

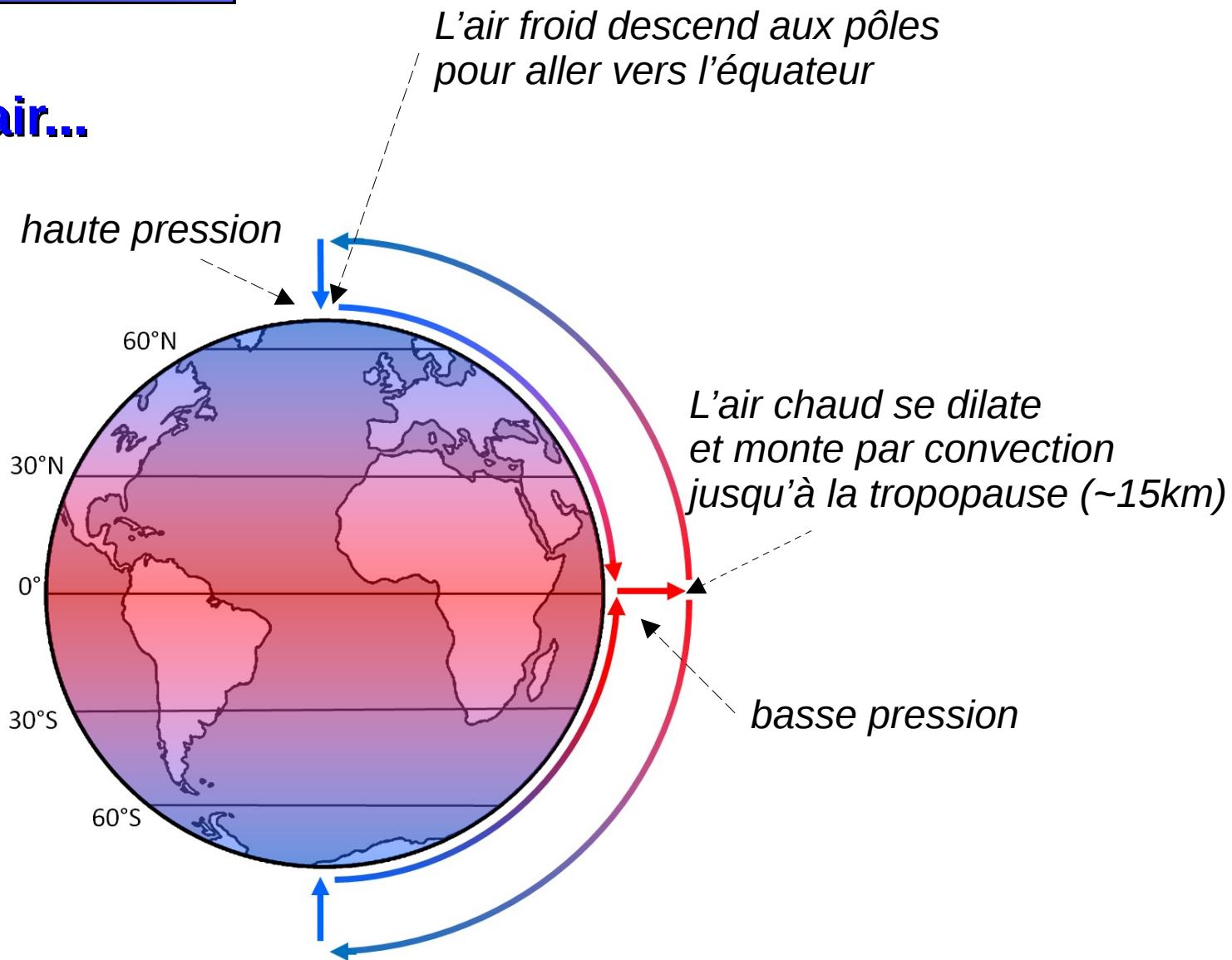
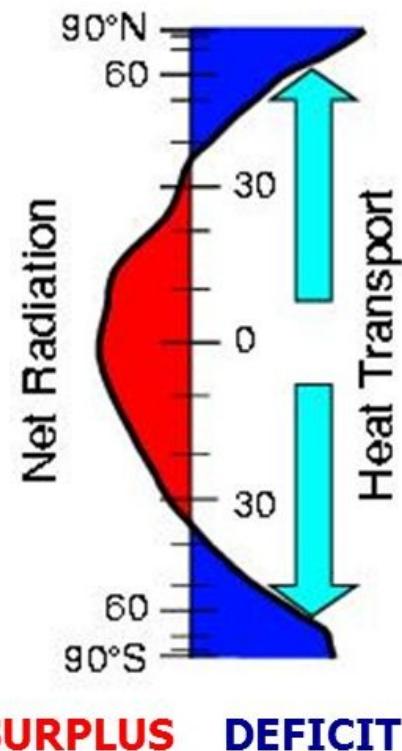
Circulation générale



GEOG2020 - Météorologie

1. Moteur: le soleil

Tel un courant d'air...



