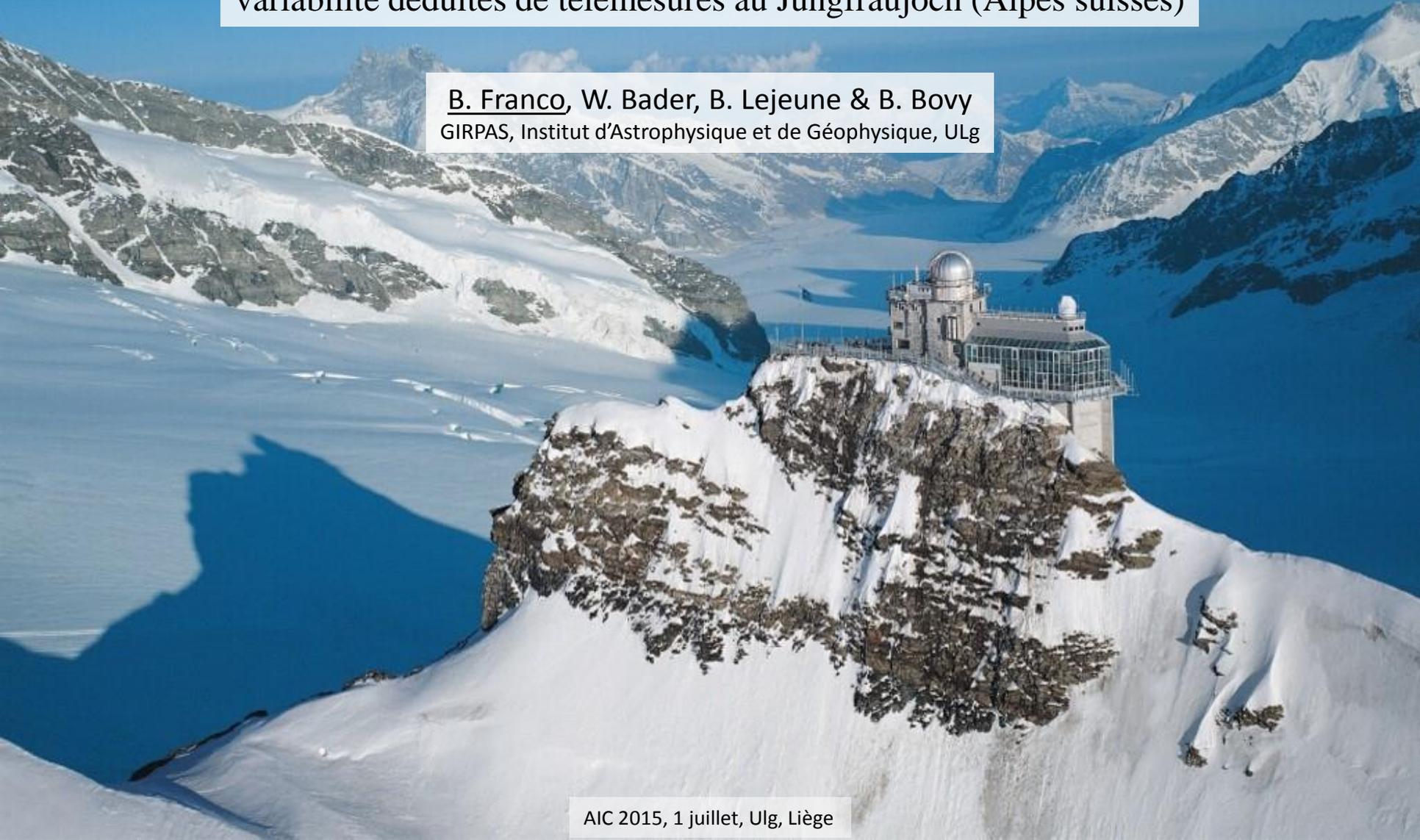


Gaz à effet de serre indirect et qualité de l'air aux latitudes moyennes de l'hémisphère nord : tendances à long terme et variabilité déduites de télémessures au Jungfraujoch (Alpes suisses)

B. Franco, W. Bader, B. Lejeune & B. Bovy
GIRPAS, Institut d'Astrophysique et de Géophysique, ULg

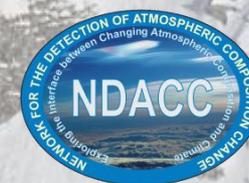


Surveillance de la composition chimique de l'atmosphère

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



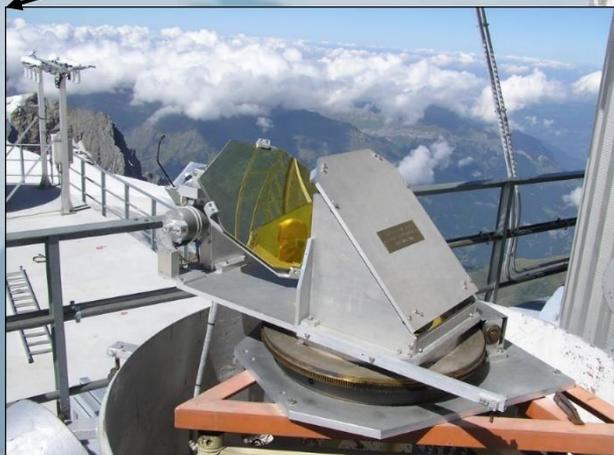
=> 1991. Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC)



Composition chimique de l'atmosphère libre au-dessus de l'Europe continentale

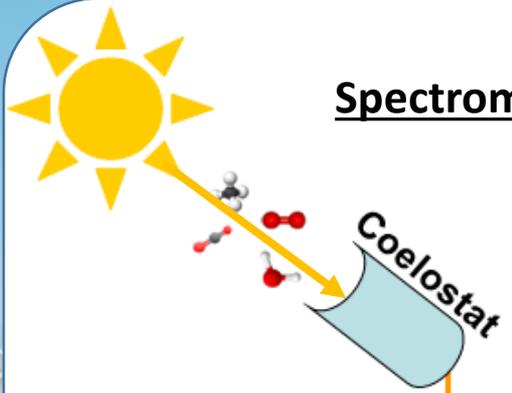
- Spectromètres Infrarouges à transformée de Fourier (FTIR)
- Observations ininterrompues depuis 1984 (plus longue série temporelle FTIR !!!)
- Très faible pollution locale + très faible humidité

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

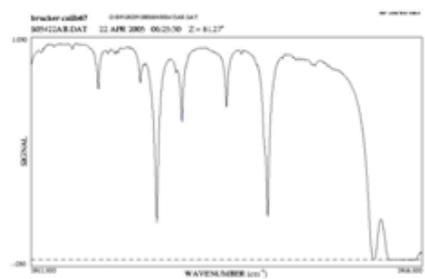


Spectromètre infrarouge à transformée de Fourier

=> Observations par temps « clair »

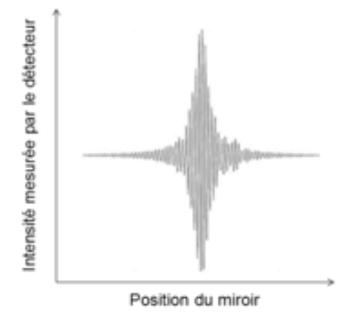


= mesure « indirecte » de l'abondance du gaz cible



Spectre d'absorption solaire

Transformée de Fourier



Interférogramme

Détecteur

Spectre infrarouge
d'absorption solaire

inversion

Abondance et distribution
verticale du gaz cible

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

Modèle Direct (SFIT-2 v 3.91)

Paramètres
Spectroscopiques

Modèle Atmosphérique

~ 39 couches (de 3.95 à 85km)

~ profils p-T journaliers (NCEP)

~ profils *volume mixing ratio* a priori

Spectre Synthétique

Spectre enregistré (FTIR)

Résidus Minimum

NO

YES

Pour plus d'infos

E. Mahieu, demain, 11h10

→ Profils vmr

→ Colonnes Totale/partielle (molecules/cm²)

≈ 30 gaz cibles (troposphériques et stratosphériques) extraits des spectres IR
+ d'autres espèces en développement...

Etudes récentes au GIRPAS => espèces troposphériques

- Espèces réactives (« short-lived »)
- Affectent la qualité de l'air (précurseurs d'O₃ troposphérique)
- Affectent la capacité oxydante de l'atmosphère (effet de serre indirect)

- 
- | | |
|---|-----------------------------|
| - Méthanol (CH ₃ OH) | -> Bader et al. (2014) |
| - Ethane (C ₂ H ₆) | -> Franco et al. (2015a, b) |
| - Formaldéhyde (HCHO) | -> Franco et al. (2015c, d) |
| - Oxysulfure de carbone (OCS) | -> Lejeune et al. (2015) |

Etudes récentes au GIRPAS => espèces troposphériques

- Espèces réactives (« short-lived »)
- Affectent la qualité de l'air (précurseurs d'O₃ troposphérique)
- Affectent la capacité oxydante de l'atmosphère (effet de serre indirect)

- 
- | | |
|---|-----------------------------|
| - Méthanol (CH ₃ OH) | -> Bader et al. (2014) |
| - Ethane (C ₂ H ₆) | -> Franco et al. (2015a, b) |
| - Formaldéhyde (HCHO) | -> Franco et al. (2015c, d) |
| - Oxysulfure de carbone (OCS) | -> Lejeune et al. (2015) |



Aide à l'interprétation



Aide à la validation

Modèle GEOS-Chem

- Modèle eulérien global 3-D de transport chimique
- Champs météorologiques assimilés GEOS du NASA GMAO
- Simulation standard : > 100 espèces et ≈250 réactions chimiques
- + simulations « taguées » (CH₄, CO, etc.)

