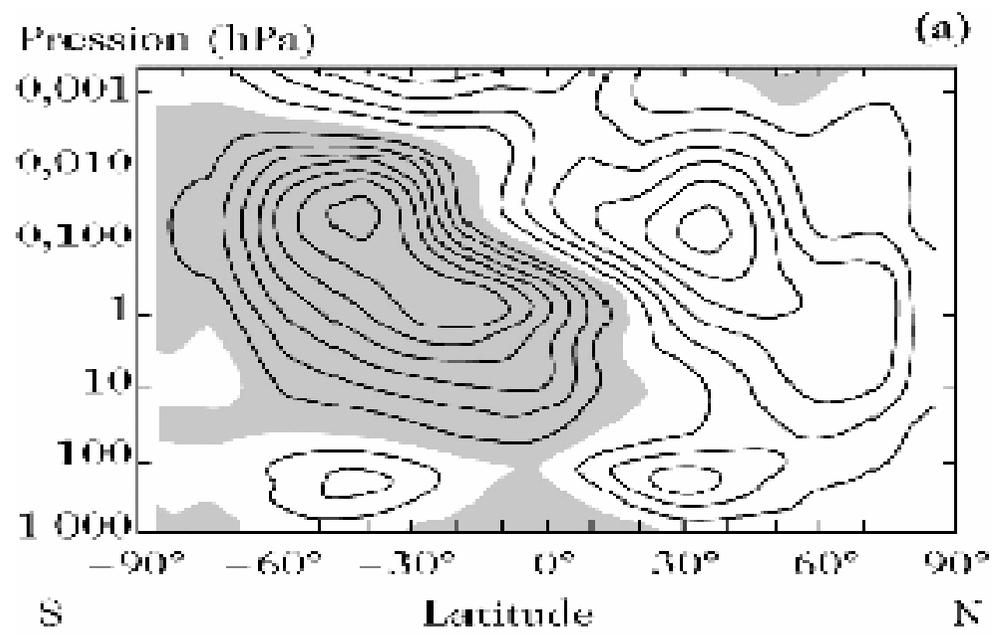


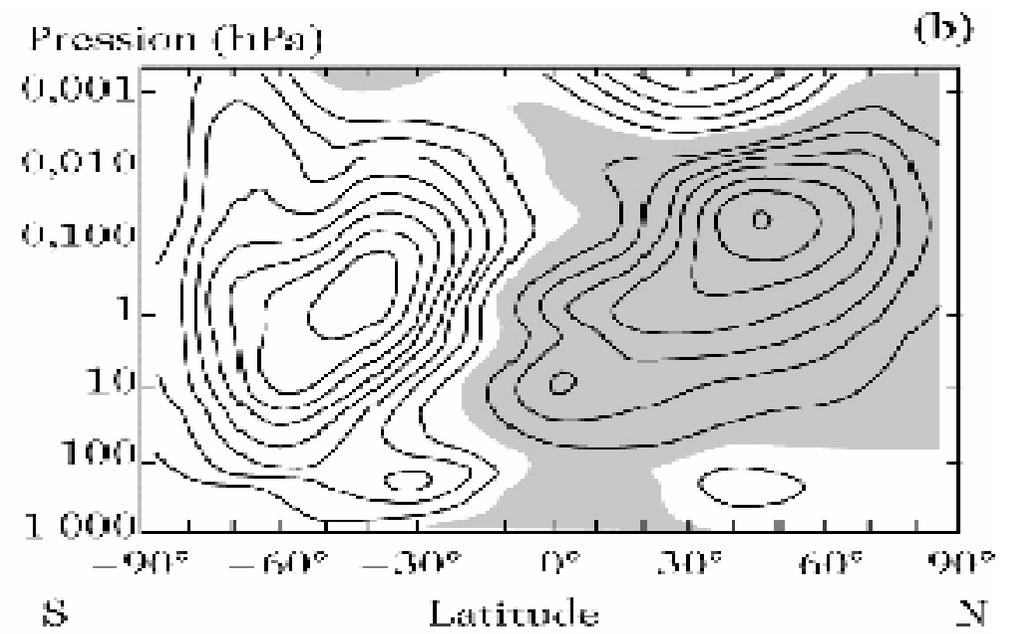
## Circulations stratosphériques et transport

