

Modélisation 3D à l'échelle régionale des processus physiques et chimiques de l'atmosphère terrestre

Michel Pirre (LPC2E, Orléans)

**Virginie Marécal (CNRM, Météo France, Toulouse),
Line Jourdain, Gisèle Krysztofiak (LPC2E, Orléans)**

Objectifs généraux

Effectuer des simulations couplant météorologie et processus chimiques pour comprendre le transport et les transformations d'espèces chimiques traces émises ou créées dans l'atmosphère terrestre à l'échelle régionale

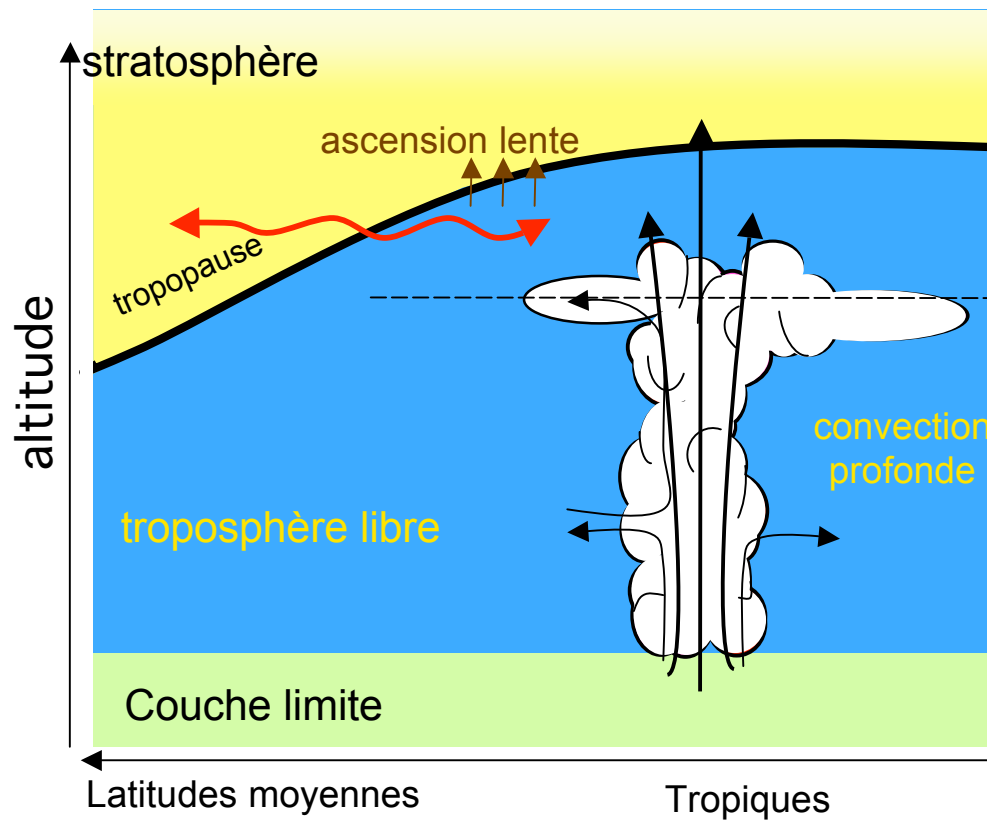
Exemple: épisodes de pollutions à l'ozone dans les grandes villes et les régions environnantes

Objectif principal des études menées au LPC2E et au CNRM

**Transport et transformations des espèces chimiques au cours
d'épisodes de convection tropicale de la basse atmosphère
vers la stratosphère**

Impact sur la couche d'ozone et le climat

Convection tropicale



**Transport vertical rapide
des masses d'air
entraînant la formation de
nuages et des
précipitations d'eau liquide
et de glaces:**

**Situation fréquente dans
les régions inter-tropicales**

Modèle utilisé: Le Chemistry-CATT-BRAMS (1)

- **RAMS**: Modèle météorologique non-hydrostatique à aire limitée développé par l'Université du Colorado.
- **BRAMS (Brazilian RAMS)**: Optimisation de ce modèle pour les régions tropicales, développé par le CPTEC/INPE à Sao José dos Campos au Brésil.
- **CATT-BRAMS (Coupled Aerosol and Tracer Transport BRAMS)**: Introduction du transport des aérosols et des espèces chimiques traces, développé par le CPTEC/INPE

Modèle utilisé:
Le Chemistry-CATT-BRAMS (2)

Chemistry-CATT-BRAMS:

Introduction des réactions des espèces chimiques entre elles, avec l'eau et la glace des nuages et des précipitations.

