

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

Master Océanographie

Spécialité Recherche « Océanographie Physique et Biogéochimie »

Responsables :

Anne Petrenko (Physique) et Thierry Moutin (Biogéochimie)

Secrétaire :

dominique.estival@univ-amu.fr estelle.arnaud@univ-amu.fr



Questions à prendre en compte

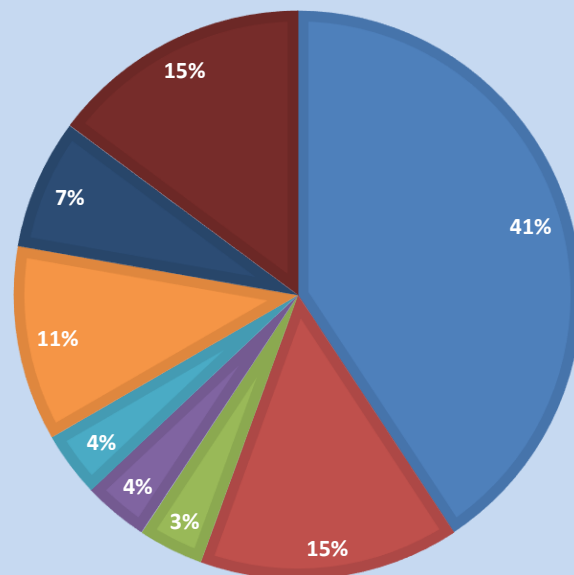
- Quelles sont les compétences/connaissances que je souhaite acquérir ?
- Quel emploi je vise?
- Dans quelles conditions se font les recrutements ?

Exemples d'anciens étudiants ayant obtenu un emploi permanent

- **Pierre-Emmanuel Oms:** Ingénieur en Océanographie côtière chez CEVA (Centre d'Etude et de Valorisation des Algues)
- **Solange Duhamel:** Assistant Research Professor in the Lamont-Doherty Earth Observatory at Columbia University (New York, USA).
- **Julie Gatti:** Ingénieur IFREMER (Brest)
- **Emma Gouze:** Chargé de mission EDF (Chatou)
- **Cédric Javanaud:** Chargé de mission Océans pour la fondation GoodPlanet
- **Ziyuan Hu:** Chercheur Océanographe (Chine)
- **Nicolas Mayot:** chargé mission GIPREB
- **Francis Talin:** Chargé mission Parc Calanque
- **Nathalie Van den Broeck:** Poste permanent: 1ère Vice Présidente du Conseil Economique Social et Environnemental Régional PACA. Directrice du cabinet d'études et conseil spécialisé en écologie et développement durable Effi'ScienSea. (Marseille)
- **Lilita Vong:** Chargée de mission - Association Planète Mer (Marseille)
- ...

DEVENIR À 5 ANS PROMO 2012

- thèse+ recherche
- entreprise
- association
- autre job
- prof SVT
- gestion env secteur public
- CDD en env
- inconnu



Choix des UEs (sous-parcours)

- Choisir les UEs en fonction de son objectif
- Ne pas se fermer de portes
- Se renseigner sur les compétences recherchées

2 sous parcours dans OPB:

* *Biogéochimie & Biodiversité (B&B)*

* *Couplage Physique-Biogéochimie (CPB)*

DETAILS DES MODULES DU SEMESTRE 2 (M2)

2° semestre (30 crédits à prendre parmi les modules proposés)

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

OCE 201	Anglais	3 obligatoire
OPB 201	Mesures en mer	9
OPB 202	Cycles biogéochimiques globaux	6
OPB 207	Éléments traces et traceurs des processus océaniques	3
OPB 208	Origine et devenir de la matière organique	3
OPB209/OBEM 211	Séries temporelles	3
OPB 210	Nutrition minérale des producteurs primaires	6
OPB 211	Paléocéanographie et paléoclimatologie	3
OBEM 205	Bioinformatique	3
OBEM 206	Biodiversité des micro-organismes	6
OBEM 207	Techniques moléculaires	3
OBEM 210	Zooplancton et planctonophages	6

DETAILS DES MODULES DU SEMESTRE 2 (M2)

2° semestre (30 crédits à prendre parmi les modules proposés)

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

OCE 201	Anglais	3 obligatoire
OPB 201	Mesures en mer	9
OPB 202	Cycles biogéochimiques globaux	6
OPB 203	Résolution numérique des équations différentielles ordinaires	3
OPB 204	Résolution numérique des équations différentielles aux dérivées partielles	3
OPB 205	Modélisation 3D océanique	3
OPB 206	Océanographie physique	6
OPB 207	Eléments traces et traceurs des processus océaniques	3
OPB209/OBEM 211	Séries temporelles	3
OPB 211	Paléocéanographie et paléoclimatologie	3
OPB 213	Dynamique des communautés et des écosystèmes	3



Mesures en mer – OPB 201

A. Petrenko , A. Bosse, N. Bensoussan, S. Meulé, T. Wagener

9 ECTS

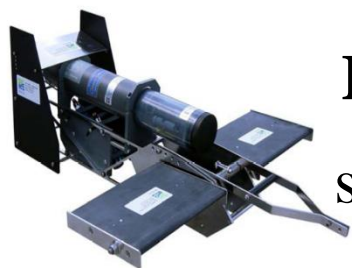
Objectif : Acquisition de connaissances servant à l'analyse de mesures *in situ*, acquises en mer lors de cette UE

20 h CM

**notions de métrologie et de mesures en mer :
stratégies d'étude et d'échantillonnage,
théorie liée à la géodésie, distances en mer,
cartographie,
principes de fonctionnement des instruments
de mesure en océanographie**

20h CM, 40h TD, 30h TP

**Ressources pédagogiques fournies
sur Amétice + Page web A. Petrenko**



Mesures en mer – OPB 201

20h CM, 40h TD, 30h TP

40 h TDs Analyse des mesures collectées en mer lors des

24 h de **FORMATION EMBARQUEE**

(à bord du Téthys II, zodiac, barge à la ferme aquacole du Frioul)

