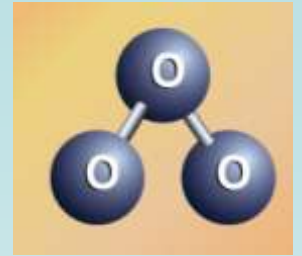


Evolution de la couche d'ozone, Changement climatique et Rayonnement UV

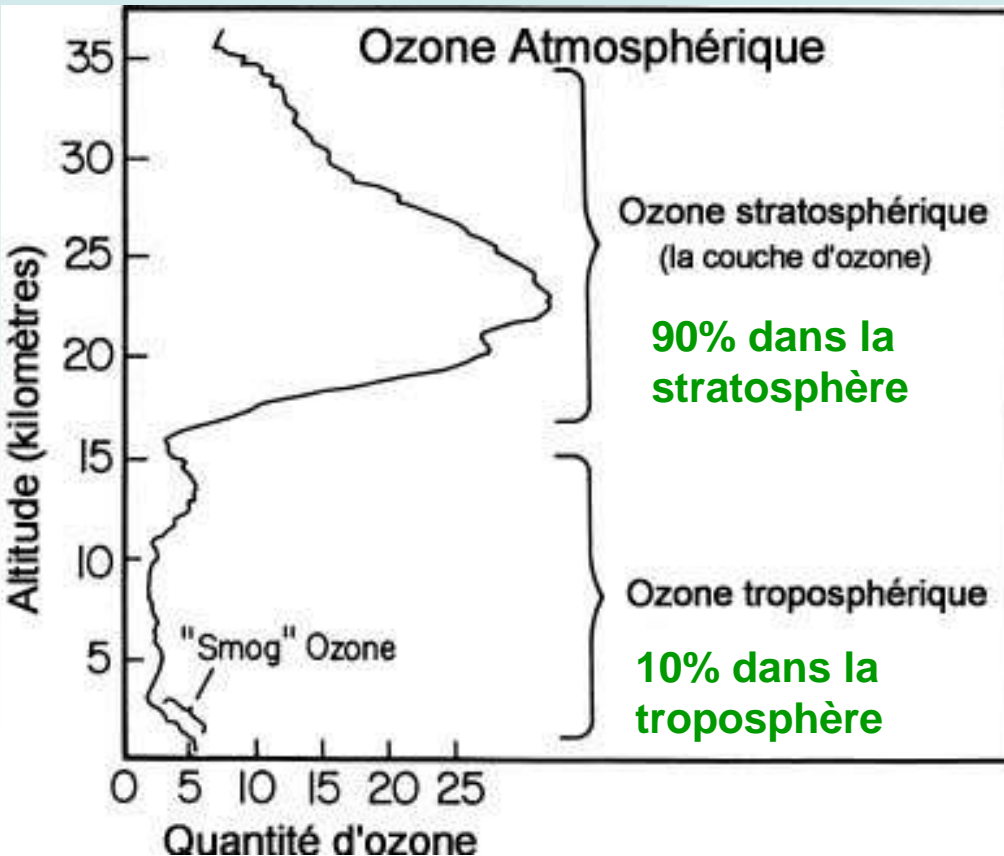
Dr. Florence Goutail
Service d'Aéronomie , CNRS

Tours – 15 Oct. 2007

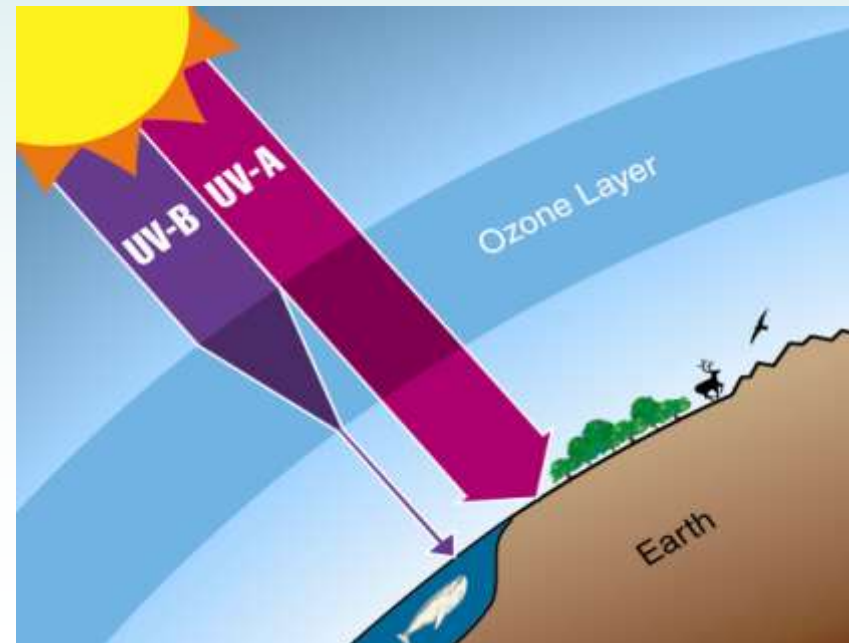
Qu'est ce que l'ozone?



- Molécule formée de 3 atomes d'oxygène
- Gaz très minoritaire dans l'atmosphère :
~6-8 molécules d'ozone sur 1 million de molécules d'air



- Filtre rayons UV-B solaires (280-320 nm)



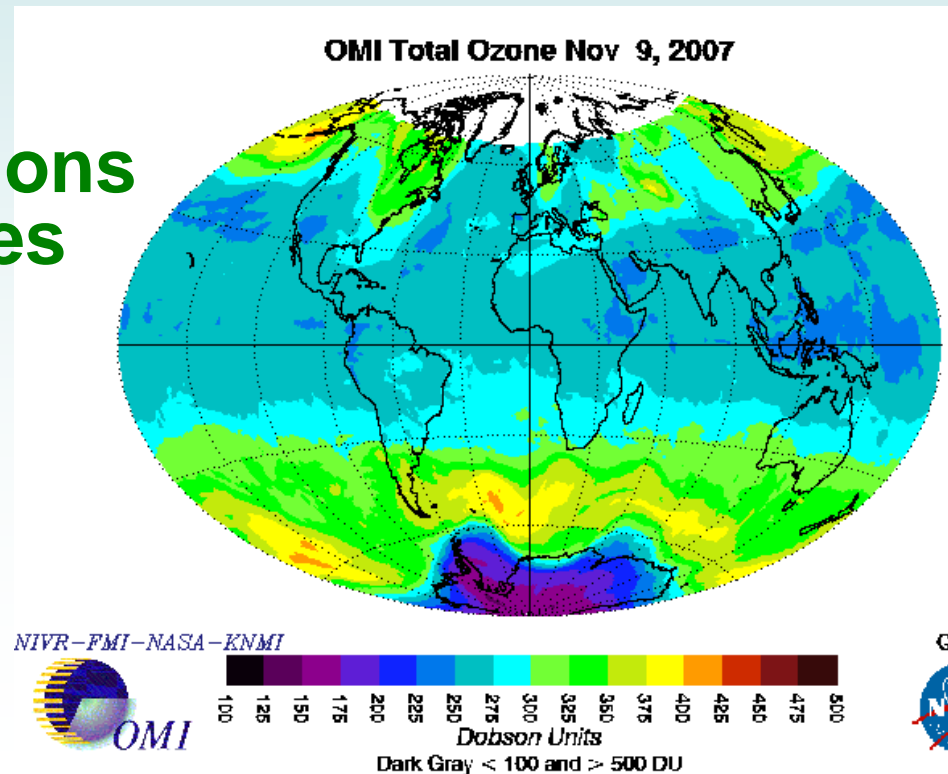
Equilibre de l'ozone

➤ Abondance de l'ozone régie par des processus chimiques et dynamiques

- Production chimique : action du rayonnement UV solaire sur l'oxygène moléculaire
- Destruction par des cycles catalytiques impliquant des composés très minoritaires (hydrogénés, azotés, chlorés et bromés)

➤ Redistribution des régions tropicales vers les pôles

- Entre 200 et 400 DU
(2 à 4 mm épaisseur)



