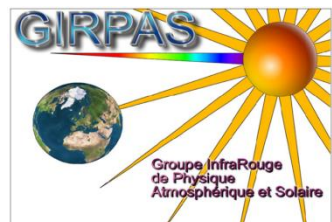


Optimisation de la stratégie d'inversion, des résidus et du contenu en information.

Cas du méthane (CH_4), de l'éthane (C_2H_6) et du méthanol (CH_3OH) sur base de spectres enregistrés à la station du Jungfraujoch (46.5°N , 3580 m a.s.l.).



Introduction

La station

- Instrumentation
- Gaz étudiés
 - Méthane (CH₄)
 - Ethane (C₂H₆)
 - Méthanol (CH₃OH)

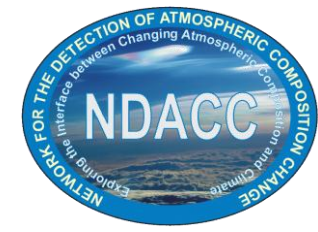
Stratégie d'inversion

- Fenêtres
- Profils a priori
- Pré-fitting
- Spectroscopie

Résultats

- Méthane (CH₄)
- Ethane (C₂H₆)
- Méthanol (CH₃OH)

A venir...



La station du Jungfrau joch 46.5°N, 8°E, 3580 m a.s.l.

- ✗ Alpes Suisses
- ✗ Deux spectromètres infrarouge haute résolution à transformée de Fourier
- ✗ Observations sous ciel clair
- ✗ 1991 : *Network for the Detection of Atmospheric Composition Change* - NDACC
- ✗ Deux détecteurs HgCdTe and InSb pour couvrir une région de 650 à 4500 cm⁻¹
- ✗ Spectres à haute résolution (0.004 and 0.006 cm⁻¹)



Whitney Bader - GIRPAS

Introduction

La station

Instrumentation

- Gaz étudiés
- Méthane (CH_4)
- Ethane (C_2H_6)
- Méthanol (CH_3OH)

Stratégie d'inversion

- Fenêtres
- Profils a priori
- Pré-fitting
- Spectroscopie

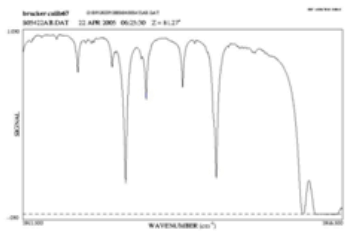
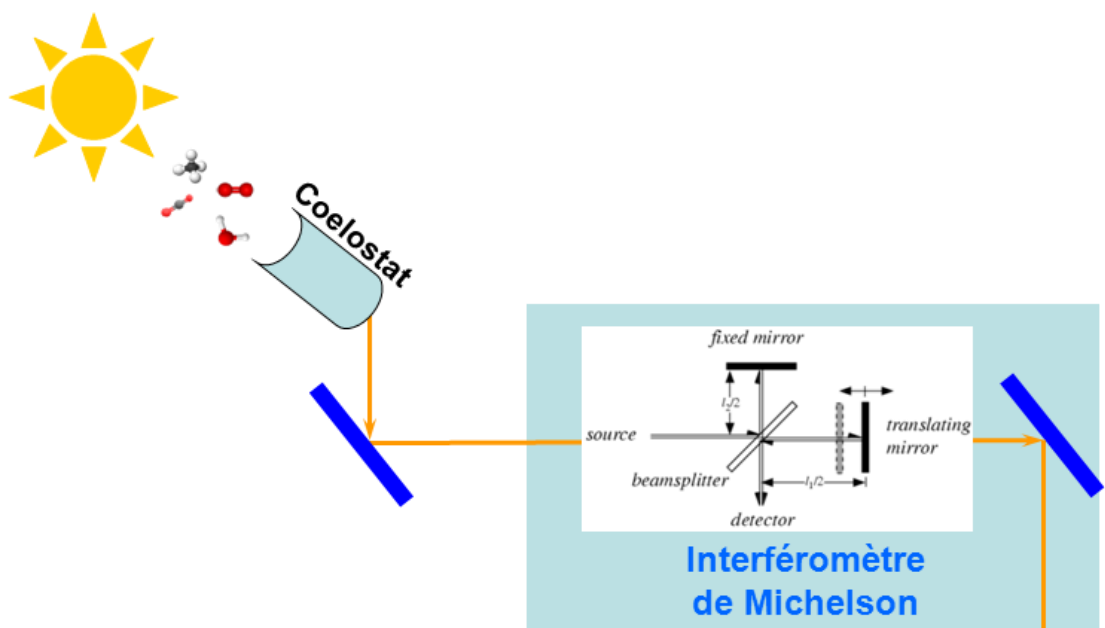
Résultats

- Méthane (CH_4)
- Ethane (C_2H_6)
- Méthanol (CH_3OH)

A venir...

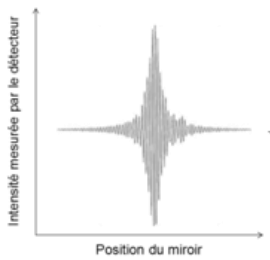
Spectromètre IR à transformée de Fourier

FTS - *Fourier Transform Spectrometer*



Spectre

Transformée de Fourier



Interférogramme

Détecteur



Introduction

La station
Instrumentation

Gaz étudiés

Méthane (CH₄)

Ethane (C₂H₆)

Méthanol (CH₃OH)

Stratégie d'inversion

Fenêtres
Profils a priori
Pré-fitting
Spectroscopie

Résultats

Méthane (CH₄)

Ethane (C₂H₆)

Méthanol (CH₃OH)

A venir...



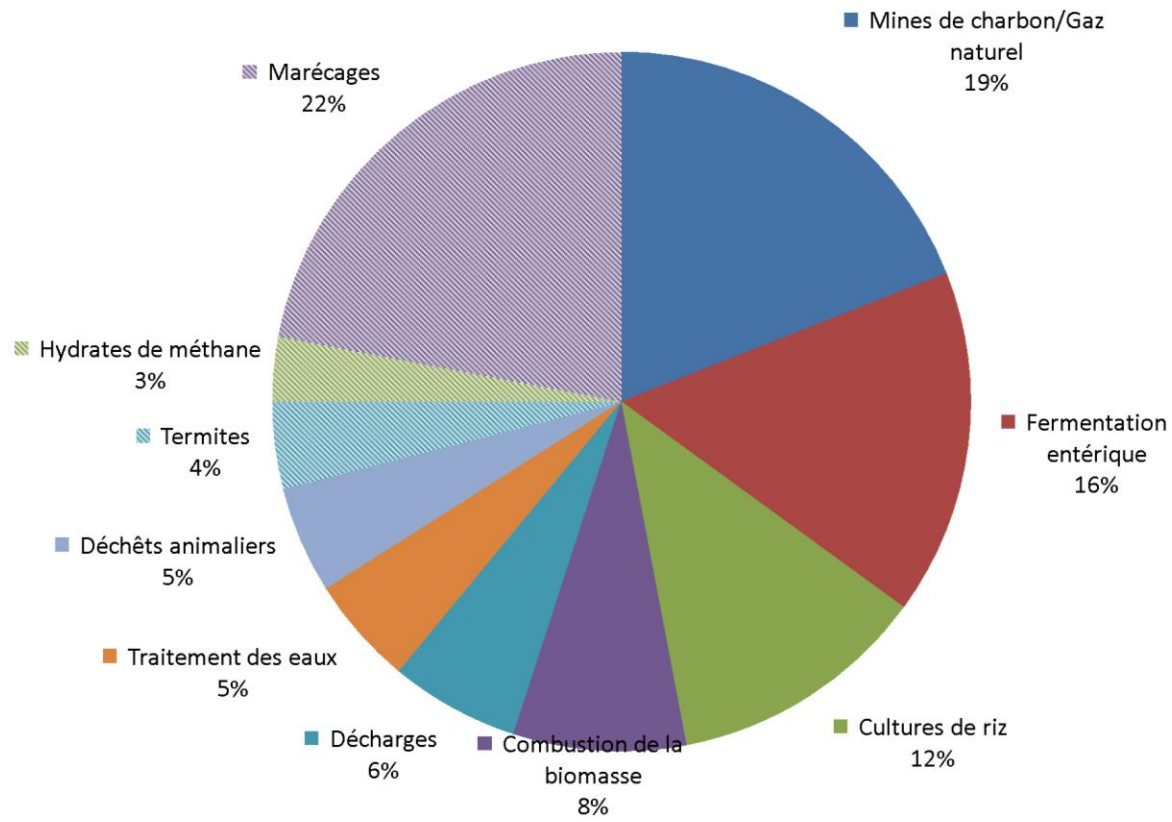
Whitney Bader - GIRPAS



Gaz étudiés - Méthane - CH₄

- ✗ Surfaces hachurées : Sources naturelles
- ✗ Puits principal : Oxydation par le radical hydroxyle (OH)
- ✗ Durée de vie : 12 ans - Potentiel de Réchauffement Global : 25

Sources du méthane (Crutzen, P. et al., 1991)



- ✗ Collaboration avec *Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*
- Harmonisation des stratégies d'inversion

Introduction

La station
Instrumentation

Gaz étudiés

Méthane (CH_4)

Ethane (C_2H_6)

Méthanol (CH_3OH)

Stratégie d'inversion

Fenêtres
Profils a priori
Pré-fitting
Spectroscopie

Résultats

Méthane (CH_4)

Ethane (C_2H_6)

Méthanol (CH_3OH)

A venir...



