

Etude de l'évolution à long terme du méthane et de certains de ses dérivés au départ d'observations obtenues à la station scientifique du Jungfraujoch

Etude de l'évolution à long terme du méthane et de certains de ses dérivés au départ d'observations obtenues à la station scientifique du Jungfraujoch

(1/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

Méthane & Éthane & Méthanol - Sources

* Jungfrauoch

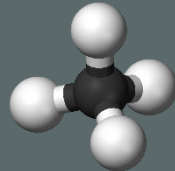
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



Méthane

12 ans

Marécages (22%)

Mines de charbon, gaz naturel (19%)

Fermentation entérique (16%)

Cultures de riz (12%)

Combustion de la biomasse (8%)

Décharges (6%)

Traitement des eaux (5%)

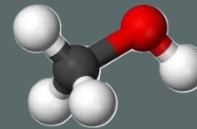
Déchêts animaliers (5%)

Termites (4%)

Hydrates de méthane (3%)

Crutzen et al., 1991

Chen and Prinn, 2006



Méthanol

4-12 jours

Croissance de la végétation (65-80%)

Oxydation atm. des COV* (15-23%)

Décomposition végétale (11%)

Combustion de la biomasse (6%)

Véhicules, activités industrielles (2%)

*Composés organiques volatiles

Galbally and Kirstine, 2002

Jacob et al., 2005

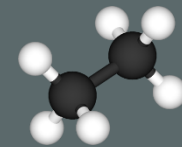
Madronich and Calvert, 1990

Tyndall et al., 2001

Warneke et al., 1999

Dufour et al., 2006

Paton-Walsh et al., 2008



Éthane

2 mois

Combustion, production et transport

de combustibles fossiles (62%)

Combustion de biocombustibles

(20%)

Combustion de la biomasse (18%)

Rudolph J., 1995

Logan et al., 1981

Xiao et al., 2008

(2/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

Méthane & Éthane & Méthanol - Puits

* Jungfraujoch

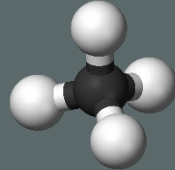
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion

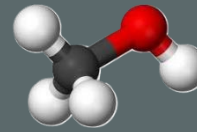


Méthane

12 ans

-
- * oxydation par OH (troposphère)
 - * oxydation biologique par les sols

Chen and Prinn, 2006

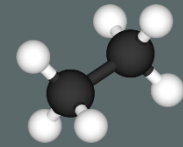


Méthanol

4-12 jours

Oxydation par OH

Millet et al., 2006



Éthane

2 mois

Tropo : oxydation par OH
Strato : réaction avec Chlore

Aikin et al., 1982

(3/9) CH₄

C₂H₆

CH₃OH

CH₄ & C₂H₆ & CH₃OH

Chimie atmosphérique

* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion

C₂H₆

CH₄

CH₃OH

(4/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

CH₄ & C₂H₆ & CH₃OH

Chimie atmosphérique

* Jungfraujoch

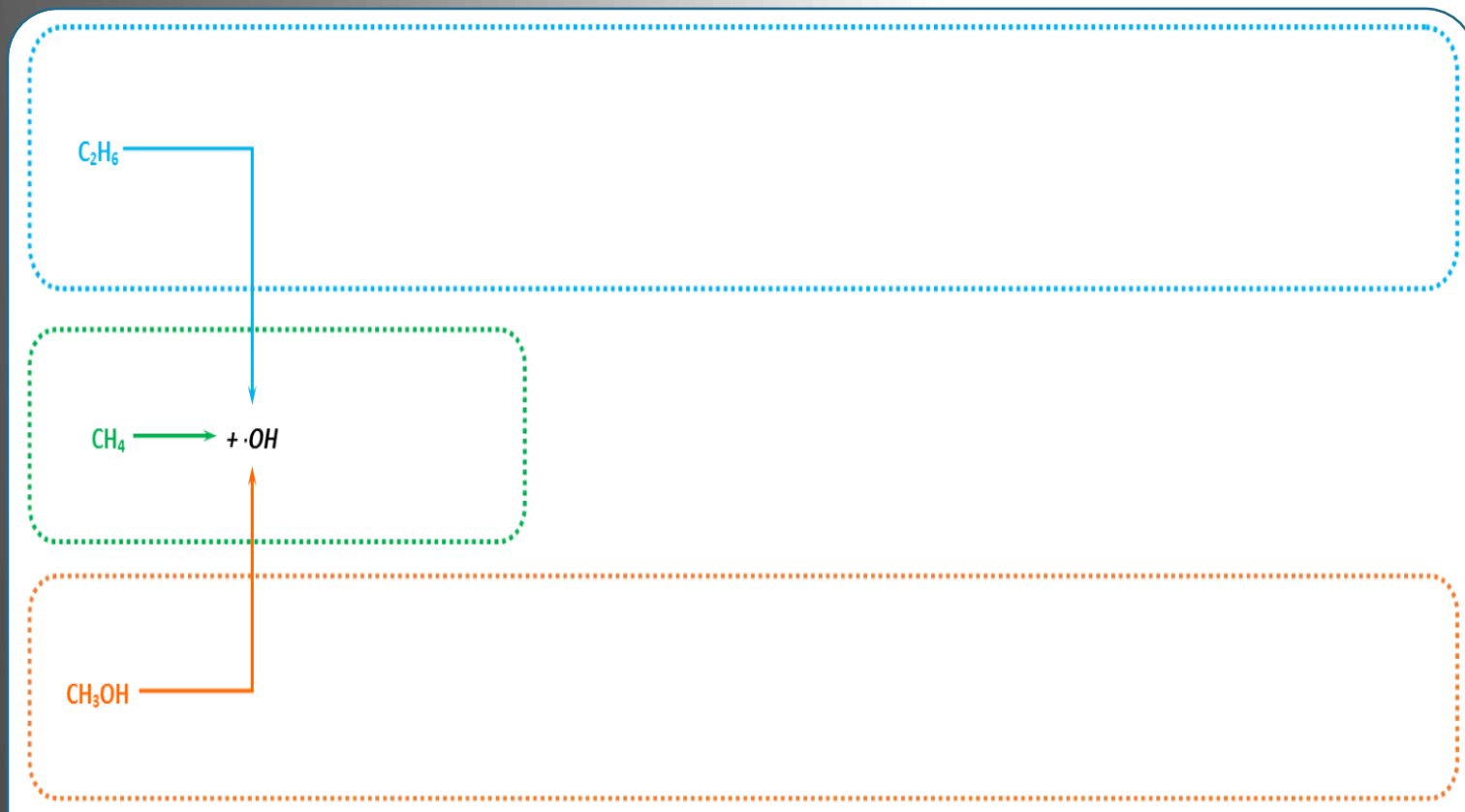
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



(5/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

CH₄ & C₂H₆ & CH₃OH

Chimie atmosphérique

* Jungfraujoch

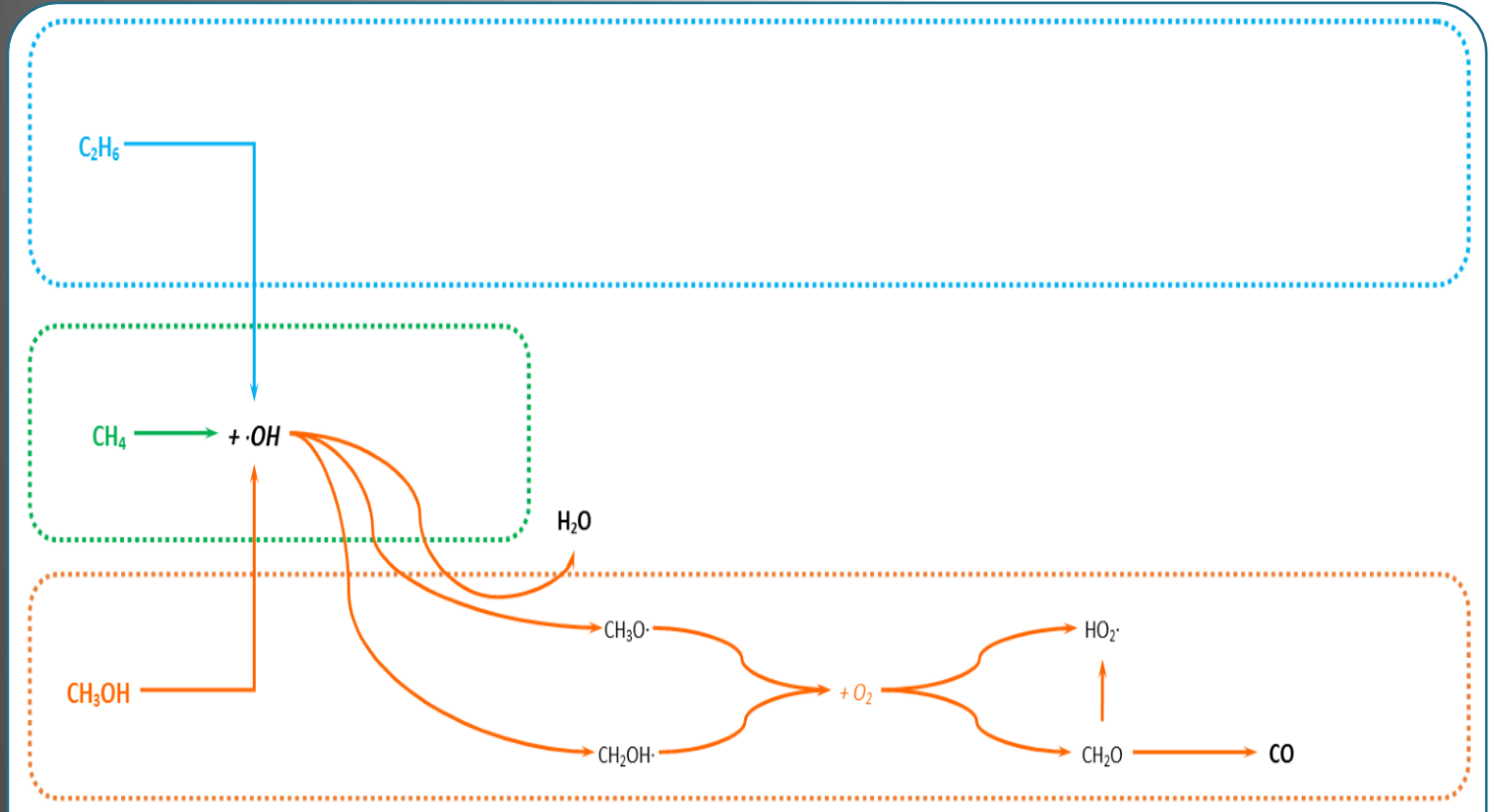
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



(6/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

CH₄ & C₂H₆ & CH₃OH

Chimie atmosphérique

* Jungfraujoch

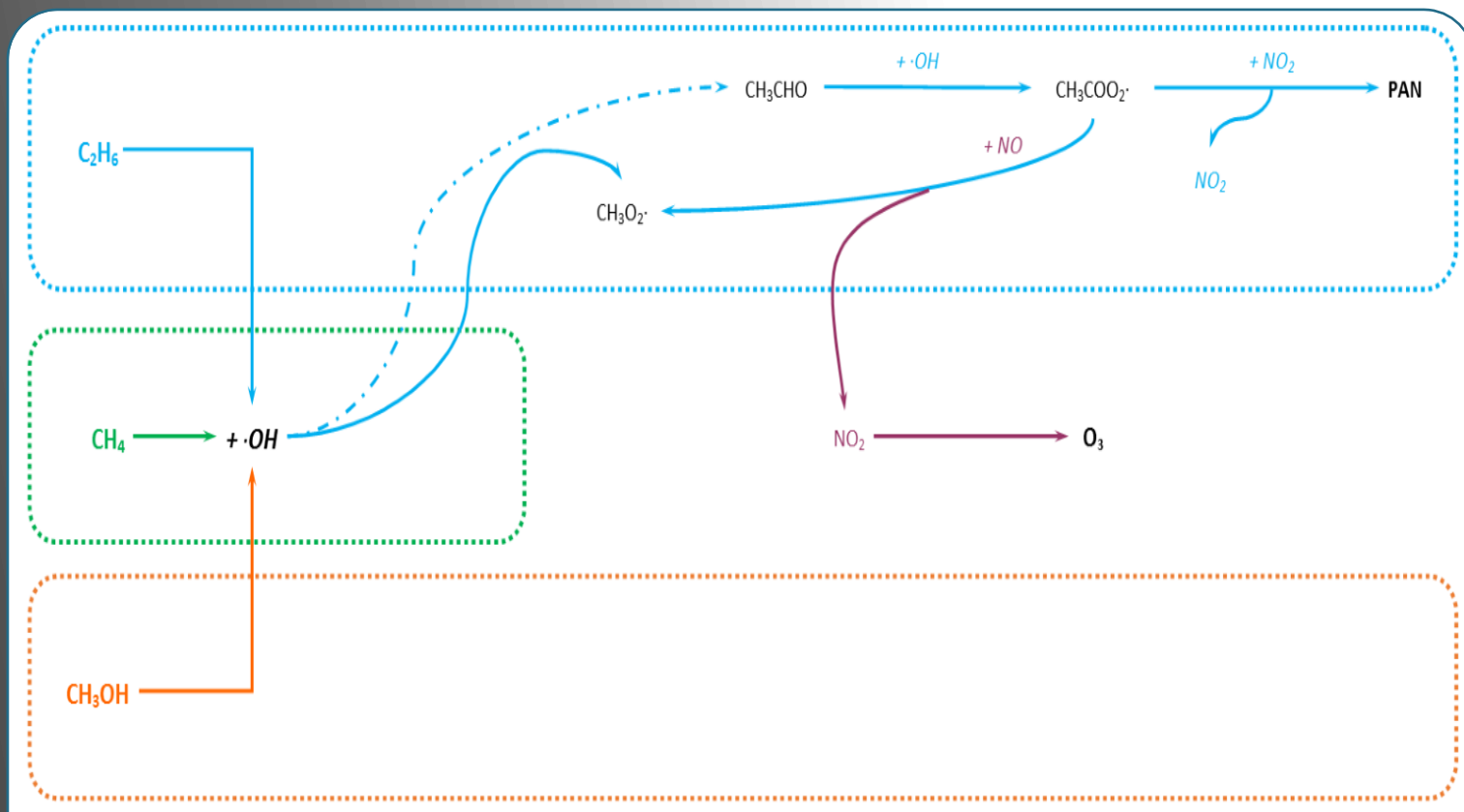
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



(7/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

CH₄ & C₂H₆ & CH₃OH

Chimie atmosphérique

* Jungfraujoch

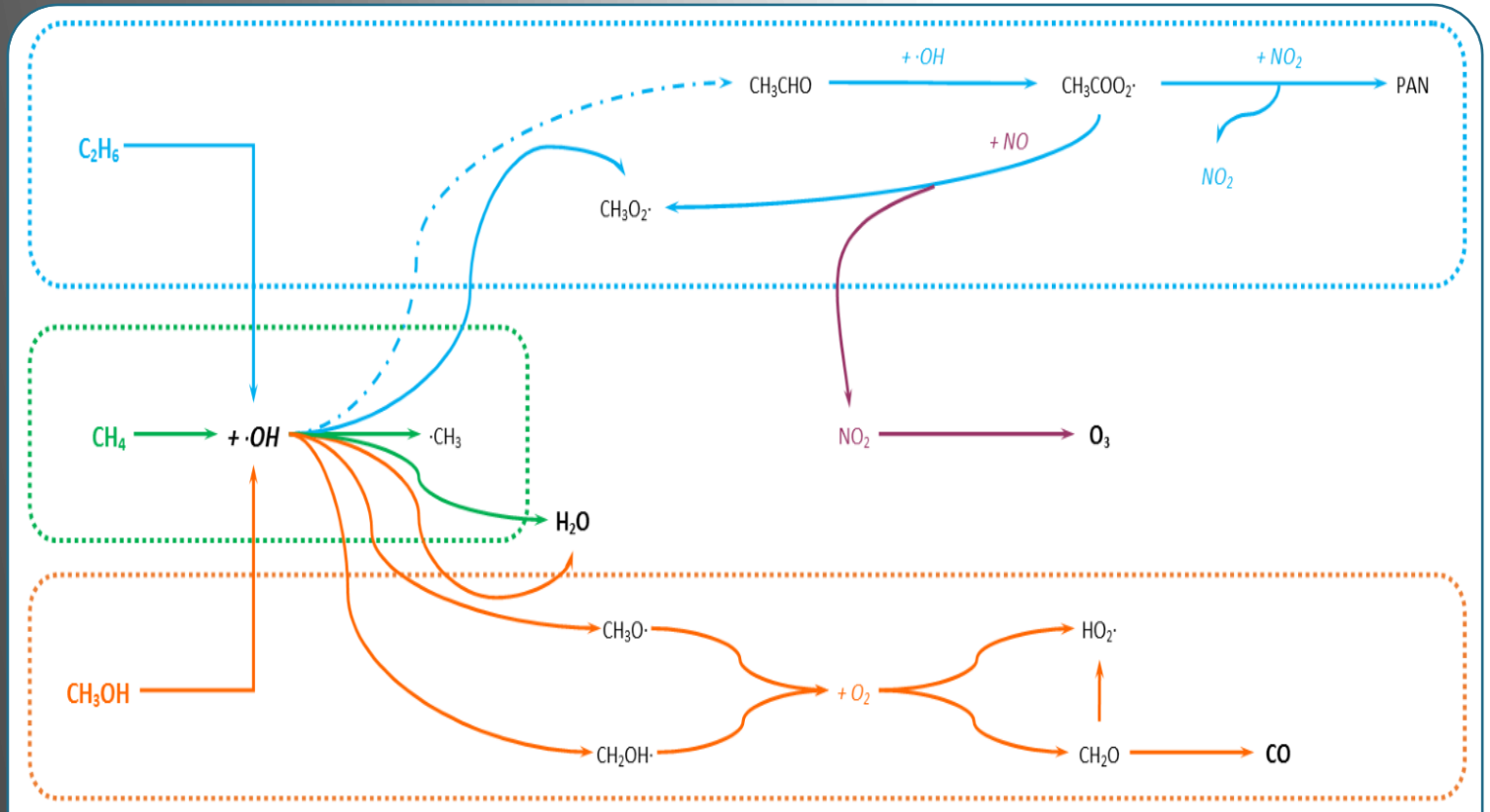
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



