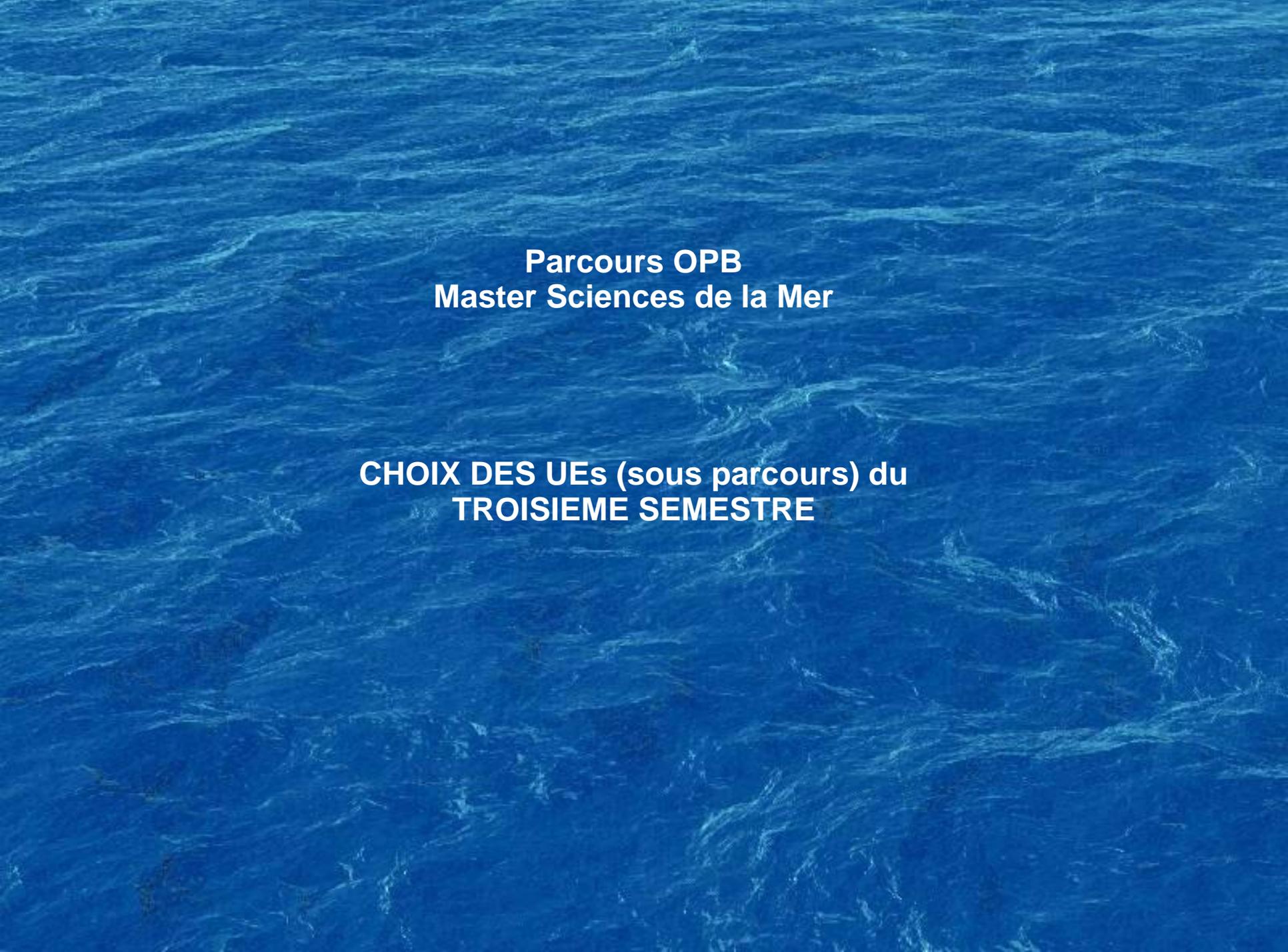
## Parcours « Océanographie Physique et Biogéochimique »

**Responsables :**

Anne Petrenko (Physique) et Thierry Moutin (Biogéochimie)

**Secrétaires :**

[dominique.estival@univ-amu.fr](mailto:dominique.estival@univ-amu.fr), [estelle.arnaud@univ-amu.fr](mailto:estelle.arnaud@univ-amu.fr)



**Parcours OPB  
Master Sciences de la Mer**

**CHOIX DES UEs (sous parcours) du  
TROISIEME SEMESTRE**

Choix des UE  
(sous-parcours)

Choisir les UE en fonction de son objectif

Ne pas se fermer de portes

Se renseigner sur les compétences recherchées

=> Présentation « stage et avenir » à la suite  
avant les entretiens individuels

## DETAILS DES MODULES DU SEMESTRE 3 (M2)

3° semestre (30 crédits à prendre parmi les modules proposés)

***Sous parcours: « Biogéochimie et biodiversité » (B&B)***

UE	Intitulé	ECTS
OPB 301	Cycle du carbone et climat	6
OPB 302	Dynamique et impact des contaminants organiques	6
OPB 303	Traceurs géochimiques	3
OPB 304	Transferts continents - océans – atmosphère	3
OPB 305	Optique marine et biogéochimie	6
OPB 310	Analyse des signaux en océanographie	3
OBEM 301	Ecologie Microbienne et fonctionnement des écosystèmes	6
OBEM 312	Génomique environnementale	6

## DETAILS DES MODULES DU SEMESTRE 3 (M2)

3° semestre (30 crédits à prendre parmi les modules proposés)

