

# Soutenance de thèse de Maximilien Bolot

**Maximilien Bolot**

Approche théorique de la distribution des isotopologues stables de l'eau dans l'atmosphère tropicale, de l'échelle convective aux grandes échelles  
Le 10-10-2013 à 14h30

## Membres du jury:

M. Raymond Pierrehumbert (University of Chicago, rapporteur) M. Jean-Pierre Chaboureau (LA, rapporteur) M. Jean Jouzel (LSCE, examinateur) Mme Elisabeth Moyer (University of Chicago, examinatrice) M. Jun-Ichi Yano (Météo-France, examinateur) Mme Laurence Picon (LMD, examinatrice) Mme Camille Risi (LMD, examinatrice) M. Bernard Legras (LMD, directeur de thèse)

## Résumé :

La composition isotopique de l'eau est un traceur de plus en plus utilisé en sciences atmosphériques. En effet, de nombreux processus peuvent être explorés en exploitant la manière dont ils concentrent le deutérium ou l'oxygène 18 dans les eaux naturelles. L'objectif de cette thèse est d'étudier dans quelle mesure les informations isotopiques constituent un nouvel angle d'approche pour l'étude de la convection atmosphérique. On s'est donc attaché dans ce travail à établir les grands principes de la distribution des isotopologues stables de l'eau ( $H_2O$ , HDO et  $H_2^{18}O$ ) en atmosphère convective, et à explorer le potentiel des mesures isotopiques pour l'étude de la convection profonde. On a tout d'abord revisité le traitement des effets isotopiques de l'eau dans les updrafts convectifs, en insistant sur les effets hors équilibre induits par la sursaturation et la présence d'une zone mixte où coexistent glace et eau surfondue. On a montré que ces effets pouvaient mener à des variations très significatives de l'excès en deutérium de la vapeur en altitude. On a aussi montré comment des mesures combinées des rapports isotopiques à la base du nuage et en altitude sur une gamme restreinte de niveaux de déentraînement permettraient d'estimer la sursaturation et le contenu en eau surfondue à l'intérieur du nuage. On s'est ensuite intéressé à la distribution des rapports isotopiques à l'intérieur des cristaux de glace en fonction de leur historique de croissance et de nucléation. En s'appuyant sur les mesures de la campagne TC4, on a montré comment les processus de croissance diffusive et d'agrégation pouvaient être caractérisés à partir de leur signature respective sur la distribution isotopique des cristaux. Ces résultats suggèrent que la signature isotopique du processus de sublimation dépend fortement des mécanismes de génération, d'évolution et d'évaporation de la glace convective. On s'est pour finir intéressé à l'apport des isotopologues de l'eau à l'étude des interactions entre convection humide et circulations de grande échelle en prenant comme exemple la circulation de Hadley et Walker dans les tropiques. Plus précisément, on a cherché à établir dans quelle mesure la physique des nuages convectifs dans les zones de convergence, d'une part, et la physique de la circulation de grande échelle, d'autre part, contrôlent les rapports isotopiques et leurs variations dans la troposphère tropicale. On conclut en particulier sur la possibilité d'utiliser les isotopologues de l'eau pour obtenir des informations sur l'entraînement convectif et le recyclage de l'humidité dans les zones convectivement actives des tropiques. Ces informations ne peuvent pas être obtenues à partir du budget d'énergie statique humide à grande échelle.

---

**Contact :** [bolot@lmd.ens.fr](mailto:bolot@lmd.ens.fr)