Surveillance de l'ozone



Satellites



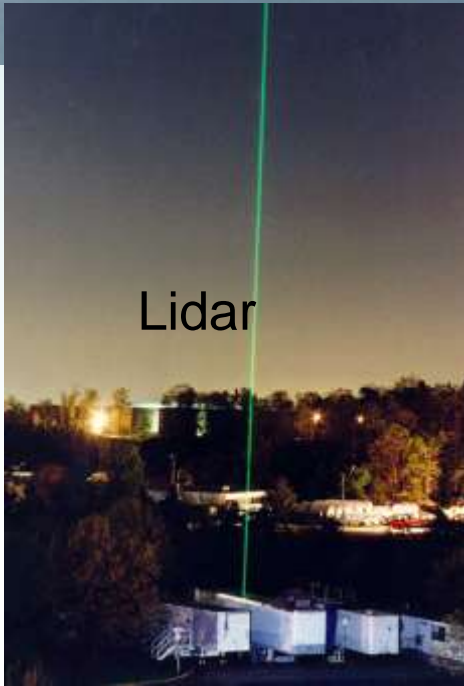
Avions



Ballons



Lidar

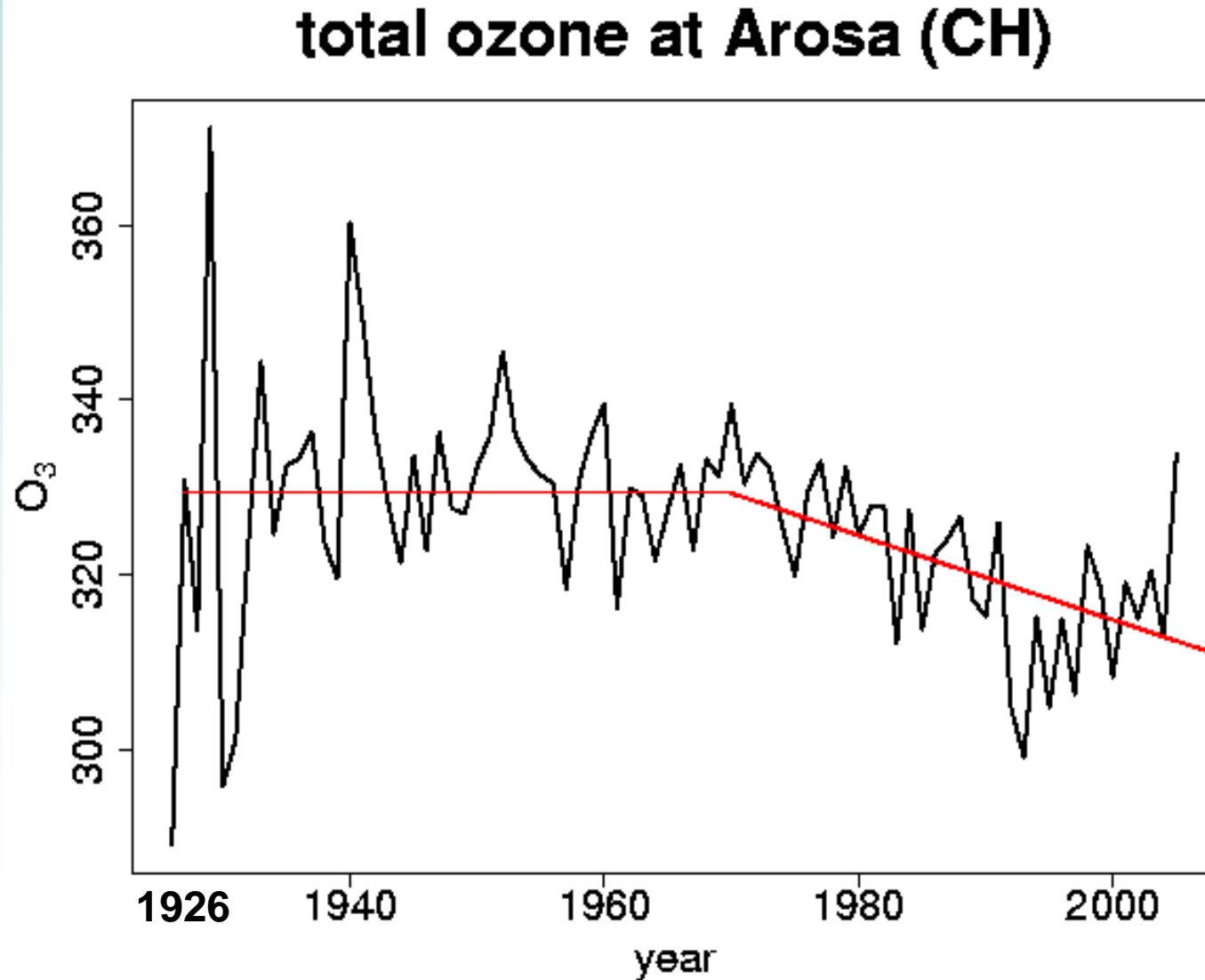


SAOZ



La surveillance de l'ozone

Surveillance systématique d'ozone à Arosa, Suisse depuis 1926

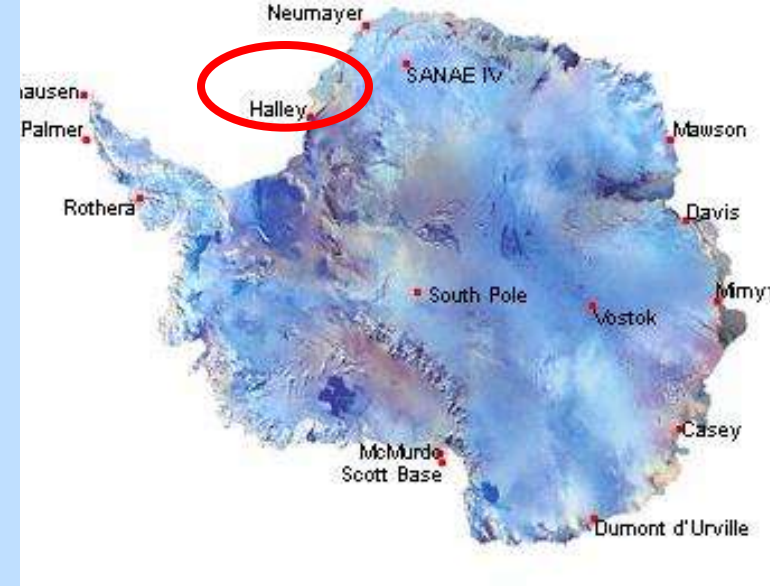
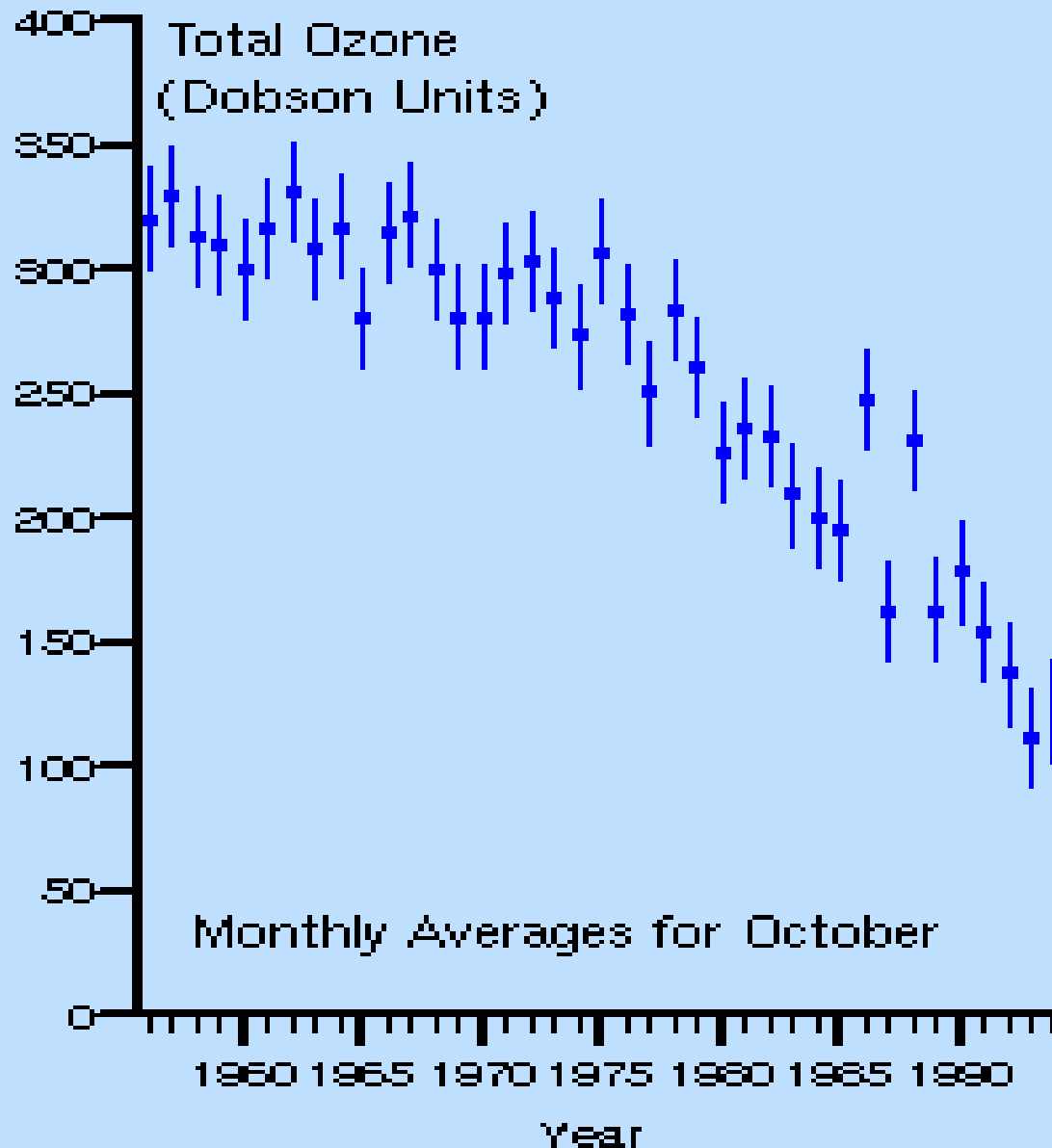


