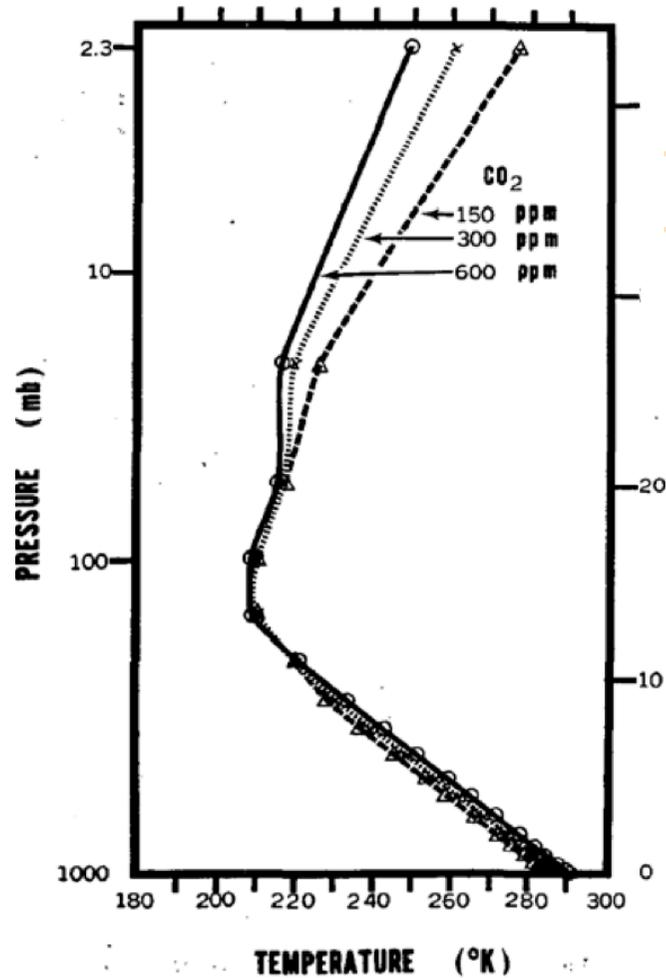


Défis associés à la quantification des tendances de température dans la stratosphère

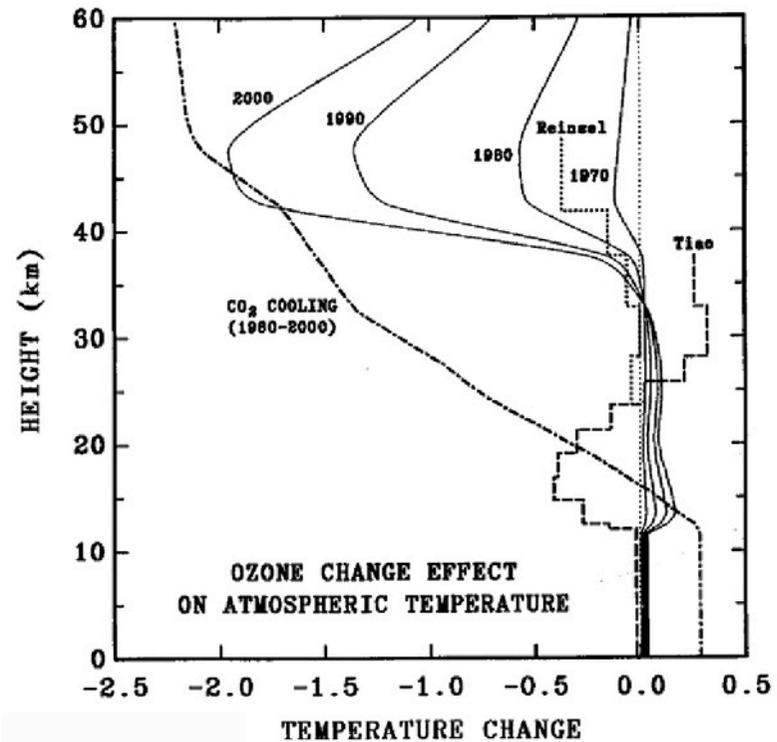
Chantal CLAUD,
Philippe KECKHUT, Beatriz FUNATSU,
Sergey KHAYKIN, Alain HAUCHECORNE

