

Interpolation et extrapolation de mesures satellite sur une grille orthogonale régulière

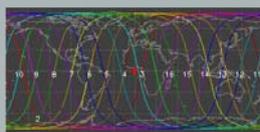
V. Tripault, N. Huret¹, R. Thiéblemont¹, M-A. Drouin¹

¹Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace – CNRS, Université d'Orléans

Introduction

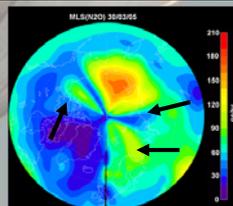
Dans le cadre du projet StraPoEte (étude de la stratosphère polaire en été : dynamique aérosols et contenu en brome) l'étude des mouvements atmosphériques à grande échelle utilise un ensemble de mesures satellite couplées à des modèles globaux de transport. Le modèle MIMOSA (Hauchecorne et al., 2002) est un modèle d'advection de contour de vorticité potentielle. Il permet le suivi des masses d'air lors des échanges entre les régions tropicales et les régions polaires et les processus de mélange. Une version de ce modèle est actuellement en développement au laboratoire afin d'utiliser en initialisation et en forçage les données satellite de tracer (espèce à longue durée de vie permettant le suivi des mouvements atmosphériques) tel que N₂O.
Les données satellitaires ont un échantillonnage en latitude et longitude contraint qui ne correspond pas au maillage régulier du modèle. De plus les données ne sont pas disponibles au delà de 80°N. Il s'agit dans ce travail de développer une méthode robuste afin d'interpoler les données du satellite sur le maillage du modèle MIMOSA. Pour ce faire il s'est agi de trouver une relation reliant la vorticité potentielle au protoxyde d'azote N₂O, afin de pouvoir interpoler/extrapoler les mesures satellite pour reconstituer la distribution globale des rapports de mélange de N₂O sur la grille utilisée par le modèle.

MLS-AURA (Microwave Limb Sounder)



MLS est un instrument satellite permettant de mesurer les émissions naturelles thermiques provenant de l'atmosphère terrestre dans la gamme micro-onde. Il effectue des mesures de profils verticaux de gaz atmosphérique, de température, ainsi que de pression.
Ici nous avons représenté l'évolution de N₂O dans la stratosphère.

Echantillonnage sur la grille du modèle par fonction barycentre



MLS(AURA) orbits/day

Initialement l'interpolation/extrapolation sur la grille du modèle était basée sur une fonction barycentre prenant en compte les 4 points les plus proches de la mesure, pondérés par la distance au point de grille. Cette méthode n'est pas correcte pour reconstituer les champs de données en créant des structures non réalistes. En effet nous observons un point de convergence au pôle nord, ainsi que la présence d'artefacts (lobes).

MIMOSA (Modèle Isentropique de transport Mésoscale de l'Ozone Stratosphérique par Advection)

$$PV = (\xi + f) \left[-g \frac{\partial \theta}{\partial p} \right] \quad 1 \text{ pvu} = 1 \text{ K} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

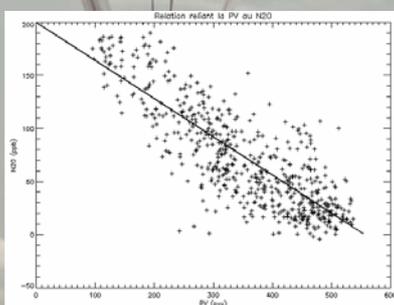
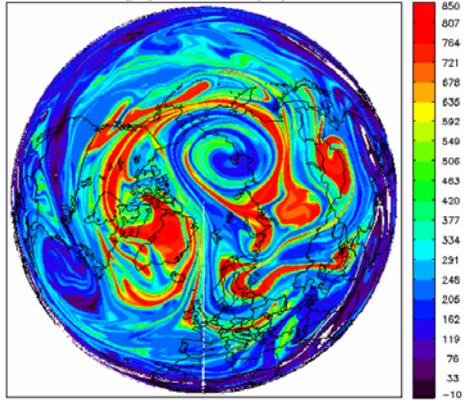
vorticité (rot(v)) Stabilité vertical

- Avec
- ξ vorticité relative
 - f paramètre de Coriolis
 - θ température potentielle (en K)

