

Toulouse, le 11 juillet 2018

A l'attention des Directrices/Directeurs d'Unités de Recherche associées au M2 SOAC

Chers Directrices/Directeurs d'Unités,

Le M2 SOAC (parcours Dynamique du Climat et parcours Etudes Environnementales) sollicite vos équipes pour proposer des sujets de stage de recherche sur les thématiques scientifiques du master (<https://masters.obs-mip.fr/soac/>) pour l'année universitaire 2018-2019. D'une durée de **6 mois**, ces stages pourront débuter à partir du **4 février 2019**, ou plus tard selon convenance, et devront finir au maximum le **30 septembre 2019**. Les soutenances intermédiaires de stage auront lieu le **mercredi 19 juin 2019** et les soutenances finales les **lundi 2 et mardi 3 septembre 2019**.

La date de retour des propositions de stage - via les Directeurs d'Unité - est fixée au **vendredi 28 septembre 2018**. Ceux-ci auront la possibilité de présenter au préalable leurs laboratoires (axes de recherches...) au cours d'une séance devant les étudiants et élèves le **lundi 17 septembre 2018** à l'ENM (créneaux d'environ 15-20 minutes). Nous diffuserons l'offre complète sur le site web du master à partir du **vendredi 5 octobre 2018** après validation par la Commission Pédagogique du master. Celle-ci n'interviendra pas sur l'attribution de stages, qui relève de la seule compétence des chercheurs proposant les sujets. Dès qu'une attribution sera conclue, nous remercions les chercheurs concernés de nous prévenir afin que le sujet soit retiré de la liste des propositions. Nous souhaitons clore la phase d'attribution vers la fin du mois de novembre 2018, ce qui laissera environ 2 mois aux étudiants/élèves pour contacter les chercheurs et visiter les laboratoires d'accueil.

Vous trouverez ci-après : le modèle de fiche à remplir pour chaque sujet de stage proposé (**sur 1 seule page et sans figure SVP**), et le guide du stage qui rappelle les objectifs de ces stages de recherche et qui sert de référence pour leur évaluation (à transmettre aux responsables de stage).

Pour nous faciliter la manipulation des nombreux fichiers (création d'un document de compilation), nous vous serions reconnaissants de nous retourner par mail les fiches de stage sur la page suivante au format .rtf et avec la nomenclature ci-après :
M2SOAC-1819-proposition-stage-LABORATOIRE-ENCADRANT.rtf

Nous vous remercions pour votre collaboration et vous adressons nos plus cordiales salutations.

Sylvain COQUILLAT

*Responsable UPS
du M2 SOAC-DC*

Isabelle BEAU

*Responsable INPT
des M2 SOAC-DC et SOAC-EE*

Dominique SERÇA

*Responsable UPS
du M2 SOAC-EE*

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : LEGOS

Titre du stage : Structure spatiale et variabilité de la langue d'eaux froides et de la Circulation Océanique 3D dans le Pacifique Equatorial Est : influence du couplage océan-atmosphère à fine échelle

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : S. Cravatte, CRCN IRD

Collaborateurs

Lionel Renault, CRCN IRD, Julien Jouanno, CRCN IRD, Romain Bourdallé-Badie (Mercator-Océan)
Sébastien Masson (CNAP, LOCEAN)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

Email : sophie.cravatte@ird.fr, 05 61 33 29 38

Sujet du stage :

La langue d'eaux froides du Pacifique Equatorial Est, liée à l'upwelling équatorial, est une région où le gain de chaleur océanique est très intense, et une région clef pour le phénomène ENSO (El Nino Southern Oscillation) (Kessler et al, 2005). Les processus qui régissent la température de surface à l'équateur (mélange, advection verticale et horizontale, échanges air-mer) sont complexes à représenter correctement dans les modèles (Cravatte et Menkes, 2009), mais cruciaux pour la prévision saisonnière.

La région d'upwelling est délimitée au nord par un front de température situé vers 2°N, avec des eaux beaucoup plus chaudes au nord de 2°N, et des gradients méridiens de température qui peuvent atteindre 3-4°C sur moins de 100 km. Cette zone frontale est modulée par les ondes tropicales d'instabilités (TIWs), qui impactent les températures, les courants, créent localement de la subduction et de l'upwelling, et modifient les flux océans-atmosphère (Menkes et al. 2002, 2006, Chelton et al., 2001).

Le projet scientifique EPOUSE vise à mieux documenter la structure spatiale de l'upwelling, la structure du front, de la circulation océanique 3D, et sa modulation aux échelles intrasaisonnières et interannuelles. Il vise en particulier à mieux comprendre l'importance des processus de fine échelle, et du couplage océan-atmosphère à fine échelle, dans la maintenance de ces structures.

Dans ce cadre, ce stage documentera la structure moyenne du front, sa position et son intensité et ses variations dans plusieurs simulations numériques forcées (NEMO) et couplées existantes (NEMO/WRF) à différentes résolutions spatiales (simulations Mercator, PULSATION). Des métriques seront définies et permettront de caractériser la structure et l'intensité de l'upwelling, la stratification de l'océan superficiel et l'intensité des TIWS dans les différentes simulations. Le stagiaire étudiera la modulation de la circulation océanique méridienne et verticale par les TIWs. La réponse de l'atmosphère aux différentes structures de l'upwelling et du front sera aussi étudiée dans ces différentes simulations: les fines échelles des vents de surface, des flux radiatifs et turbulents, et leurs variations liées aux ondes tropicales d'instabilité et aux événements ENSO. L'importance du couplage thermique (l'atmosphère répond aux variations de SST), et du couplage mécanique (l'atmosphère répond aux variations de courants océaniques), ainsi que l'importance du couplage à fine échelle pour la maintenance du front et la structure de la circulation océanique 3D sera quantifiée.