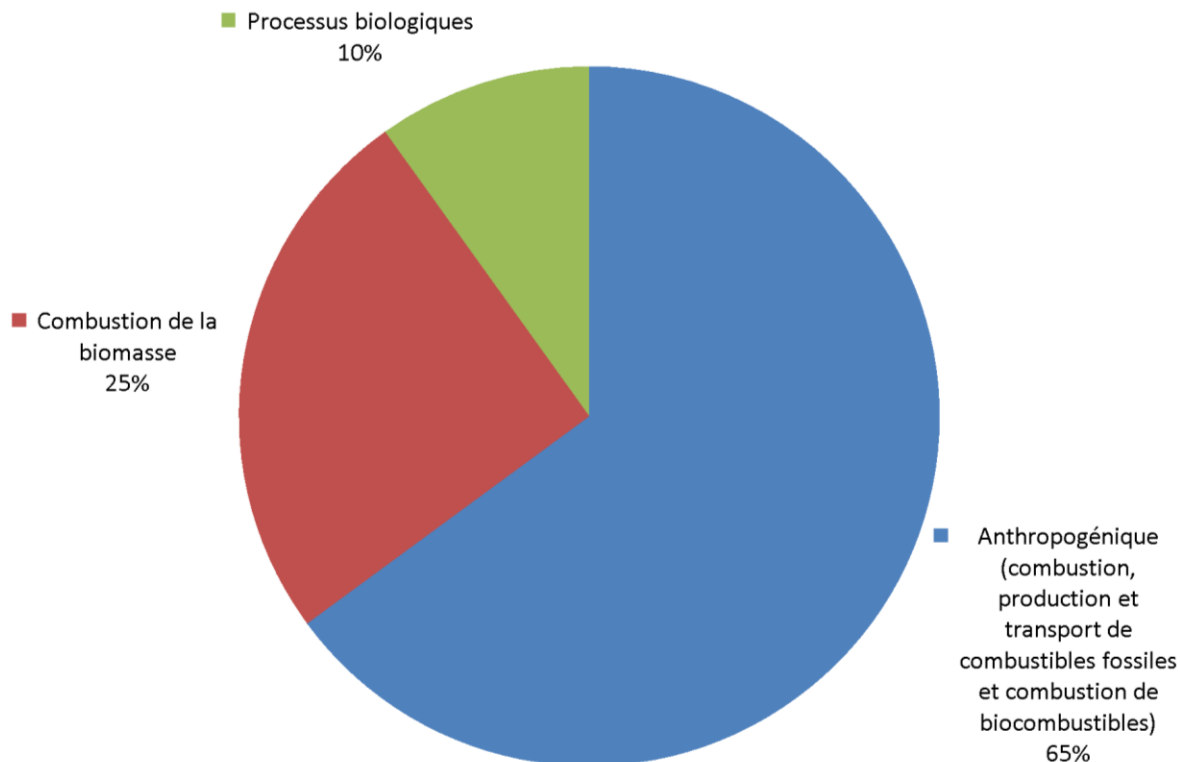
Whitney Bader - GIRPAS



Gaz étudiés - Éthane - C_2H_6

- ✗ Puits principal : Oxydation par le radical hydroxyle (OH)
- ✗ Durée de vie : ~ 2 mois
- ✗ Gaz à effet de serre indirect - PRG : 5.5

Sources de l'éthane (Xiao, *et al.* 2008)



- ✗ Bader *et al.*, 2012 <http://hdl.handle.net/2268/129289>

Introduction

La station
Instrumentation

Gaz étudiés

Méthane (CH_4)

Ethane (C_2H_6)

Méthanol (CH_3OH)

Stratégie d'inversion

Fenêtres
Profils a priori
Pré-fitting
Spectroscopie

Résultats

Méthane (CH_4)

Ethane (C_2H_6)

Méthanol (CH_3OH)

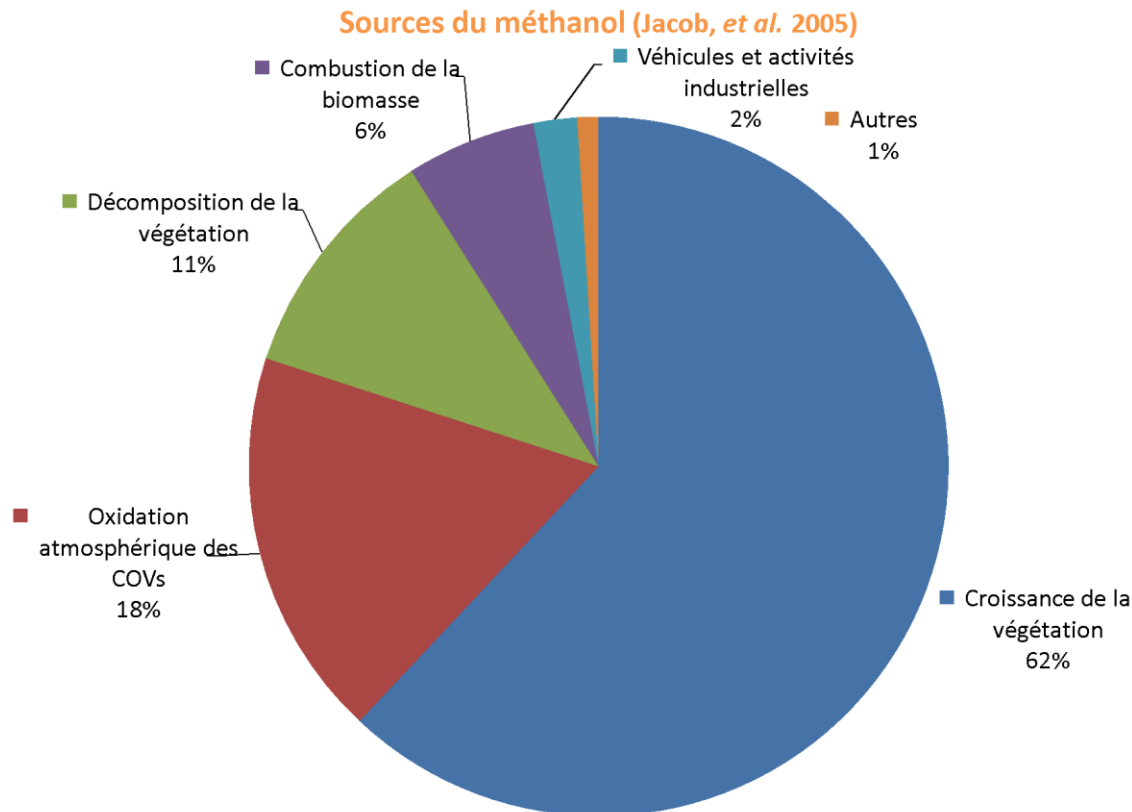
A venir...



Whitney Bader - GIRPAS

Gaz étudiés - Méthanol - CH_3OH

- ✗ Puits principaux : OH Oxydation (63%) et capture foliaire et microbiale (26%)
- ✗ Durée de vie : de 5 à 10 jours