(8/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

CH₄ & C₂H₆ & CH₃OH

Chimie atmosphérique

* Jungfraujoch

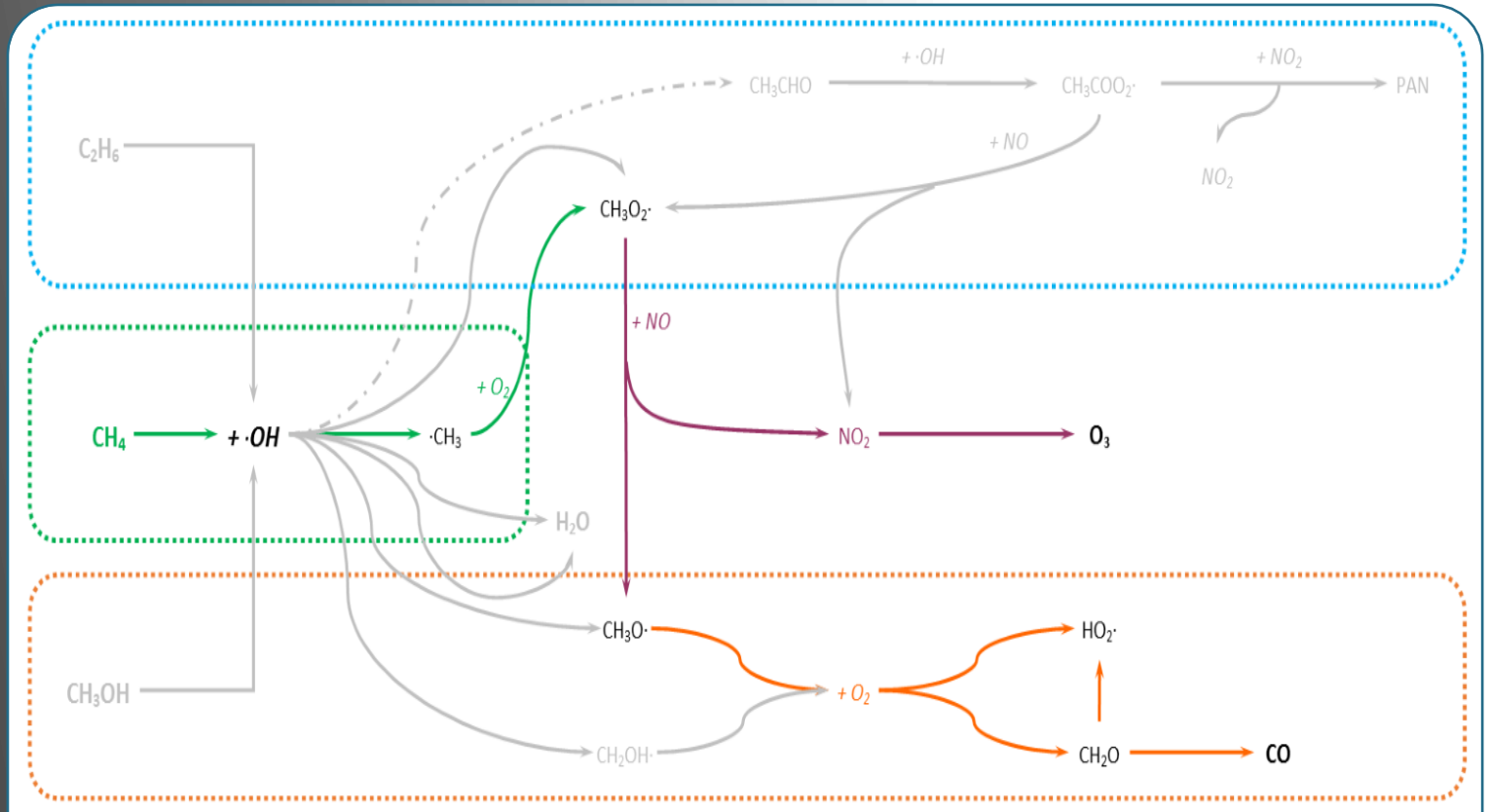
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



(9/9) CH₄
C₂H₆
CH₃OH

CH₄ & C₂H₆ & CH₃OH

Chimie atmosphérique

* Jungfraujoch

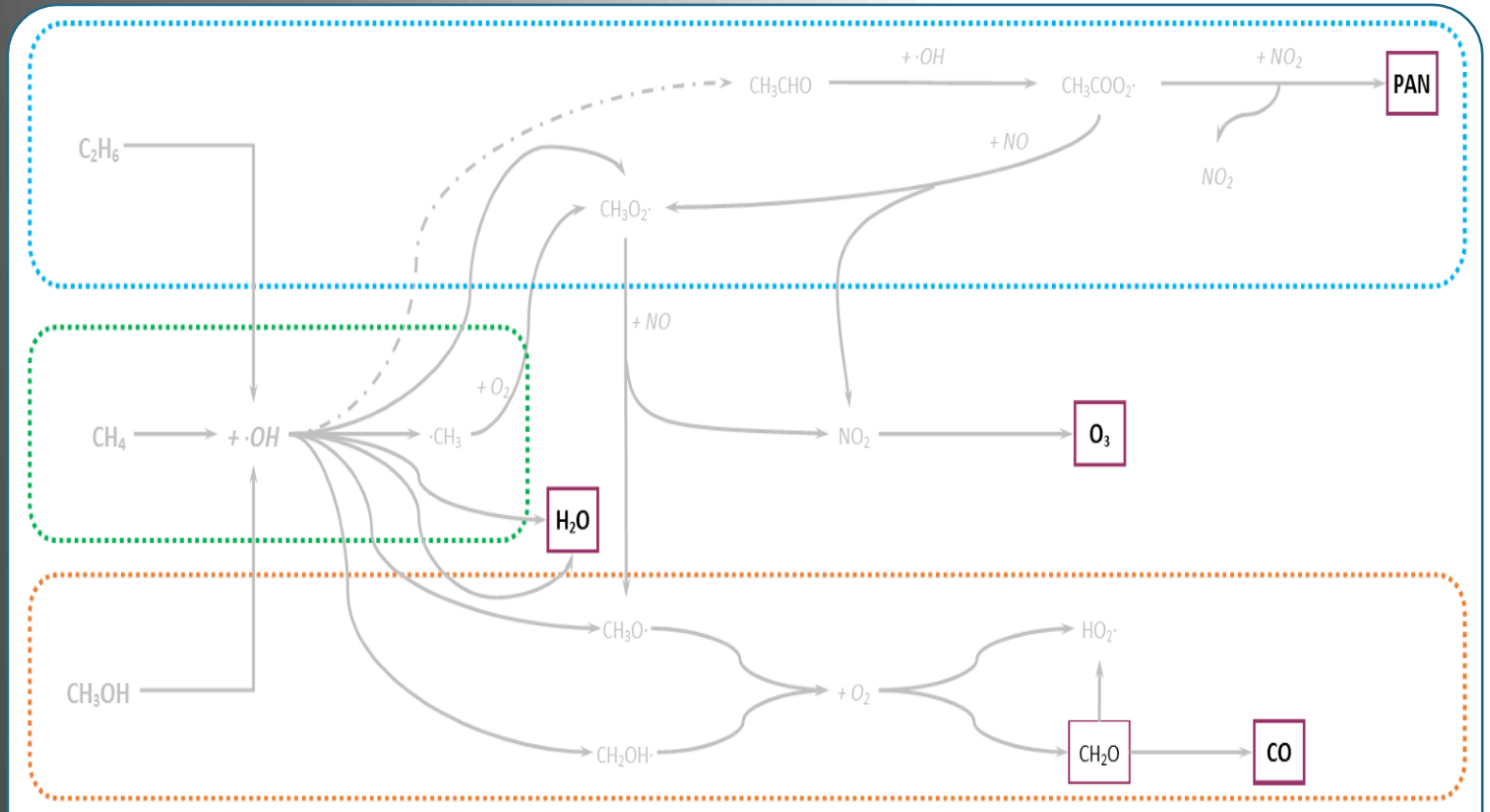
* Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



Etude de l'évolution à long terme du méthane et de certains de ses dérivés au départ d'observations obtenues à la station scientifique du Jungfraujoch

Station du Jungfrauoch (46.5°N, 8.0°E, 3580 m a.s.l.)

* CH₄
* C₂H₆
* CH₃OH

1 Jungfrauoch

* Alpes Suisses

* Inversion

* 2 spectromètres infrarouge à transformée de Fourier

* Méthanol

* Deux détecteurs HgCdTe and InSb pour couvrir une région de 650 à 4500 cm⁻¹

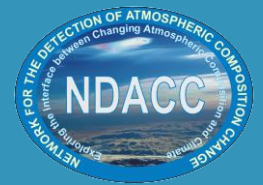
* Ethane

* Spectres à haute résolution (0.0028 ; 0.004 ou 0.006 cm⁻¹)

* Méthane

* 1991. *Network for the Detection of Atmospheric Composition Change* NDACC

* Conclusion



Etude de l'évolution à long terme du méthane et de certains de ses dérivés au départ d'observations obtenues à la station scientifique du Jungfraujoch

Spectromètre à Transformée de Fourier

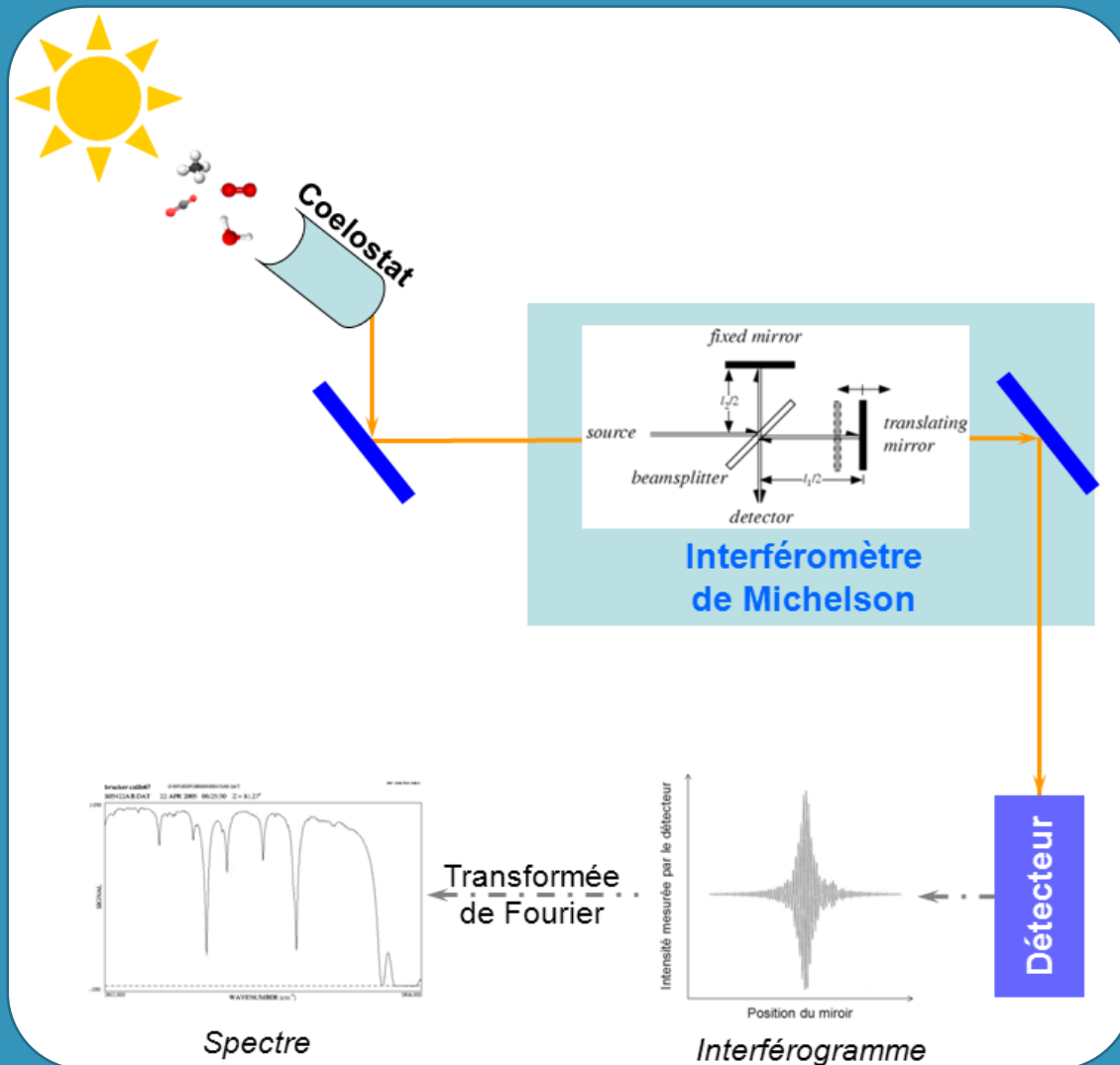
- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- (1/2) Inversion

* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion



Inversion

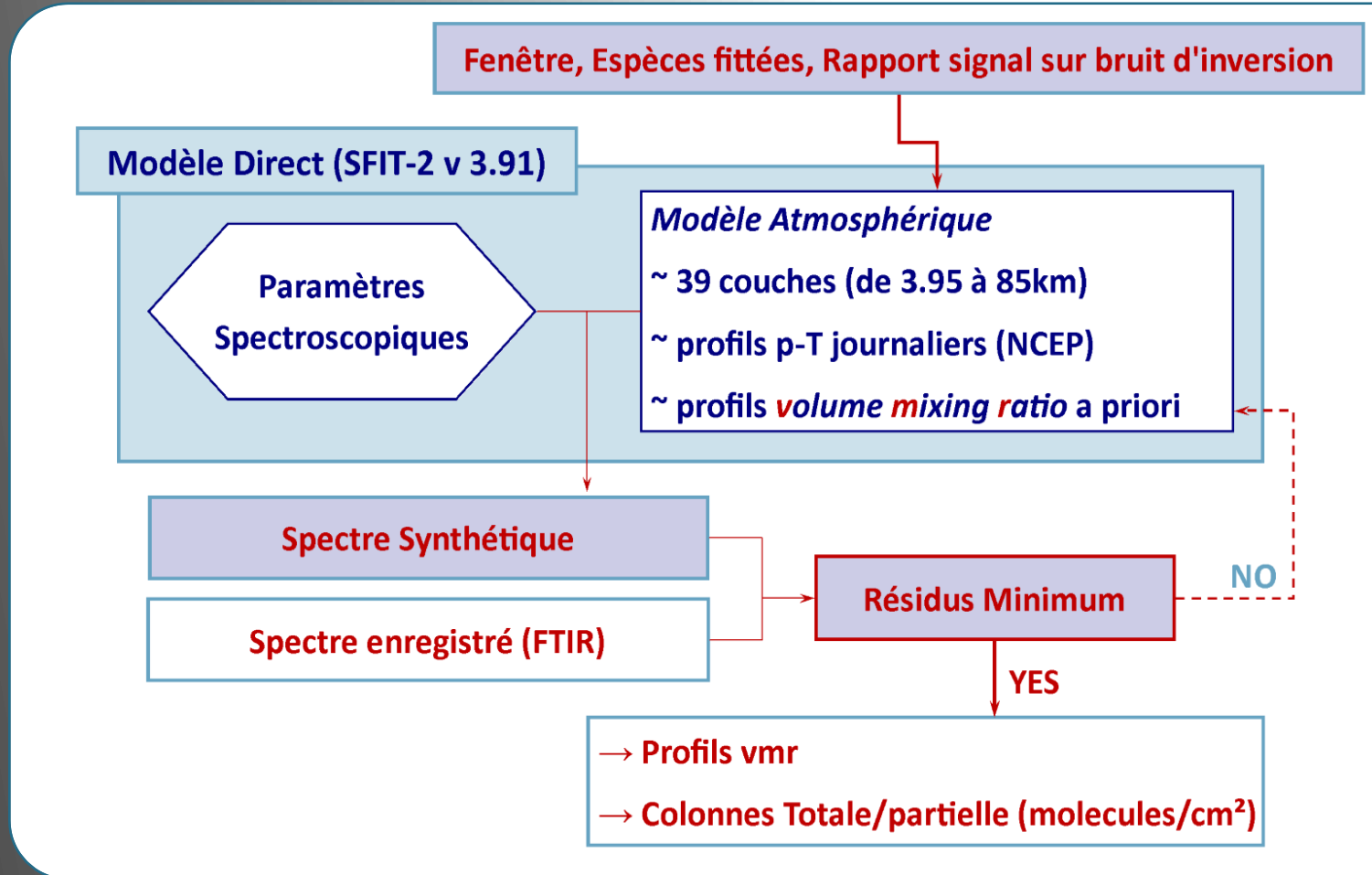
* CH₄
* C₂H₆
* CH₃OH
* Jungfraujoch
(2/2) Inversion

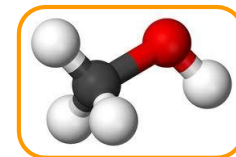
* Méthanol

* Ethane

* Méthane

* Conclusion





Méthanol – CH₃OH

Atmos. Meas. Tech., 7, 1–12, 2014
www.atmos-meas-tech.net/7/1/2014/
doi:10.5194/amt-7-1-2014
© Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.