- Découverte de la stratosphère par Teisserenc de Bort ~ 100 ans
  - Basse stratosphère quasi-isotherme, puis, entre 30 et 50 km d'altitude, croissance de T avec l'altitude.
  - Stratification + forte que la troposphère (fréquence d'oscillation d'une particule multipliée par 2) :
    - a. filtre qui ne permet qu'aux ondes les + longues de se propager.
    - b. inhibe les mvts verticaux (faible amplitude)
- Pour beaucoup de polluants émis depuis la surface de la Terre, la stratification de la stratosphère est un frein à leur dispersion vers la stratosphère.
- Profil thermique moyen déterminé par l'équilibre entre forçage radiatif et le pilotage par les ondes
  - Stratosphère très sèche, chauffée par l'intérieur de la couche

# Écoulement zonal moyen

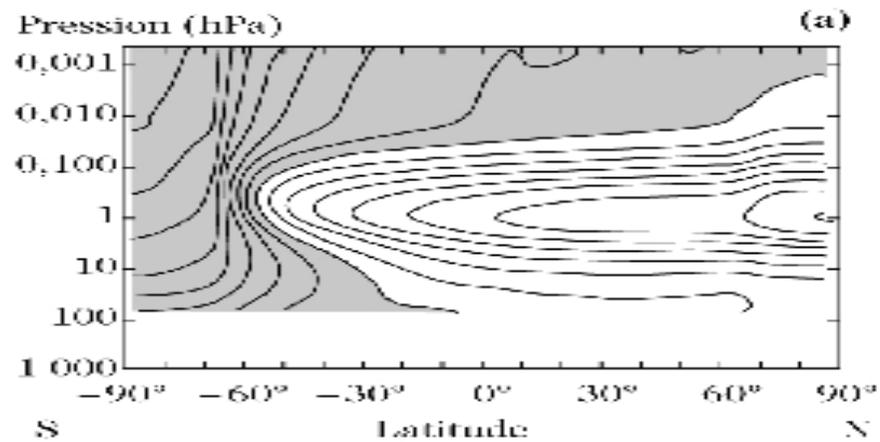


Janvier

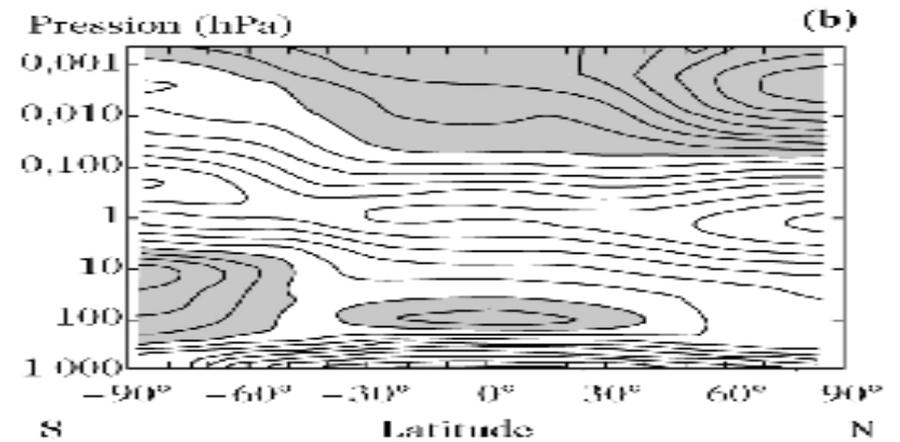


Juillet

# Structure thermique



**Température résultant de l'équilibre radiatif**



**Température observée**

# Réchauffements stratosphériques soudains

**Situation « normale »**: basse stratosphère froide à l'équateur et chaude au niveau du pôle d'été et vers 45 ° dans l'hémisphère d'hiver. Stratosphère polaire (pôle d'hiver) froide + vortex présentant un fort cisaillement d'ouest avec l'altitude.

**De manière sporadique, en hiver dans HN**, changement de situation en 1 à 2 semaines.

Disparition des vents d'ouest --> régime d'est.

Réchauffement de grande échelle de la stratosphère polaire (40 ° en quelques jours à 50 hPa).

**Origine**: dynamique, liée à la propagation sur la verticale d'ondes d'échelle planétaire, générées dans la troposphère et à l'énergie transportée.