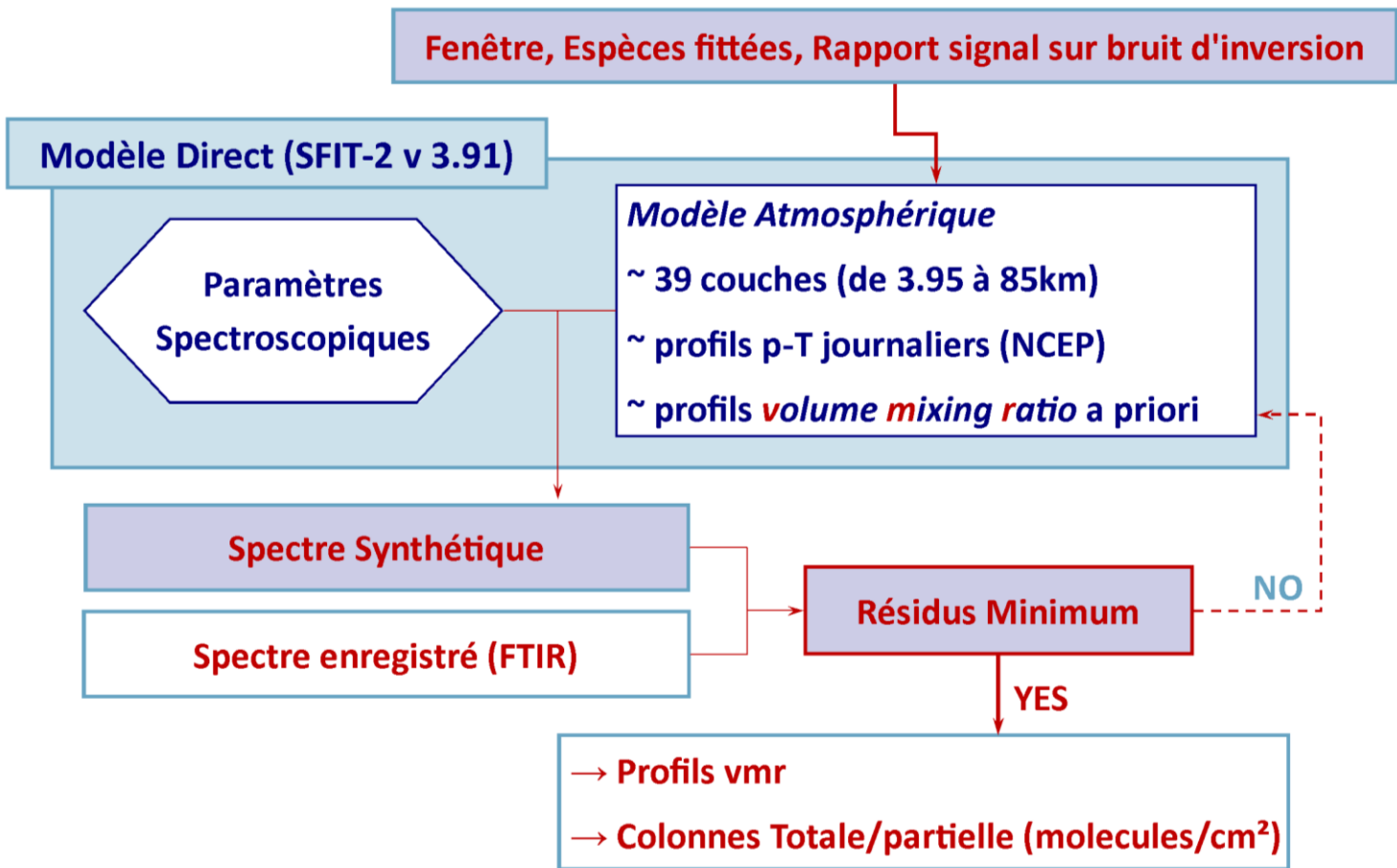


✗ Mahieu et al., 2011 <http://hdl.handle.net/2268/124069>

✗ Bader et al., 2012 <http://hdl.handle.net/2268/145478>

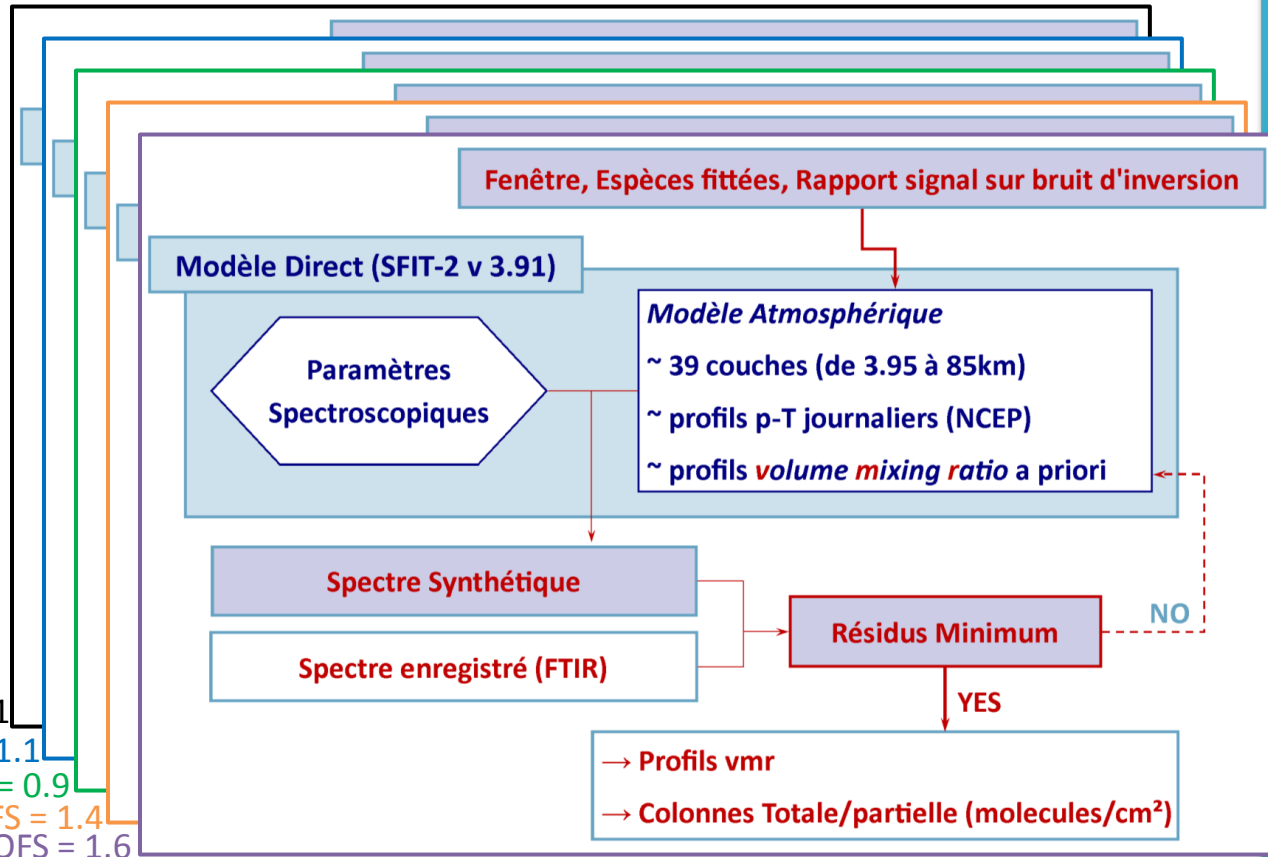
Stratégie d'inversion

✘ Résidus (RMS - *Root Mean Square*) : Différence entre le spectre observé et le spectre calculé par SFIT-2



Stratégie d'inversion

✘ DOFS : *Degrees Of Freedom for Signal* - Caractérise le contenu en information de nos résultats



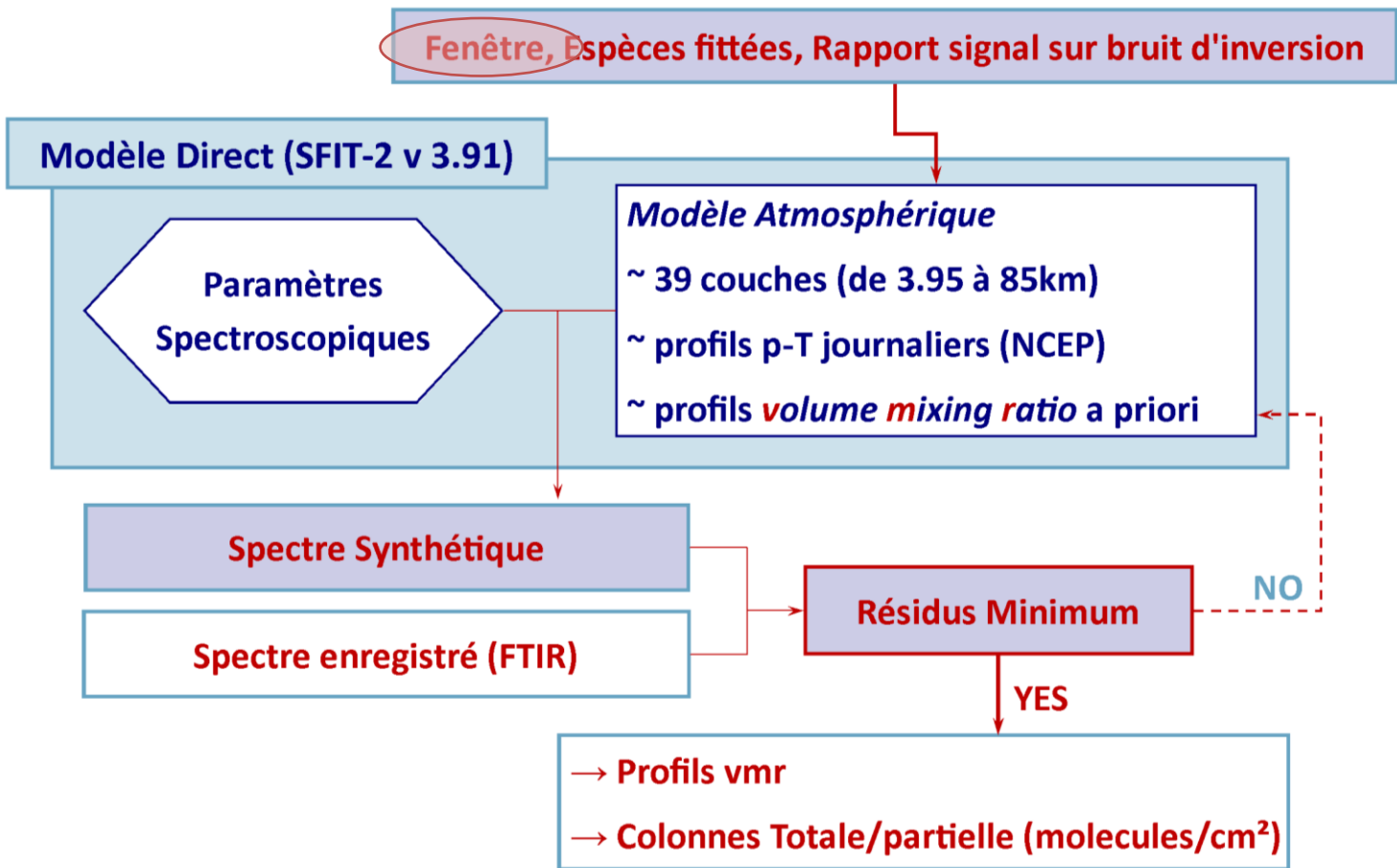
✘ Série de tests

Recherche de la meilleure combinaison de paramètres
 → RMS minimum et DOFS maximum