Atmospheric
Measurement
Techniques



Long-term evolution and seasonal modulation of methanol above Jungfraujoch (46.5° N, 8.0° E): optimisation of the retrieval strategy, comparison with model simulations and independent observations

W. Bader¹, T. Stavrou², J.-F. Müller³, S. Reimann³, C. D. Boone⁴, J. J. Harrison⁵, O. Flock¹, B. Bovy¹, B. Franco¹, B. Lejeune¹, C. Servais¹, and E. Mahieu¹

¹Institute of Astrophysics and Geophysics of the University of Liège, Liège, Belgium

²Belgian Institute for Space Aeronomy, Avenue Circulaire 3, 1180, Brussels, Belgium

³Laboratory for Air Pollution and Environmental Technology, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (Empa), Dübendorf, Switzerland

⁴Department of Chemistry, University of Waterloo, Ontario, Canada

⁵Department of Chemistry, University of York, York, UK

* CH₄
C₂H₆
CH₃OH

* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

(1/7) Stratégie

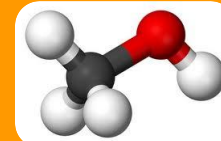
Résultats

* Ethane

* Méthane

* Conclusion

Stratégie d'inversion



- Voir Bader et al., *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 1–12, 2014
- Combinaison de 2 fenêtres pour la première fois
 - dont les limites sont basées sur les travaux précédents

* CH₄
 * C₂H₆
 * CH₃OH

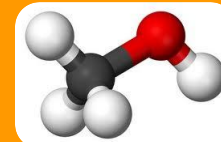
* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

(2/7) Stratégie

Stratégie d'inversion

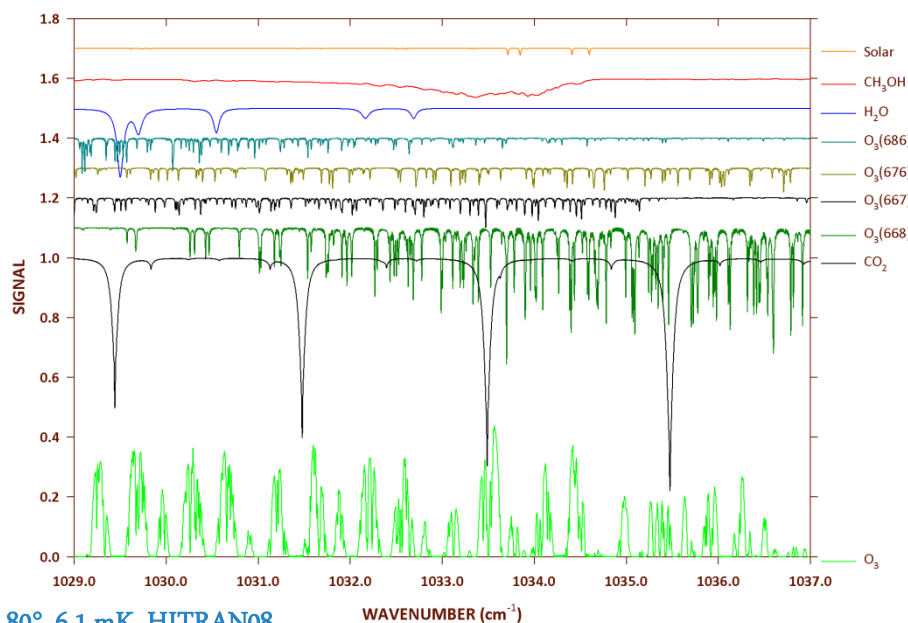
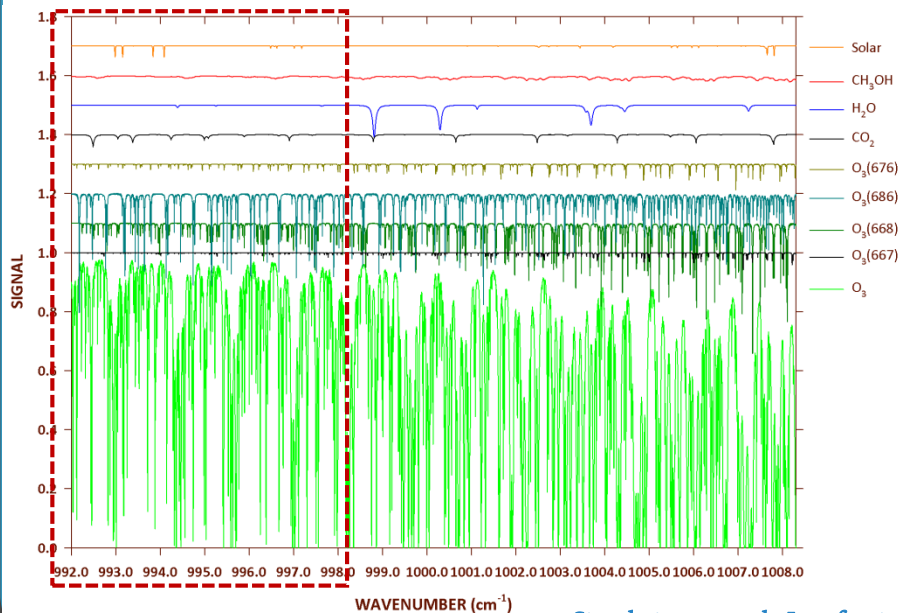


- Voir Bader *et al.*, *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 1–12, 2014
- Combinaison de 2 fenêtres

Mahieu *et al.*, 2012

Rinsland *et al.*, 2009

992 – 998.7 cm⁻¹



Simulations pour le Jungfraujoch, 80°, 6.1 mK, HITRAN08

* CH₄
 * C₂H₆
 * CH₃OH

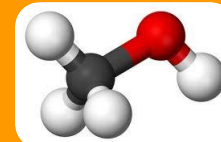
* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

(3/7) Stratégie

Stratégie d'inversion



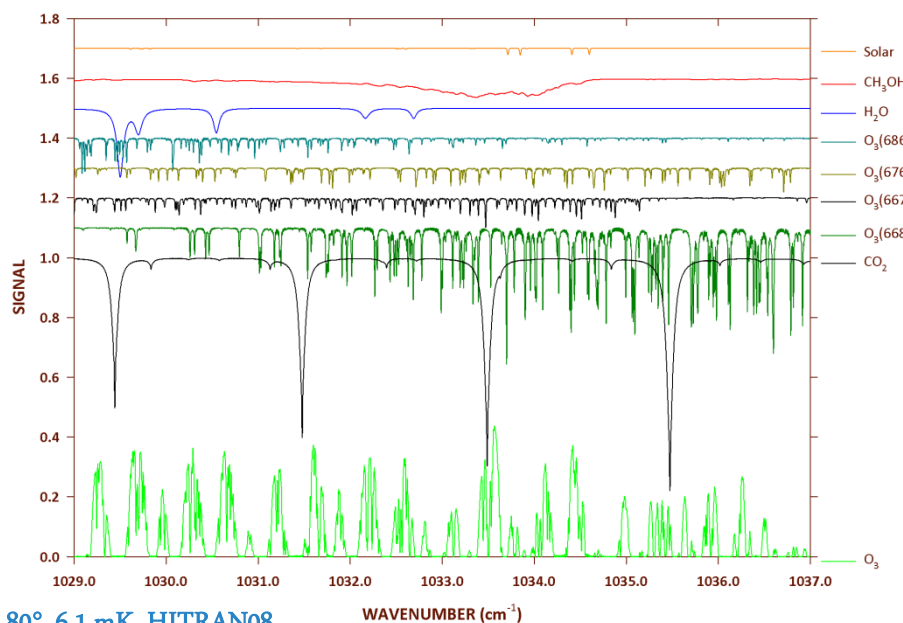
- Voir Bader et al., *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 1–12, 2014
- Combinaison de 2 fenêtres

Mahieu et al., 2012



+ Atmospheric Chemistry Experiment, 2011

984.9 – 1005.1 cm⁻¹



Simulations pour le Jungfraujoch, 80°, 6.1 mK, HITRAN08

* CH₄
 * C₂H₆
 * CH₃OH

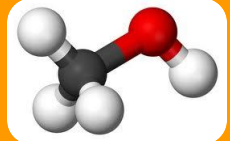
* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

(4/7) Stratégie

Stratégie d'inversion

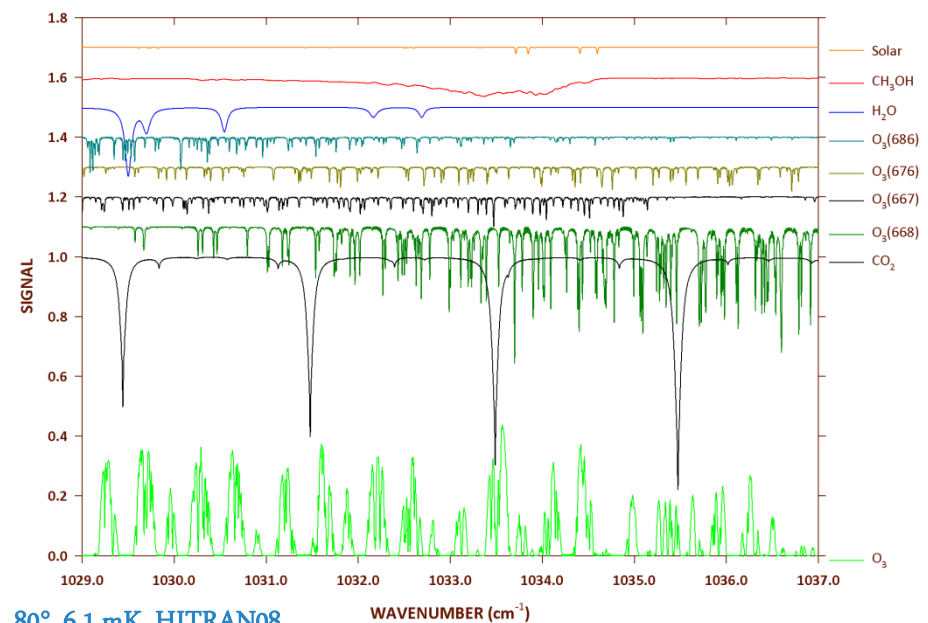
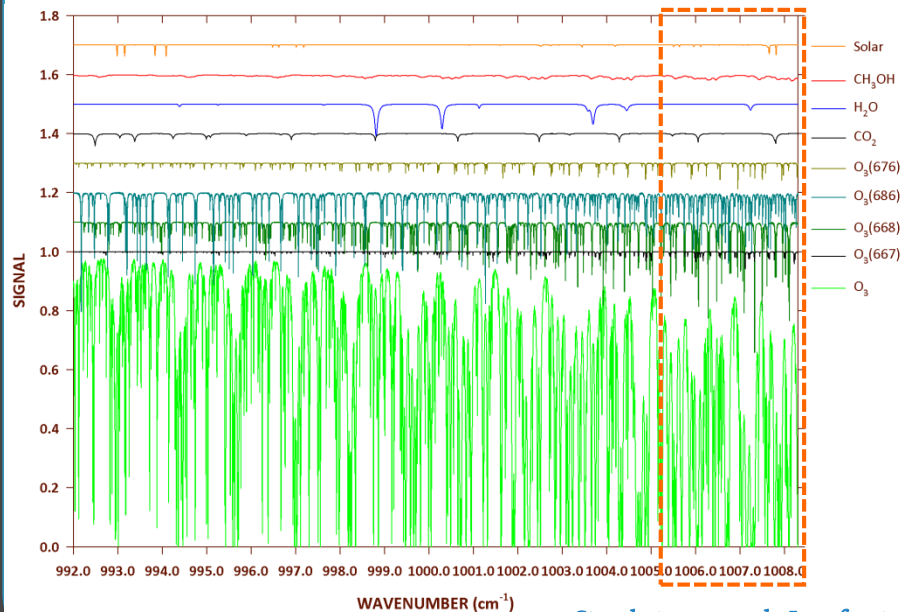


- Voir Bader et al., *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 1–12, 2014
- Combinaison de 2 fenêtres

Mahieu et al., 2012



Composantes d'absorption de CH₃OH supplémentaires



Simulations pour le Jungfraujoch, 80°, 6.1 mK, HITRAN08

* CH₄
 * C₂H₆
 * CH₃OH

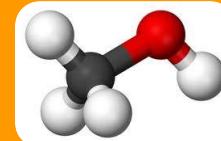
* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

(5/7) Stratégie

Stratégie d'inversion



- Voir Bader *et al.*, *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 1–12, 2014
- Combinaison de 2 fenêtres

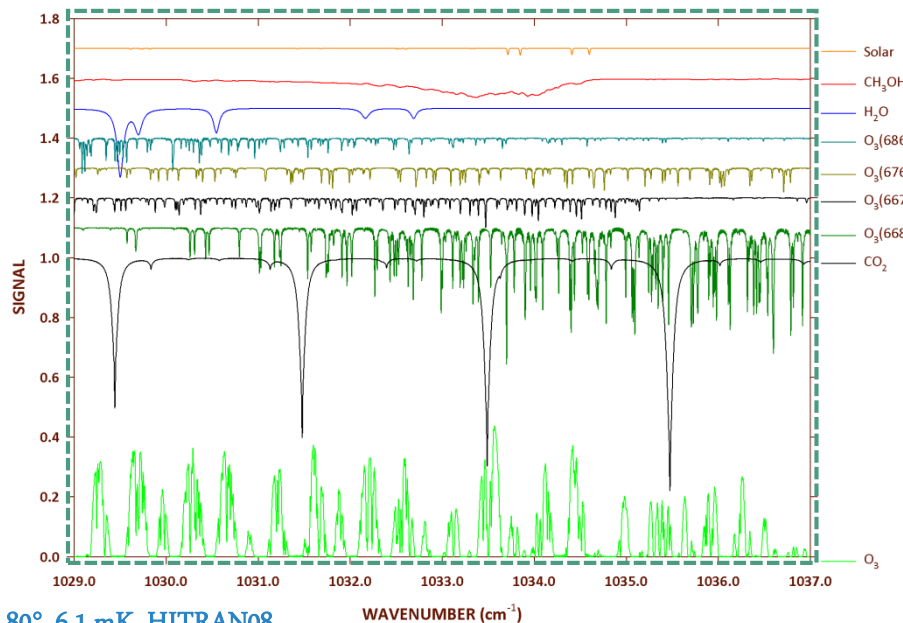
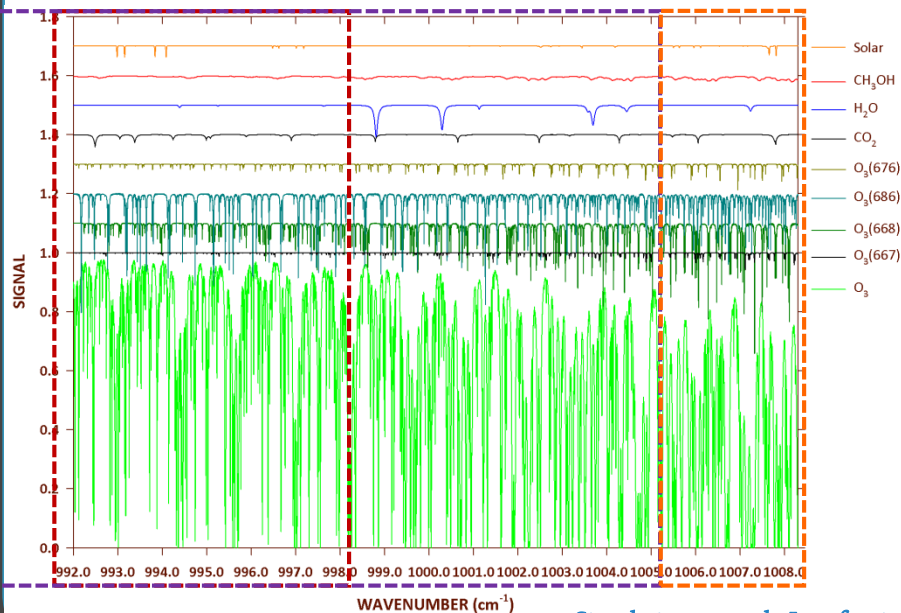
Mahieu *et al.*, 2012