*Sous parcours: « Couplage Physique-Biogéochimie » (CPB)*

UE	Intitulé	ECTS
OPB 301	Cycle du carbone et climat	6
OPB 303	Traceurs géochimiques	3
OPB 304	Transferts continents - océans – atmosphère	3
OPB 305	Optique marine et biogéochimie	6
OPB 306	Approche lagrangienne : fondements	3
OPB 307	Flux, interface air-mer et modélisation 3D intégrée	6 <b>(3)</b>
OPB 308	Structure et dynamique verticale de la colonne d'eau	3
OPB 309	Approche lagrangienne : stratégies d'échantillonnages	3
OPB 310	Analyse des signaux en océanographie	3

## DETAILS DU SEMESTRE 4 (M2)

4° semestre (30 crédits)

STAGE de 5 mois dans une unité de recherche académique ou industrielle

Informations disponibles sur notre site web:

<https://www.osupytheas.fr/?Master-2eme-annee-Semestre-4-STAGE-M2-OPB>

# EXEMPLES DE STAGES (année 2018)

## Exploring Ba and MeHg as tracers for organic carbon remineralization

(MIO, Marseille, S. Jacquet & L.E. Heimbürger)

## Variabilité temporelle des flux d'eau et de nutriments d'un micro-estuaire temporaire méditerranéen

(LERPAC IFREMER, Bastia, N. Malet)

## Comportement des terres rares dans les particules marines : section GEOVIDE

(Atlantique Nord)



(LEGOS, Toulouse, C. Jeandel & H. Planquette)

## Dynamique de la zone de surf par vent fort ; Modélisation numérique XBeach)

(MIO, Toulon, D. Sous & J. Touboul)

## Distribution et évolution à long terme des éléments biogènes en Méditerranée nord-occidentale : Impact des apports du Rhône et des dépôts atmosphériques)

(MIO, Marseille, P. Raimbault)



## Caractérisation de la diffusion individuelle des cellules phytoplanctoniques à partir de la cytométrie – Analyse sur cultures et communautés naturelles)

(MIO, Marseille, G. Gregori)

## Dynamique du pico-nanoplancton et production nette à l'échelle de l'heure par des approches automatisées et innovantes (cytométrie en flux, spectromètre, biologie moléculaire, minicosme)

(MIO, Marseille, M. Thyssen)

## Atmospheric CO2 variability in the region of the Aix-Marseille coastal metropolis in relationship with natural and anthropogenic surface fluxes, and atmospheric dynamics



(MIO, Marseille, I. Xueref-Remy)

## Using Lagrangian modeling and otolith analyses to investigate larval dispersal and fish natal origins : a case-study for Diplodus vulgaris and Diplodus sargus sargus in the Adriatic Sea



(MIO, Marseille, V. Rossi)

## Variabilités des régimes de production en Méditerranée sur les deux dernières décennies : Exploitation de champs satellites et simulés pour l'élaboration d'indicateurs intégraux

(MIO, Marseille, J.M. André)

## EXEMPLES DE STAGES

Coccolithophore blooms in the Subarctic Ocean and the conditions that trigger their onset and demise

(LOV, Villefranche/Mer, G. Neukermans & H. Claustre) ❤️ ⚡

Distribution satellite des radeaux de sargasses en relation avec la circulation de mésoéchelle et l'environnement biogéochimique en Atlantique tropical Nord-Ouest ❤️

(MIO, Marseille, L. Berlin)

Stock et labilité du phosphate dans les eaux de surface de la mer Méditerranée (campagne PEACETIME)

(MIO, Marseille, E. Pulido & F. Van Wambeke) ❤️

Application d'un réseau de neurones pour améliorer l'observation des paramètres biogéochimiques en Méditerranée Nord-Occidentale

(LOV, Villefranche/mer, L. Coppola)

Traitement et Analyse de Données Hyperspectrales In Situ pour l'Identification et la Quantification des Sargasses par Satellite

(MIO, Marseille, A. Ody)

Dynamique du système des carbonates en zone côtière méditerranéenne ❤️ ⚡

(MIO, Marseille, D. Lefevre et T. Wagener)

Turbulence hydrolienne : modélisation et observation

(iXblue, La Ciotat, A. Bourret)

Modélisation physique - biogéochimique de l'atoll perlicole d'Ahé (Polynésie-Française)

(MIO, Marseille, C. Pinazo)