Laboratoire de Météorologie Dynamique/IPSL
LATMOS/IPSL

Changements de température associés à l'ozone et aux GHG dans les modèles

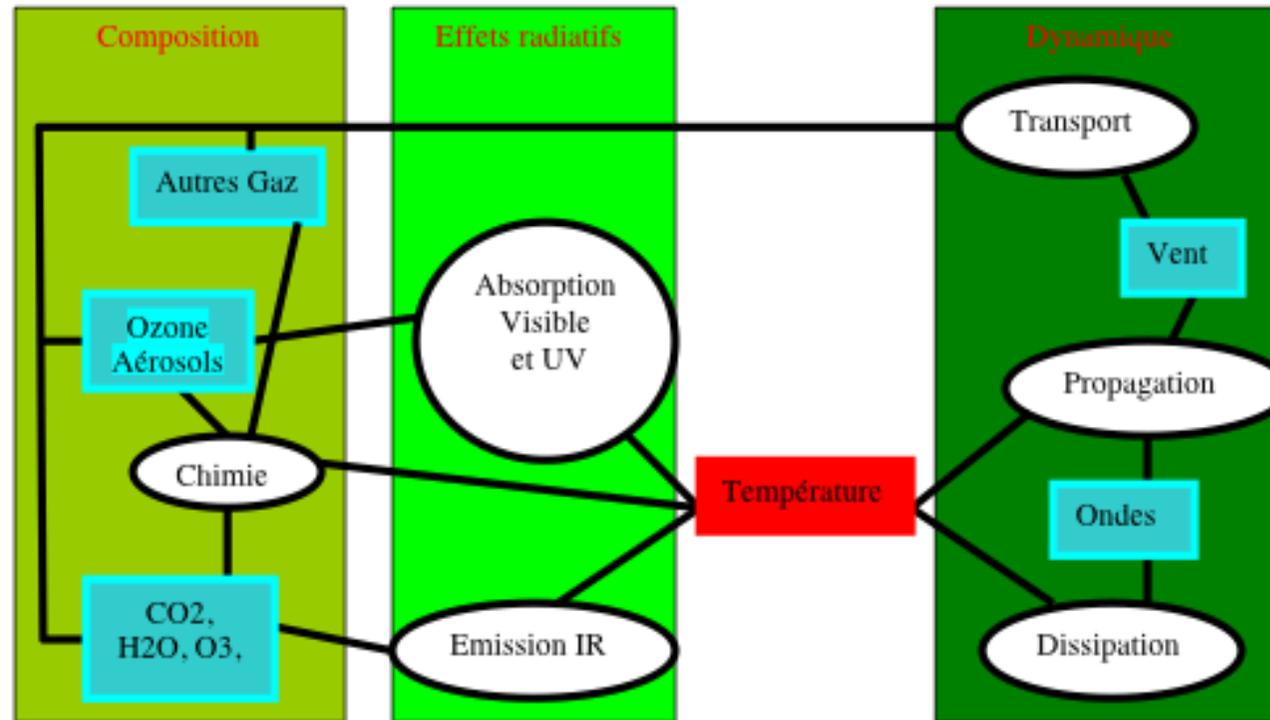


Manabe and Wetherald, 1967



Rind et al, 1988

Motivations



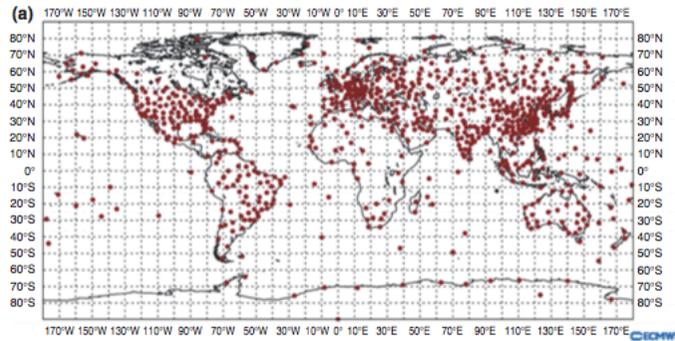
- Détection et attribution du changement climatique (O3 stratosphérique, gaz à effet de serre)
- Compréhension de phénomènes difficilement mesurables (vapeur d'eau stratosphérique, changements dans la circulation)
- Aide à la validation des modèles

De quelles observations dispose-t-on?

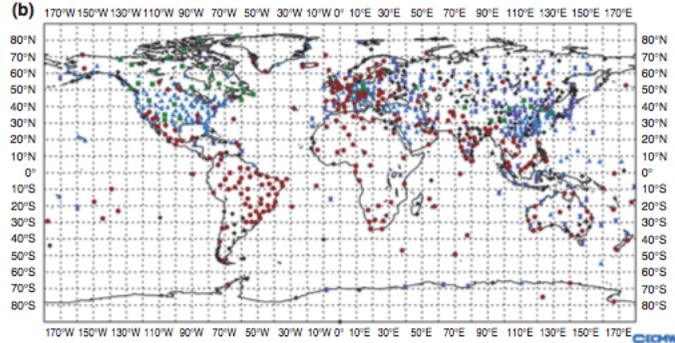
Essentiellement:

- **Radiosondages**: profils de température rarement au-delà de 30 hPa, couverture spatiale très inhomogène, changements d'instrumentation au cours du temps. Enregistrement depuis plus de 50 ans.
- **Lidars**: profils de température sur la gamme 30-80 km à très fine résolution verticale en certains points du globe. Mesures possibles en ciel clair.
- **Satellites**: observations globales, tous types de temps, faible résolution verticale. Des changements instrumentaux et de plates-formes, des dérives d'orbite. SSU/AMSU (+SABER, GPS-RO)

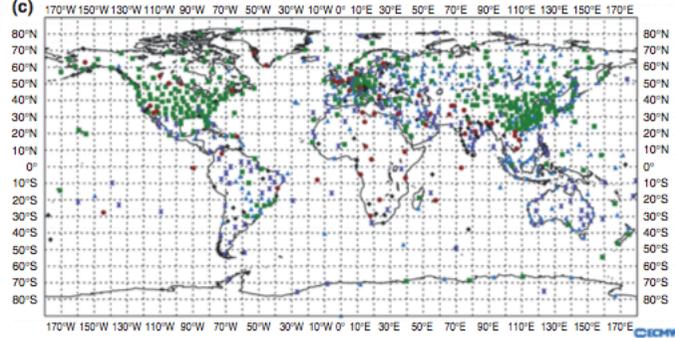
Radiosondes OCT 2010
 Frequency of reception at ECMWF
 Level: 5 hPa