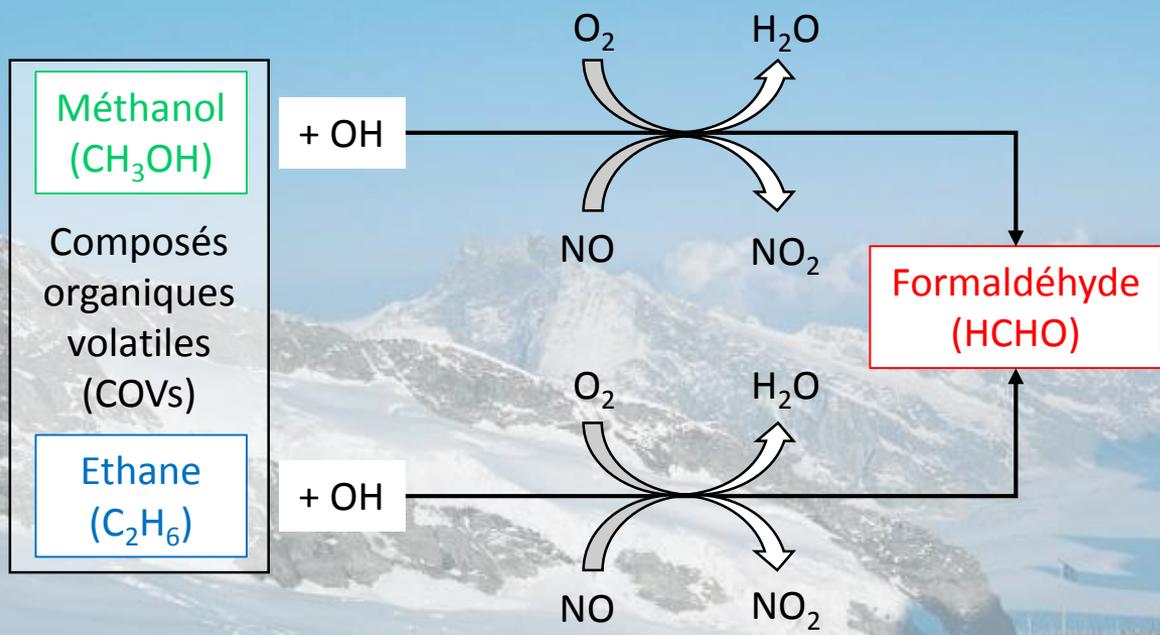
Méthanol
(CH_3OH)

Composés
organiques
volatiles
(COVs)

Ethane
(C_2H_6)



2. Un peu de chimie atmosphérique...

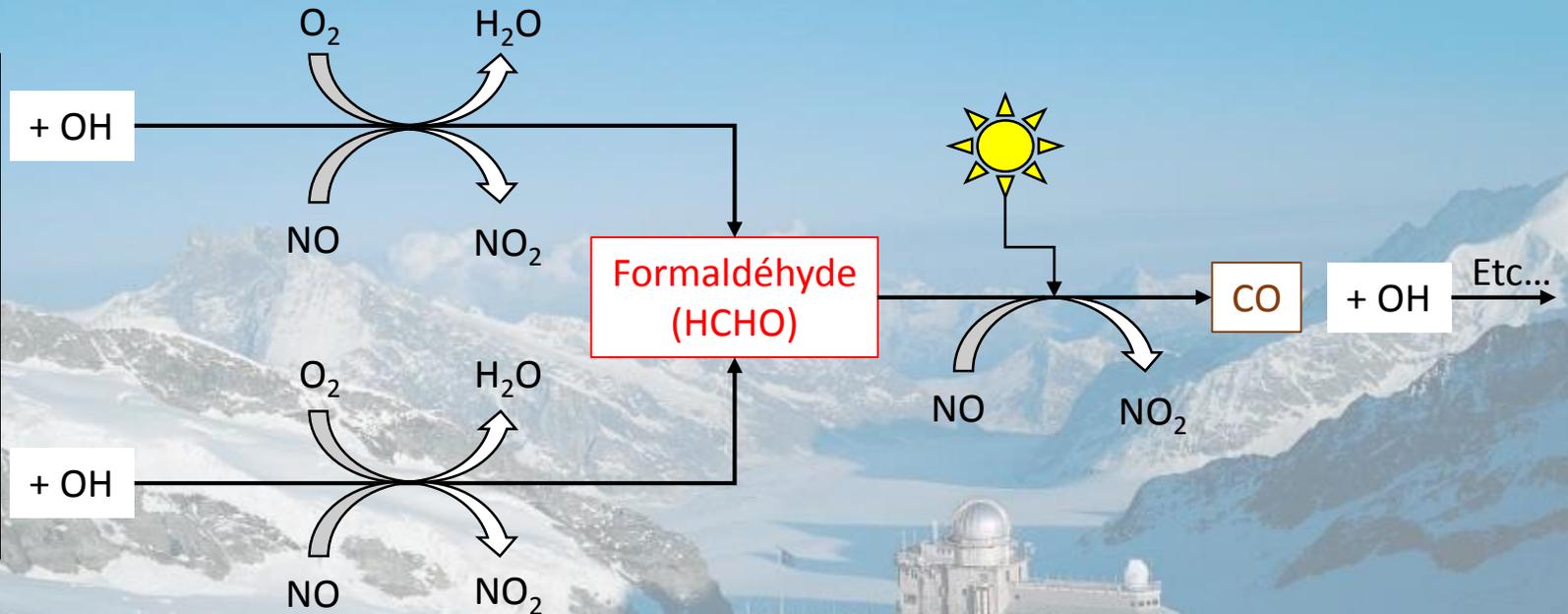


2. Un peu de chimie atmosphérique...

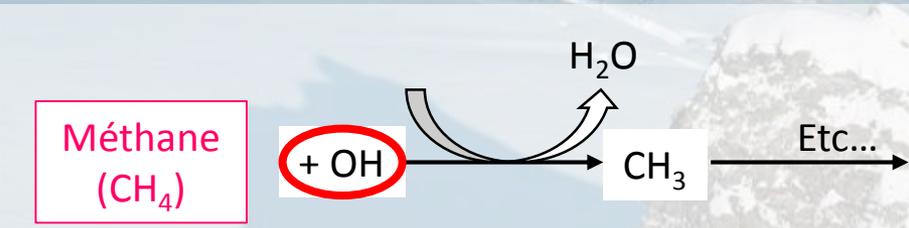
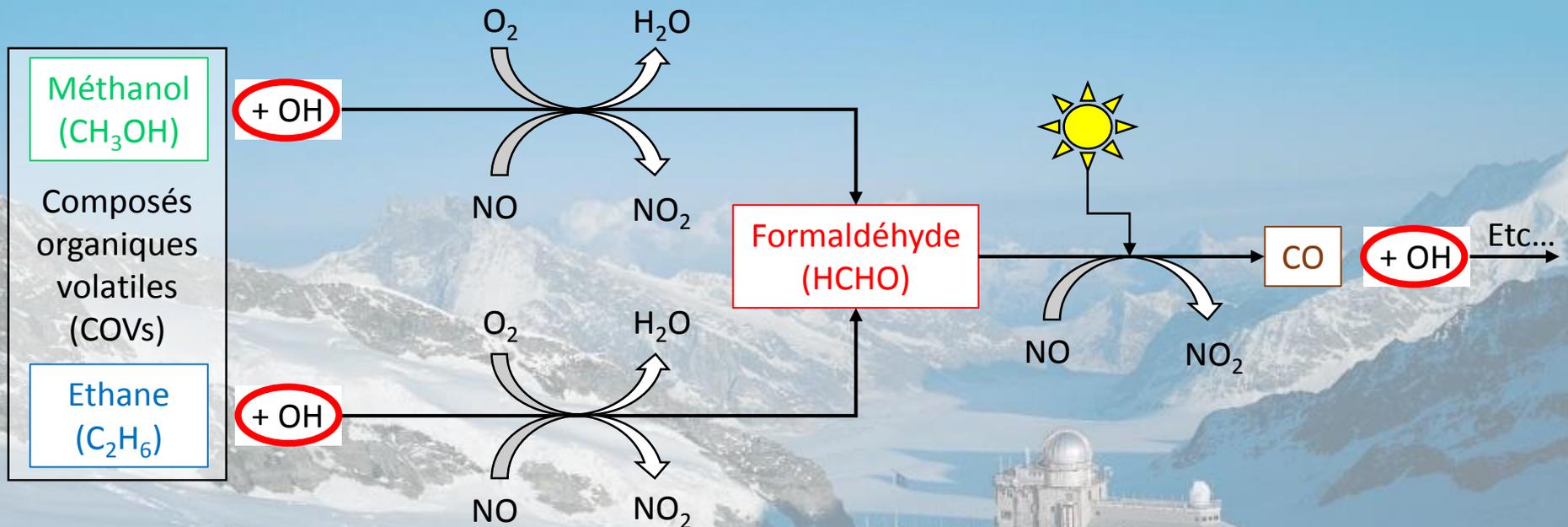
Méthanol
(CH_3OH)