**Informations disponibles sur notre site web:**

<http://www.pytheas.univ-amu.fr/?Master-2eme-annee-Semestre-4-STAGE-M2-OPB>

# EQUIPE ENSEIGNANTE



Eq 1 OPLC



Eq 2 CE



Eq 4 CYBELE



Eq 3 MEB

Eq 5 EMBIO



et les secrétaires





OPB301

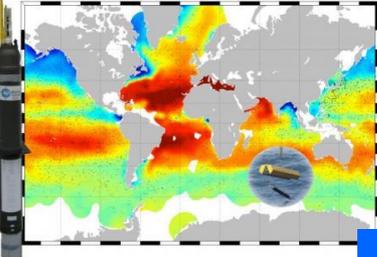
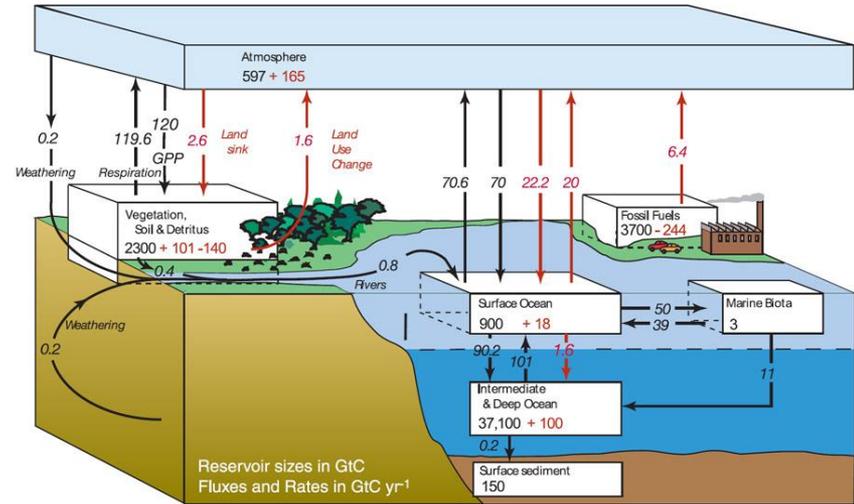
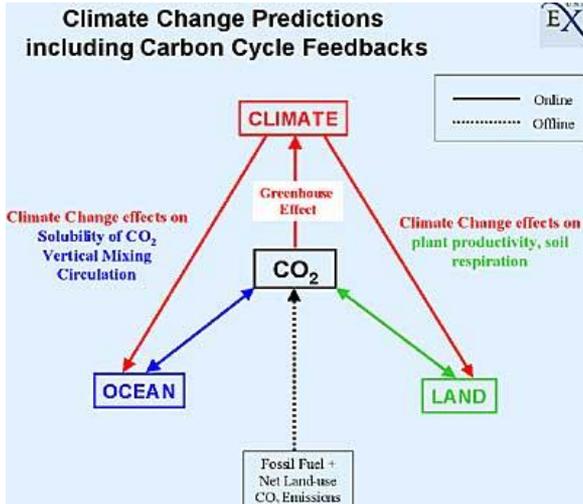
# Rôle de l'océan dans le contrôle du CO<sub>2</sub> atmosphérique

T. Moutin, H. Claustre, C. Lo Monaco, D. Lefèvre,  
S. Jacquet & X. Mari

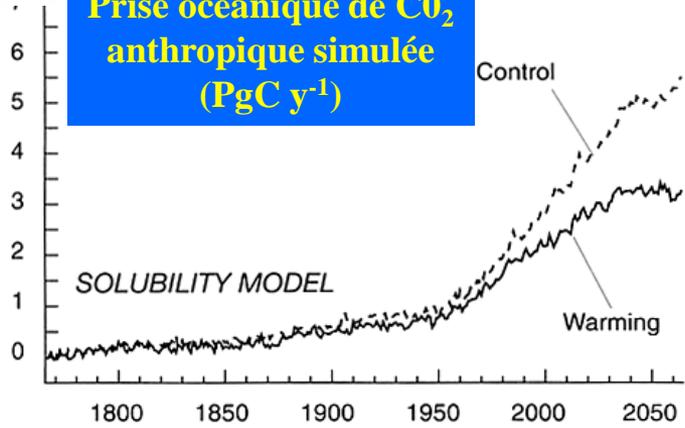


6 ECTS B&B et CPB

Etablir les bases du rôle du cycle marin du carbone dans le contrôle du climat à l'échelle globale via la régulation de la pression partielle de CO<sub>2</sub> atmosphérique



Prise océanique de CO<sub>2</sub> anthropique simulée (PgC y<sup>-1</sup>)



Sans la biologie : Réchauffement



Diminution de la prise de CO<sub>2</sub> anthropique par l'océan



Accélération du changement global

...et avec la biologie ?

Enseignants

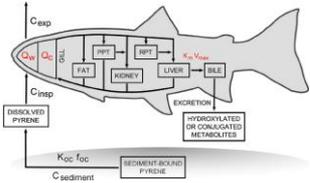


C. Milton

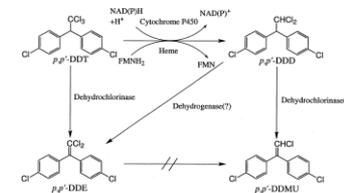
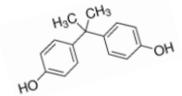
P. Cuny

OPB302

Hydrocarbures et contaminants organiques : devenir et impact



- ➡ Contamination ? Pollution ? Origine de la problématique et enjeux ?
- ➡ Impact des polluants ? Mesure de ces impacts (VTR) ?
- ➡ Caractéristiques et propriétés des principaux types de contaminants organiques (polluants organiques persistants, hydrocarbures pétroliers, contaminants émergents...)?
- ➡ Processus abiotiques et biotiques gouvernant leur devenir en mer ? Dynamique ?
- ➡ Biodégradation ? Bioremédiation (moyens de lutte) ?



TD : étude de cas – TP : Quantification de l'activité hydrocarbonoclaste d'*Alcanivorax borkumensis*





## OPB 303: TRACEURS GEOCHIMIQUES

Bruno Hamelin (CEREGE); François Lacan (LEGOS); Marie Alexandrine Sicre (LSCE)



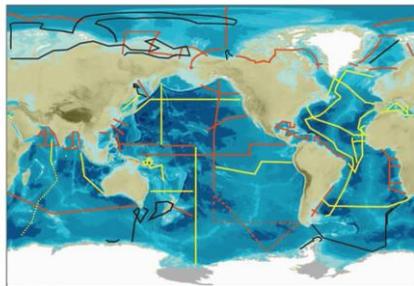
**Objectifs:** Connaître la palette des traceurs géochimiques en océanographie  
(Mesure; utilisation; développements actuels)