Level: 10 hPa

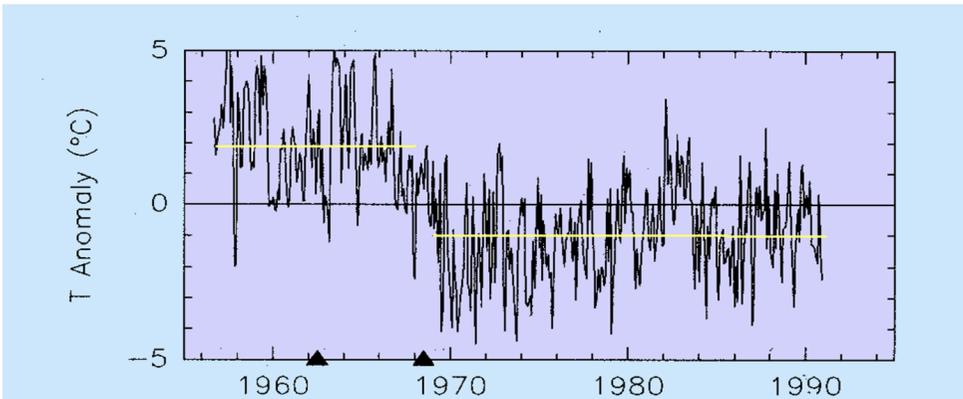


Level: 50 hPa

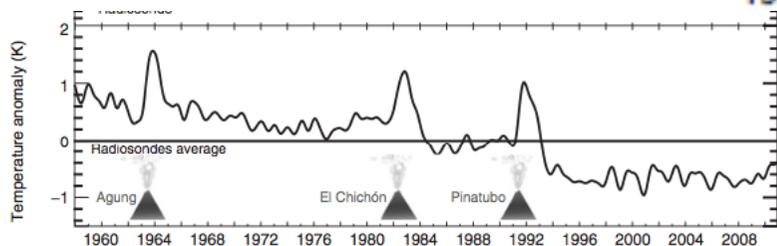
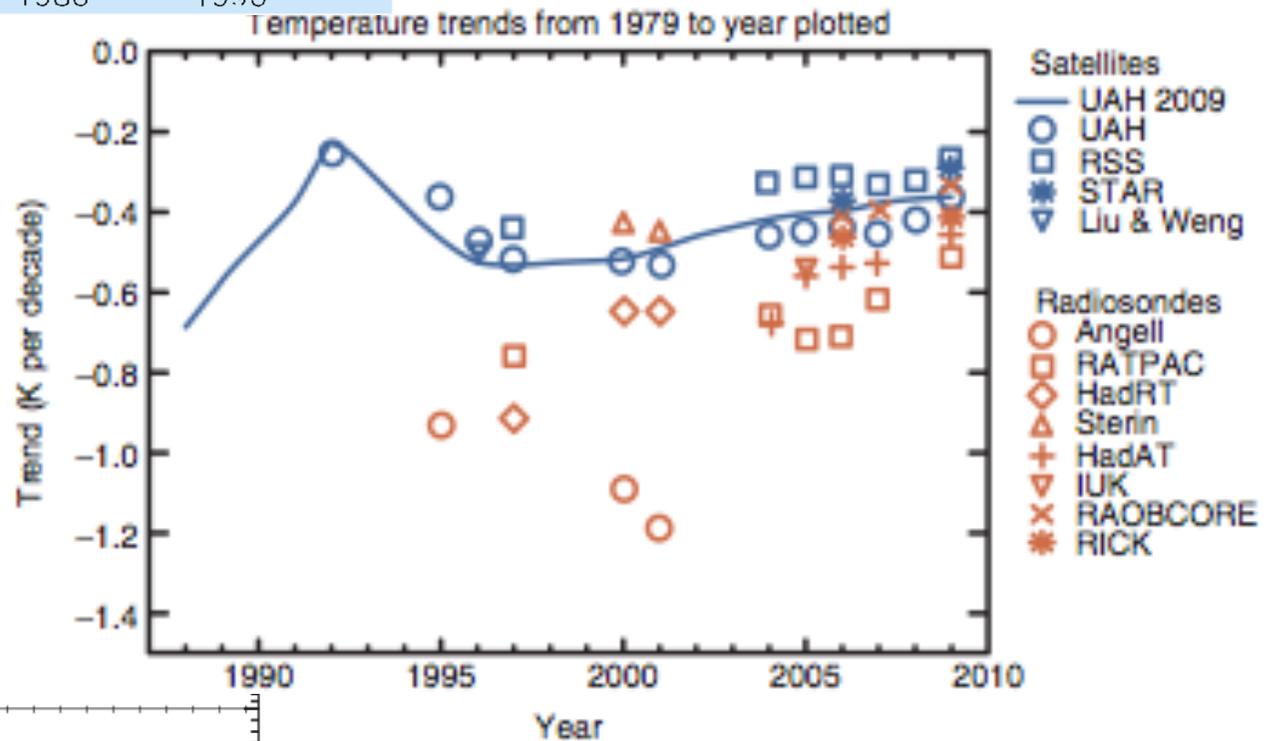


Radiosondages:
 Une couverture verticale
 limitée

Seidel et al, 2012



Evolution de la température dans la basse stratosphère observée par les radiosondages

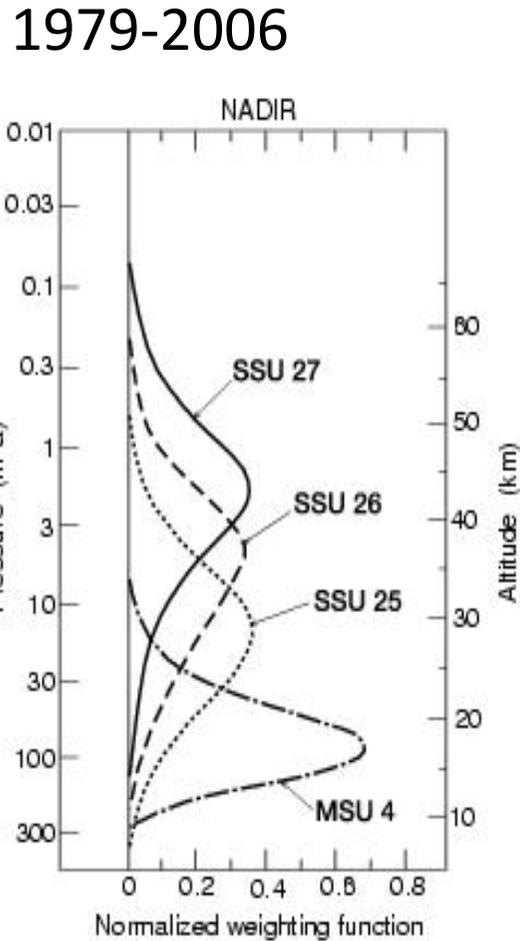


Seidel et al, 2012

Satellite observations of the Stratospheric Temperature

- Satellites (SSU, MSU, AMSU)