Principales étapes de la destruction d'ozone

- Emission de gaz sources chlorés et bromés par les activités humaines (CFC et halons) :
-> **Abondance multipliée par 5**
- **Transport et homogénéisation dans la stratosphère par les processus dynamiques**
- Dans la stratosphère, action du rayonnement UV
-> ces gaz sont convertis en espèces chimiques réactives avec l'ozone
- Dans les régions polaires, les températures très basses en hiver amplifient la destruction d'ozone



La découverte du "trou d'ozone"



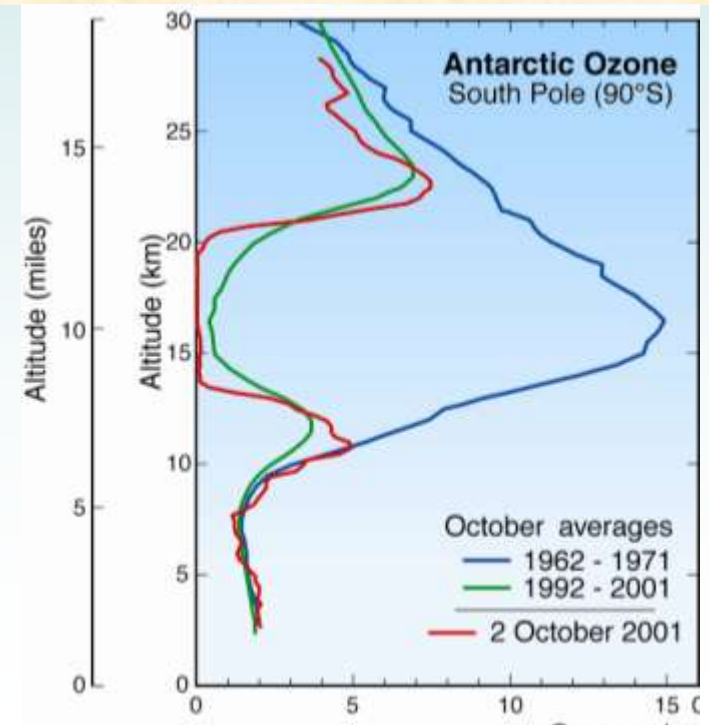
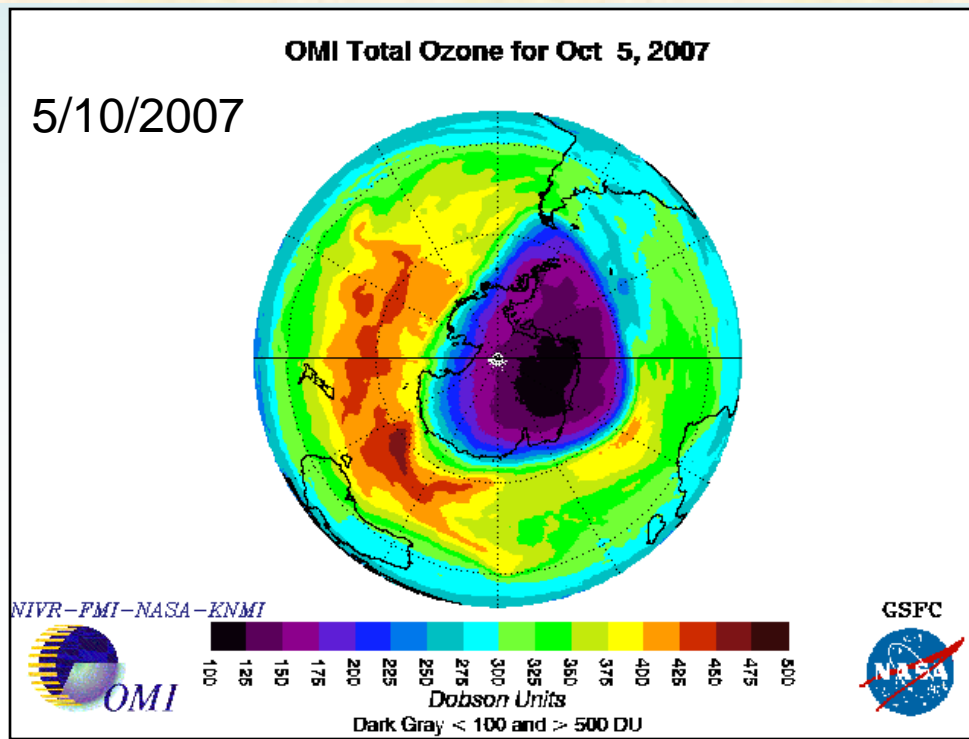
Surveillance systématique en Antarctique depuis 1956, année polaire internationale

Base de Halley Bay, UK

Perte d'ozone polaire

Antarctique: phénomène saisonnier en hiver et au printemps

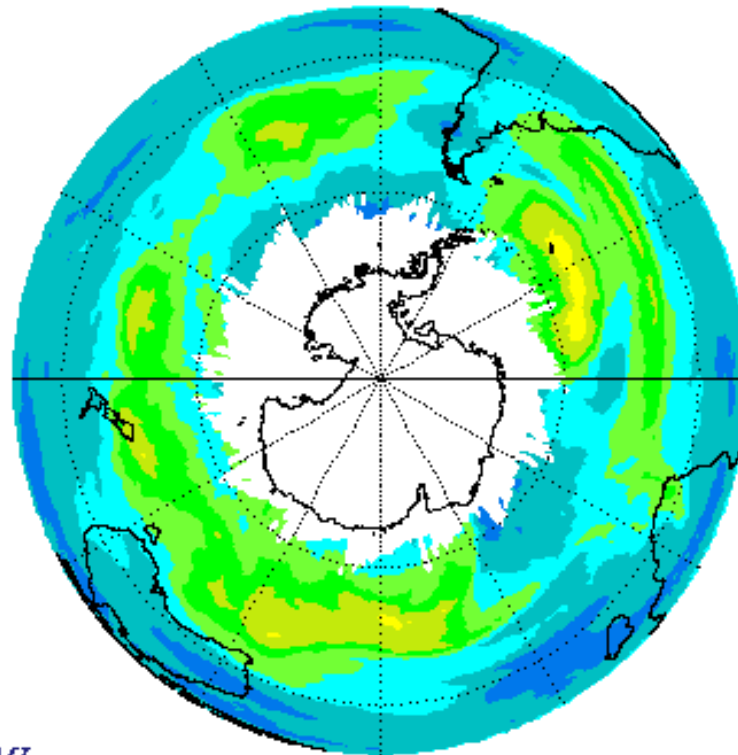
- Isolement des masses d'air (**vortex**) et températures très basses (**-90°C**)
- Nuages stratosphériques polaires: activation des composés chlorés
- Cycles de destruction d'ozone très réactifs: perte d'ozone de 4 à 5% / jour
- Disparition de l'ozone entre 14 et 22 km
- Perte de 2/3 de la colonne totale d'ozone -> « Trou d'ozone »