**Domaines:**

*Éléments et molécules en traces*

*Traceurs organiques*

*Isotopes stables, radioactifs, radiogéniques*



<http://www.geotraces.org>



TRACERS IN THE SEA  
W.S. Broecker and T.H. Peng

**Applications:**

Traceurs de circulation

Traceurs de processus

Témoins des cycles géochimiques globaux

Témoins des perturbations anthropiques

Outils de modélisation

30h CM; examen terminal de 2h ; contrôle continu (25%) sur exercices en travail personnel

- **Les interactions continent–océan  
(B. Quéguiner)**



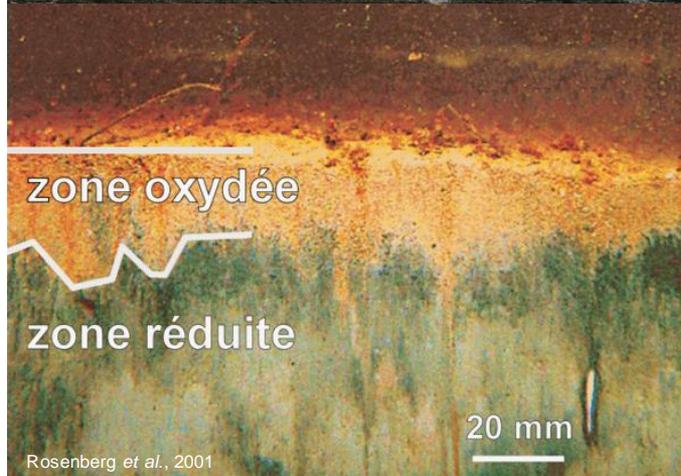
La transition continent–océan (généralités) : les écosystèmes côtiers (définitions, typologie des écosystèmes, rôle de l'hydrodynamique, régimes d'apport d'eau douce, perturbations anthropiques).

Processus de transformation matière dans les zones estuariennes (zonation verticale des processus redox et des communautés microbiennes au sein du sédiment, équilibres redox, réactions chimiques au sein de l'eau interstitielle, flux diffusifs et diagénèse précoce, comparaison des sédiments côtiers et océaniques).

Dynamique des blooms phytoplanctoniques et cycles biogéochimiques des écosystèmes côtiers (échelles de variabilité spatio-temporelle, stratégies d'étude, principaux mécanismes, forçages naturels et anthropiques, eutrophication côtière, couplage des cycles biogènes et rôle particulier du silicium).



© B. Quéguiner



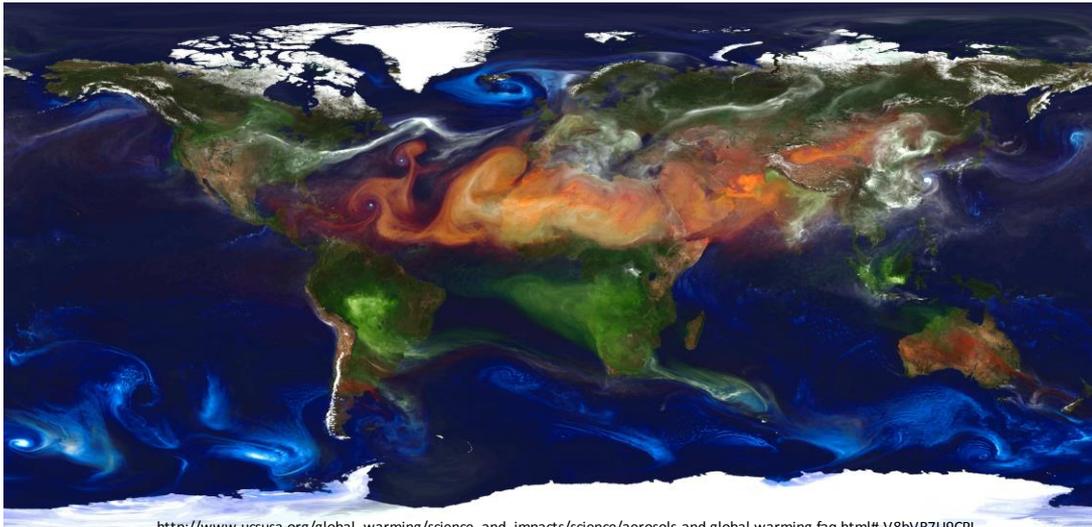
Rosenberg *et al.*, 2001



© USGS

- **L'interface océan-atmosphère**  
**(E. Pulido-Villena, CR CNRS MIO)**

Sources d'aérosols à l'océan (poussières désertiques, aérosols volcaniques, particules anthropiques), facteurs de contrôle de la partition dissous-particulaire dans les aérosols, flux globaux de dépôt atmosphérique à la surface de l'océan, effet des apports atmosphériques sur les cycles biogéochimiques et le fonctionnement des écosystèmes (régions *HNLC* vs. *LNLC*).



[http://www.ucusa.org/global\\_warming/science\\_and\\_impacts/science/aerosols-and-global-warming-faq.html#.V8bVR7U9CPL](http://www.ucusa.org/global_warming/science_and_impacts/science/aerosols-and-global-warming-faq.html#.V8bVR7U9CPL)



© D. Bryant





# OPB 305 - Optique Marine et Biogéochimie

A. Petrenko et C. Pinazo (MIO) ; M. Messié et J. Uitz



\* Acquérir les connaissances nécessaires (radiométrie et propriétés optiques)

6 ECTS B&B et CPB

pour comprendre le devenir de la lumière dans l'eau et pour utiliser correctement les données satellitales de couleur de l'eau et produits dérivés

