

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM UMR 3589, Météo-France/CNRS) [Groupe GMAP, Equipe PROC]

Titre du stage : Représentation de la convection profonde dans ARPEGE sur les Tropiques

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Meryl Wimmer (Chercheure Météo-France)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : 05 61 07 82 73
meryl.wimmer@meteo.fr

Sujet du stage :

La prévision numérique du temps repose sur deux grandes familles de modèles : les modèles à aire limitée, à forte résolution sur un petit domaine géographique, et les modèles globaux qui simulent l'atmosphère sur la Terre entière. Cette vaste zone couverte par les modèles globaux demande un coût de calcul élevé, et contraint en retour une plus faible résolution horizontale. À titre d'exemple, le modèle global du Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT, modèle IFS) fonctionne à une résolution horizontale de l'ordre de 9 km tandis que les modèles à aire limitée, comme AROME à Météo-France, ont plutôt des résolutions kilométriques (1,3 km).

Avec de telles résolutions, les processus de convection profonde et donc de formation des orages, se développent alors à des échelles spatiales plus fines que la maille du modèle. Ils ne peuvent donc pas être résolus explicitement par le modèle. Afin de représenter leur effet sur les grandes échelles, on utilise alors des schémas dit « paramétrisation physique », qui modélisent l'effet moyen de la convection profonde dans chaque maille.

À Météo-France, le modèle global opérationnel ARPEGE d'une résolution horizontale variant entre 5 et 25km, utilise depuis 2022 le schéma de convection profonde de Tiedtke-Bechtold (Tiedtke, 1989 ; Bechtold et al., 2008, 2014 ; Becker et al. 2021), commun avec IFS. L'utilisation du schéma de Tiedtke-Bechtold a grandement amélioré les prévisions ARPEGE, tout particulièrement dans les Tropiques. Cependant, des structures convectives peu réalistes ont été identifiées dans la bande tropicale à la fois dans ARPEGE et dans IFS, suggérant alors un défaut commun de ce schéma. Plusieurs pistes d'amélioration sont actuellement étudiées, à Météo-France comme au CEPMMT, pour mieux représenter le déclenchement de la convection et son organisation.

L'objectif du stage est d'étudier et d'évaluer l'impact dans ARPEGE, des pistes d'amélioration du schéma de convection profonde de Tiedtke-Bechtold, portant en particulier sur :

- l'introduction d'une variable pronostique représentant l'état d'organisation de la convection,
- la prise en compte du profil vertical d'humidité dans l'entraînement aux bords des nuages et,
- la prise en compte de la convergence d'humidité dans la fermeture du schéma.

Dans un premier temps, il s'agira de se focaliser sur des cas précis de convection profonde dont la structure est mal représentée dans les prévisions ARPEGE. On étudiera alors les processus physiques mis en jeu dans la formation de ces structures en nous basant sur l'outil Diagnostics par Domaines Horizontaux (DDH).

Dans un second temps, on étudiera l'impact des différentes modifications sur les structures convectives. En particulier, on évaluera en comparant à des observations satellitaires.

Références :

Bechtold, P., Köhler, M., Jung, T., Doblas-Reyes, F., Leutbecher, M., Rodwell, M.J., Vitart, F. and Balsamo, G. (2008), Advances in simulating atmospheric variability with the ECMWF model: From synoptic to decadal time-scales. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 134: 1337-1351.
<https://doi.org/10.1002/qj.289>

Bechtold, P., N. Semane, P. Lopez, J. Chaboureaud, A. Beljaars, and N. Bormann, 2014: Representing Equilibrium and Nonequilibrium Convection in Large-Scale Models. *J. Atmos. Sci.*, **71**, 734–753, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-13-0163.1>.

Becker, T., Bechtold, P. & Sandu, I.(2021) Characteristics of convective precipitation over tropical Africa in storm-resolving global simulations. *Q J R Meteorol Soc*, 147(741, 4388–4407. Available from: <https://doi.org/10.1002/qj.4185>

Tiedtke, M., 1989: A Comprehensive Mass Flux Scheme for Cumulus Parameterization in Large-Scale Models. *Mon. Wea. Rev.*, **117**, 1779–1800, [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1989\)117<1779:ACMFSF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1989)117<1779:ACMFSF>2.0.CO;2).