Développé en collaboration entre le LPC2E, le CPTEC/INPE et le CNRM

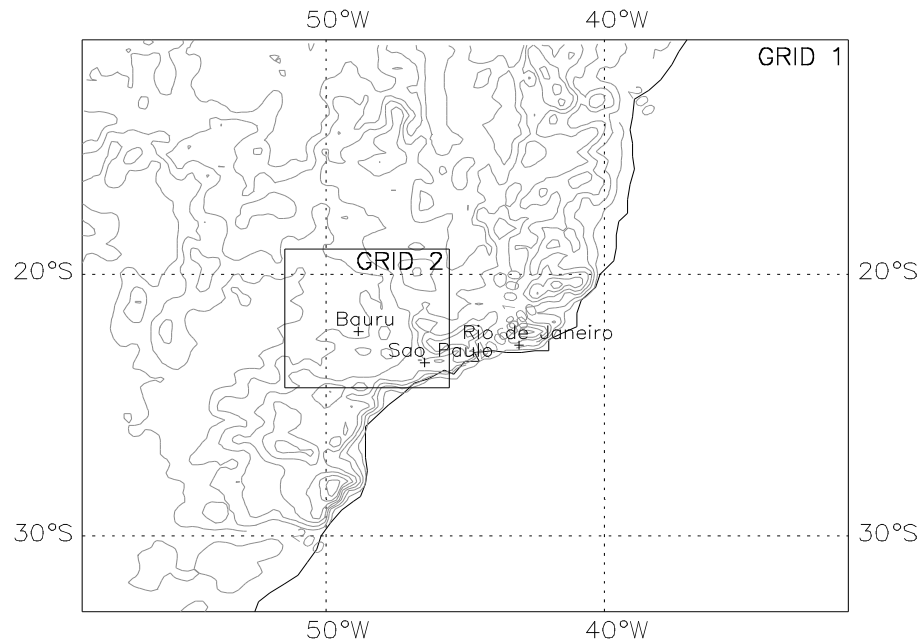
GRILLES ET DOMAINES DU MODELE

Ecrit en Fortran 90.

Parallélisé en MPI

- Le domaine est découpé en sous-domaines rectangulaires. Chaque sous-domaine est exécuté sur un processeur.

- A chaque pas de temps les nœuds échangent l'information avec les limites du sous-domaine. Les bibliothèques de passage des messages sont écrites en langage C. Possibilité de grilles imbriquées de résolution de quelques mètres à quelques 100 km. La grille verticale suit la topographie.



Partie chimique du modèle

Pré-processeur pour préparer le système de réactions en phase gazeuse

**Calcul “on line” de la photodissociation des espèces chimiques.
Prise en compte de la présence des nuages**

Production de NO_x par les éclairs

Dépôt sec au sol des espèces chimiques

**Interaction gaz-eau liquide: transport en phase liquide, lessivage,
hydrolyse, réactions hétérogènes**

Interaction gaz-glace: en développement

Etudes et travaux effectuées à l'aide du Chemistry-CATT-BRAMS (1)

**Etudes des « overshoots », dans le cadre du projet européen
SCOUT-O3 (6^{ème} PCRD)**

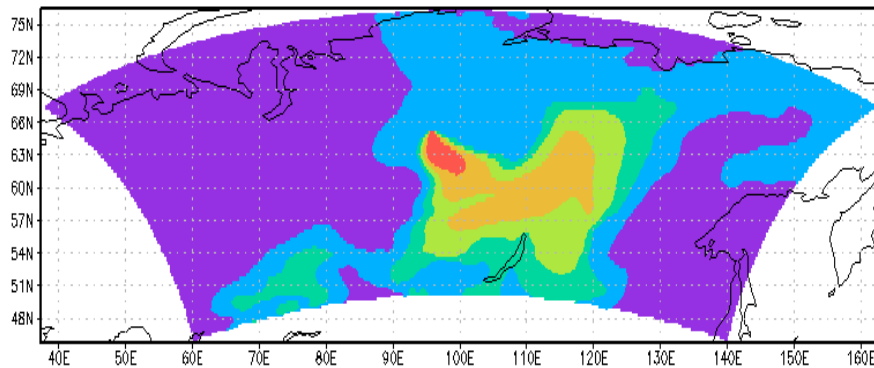
**Etude off-line des interactions gaz-glace des nuages également
dans le cadre de SCOUT-O3**