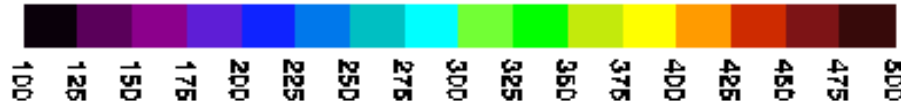
Perte d'ozone polaire

Antarctique: phénomène saisonnier en hiver et au printemps

OMI Total Ozone for Aug 1, 2006



NIVR-FMI-NASA-KNMI



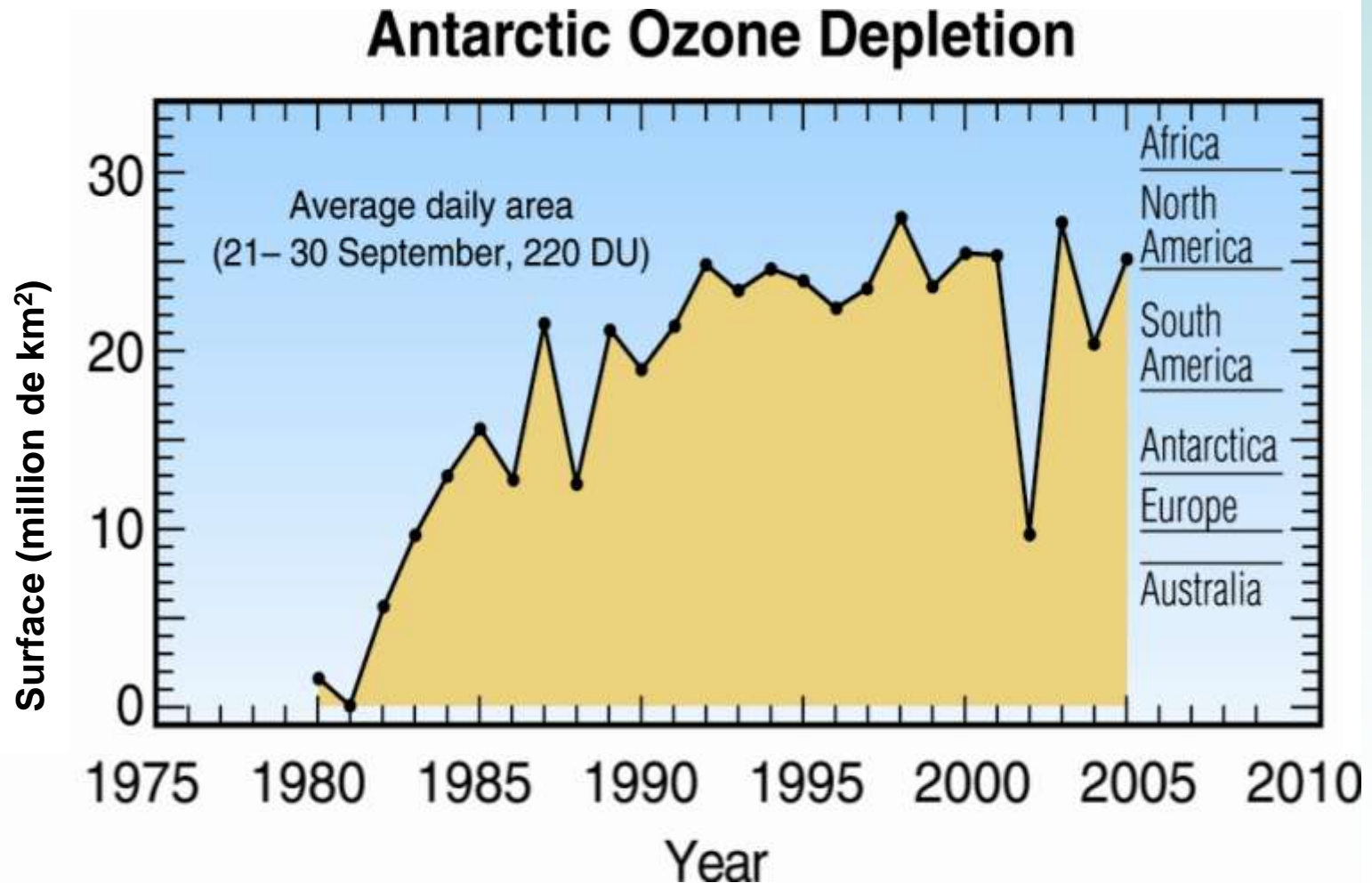
Dobson Units

Dark Gray < 100 and > 500 DU

GSFC



Evolution de la perte d'ozone polaire



Perte d'ozone à l'échelle globale

Depuis 1980

➤ Echelle globale:

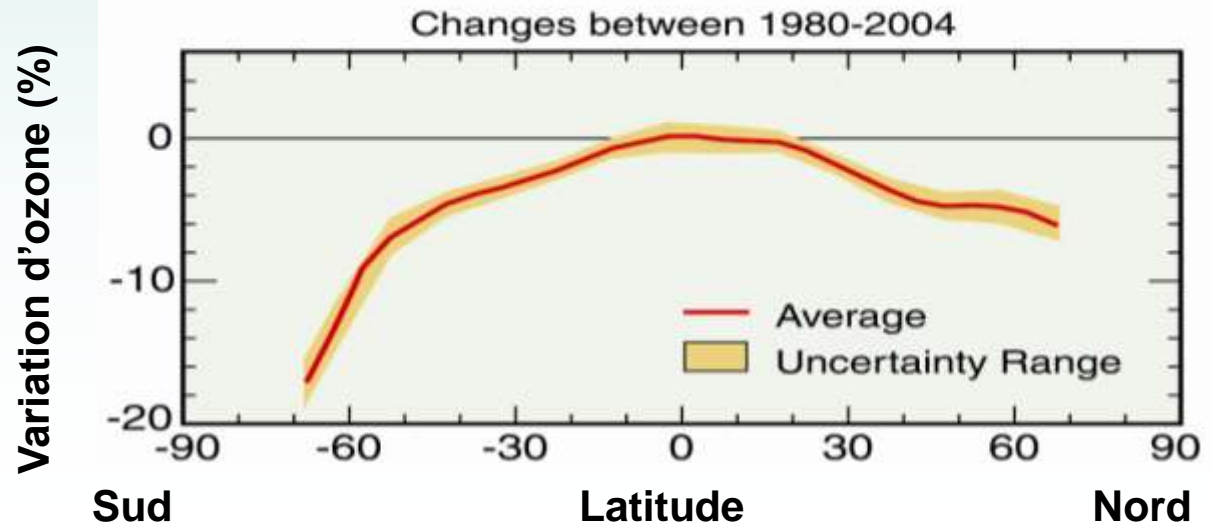
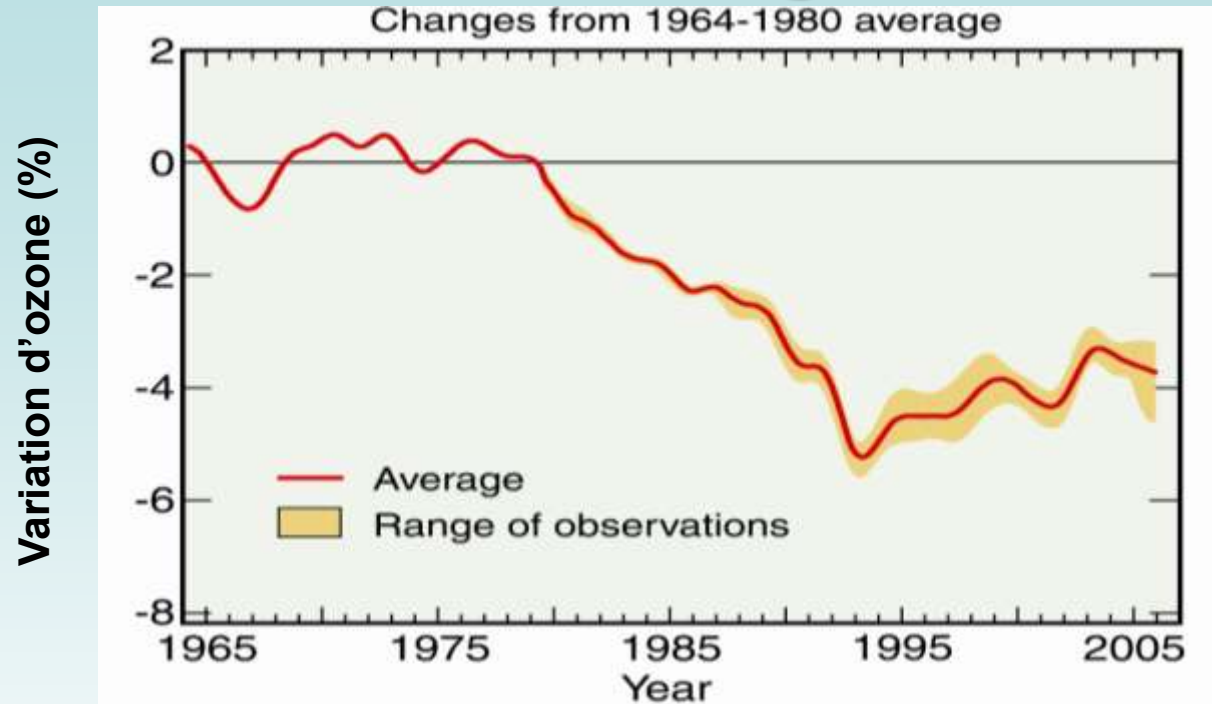
- 4 à - 5 %