Un enjeu important est aussi d'informer le projet international TPOS2020, qui vise à redéfinir le système d'observations dans le Pacifique Tropical, sur le besoin en observations in situ pour suivre la structure de l'upwelling et de la zone frontale, et mieux la contraindre dans les modèles (Cravatte et al., 2016).

Si le temps le permet, des diagnostics complémentaires seront faits avec les observations existantes (mouillages TAO, données satellites à haute-résolution, données de campagnes historiques).

Chelton, D. B., et al., 2001: Observations of coupling between surface wind stress and sea surface temperature in the eastern tropical Pacific. *J. Climate*, 14, 1479–1498.

Cronin, M. F., and W. S. Kessler, 2009: Near-surface shear flow in the tropical Pacific cold tongue front. *J. Phys. Oceanogr.*, 39, 1200–1215.

Kessler, W. S., et al., 2005: Pacific Upwelling and Mixing Physics (PUMP). A Science and Implementation Plan. US CLIVAR, Washington.

Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S.E. Wijffels, and Contributing Authors, 2016: First Report of TPOS 2020.GOOS-215, 200 pp.[Available online at <http://tpos2020.org/first-report/>.]

Cravatte, S., C. Menkes (2009), Sensitivity of mixed layer heat budgets to wind forcing: A Case study for the Equatorial Pacific Cold Tongue, *Ocean Modell.* doi:10.1016/j.ocemod.2009.04.005

Menkes, C.E., et al., 2002. A whirling ecosystem in the equatorial Atlantic. *Geophysical Research Letters* 29 (11).

Menkes, C.E. et al., 2006. A modeling study of the impact of tropical instability waves on the heat budget of the eastern equatorial Pacific. *Journal of Physical Oceanography* 36 (5), 847– 865

GUIDE DU STAGE DE FIN D'ETUDE (2018-2019)

Le stage de fin d'étude est une phase de formation de l'étudiant, au cours de laquelle l'encadrant joue un rôle prépondérant et propose diverses activités répondant toutes à des objectifs particuliers :

1. *Travail bibliographique* : savoir resituer son sujet dans le contexte d'étude correspondant.
2. *Assimilation de méthodes, d'approches, de techniques* : savoir manipuler des données, utiliser et/ou développer un modèle, mener des expériences, mettre en place une approche ou une méthode afin d'obtenir des résultats nécessaires à l'analyse d'un problème, à la résolution d'une question scientifique ou industrielle.
3. *Rédaction d'un rapport* : savoir rédiger une synthèse de ses travaux dans un format imposé, en faisant preuve de clarté et d'esprit de synthèse, avec un choix judicieux d'illustrations (figures, tableaux...).
4. *Soutenance orale* : savoir présenter de façon synthétique ses travaux et défendre ses résultats devant une assistance au cours d'une série de questions/réponses.
5. *Effort de pédagogie* : savoir expliciter son propos devant une assistance dont tous les membres ne sont pas spécialistes du domaine présenté.

Le jury doit pouvoir **évaluer les compétences acquises** par l'étudiant dans ces diverses activités, afin de vérifier que tous les objectifs de la formation ont été atteints. Cette évaluation est basée sur le rapport de stage, la soutenance orale et l'appréciation de l'encadrant de stage.

"Quelle réponse apporter à quelle problématique et avec quelle approche?" Ce questionnement peut servir de fil rouge à l'étudiant qui devra démontrer son esprit critique vis-à-vis des résultats obtenus et de la méthode de travail choisie, et faire preuve de qualités pédagogiques pour bien faire comprendre ses travaux. Il pourra, si possible, montrer les apports des différents cours qu'il a suivis pendant toute la durée du master. Par ailleurs, le jury doit pouvoir bien cerner **le travail effectif et personnel de l'étudiant** que ce dernier devra mettre en évidence en particulier dans son rapport écrit.

Rapport de stage :

- 25 à 30 pages maximum dont le contenu indicatif est le suivant : 1 résumé, 1 table des matières, 1 liste des acronymes si le texte en utilise, 1 introduction (posant la problématique, resituant les questions abordées dans leur contexte scientifique ou industriel, et présentant la démarche utilisée/suivie pour aborder cette thématique), 1 description de la méthodologie, 1 présentation des résultats ou des cas d'étude, 1 discussion, 1 conclusion avec des perspectives, 1 conclusion personnelle d'une demi-page (apport du stage), 1 bibliographie.
- Possibilité de mettre des annexes (utiles pour l'équipe d'accueil) qui ne seront pas évaluées et dont la lecture ne doit pas être indispensable à la compréhension du rapport.
- Format impératif des 25 à 30 pages : police de caractères de taille 12, marges de 2,5 cm.

Soutenance de stage :

- Présentation sous forme de diaporama (PowerPoint Windows XP ou Acrobat pdf) d'une durée de 15 minutes, suivie de 5 minutes de questions, en présence de l'encadrant, qui ne peut intervenir.
- Chaque soutenance est suivie de 5 minutes de délibération en présence du responsable de stage dans un premier temps, et en son absence dans un second temps.