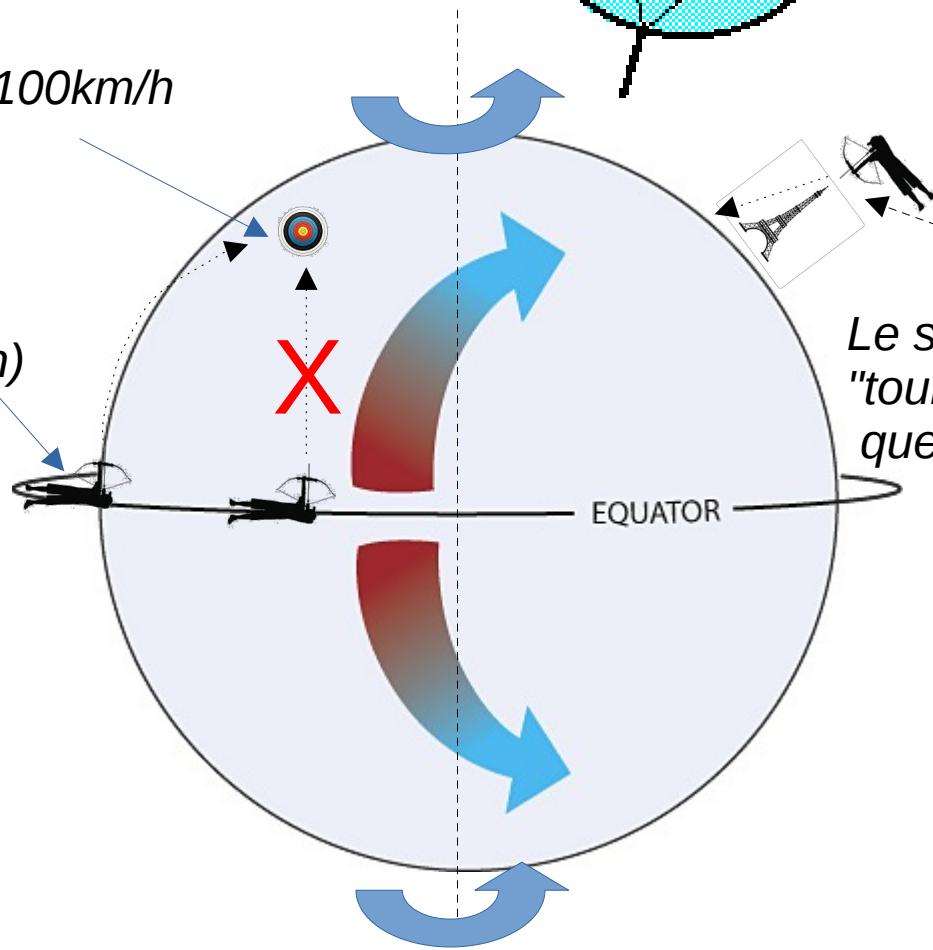
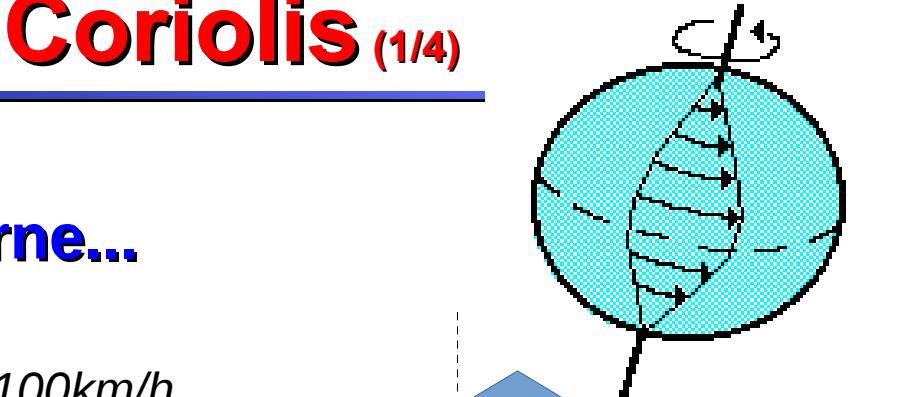
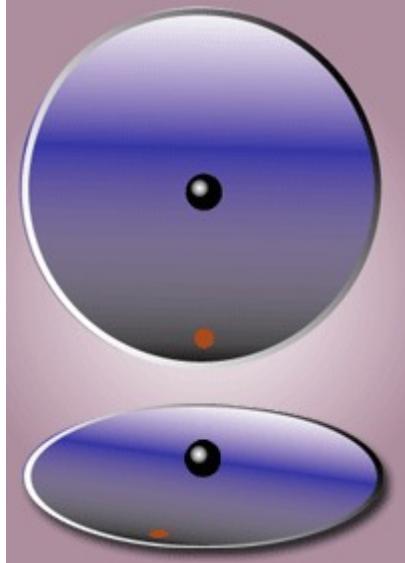
Plus le contraste thermique entre les pôles et l'équateur est important, plus la circulation atmosphérique est dynamique

2. Force de Coriolis (1/4)

Mais la terre tourne...

Cible à 50°N : $\sim 1100\text{km/h}$

Archer à 0°N :
 $\sim 1600\text{km/h}$
(vitesse relative 500km/h)



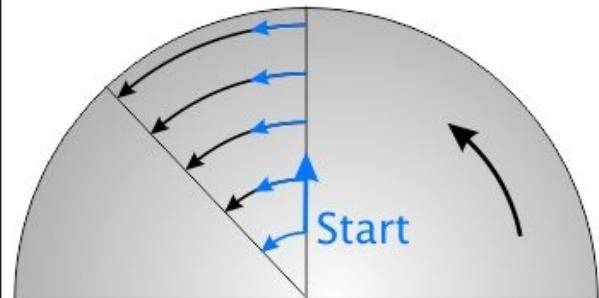
Avec la force de Coriolis ...
... les vents sont déviés vers l'Est càd la droite/gauche
dans l'Hémisphère Nord/Sud.

