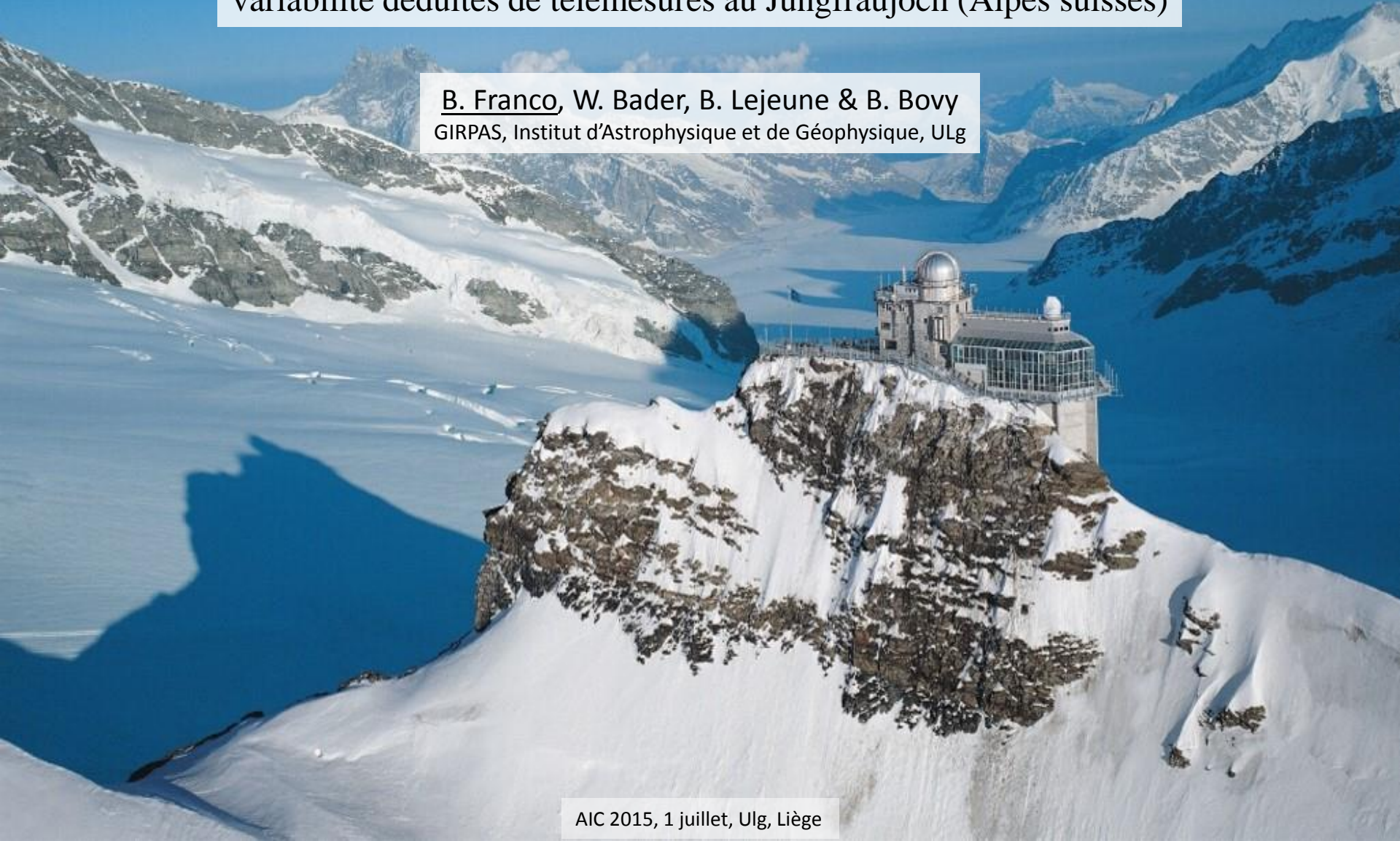


Gaz à effet de serre indirect et qualité de l'air aux latitudes moyennes de l'hémisphère nord : tendances à long terme et variabilité déduites de télémessures au Jungfraujoch (Alpes suisses)

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

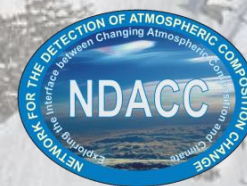


Surveillance de la composition chimique de l'atmosphère

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



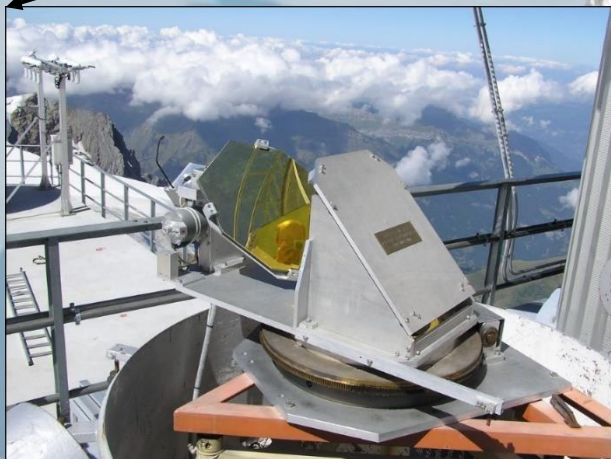
=> 1991. Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC)



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

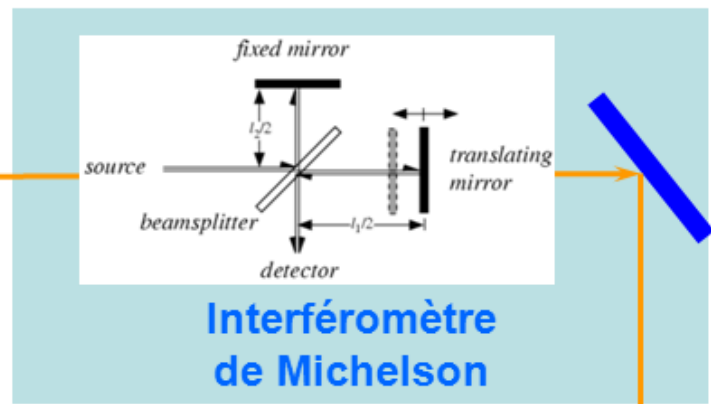
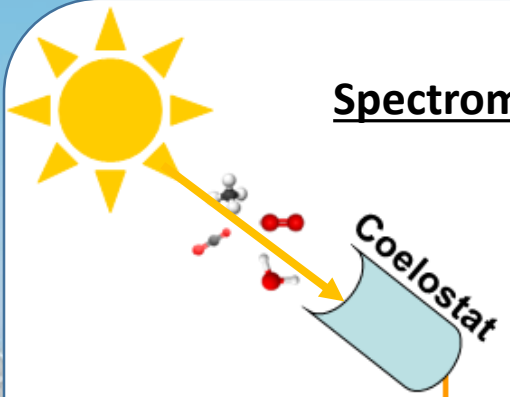
- Spectromètres Infrarouges à transformée de Fourier (FTIR)
- Observations ininterrompues depuis 1984 (plus longue série temporelle FTIR !!!)
- Très faible pollution locale + très faible humidité

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

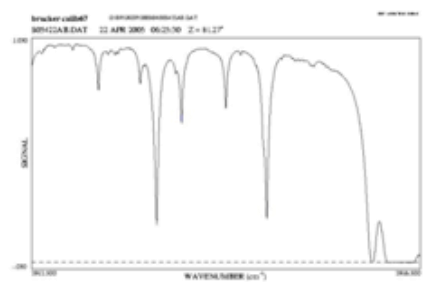


Spectromètre infrarouge à transformée de Fourier

=> Observations par temps « clair »

