

**Mardi  
22  
mai  
2007  
à 14 H**

## **Soutenance de thèse CNRM Salle de conférence du CNRM**

**"Modélisation LES des précipitations dans les nuages de couche limite et paramétrisation pour les modèles de circulation générale"**

**par Olivier GEOFFROY GMEI/MNPCA**

Résumé :

Les nuages de couche limite contribuent de façon significative au bilan radiatif planétaire en induisant un forçage négatif. Les émissions anthropogéniques d'aérosol modifient leurs propriétés optiques (effet du premier ordre) ainsi que l'efficacité des précipitations donc potentiellement l'extension horizontale des nuages, leur épaisseur et leur durée de vie (effet du deuxième ordre). Les observations ne permettent pas aujourd'hui de détecter l'effet indirect du deuxième ordre parce que nous ne savons pas mesurer les paramètres d'état de l'atmosphère avec une précision suffisante pour prévoir ce que devraient être les propriétés morphologiques et la durée de vie des systèmes nuageux. Les modèles à haute résolution et paramétrisations détaillées de la physique, en revanche, permettent de simuler divers types de nuages et d'étudier l'impact d'un changement des propriétés physico-chimiques de l'aérosol. Les résultats les plus récents sont cependant contradictoires. L'effet indirect des aérosols constitue une des plus grandes sources d'incertitude dans l'étude de l'évolution du bilan radiatif planétaire. L'amélioration de la représentation des nuages dans les GCM est donc une étape importante pour réduire les incertitudes sur la prévision du changement climatique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail de thèse en se focalisant sur un des processus clé : la formation des précipitations. Les paramétrisations utilisées actuellement dans les GCM sont déduites de paramétrisations initialement conçues pour des modèles à haute résolution, où la circulation intra-nuageuse et les champs microphysiques associés sont explicitement décrits. A la résolution d'un GCM, chaque maille n'est que partiellement nuageuse et les champs microphysiques sont lissés. Les paramétrisations doivent donc être ajustées à ces échelles, en modifiant empiriquement les paramètres, quitte à en perdre le sens physique. Dans notre travail, nous utilisons la simulation LES pour étudier l'impact des non-linéarités des processus microphysiques sur les taux de conversion moyens de la pluie à l'échelle d'un GCM pour aboutir à une paramétrisation adaptée à la résolution d'un GCM.

La première étape a consisté à développer un schéma microphysique pour les nuages peu précipitants de couche limite et à l'implémenter dans Méso-NH. Ce schéma est inspiré du schéma microphysique *bulk* à 2 moments de Khairoutdinov et Kogan (2000).

Dans les schémas *bulk* à 2 moments, deux variables sont pronostiquées pour chaque catégorie d'hydrométéore (nuage et pluie): la concentration (moment d'ordre 0 de la distribution) et le rapport de mélange (moment d'ordre 3 de la distribution). Pour résoudre certains processus, d'autres moments de la distribution sont nécessaires. Dans la deuxième étape, les données de la campagne ACE-2 ont été utilisées pour valider les lois de distribution analytiques représentant le spectre de gouttelettes et qui permettent de calculer n'importe quel moment à partir de la concentration et du rapport de

**Pour tout renseignement, prière de contacter A. Beuraud (05.61.07.93.63)**

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

mélange. Une loi gamma généralisée de paramètre  $\alpha = 3$  et  $\nu = 2$  est retenue pour calculer le processus de sédimentation de l'eau nuageuse et le transfert radiatif dans notre schéma.

La troisième partie est consacrée à la validation du modèle. Trois cas ont été simulés. Le premier est un cas fortement précipitant de la campagne DYCOMS-II, déjà utilisé pour le 9<sup>e</sup> exercice de comparaison du GCSS BLWG (Ackerman et al., 2005). Les deux autres sont deux cas peu précipitants observés au cours de la campagne ACE-2. Les résultats montrent que le modèle représente dans l'ensemble correctement les grandeurs microphysiques nuageuses et précipitantes. Ces simulations ont également été effectuées à l'aide du schéma C2R2 de Méso-NH, schéma développé pour les nuages chauds fortement précipitants. Ce schéma montre des biais plus importants en surestimant le diamètre des gouttes et en sous-estimant leur concentration.

Dans la dernière partie nous abordons le problème de la paramétrisation du processus dans les modèles de circulation générale, en nous inspirant de travaux expérimentaux qui ont montré que le taux de précipitation à la base d'un nuage et moyenné à grande échelle peut s'exprimer comme une fonction puissance du contenu en eau intégré et de la concentration des gouttelettes (Pawlowska et Brenguier, 2003; Comstock et al., 2004; et van Zanten et al., 2005). Plusieurs simulations de nuages ont été réalisées, qui sont caractérisés par des contenus en eau intégrés et des concentrations de gouttelettes variés. Leur analyse statistique permet de déduire une loi du même type. Parmi les lois empiriques, celle qui s'approche le mieux de la simulation numérique est celle qui a été tirée de l'expérience DYCOMS-II, qui est aussi l'expérience qui bénéficiait des moyens de mesure les plus précis pour le taux de précipitation.

Directeur de thèse : Jean-Louis Brenguier

Jury de thèse :

Serge Chauzy (LA, président du jury)

Hanna Pawlowska (Institute of Geophysics, University of Warsaw, rapporteur)

Jean-Yves Grandpeix (LMD, rapporteur)

Anthony Illingworth (Dept of Meteorology, University of Reading, rapporteur)

Klaus Beheng (Institute für Meteorologie und Klimaforschung, University Karlsruhe)

Jean-Pierre Pinty (LA)

Bjorn Stevens (Dept of Atmospheric Science, UCLA)

Jean-Louis Brenguier (CNRM, directeur de thèse)

Un pot amical suivra la soutenance.

**Pour tout renseignement, prière de contacter A. Beuraud (05.61.07.93.63)**

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