2. Force de Coriolis (2/4)

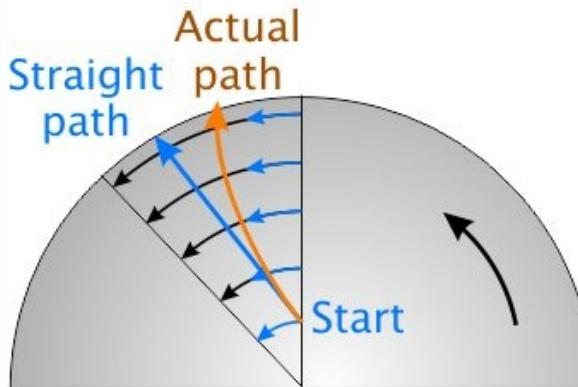
Meteorology: Coriolis force

Coriolis force is a virtual force occurring on rotating systems

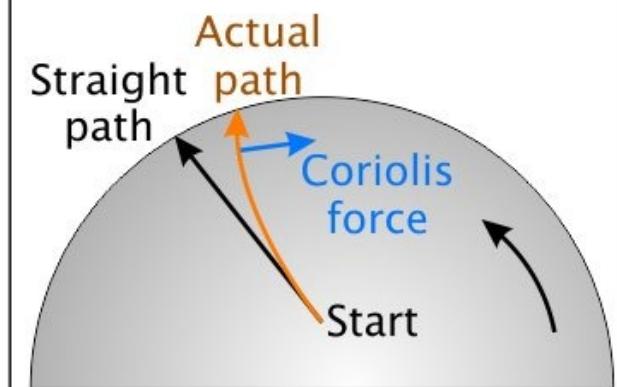
On a rotating disk or sphere, speed of rotation (black) increases with radius. Objects moving perpendicular to the rotation, however, will keep their initial speed (blue).



These differences in speed translate into curved paths on the disk.



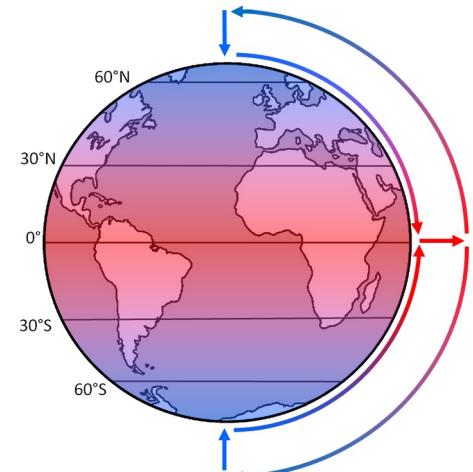
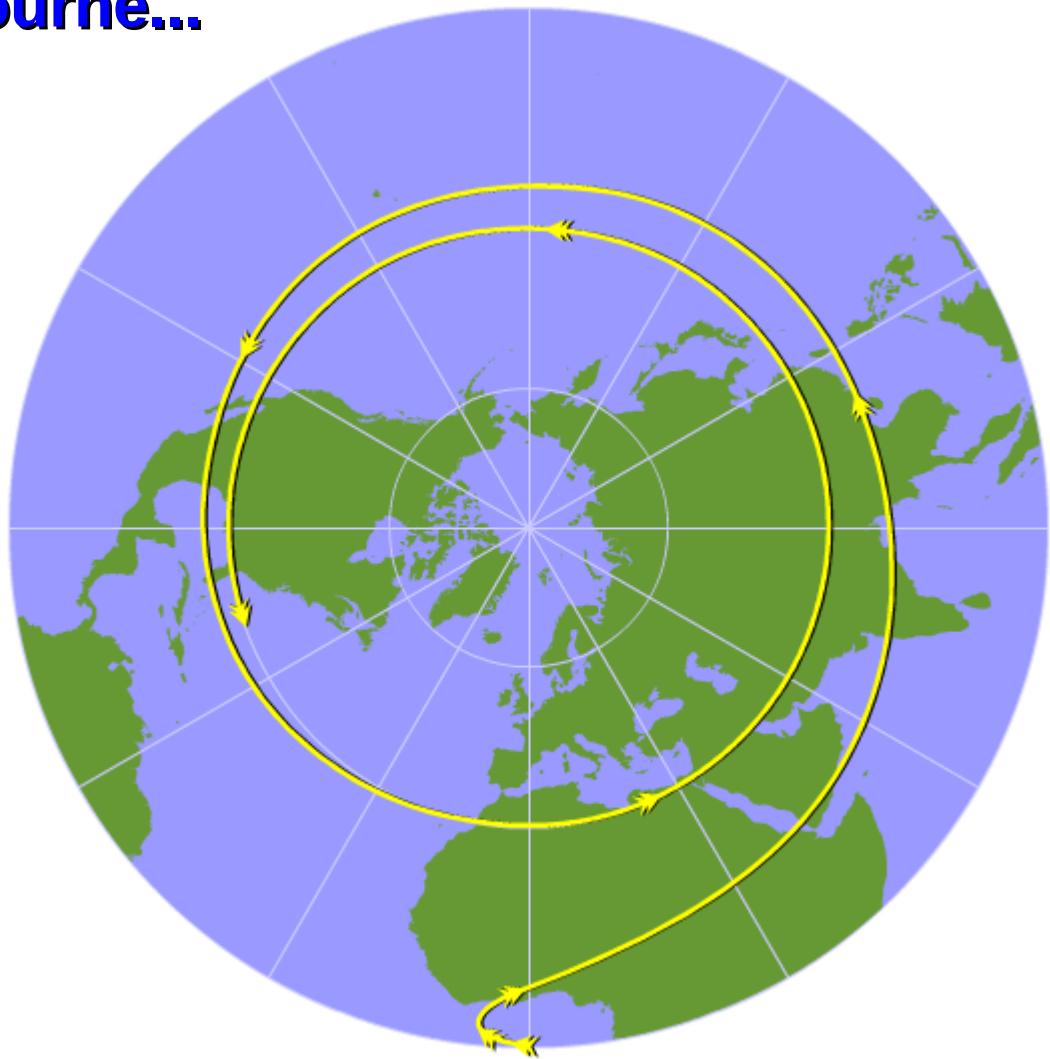
Such deviations from straight lines can be regarded as the effect of a virtual force (Coriolis force) perpendicular to the movement.