Stratégie d'inversion - Fenêtres spectroscopiques

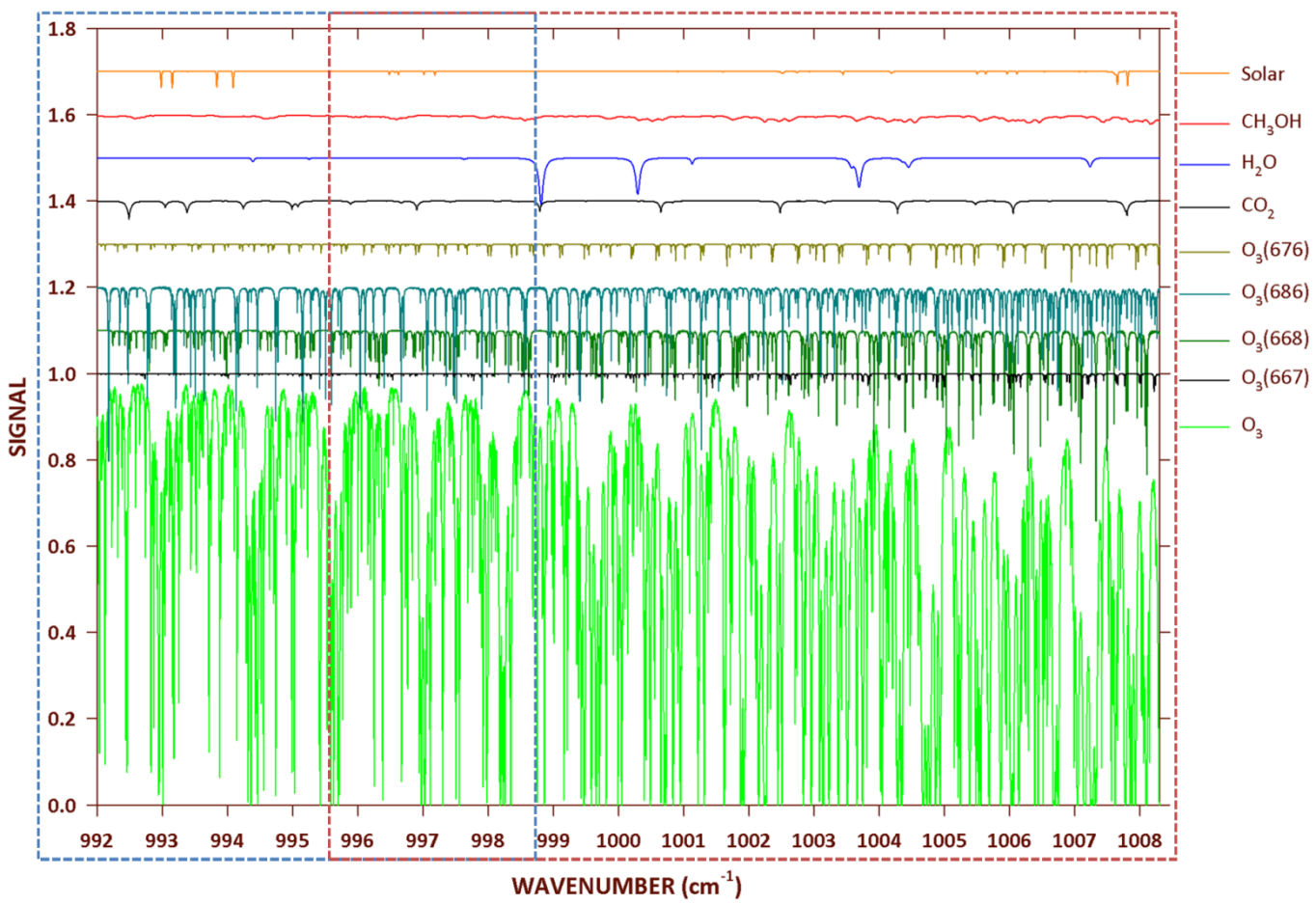
✗ Portion(s) du spectre contenant des absorptions liées au gaz cible