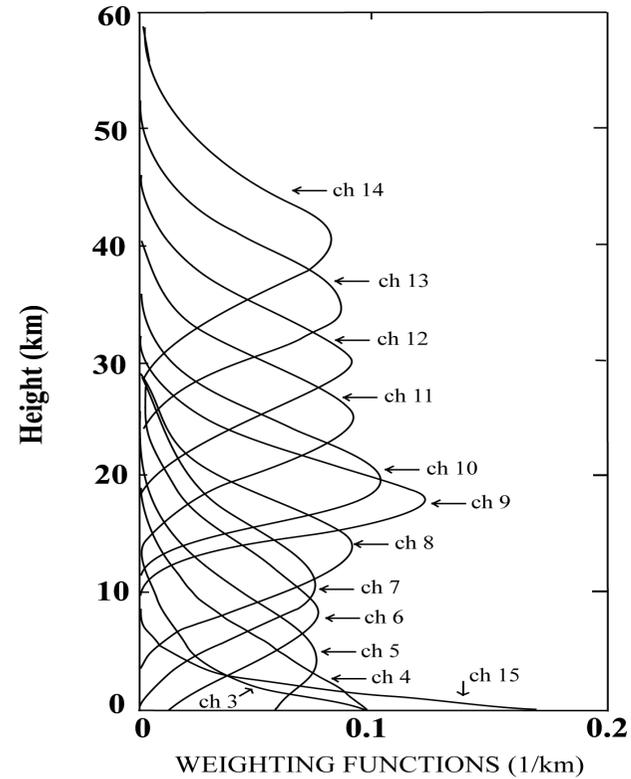
SSU weighting functions



Infrared spectrometer measuring in the 15 μm CO₂ band

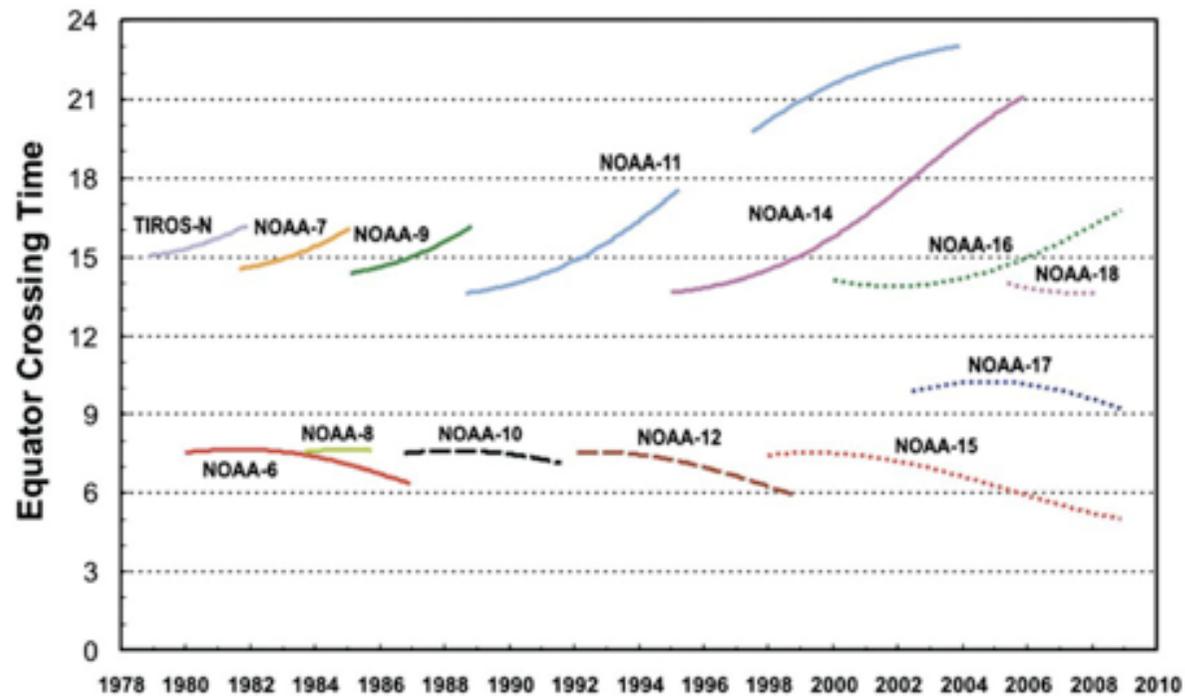
1999- now

AMSU-A weighting functions



Passive microwave sounder measuring in the 50-58 GHz Oxygen band

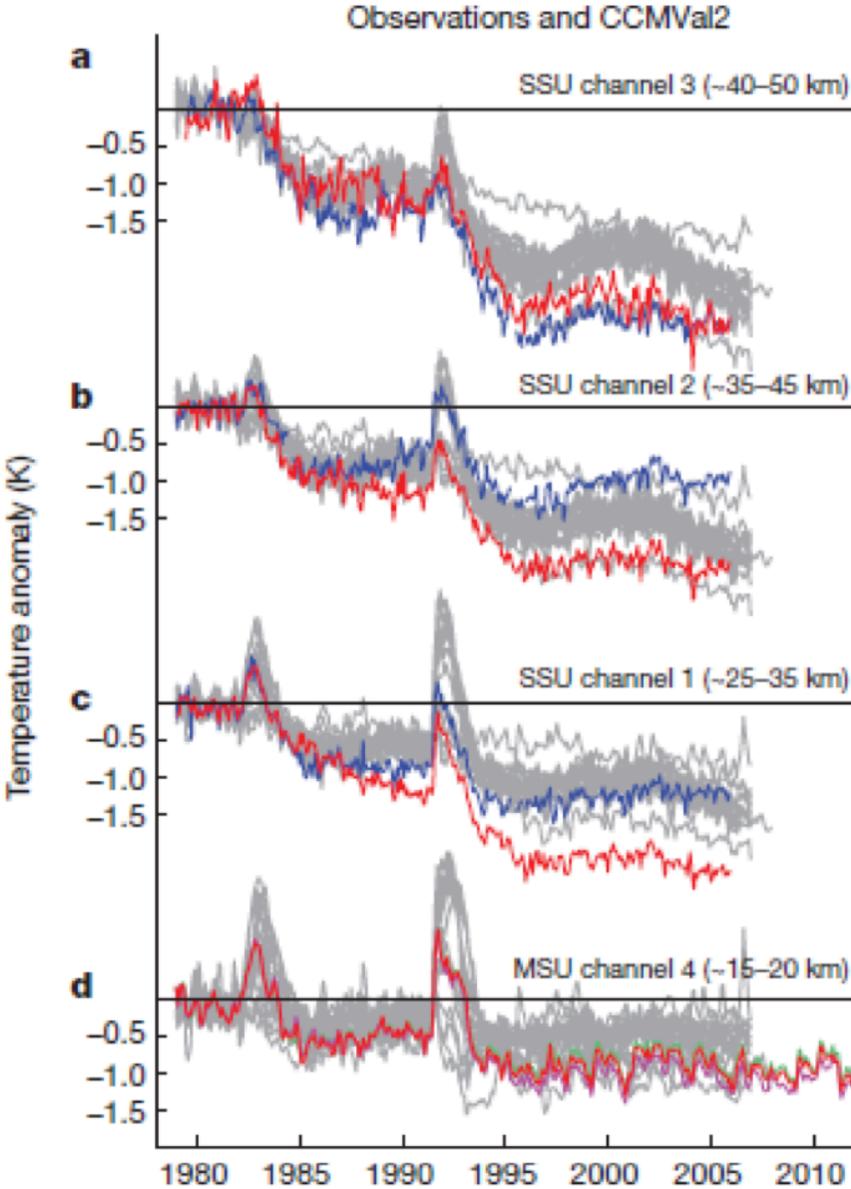
Satellite observations of the Stratospheric Temperature