\* Bases de télédétection

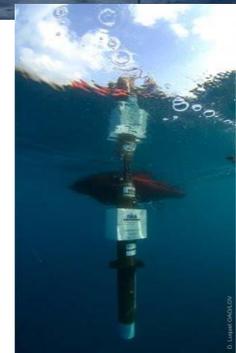
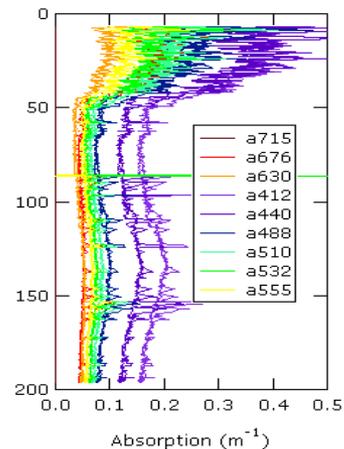
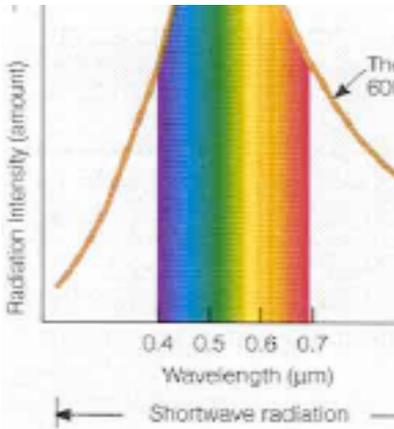
\* TDs analyses de données (in situ, satellite, modèle)

Interventions de spécialistes :

M. Messié (Marie Curie, Marseille/MBARI): interactions physique/biologie et variabilité (satellite)

J. Uitz (CNRS/LOV) : Applications satellites à la biogéochimie (Prod. Primaire, Type Fonc. Plancton, physiologie)

+ CMs de H. Claustre (CNRS/LOV) flotteurs BGC - OPB 301



Organisation du cours 30h CM, 30h TDs ; label «Copernicus Academy»  
NF = 0.5 (examen final) + 0.5 (continu)



# Approche lagrangienne : fondements

A.M.Doglioli et A.Petrenko

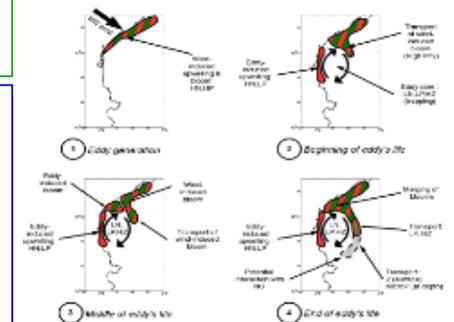
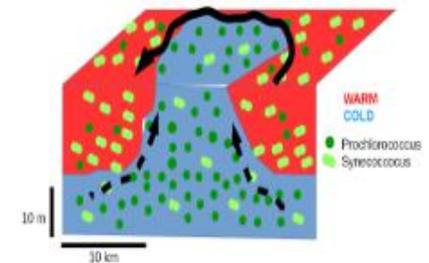
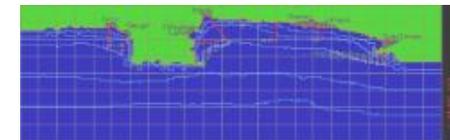
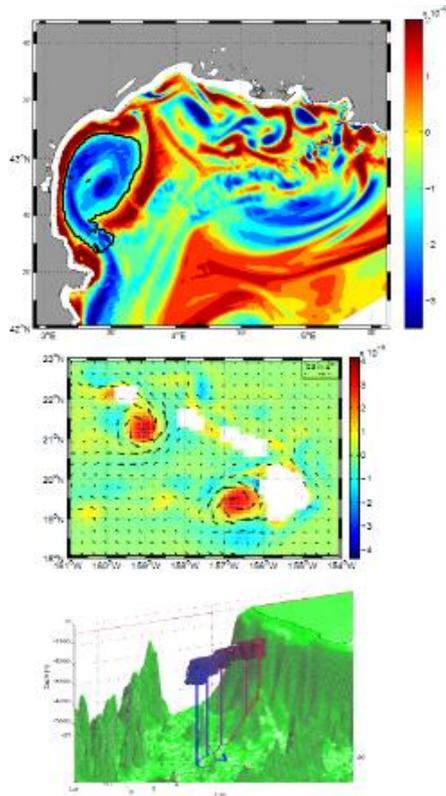
## Objectif

Formation de haut niveau en océanographie physique sur l'approche Lagrangienne à l'étude de la circulation à méso- et sous-meso-échelle, de son rôle dans la distribution des grandeurs biogéochimiques, des polluants et des organismes. L'ambition de cet enseignement est de fournir une solide base de connaissances sur les récentes avancées et découvertes multidisciplinaires par observations in situ, satellite ou modélisation numérique.

## Organisation : 30h CM (3ETCS)

### Éléments pédagogiques

- les équations de conservation pour l'océanographie et leur simplifications;
- les phénomènes de (sous)mesoéchelle et leur implications dans la dispersion;
- modélisation avec la technique des particules Lagrangiennes.