Stratégie d'inversion - Fenêtres spectroscopiques

SIMULATION for Jungfraujoch, 80°, 6.1 mK using HITRAN 2008



Rinsland *et al.*, 2009



992 – 998.7 cm⁻¹

Dufour *et al.*, 2007

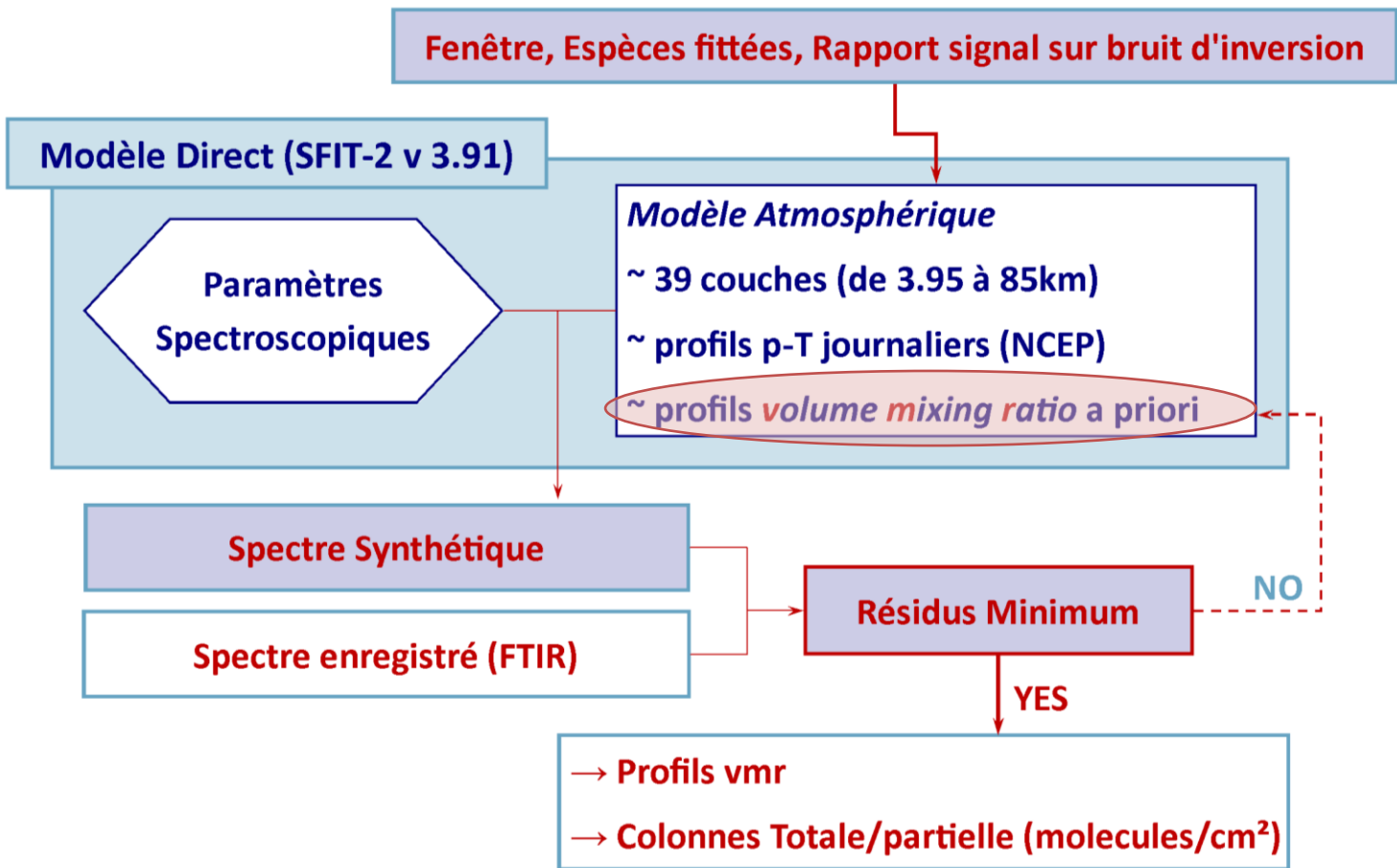


995.5 – 1008.3 cm⁻¹



Stratégie d'inversion - Profils a priori

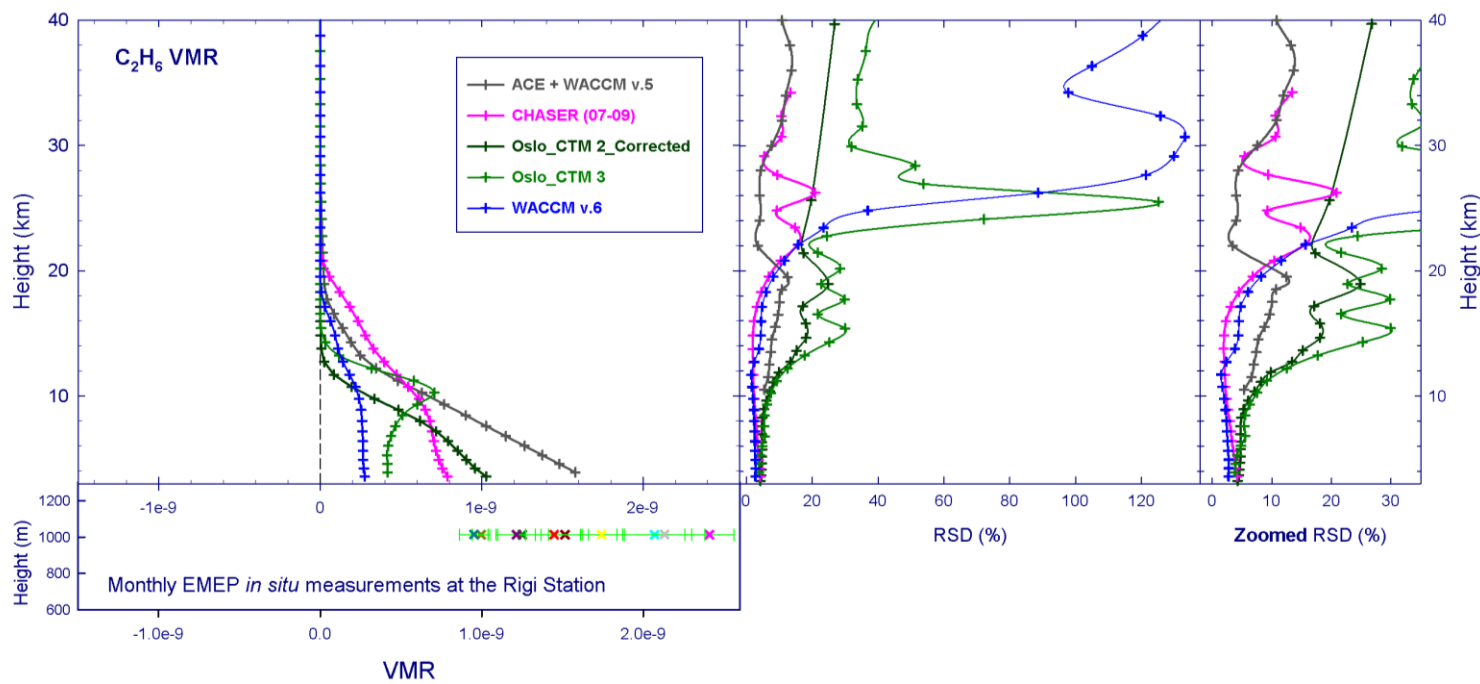
- ✗ Situation moyenne des gaz considérés au dessus du Jungfrauoch
- ✗ RSD - *Relative Standard Deviation*





Stratégie d'inversion - Profils a priori

- ✗ ACE-FTS - Atmospheric Chemistry Experiment Fourier Transform Spectrometer
- ✗ WACCM - Whole Atmosphere Community Climate Model
- ✗ Oslo CTM - Chemical Transport Model
- ✗ CHASER - Chemical AGCM for Study of Atmospheric Environment and Radiative forcing

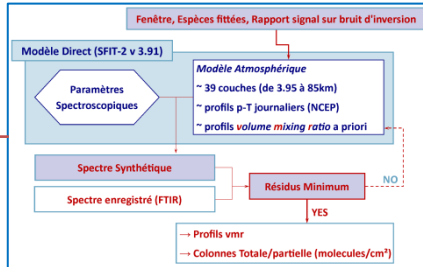


- ✗ Critère supplémentaire : minimum de profils négatifs et d'oscillations
 → CHASER



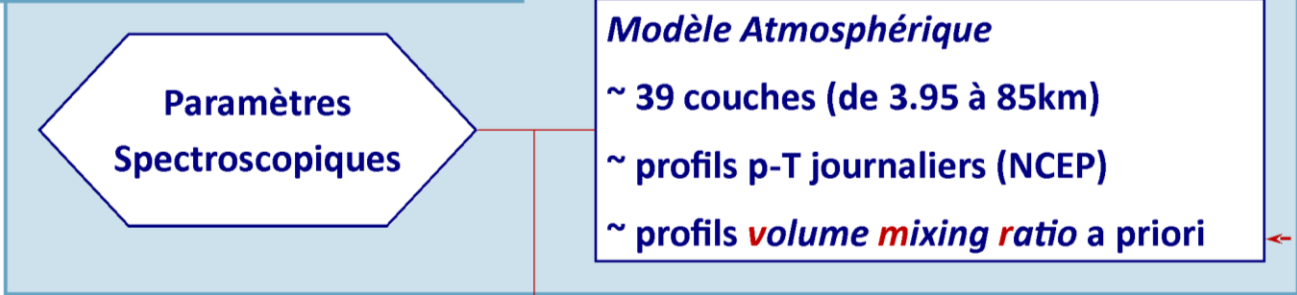
Stratégie d'inversion - Pré-fitting

H₂O - scaling



Fenêtre, Espèces fittées, Rapport signal sur bruit d'inversion

Modèle Direct (SFIT-2 v 3.91)



Spectre Synthétique

Spectre enregistré (FTIR)

