

# Programme Gestion et Impacts du Changement climatiques GICC

APR 2000

## Résumé du rapport final

### 5/00 - Quantification des émissions des gaz à effet de serre autres que CO<sub>2</sub> et de leurs précurseurs par modélisation

**Coordinateur : Claire Granier IPSL**

Au cours des dernières années, les modèles numériques utilisés pour simuler la composition de l'atmosphère et son évolution sous l'impact des activités humaines ont été améliorés au fur et à mesure de la progression de notre compréhension des phénomènes bio-géo-physico-chimiques régissant les distributions et de leurs paramétrisations. Parallèlement, le nombre et la qualité des mesures de la composition de la basse atmosphère ont considérablement augmenté, à la fois à partir de mesures in-situ et d'observations par télédétection.

La qualité des mesures de la composition de l'air ainsi que celle des modèles de chimie et transport atmosphériques ont stimulé la mise en œuvre de techniques inverses visant à utiliser les observations pour estimer les paramètres les plus incertains des modèles, et en particulier les émissions de gaz en trace et de particules à la surface du globe. Suivant l'exemple des développements effectués en météorologie en matière d'assimilation de données et les premières applications à la modélisation inverse du cycle du CO<sub>2</sub> dans la troposphère, nous avons développé des outils pour réduire les incertitudes sur les émissions à la surface de deux composés chimiques importants pour le forage radiatif du climat, le méthane et le monoxyde de carbone. L'approche inverse choisie considère une variable d'état ou inconnue formée par une partition des émissions du gaz. Cette variable d'état est reliée au vecteur contenant les observations par un opérateur linéaire, appelé matrice d'observation. Cette matrice contient les fonctions-réponses aux différents sites d'observations pour chacun des flux de la partition d'émissions choisie. Le problème de la détermination des sources globales d'un traceur à partir d'observations de sa distribution dans l'atmosphère est un problème sous-contraint. Pour pouvoir déterminer une solution unique, la solution du problème inverse est cantonnée dans un voisinage autour d'une estimation *a priori* de la variable d'état. On parle alors d'inversion bayésienne. Des incertitudes ou erreurs sur l'estimation *a priori* et sur les observations sont fixées. L'étendue du voisinage dans lequel la solution se trouve est directement reliée à l'incertitude sur l'estimation des émissions *a priori*. Plus cet *a priori* est incertain et plus les erreurs sur les observations sont faibles, plus l'inversion pourra établir une estimation optimale "éloignée" de l'*a priori* afin de rapprocher les grandeurs simulées des observations.

Dans le cadre de ce travail, nous avons développé des méthodes de modélisation inverse que nous avons appliquées à deux types d'observations. Dans un premier temps, nous avons considéré des observations climatologiques recueillies par un ensemble de stations de surface, et nous avons optimisé les moyennes mensuelles des émissions des composés observés. Ensuite, nous avons étudié les toutes récentes distributions du monoxyde de carbone fournies par l'expérience MOPITT embarquée sur la plateforme spatiale TERRA pour développer une

méthodologie adaptée aux observations par satellite, que nous avons pu valider par un ensemble d'observations indépendantes.

Les travaux que nous présentons dans ce rapport ont été effectués par des équipes appartenant à deux laboratoires de l'Institut Pierre Simon Laplace : Claire Granier et Gabrielle Pétron du Service d'Aéronomie (SA) qui se sont plus particulièrement intéressées au CO et Philippe Ciais et Philippe Bousquet du Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) qui ont travaillé sur la modélisation inverse du méthane. La mise en œuvre des techniques de modélisation inverse, le développement des modèles de chimie-transport atmosphériques et l'accès aux données in situ et aux données satellitaires ont été facilités et rendus possibles grâce à des collaborations avec la Division de Chimie Atmosphérique du National Center for Atmospheric Research (Boulder, USA), l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (Bruxelles, Belgique) et le NOAA/Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory (Boulder, USA).