Chapitre 1

Le ”modèle du thermique”

Formulation en TKE Problèmes numériques Exemple Martien Formulations non locales Matrices de transiliance

Je me suis intéressé ces deux dernières années à la ”paramétrisation” du transport dans la couche limite convective. Le transport turbulent dans la couche limite planétaire est essentiel notamment pour toutes les espèces traces ayant des sources et puits en surface (vapeur d'eau, CO_2, espèces souffrées, aérosols). Les développements récents dans les modèles de climat se sont beaucoup concentrés sur la représentation de la convection humide profonde, utilisant notamment des schémas dits ”flux de masse” dans lesquels on explicite des flux ascendants, souvent intenses et concentrés, et des flux compensatoires dans la colonne convective ou dans l'environnement.

Comparativement, les paramétrisations utilisées pour la couche limite restent souvent rudimentaires. Elles sont la plupart du temps basées sur des adaptations de formulations locales. On entend par là que le flux vertical turbulent d'une quantité q ne dépend que des caractéristiques locales de l'écoulement (en pratique ce flux est généralement calculé comme le produit du gradient vertical local de q par un coefficient de mélange turbulent K ne dépendant lui-même que des conditions météorologiques locales). On sait depuis longtemps que cette vision visqueuse de la turbulence est incapable de rendre compte d'un certain nombre de phénomènes atmosphériques et notamment du transport de chaleur en remontant le gradient (du froid vers le chaud) très souvent observé dans la couche limite convective. Depuis longtemps, cette difficulté est contournée dans les modèles de circulation générale en utilisant un ”contre-gradient” (**?**) : au lieu d'utiliser directement le gradient vertical de la température potentielle θ dans le calcul du flux, on soustrait à ce gradient une valeur qui permet d'avoir un flux de chaleur vers le haut, même dans une atmosphère légèrement stable.

Des développements récents (**???**) fournissent une base physique à l'introduction de ce contre-gradient, montrant qu'il est directement lié à l'existence de structures méso-échelles dans la couche limite convective. Cette interprétation permet d'introduire cette composante non-locale non seulement pour la température, mais également pour la vapeur d'eau et les espèces traces en général.

? avait souligné l'importance des aspects non locaux du transport vertical dans la couche limite et proposé un formalisme général basé sur des matrices d'échanges (matrices de ”transilience”) pour traiter ce problème. **?** ont proposé une forme particulière de matrice de transilience reconnaissant