

Toulouse, le 02 Juillet 2021

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

Cher.e.s 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 2021-2022. D'une durée de **6 mois**, ces stages pourront débuter à partir du **15 février 2022**, ou plus tard selon convenance, et devront finir au maximum le **30 septembre 2022**. Les soutenances intermédiaires de stage auront lieu **mi juin 2022** et les soutenances finales **au cours des 2 premières semaines de septembre 2022 (dates précisées ultérieurement)**.

La date de retour des propositions de stage - via les Directeurs d'Unité - est fixée au **mercredi 29 septembre 2021**. Vous aurez la possibilité de présenter vos laboratoires et sujets de stage proposés au sein de vos équipes au cours d'une séance devant les étudiants et élèves le **mardi 5 octobre 2021** à l'ENM (créneaux d'environ 15-20 minutes). Si votre unité de recherches est concernée par un prochain changement de direction et si vous le souhaitez, vous pourrez associer la future direction à tout ou partie de la démarche.

Les propositions de stage auront été validées au préalable par la Commission Pédagogique du master. Nous diffuserons en parallèle l'offre complète sur le site web du master à partir du **mercredi 6 octobre 2021**. La Commission Pédagogique du Master 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 moitié du mois de décembre 2021, 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 .pdf et avec la nomenclature ci-après :

**M2SOAC-2022-proposition-stage-LABORATOIRE-ENCADRANT.pdf**

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

Véronique PONT

*Responsable UPS  
du M2 SOAC-DC*

Ludovic BOUILLOUD

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

Dominique SERÇA

*Responsable UPS du master  
SOAC et du M2 SOAC-EE*

## M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques, Météo-France

Titre du stage : Caractérisation des populations nuageuses au cours de la transition de la convection peu profonde vers la convection profonde

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

Catherine Rio, CR, CNRS, 05 61 07 94 75, [catherine.rio@meteo.fr](mailto:catherine.rio@meteo.fr)

Fleur Couvreur, IPEF, Météo-France, 05 61 07 96 33, [fleur.couvreur@meteo.fr](mailto:fleur.couvreur@meteo.fr)

Sujet du stage :

La représentation des processus en jeu lors de la transition entre la phase peu profonde de la convection atmosphérique associée à des nuages bas de type cumulus et la phase profonde de la convection associée aux orages précipitant reste un défi pour les modèles de prévision atmosphérique et de climat. Lors de cette transition, les cumulus grossissent et humidifient progressivement la moyenne troposphère (Chaboureau et al., 2004), favorisant l'apparition de nuages de plus en plus étendus verticalement comme les congestus puis le déclenchement de cellules convectives orageuses. Ce pré-conditionnement de la convection profonde par la convection peu profonde joue un rôle à différentes échelles, que ce soit pour l'occurrence de précipitations convectives en fin d'après-midi sur continent (Guichard et al., 2004), le passage de la phase inhibée à la phase active de la convection dans le mode de variabilité intra-saisonnière de l'oscillation de Madden-Julian (Del Genio et al., 2012) ou l'impact des cumulus d'alizés sur la largeur et l'intensité de l'ITCZ (Neggers et al., 2007).

Dans les modèles de circulation générale atmosphérique, les processus convectifs et nuageux en jeu dans la transition sont d'une échelle inférieure à celle de la maille et leurs effets sur les champs résolus par le modèle doivent être pris en compte via un ensemble d'équations décrivant leur comportement appelées paramétrisations physiques. Ces paramétrisations résument notre compréhension des processus en jeu à l'échelle des objets convectifs. Par exemple, l'identification de deux populations nuageuses distinctes dans la phase de convection peu profonde d'un cas d'étude de cycle diurne de convection continentale au Sahel issu de la campagne AMMA a permis le développement d'un nouveau critère d'activation d'un schéma de convection profonde (Rochetin et al., 2014).

L'objectif de ce stage est de caractériser les différentes populations de nuages impliquées dans la transition, et d'évaluer leur rôle dans le déclenchement de la convection profonde.