➤ Moyennes latitudes nord:

- 4 %

➤ Régions polaires sud:

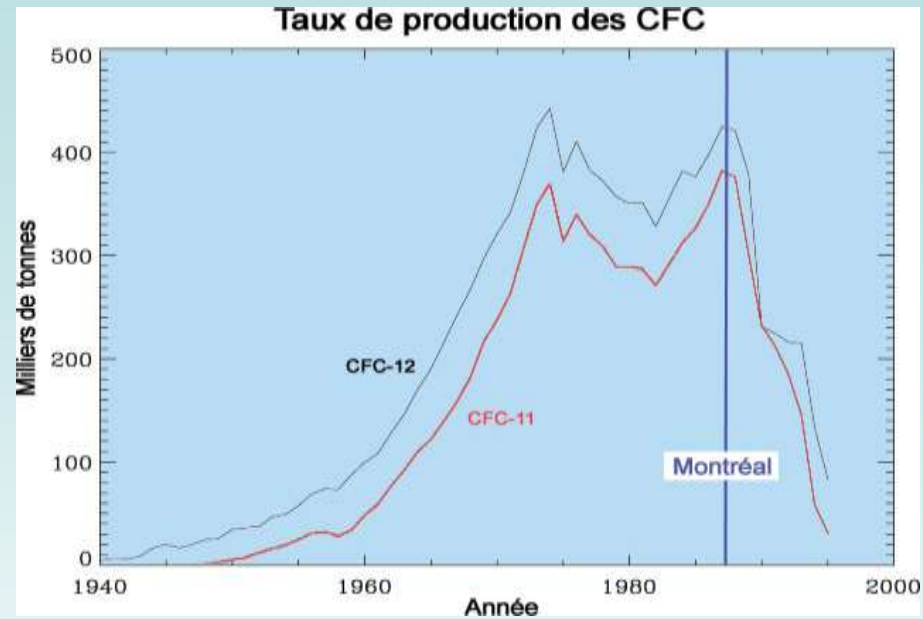
- 15 %



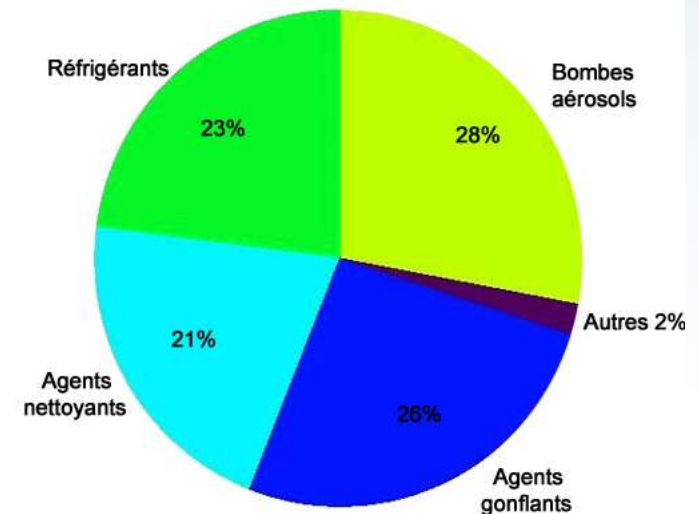
Le protocole de Montréal

Conférence internationale à Montréal en 1987

- Régulation des émissions de CFC (chlore) et de halons (brome).
- Remplacement par des substituts non toxiques pour la couche d'ozone
- Transfert de technologie pour la fabrication des substituts des CFC et halons vers les pays en voie de développement.
- Evaluation périodique de la couche d'ozone par la communauté scientifique



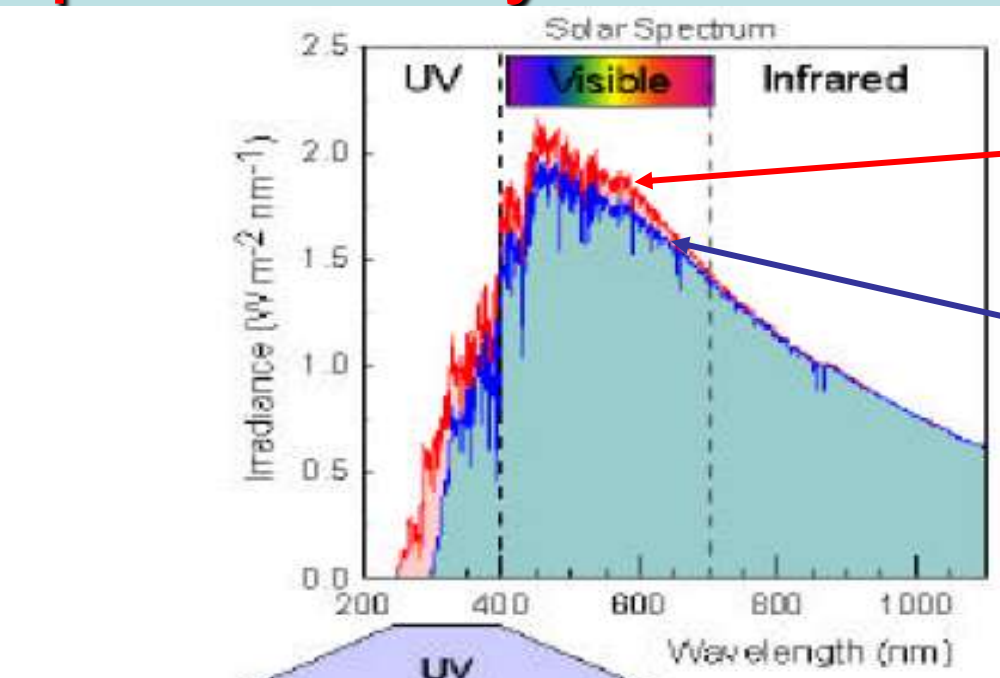
1986 : 1130 Millions de Kg



Ozone et rayonnement UV

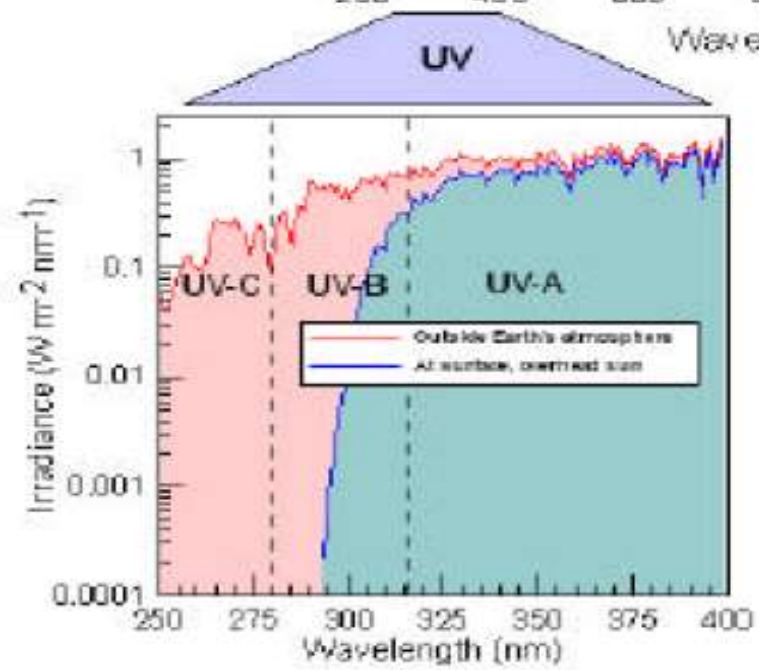
Influence de l'appauvrissement de la couche d'ozone sur les UV?