6 h TP_s Analyse paramètres chimiques sur échantillons collectés

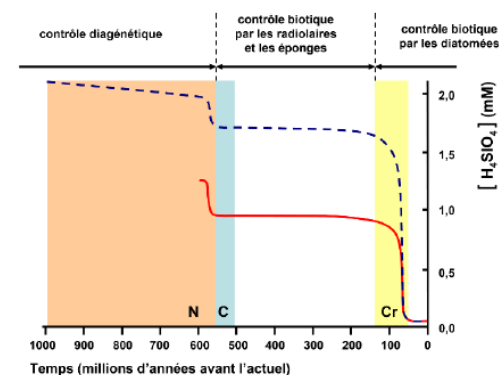
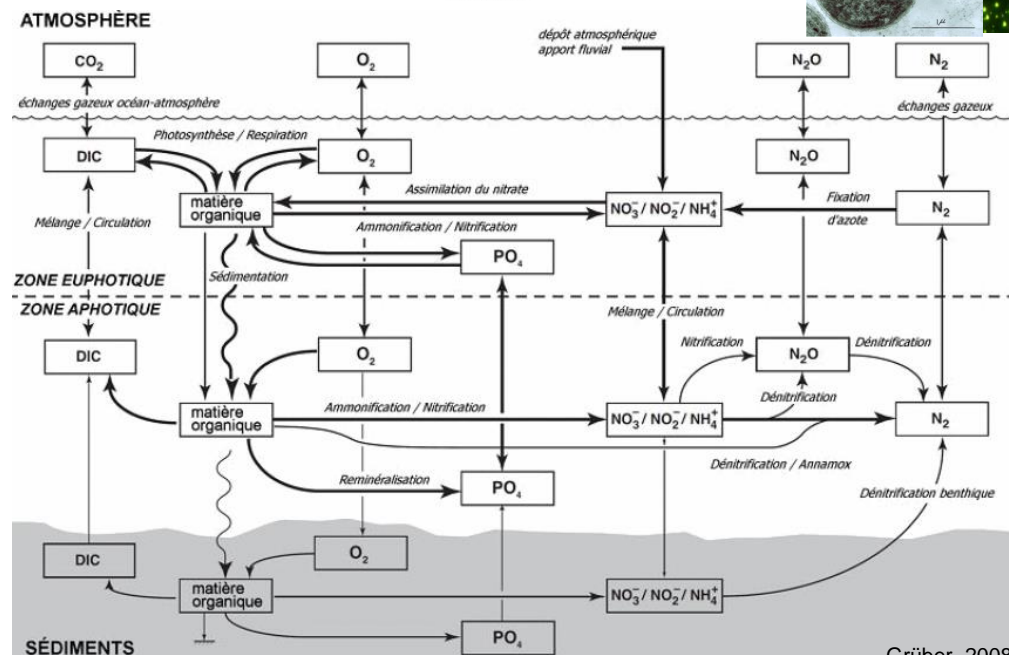
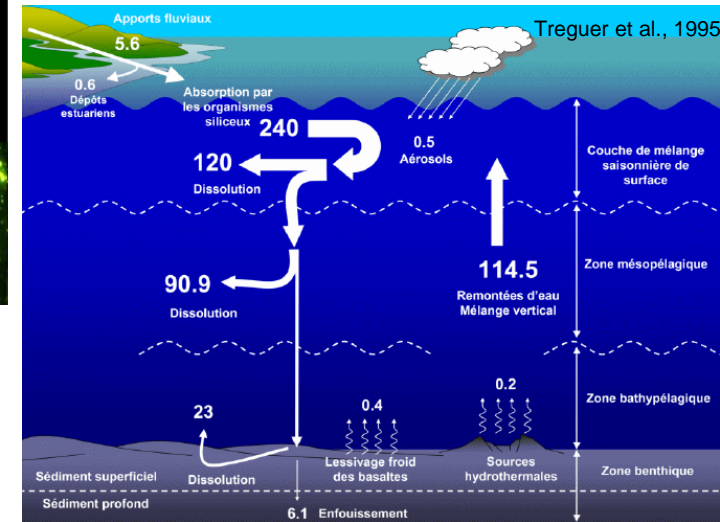
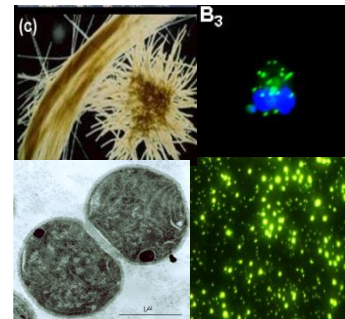
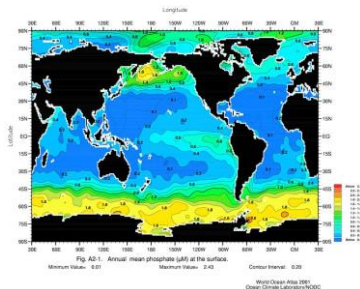
NF = 0,3 (TDs) + 0,3 (Ecrit)
+ 0,25 (Oral) + 0,15 (Fascicule).