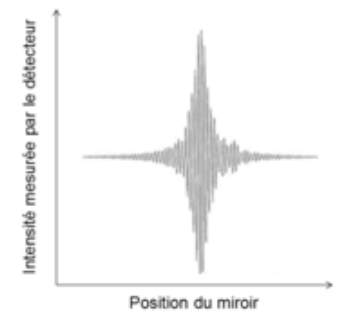


= mesure « indirecte » de l'abondance du gaz cible



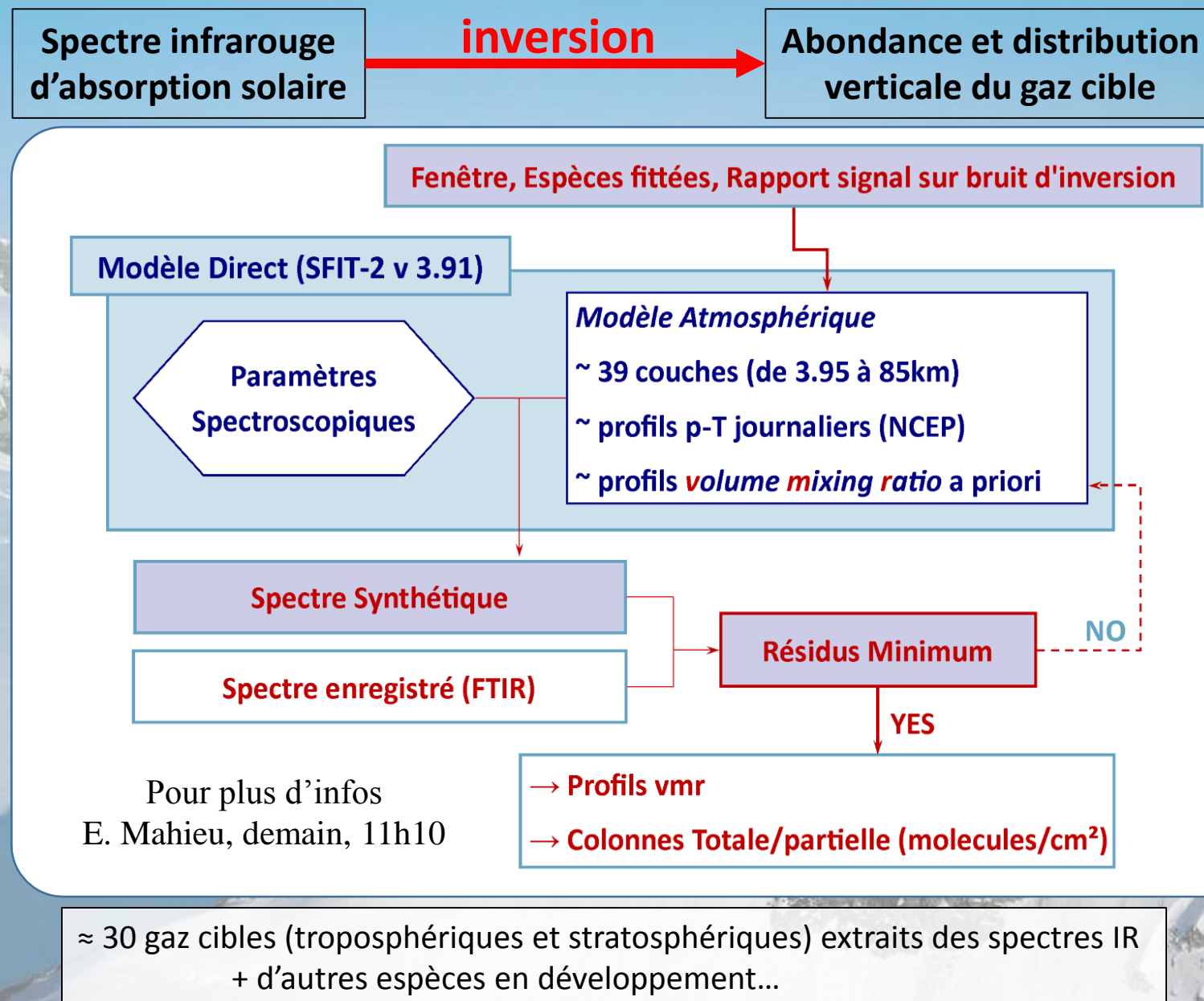
Spectre d'absorption solaire

Transformée de Fourier




Interférogramme

Détecteur




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

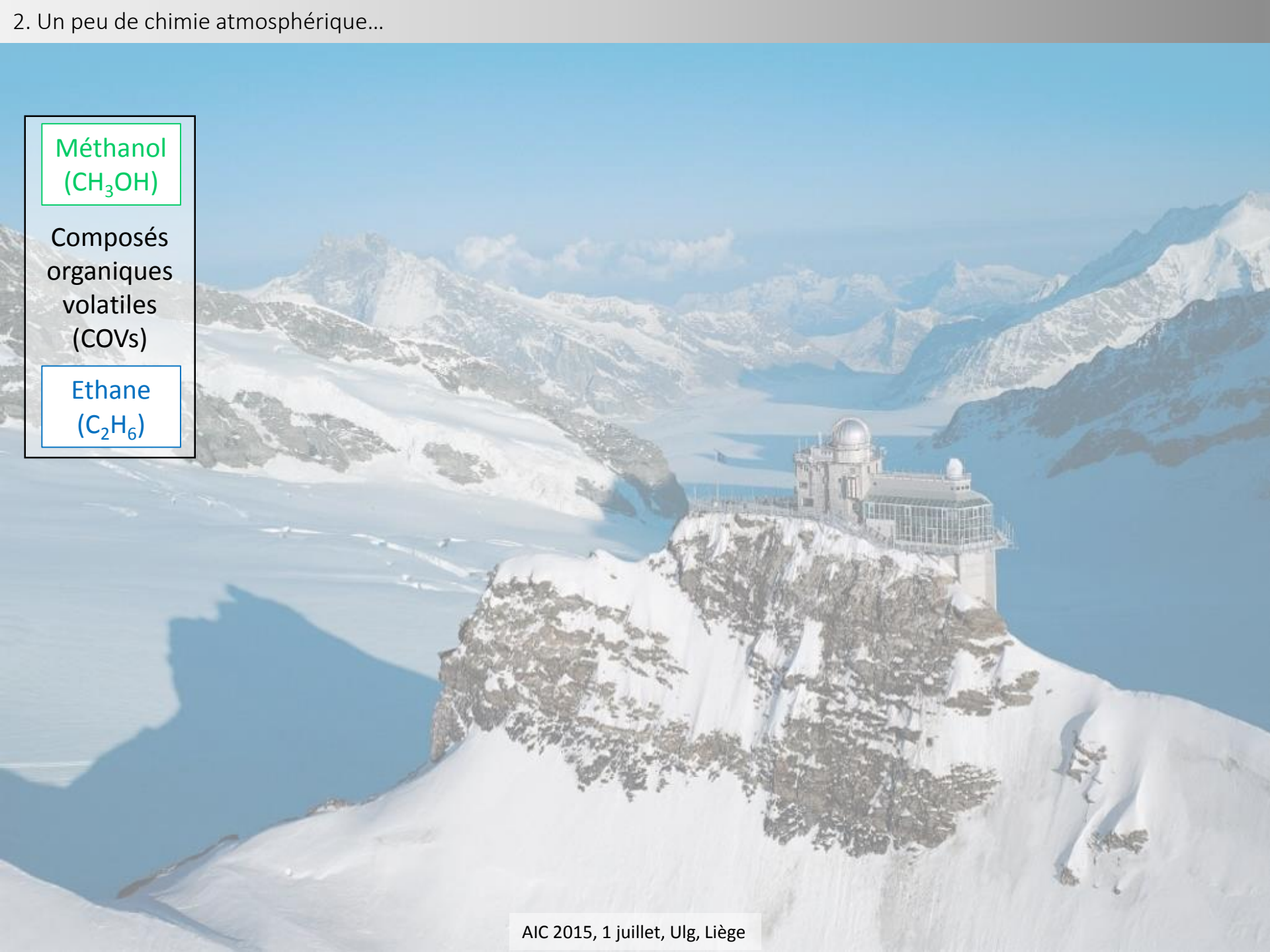
Modèle GEOS-Chem

- 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.)

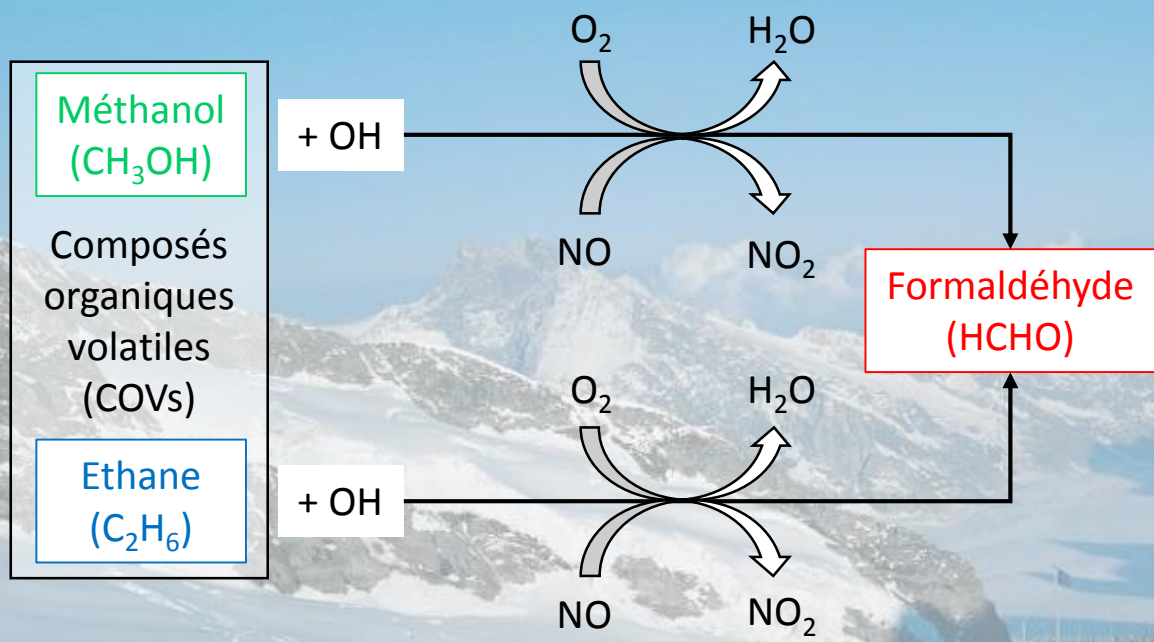
Méthanol
(CH_3OH)

Composés
organiques
volatiles
(COVs)

Ethane
(C_2H_6)