## Ressources pédagogiques fournies

poly du cours et codes numériques

## Plus d'info sur

[www.mio.univ-amu.fr/~doglioli](http://www.mio.univ-amu.fr/~doglioli) lien [Teaching](#)

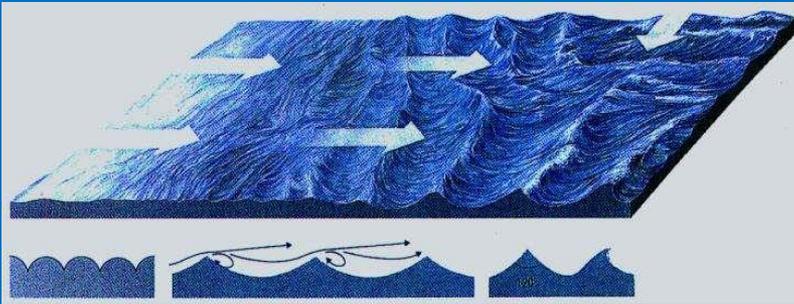
# OPB 307 Flux, interface air/mer et modélisation des interactions atmosphère-océan en zone côtière

H. BRANGER & C. PINAZO

3 ECTS CPB



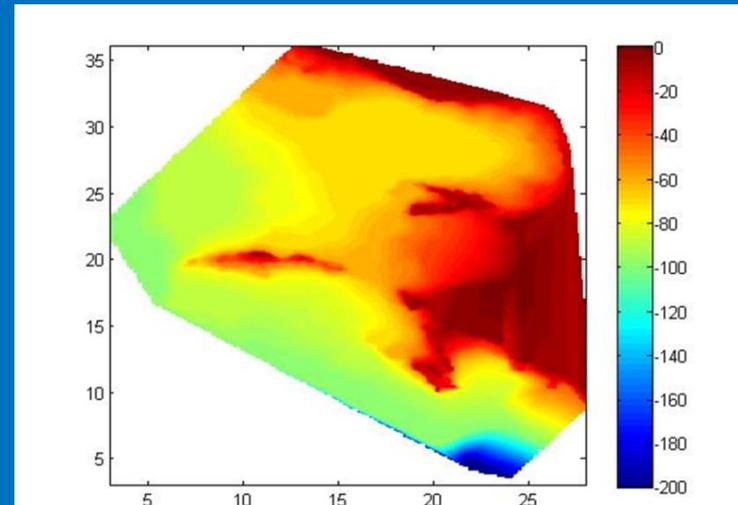
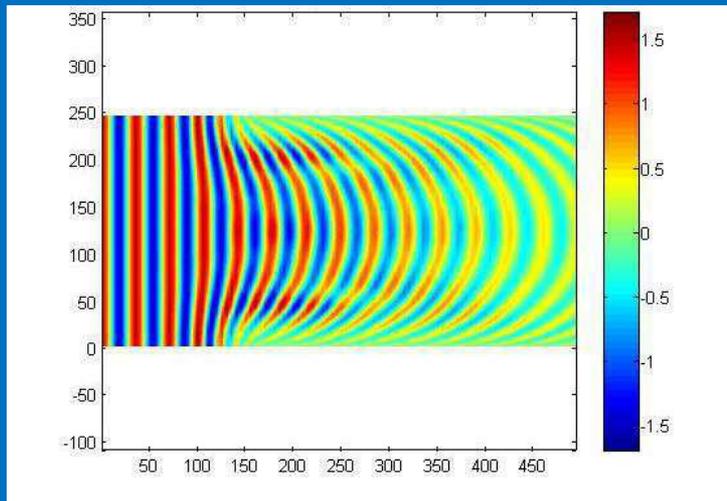
## Vent, vagues et houle à la surface de l'Océan



## Travaux pratiques en soufflerie air/mer



## Travaux Pratiques : Manipuler un code numérique de réfraction-diffraction de la houle à la côte : REF/DIF



# OPB308 : Structure et dynamique verticale de la colonne d'eau

M. BAKLOUTI

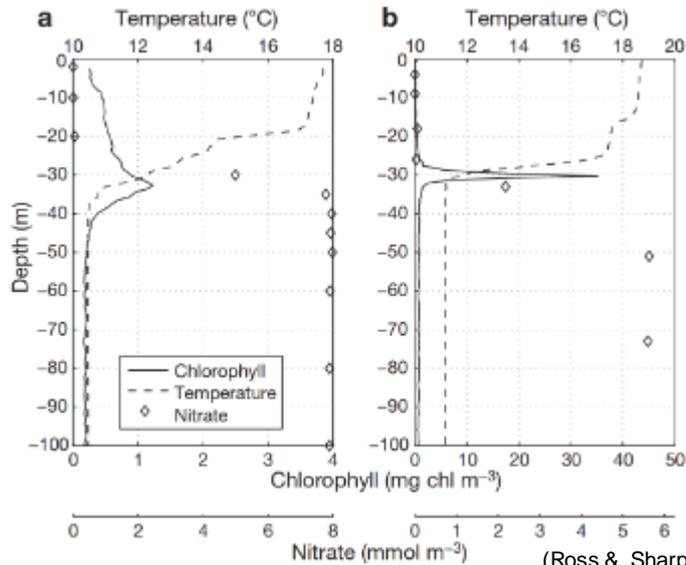
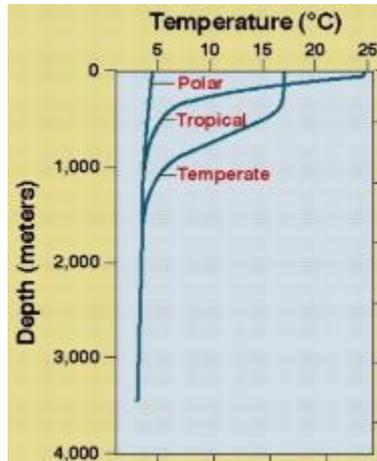
3 ECTS CPB



**Objectif :** Etude des principaux processus physiques et biogéochimiques contrôlant les distributions verticales des caractéristiques hydrologiques et biogéochimiques à l'aide de la modélisation

## Contenu du cours :

- Rappel des **processus physiques** de mélange vertical
- formulation de processus **biogéochimiques** (en particuliers ceux impliqués dans la position des nutriclines, du DCM,...)
- Fondements de modélisation couplée physique-biogéochimie
- Analyse du **rôle des différents processus** sur les profils verticaux à l'aide d'un modèle 1DV couplé