Composés organiques volatiles (COVs)

Ethane
(C_2H_6)

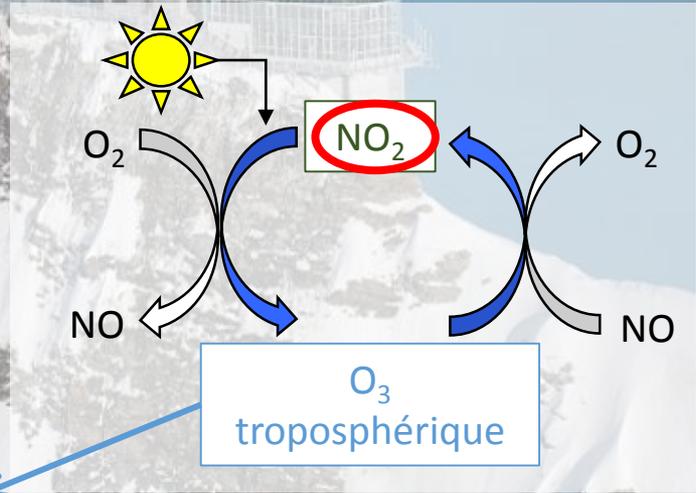
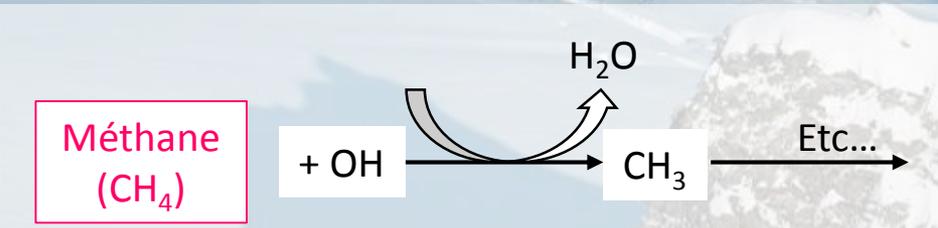
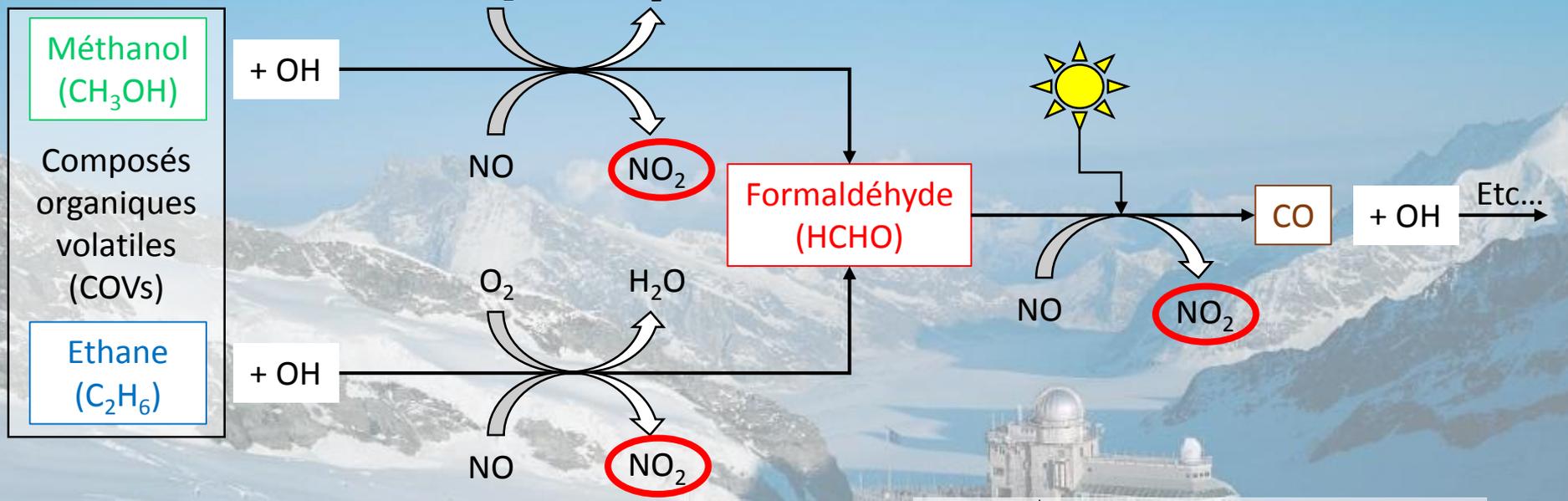


2. Un peu de chimie atmosphérique...



- Important gaz à effet de serre (durée de vie de 12 ans)
- Potentiel de réchauffement global à 100 ans **23 fois** plus élevé que le CO₂

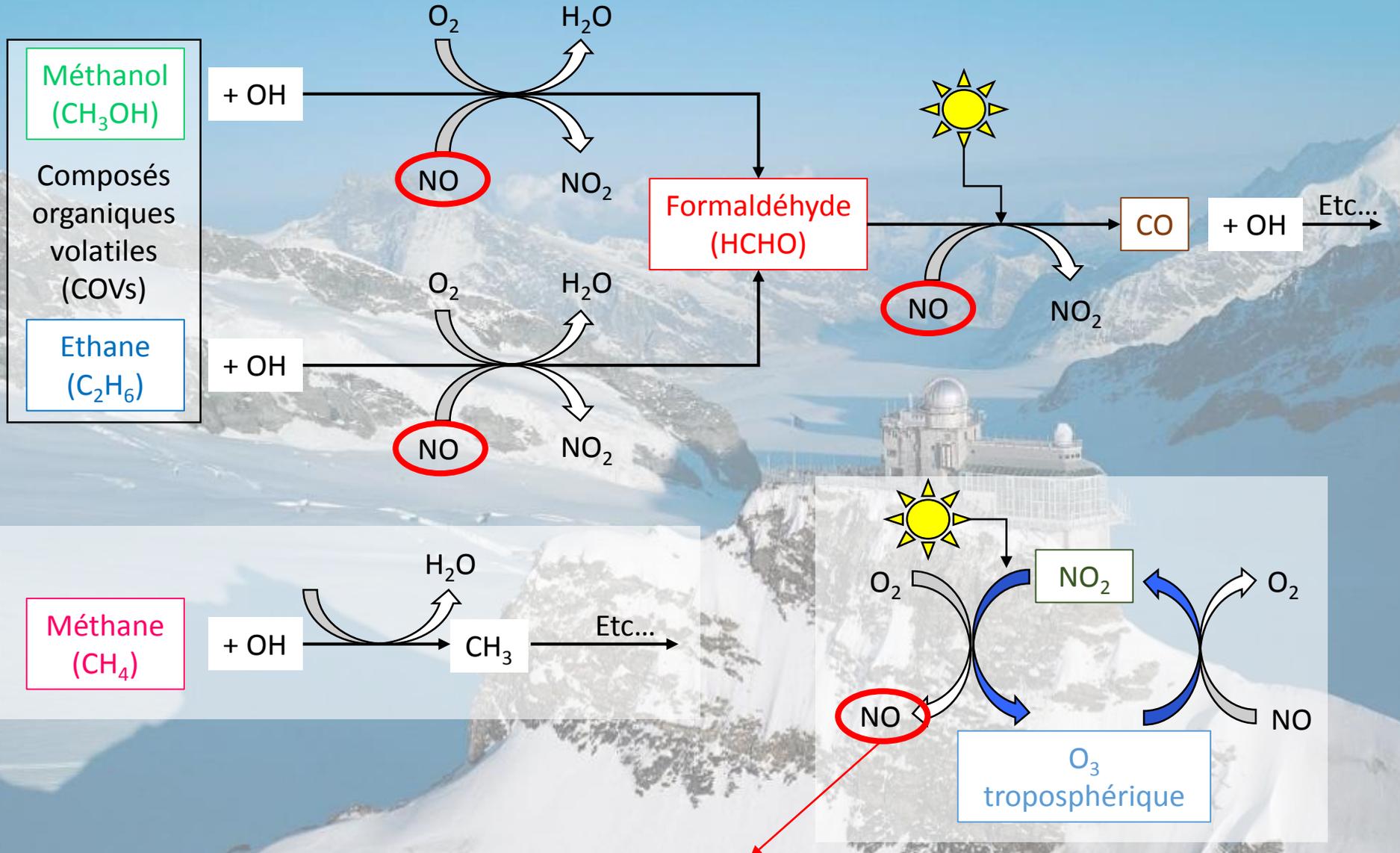
2. Un peu de chimie atmosphérique...