Pour cela, une simulation haute résolution résolvant explicitement les circulations dans la convection peu profonde et profonde de type LES (Large-Eddy Simulation) sera réalisée à une résolution de 100m sur un domaine de l'ordre de 50kmx50km avec le modèle MESO-NH (Lac et al., 2018). On se basera sur la simulation idéalisée proposée par Kuang & Bretherton (2006) basée sur un cas typique de convection peu profonde océanique issu de la campagne BOMEX dans laquelle les flux de surface sont progressivement augmentés afin de simuler une transition lente de convection peu profonde vers profonde s'effectuant sur plusieurs jours sur océan. Un algorithme de détection d'objets (Brient et al., 2019) sera appliqué dans la simulation LES afin d'identifier les différentes populations nuageuses présentes, leurs caractéristiques et leur contribution aux flux de chaleur et d'humidité dans l'atmosphère, en lien avec les taux de mélange entre les différents types nuageux et leur environnement. Une attention particulière sera portée à la définition de la phase congestus et à son rôle dans la transition. A partir des résultats obtenus, plusieurs pistes pourront être suivies :

- Explorer la sensibilité des populations nuageuses rencontrées à l'environnement, en effectuant des tests de sensibilité à l'état initial, aux forçages ou aux flux de surface, ainsi qu'aux hypothèses du schéma de microphysique.
- Contraster les mécanismes de la transition sur océan et sur continent en appliquant la même analyse à la simulation LES existante du cas continental AMMA, dans lequel la transition beaucoup plus rapide s'opère en quelques heures.
- Evaluer la façon dont le modèle MESO-NH simule la transition à une résolution horizontale de 2.5km, quand la convection peu profonde est paramétrisée.

Dans tous les cas on s'attachera à réfléchir aux implications des résultats obtenus pour la paramétrisation de la convection peu profonde et profonde dans les modèles.

## Bibliography :

Brient, F., Couvreux, F., Villefranque, N., Rio, C., & Honnert, R. (2019). Object-oriented identification of coherent structures in large eddy simulations: Importance of downdrafts in stratocumulus. *Geophysical Research Letters*, 46(5), 2854-2864.

Chaboureau, J. P., Guichard, F., Redelsperger, J. L., & Lafore, J. P. (2004). The role of stability and moisture in the diurnal cycle of convection over land. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society: A journal of the atmospheric sciences, applied meteorology and physical oceanography*, 130(604), 3105-3117.

Del Genio, A. D., Chen, Y., Kim, D., & Yao, M. S. (2012). The MJO transition from shallow to deep convection in CloudSat/CALIPSO data and GISS GCM simulations. *Journal of Climate*, 25(11), 3755-3770.

Guichard, F., Petch, J. C., Redelsperger, J. L., Bechtold, P., Chaboureau, J. P., Cheinet, S., ... & Tomasini, M. (2004). Modelling the diurnal cycle of deep precipitating convection over land with cloud-resolving models and single-column models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society: A journal of the atmospheric sciences, applied meteorology and physical oceanography*, 130(604), 3139-3172.

Kuang, Z., & Bretherton, C. S. (2006). A mass-flux scheme view of a high-resolution simulation of a transition from shallow to deep cumulus convection. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 63(7), 1895-1909.

Lac, C., Chaboureau, J. P., Masson, V., Pinty, J. P., Tulet, P., Escobar, J., ... & Wautelet, P. (2018). Overview of the Meso-NH 20 model version 5.4 and its applications, Geoscientific Model Development Discussions.

Neggers, R. A., Neelin, J. D., & Stevens, B. (2007). Impact mechanisms of shallow cumulus convection on tropical climate dynamics. *Journal of Climate*, 20(11), 2623-2642.

Rochetin, N., Couvreux, F., Grandpeix, J. Y., & Rio, C. (2014). Deep convection triggering by boundary layer thermals. Part I: LES analysis and stochastic triggering formulation. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 71(2), 496-514.

## GUIDE DU STAGE DE FIN D'ETUDE (2021-2022)

**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.