Rinsland *et al.*, 2009 + Atmospheric Chemistry Experiment, 2011

Stavrakou *et al.*, 2011

992 – 998.7 cm⁻¹ 984.9 – 1005.1 cm⁻¹ + CH₃OH

1029 – 1037 cm⁻¹



Simulations pour le Jungfraujoch, 80°, 6.1 mK, HITRAN08

* CH₄
 * C₂H₆
 * CH₃OH

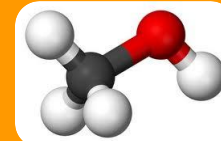
* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

(6/7) Stratégie

Stratégie d'inversion

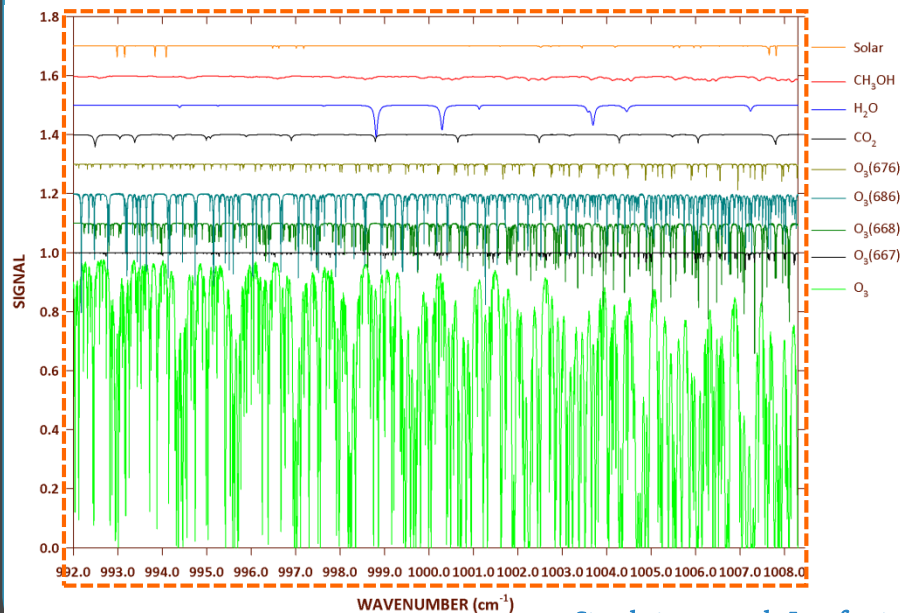


- Voir Bader et al., *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 1–12, 2014
- 2 windows from 992 to 1008.3 cm⁻¹ & 1029 to 1037 cm⁻¹

Mahieu et al., 2012

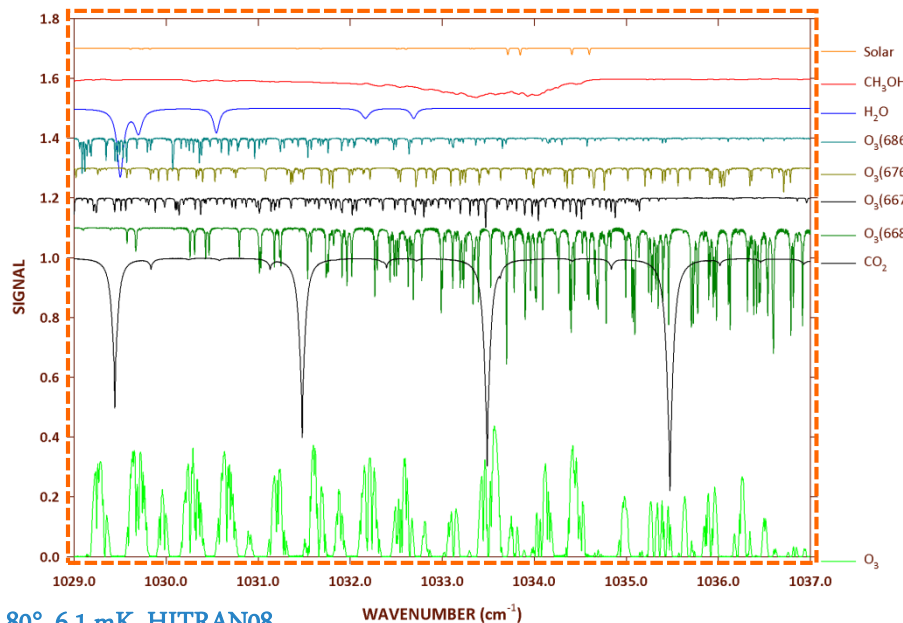
Rinsland et al., 2009 + Atmospheric Chemistry Experiment, 2011

992 – 1008.3 cm⁻¹



Stavrakou et al., 2011

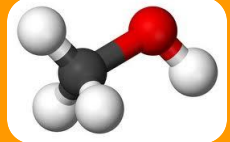
1029 – 1037 cm⁻¹



Simulations pour le Jungfraujoch, 80°, 6.1 mK, HITRAN08

- * CH₄
 - * C₂H₆
 - * CH₃OH
 - * Jungfraujoch
 - * Inversion
 - * Méthanol
- (7/7) Stratégie

Stratégie d'inversion

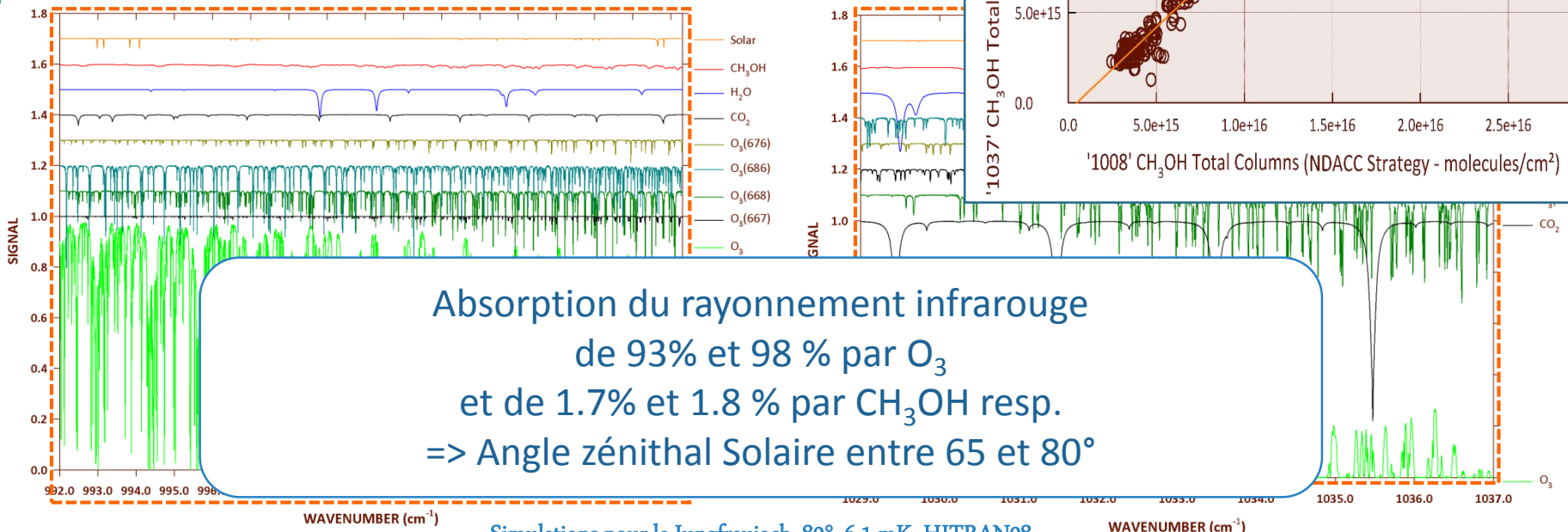


- Voir Bader et al., Atmos. Meas. Technol.
- 2 windows from 992 to 1008.3 cm⁻¹

Mahieu et al., 2012

Rinsland et al., 2009 + Atmospheric Chemistry Experiment, 2011

992 – 1008.3 cm⁻¹



Absorption du rayonnement infrarouge
de 93% et 98 % par O₃
et de 1.7% et 1.8 % par CH₃OH resp.
=> Angle zénithal Solaire entre 65 et 80°

Simulations pour le Jungfraujoch, 80°, 6.1 mK, HITRAN08

* CH₄
* C₂H₆
* CH₃OH

* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

Stratégie

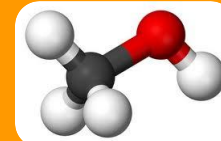
(1/5) Résultats

* Ethane

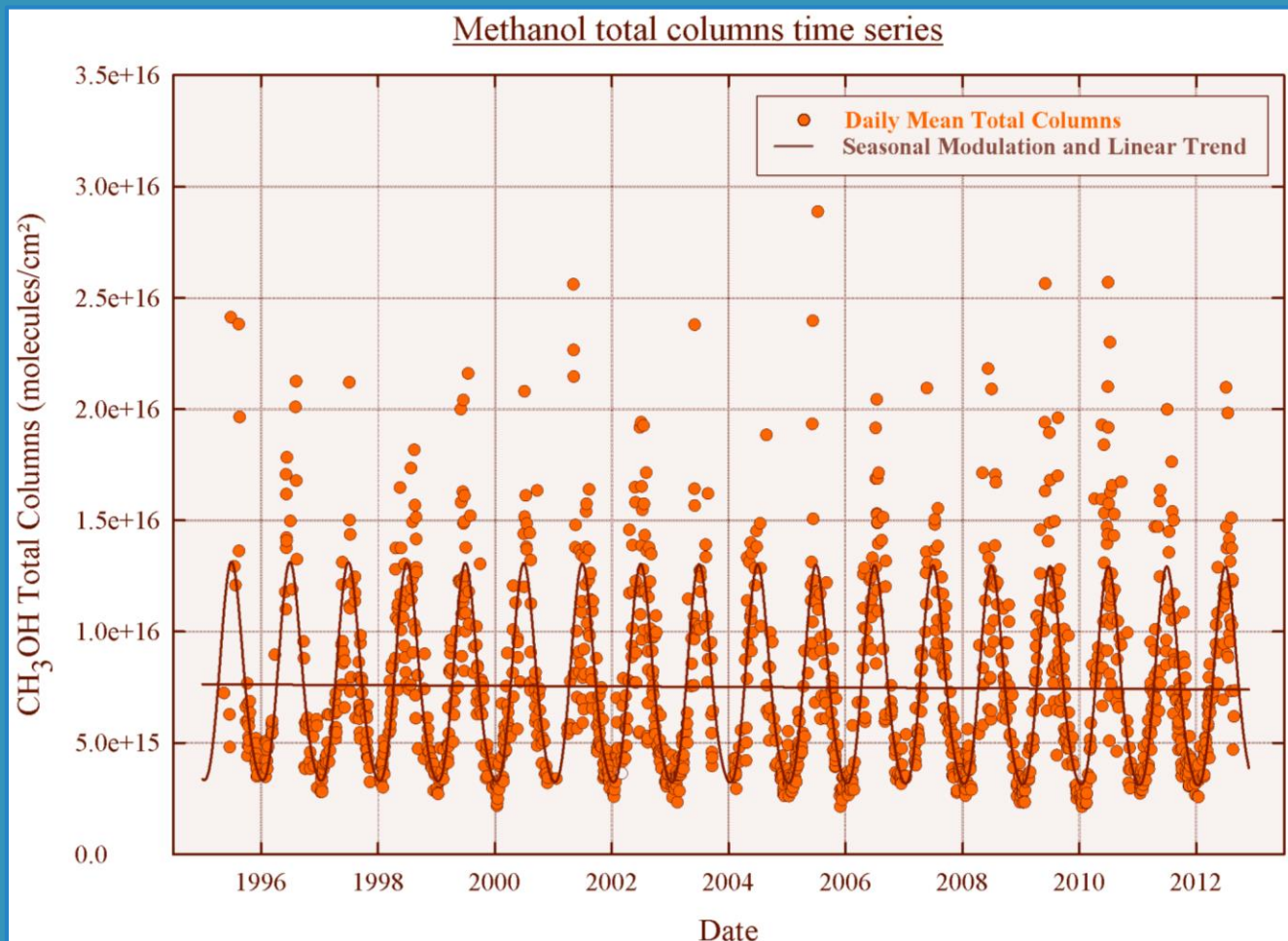
* Méthane

* Conclusion

Résultats – Colonnes totales

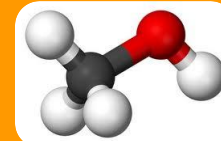


Pas de tendance significative (-0.18 ± 0.36 %/an)



- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- Stratégie
- (2/5) Résultats
- * Ethane
- * Méthane
- * Conclusion

Résultats – Colonnes totales

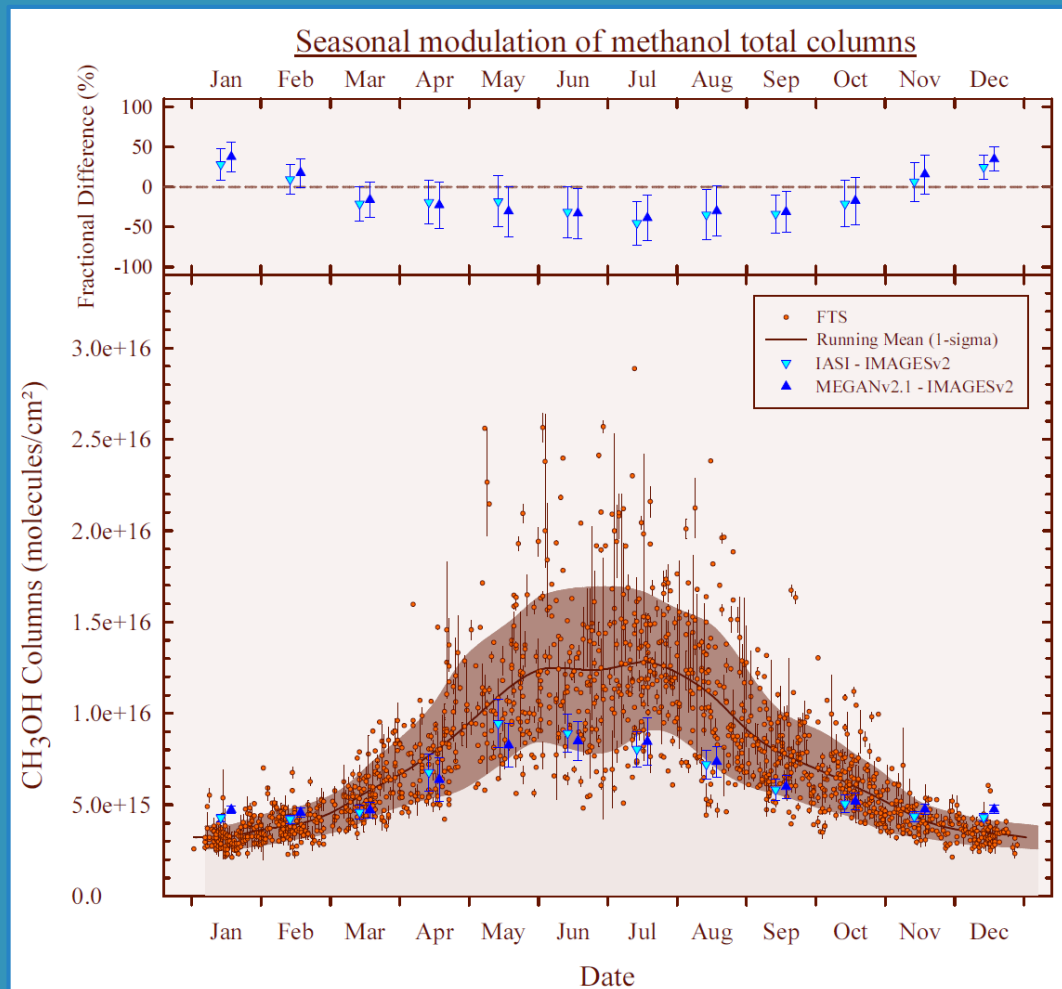


Variation saisonnière $130.1 \pm 1.6\%$

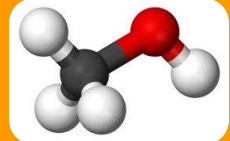
Gradient

[OH]