**Impact des émissions volcaniques de CO, CH₄ et NOX sur la
composition chimique de la basse atmosphère: collaboration
avec l'ISTO (Orléans)**

Emissions de CO et CH₄ en grandes quantité par des volcans

- Les émissions principales des volcans sont CO₂ et la vapeur d'eau. Dans certaines conditions particulières, ils pourraient émettre principalement du CO et du CH₄. Il y a plusieurs millions d'années, ces émissions pourraient avoir participées à l'extinction d'espèces.
- Le mécanismes qui conduisent à ces émissions sont étudiés à l'ISTO, Orléans.
- Notre contribution a été de simuler l'expansion de ces gaz dans l'atmosphère et leur impact sur sa composition chimique.

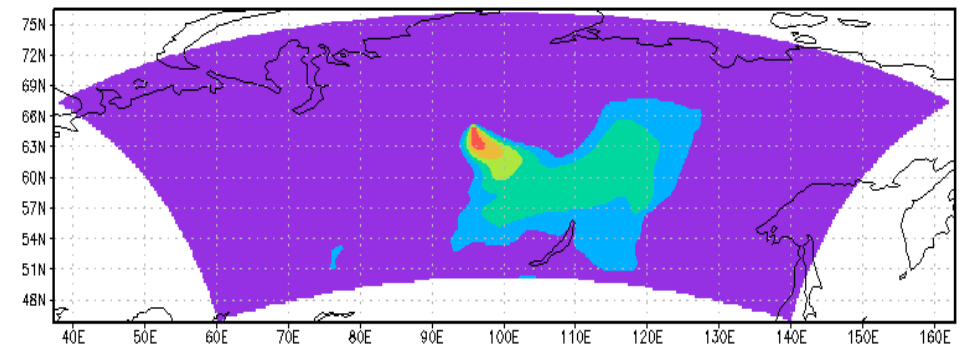
CH₄ et CO (ppbv) dans la couche horizontale 0-100m après 20 jours d'émission d'un volcan au-dessus de la Sibérie



CH₄, dans l'atmosphère actuelle
1750 ppbv.