Jusqu'à NOAA-14: SSU

Depuis NOAA-15: AMSU

Evolution des températures dans 2 jeux SSU (MetOffice, NOAA) et dans les CCM



MetOffice SSU data
NOAA SSU data

Thompson et al, 2012

Dernière évaluation du groupe de travail SPARC sur les températures en 2009

D02107

RANDEL ET AL.: STRATOSPHERIC TEMPERATURE TRENDS

D02107

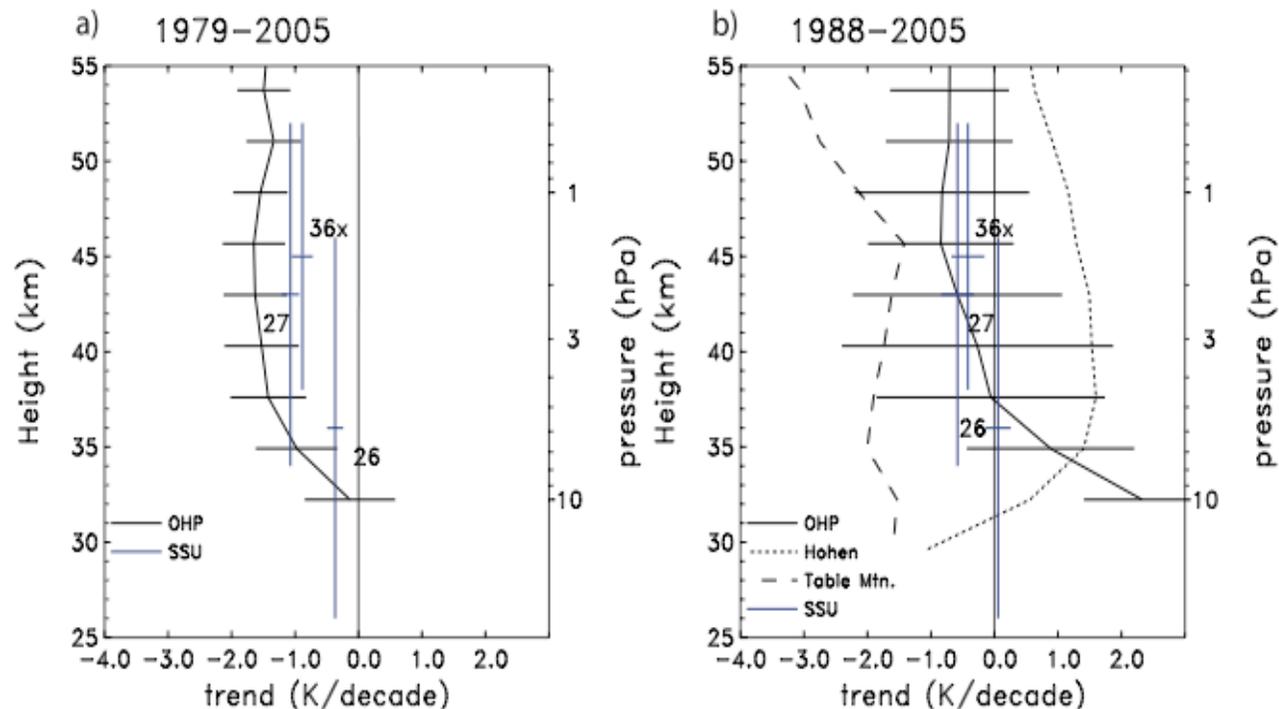


Figure 22. Vertical profile of trends derived from lidar measurements compared to zonal mean SSU results. (a) Trends for 1979–2005 from OHP data and (b) results for 1988–2005, including results from OHP, Hohenpeissenberg, and Table Mountain lidars. The blue lines denote SSU trends near the latitude of the lidars. Error bars denote the two-sigma statistical trend uncertainties (for clarity, included only for the OHP results in Figure 22b).

- a) Tendances entre 1979 et 2005, en K/décennie, à partir de SSU (Stratospheric Sounding Unit) et du lidar de l'Observatoire de Haute Provence (44° N)
- b) Comparaison entre les tendances en 3 sites des moyennes latitudes et SSU sur la période 1988-2005

SSU Met Office + lidars

Randel et al, 2009

Influence de l'échantillonnage spatio-temporel (1/2)

- . AMSU and lidar tendencies over the period 2001-2007 in K/decade:

	(a) Lidar OHP		(b) W Europe		(c) Zonal Average	
			AMSU Lidar dates	AMSU all nights	AMSU Lidar dates	AMSU all nights
32 km	-2.5 ± 2.6	ch 12	-2.8 ± 1.1	-1.6 ± 0.7	-2.0 ± 0.8	-1.4 ± 0.5
36 km	-4.4 ± 3.2	ch 13	-4.6 ± 1.8	-2.5 ± 1.2	-2.6 ± 1.1	-1.8 ± 0.8
40 km	-5.0 ± 3.2	ch 14	-4.8 ± 2.0	-2.5 ± 1.4	-2.1 ± 1.2	-1.5 ± 1.0

- . L'échantillonnage temporel introduit un biais dans le calcul des tendances lidar.
- . L'accord avec AMSU est meilleur si l'on n'utilise que les mesures en coincidence.
- . Les tendances zonales diffèrent des tendances locales.

Influence de l'échantillonnage spatio-temporel (2/2)

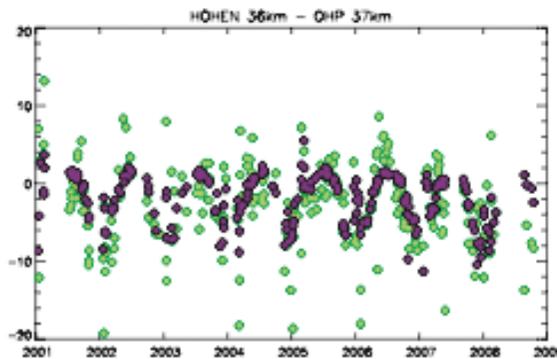
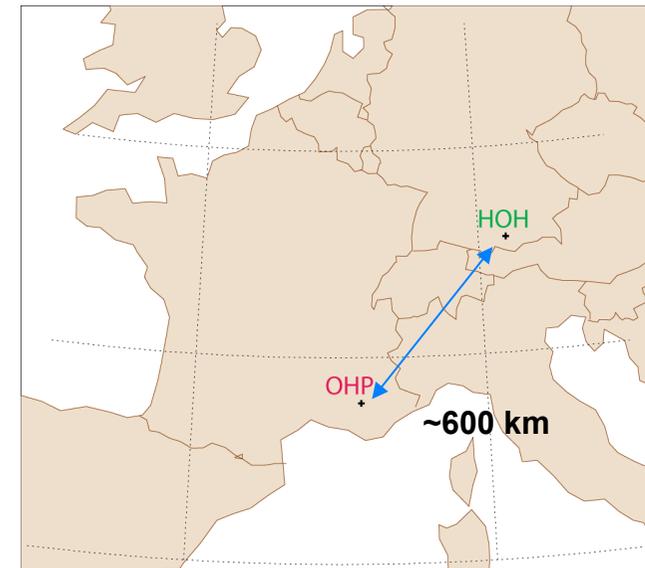
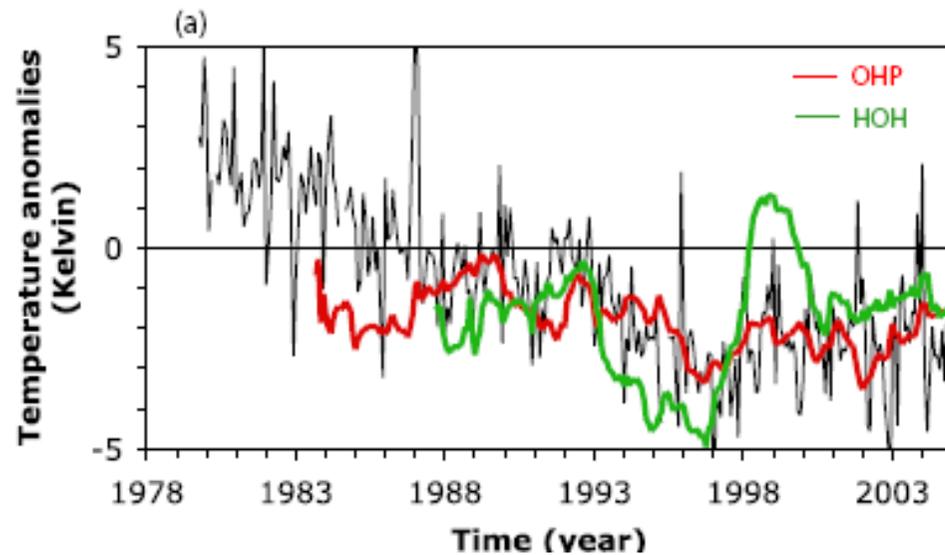