Coriolis force affects all movements not parallel to the axis of rotation.

2. Force de Coriolis (3/4)

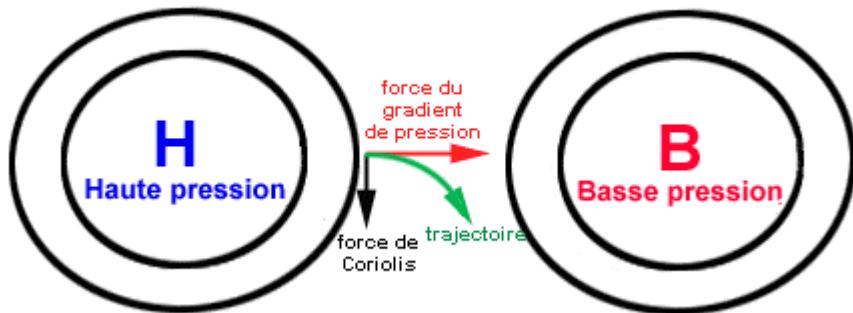
Mais la terre tourne...



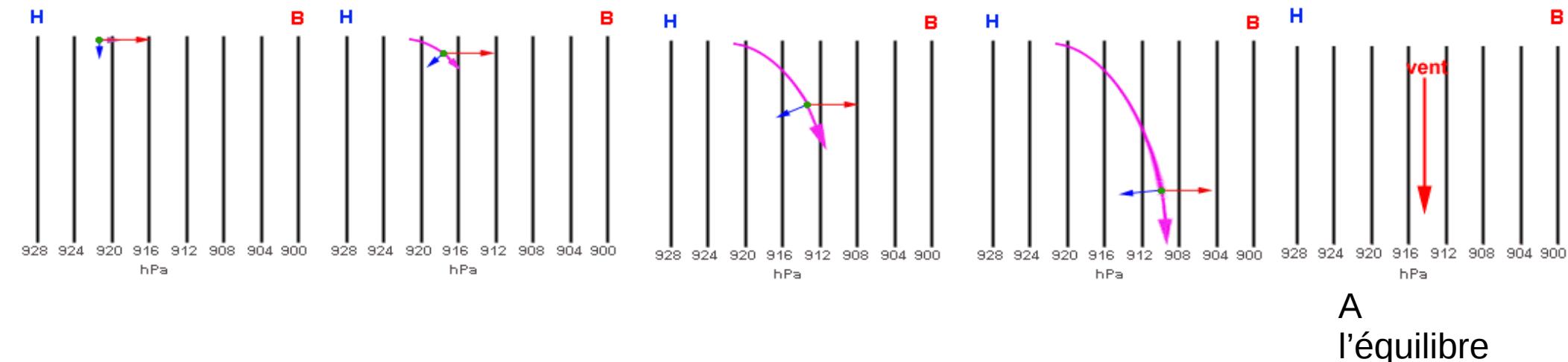
Circulation en altitude à 200 hPa (~10km) => **Cellule de Hadley** jusqu'à 30°N
(équilibre géostrophique)

2. Force de Coriolis (4/4)

L'influence de la force de Coriolis



$$\vec{\nabla}_h p = -\rho f \vec{k} \wedge \vec{v}_g$$



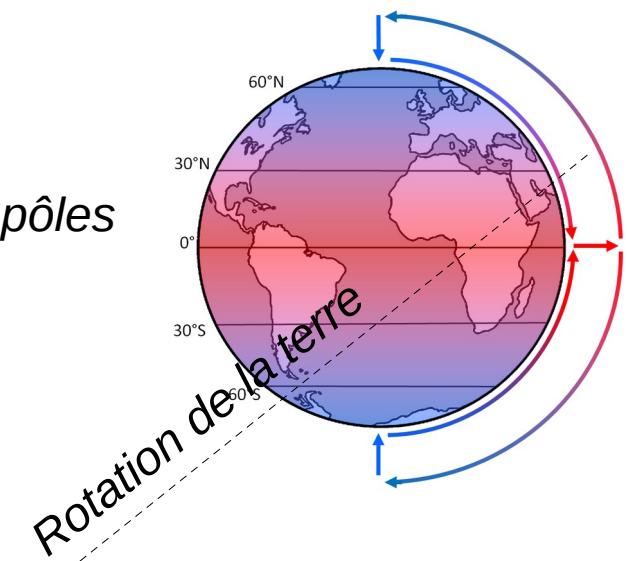
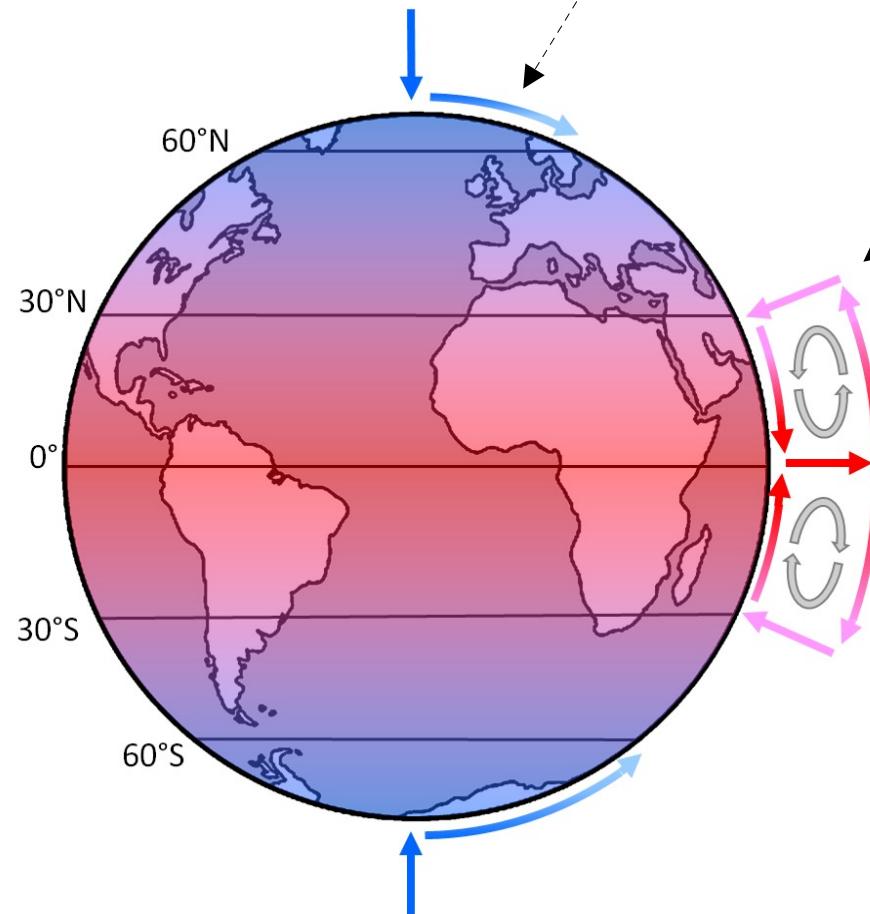
Équilibre entre les forces du gradient de pression et de Coriolis
= **équilibre géostrophique** dans l'**Atmosphère Libre**