« Pollution » à l'ozone :

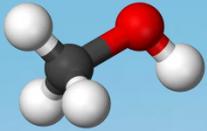
- Santé humaine (asthme,...)
- Ecosystèmes

2. Un peu de chimie atmosphérique...



Catalyseur auto-régénéré pour l'oxydation des COVs

3.1 Méthanol (CH₃OH)

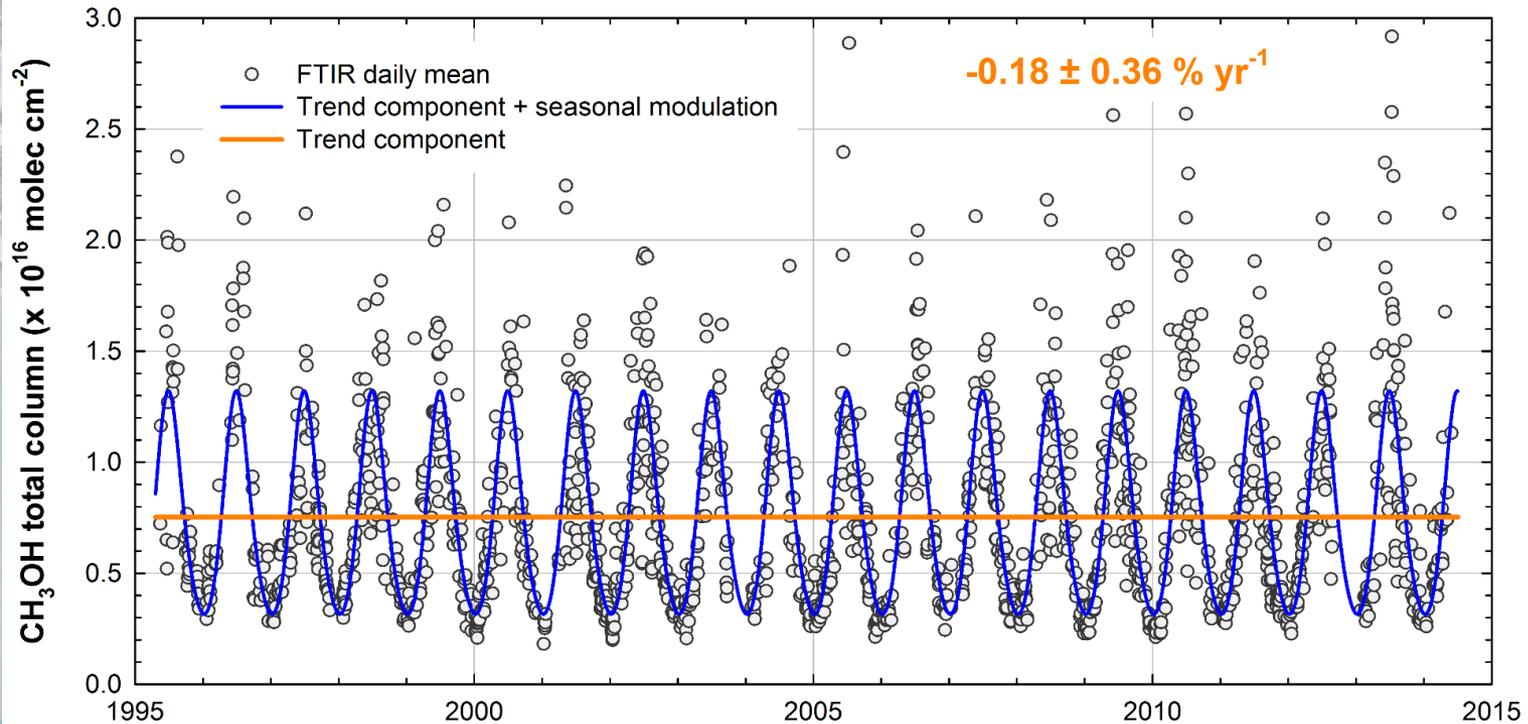


Sources majeures :
Croissance de la végétation (65 à 80%) +

- Décomposition de la matière végétale
- Biomass burning
- Combustion de carburants fossiles
- ...

=> Très forte amplitude saisonnière ($\approx 130\%$)