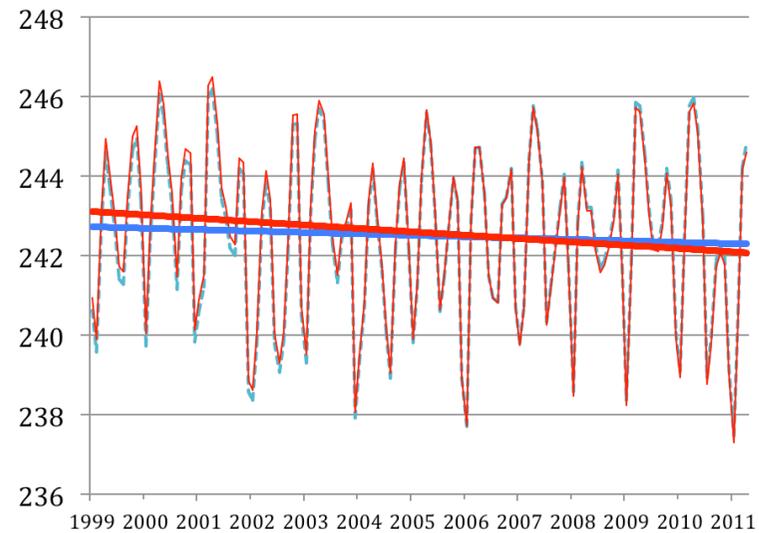
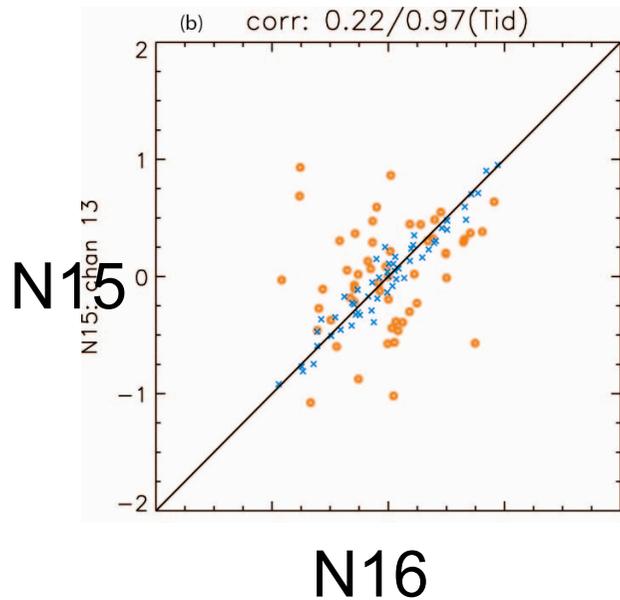
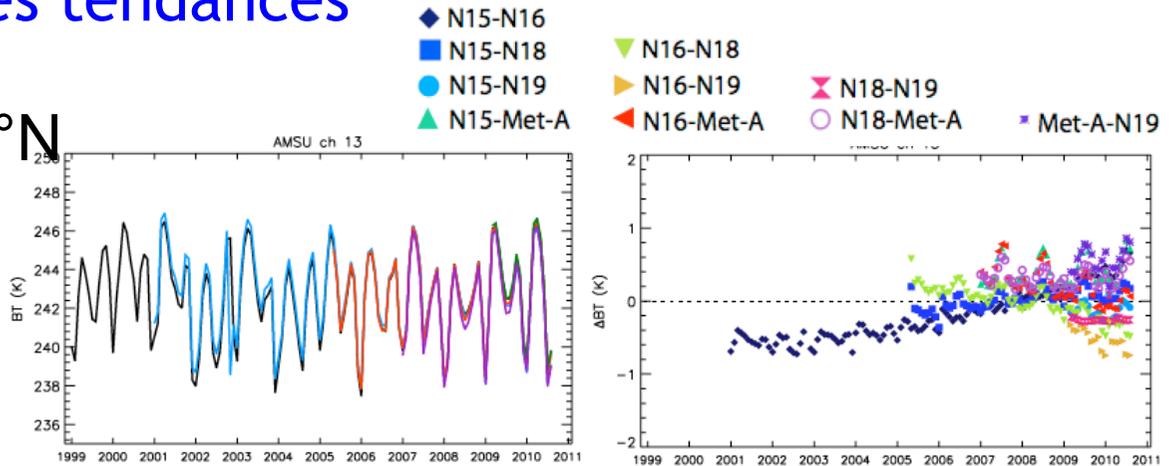
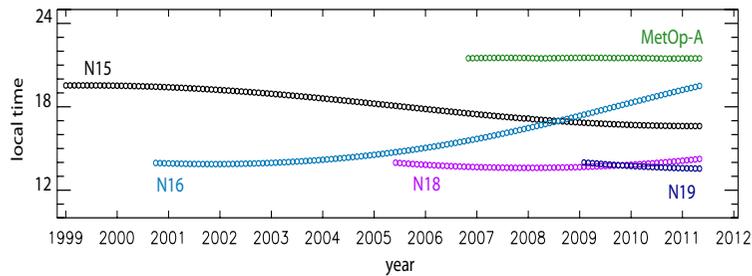
Figure 6: Lidar temperature anomalies differences at 36/37 km (HOH-OHP; green) and AMSU brightness temperature anomalies (purple) for channel 13.

Différences entre les températures basse stratosphère à OHP (44°N , 6°E) et à Hohenpeissenberg (48°N , 11°E) mesurées par lidar -en vert- et par AMSU - en mauve- (toutes mesures coincidentes dans le temps).