PS : non valable à l'équateur où $f=0$ et où la force centrifuge est non négligeable

3. Cellule de Hadley

Coupe verticale...

Air froid qui descend des pôles

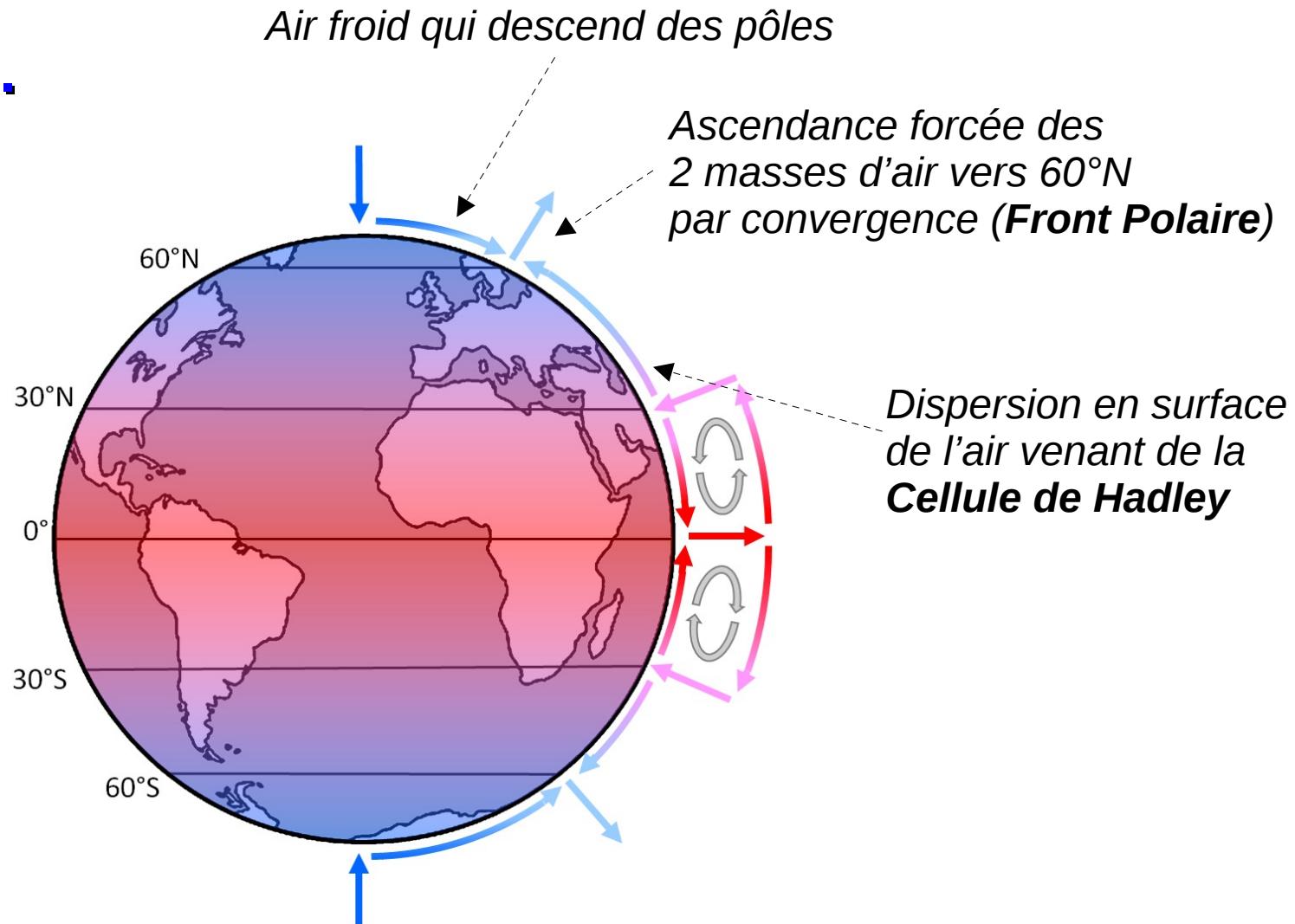


Cellule de Hadley
~ 0°N-30°N

Cellule de Hadley
~ 30°S-0°N

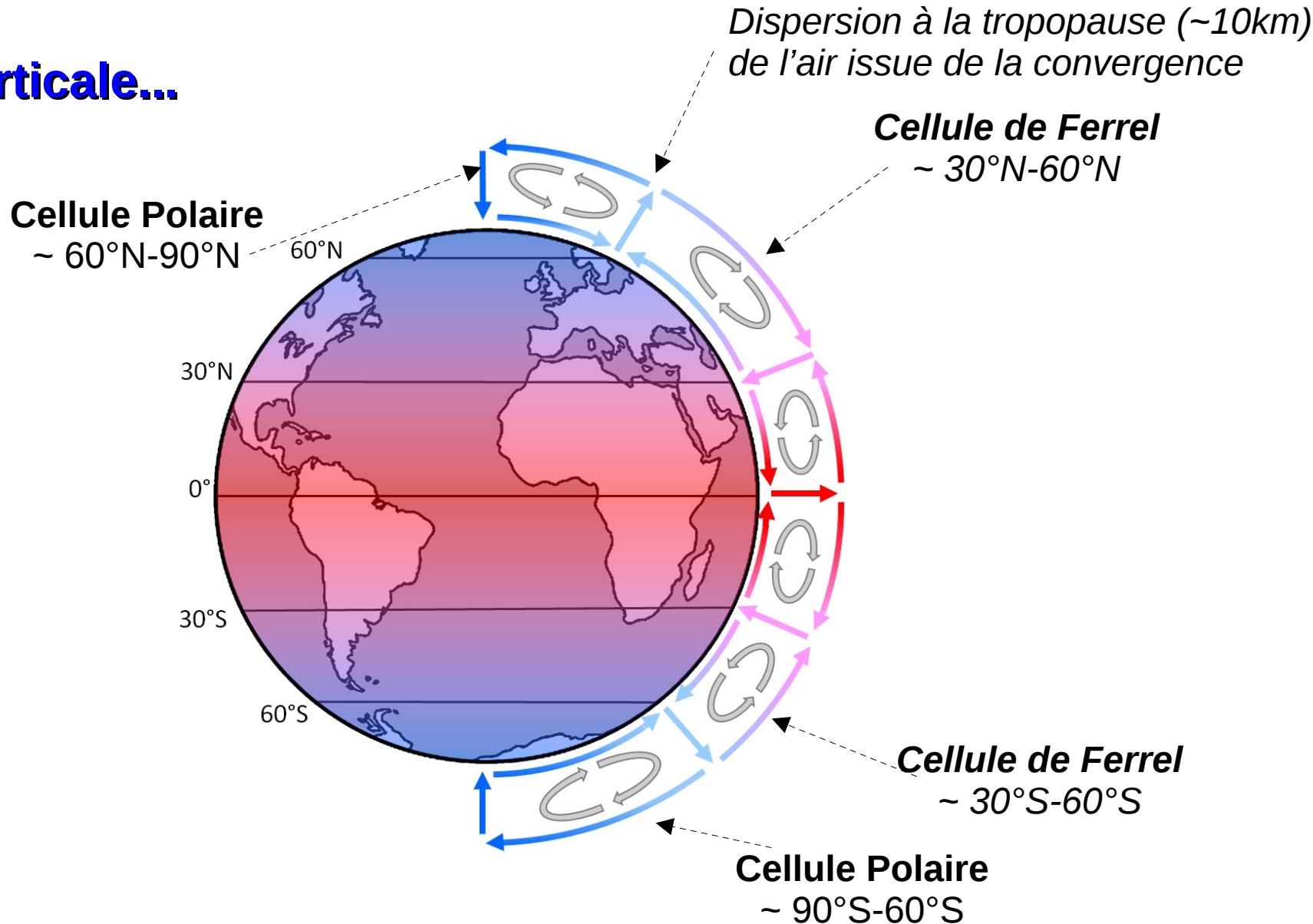
4. Cellule Polaire et de Ferrel (1/2)

Coupe verticale...



4. Cellule Polaire et de Ferrel (2/2)

Coupe verticale...



Origine : thermique (**Cellule Polaire**) et dynamique (**Cellule de Ferrel**)