Océan



Résultats – Colonnes totales



Variation journalière : Résultats préliminaires

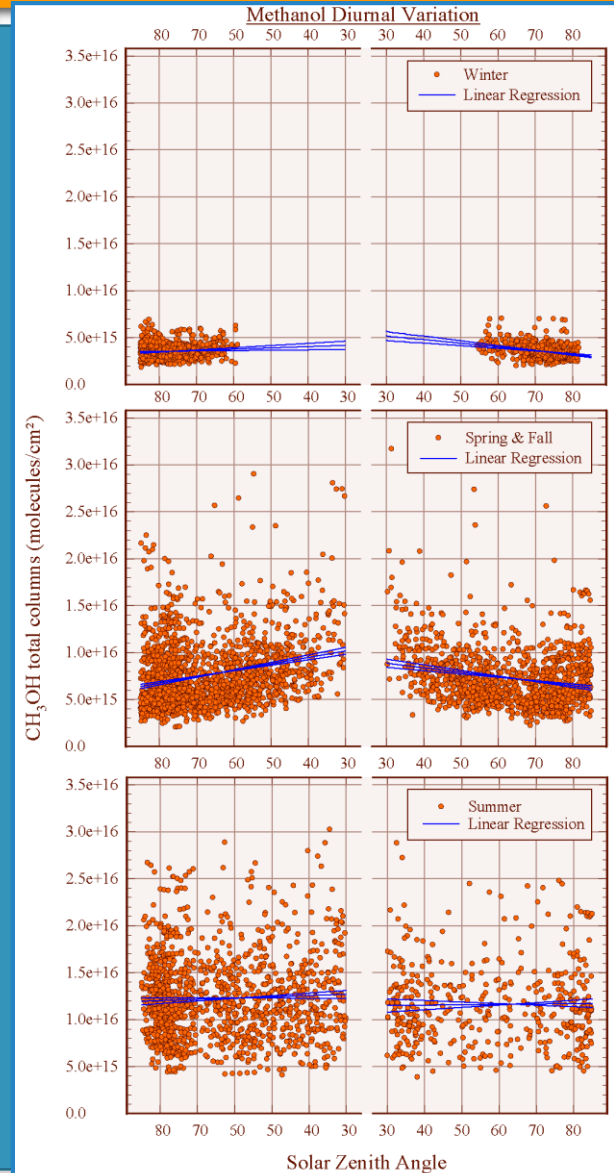
* Hiver

+ 0.4 ± 0.3 %/degré (AM) et - 0.9 ± 0.2 % (PM)

* Printemps/Automne

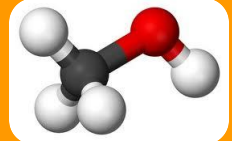
+ 1.1 ± 0.2 % (AM) et - 0.5 ± 0.1 % (PM)

* Variation de l'équilibre entre sources et puits

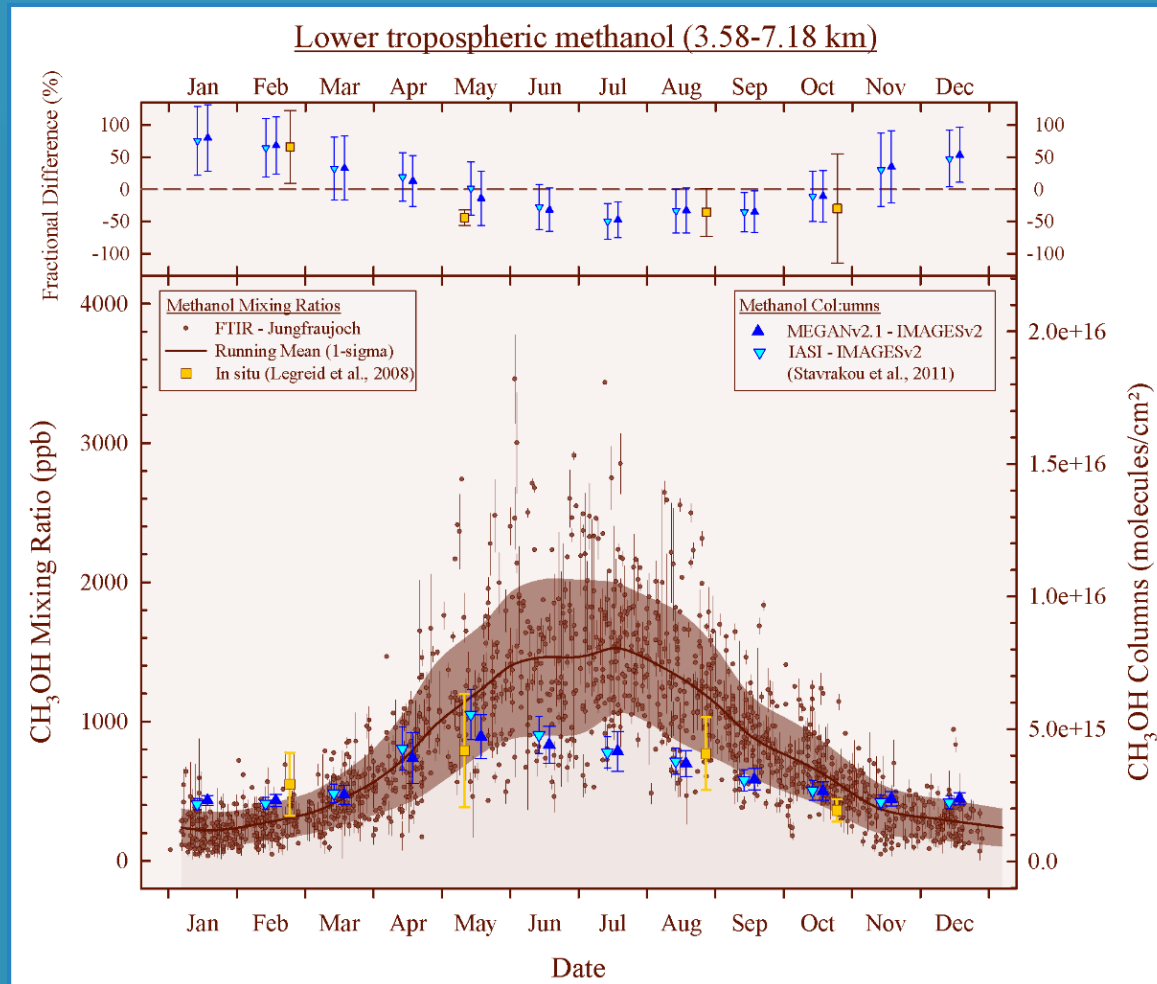


- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- Stratégie
- (4/5) Résultats
- * Ethane
- * Méthane
- * Conclusion

Résultats - LT - 3.58-7.18 km

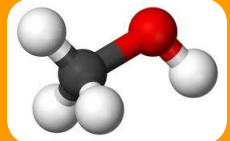


Amplitude : FTIR 168±3% - MEGAN 78±2% - IASI 101±2%

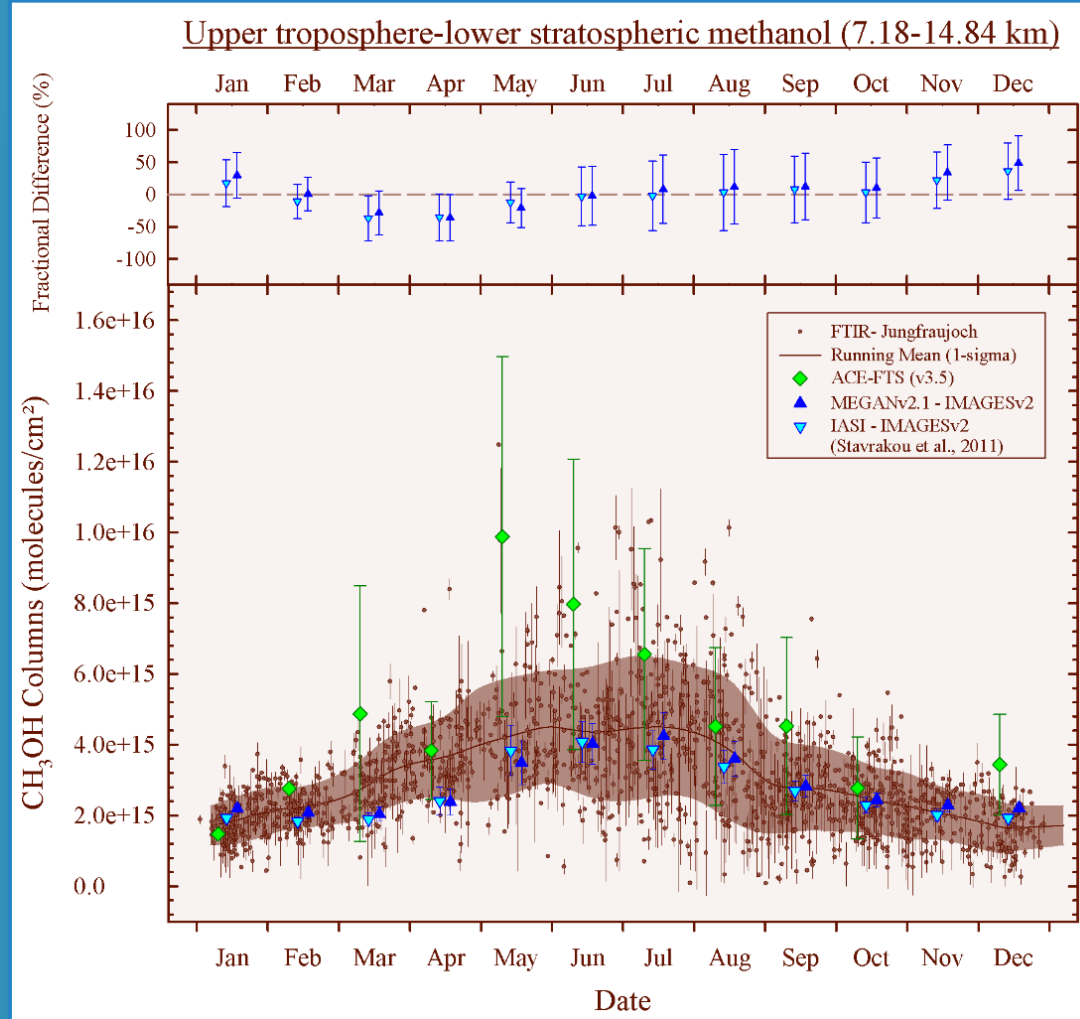


- * CH₄
- C₂H₆
- CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- Stratégie
- (5/5) Résultats
- * Ethane
- * Méthane
- * Conclusion

Résultats – UTLS – 7.18-14.84 km



Amplitude : FTIR 93±2% - MEGAN 82±2% - IASI 92±2%



* CH₄
C₂H₆
CH₃OH

* Jungfrauoch

* Inversion

* Méthanol

Stratégie

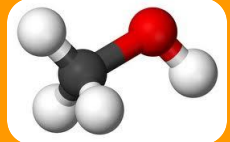
Résultats

* Ethane

* Méthane

* Conclusion

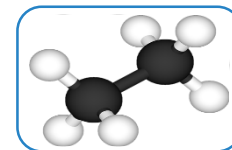
Conclusion



- Grâce à l'amélioration de la stratégie d'inversion, nous pouvons calculer deux colonnes partielles en plus de la colonne totale

LT (3.58-7.18 km) & UTLs (7.18-14.84 km)

- Erreur aléatoire de 5 % et systématique de 7% pour les colonnes totales
- Pas de tendance significative mais un cycle saisonnier de 129.4 %
- Forte variation saisonnière avec un minimum en hiver et un max au début de l'été confirme le rôle de la croissance des plantes sur le bilan du méthanol.
- Augmente durant le matin et diminue l'après-midi
- Meilleures contraintes pour les simulations modèles et mener à une meilleure compréhension du bilan atmosphérique du méthanol.



Éthane – C₂H₆

Retrieval of ethane from ground-based FTIR solar spectra using improved spectroscopy: recent burden increase above Jungfraujoch

B. Franco^{a,*}, W. Bader^a, G. C. Toon^b, C. Bray^c, A. Perrin^d, E. V. Fischer^e, K. Sudo^{f,g},
C. D. Boone^h, B. Bovy^a, B. Lejeune^a, C. Servais^a, E. Mahieu^a

^a*Institute of Astrophysics and Geophysics, University of Liège, B-4000 Liège (Sart-Tilman), Belgium*

^b*Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena California, 91109, USA*

^c*CEA, DEN, DPC, F-91191 Gif-sur-Yvette, France*

^d*Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA-UMR7583) CNRS, Universités Paris Est Créteil and Paris 7 Diderot, F-94010 Créteil cedex, France*

^e*Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, CO USA*

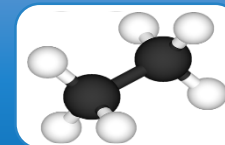
^f*Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Nagoya, Japan*

^g*Department of Environmental Geochronal Cycle Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokohama, Japan*

^h*Department of Chemistry, University of Waterloo, Ontario, Canada*

- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH

Stratégie d'inversion - Spectroscopie



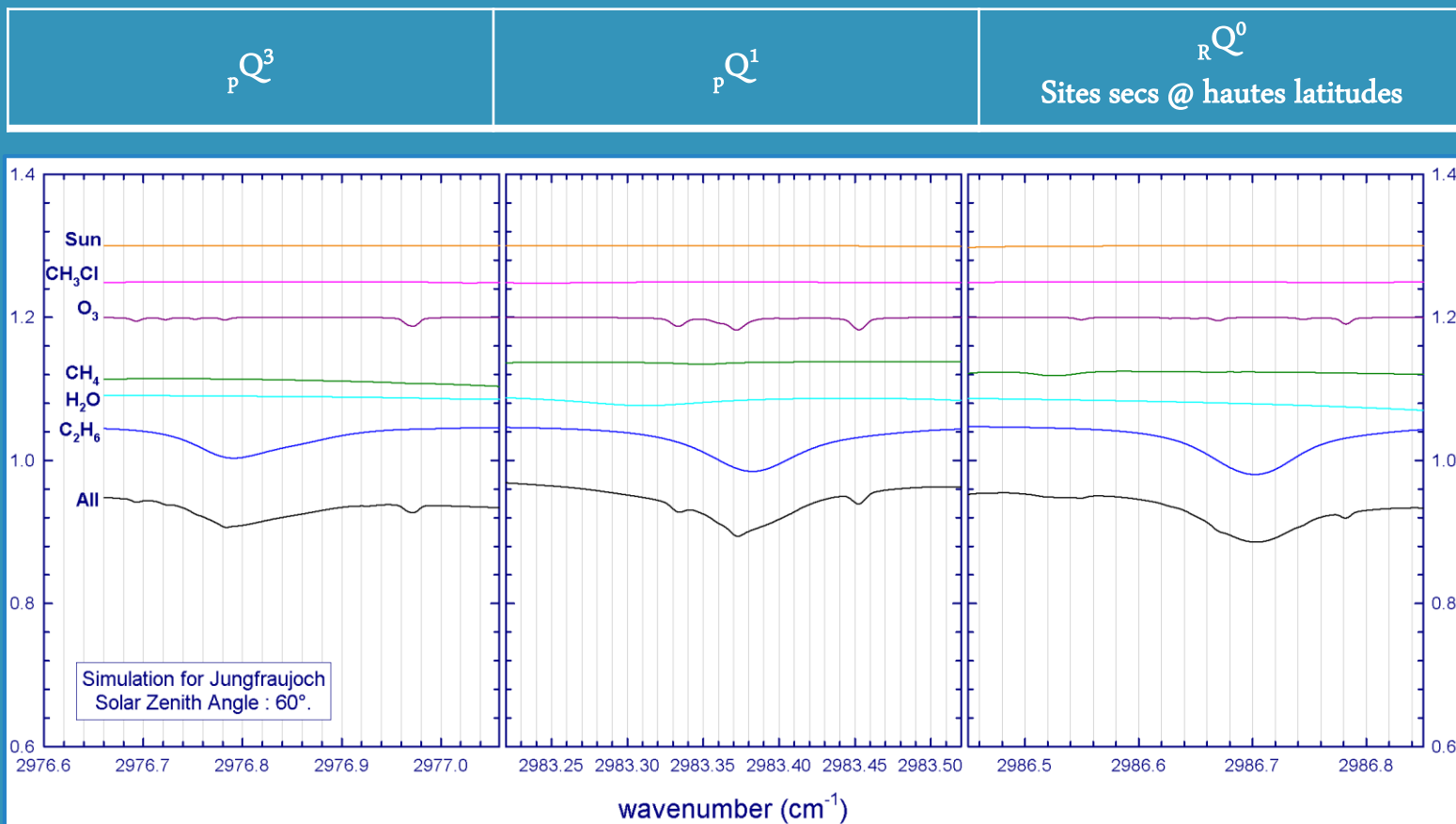
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane

(1/2) Stratégie
Résultats

- * Méthane

- * Conclusion

Bande d'élongation C-H



- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH

* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

* Ethane

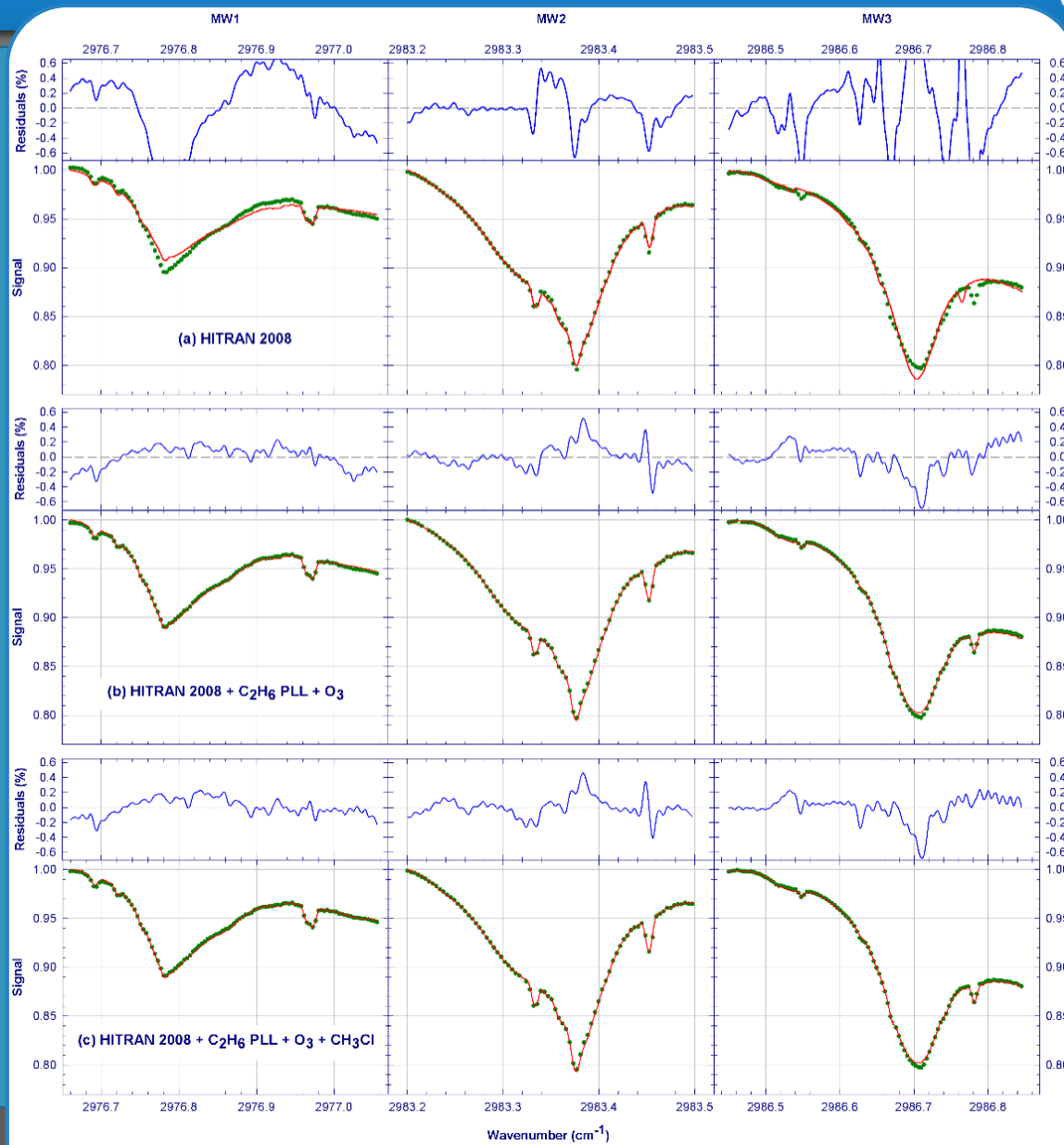
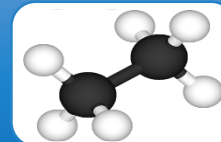
(2/2) Stratégie

Résultats

* Méthane

* Conclusion

Stratégie d'inversion - Spectroscopie



* CH₄
* C₂H₆
* CH₃OH

* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

* Ethane

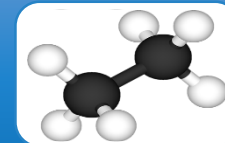
Stratégie

(1/3) Résultats

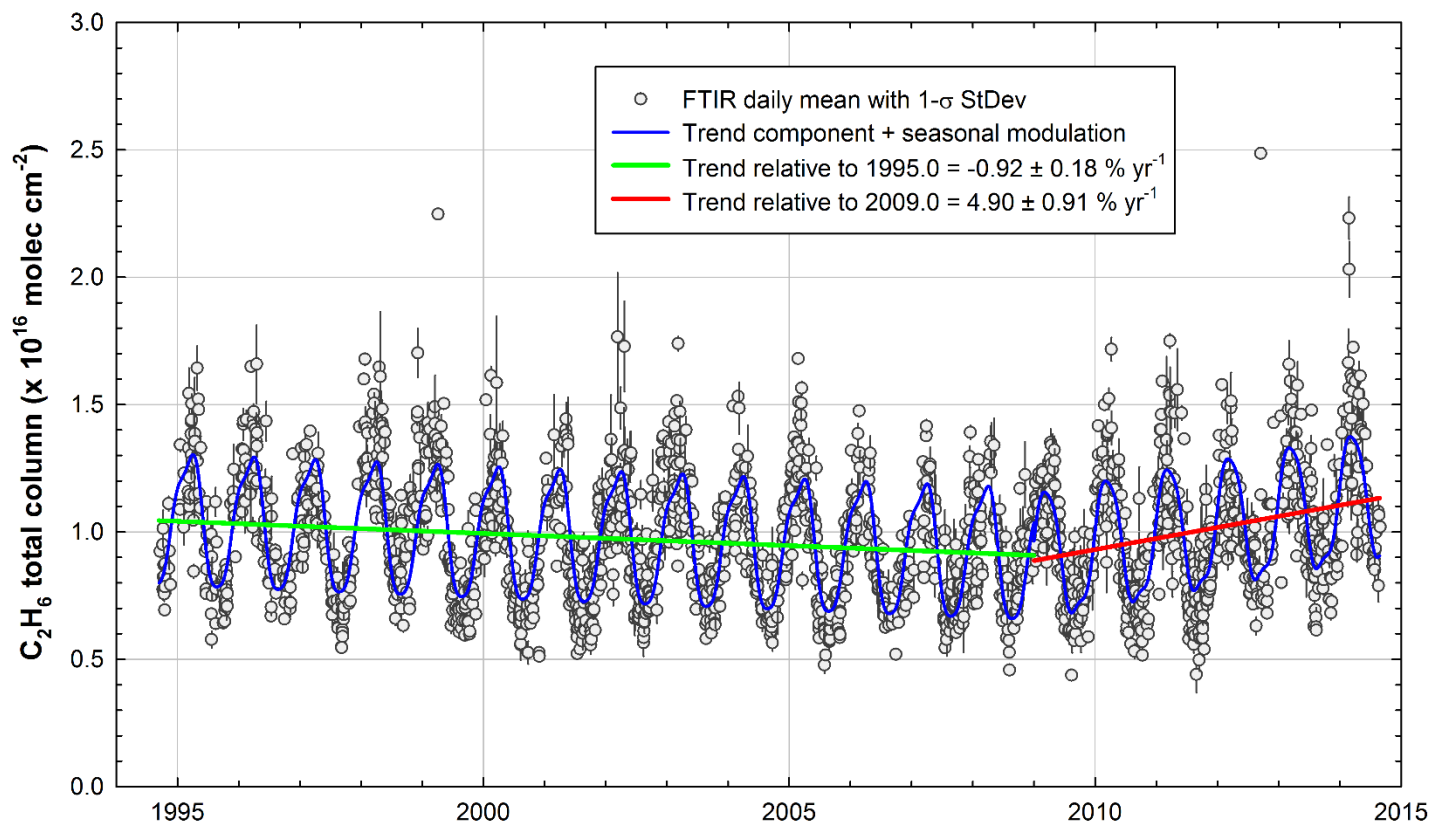
* Méthane

* Conclusion

Résultats - FTIR

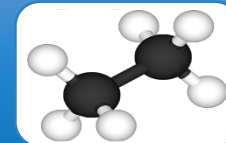


C₂H₆ FTIR time series at Jungfraujoch



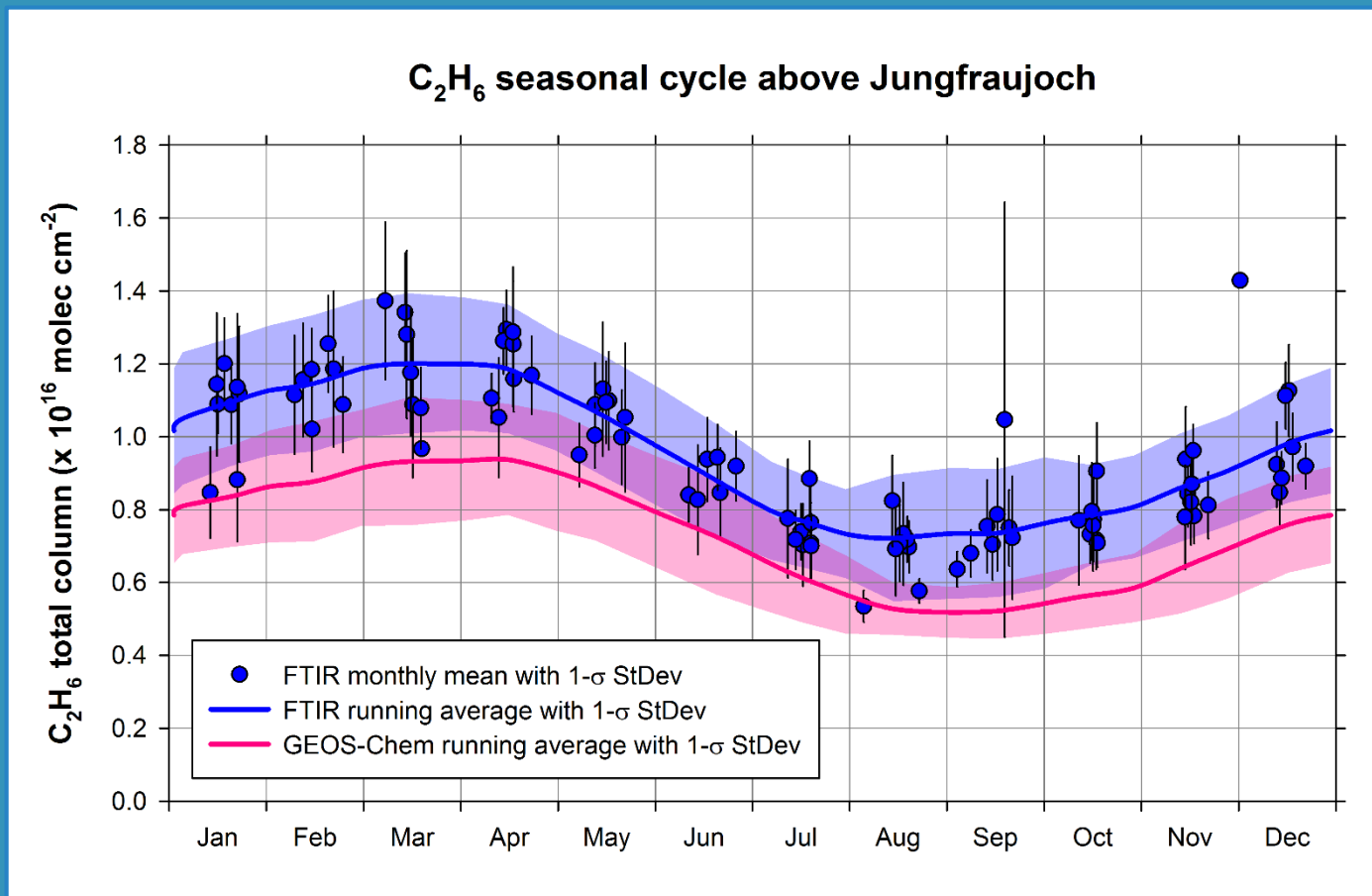
- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- Stratégie
- (2/3) Résultats
- * Méthane
- * Conclusion

Résultats – FTIR vs. GEOS-CHEM

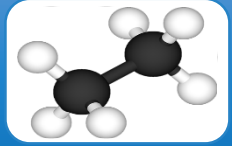


Cycle saisonnier : FTIR 50.4% - GEOS-CHEM 57.3%

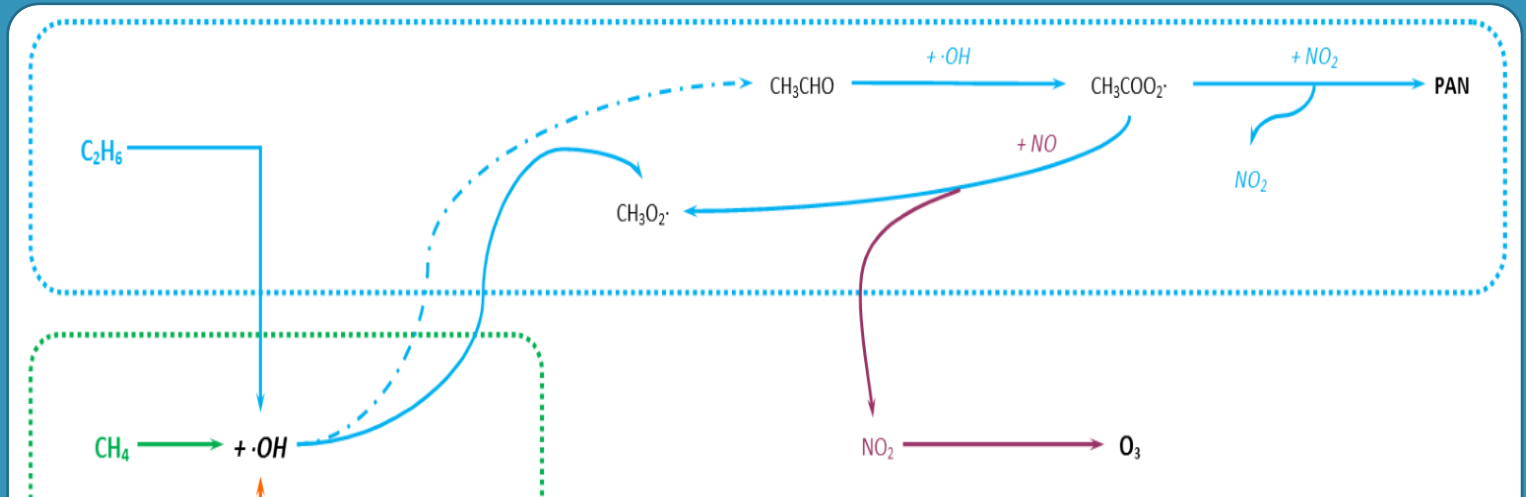
Biais systématique : $-26.7 \pm 16.5\%$



Conclusions et perspectives



Chimie atmosphérique : HO_x, NO_x, O₃...

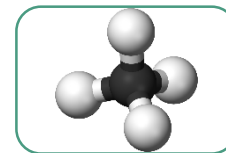


FTIR + ACE-FTS + GEOS-CHEM

Identifier la cause de la récente augmentation

Evaluer l'ampleur des émissions requises pour reproduire les changements observés

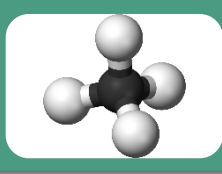
- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- Stratégie
- (3/3) Résultats
- * Méthane
- * Conclusion



Méthane – CH₄
travail en cours...

- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- * Méthane
- Stratégie
- Résultats
- * Conclusion

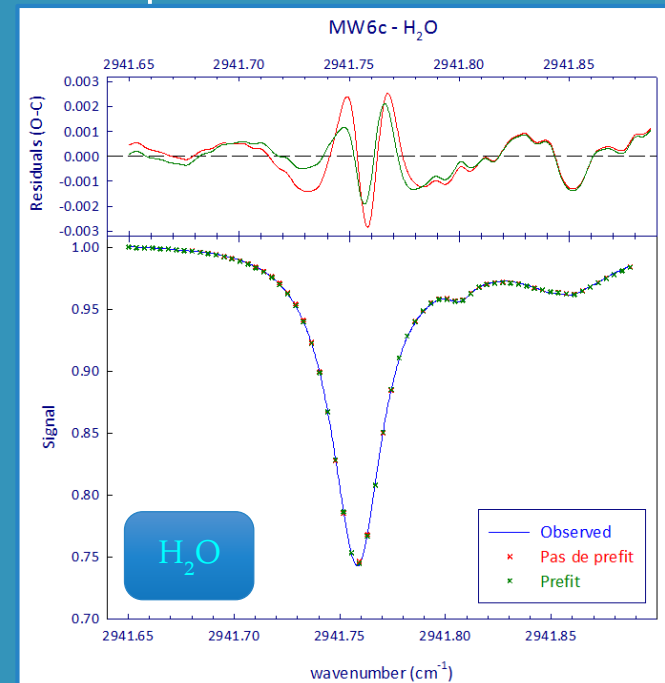
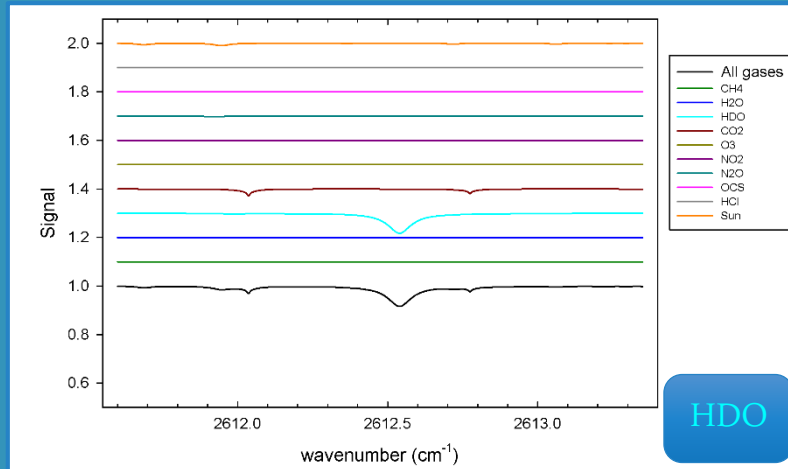
Stratégie d'inversion



Amélioration de la stratégie d'inversion du CH₄ pour le Jungfraujoch

1. Deux fenêtres dédiées à l'eau (H₂O et HDO)
2. Pre-fit de l'eau

Ajustement des profils de H₂O et HDO => a priori



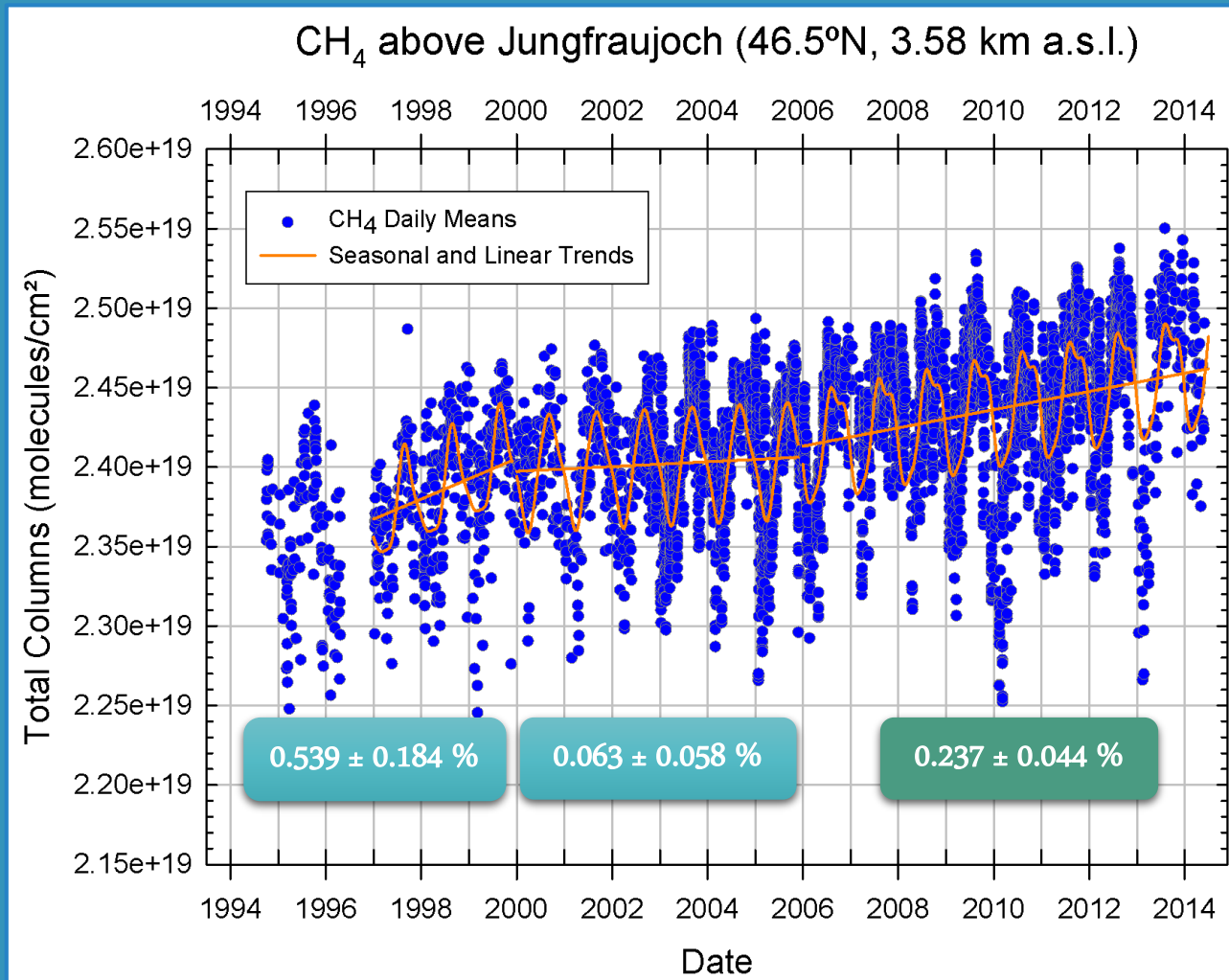
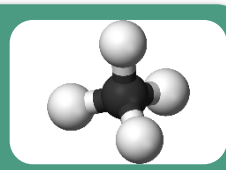
- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH

- * Jungfrauoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- * Méthane

Stratégie
(1/9) Résultats

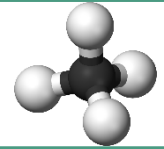
- * Conclusion

Résultats - FTIR



* CH₄
C₂H₆
CH₃OH
* Jungfraujoch
* Inversion
* Méthanol
* Ethane
* Méthane
Stratégie
(2/9) Résultats
* Conclusion

Résultats - Simulation tagguée



GEOS-CHEM MODEL V9-02

2X2.5 & 47 niveaux verticaux

Pas temporel de 3 heures

GEOS5

GFED3

OH_v5-07-08

EDGAR v4.2 (2004-2008)

Simulation de 2005 à 2013 (Mai)

K. Wecht et al., 2014

11 traceurs représentant la contribution de chaque source (et un puit)
d'émission au methane total

Traceurs

- 1- Total
- 2- Exploitations de gaz et pétrole
- 3- Exploitation du charbon
- 4- Bétail
- 5- Déchêts et décharges
- 6- Consommation, production et transport de biocombustibles
- 7- Rizières
- 8- Combustion de la biomasse
- 9- Marécages
- 10- Autres émissions naturelles
- 11- Autres émissions anthropogéniques
- 12- Absorption par les sols

* CH₄
C₂H₆
CH₃OH

* Jungfrauoch

* Inversion

* Méthanol

* Ethane

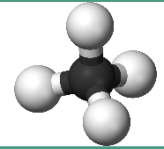
* Méthane

Stratégie

(3/9)Résultats

* Conclusion

Résultats – Stations



Insérer carte !

Thule : 76.52°N, 291.23°E, 225 m

Jungfrauoch : 46.5°N, 8.0°E, 3585 m

Toronto : 43.66 °N, 79.4°W, 174 m

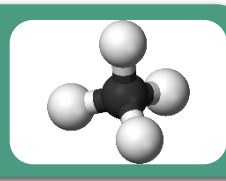
Tsukuba : 36.5°N, 140.12°E, 31 m

Reunion Island : 20.9°S, 55.5°E, 10 m

Lauder : 45.04°S, 169.7°E, 370 m

- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- * Méthane
- Stratégie
- (4/9)Résultats
- * Conclusion

Résultats – FTIR vs. GEOS-CHEM



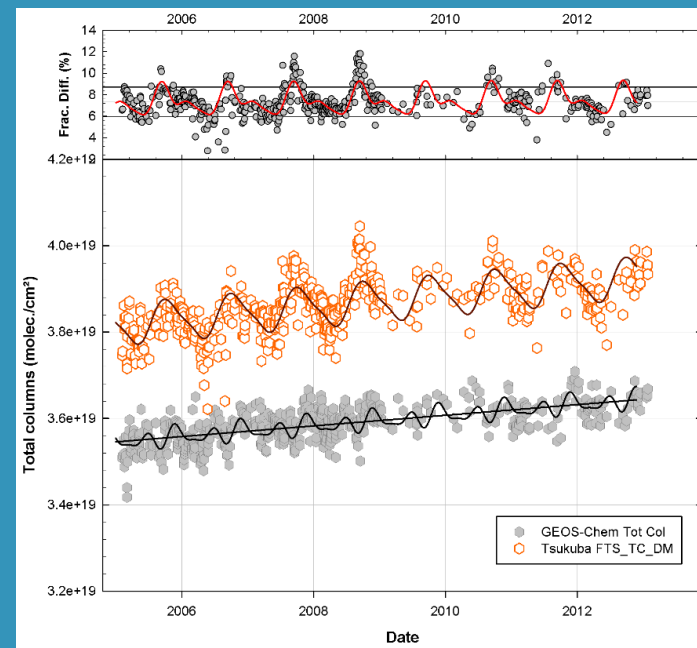
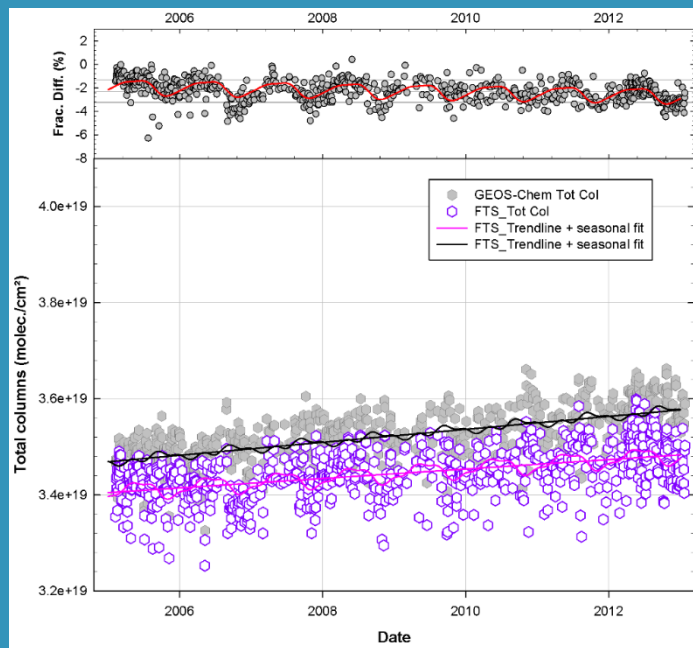
Difference : de -1.2 ± 2.3 à 7.3 ± 1.4 %
 Err. systématique : $<5\%$ Sussmann (2011)

1. Accord ! (Tsukuba)

FTIR : 0.36 ± 0.04 %/an

GEOS-CHEM : 0.35 ± 0.03 %/an

Carte
Lauder & Tsukuba



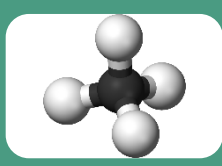
* CH₄
 * C₂H₆
 * CH₃OH

* Jungfrauoch
 * Inversion
 * Méthanol
 * Ethane
 * Méthane

Stratégie
 (5/9)Résultats

* Conclusion

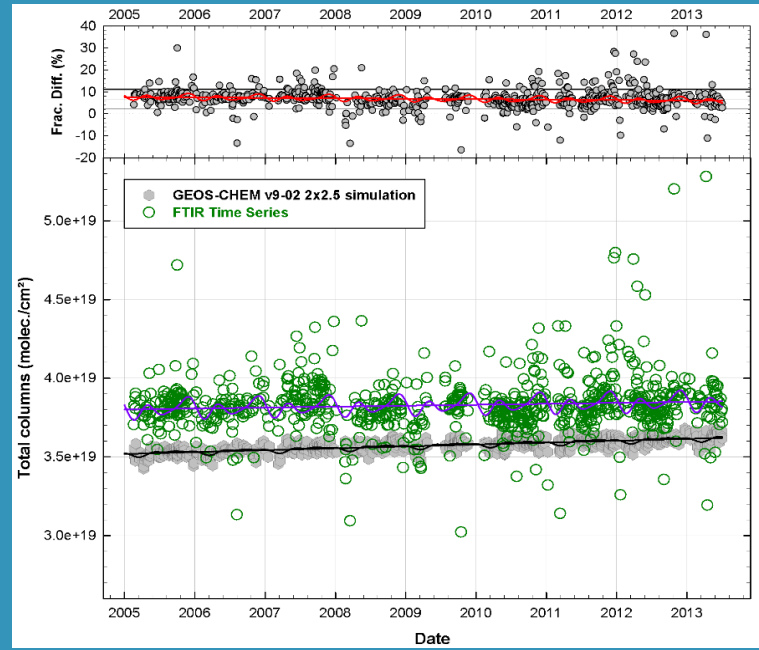
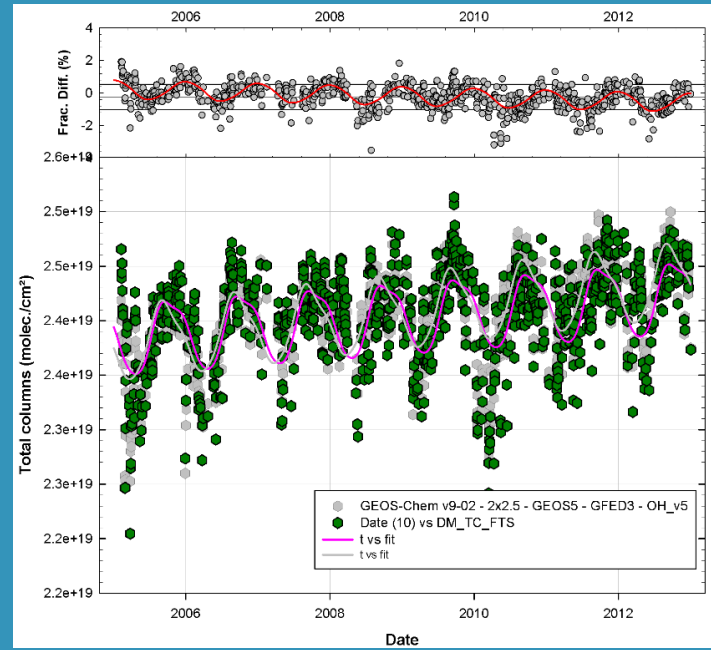
Résultats – FTIR vs. GEOS-CHEM



2. Sur-estimation

(%/an)	FTIR	GC
Jungfrauoch	0.21 ± 0.04	0.31 ± 0.03
Toronto	0.16 ± 0.13	0.34 ± 0.02
Lauder	0.29 ± 0.04	0.38 ± 0.03

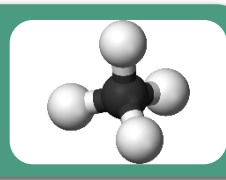
Carte
 Jungfrauoch & Toronto



- * CH₄
 - * C₂H₆
 - * CH₃OH
 - * Jungfraujoch
 - * Inversion
 - * Méthanol
 - * Ethane
 - * Méthane
- Stratégie
(6/9)Résultats