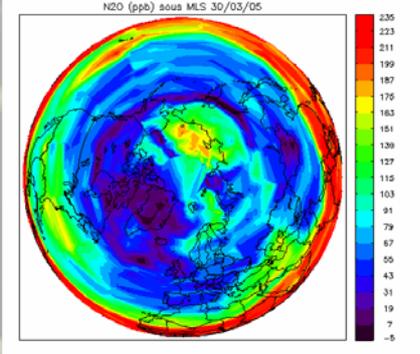
C'est un modèle semi-lagrangien d'advection de contours de la vorticité potentielle (PV) à haute résolution. Il permet de suivre l'évolution de la PV dans la stratosphère, afin de mieux comprendre le déplacement de masses d'air.

La vorticité potentielle est une grandeur physique propre à une masse d'air conservée lors des mouvements adiabatiques; c'est-à-dire en absence d'échange de chaleur avec l'extérieur. Elle est le produit de la vorticité par la stabilité verticale. Dans l'atmosphère cette quantité peut être constante une dizaine de jours.

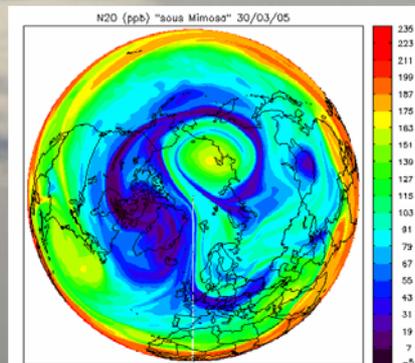
PV (pvu) sous Mimoso 30/03/05



Echantillonnage direct sur la trace du satellite



Echantillonnage sur la grille du modèle par fonction N₂O=f(PV)



Relation entre la PV et le N₂O dans la stratosphère

Le graphique ci-dessus représente la variation du rapport de mélange de N₂O dans la stratosphère en fonction de la vorticité potentielle.
Cette relation a été établie au delà de 60°N afin de pouvoir extrapoler les mesures de N₂O sur le maillage du modèle.
Afin de trouver une loi reliant les deux paramètres, une régression linéaire a été effectuée.
Au final nous trouvons la relation suivante:

$$N_2O(PV) = -0.359543 \cdot PV + 200$$

Comme nous pouvons le remarquer, lorsque nous avons une PV minimum qui correspond aux régions tropicales, alors le rapport de mélange de N₂O est maximum. Les régions polaires sont elles caractérisées par des valeurs fortes de PV et des teneurs faibles de N₂O. En effet N₂O est injectée dans la stratosphère en région tropicale puis transporté vers les pôles par la circulation de Brewer Dobson. Au cours de ce transport les processus de destructions photochimique apparaissent. Ceci confirme bien les observations effectuées lors des campagnes précédentes.
A l'aide de la grille j'ai pu reconstituer sur la grille du modèle le champs de N₂O

Conclusion

Comme nous avons pu le démontrer, il existe bien un lien reliant la vorticité potentielle au rapport de mélange de N₂O présent dans la stratosphère. La méthode choisie pour reconstituer le champ de N₂O du satellite MLS sur la grille MIMOSA semble correct. En effet nous ne remarquons plus d'irrégularités et d'artefacts au-delà de 80°N (zone extrapolée), contrairement à ceux qui avait été effectués précédemment, où l'on observait un « point de convergence » au pôle.
Maintenant nous sommes capable de réaliser des cartes mondiales représentant le champ de N₂O interpolé/extrapolé sur la grille du modèle MIMOSA. Ceci présente un avantage double: vu que l'absence de données a été corrigé, et de plus le tracé effectué, possède une bien meilleure résolution que le tracé original. Ces champs seront utilisés afin d'initialiser le modèle pour suivre l'évolution temporelle des rapports de mélange par les processus de transport à grande échelle et aux mécanismes chimiques.
Ces développements ont été fait à l'aide du logiciel IDL (routines d'interpolation/extrapolation, graphiques).
Ce stage m'a permis d'appréhender les problématiques associées à l'utilisation de données satellite et également les traitements à mettre en œuvre pour leur utilisation par des modèles de simulation (maillage, grille, interpolation extrapolation, discrétisation).