(Ross & Sharples, 2007)



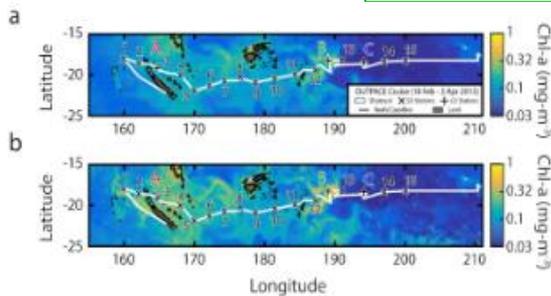
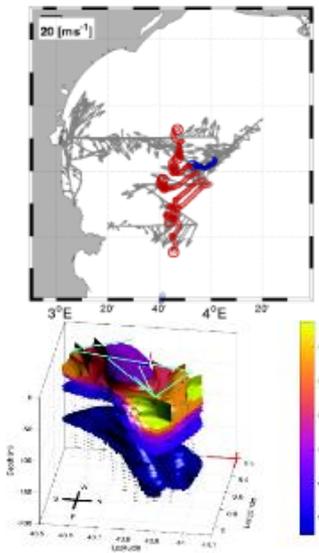
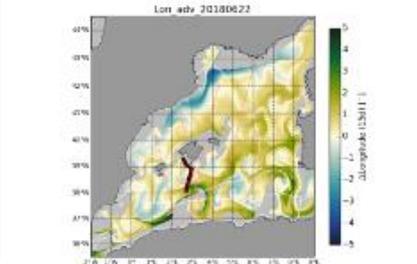
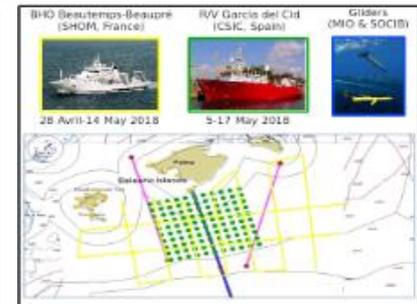
**Objectif**

Formation de haut niveau en océanographie physique sur les techniques d'analyse Lagrangienne de la circulation océanique et leur application pour les stratégies d'échantillonnage adaptatives et Lagrangiennes pour les campagnes océanographiques multidisciplinaires.

**Organisation : 14h CM et 16h TD (3 ETCS)**

**Éléments pédagogiques**

- La problématique de l'échantillonnage in situ en milieu turbulent;
- Exemples de campagne en mer du MIO (LATEX, OUTPACE, OSCAHR, BIOSWOT,...) ;
- Le code numérique à particules Lagrangiennes pour le calcul des FSLE et le paquet SPASSO.



**Ressources pédagogiques fournies**

poly du cours et codes numériques

**Plus d'info sur**

[www.mio.univ-amu.fr/~doglioli](http://www.mio.univ-amu.fr/~doglioli) lien *Teaching*



# OPB310

## Analyse de signaux en océanographie

J-L. Devenon

3 ECTS B&B et CPB

Maîtrise de méthodes statistiques de traitement du signal pour des données de biologie, écologie, océanographiques et la compréhension du fonctionnement des appareils de mesure.

Modèle = Tendence + saisonnalité + erreur aléatoire

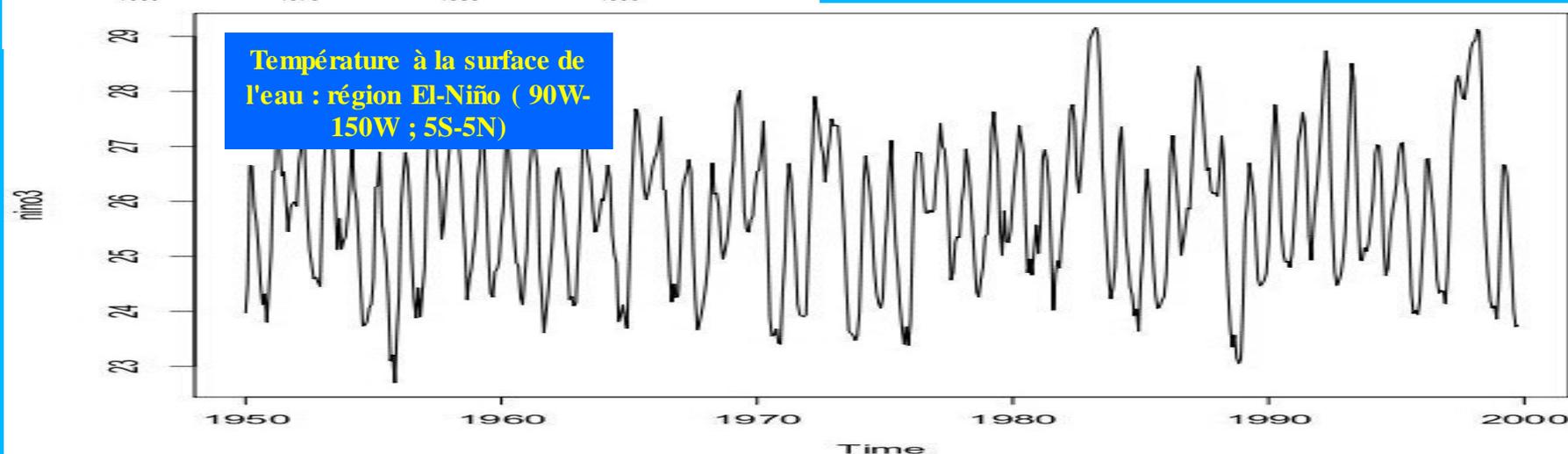
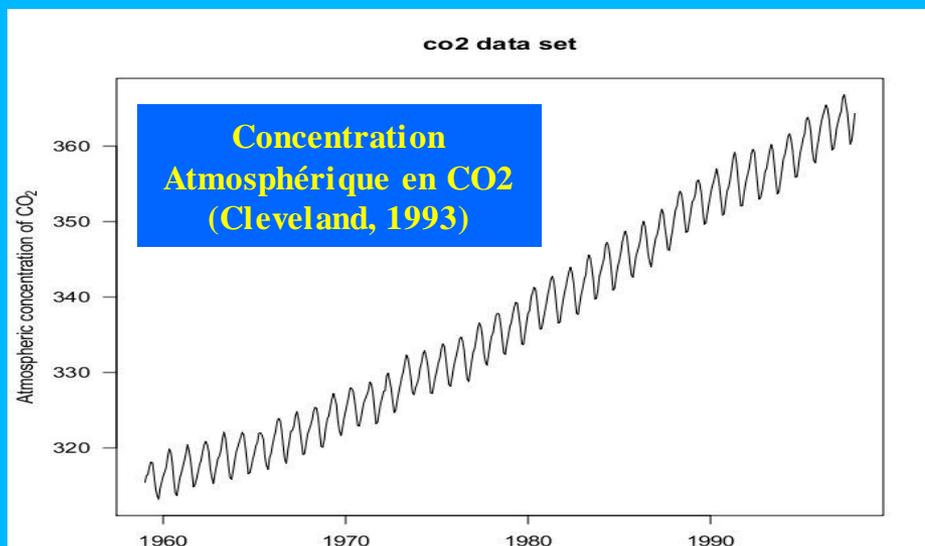
Estimation de la Tendence et Saisonnalité