3/6 jours sur l'archipel du Frioul





Comprendre les processus physiques et biogéochimiques contrôlant les cycles des éléments biogènes (N, P, Si), leur quantification et l'établissement de bilans élémentaires de l'échelle régionale à l'échelle globale



OPB203 : Résolution numérique des équations différentielles ordinaires (3 ECTS)

M. BAKLOUTI



Résolution des équations rencontrées en biogéochimie et écologie marine (systèmes proie-prédateurs, réseau trophique,...) et qui ne peuvent être résolues analytiquement

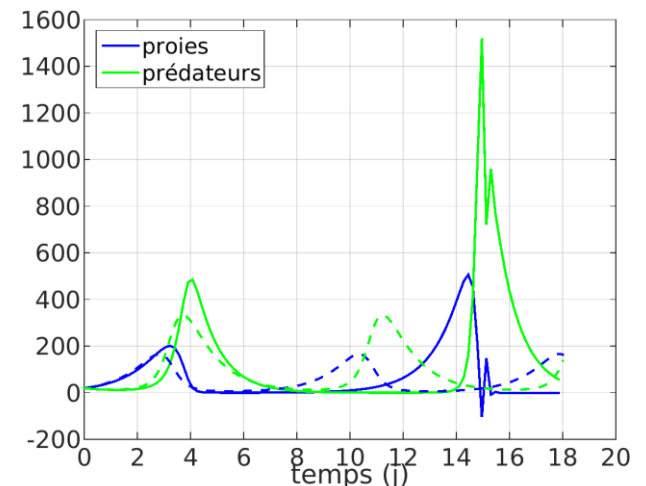
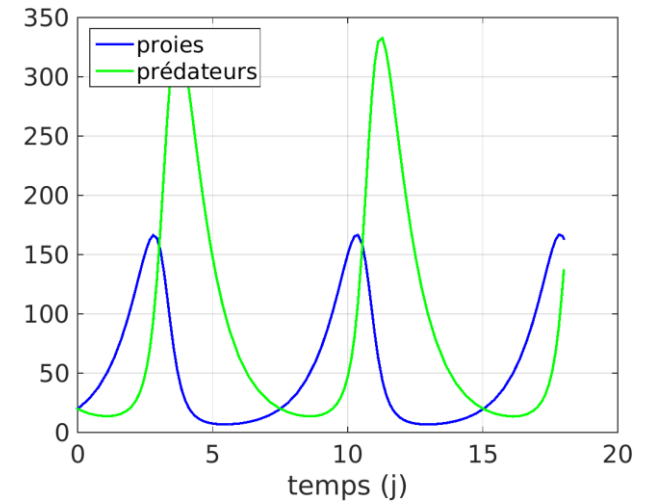
Objectifs :

- connaître un socle de méthodes (principe, hypothèses sous-jacentes, précautions)
- savoir choisir parmi les méthodes la mieux adaptée ou le meilleur compromis
- savoir mettre en œuvre ces méthodes

Exemple : modèle proie/prédateur

$$\frac{d[\text{proie}]}{dt} = \alpha[\text{proie}] - \beta[\text{proie}] \cdot [\text{pred}]$$

$$\frac{d[\text{pred}]}{dt} = \delta[\text{proie}] \cdot [\text{pred}] - \gamma[\text{pred}]$$



OPB204 : Résolution numérique des équations différentielles aux dérivées partielles (3 ECTS)

M. BAKLOUTI

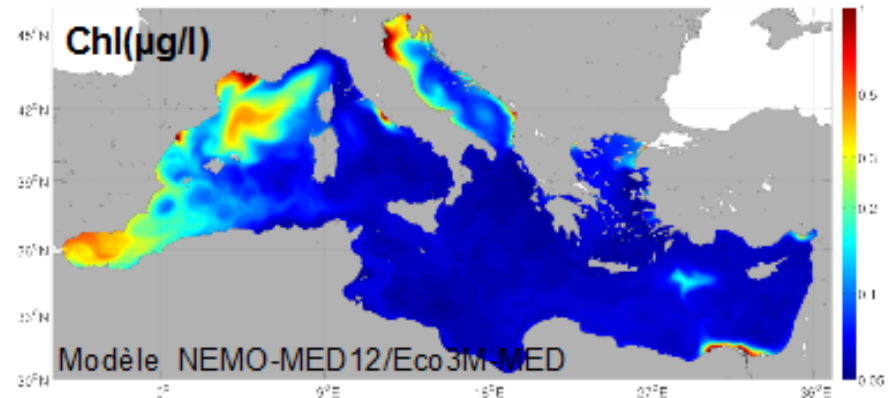
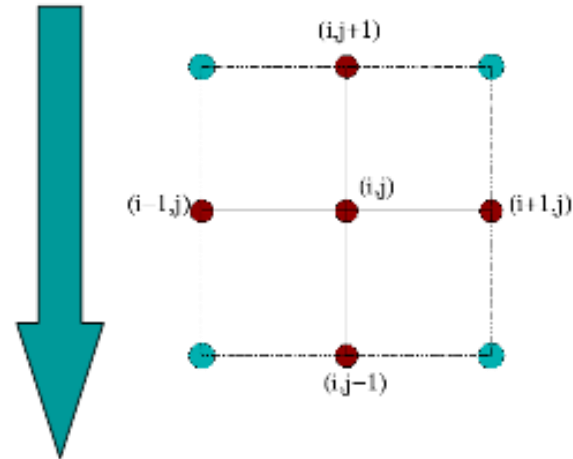


Résolution d'équations aux dérivées partielles telles que celles mises en œuvre en océanographie physique, biogéochimique et biologique

Objectifs

- Nature des EDPs
- Discrétisation des équations
 - Caractériser et créer un schéma numérique (consistant, stable et convergent; explicite/implicite; ordre ...)
 - Intérêt d'utiliser un schéma plutôt qu'un autre
- Résolution des équations
 - Méthodes numériques de résolution d'un système linéaire
- Aperçu des principaux schémas utilisés dans les OGCMs

$$\frac{\partial C}{\partial t} - \nu \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) = 0$$



OPB205

Modélisation 3D océanique

A.M.Doglioli



Objectif

Ce cours introduit les principaux concepts et techniques de modélisation numérique de la circulation océanique en 3D à l'échelle régionale dans l'océan global.

L'ambition de cet enseignement est de mettre l'étudiant en condition d'utiliser en connaissance de cause la plateforme communautaire CROCO (<http://www.croco-ocean.org>) qui représente l'état de l'art en modélisation océanique.