2. Un peu de chimie atmosphérique...

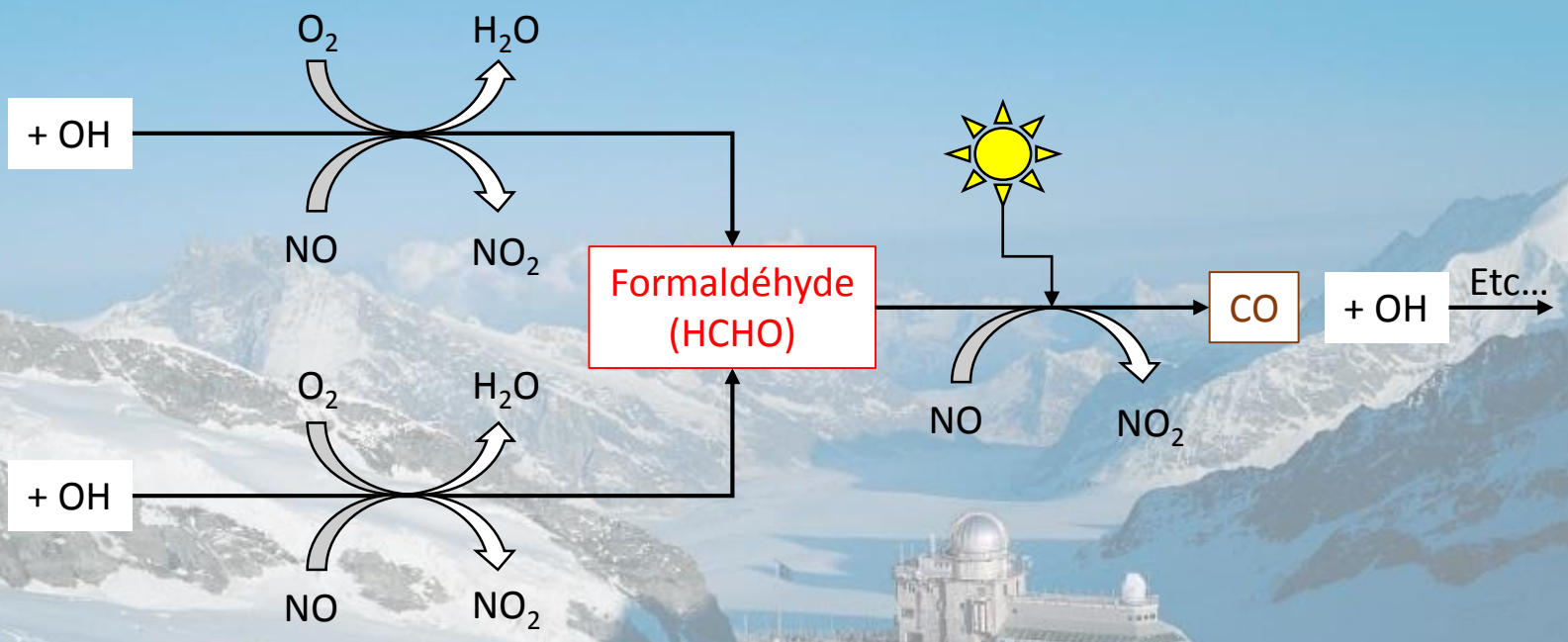


2. Un peu de chimie atmosphérique...

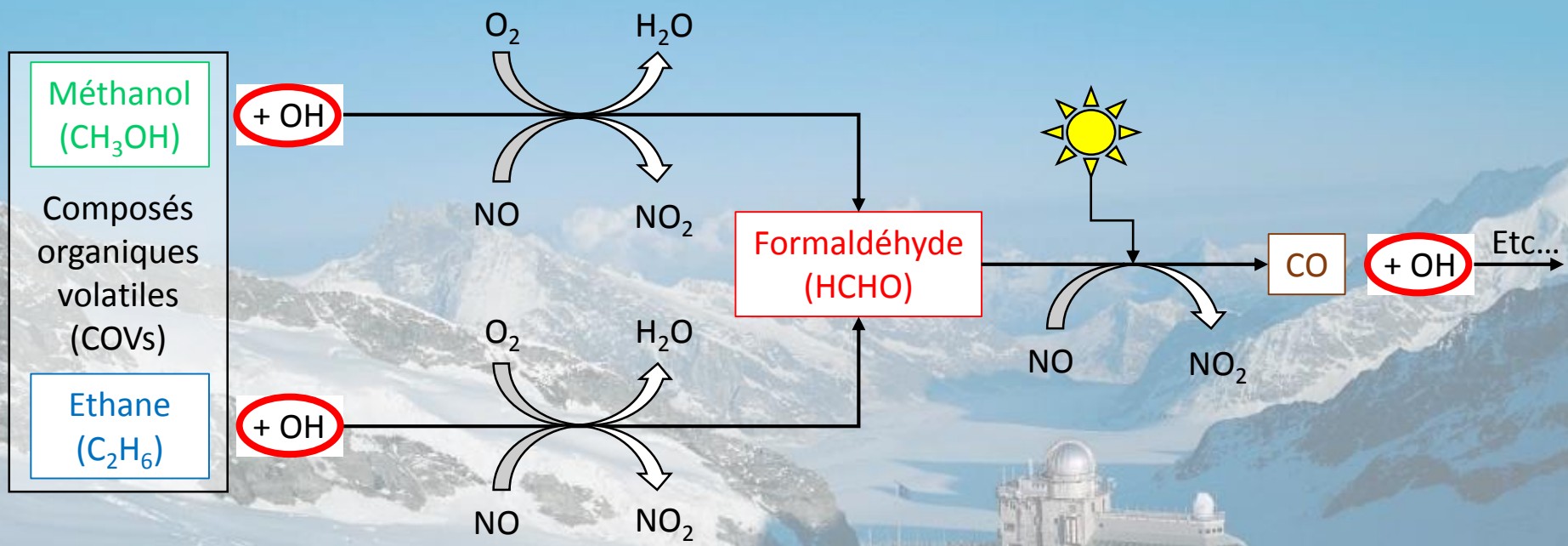
Méthanol
(CH_3OH)

Composés organiques volatiles (COVs)

Ethane
(C_2H_6)



2. Un peu de chimie atmosphérique...



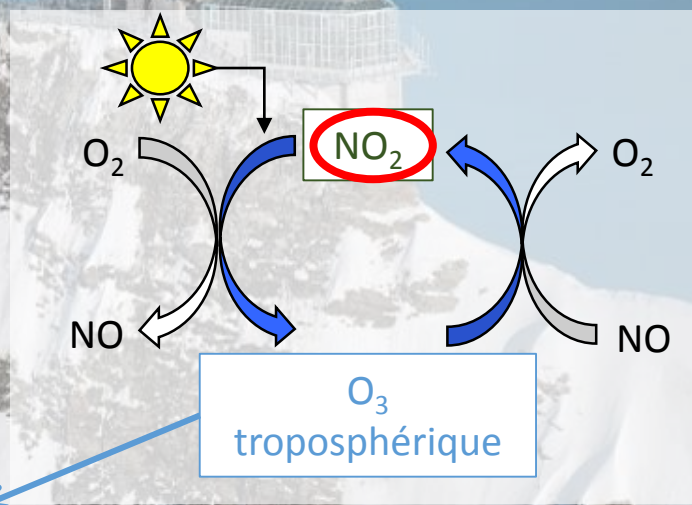
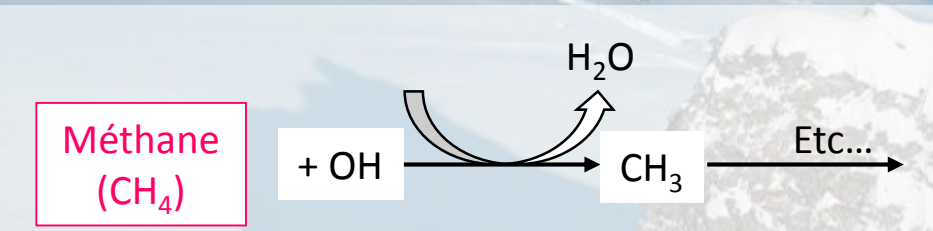
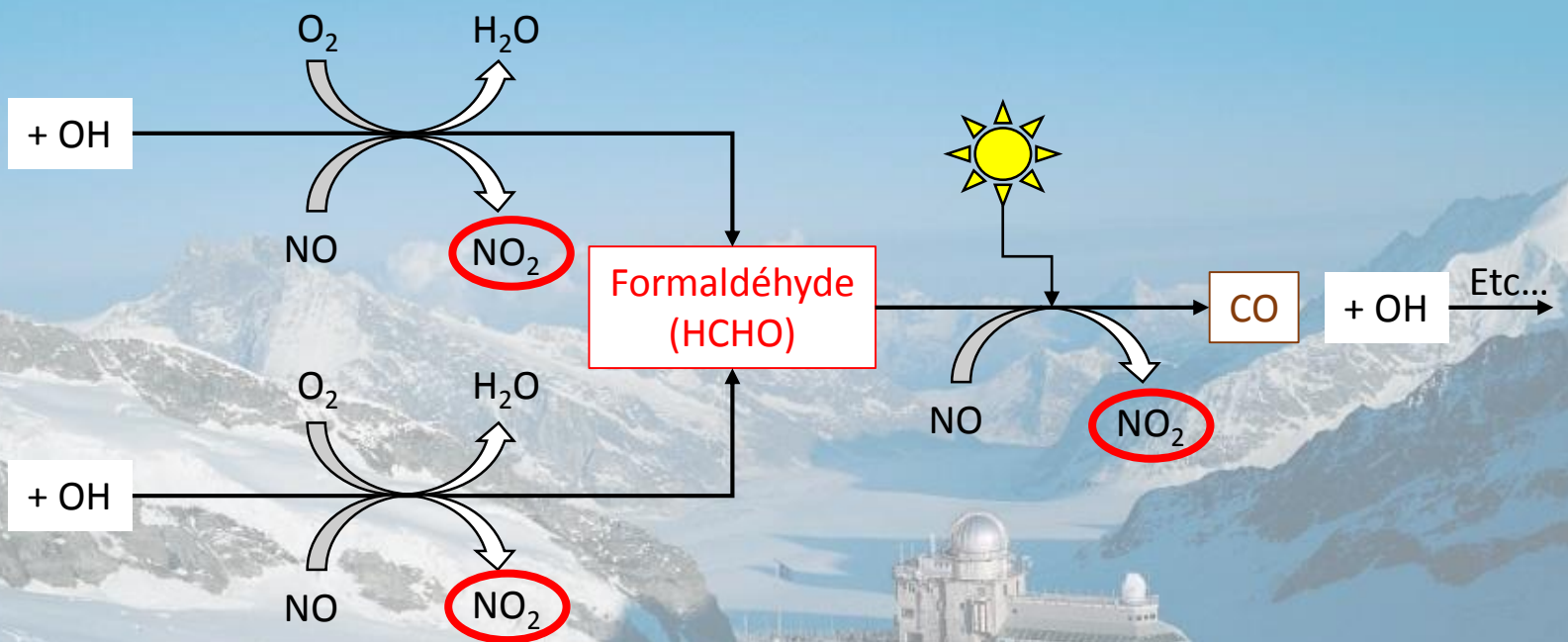
- Important gaz à effet de serre (durée de vie de 12 ans)
- Potentiel de réchauffement global à 100 ans **23 fois** plus élevé que le CO₂

2. Un peu de chimie atmosphérique...

Méthanol (CH₃OH)

Composés organiques volatiles (COVs)