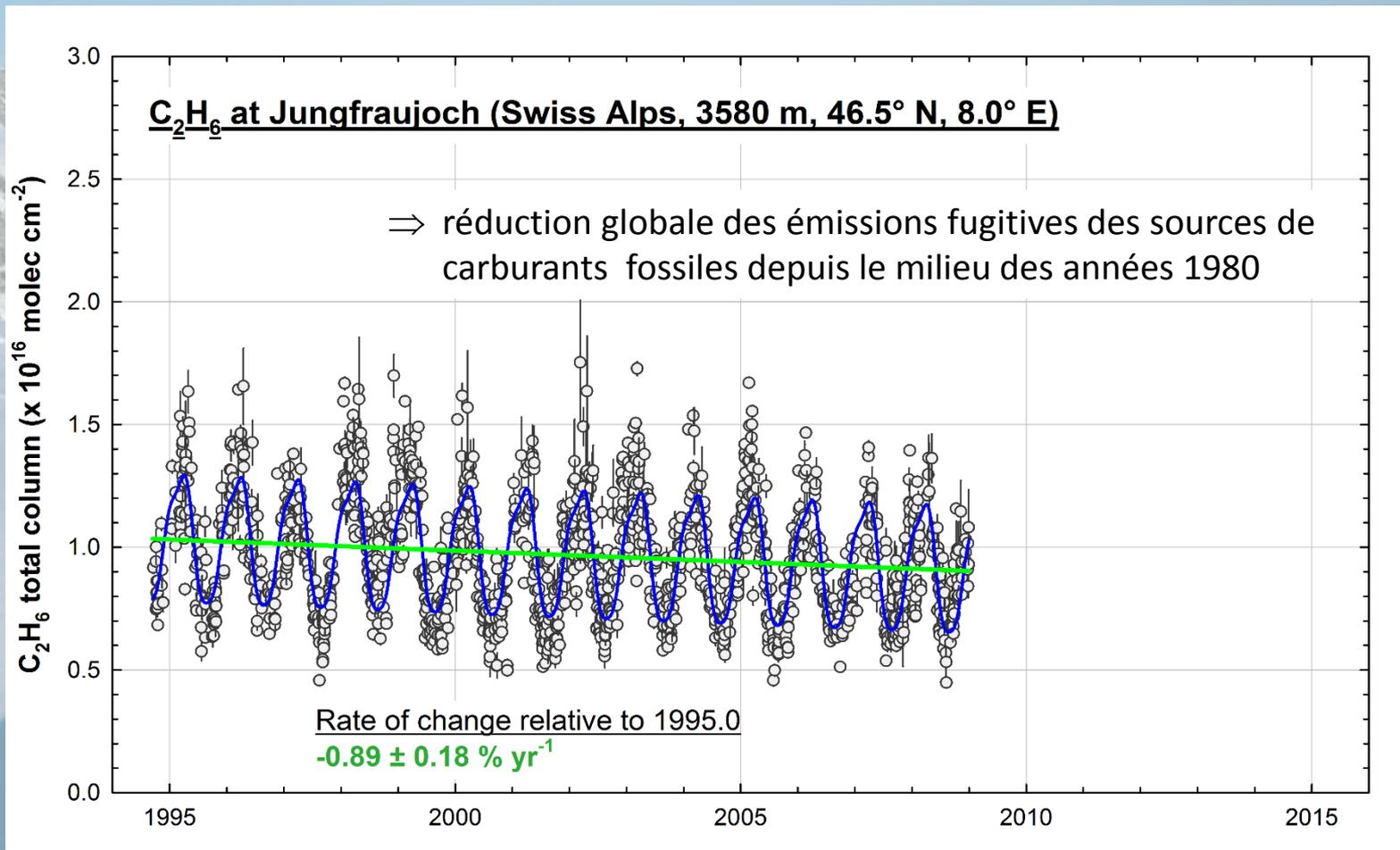
Bader et al., 2014, AMT



=> Composant « critique » dans les modèles de transport chimique

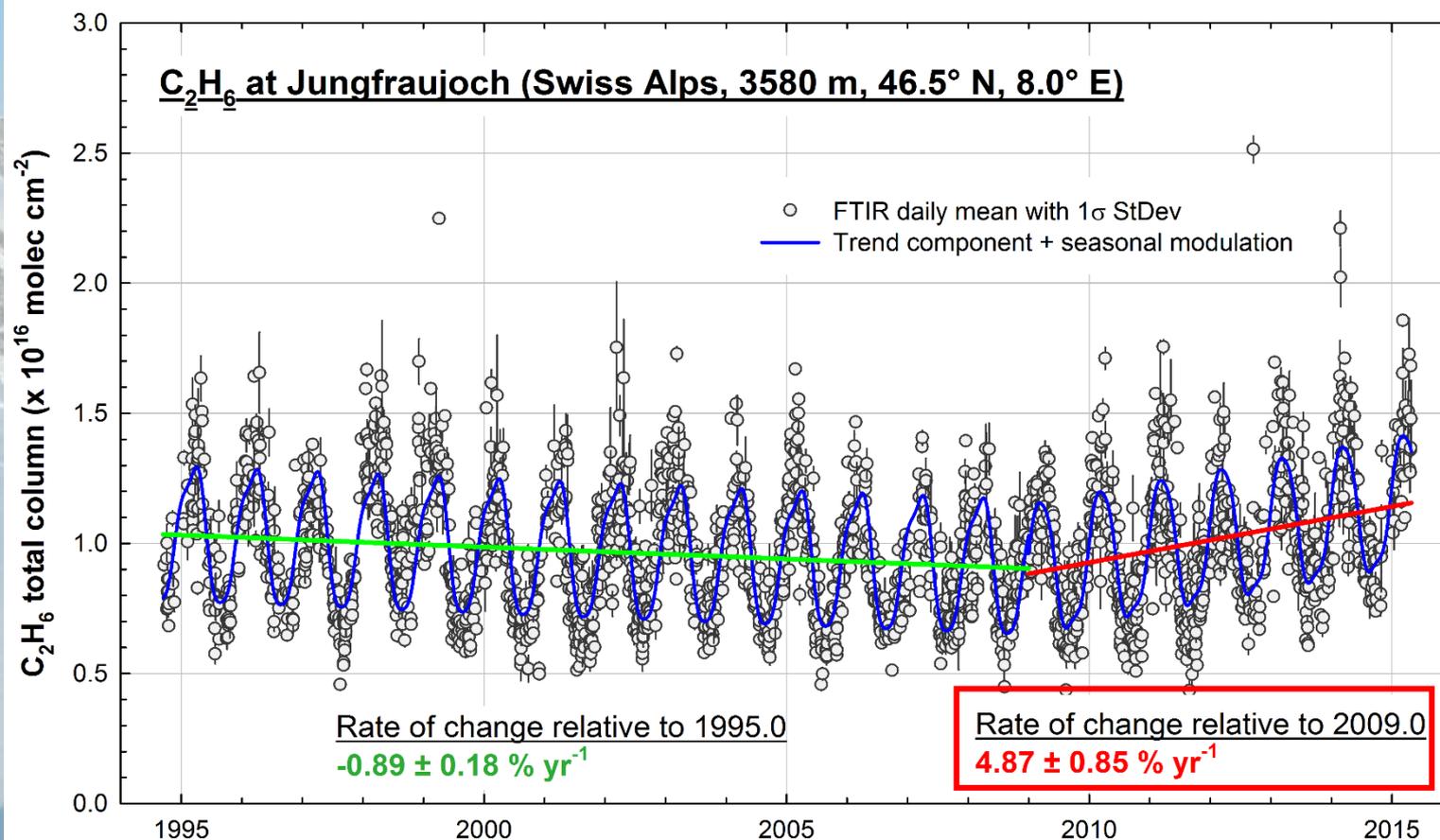


- Sources très spécifiques :
- Fuites lors de la production et du transport (62 %)
 - Combustion de carburants fossiles (20 %)
 - Biomass burning (18 %)
 - ...



Franco et al., 2015a, JQSRT

3.2 Ethane (C₂H₆)



Franco et al., 2015a, JQSRT

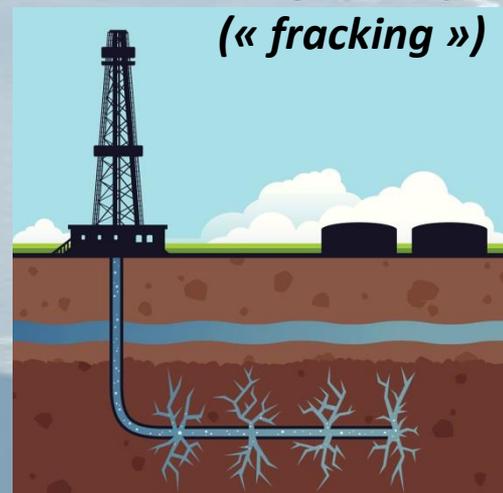
3.2 Ethane (C₂H₆)



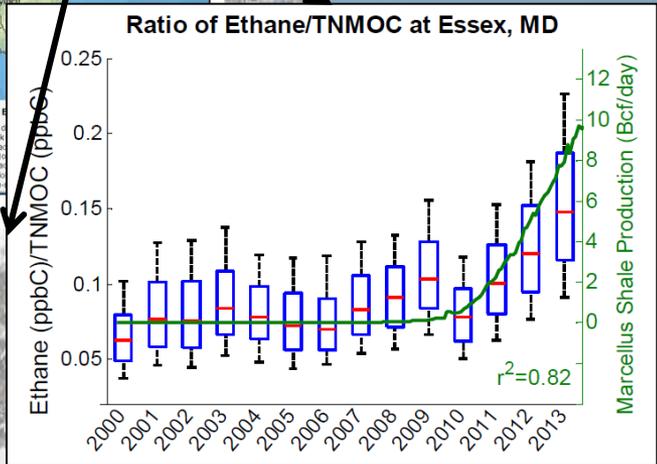
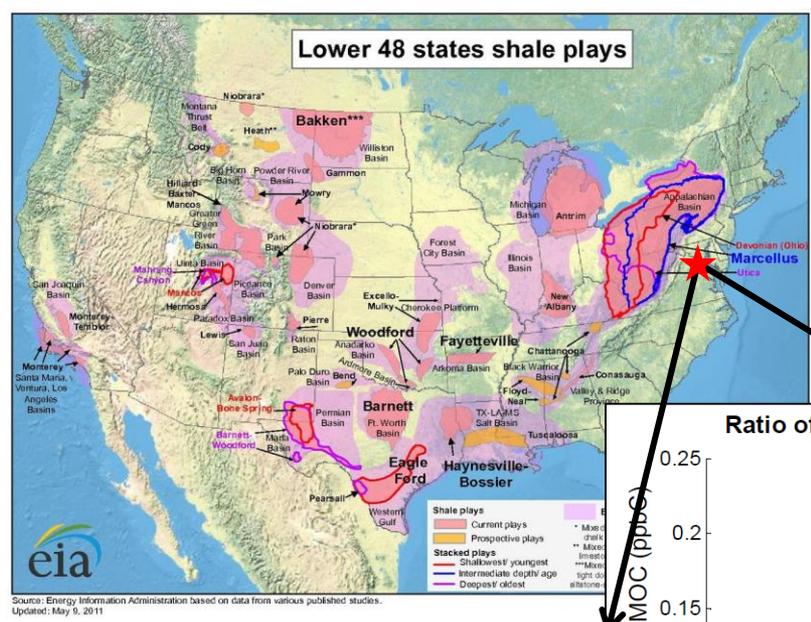
Ré-augmentation de C₂H₆

- En lien avec la récente exploitation massive de **gaz de schiste** (USA)

Fracturation hydraulique (« fracking »)



www.huffingtonpost.com



Vinciguerra et al., 2015, AE

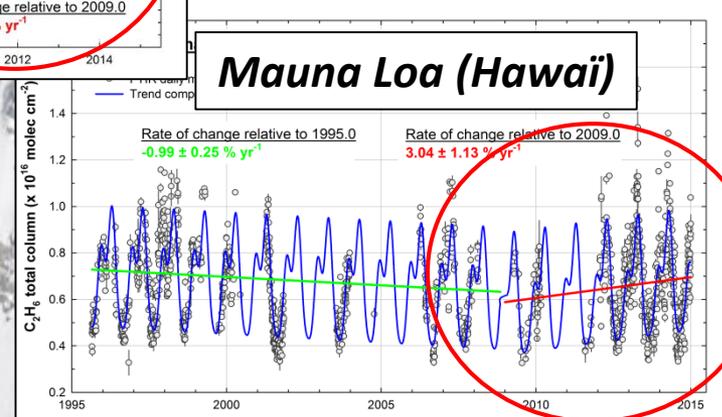
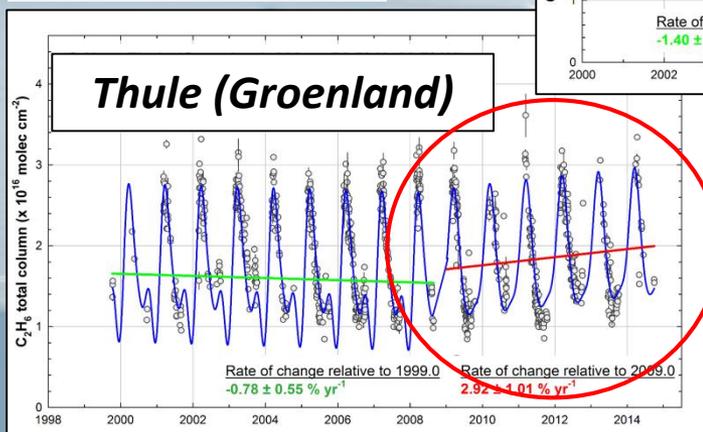
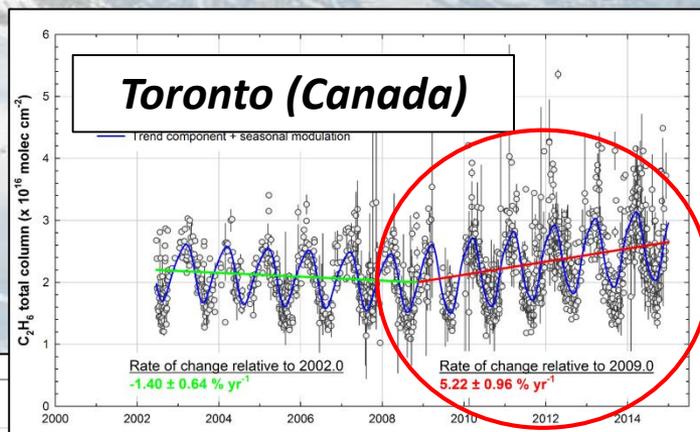
3.2 Ethane (C₂H₆)