Organisation : 10h CM + 20h TP (3ETCS)

Historique de la modélisation numérique et introduction à la plate-forme CROCO
Équations de la conservation (masse, quantité de mouvement, chaleur et sel)
Modélisation de la turbulence océanique et principaux schémas de fermeture
Grilles numériques pour la modélisation océanique
Définition des conditions initiales et aux frontières

Inscription comme utilisateur CROCO, téléchargement des logiciels et des données
Implementation de la configuration de démonstration
Implémentation d'une configuration pour une région océanique choisie
Analyse des résultats numériques et comparaison avec littérature
Mise en ligne du rapport et de la présentation des résultats

Évaluation : rapport écrit (50 %) et présentation orale (50 %)

Ressources pédagogiques fournies

poly du cours et codes numériques

www.mio.univ-amu.fr/~doglioli lien *Teaching*

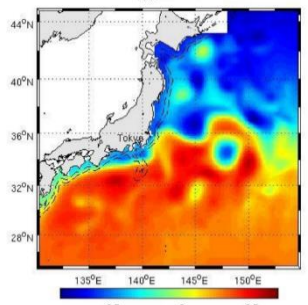
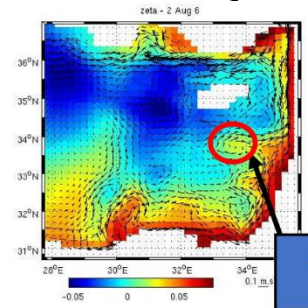
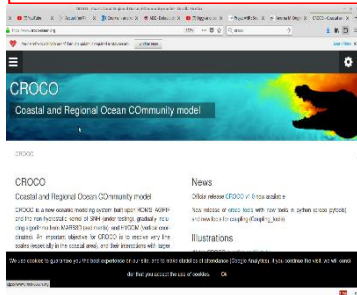
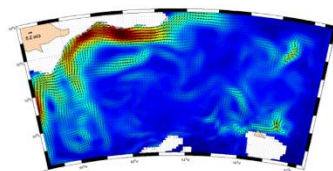
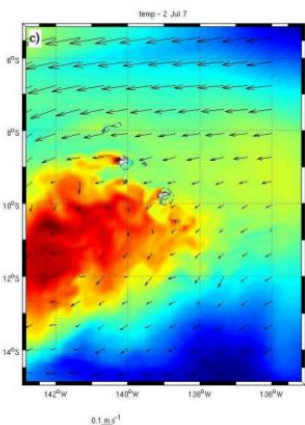


Fig. 9 : Élévation de la surface libre.



1/15



OPB206 : Océanographie physique (6 ECTS)

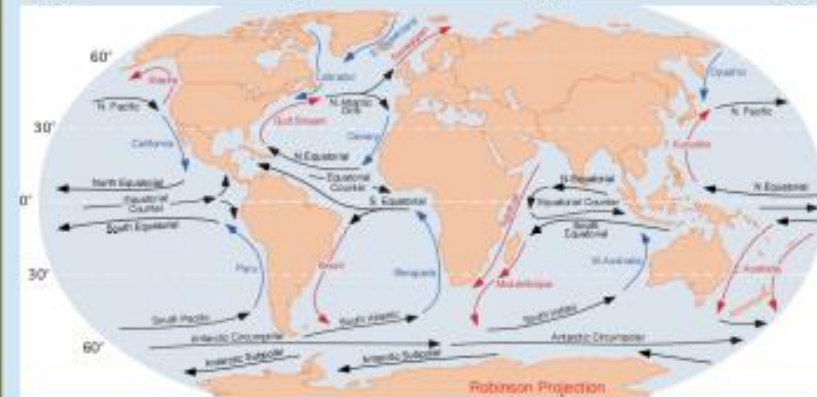
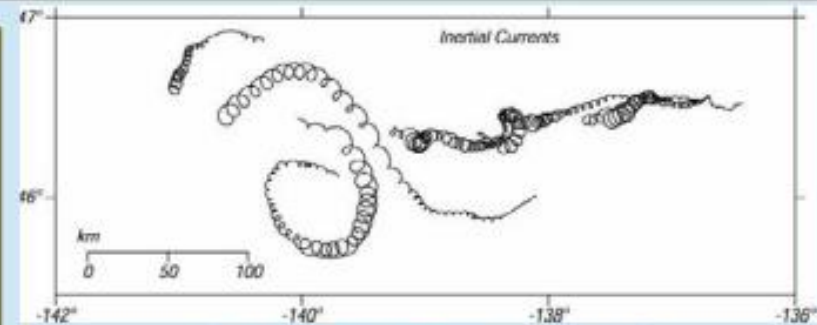
J.-L. Devenon & M. BAKLOUTI



Objectif : Enseigner les principaux fondements de l'océanographie physique

Contenu du cours (30h) et des TDs (30h) :

- Description des **processus moteurs** du mouvement (effet de la rotation de la terre, du vent, du gradient de pression) et des **processus de dissipation** (visqueuse, turbulente)
- Manipulation des équations du mouvement, établissement et **analyse des solutions classiques** en absence et en présence de frottement
- Équations de conservation (masse, chaleur, traceur)
- **Ondes de gravité** internes et externes
- Ondes soumises à la **rotation terrestre** (ondes de Rossby)
- Analyse de la marée, tsunamis





OPB207 (3 ECTS)