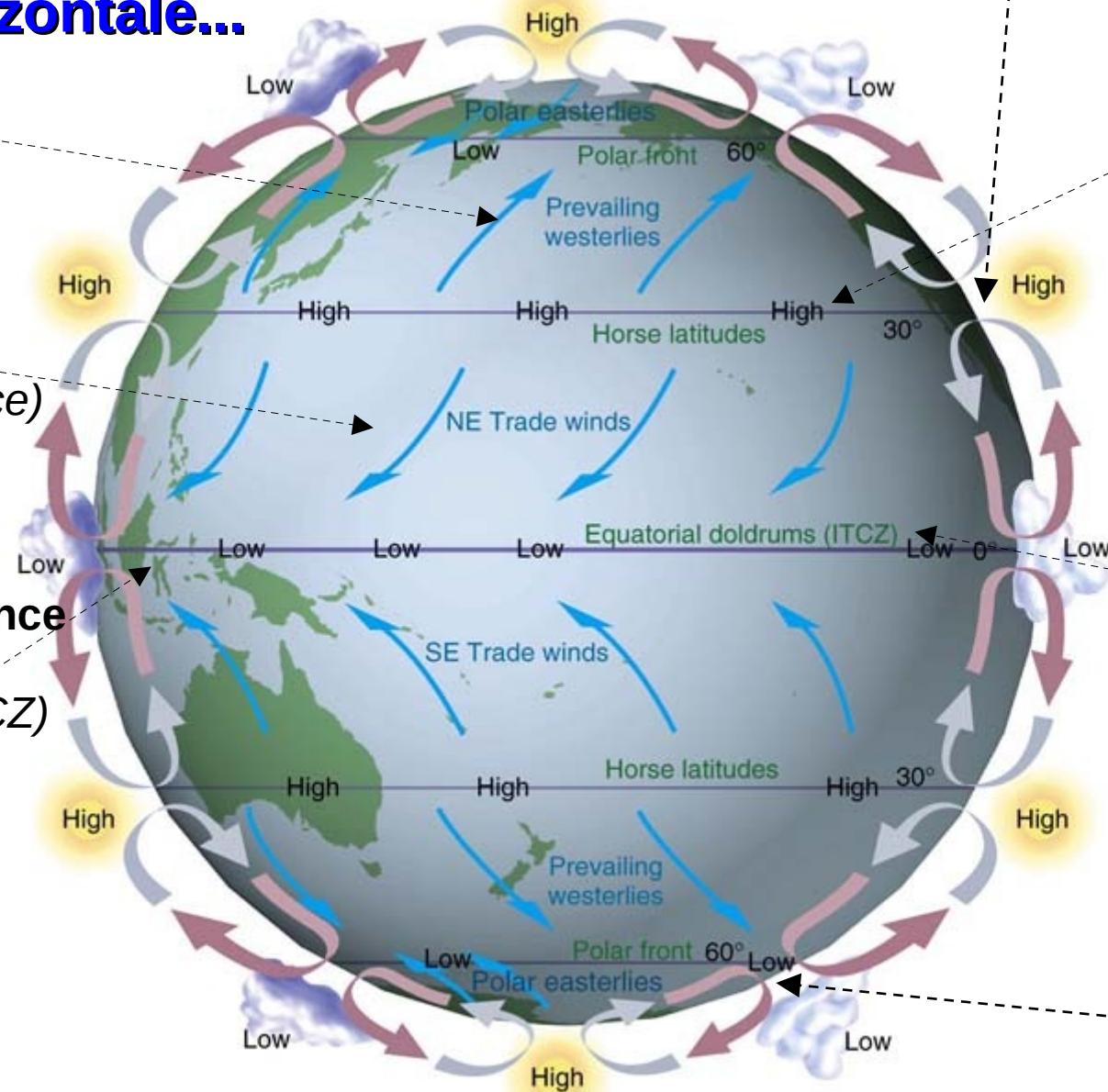
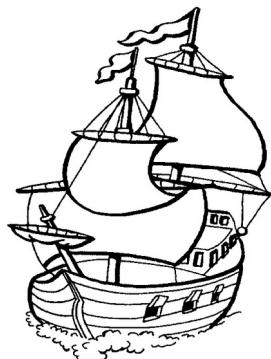
5. Les vents en surface

Coupe horizontale...

Vents d'Ouest dominants

Alizés