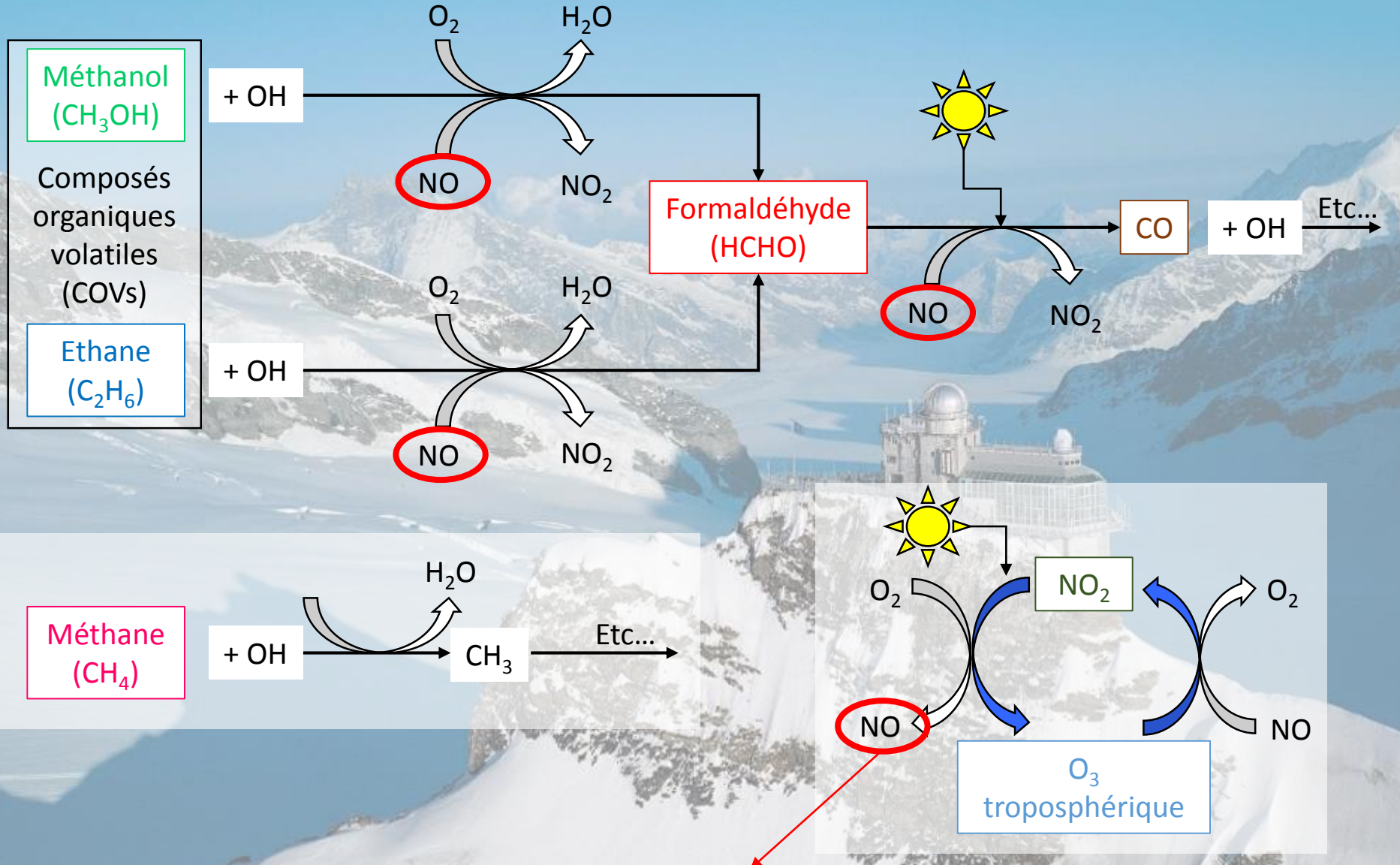
Ethane (C₂H₆)



« Pollution » à l’ozone :

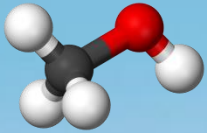
- Santé humaine (asthme,...)
- Ecosystèmes

2. Un peu de chimie atmosphérique...



Catalyseur auto-régénéré pour l'oxydation des COVs

3.1 Méthanol (CH_3OH)

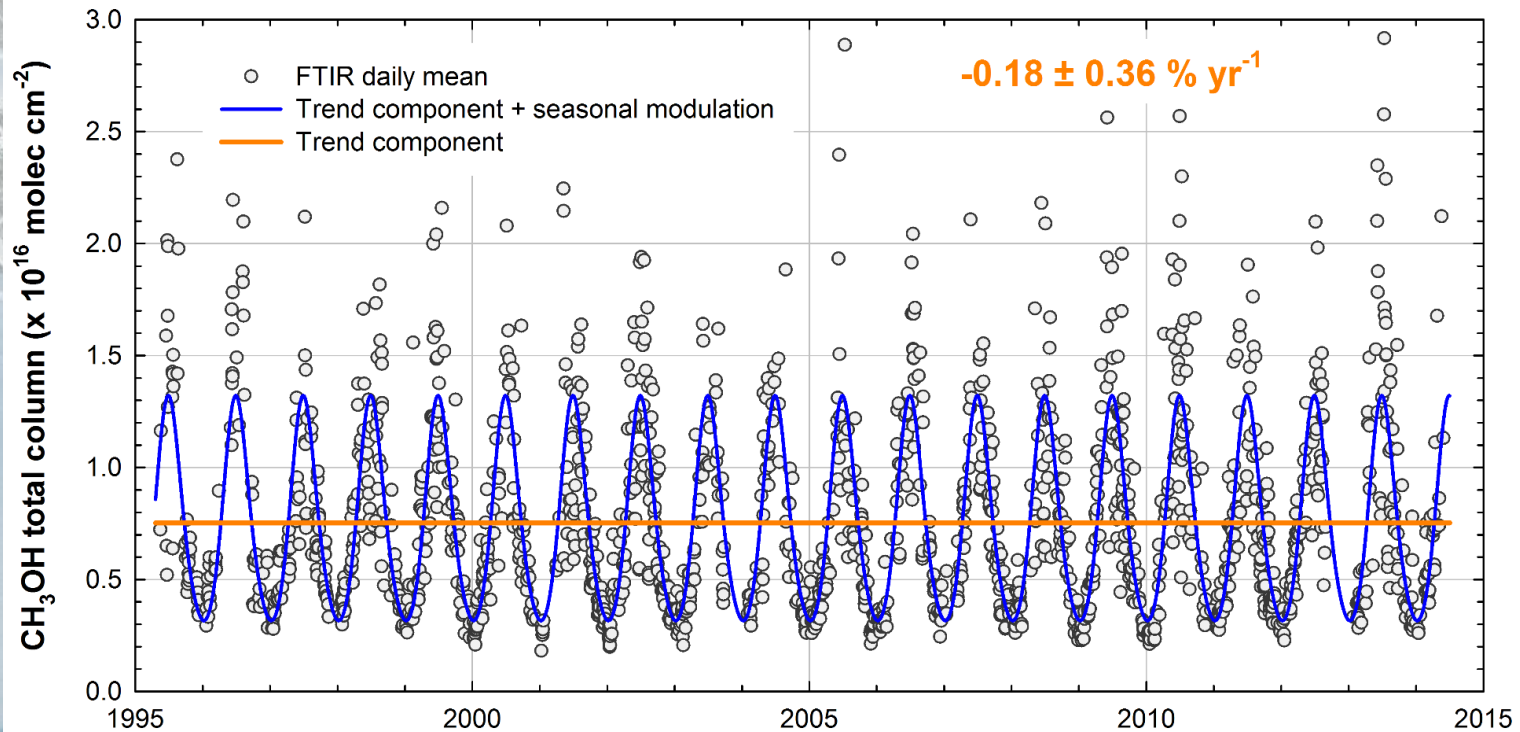


Sources majeures :
Croissance de la végétation (65 à 80%) +

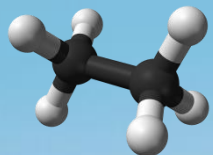
- Décomposition de la matière végétale
- Biomass burning
- Combustion de carburants fossiles
- ...