Absorption du rayonnement UV par l'ozone



Rayonnement au sommet de l'atmosphère

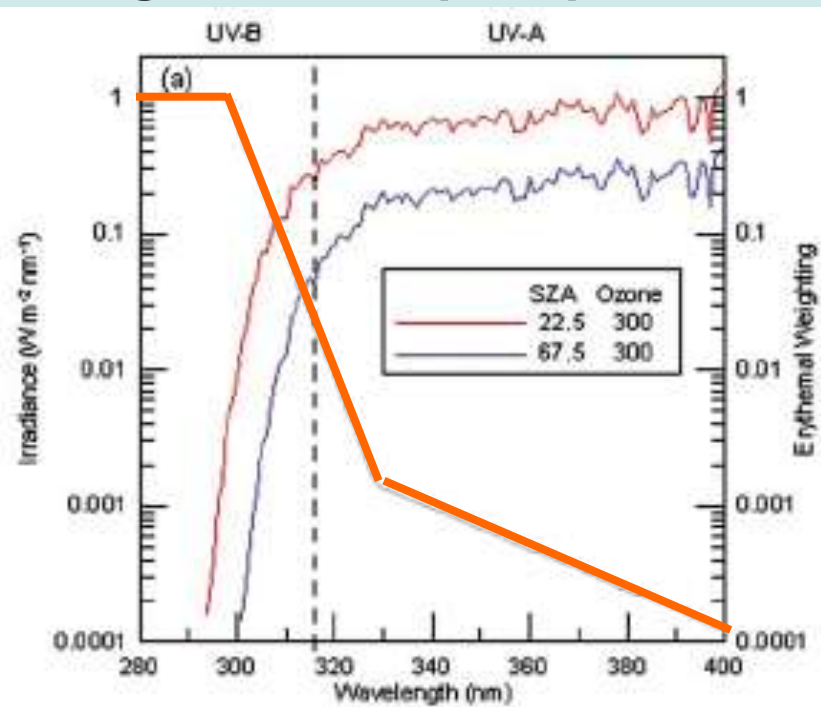
Rayonnement à la surface terrestre



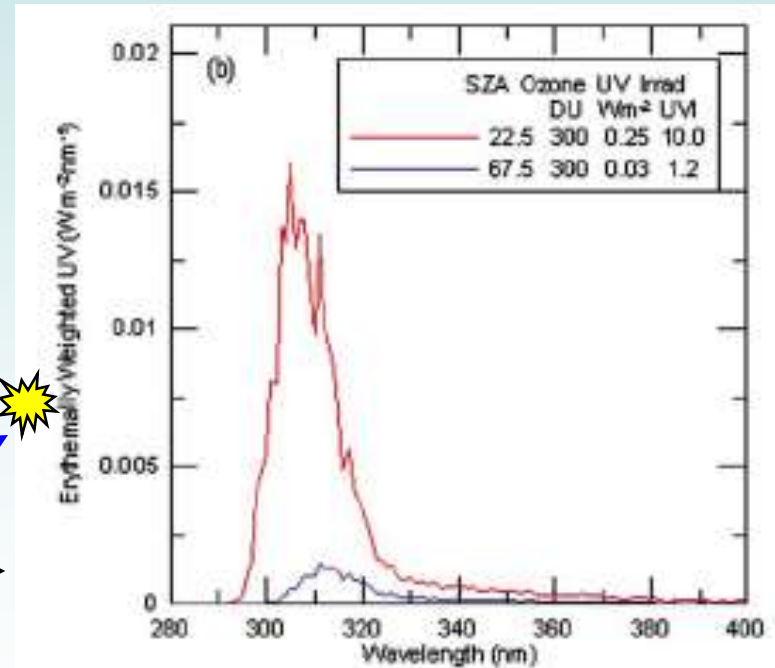
Effets du rayonnement UV

Risques liés à l'augmentation du rayonnement UV-B

cancers de la peau, augmentation des cataractes oculaires, effets sur le système immunitaire, dommages sur les végétaux et les organismes aquatiques



Eclairement solaire et spectre d'action érythémale (—)