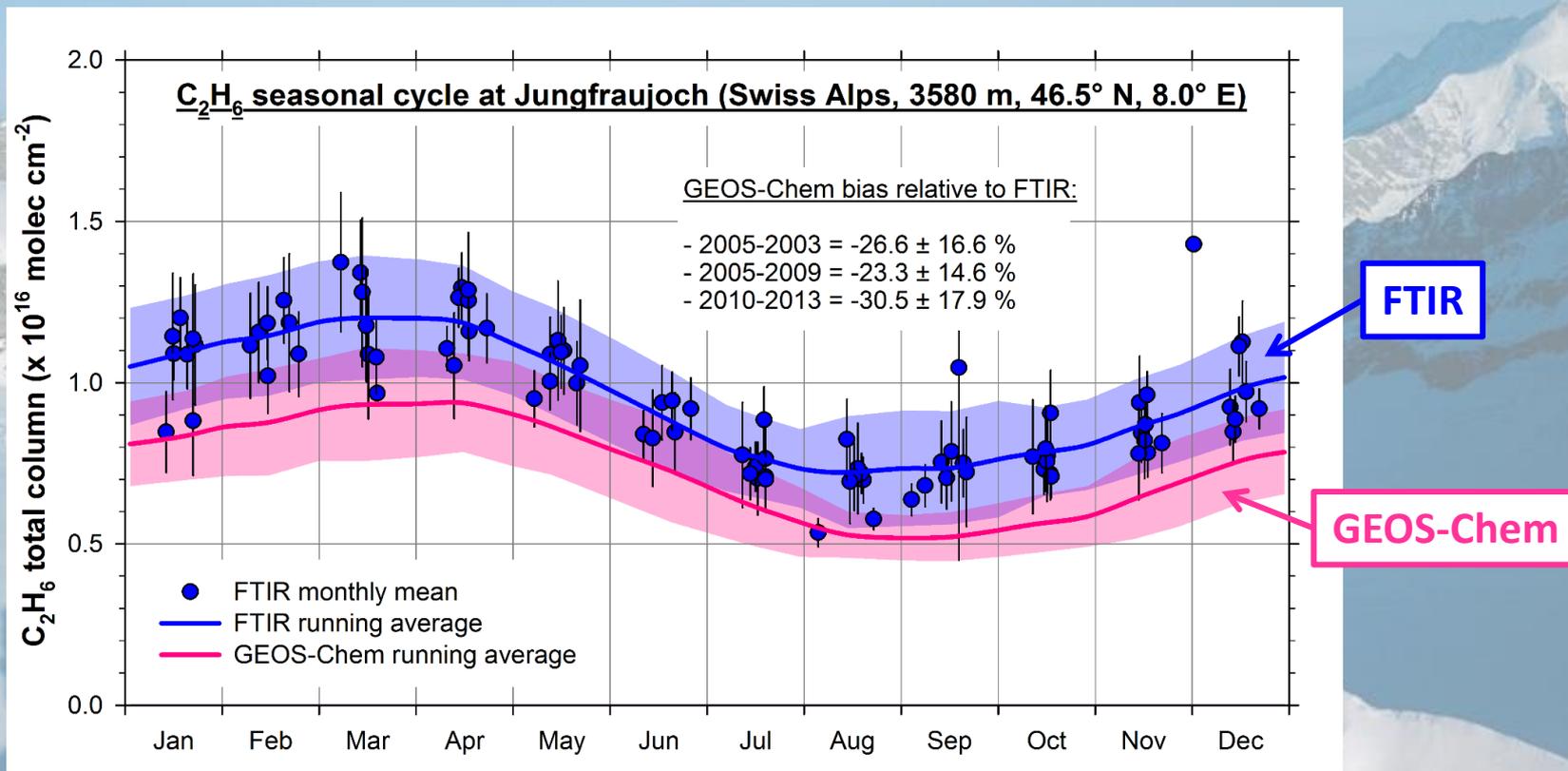
Ré-augmentation de C₂H₆

- En lien avec la récente exploitation massive de **gaz de schiste** (USA)
- Affecte **tout l'hémisphère nord** (durée de vie de C₂H₆ ≈ 2 mois)
- Hémisphère sud non impacté (pour le moment...)

Franco et al., 2015b, ERL
(in preparation)

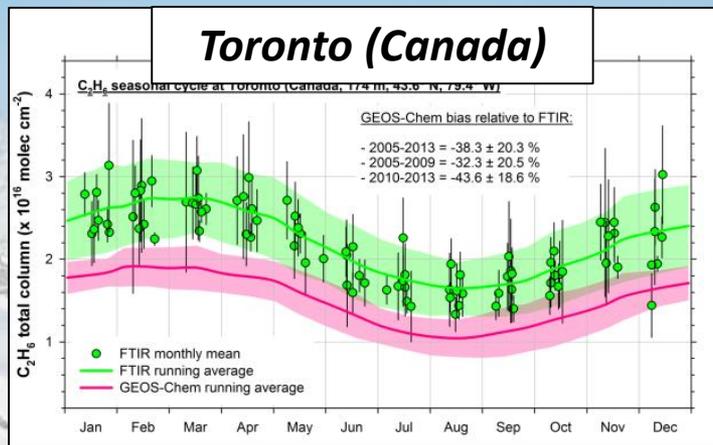


3.2 Ethane (C₂H₆)

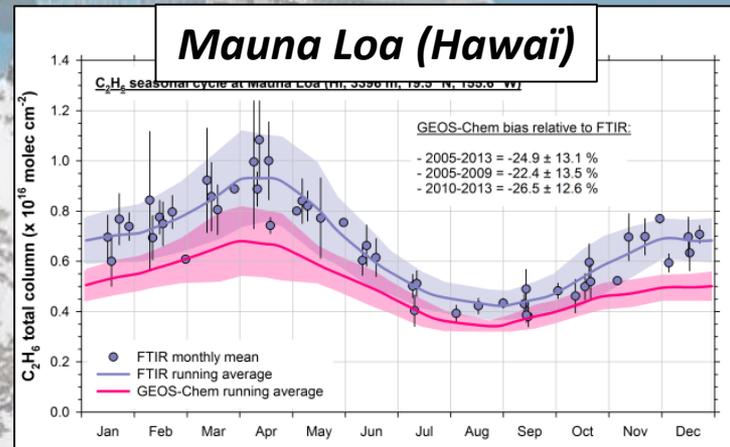
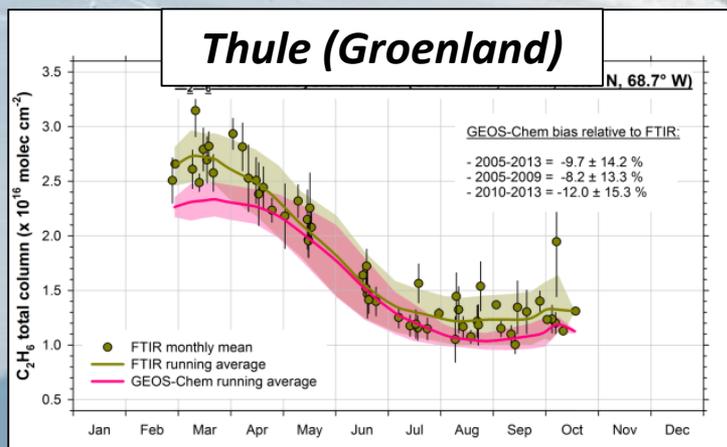


=> sous-estimation des sources de C₂H₆ dans les inventaires d'émission de GEOS-Chem

3.2 Ethane (C₂H₆)

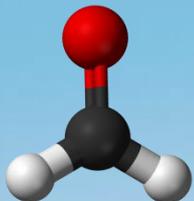


Franco et al., 2015b, ERL
(in preparation)



=> sous-estimation des sources de C₂H₆ dans les inventaires d'émission de GEOS-Chem