Si le réchauffement se produit tard dans la saison hivernale, pas de retour à la situation hivernale et les vents d'est persistent jusqu'à l'automne suivant. Sinon, retour graduel vers un écoulement hivernal normal.

## Ozone stratosphérique

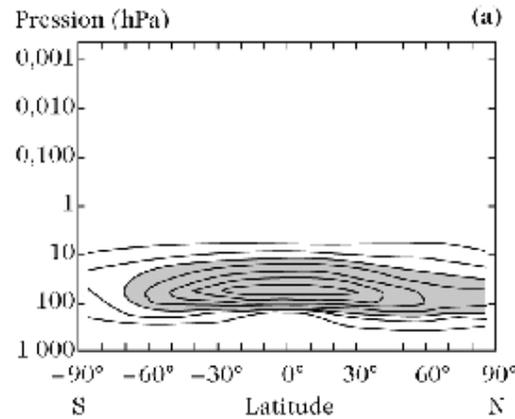
90 % de l'ozone atmosphérique.

Comment les mouvements atmosphériques contribuent à la distribution de grande échelle de l'ozone dans la stratosphère?

1. Production photochimique *in situ*
2. Destruction photochimique *in situ*
3. Transport

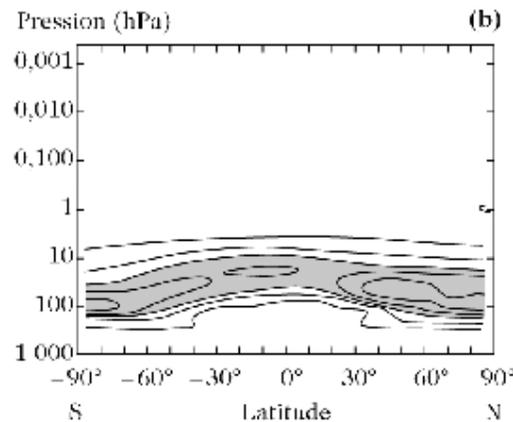
Haute stratosphère: équilibre photochimique

Basse stratosphère: distribution de l'ozone fortement conditionnée par les mvts atmosphériques