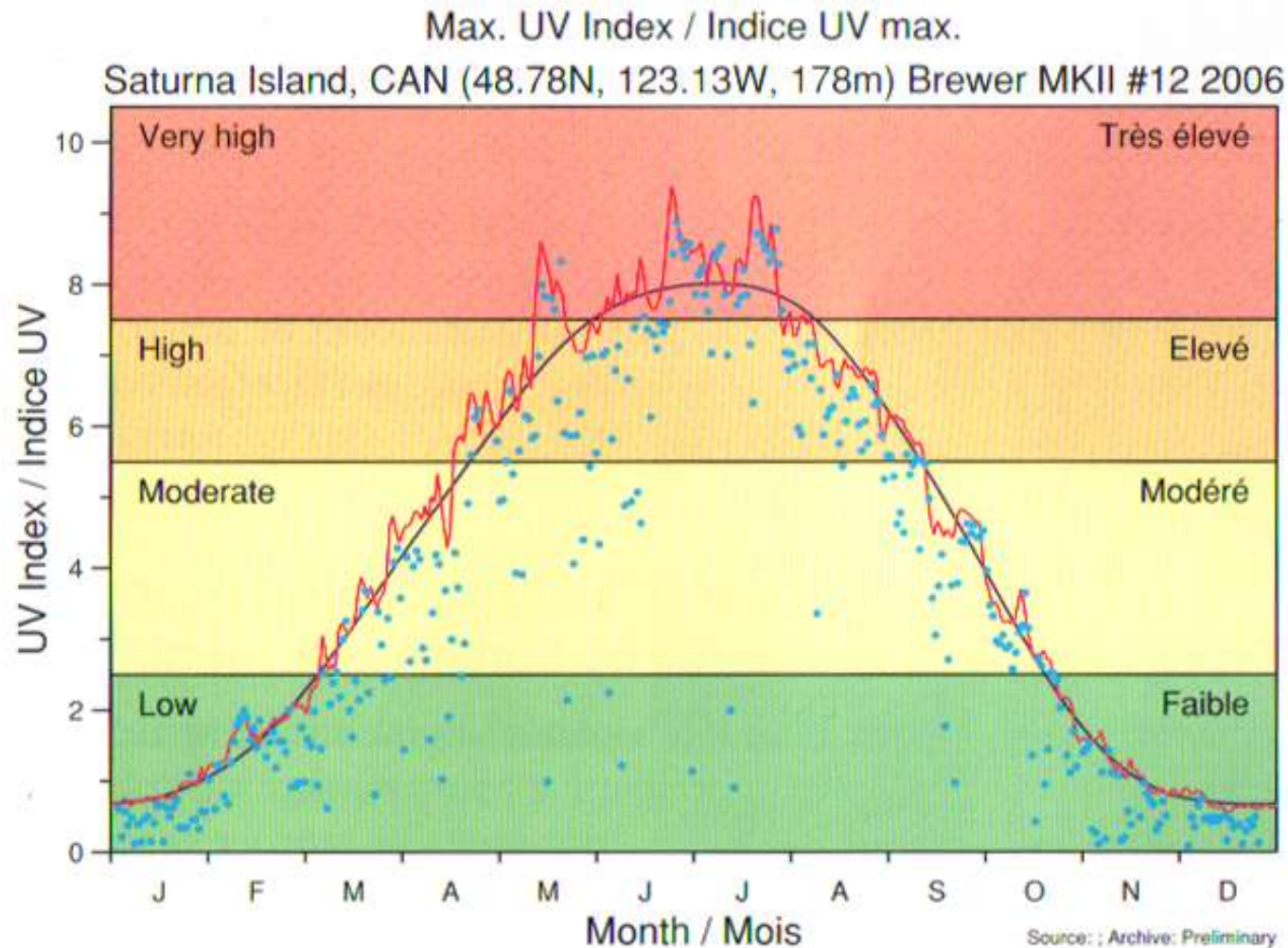


Eclairement effectif érythémateux

Indice UV = 40 * éclairement
0 à 16

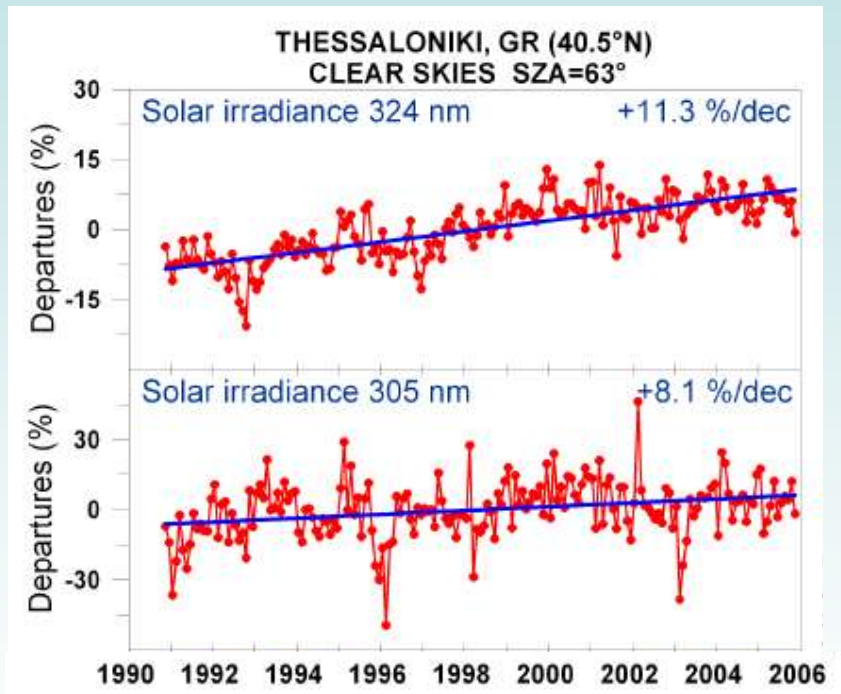
Evolution saisonnière du rayonnement UV-B

Latitude moyenne - Hémisphère Nord



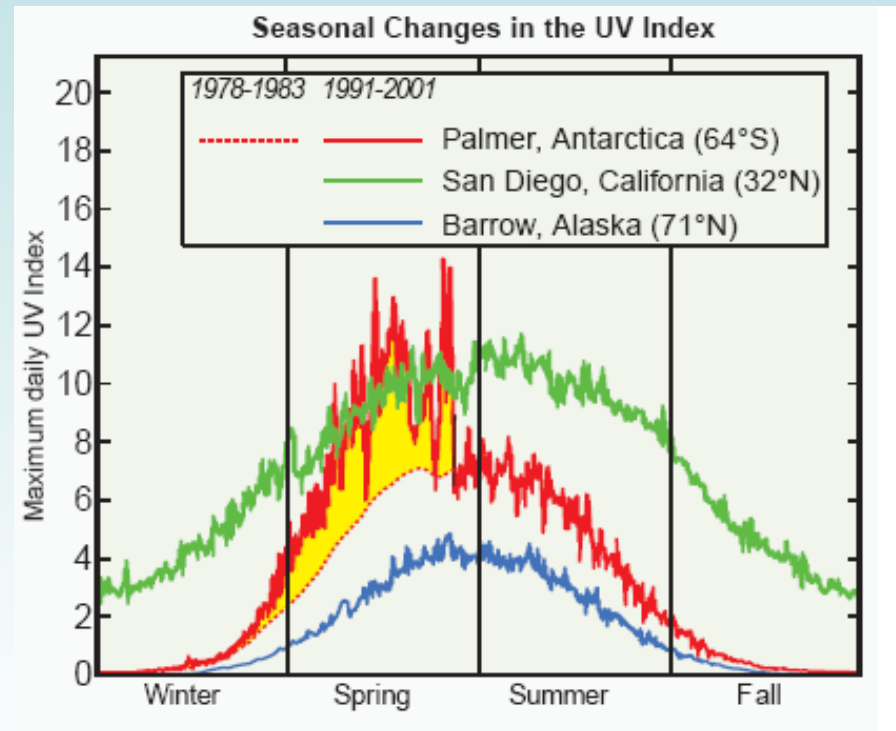
Evolution du rayonnement UV-B

Hémisphère Nord



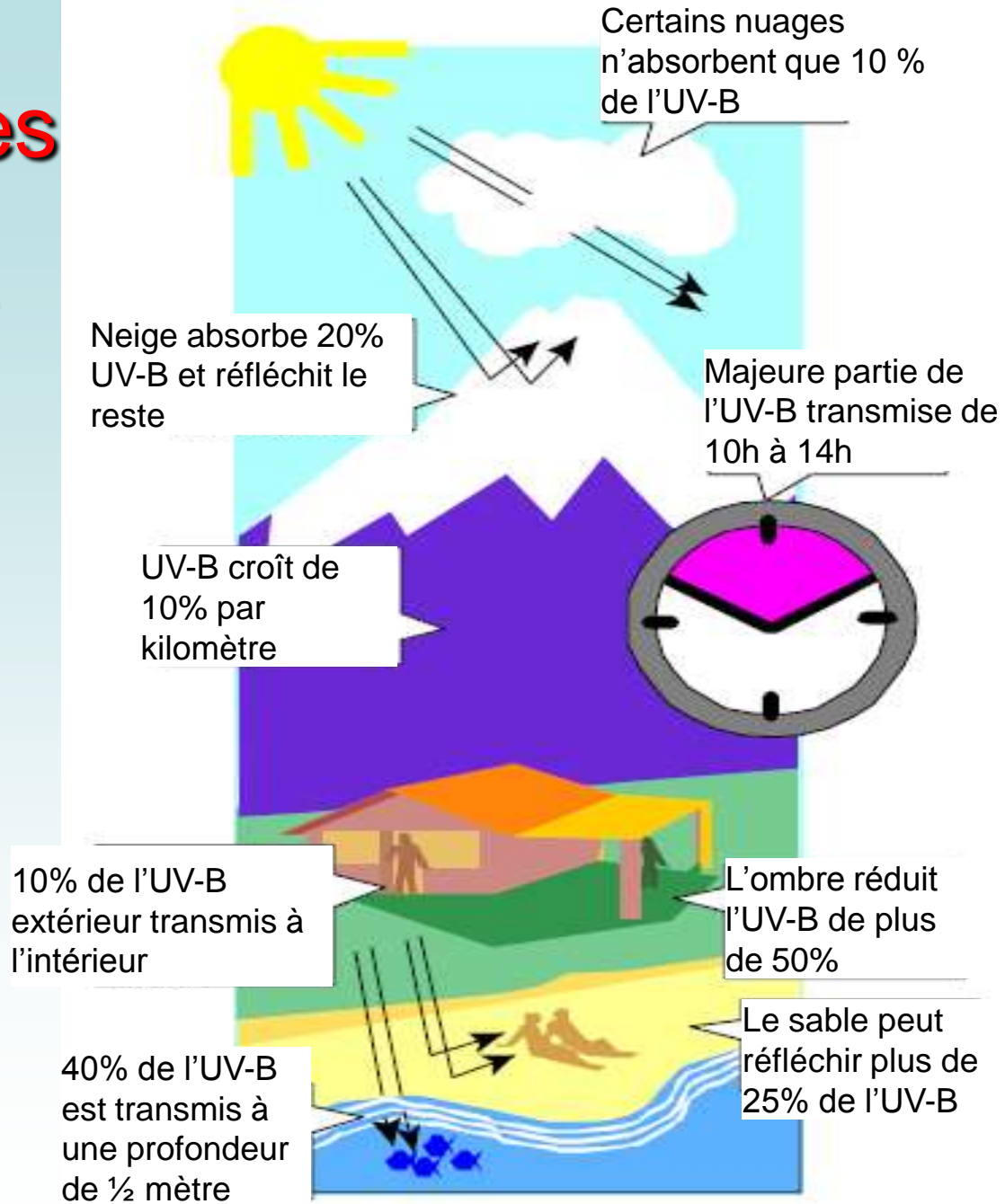
Rayonnement UV à deux longueurs d'onde (mesures à Thessaloniki)

Antarctique



Augmentation d'un facteur 2 en Antarctique !