Résidu Minimum

NO

YES

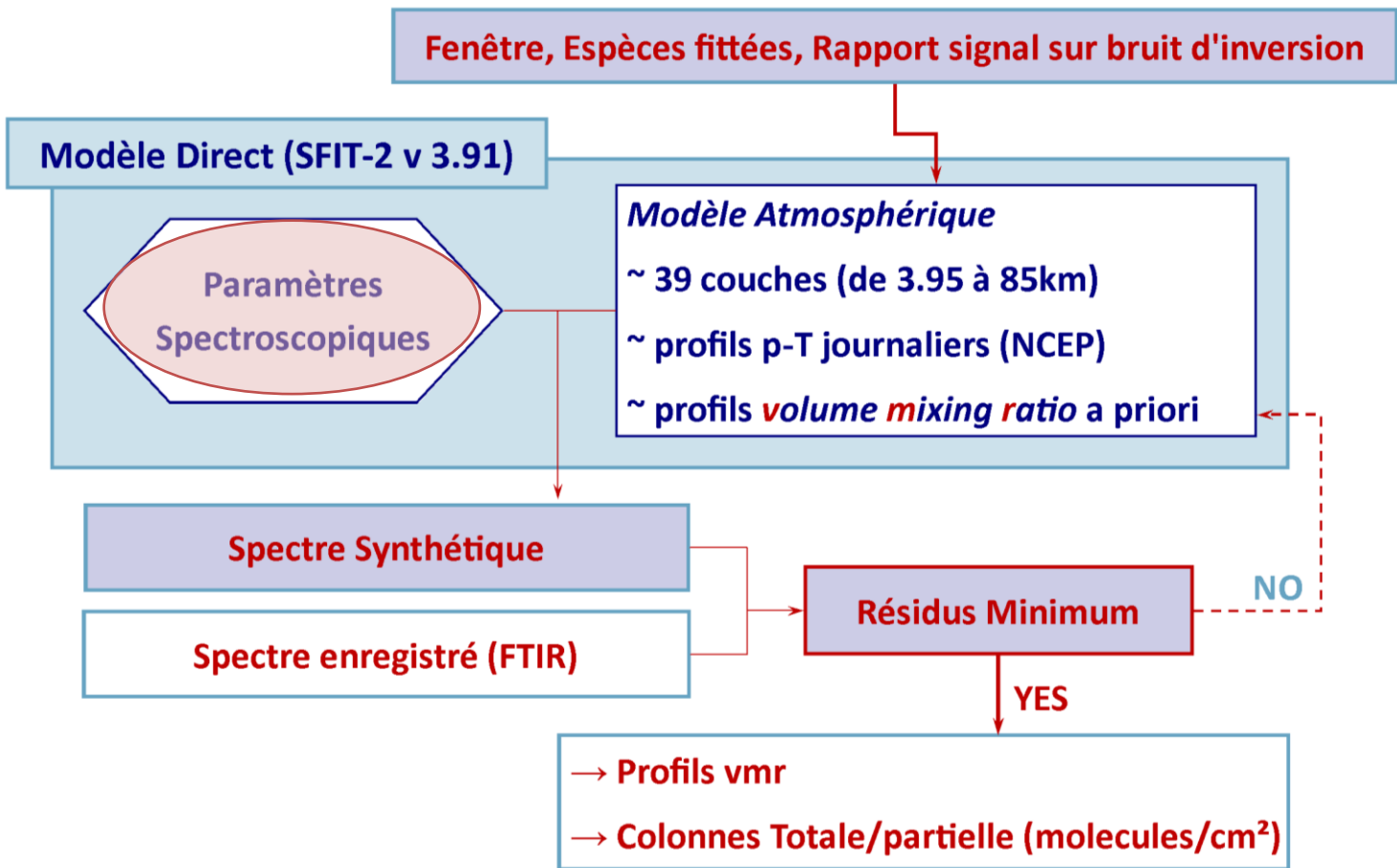
→ **Profils vmr**

→ **Colonnes Totale/partielle (molecules/cm²)**



Stratégie d'inversion - Paramètres spectroscopiques

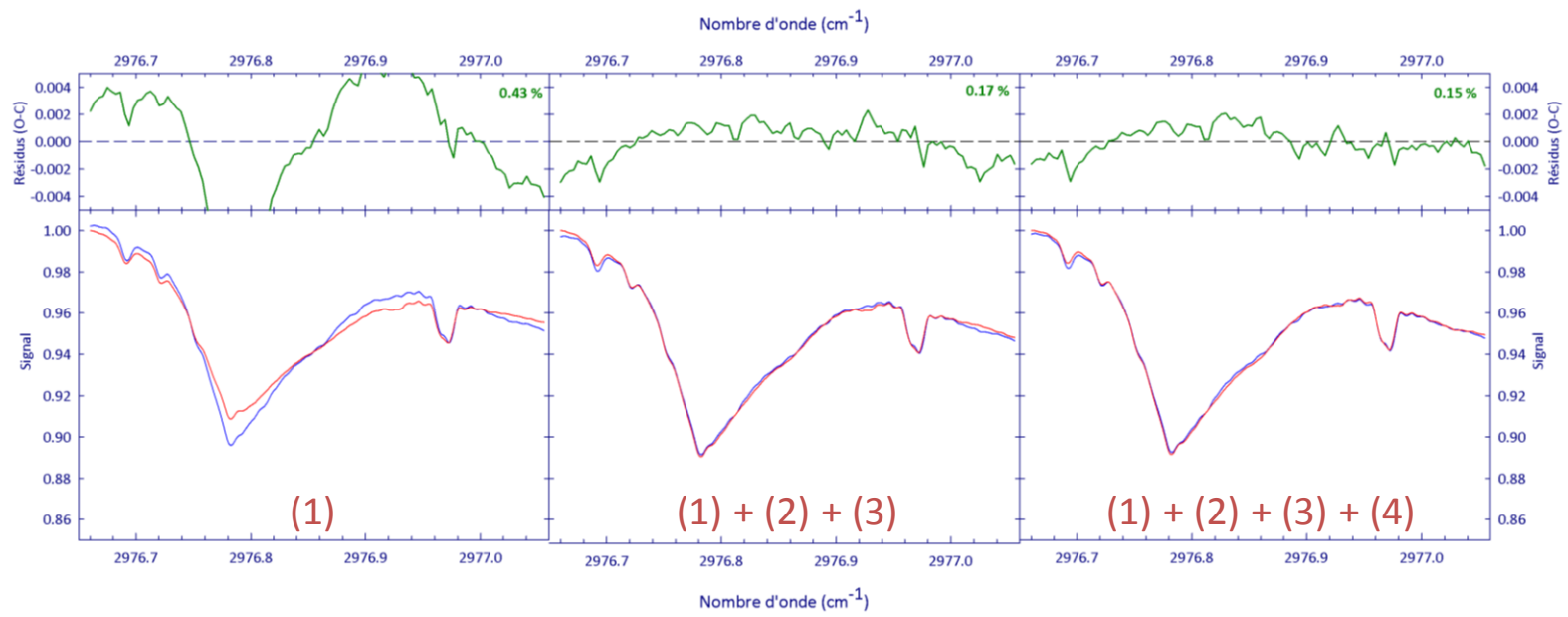
- ✗ Fichiers contenant les paramètres de chaque raie
- Molécule correspondante, position, intensité,...





Stratégie d'inversion - Paramètres spectroscopiques

- (1) Hitran 2008 (Rothman *et al.*, 2009)
- (2) Harrison *et al.*, 2010 : C₂H₆
- (3) + doublet d'ozone
- (4) Bray *et al.*, 2011 : CH₃Cl

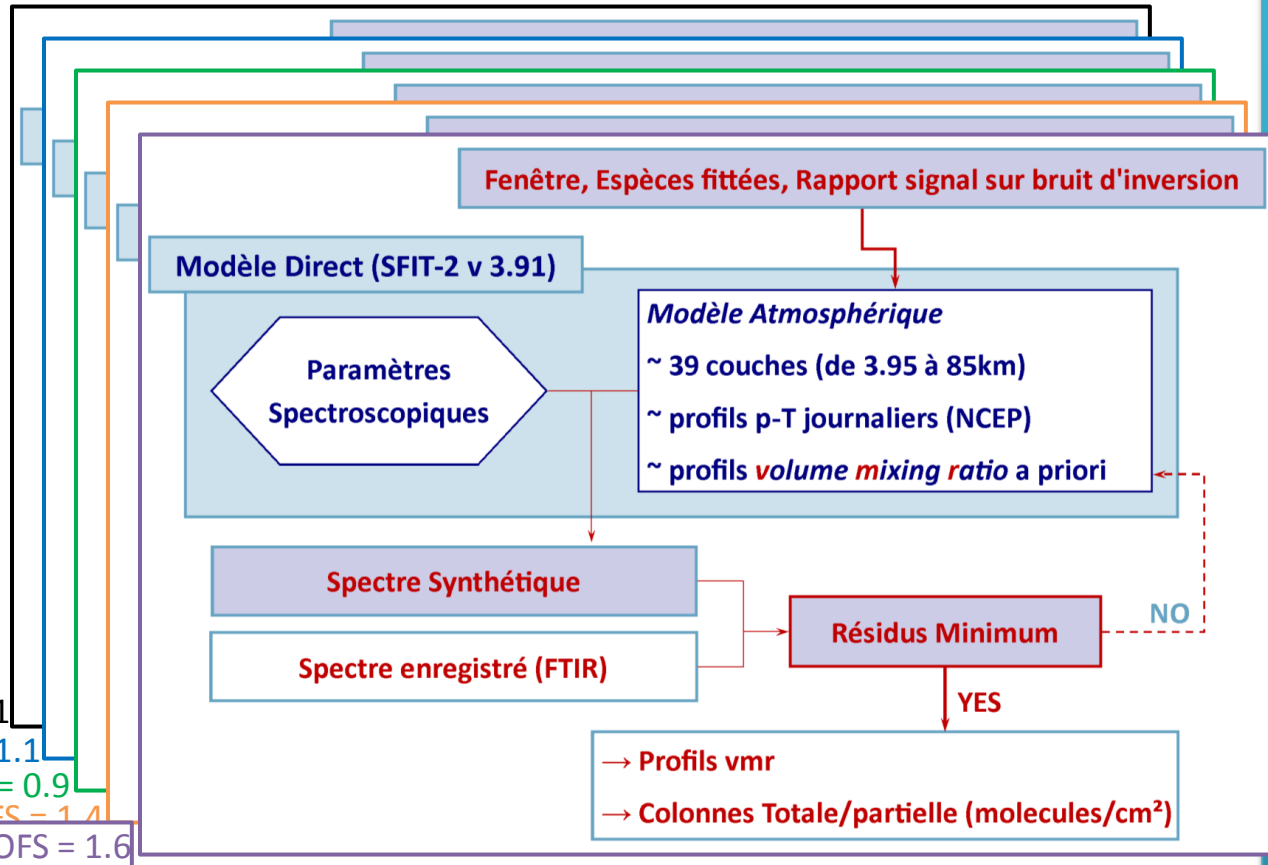


→ Nette amélioration des résidus !