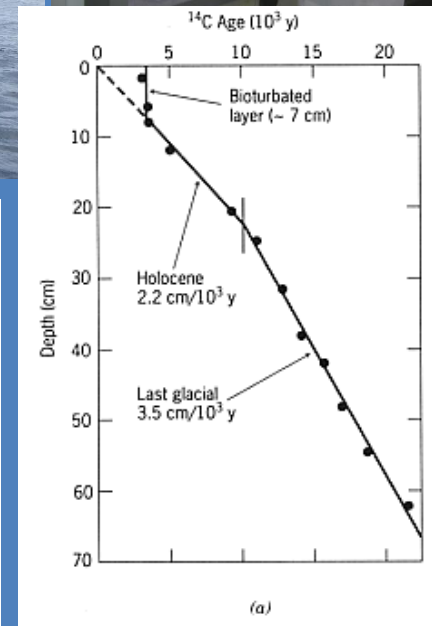
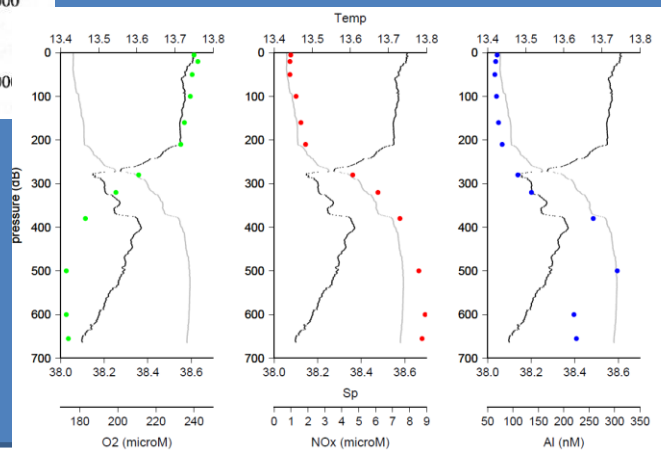
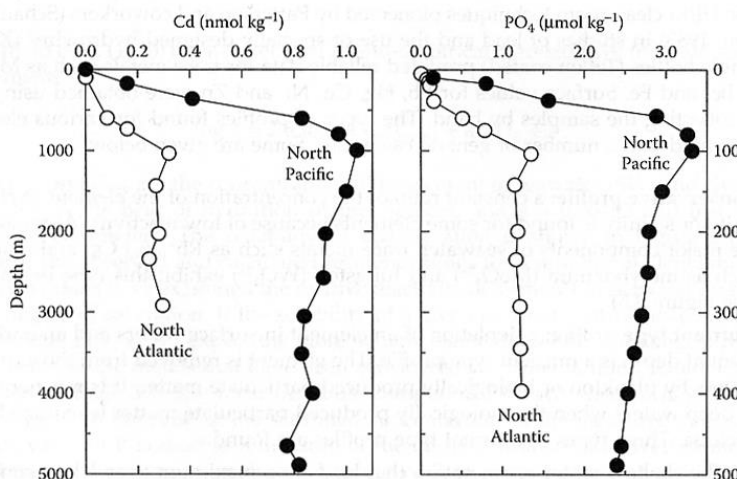
Éléments traces et traceurs des processus océaniques

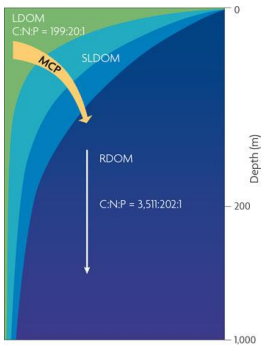
T. Moutin & T. Wagener



Etudier la distribution des éléments traces et des isotopes radioactifs pour expliquer le fonctionnement de l'océan

Analyse de résultats d'analyses chimiques d'Aluminium obtenues dans le cadre d'une opération océanographique en milieu côtier





Nature Reviews | Microbiology

OPB208

Origine et devenir de la matière organique 3 ECTS : 14h CM – 16h TD (MCC : CT)

Enseignants



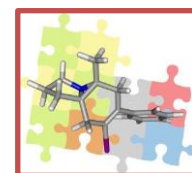
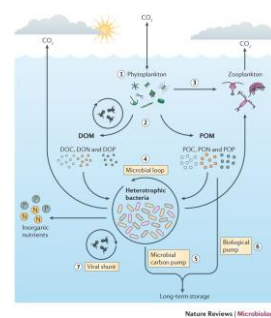
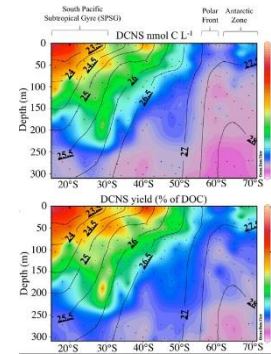
P. Cuny



C. Panagiotopoulos

- 1 Rôle de la MO dans le fonctionnement des systèmes marins et de la biosphère
- 2 La MO : aspects qualitatifs et quantitatifs (DOM, POM, RDOM, LDOM...)
- 3 Devenir de la MO particulaire et dissoute en mer : processus biotiques et abiotiques impliqués
- 4 Devenir de la MO dans les sédiments : géomicrobiologie (couplages biogéochimiques)

TD : Analyses de données (détermination de l'origine de la MO – biomarqueurs ; interprétation de distributions : mécanismes de transfert, de transformation et de minéralisation (biogéomicrobiologie) ; quantification de processus *e.g.* photo-oxydation, ...)