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

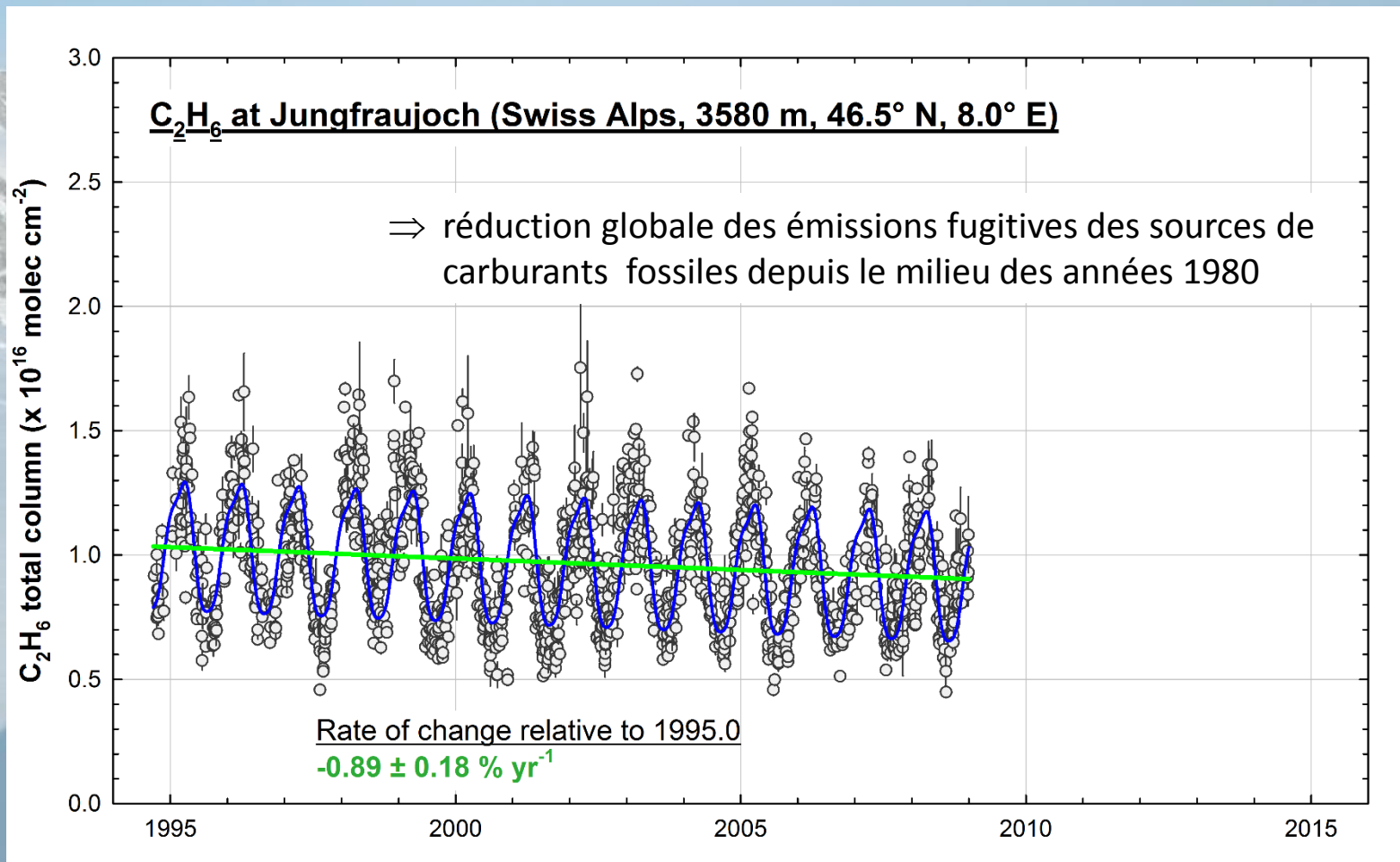
Bader et al., 2014, AMT



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

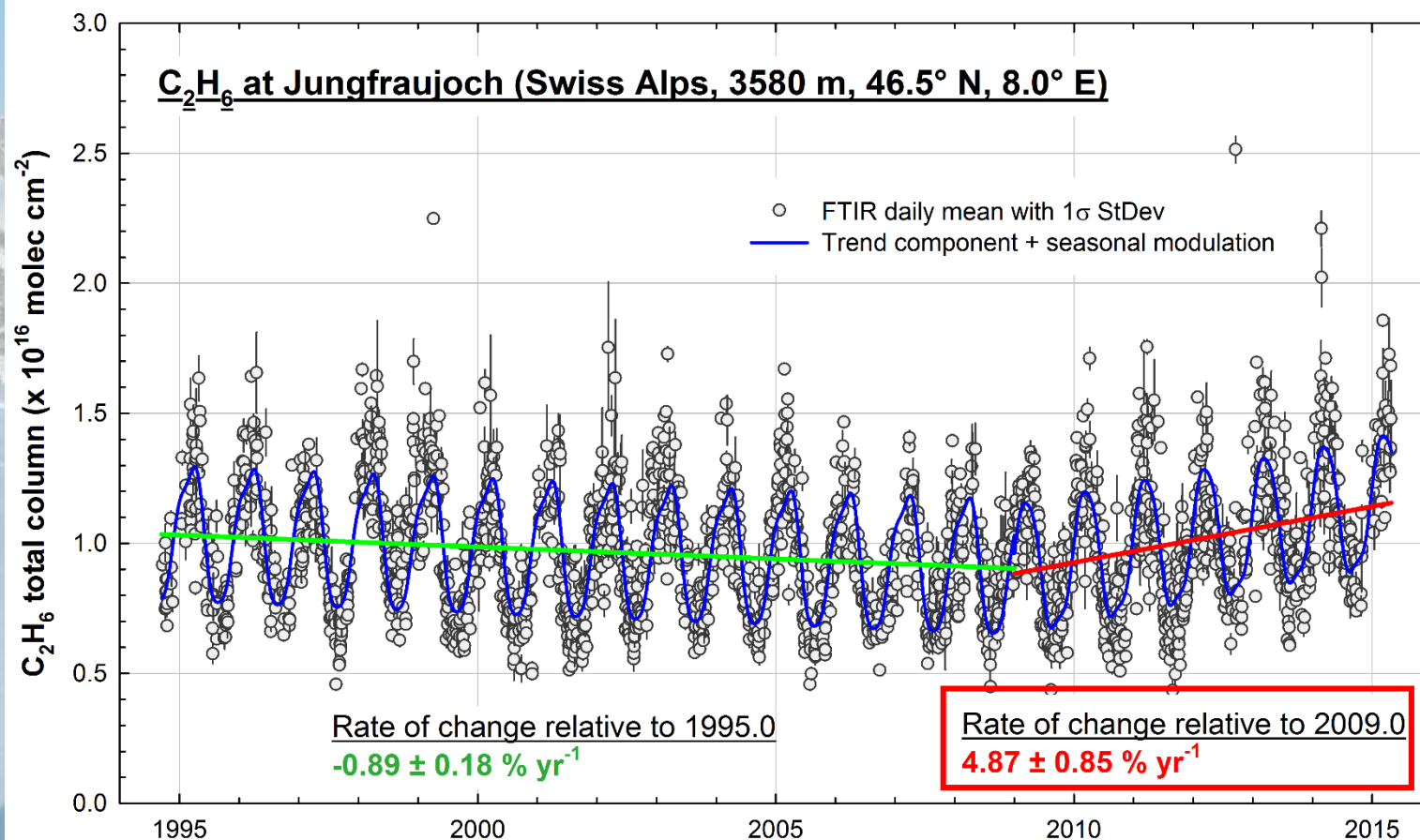
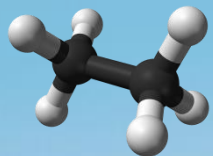


- Sources très spécifiques :
- Fuites lors de la production et du transport (62 %)
 - Combustion de carburants fossiles (20 %)
 - Biomass burning (18 %)
 - ...



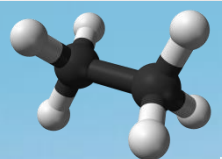
Franco et al., 2015a, JQSRT

3.2 Ethane (C₂H₆)



Franco et al., 2015a, JQSRT

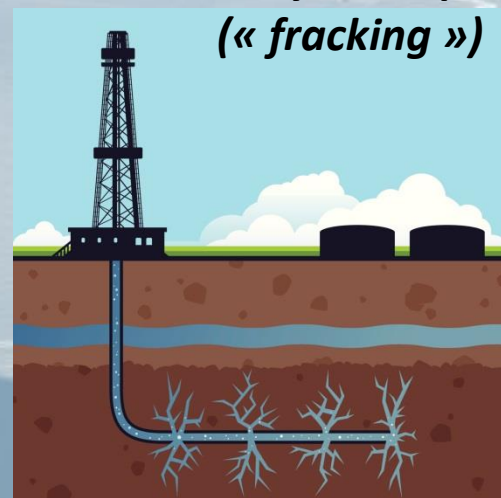
3.2 Ethane (C₂H₆)



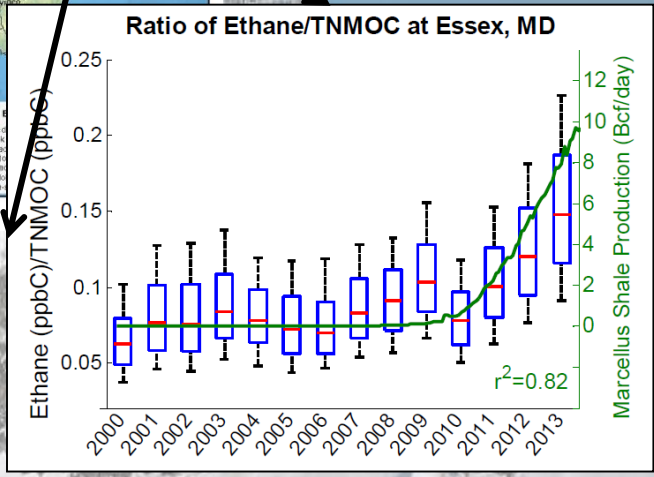
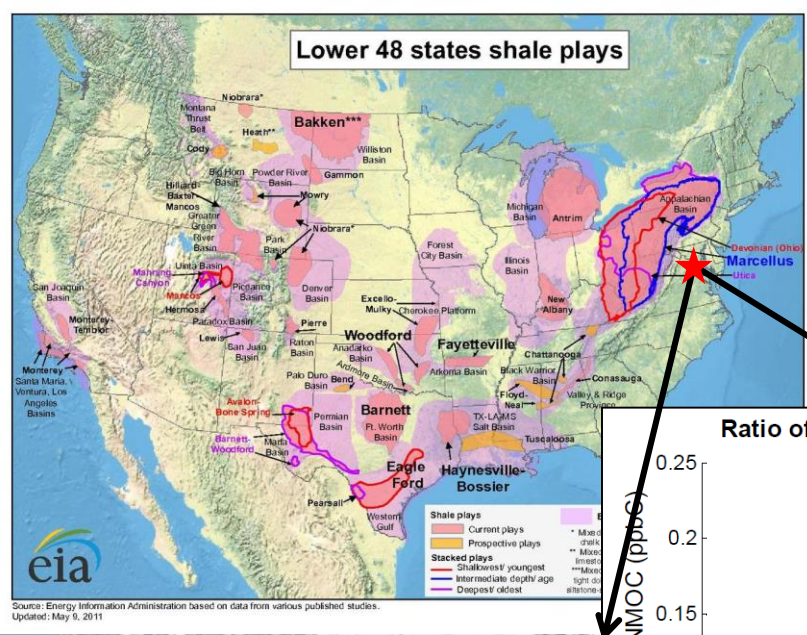
Ré-augmentation de C₂H₆

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

Fracturation hydraulique (« fracking »)