GrADS: CO2A/IGES

2010-08-27-15:08

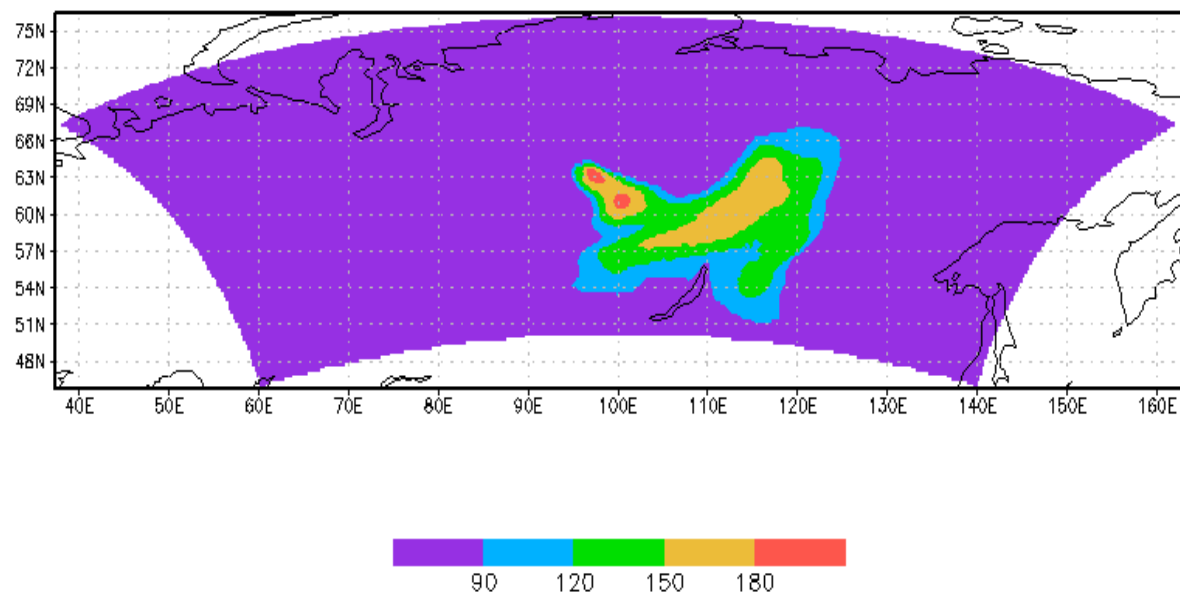


CO dans l'atmosphère actuelle 100
à 1500 ppbv

GrADS: CO2A/IGES

2010-08-27-15:08

Ozone (ppbv) formé par l'émission de CO, CH₄ et NOX par le volcan



O₃ actuellement 3 seuils d'alerte de pollution à l'ozone: 120, 150; 180 ppbv

GrADS: COLA/IGES

2010-09-27-16:27

Journée CASCIMODOT
03/12/2010

Etudes et travaux effectuées à l'aide du Chemistry-CATT-BRAMS (2)

Etude des émissions d'espèces halogénées par les volcans sur la composition chimique de la troposphère libre et sur la couche d'ozone: Programme HEVA de l'INSU (collaboration CNRM, LPC2E, ISTO, LATMOS)

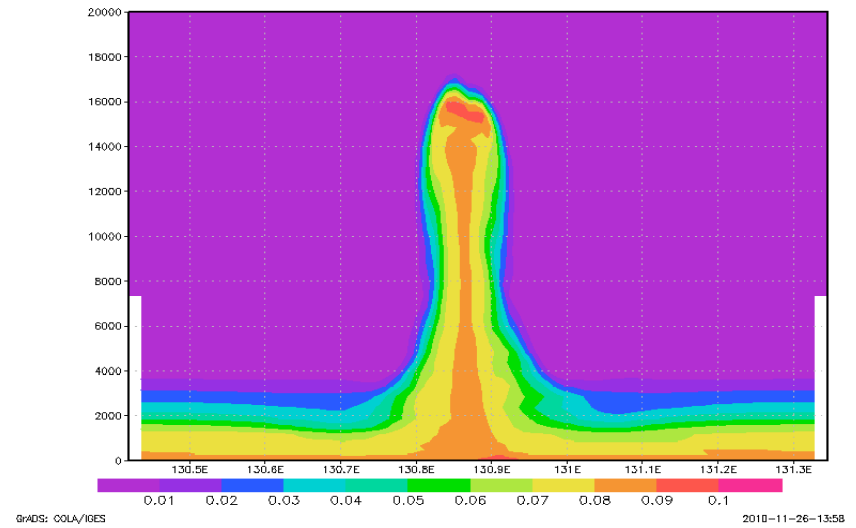
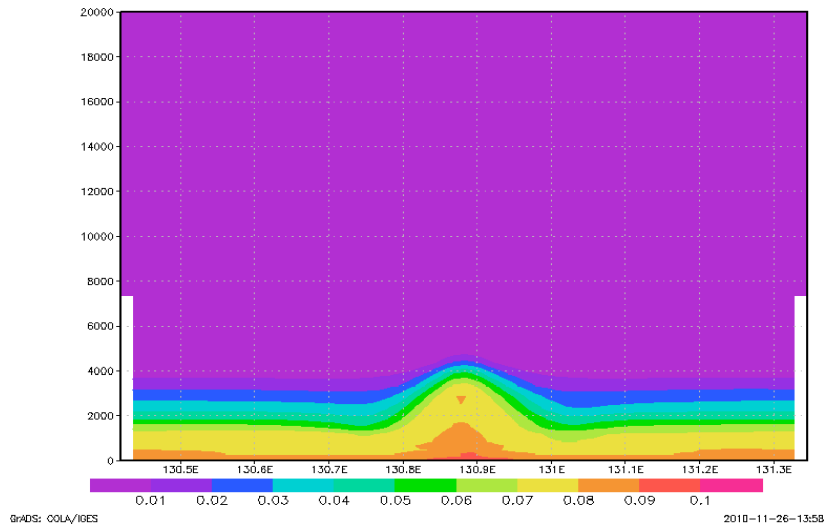
Etude de l'impact de composés organiques halogénés de courte durée de vie (~ mois) émis aux abords des zones côtières océaniques sur la couche d'ozone: Projet européen SHIVA (7^{ème} PCRD)