Nature Reviews | Microbiology

OPB209 / OBEM211

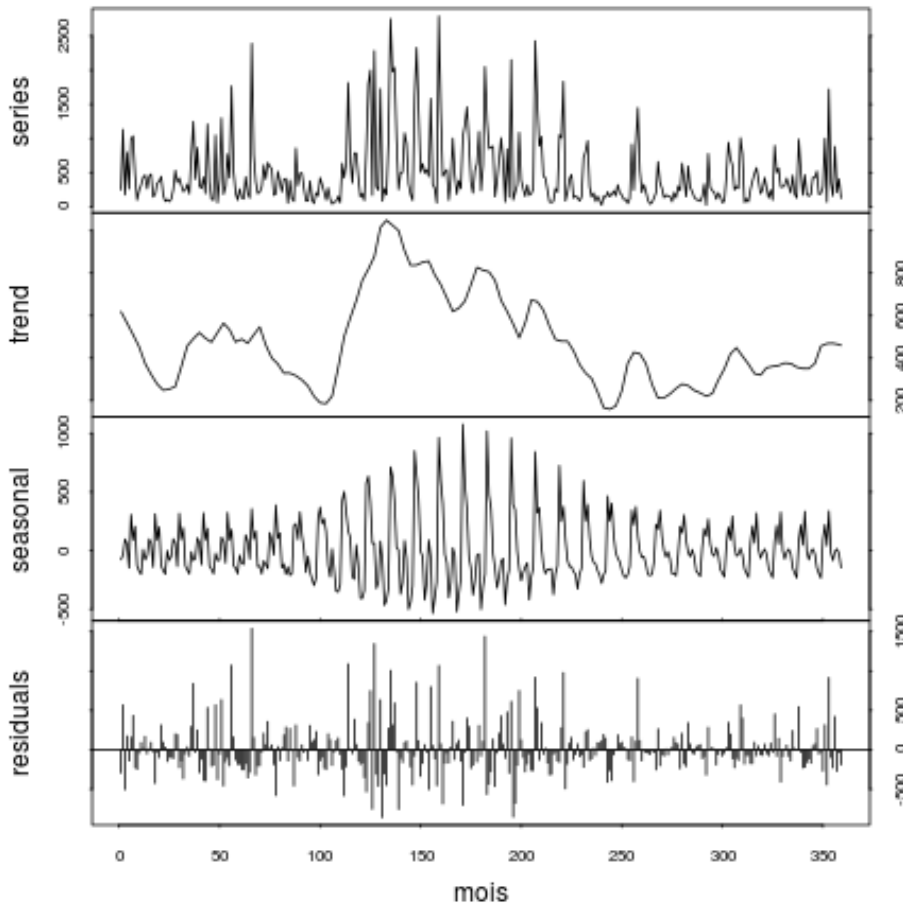
Séries temporelles (3 ECTS)

L. BERLINE



Maîtriser les méthodes statistiques d'analyse de séries temporelles de données

Abondance du zooplancton, Mer Ligure



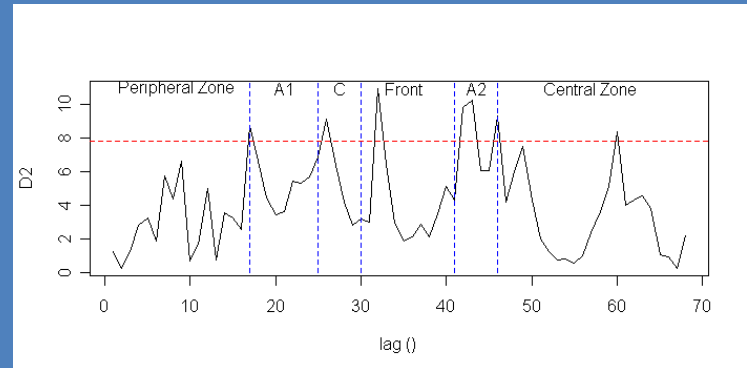
Décomposer en tendance et saisonnalité

Caractériser les périodes présentes

Détecter les discontinuités

Corréler les séries

Modéliser et prévoir





OPB211: Paléoclimatologie, Paléocéanographie, Paleoenvironnements

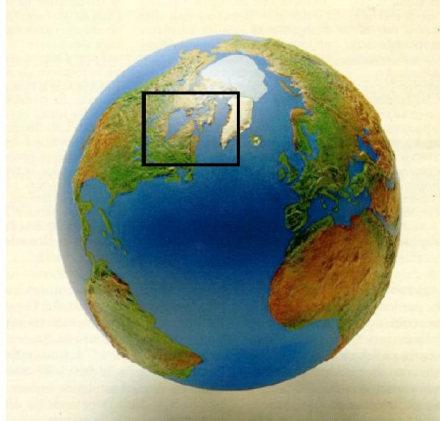
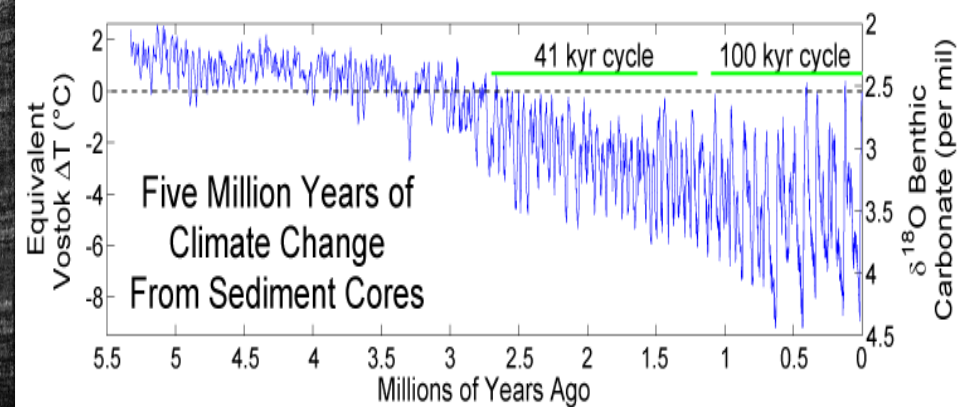
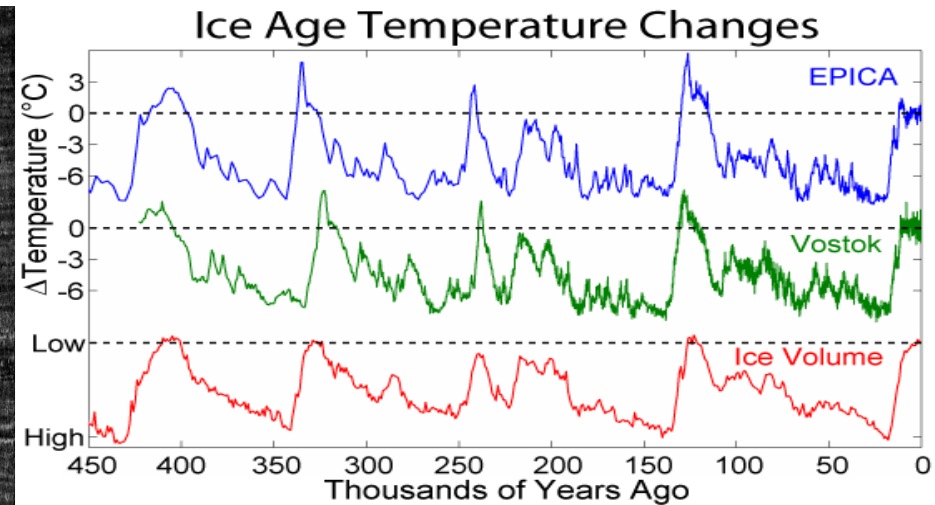
N. THOUVENY; L. VIDAL (L. LICARI)