* Conclusion

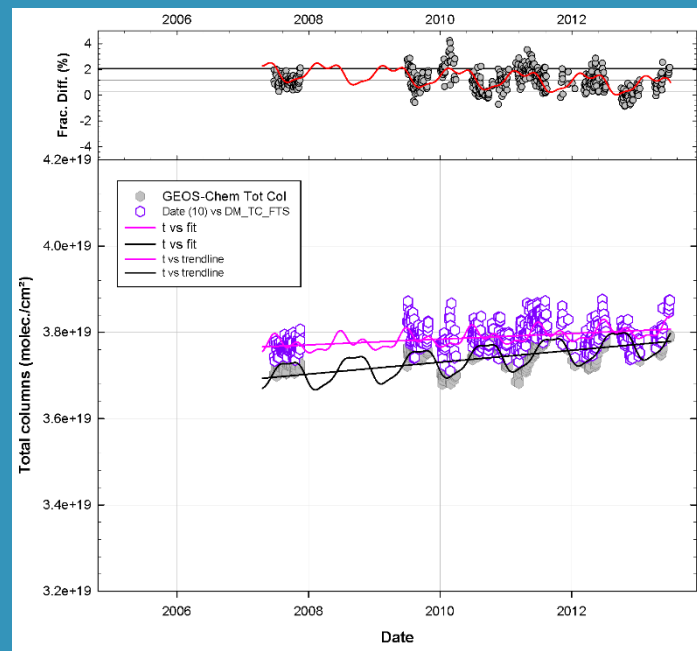
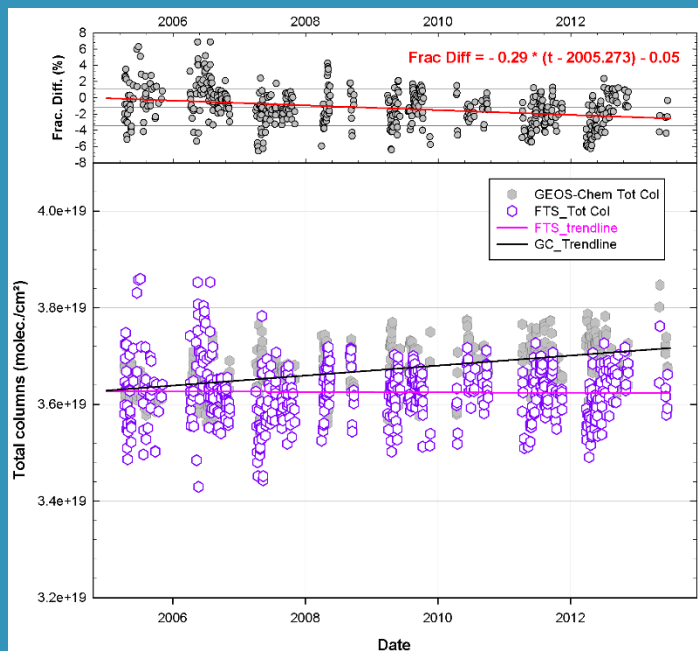
Résultats – FTIR vs. GEOS-CHEM



3. Tendance + vs. Stable

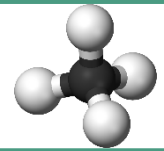
(%/an)	FTIR	GC
Thule	-0.01 ± 0.06	0.29 ± 0.04
Reunion	-0.07 ± 0.09	0.34 ± 0.04

Carte
Thule & Reunion

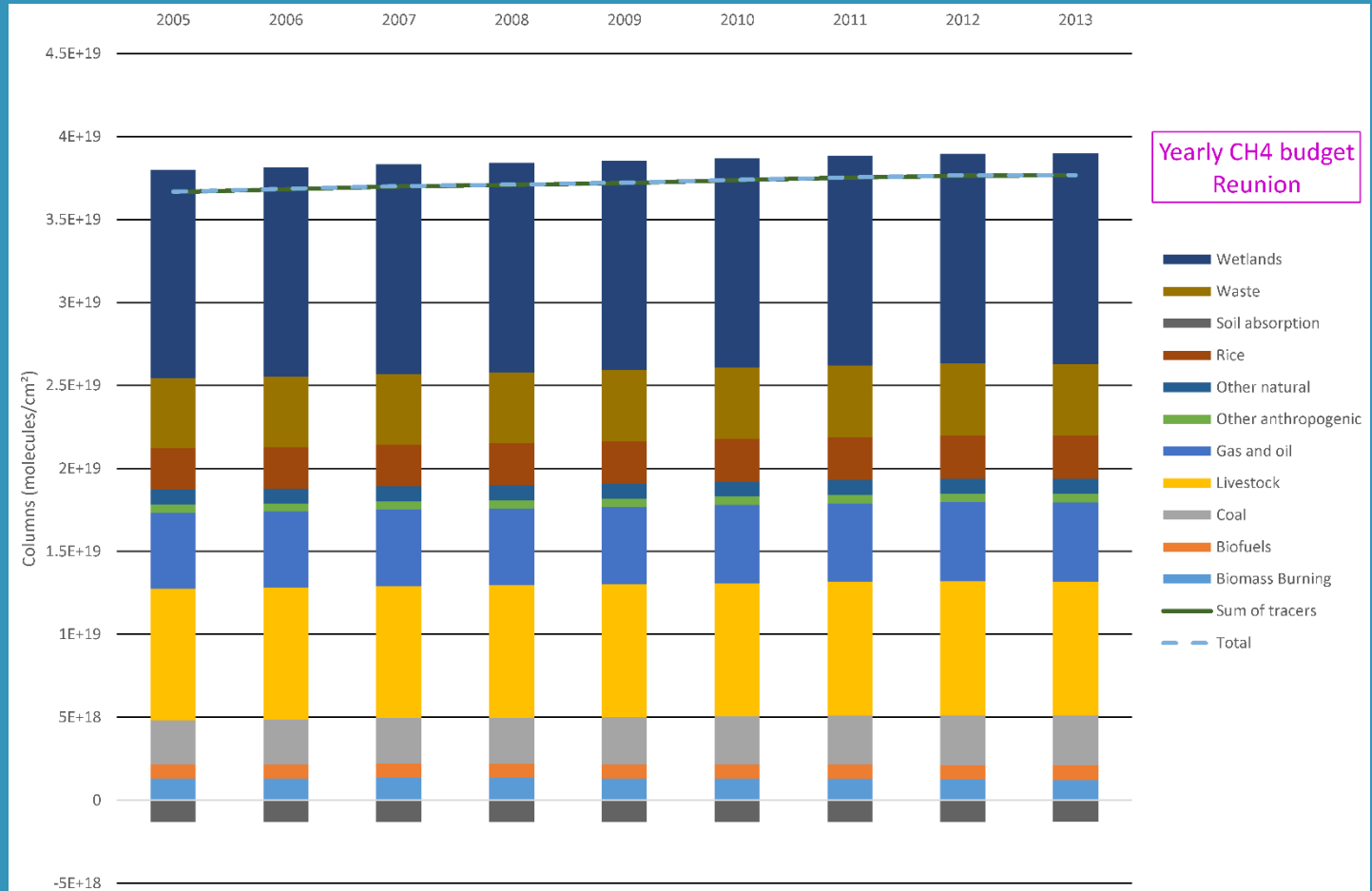


- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- * Méthane
- Stratégie
- (7/9)Résultats
- * Conclusion

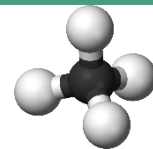
Résultats – Analyse des traceurs



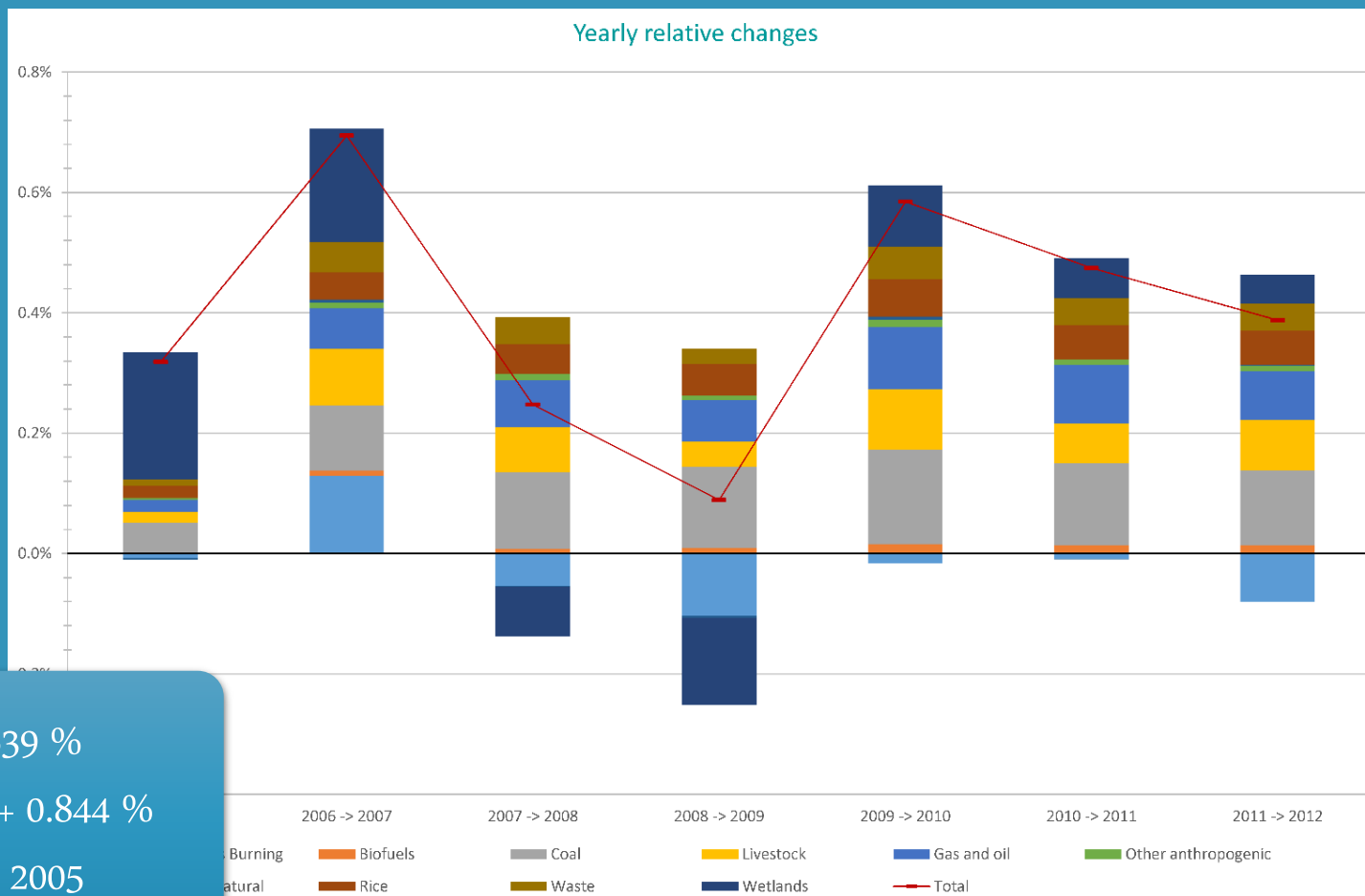
Ordre de grandeur de 10¹⁷ à 10¹⁹.



Résultats – Analyse des traceurs



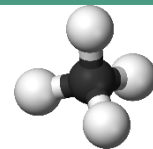
$$\text{Changement Relatif Annuel} = \frac{\text{tracer}^{\text{year } n} - \text{tracer}^{\text{(year } n-1)}}{\text{CH}_4^{\text{tot year } (n-1)}}$$



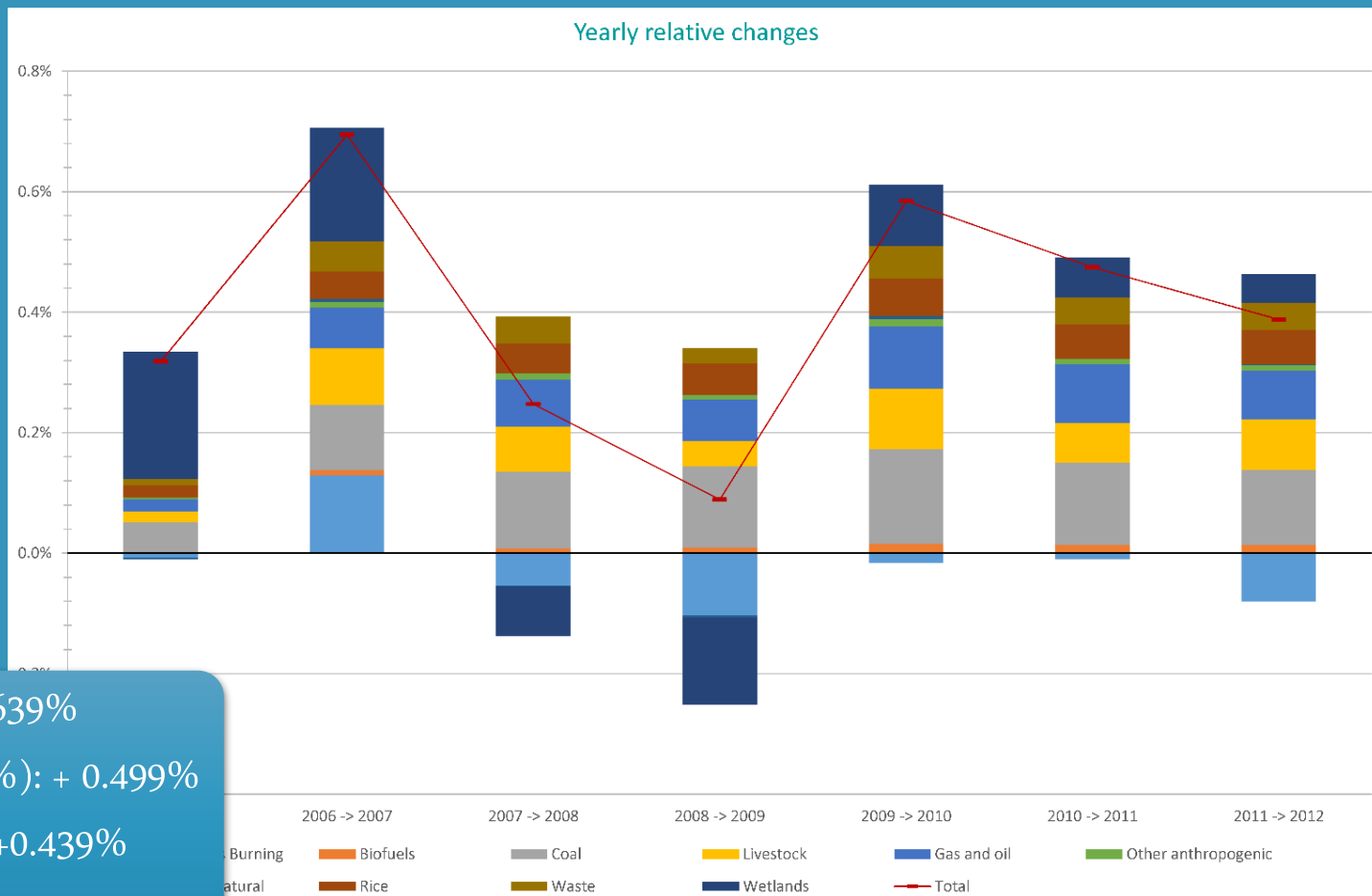
- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- * Méthane
- Stratégie
- (8/9) Résultats
- * Conclusion

CH₄ : + 2.639 %
 Charbon (7%): + 0.844 %
 <1/3 depuis 2005

Résultats – Analyse des traceurs



$$\text{Changement Relatif Annuel} = \frac{\text{tracer}^{\text{year } n} - \text{tracer}^{\text{(year } n-1)}}{\text{CH}_4^{\text{tot year } (n-1)}}$$



CH4 : + 2.639%

Gaz et pétrole (13%): + 0.499%

Bétail (22%): +0.439%

<1/5 depuis 2005

- * CH₄
- * C₂H₆
- * CH₃OH
- * Jungfraujoch
- * Inversion
- * Méthanol
- * Ethane
- * Méthane
- Stratégie
- (8/9)Résultats
- * Conclusion

* CH₄
C₂H₆
CH₃OH

* Jungfraujoch

* Inversion

* Méthanol

* Ethane

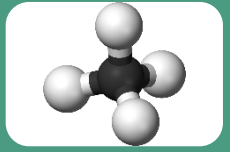
* Méthane

Stratégie

(9/9)Résultats

* Conclusion

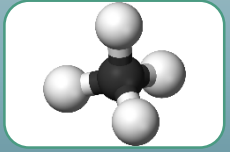
Résultats – Analyse des traceurs



? On observe un ralentissement dans l'augmentation en 2010 uniquement dans l'hémisphère Nord

? Contribution positives et négatives d'une année à l'autre => contribue à la variation interannuelle plus qu'à l'augmentation à long-terme (Kirschke et al., 2013)

=> Constat



- **Méthanol** : optimisation d'une stratégie d'inversion de CH₃OH + Comparaison à des mesures in situ et des données modèles PUBLIÉ
- **Éthane** : Publication de la stratégie d'observation optimisée grâce à de nouveaux paramètres spectroscopiques (JQSRT) + constat de l'augmentation de C₂H₆ depuis 2009 lié aux exploitations de gaz de schistes => étude multi-site plus poussée avec comparaison avec modèle GEOS-Chem comprenant des émissions mises à jour
- **Méthane** : Stratégie d'inversion
- **Méthane** : Quantifier la part de méthane provenant de chacune de ses sources au-dessus d'une station précise. L'objectif de l'analyse des résultats du modèle GEOS-CHEM étant d'identifier globalement la ou les cause(s) de la récente augmentation de méthane depuis 2005-2006 grâce à une étude multi-sites.

Merci de votre écoute !