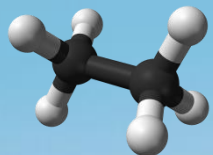


www.huffingtonpost.com



Vinciguerra et al., 2015, AE

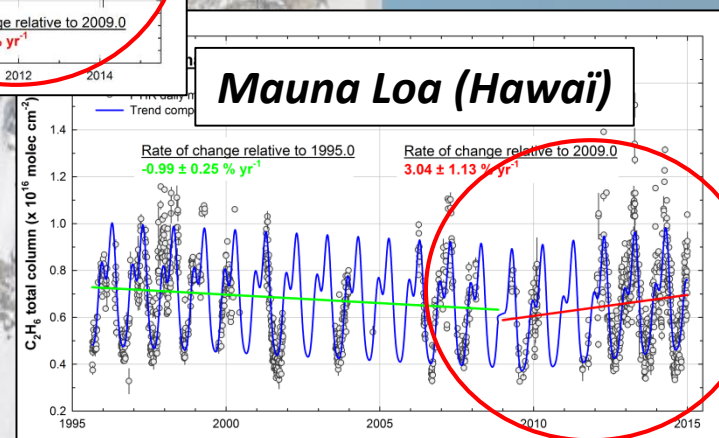
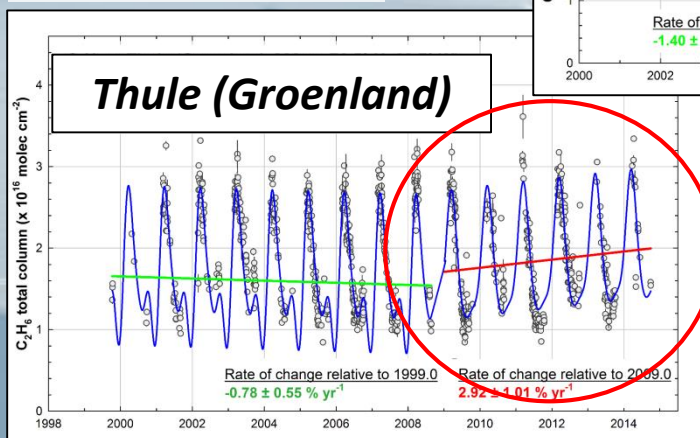
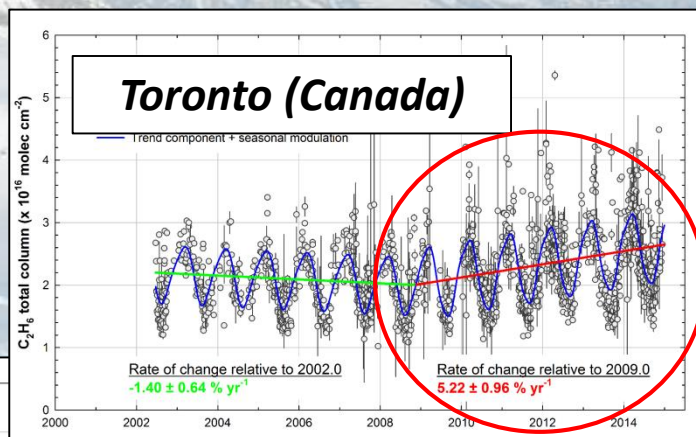
3.2 Ethane (C₂H₆)



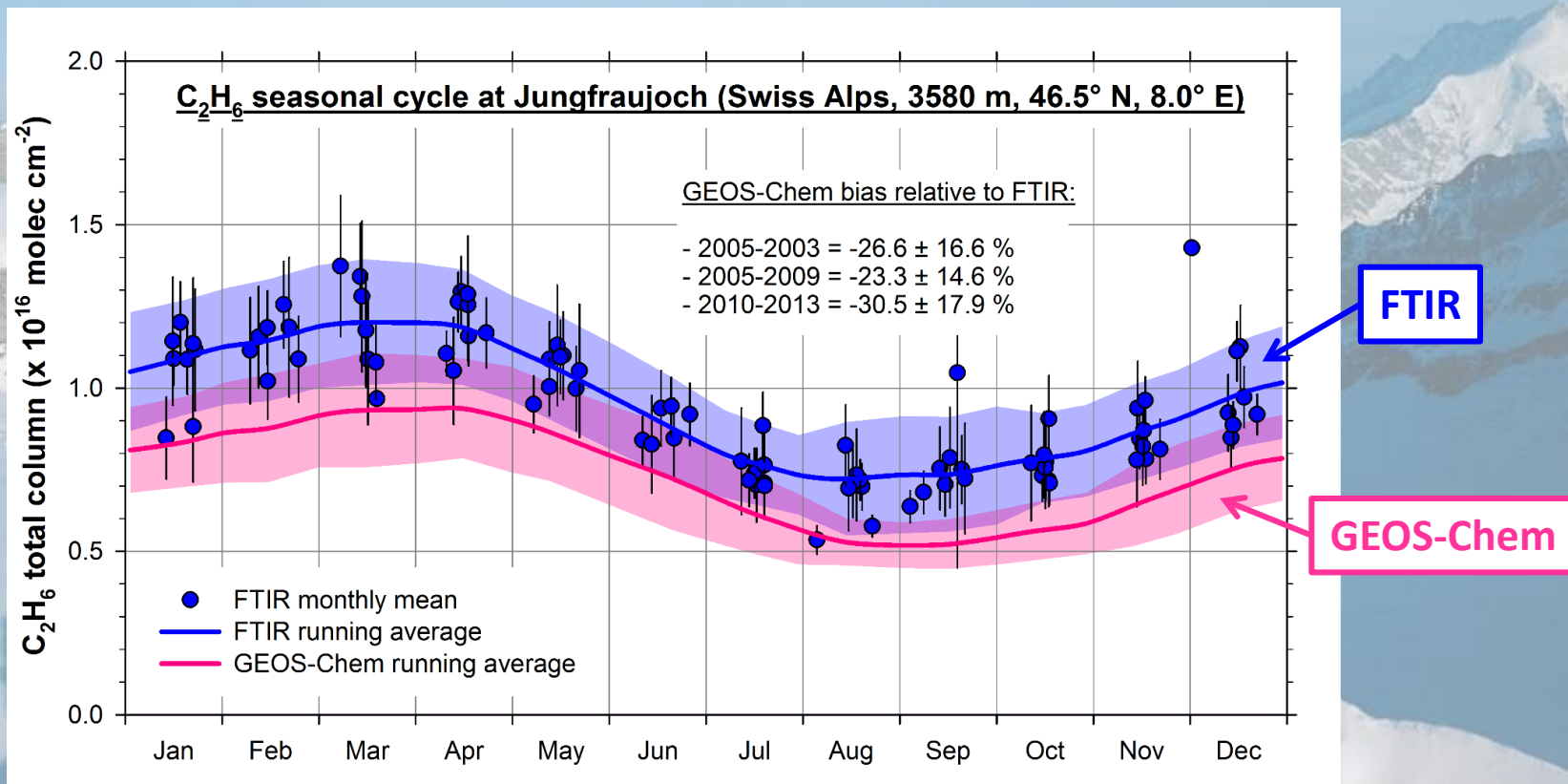
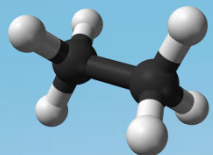
Ré-augmentation de C₂H₆

- 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)

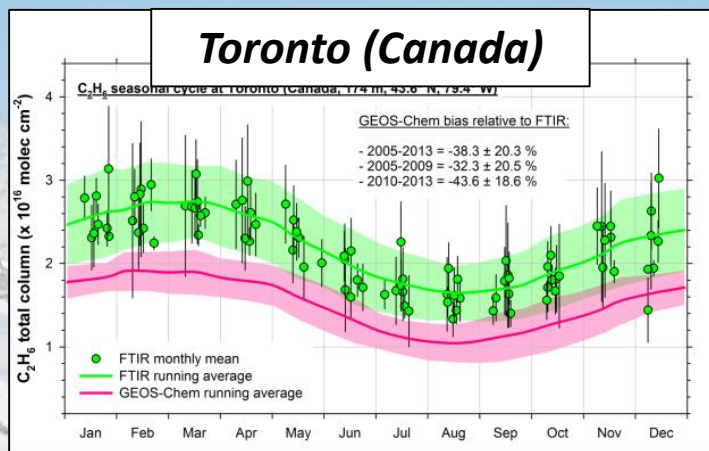
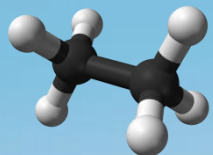


3.2 Ethane (C₂H₆)

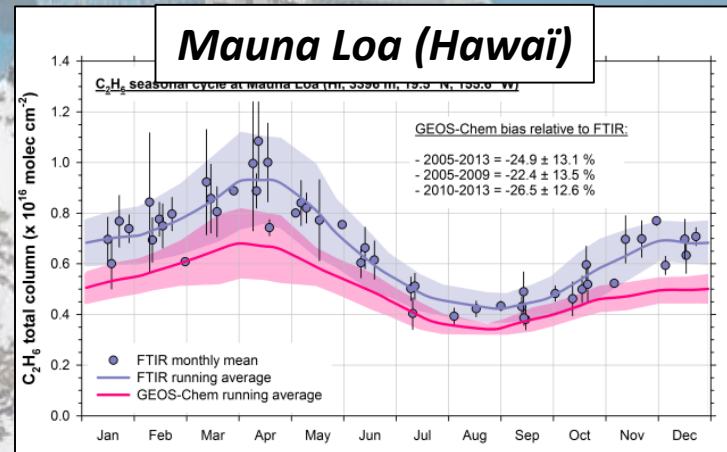
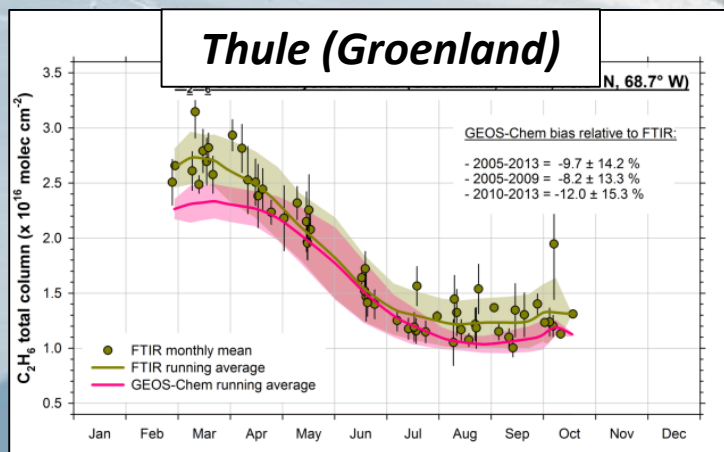


=> sous-estimation des sources de C₂H₆ dans les inventaires d'émission de GEOS-Chem

3.2 Ethane (C₂H₆)

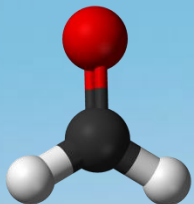


Franco et al., 2015b, ERL
(in preparation)