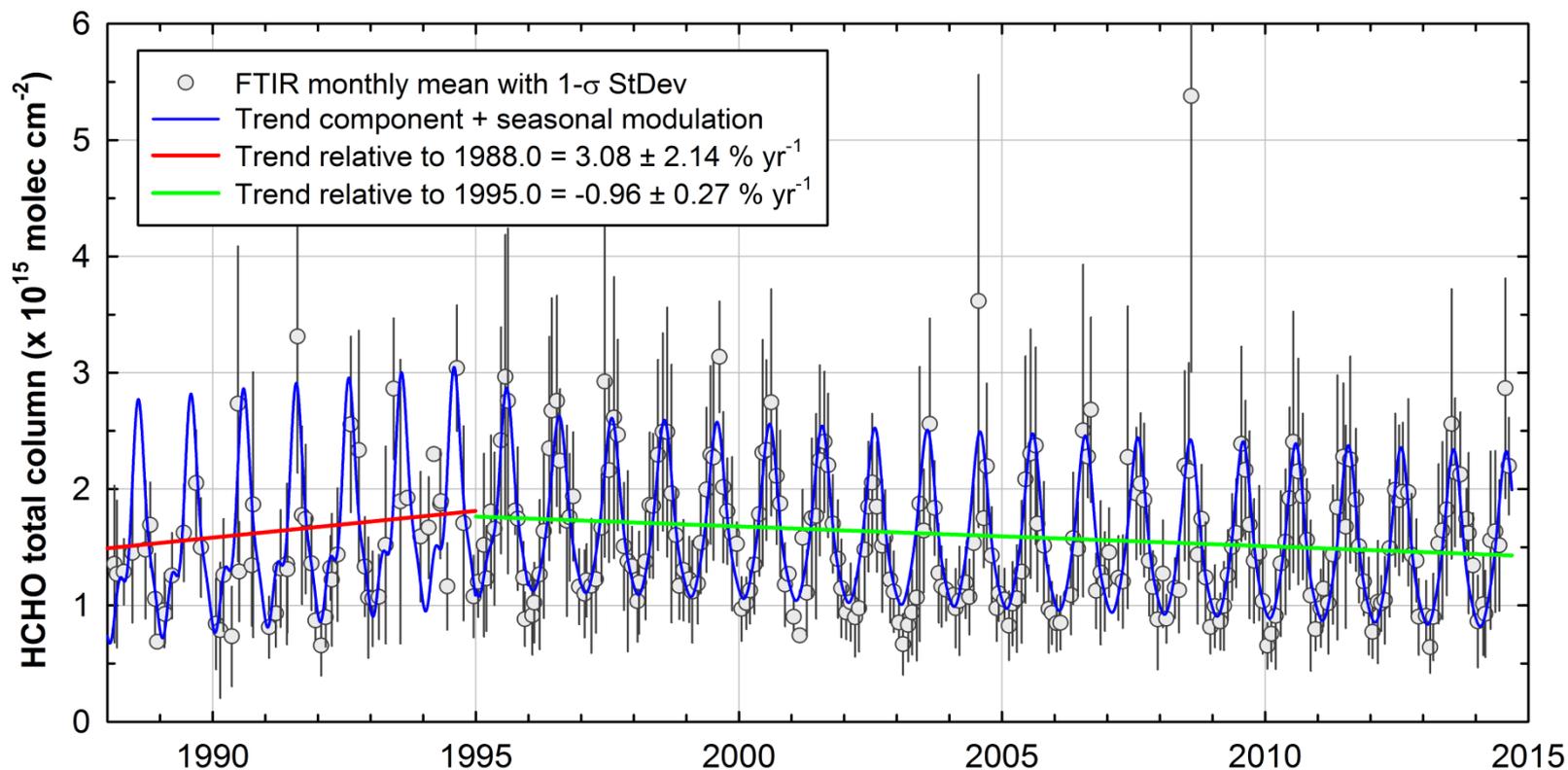
3.3 Formaldéhyde (HCHO)



Source principale :

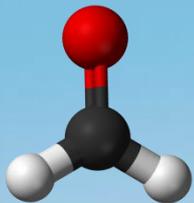
- Produit de dégradation du méthane et des composés organiques volatiles

*Franco et al., 2015d, ACP
(in preparation)*

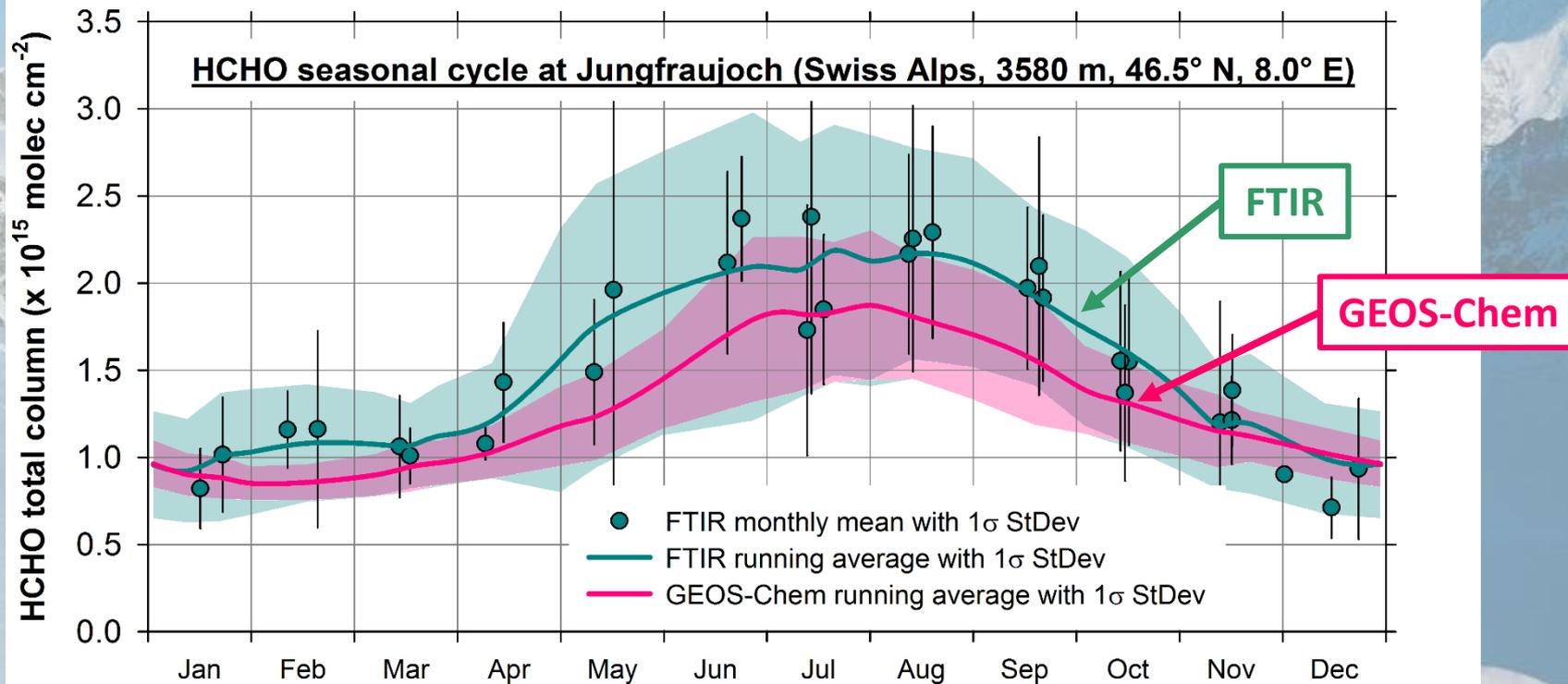


Or CH_4 est en **augmentation** depuis le milieu des années 2000 !!!

3.3 Formaldéhyde (HCHO)



Franco et al., 2015c, AMT



Bonne modélisation du cycle...
mais **sous-estimation en été**

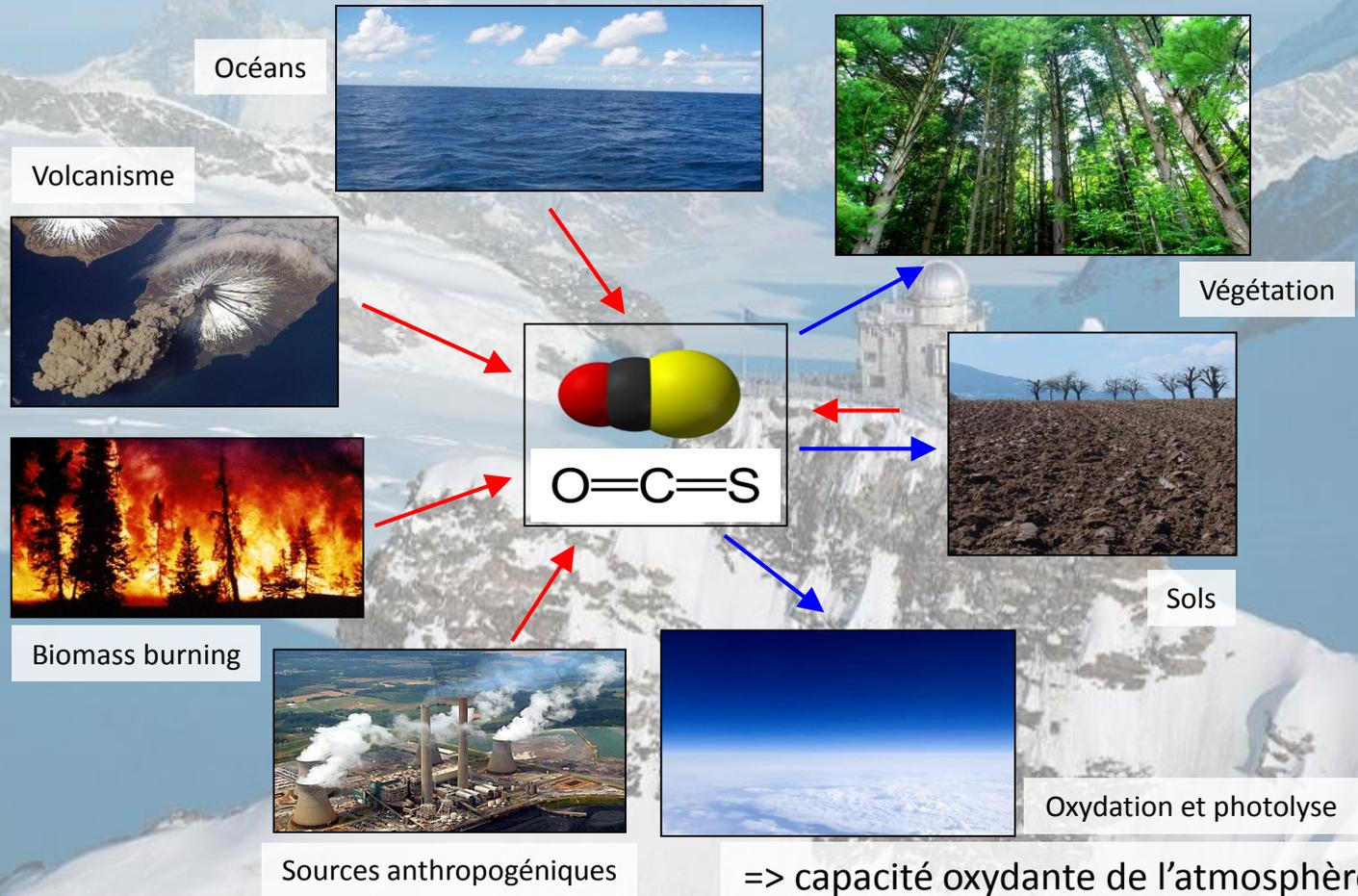


- Précurseur(s) mal modélisé(s) ?
=> rendement de l'oxydation de l'isoprène
- Emission insuffisante des précurseurs ?