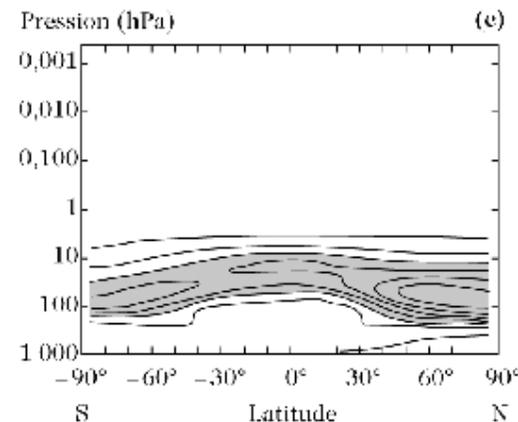


Distribution de la concentration d'ozone résultant de l'équilibre photochimique

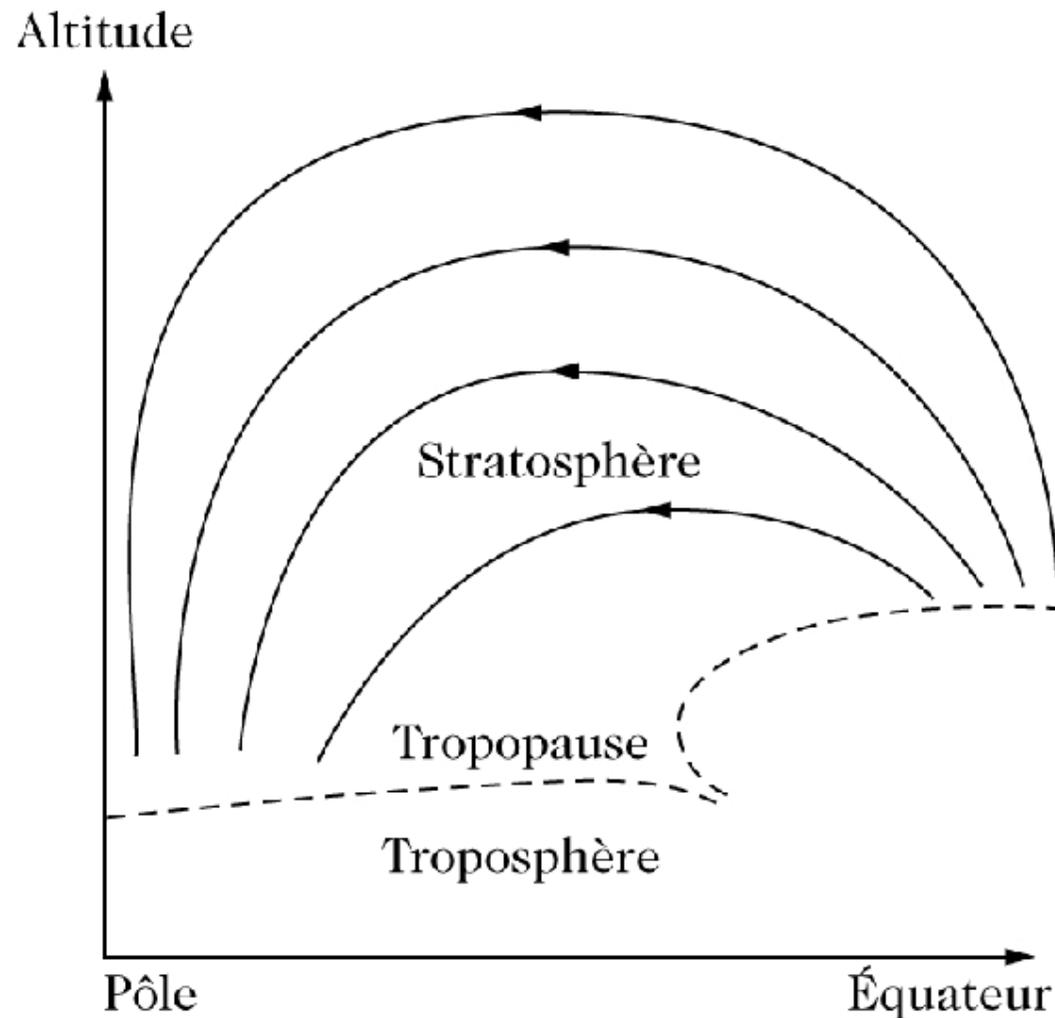
janvier



mars



**Distribution de la concentration d'O<sub>3</sub>: équilibre photochimique/ distributions réelles janvier et mars**



## Circulation de Brewer-Dobson

(circulation méridienne et particulière proposée dans les années 40 pour expliquer la différence de localisation entre les régions de production d'ozone et celles où l'on observe les maxima)

# La stratosphère tropicale

## Deux oscillations du vent zonal

**Oscillation quasi-biennale** (dans la basse et moyenne stratosphère) : en moyenne zonale, des régimes de vents d'est et d'ouest alternent régulièrement avec des périodes de 22-34 mois (27 en moyenne). Amplitude max de l'oscillation : 20-30 m/s à 20 hPa. Oscillation faible en dessous de 50 hPa. Vents d'est généralement + forts que ceux d'ouest. L'oscillation débute en altitude, au dessus de 30 km, puis se propage lentement (1 km par mois) vers le bas ; sans perte d'amplitude entre 30 et 23 km, puis rapidement atténuée en dessous. Pilotage de la QBO par des ondes et interaction non-linéaire ondes-écoulement moyen.

# La stratosphère tropicale

## Deux oscillations du vent zonal

**Oscillation semi-annuelle** : se produit à des altitudes plus élevées que la QBO ; 2 max : un près de la stratopause, un de la mésopause (mal connu). En dessous de 40 km, l'oscillation devient faible ; amplitude maximale à la stratopause : environ 30 m/s. Max de vent d'ouest (resp. est) se produit juste après l'équinoxe (resp. le solstice). Mécanismes responsables des accélérations d'ouest et d'est différents :

- accélération d'ouest débute à la stratopause et propagation vers le bas 10km/mois. Mécanisme : ondes équatoriales de GE se propageant verticalement + ondes de gravité.
- accélération d'est se produit simultanément à tous les niveaux. Mécanisme : processus de transport horizontal de moment cinétique + déferlements d'ondes de Rossby.

## Echanges stratosphère-troposphère

5 à 10 ans de la tropo vers la strato, surtout aux Tropiques

1- 2 ans de la strato vers la tropo, surtout aux moyennes latitudes (via les perturbations des moyennes latitudes qui façonnent la tropopause).