Autres paramètres affectant le rayonnement UV



Autres paramètres affectant la dose d'UV reçue



- Les habitudes vestimentaires...
- Les voyages en avion à bas prix -> destination soleil

Evolution du rayonnement UV

Lien avec le changement climatique

Evolution du rayonnement UV

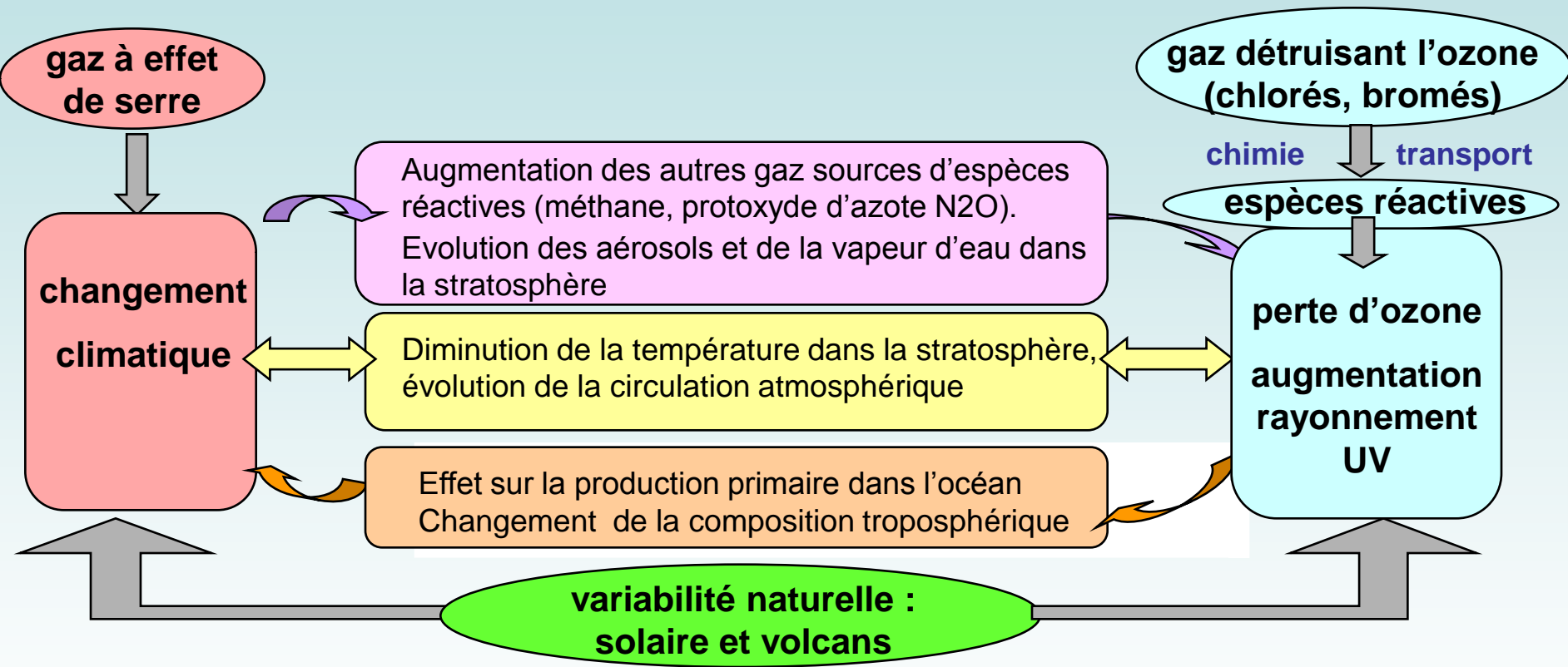
➤ Application du protocole de Montréal

- > Augmentation future de l'ozone
- > Diminution du rayonnement UV

Mais

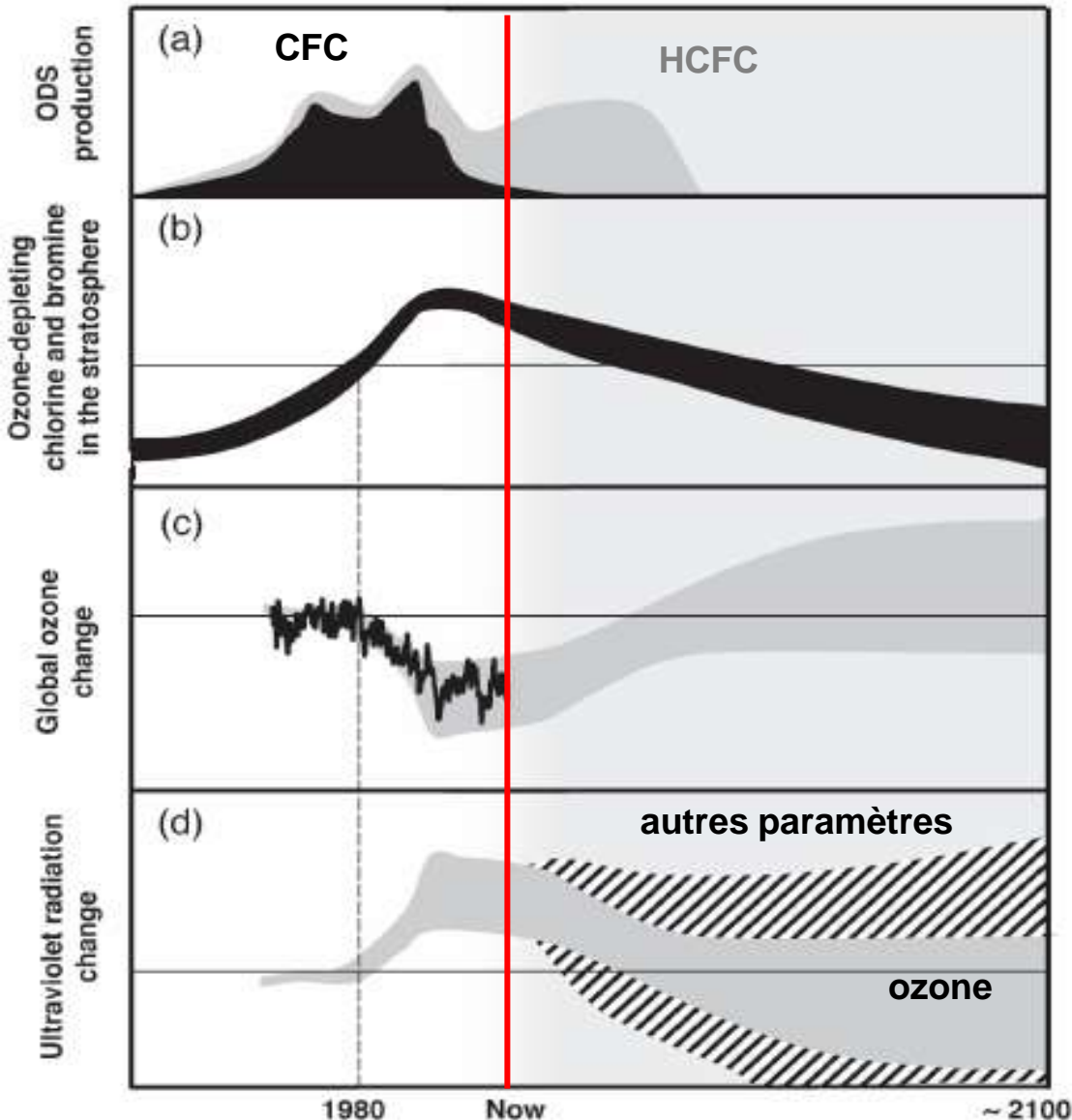
- Temps de résidence très long des CFC et halons dans l'atmosphère (~100 ans)
- Retard ou accélération du rétablissement de l'ozone dû au changement climatique
 - > Changements de températures
- Evolution des autres paramètres affectant le rayonnement UV (changement climatique)
 - Couverture nuageuse
 - Aérosols
 - Réflectivité de la surface

Interaction entre la perte d'ozone et le changement climatique



L'ozone joue un rôle important dans l'équilibre radiatif et climatique de la planète

Evolution future de l'ozone et des UV



Production des substances destructrices d'ozone (protocole de Montréal)

Abondances des espèces chlorées et bromées dans la stratosphère

Evolution future de l'ozone

Evolution future des UV liée à l'évolution de l'ozone et des autres paramètres (nuages, aérosols, réflectivité, volcans...)

Conclusion

- L'état de la couche d'ozone
- L'action de l'ozone sur les UV
- La récupération de la couche d'ozone
- Changement climatique et UV ???