Impact des VSLS sur la couche d'ozone de la stratosphère

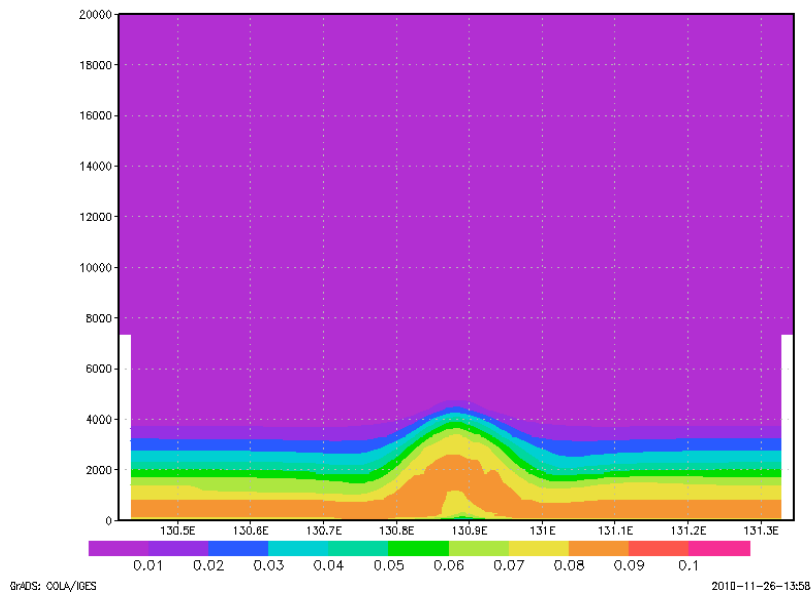
- Le projet SHIVA doit répondre à la question:
 - Est-ce les VSLS de courte durée de vie d'origine naturelle, participent à la destruction de la couche d'ozone en complément des espèces halogénées à plus longue durée de vie (CFC ...) ?
 - Les VSLS se dégradent en partie dans la basse atmosphère. Ces VSLS et leur produits de dégradations atteignent la stratosphère principalement grâce à la convection tropicale.

Notre contribution au projet est de déterminer la proportion des produits de dégradations par rapport à l'espèce source qui atteint la stratosphère