Paramètres orbitaux gouvernant l'énergie incidente et les accélérations, Etats et dynamiques de la surface terrestre (lithosphère et cryosphère), et des enveloppes fluides (océan, atmosphère); Théories et Observations, Analyses des séries sédimentaires et glaces des variations environnementales/climatiques Evolution du climat depuis l'apparition de la Vie jusqu'à l'Anthropocène.



G. Gross photo
Ice-rafted dropstone in BIF, Sayunei Fm, Rapitan Gp, NT, Canada





UE OPB213 – Dynamique des communautés et des écosystèmes (3 ECTS)



OBJECTIFS GENERAUX

- maîtriser les clés de lecture des modèles en sciences de l'environnement
- acquérir un esprit critique éclairé vis-à-vis de cet outil moderne et de plus en plus utilisé

APPROCHES UTILISEES

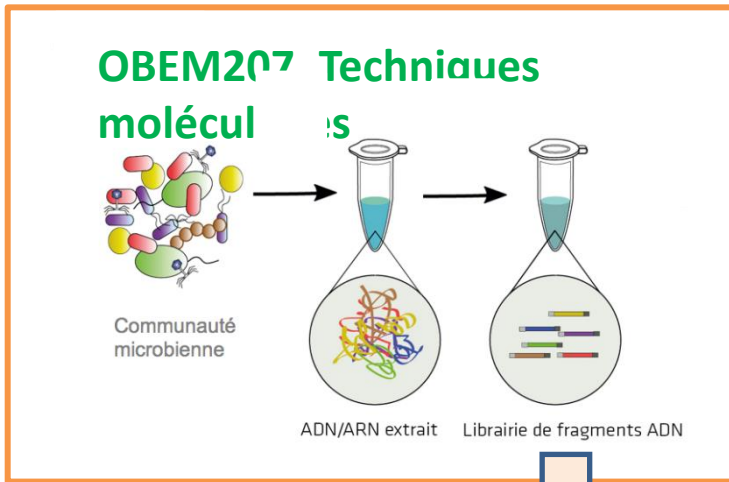
- Nombreux exemples tirés de **l'écologie des communautés et de l'écologie des écosystèmes**
- Faciliter l'apprentissage de la **relation entre les hypothèses** émises sur les processus sous-jacents **et la dynamique des communautés et des écosystèmes**.
- Présentation **d'outils mathématiques nouveaux** pour pouvoir analyser des comportements dynamiques plus ou moins complexes.
- Faciliter **l'interprétation des comportements dynamiques** en relation avec les **hypothèses** posées pour la construction des modèles.
- Un effort particulier est porté sur les **réseaux d'interactions et les flux trophiques**.

OBEM205. Bioinformatique (3 ects)

30h de CM/TP principalement en salle info (*max. 16 étudiants*)

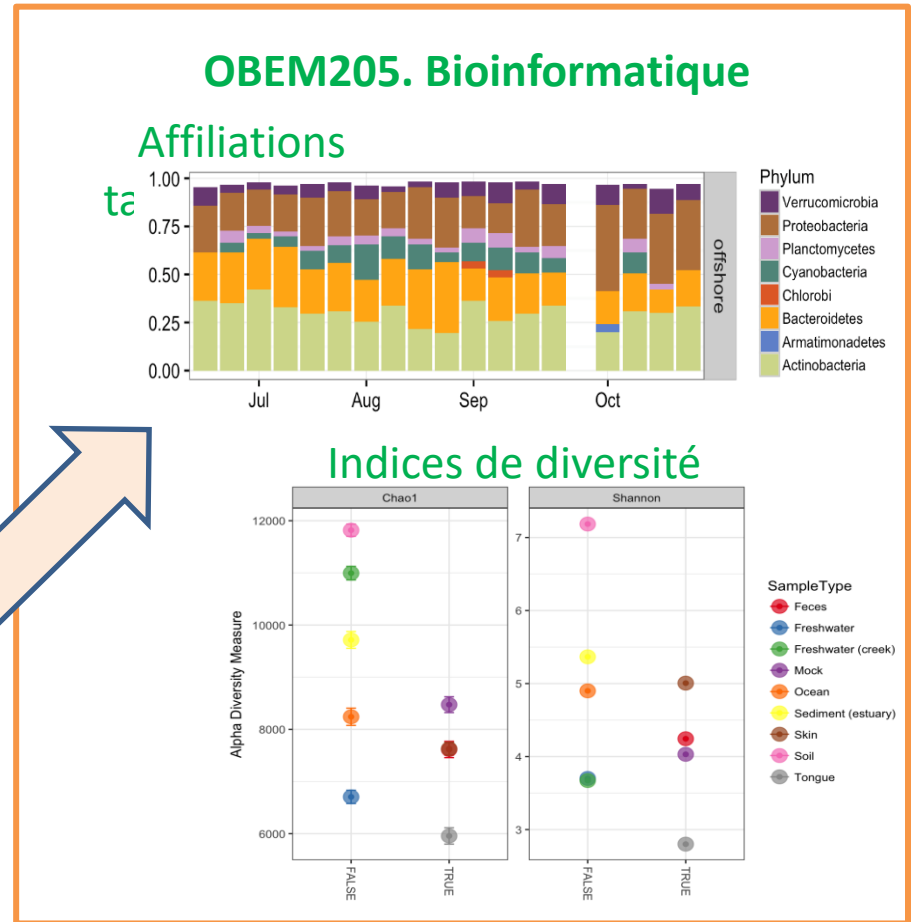


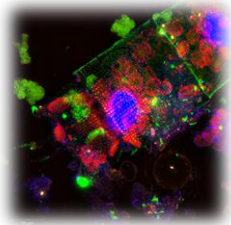
Formation aux concepts et outils de base en bioinformatique permettant l'**analyse de séquences biologiques** (banques de séquences, formats de données, conversion de format, comparaison de séquences, alignement, blast...) et l'**analyse de la diversité d'une communauté** (analyse de microbiotes)