---> les différences entre les lidars sont confirmées par AMSU. Ces différences induisent des écarts sur les tendances de température calculés en chacun des sites.

Prise en compte de l'effet des marées pour le calcul des tendances

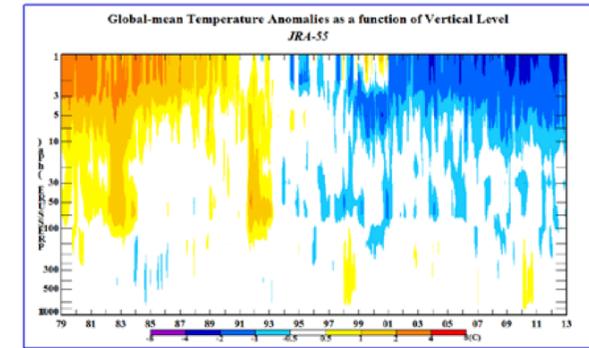
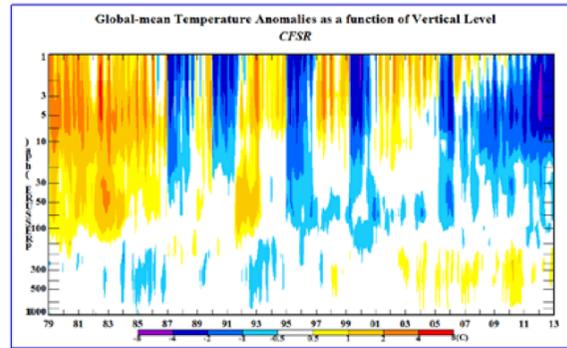
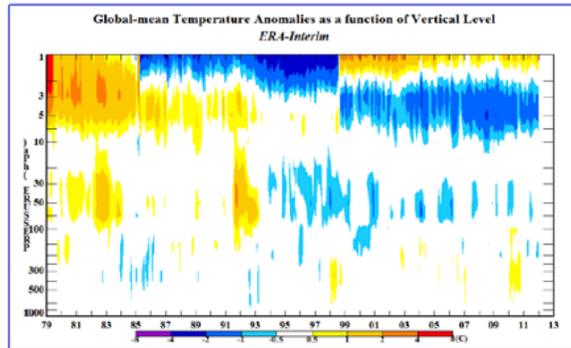
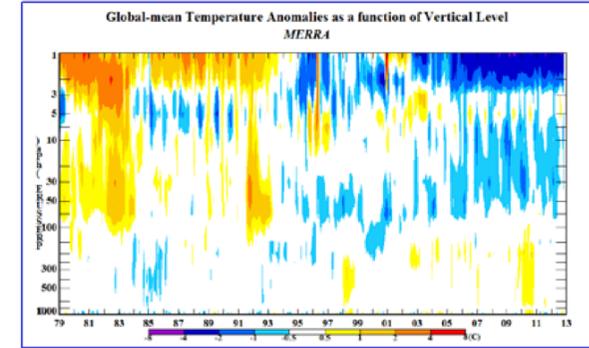
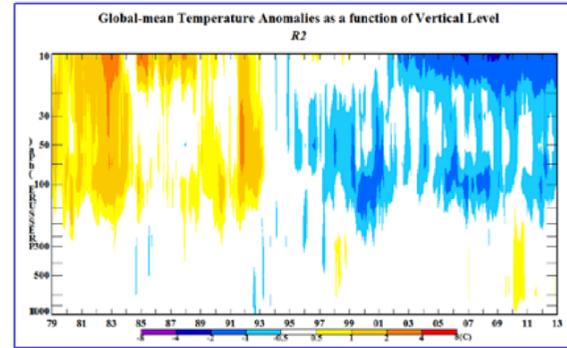
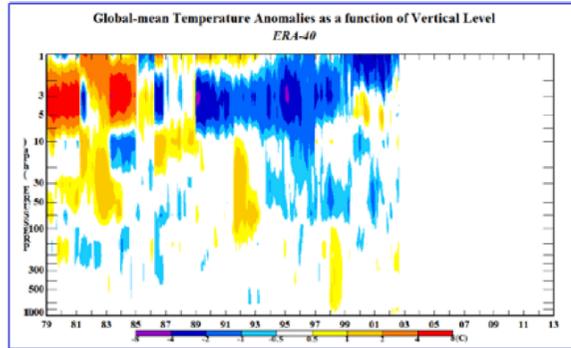
Exp: canal 13, 10°S-10°N



Réduction de la variance

Keckhut et al, 2015

Les réanalyses peuvent-elles aider?



Anomalies de Températures/1979-2012 dans 6 réanalyses

Échelle: de -8 à +8K

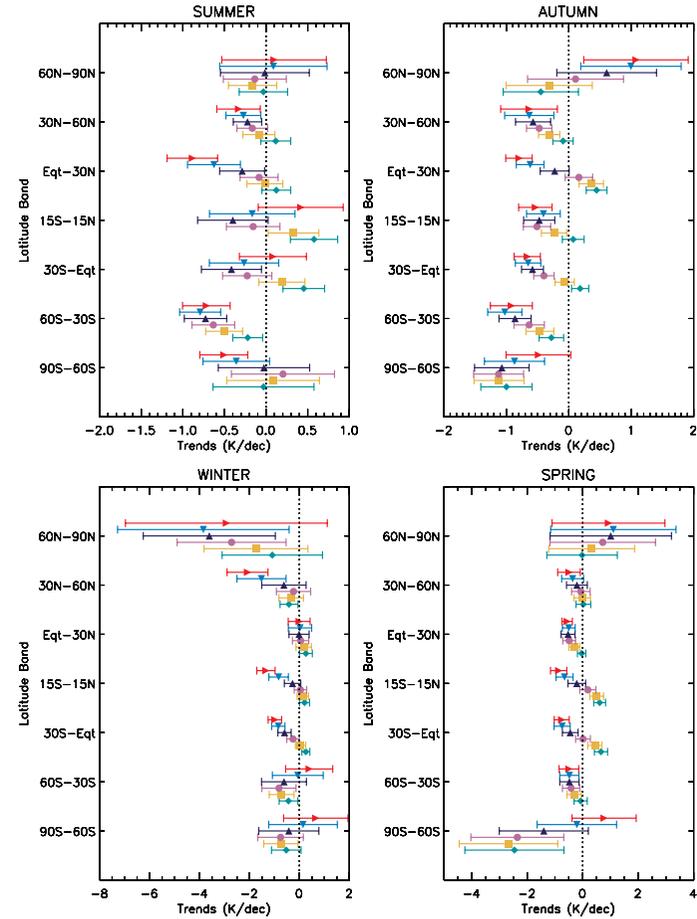
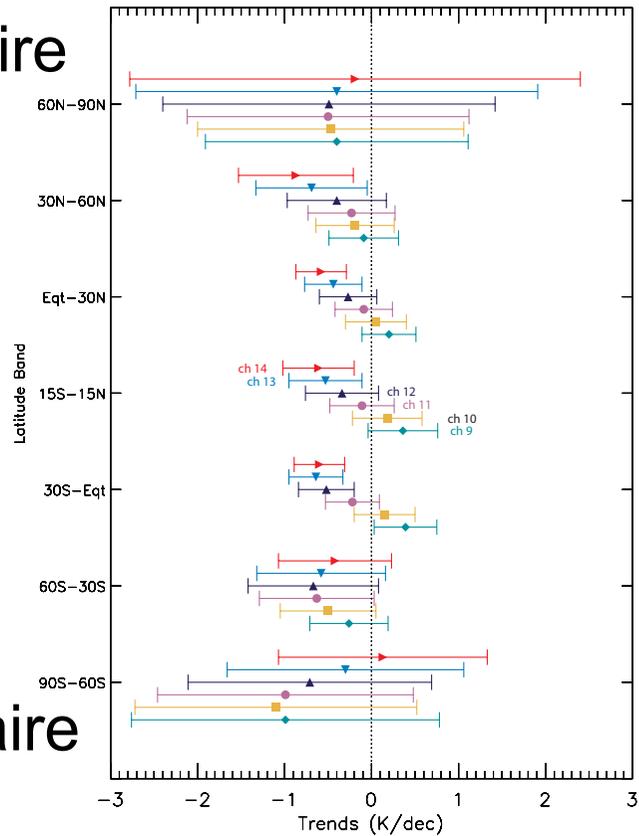
Craig Long,
*SPARC Analysis-Reanalysis Intercomparison
Project*