(vents de commerce)

Zone de Convergence Intertropical
(ZCI ou ZCIT ou ITCZ)



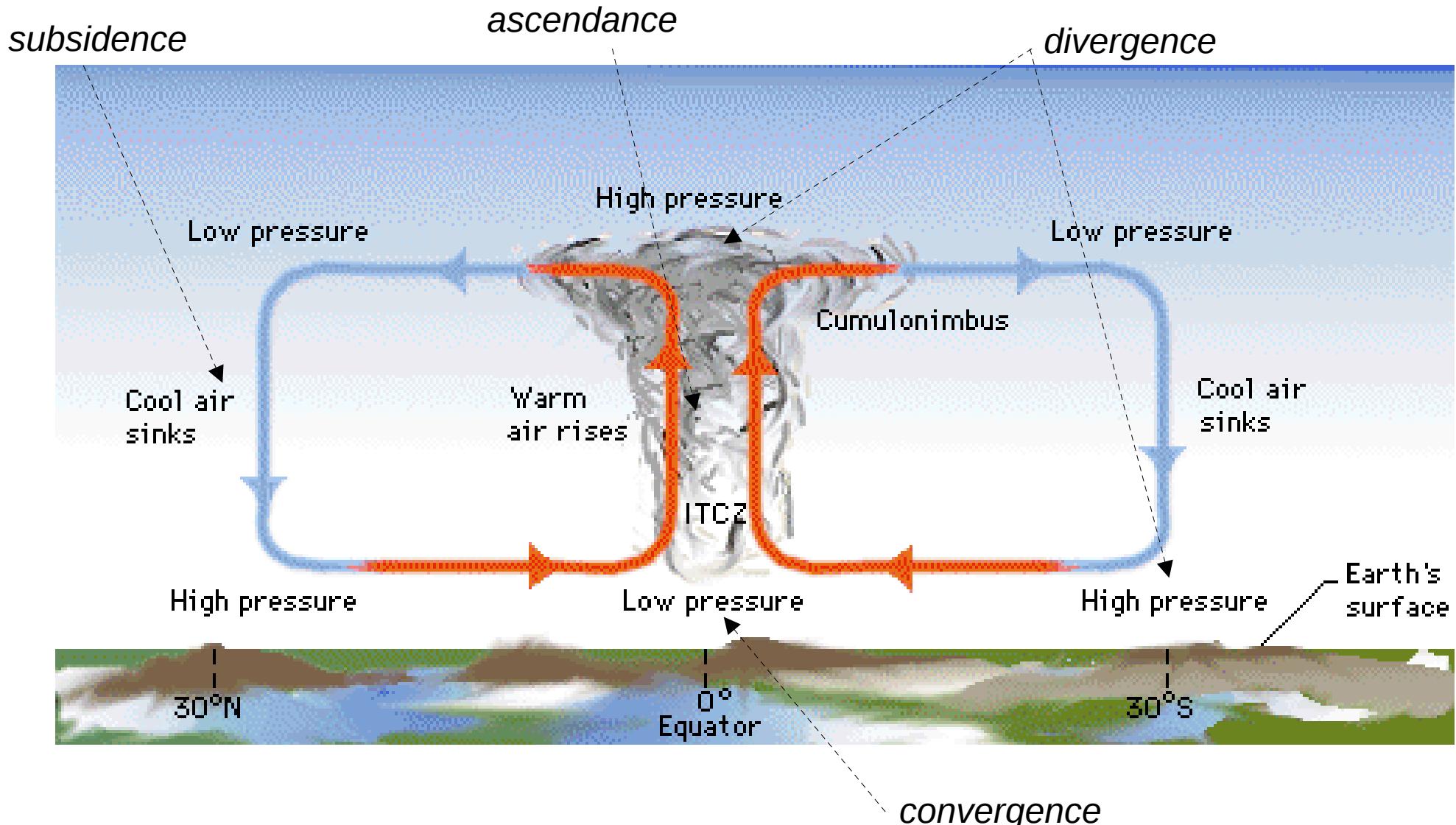
subsidence puis divergence
=> Anticyclone (H)