Séquences biologiques

```
@SRR038845.3 HWI-EAS038:6:1:0:1938 length=36
CAACCTCAGTAAACCGACAGGCCCGGTAA
+SRR038845.3 HWI-EAS038:6:1:0:1938 length=36
BA@7>B=>:>7@7@>>9=BAA?;>52;>:9=8.=A
@SRR038845.41 HWI-EAS038:6:1:0:1474 length=36
CCAATGATTTTTTCCGTGTTTCAGAATACGGTTAA
+SRR038845.41 HWI-EAS038:6:1:0:1474 length=36
BCCBA@BB@BBBBB@B9B@=BABA@A:@693:@B=
@SRR038845.53 HWI-EAS038:6:1:1:360 length=36
GTTCAAAAGAATAAATTGTGTCAATAGAAAATC
+SRR038845.53 HWI-EAS038:6:1:1:360 length=36
BBCBBBBB@@BAB?BBBCBC>BBBAA8>BBBAA@
```





OBEM206

Biodiversité microbienne marine

6 ECTS : 24h CM – 28h TD (MCC : CT)

Enseignants



B. Quéguiner



P. Cuny

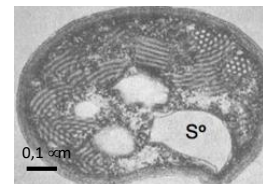
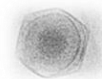
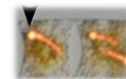
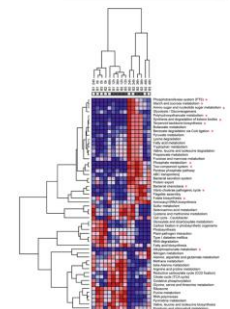
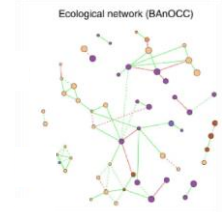
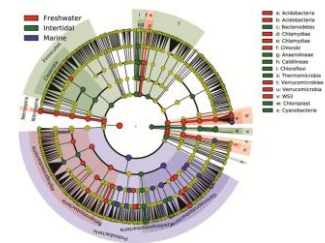


T. Lefort

- Le concept de biodiversité, enjeux planétaires liés la biodiversité microbienne marine
- Mesure de la biodiversité : échantillonnage, identification (la révolution des approches OMICS)
- « Everything is everywhere but the environment select » : grands groupes taxonomiques microbiens (microeucaryotes, bactéries, archées, *virus*), biogéographie microbienne
- Réseaux d'interaction et couplages fonctionnels : symbioses et concept d'holobionte, géomicrobiologie sédimentaire

➡ TD : Analyse et interprétation de jeux de données issus de la littérature

Thèmes abordés : Les méthodes moléculaires d'étude de la diversité microbienne (approches « single cell » - communautaire), les écotypes (notion d'espèce), mécanismes permettant la coexistence d'espèces, mesure de la biodiversité des micro-organismes

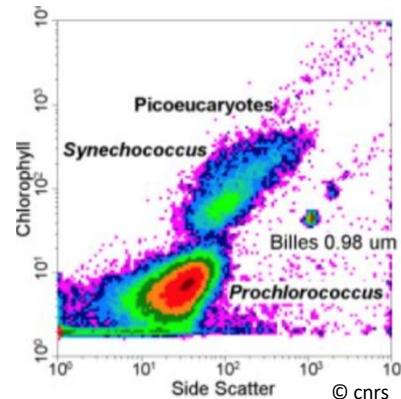
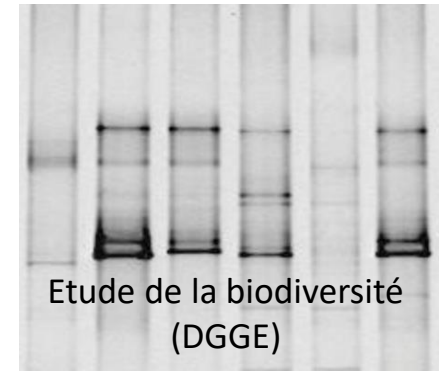
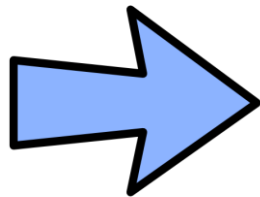


OBEM207. Techniques moléculaires (3 ects)

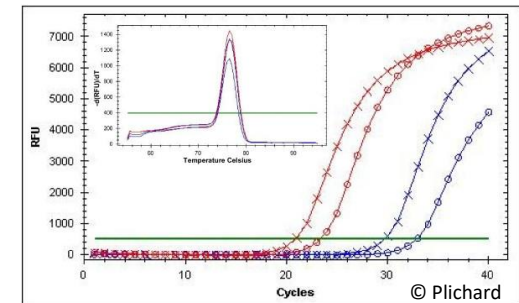
Cours magistraux (10h) : Connaître les principales techniques moléculaires utilisées en sciences de la mer (*principes, usages, potentiels et limites*) et être capables de choisir les plus adaptées afin de répondre à une problématique donnée.



Travaux pratiques et dirigés (20h)
(groupe de 16 étudiants)



Dénombrements des micro-organismes (cytométrie en flux)



Quantification d'un gène et d'une population (qPCR)

**Parcours OPB
Master Sciences de la Mer**

Le détail des UEs est sur:

<http://masters.osupytheas.fr/finalite/OPB>

Entretiens individuels