Stratégie d'inversion

✗ Meilleure combinaison de paramètres



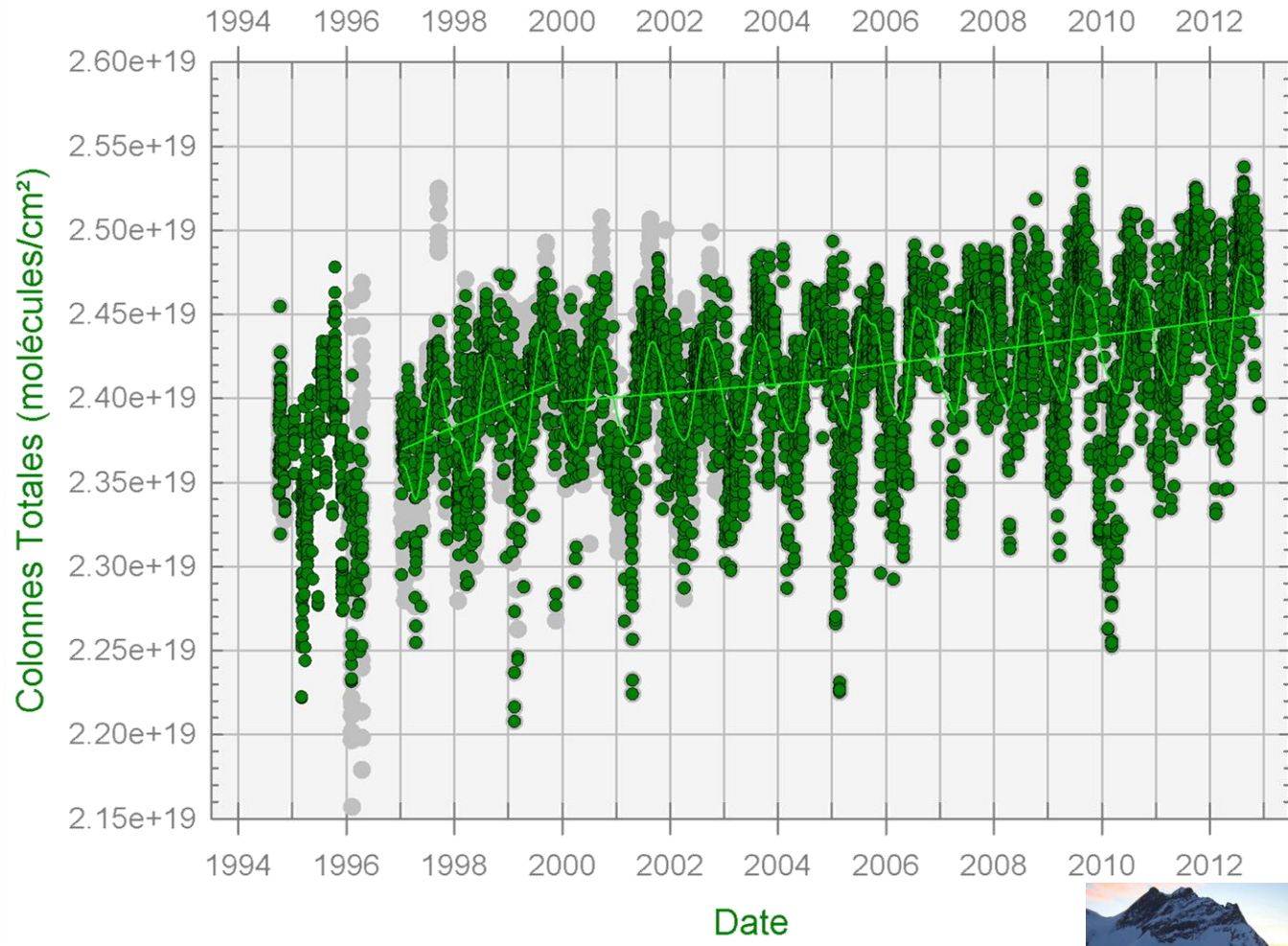
- Production de la série temporelle
- Calcul des tendances à long terme, de la saisonnalité





Résultats - Méthane - CH₄

- ✗ Tri sur les résultats
 - ✗ vmr négatifs
 - ✗ Au-delà du 95^{ème} percentile des RMS

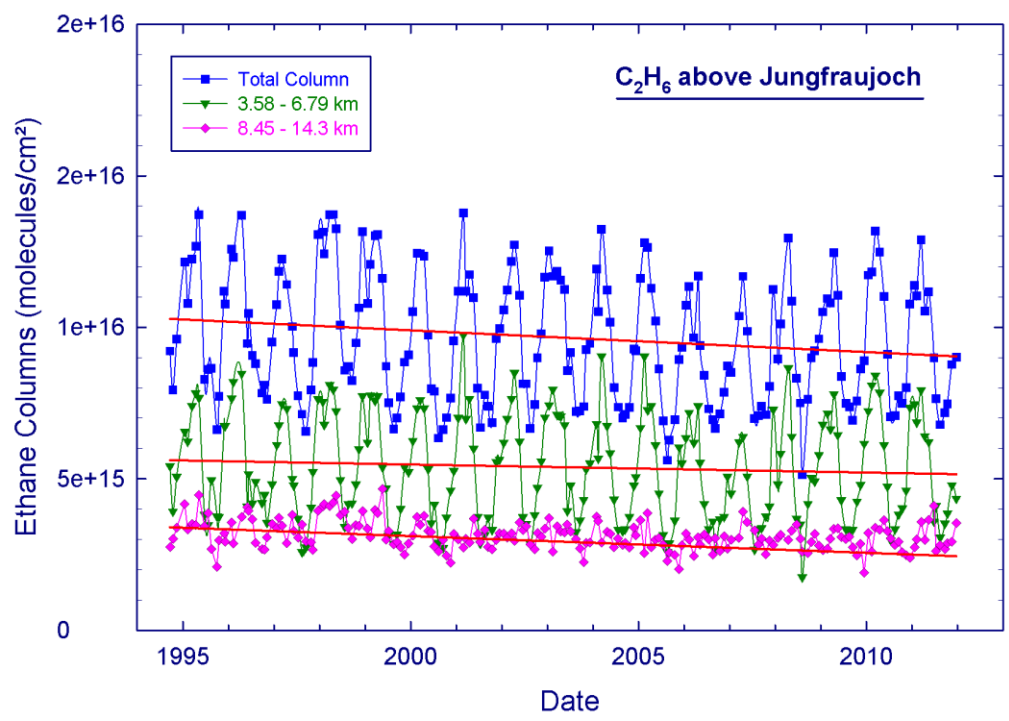
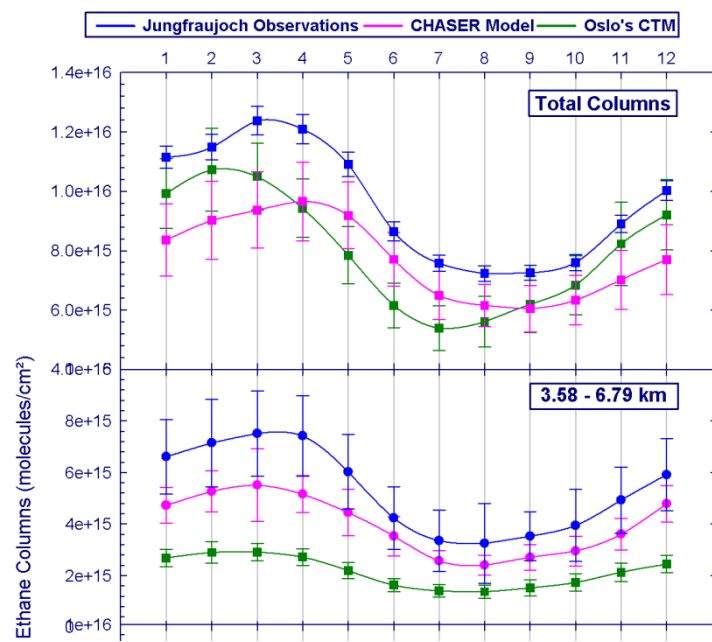


