

SOUTENANCE DE THESE CNRM-GAME

N° 2015_02

*vendredi 19 juin 2015 à 10h***MODÉLISATION DE LA TURBULENCE DANS LES NUAGES
CONVECTIFS PROFONDS AUX RÉOLUTIONS KILOMÉTRIQUE
ET HECTOMÉTRIQUE****par Antoine VERRELLE
(GMME)****en salle de conférences Joël Noilhan****Résumé :**

Les modèles atmosphériques à aire limitée fournissent actuellement des prévisions à l'échelle kilométrique, et d'ici quelques années à l'échelle hectométrique. A ces échelles, les mouvements convectifs et les processus turbulents interagissent fortement, les premiers étant considérés comme résolus explicitement et les seconds étant situés dans la zone grise de la turbulence. Cette thèse a pour objectifs de documenter la sensibilité à la résolution horizontale de la modélisation kilométrique et hectométrique de la convection profonde, d'évaluer, puis d'améliorer la paramétrisation de la turbulence sous-maille au sein des nuages convectifs.

Dans une première partie, une étude de sensibilité à la résolution horizontale des modèles non-hydrostatiques AROME et Méso-NH a été réalisée sur un cas idéalisé de convection profonde.

Toutes les simulations présentent le même scénario avec une cellule initiale qui se divise en une supercellule et un système multicellulaire. Les expériences avec la résolution de 4 km nécessiteraient un schéma de convection profonde pour représenter une partie des mouvements convectifs. Les différences entre les expériences avec les résolutions de 1 km et 2 km sont plus importantes qu'entre les résolutions 1 km et 500 m, soulignant le fait que la résolution 1 km apparaît nécessaire pour commencer à bien prévoir les structures convectives. Les effets diffusifs sont plus marqués avec le modèle AROME, des structures de plus fine échelle étant visibles avec le modèle Méso-NH pour une même résolution.

Le ratio entre les énergies cinétiques turbulentes résolue et totale diminue avec l'augmentation de résolution horizontale, ce qui n'est pas satisfaisant. Ainsi, l'insuffisance de mélange turbulent au sein des nuages convectifs, induit des vitesses verticales trop fortes dans les ascendances, défaut accentué aux résolutions les plus lâches. Les différences entre versions 1D et 3D du schéma de turbulence, évaluées avec le modèle Méso-NH, deviennent perceptibles à 2 km de résolution, révélant la nécessité de prendre en compte les flux turbulents horizontaux à l'échelle kilométrique pour les systèmes convectifs.

Dans une seconde partie, on caractérise plus précisément les défauts du schéma de turbulence actuel de Méso-NH dans les nuages convectifs profonds. Pour cela, une simulation LES de nuage convectif avec une résolution de 50 m est réalisée, puis les champs sont moyennés aux résolutions hectométrique et kilométrique afin d'obtenir des flux turbulents de référence. La production thermique pilote l'augmentation de l'énergie cinétique turbulente sous-maille à faible résolution. A l'inverse, la production dynamique de référence est plus importante à haute résolution, rendant la turbulence tridimensionnelle. Les flux turbulents verticaux de température potentielle liquide et d'eau totale non précipitante présentent des structures à contre-gradient, révélatrices de turbulence non locale.

L'évaluation diagnostique de la paramétrisation actuelle, à partir des champs de référence, montre que la production thermique de turbulence est largement sous-estimée au sein des nuages. La structure en contre-gradient des flux turbulents n'est pas non plus reproduite, la formulation locale en K-gradient n'étant pas adaptée. Des paramétrisations alternatives de ces flux verticaux sont alors testées. La formulation basée sur TTE (énergie turbulente totale) ne permet pas une amélioration significative. La formulation basée sur des gradients horizontaux, à partir de Moeng et al. (2010,2014), offre une meilleure représentation de la production thermique de turbulence dans le nuage, grâce à une bonne représentation des zones à contre-gradient. L'évaluation « on-line » à 1 km confirme l'amélioration, avec une diminution significative des vitesses verticales dans les nuages convectifs, et une augmentation de la turbulence sous-maille.

Composition du jury :

Directeur de thèse : Didier Ricard (CNRM) - Co-directrice de thèse : Christine Lac (CNRM) - Rapporteur : Jean-Luc Redelsperger (LPO) et Joan Cuxart Rodamilans (Universitat de les Illes Balears) - Examineur : Jean-Yves Grandpeix (LMD) et Sylvain Coquillat (LA) – Invité : Patrick Mascart.

Pour tout renseignement, contacter Y. Poirier (05 61 07 96 55) ou J.L. Sportouch (05 61 07 93 63)

Centre National de Recherches Météorologiques
42, Avenue G. Coriolis - 31057 Toulouse Cedex