

Soutenance de thèse CNRM

Salle de conférence du CNRM

« Représentation des processus de transport et de lessivage pour la modélisation de la composition chimique de l'atmosphère à l'échelle planétaire »

de Béatrice Josse

La composition chimique de l'atmosphère est au cœur de nombreuses problématiques environnementales, depuis la pollution urbaine jusqu'au changement climatique. Pour appréhender le Système Terre dans toute sa complexité et prévoir son évolution future à brève comme à longue échéance, les modèles numériques de chimie atmosphérique sont indispensables. Ils doivent représenter au mieux l'ensemble des phénomènes auxquels les constituants chimiques, gaz et particules, sont soumis. Le but de cette thèse était de contribuer au développement du modèle de Chimie-Transport MOCAGE de Météo-France, en s'intéressant à la paramétrisation des processus de transport ainsi que du lessivage par les hydrométéores.

Dans un premier temps, deux schémas de convection [Tiedtke, 1989] et [Bechtold et al., 2001] ainsi qu'un schéma de diffusion turbulente [Louis, 1979] ont été implantés dans MOCAGE, afin de rendre compte du transport vertical aux échelles sous-mailles. Nous avons utilisé une méthode "off-line" de recalcul des flux convectifs et turbulents à partir des variables thermodynamiques de grande échelle fournies par le modèle météorologique forceur ARPEGE. L'évaluation de ces paramétrisations est menée grâce à des simulations des concentrations atmosphériques de Radon (^{222}Rn). Ce gaz terrigène est un excellent traceur de l'activité météorologique troposphérique puisque son seul puits atmosphérique est une désintégration radioactive avec demie-vie de 3.8 jours. Plusieurs simulations annuelles confirment l'importance de la représentation de ces processus d'échanges verticaux ; nous constatons une bonne reproduction par le modèle des concentrations de Radon, notamment pour la détection d'événements exceptionnels, avec chacun des deux schémas de convection testés.

La seconde étape de ce travail a consisté à représenter les effets des hydrométéores sur les composés chimiques. Le lessivage dans et sous les nuages convectifs et stratiformes est décrit à l'aide des schémas de [Mari, 2000], [Giorgi et Chameides, 1986] et [Liu, 2001]. Le Plomb (^{210}Pb), premier descendant stable du ^{222}Rn , est lui aussi chimiquement inerte, mais très soluble et permet d'évaluer l'effet de ces processus de déposition humide. Des simulations de concentrations de ce traceur pour les années 2001 et 2002 permettent ainsi d'évaluer les performances du modèle complet, incluant le module de lessivage. Cette évaluation se base sur une comparaison à des climatologies, ainsi qu'à des observations effectuées en surface en 2001 et 2002, dans des zones choisies pour leurs spécificités. Cette dernière partie du travail s'achève avec une analyse des performances du modèle sur la verticale grâce aux mesures de Plomb aéroportées de la campagne TRACE-P, qui s'est déroulée au large de l'Asie en 2001. Cette campagne offre des mesures particulièrement sélectives et exigeantes pour l'évaluation de simulations numériques. On constate un accord tout à fait satisfaisant entre concentrations observées et simulées. Ce résultat indique que, grâce au forçage météorologique (analyses ARPEGE) et aux paramétrisations introduites au cours de cette thèse, le modèle MOCAGE permet des simulations très réalistes de cas observés. Ceci ouvre de nombreuses perspectives, aussi bien pour la "prévision du temps chimique" à l'échelle planétaire que pour la préparation du grand programme d'analyse multidisciplinaire de la mousson Africaine AMMA.

Pour tout renseignement, prière de contacter N. Raynal (05.61.07.93.63)

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