Whitney Bader - GIRPAS



Résultats - Éthane - C₂H₆

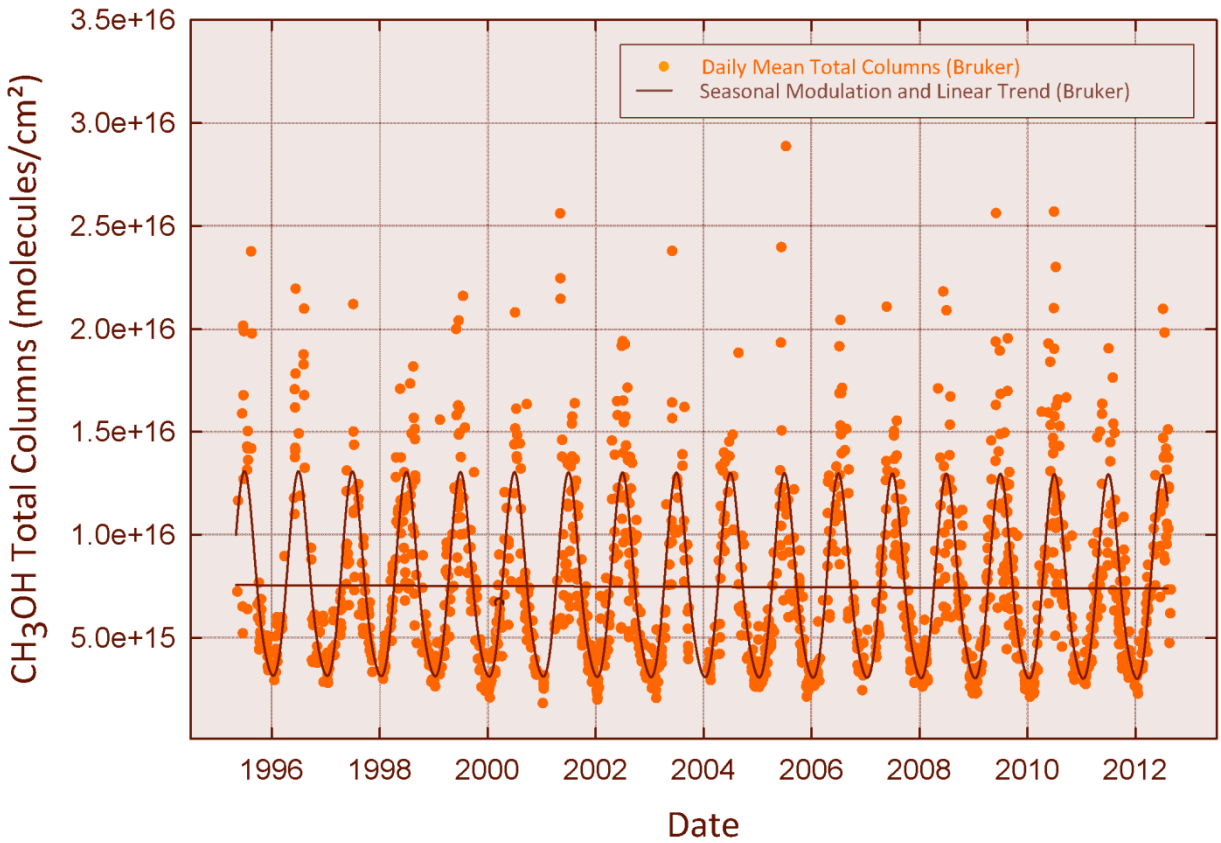
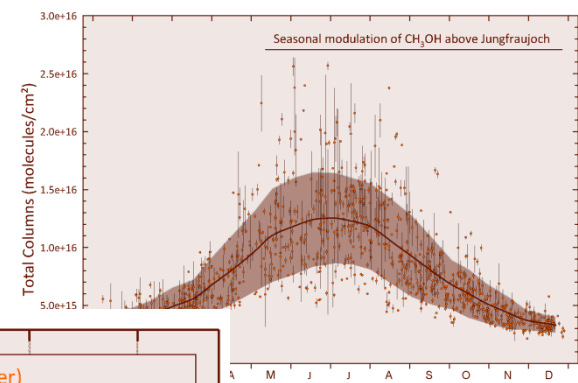
- ✗ 3 colonnes - Totale, basse tropo et UTLS
- ✗ Upper Troposphere- Lower Stratosphere
- ✗ Diminution significative sur 1994-2011
- ✗ Variation saisonnière > Diminution
- ✗ 50 % > 14 % (Réf. 1994)





Résultats - Méthanol - CH₃OH

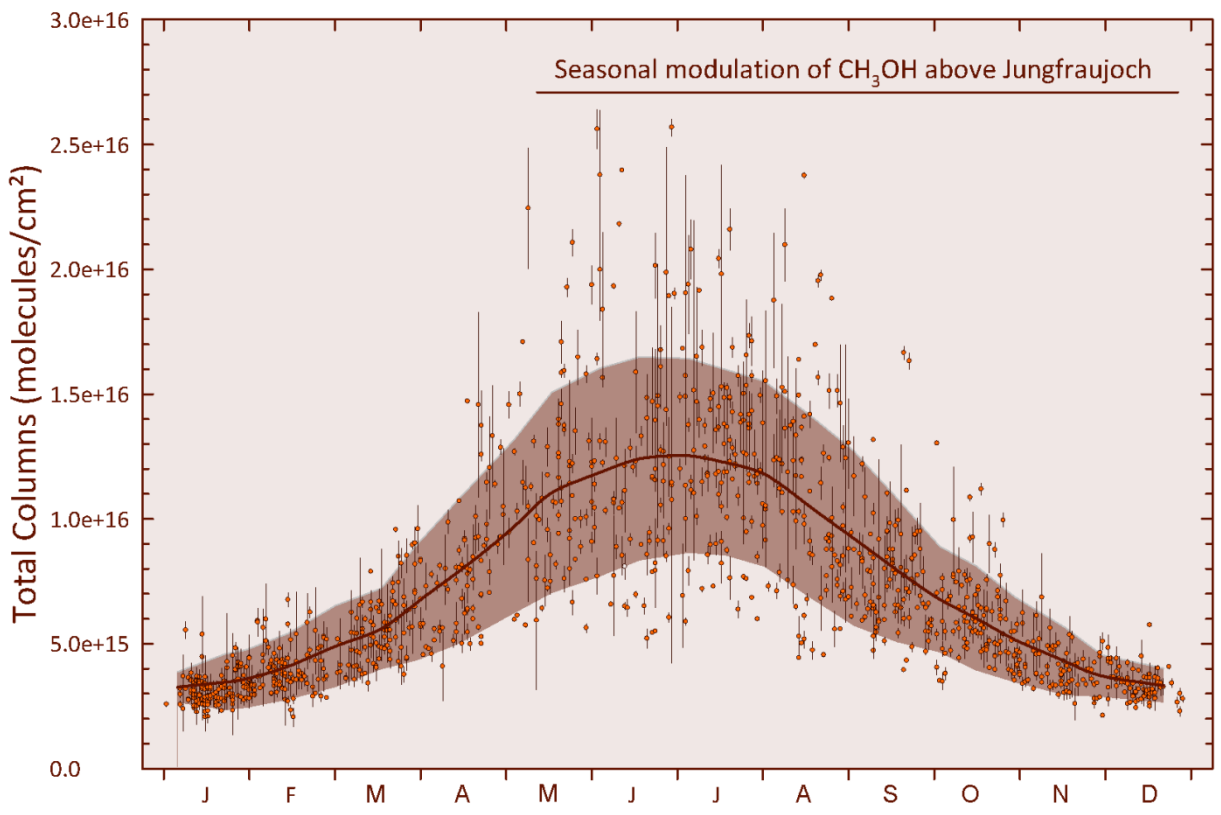
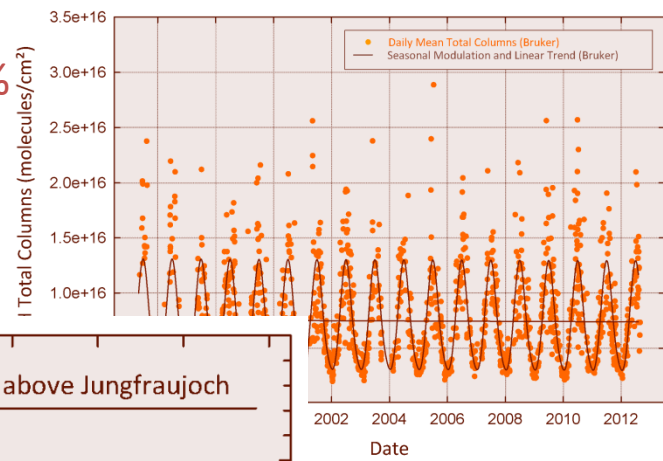
- ✗ Tendance : 1995-2012 $(-0.95 \pm 2.61) \times 10^{13}$ molecules.cm⁻².an⁻¹
- ✗ Concentration et variabilité min. en Hiver
- ✗ Amplitude of a seasonal cycle : 133.2 ± 8.1 %





Résultats - Méthanol - CH₃OH

- ✗ Tendance : 1995-2012 $(-0.95 \pm 2.61) \times 10^{13}$ molecules.cm⁻².an⁻¹
- ✗ Concentration et variabilité min. en Hiver
- ✗ Amplitude of a seasonal cycle : 133.2 ± 8.1 %





Introduction

La station

Instrumentation

Gaz étudiés

Méthane (CH₄)

Ethane (C₂H₆)

Méthanol (CH₃OH)

Stratégie d'inversion

Fenêtres

Profils a priori

Pré-fitting

Spectroscopie

Résultats

Méthane (CH₄)

Ethane (C₂H₆)

Méthanol (CH₃OH)

A venir...

À venir...

- × CH₄
 - × Production de nouveaux paramètres spectroscopiques en attente...
- × C₂H₆
 - × Comparaison avec données modèles GEOS-CHEM (?)
- × CH₃OH
 - × Test de nouveaux paramètres spectroscopiques en cours
 - Harrison *et al.*, 2012
 - × Publication des premiers résultats
 - × Comparaison de données modèles GEOS-CHEM
 - × Recherche de corrélations avec C₂H₆, C₂H₂, CO, HCN, (NH₃, C₂H₄),...