3.4 Oxysulfure de carbone (OCS)



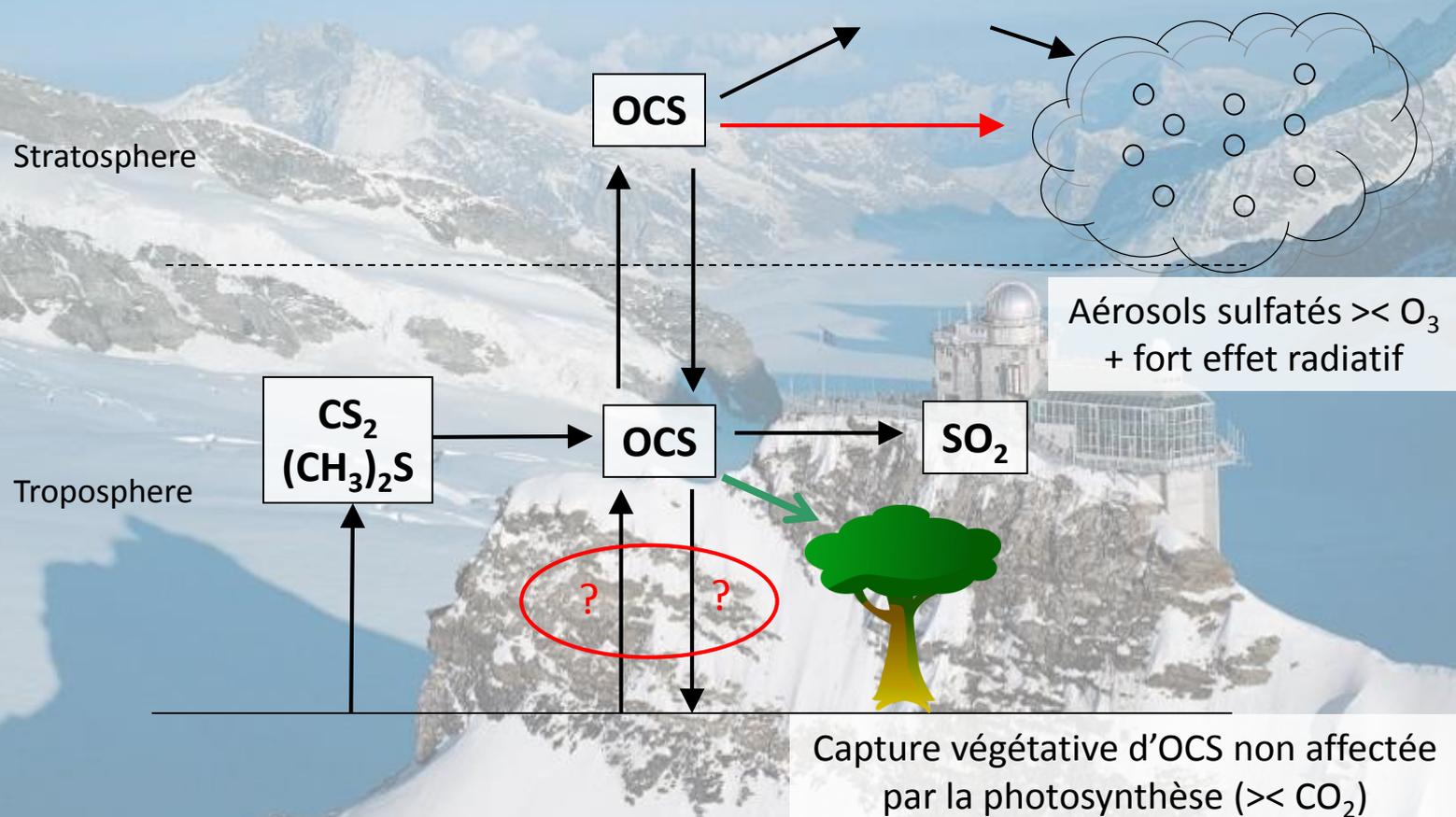
- Sources principales : émissions directes et oxydation de $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ et CS_2



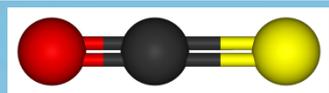
3.4 Oxysulfure de carbone (OCS)



- Sources principales : émissions directes et oxydation de $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ et CS_2
- Principal gaz soufré présent dans l'atmosphère -> gaz à effet de serre

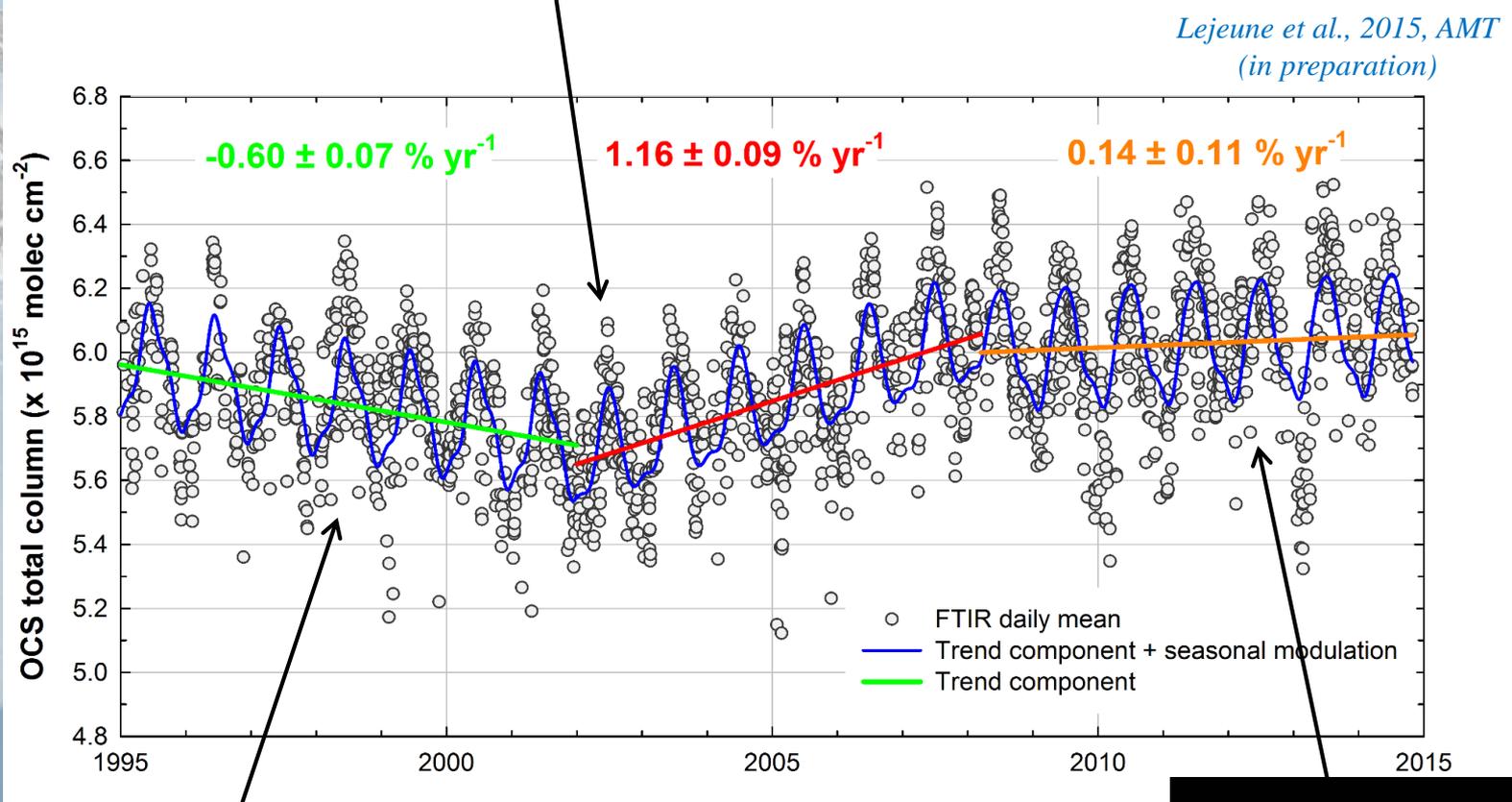


3.4 Oxysulfure de carbone (OCS)



- Evolution principalement troposphérique

Hausse de la combustion mondiale de charbon ?



Chute de la production de viscosse ?

TO BE CONTINUED...

Merci...