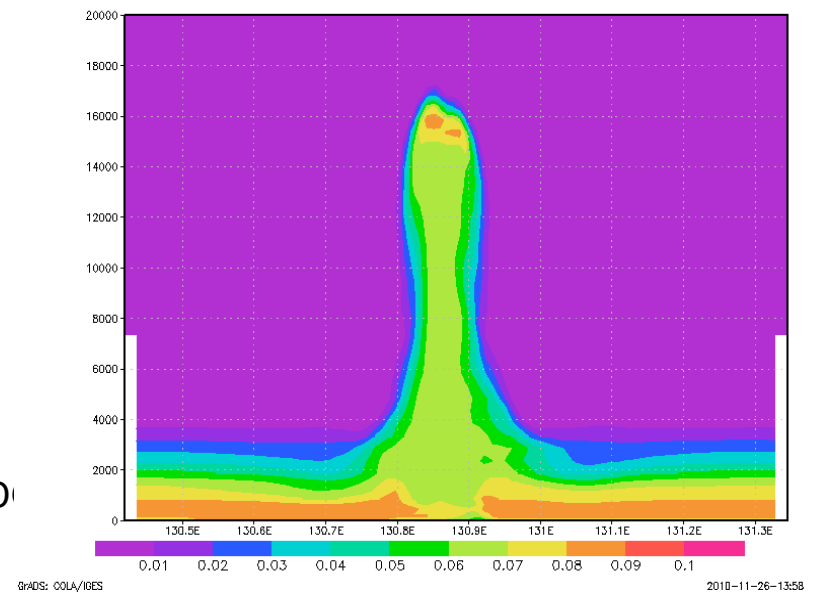
Espèce source CHBr_3 (ppbv) non soluble



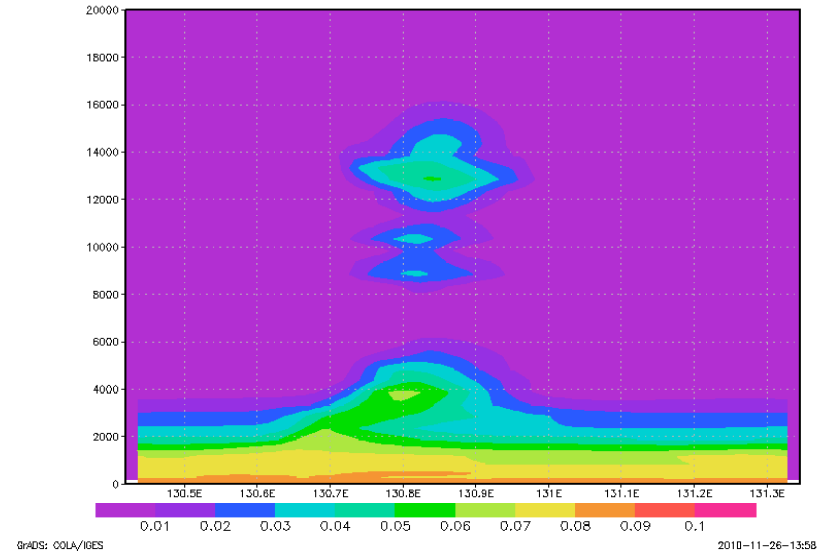
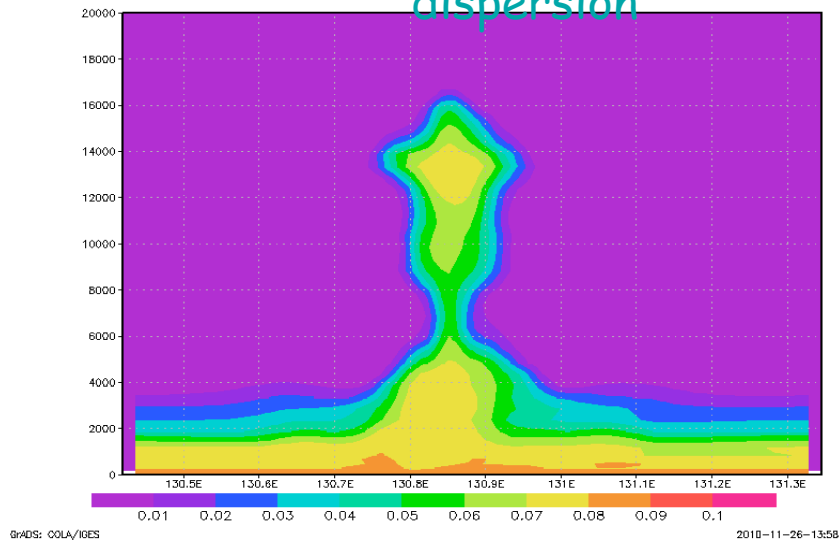
Produits de dégradation (ppbv X 5); certains sont solubles



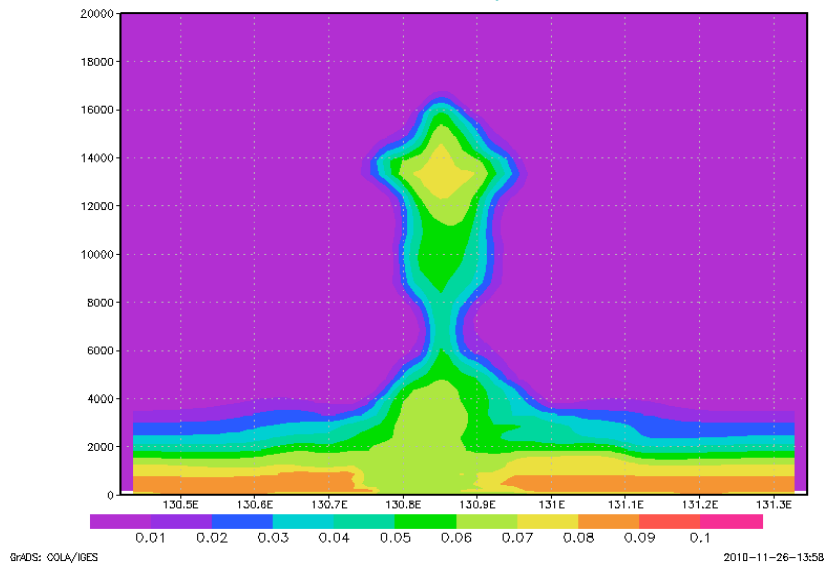
année CASCIMOD
03/12/2010



Espèce source CHBr_3 (ppbv); dégradation et dispersion



Produits de dégradation (ppbv X 5); création et dispersion



rée CASCIMO
03/12/2010