Contrôle de l'erreur



Prévision dans le temps



## OBEM 301 – Ecologie Microbienne et fonctionnement des écosystèmes

**Impact des communautés microbiennes sur le fonctionnement des écosystèmes via l'expression de différentes voies métaboliques « classiques » et « non conventionnelles »** de la chimiotrophie et phototrophie (incluant AAP et Bactériorhodopsine), l'hétérotrophie, mixotrophie et de l'autotrophie (4 voies). Ecologie microbienne des organismes intervenant dans le cycle de l'azote et du carbone, du soufre, Fe, Mn et couplages entre ces cycles.

- Identification de synergies et d'antagonismes entre organismes
- **Applications:** Impact dans les cycles globaux avec des focus sur production de gaz à effet de serre ( $N_2O$ ,  $CH_4$ ), sur fonctionnement des milieux mésopélagiques et bathypélagiques (export C, dégradation MO), interaction biotique et abiotique entre procaryotes et algues de glace dans la préservation de la MO dans les zones polaires
- **Applications:** études des relations entre organismes sur le niveau d'eutrophisation d'une zone côtière avec un focus sur relation eau sédiment et les relations procaryotes/macro-algues
- **De l'écologie vers la biotechnologie** (bio-réacteur, fermenteur, valorisation énergétique, bio-pile, bio-gaz, application médicale).



6 ECTS

Organisation du cours

:30 CM+30 TD

Note: 60% CT+40% CC

V Michotey-AMU

C Militon-AMU

P Bonin-CNRS

C Tamburini-CNRS

L Cabrol-IRD

Y Combet-blanc-IRD

# OBEM 312 Génomique **6 ECTS B&B** environnementale

Enseignants : Pascal Hingamp et Cécile Militon



La génomique environnementale est une discipline émergente qui a vu le jour grâce aux avancées méthodologiques (séquençage à haut-débit). En permettant l'acquisition massive de données biologiques, ces nouvelles technologies modifient profondément la façon d'envisager les études en évolution, biodiversité et écologie des organismes présents et passés. Dans le cadre de cette UE, nous ferons découvrir aux étudiants les bases méthodologiques de cette discipline via l'annotation de fragments de séquences d'ADN. Ce travail permettra de renforcer les notions de diversité, taxonomie, phylogénie et évolution des organismes. Les étudiants apprendront aussi à analyser un microbiote et à prédire l'existence de relations interspécifiques entre organismes sur la base de données de séquençage à haut débit.



Pédagogie active : apprentissages par problèmes  
CM (30h) et TD (30h) fusionnés en salle info  
NF = ET (1/3) + CC (2/3) (CC: poster/mémoire)

# EQUIPE ENSEIGNANTE



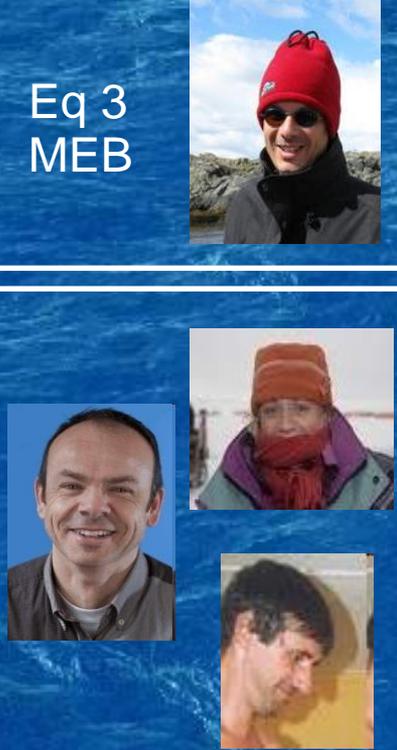
Eq 1 OPLC



Eq 2 CE



Eq 4 CYBELE



Eq 3 MEB

Eq 5 EMBIO



et les secrétaires



et les secrétaires