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

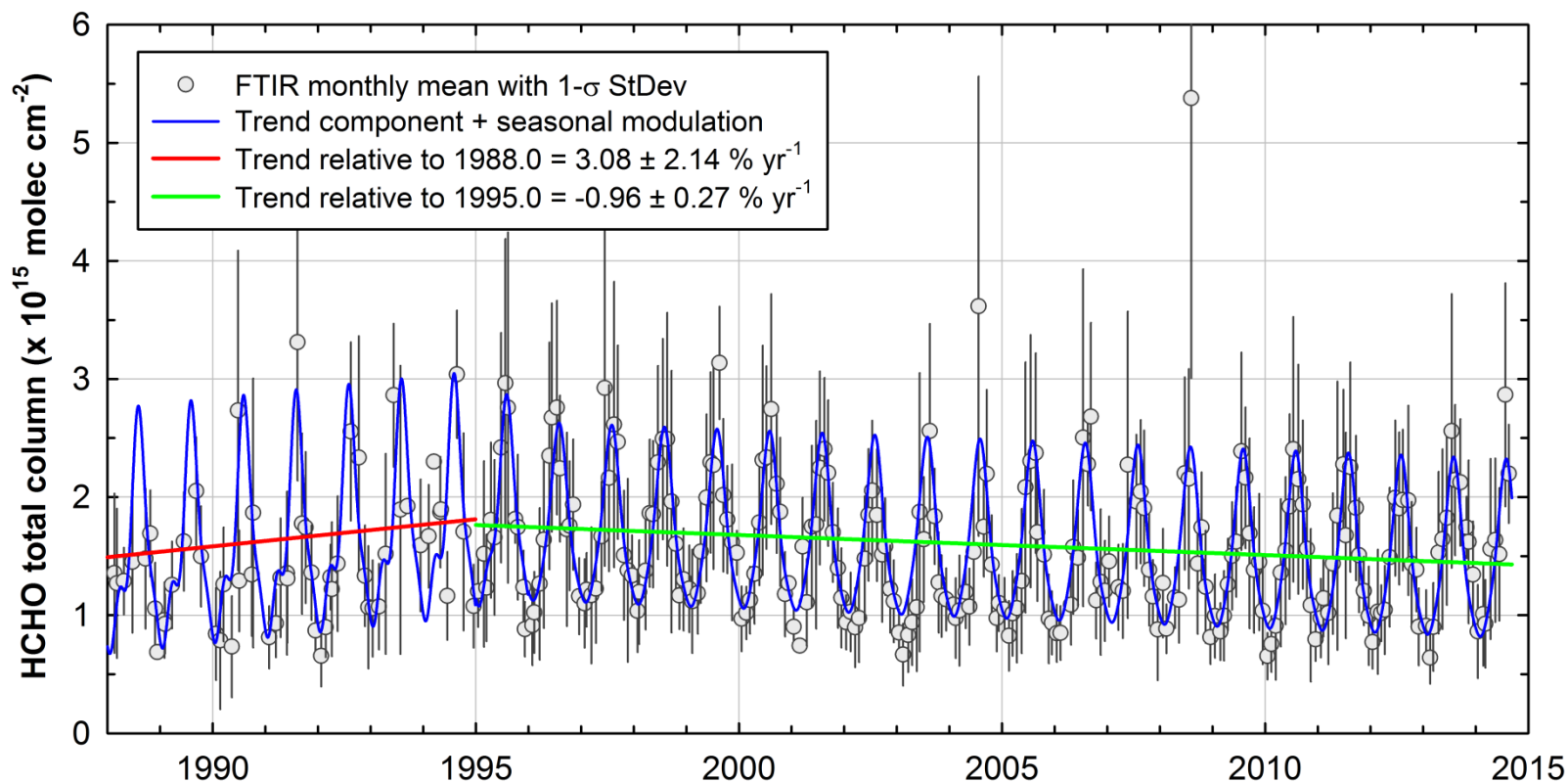
3.3 Formaldéhyde (HCHO)



Source principale :

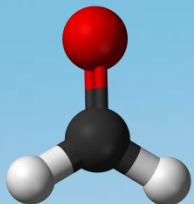
- Produit de dégradation du méthane et des composés organiques volatiles

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

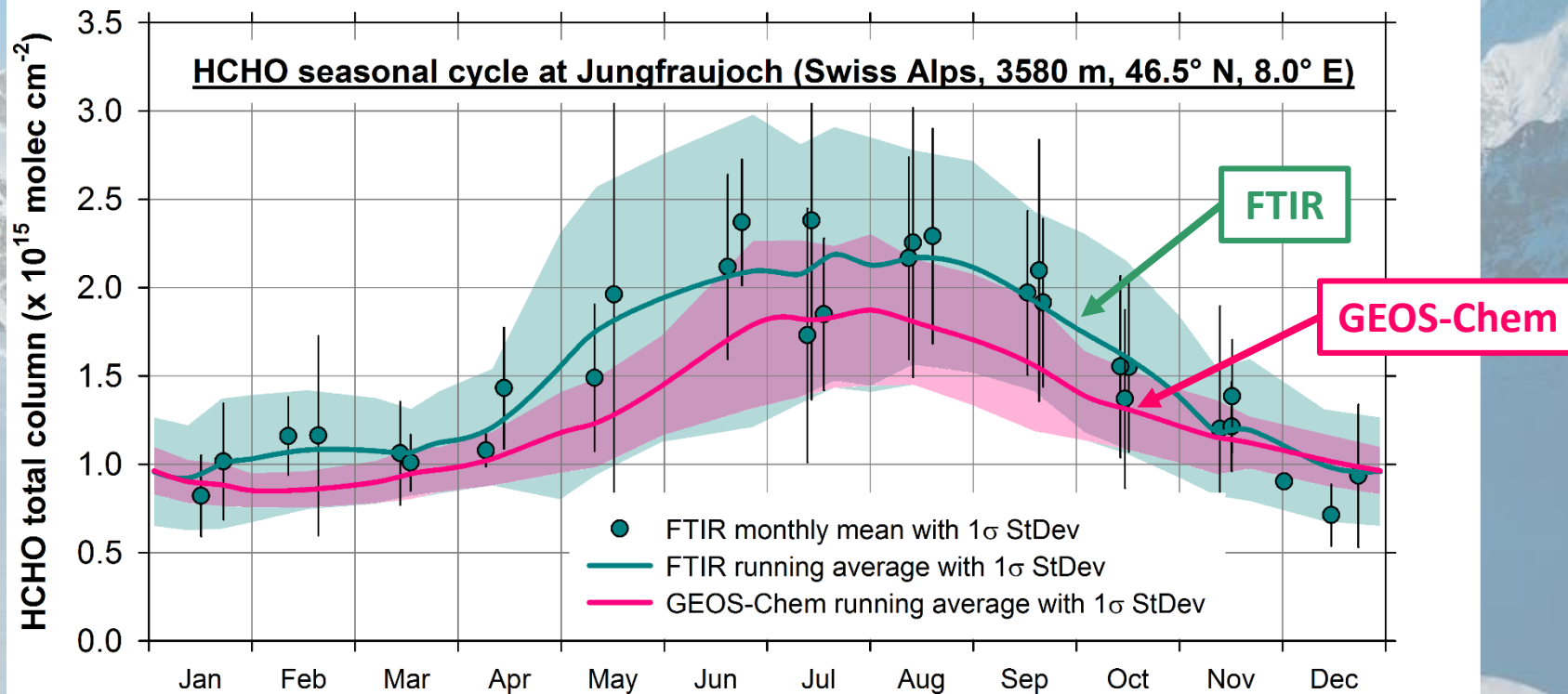


Or CH₄ est en **augmentation** depuis le milieu des années 2000 !!!

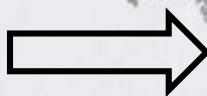
3.3 Formaldéhyde (HCHO)