Tendances de température AMSU/Aqua

Polaire nord

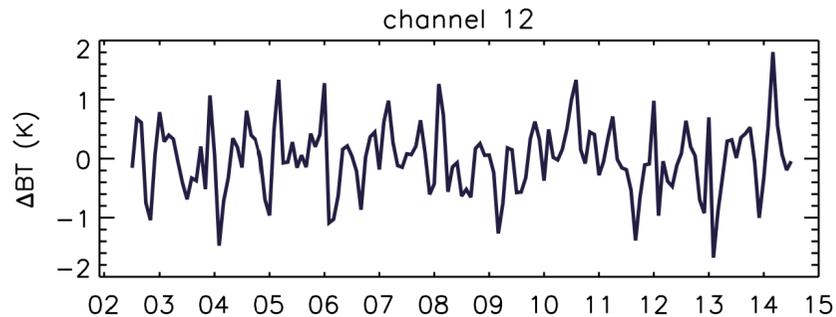
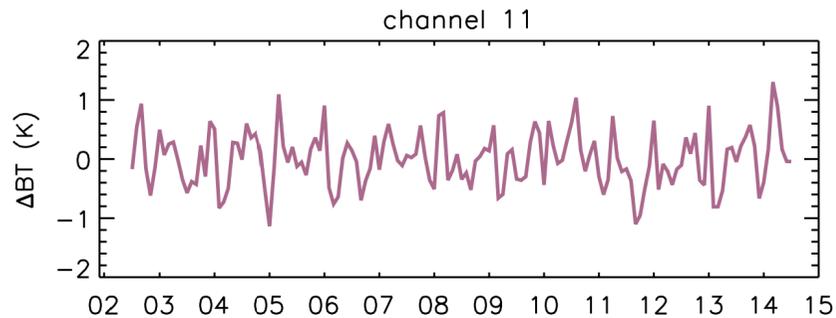
Eq.

Polaire sud

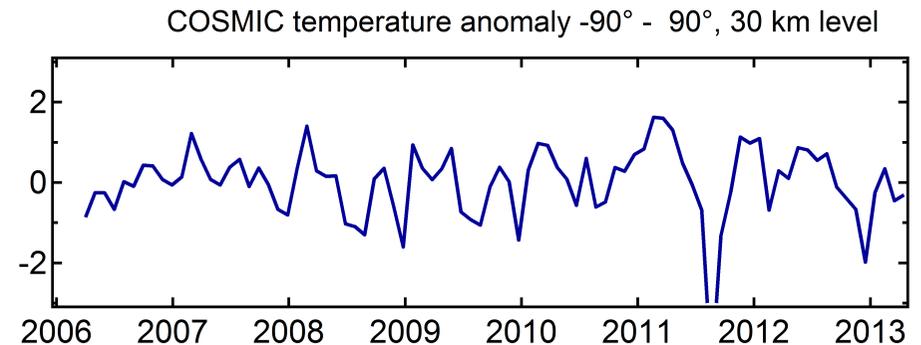
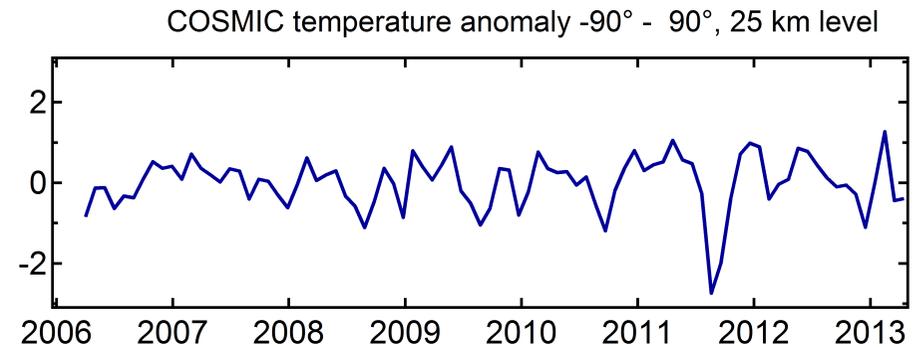


2002-2014, no satellite drift, QBO and solar cycle removed

Etude de la variabilité dans les données AMSU et COSMIC



AMSU



COSMIC

Mesures par radio-occultation,
très précises, tous temps, résolu
tion verticale très fine

Conclusions/discussions

- Importance de la synergie entre différents jeux de données qui mesurent la température afin d'accroître la confiance dans les résultats.
- Nécessité de croiser les résultats des observations et des modèles pour mieux expliquer les résultats.
- Besoin de mesures corrélatives (notamment ozone).
- Affiner la connaissance de la variabilité naturelle (et notamment l'effet du cycle solaire à 11 ans -mais pas seulement) est indispensable.
- Développer/appliquer des méthodes de calcul de tendances adaptées.