Franco et al., 2015c, AMT

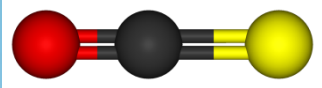


Bonne modélisation du cycle...
mais **sous-estimation en été**

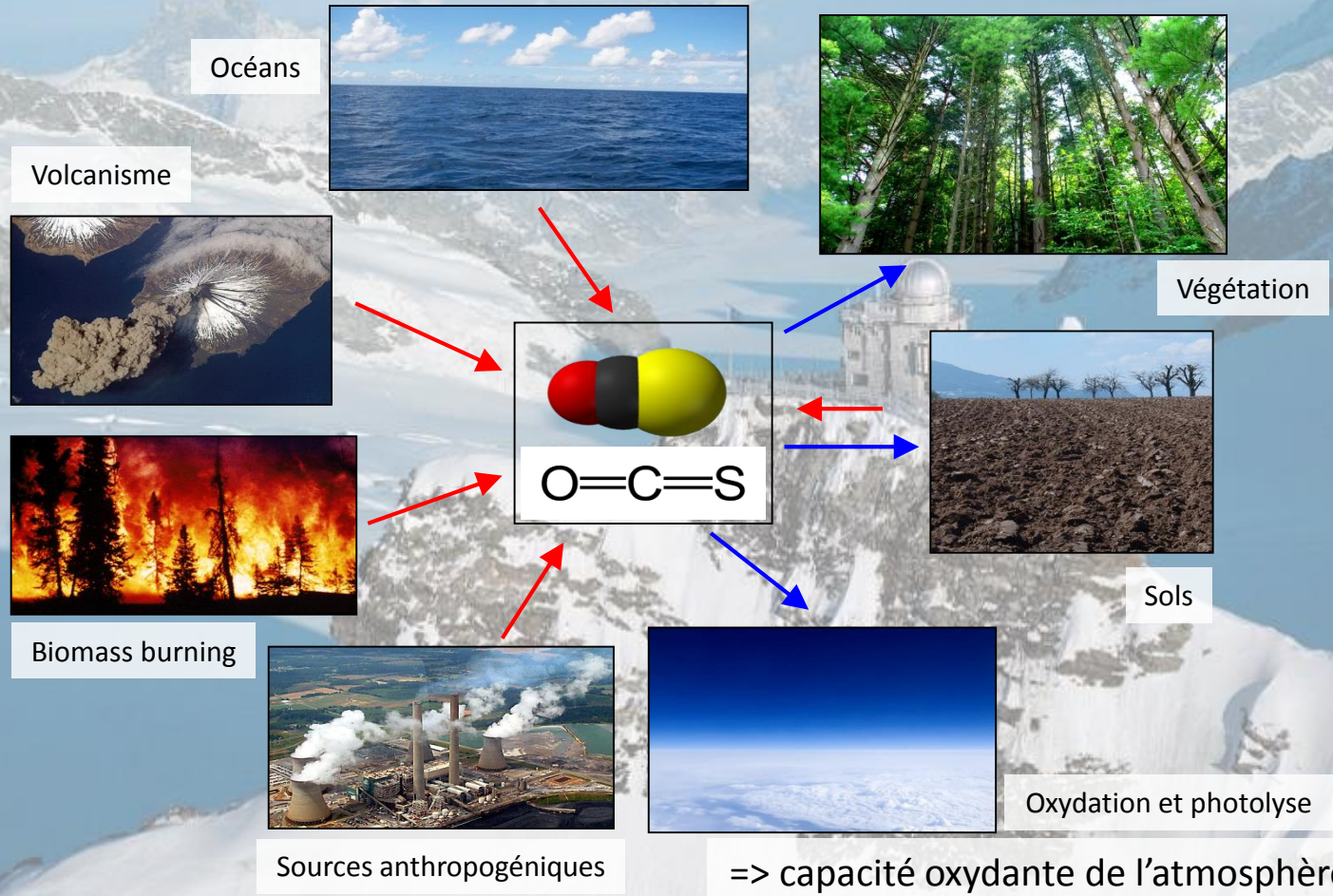


- Précurseur(s) mal modélisé(s) ?
=> rendement de l'oxydation de l'isoprène
- Emission insuffisante des précurseurs ?

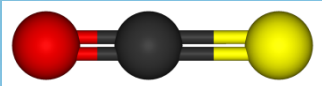
3.4 Oxysulfure de carbone (OCS)



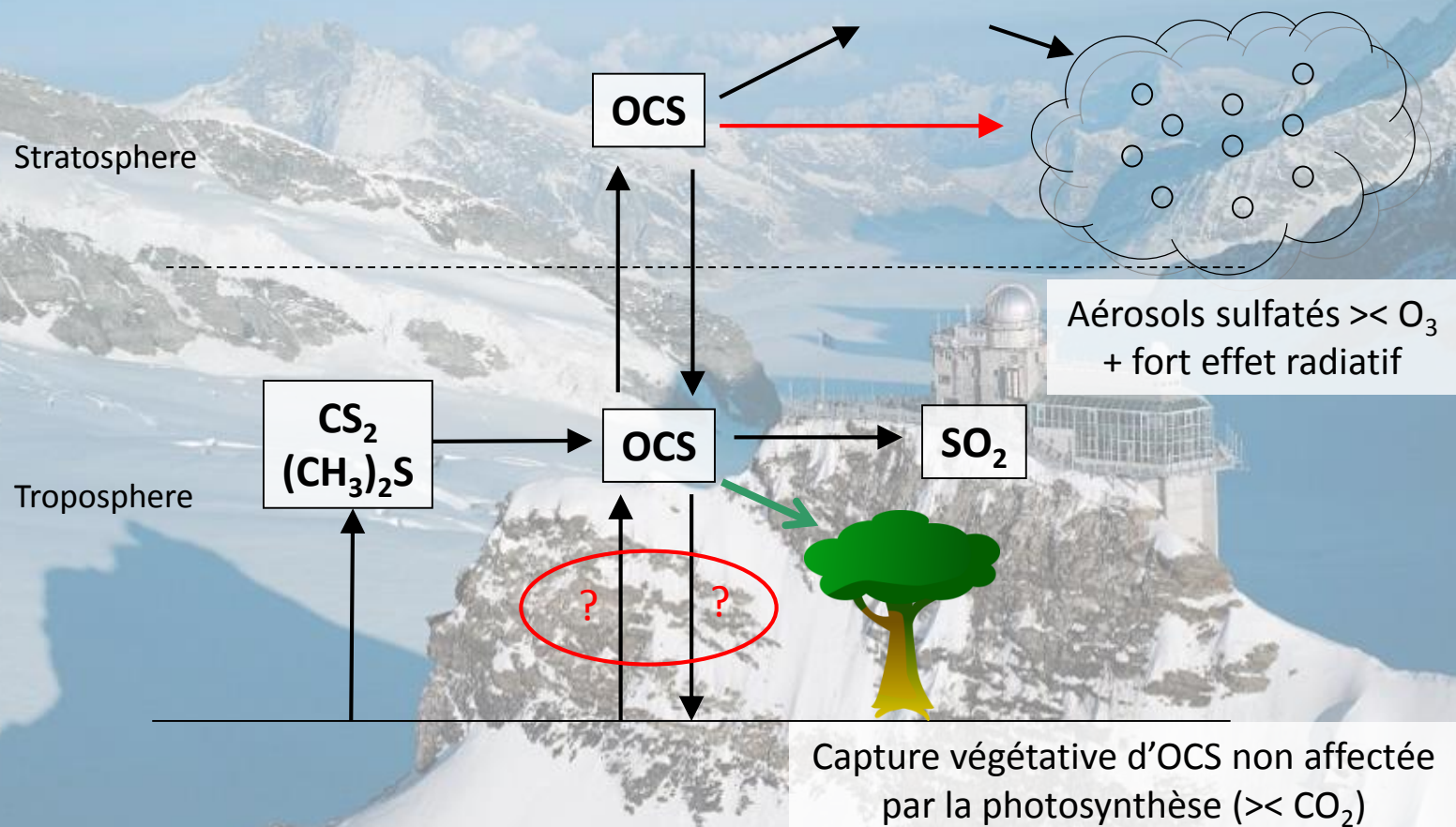
- Sources principales : émissions directes et oxydation de $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ et CS_2



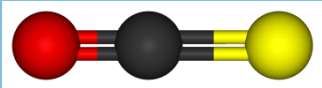
3.4 Oxysulfure de carbone (OCS)



- 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

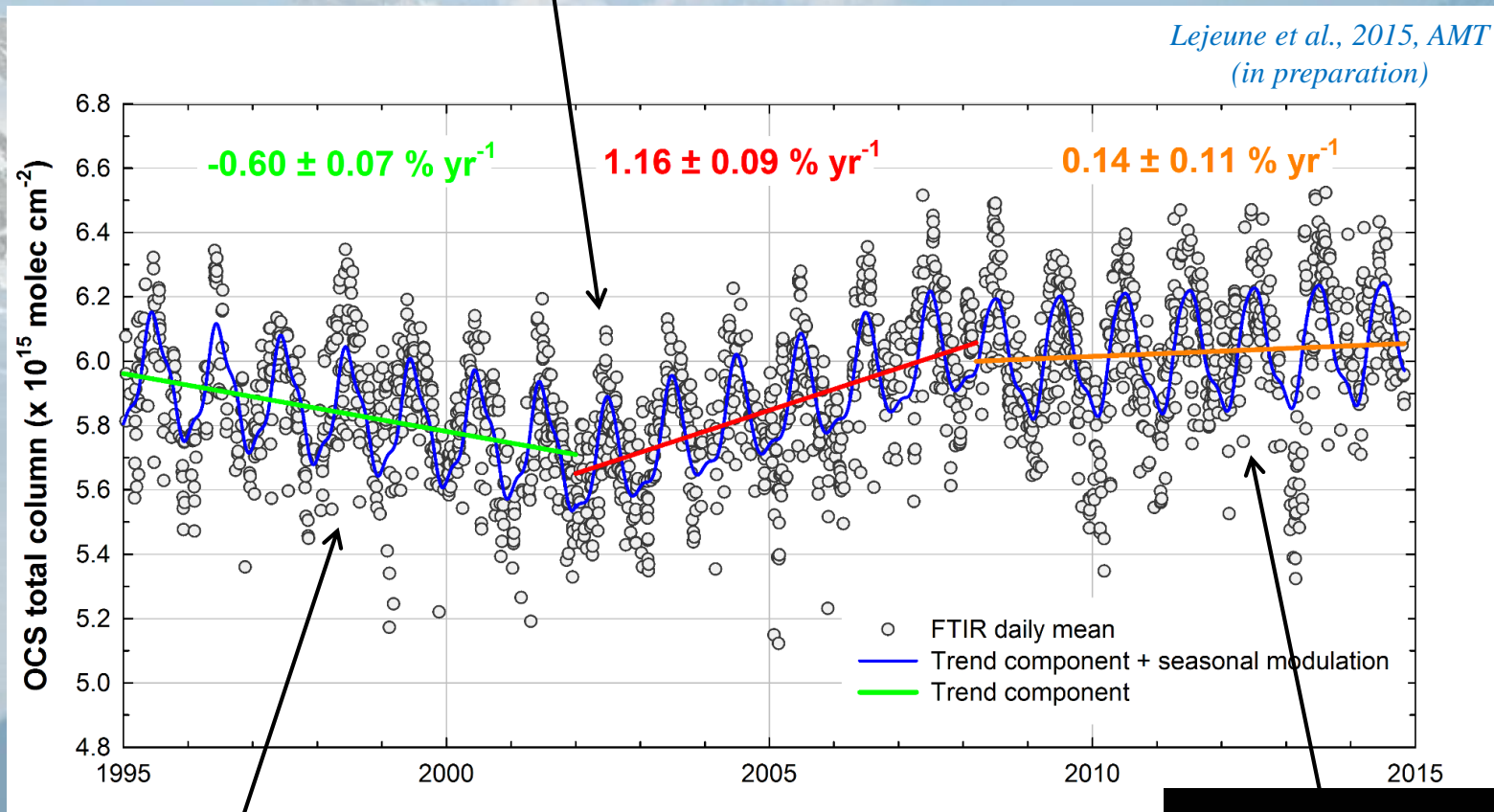


3.4 Oxysulfure de carbone (OCS)



- Evolution principalement troposphérique

Hausse de la combustion mondiale de charbon ?



Chute de la production de viscose ?

Merci...