Peu de vent
(latitude des chevaux de frise)

Vents très changeant
(marasme)

convergence puis ascendance
=> Dépression (L)

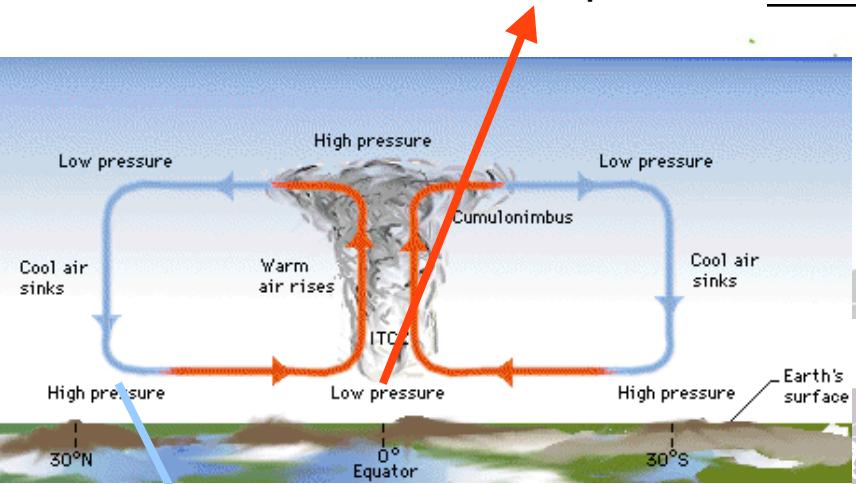
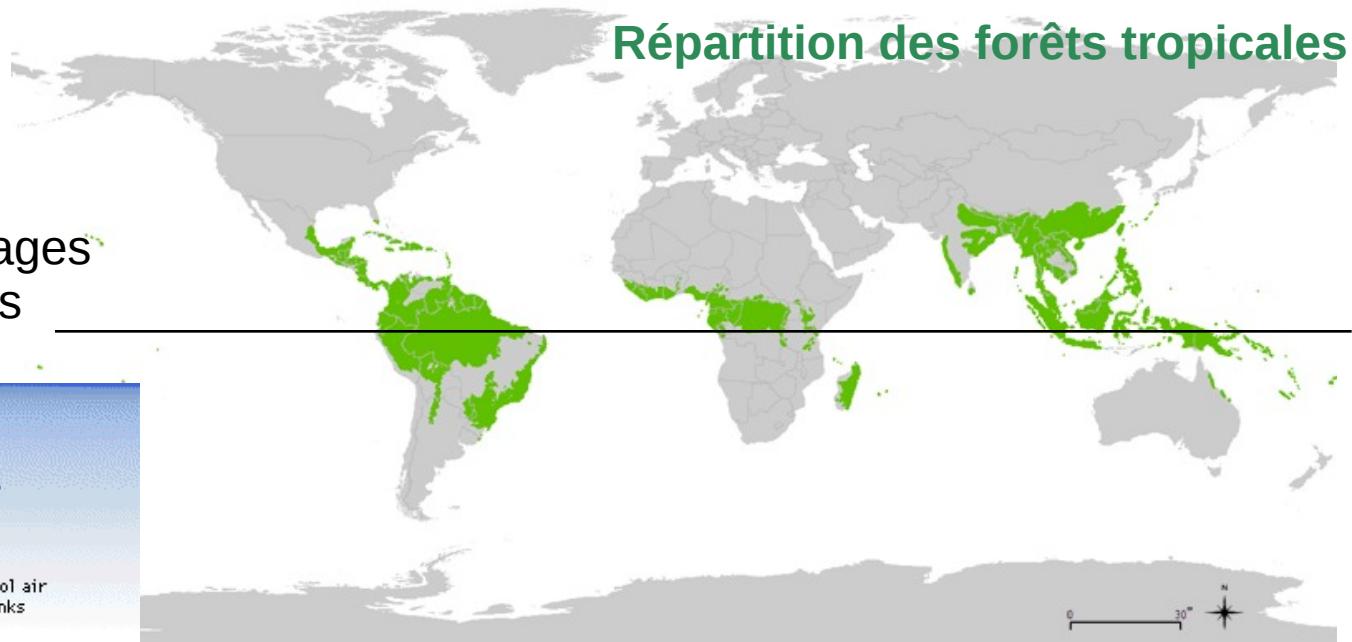
6. Zone de Convergence Intertropicale (1/4)



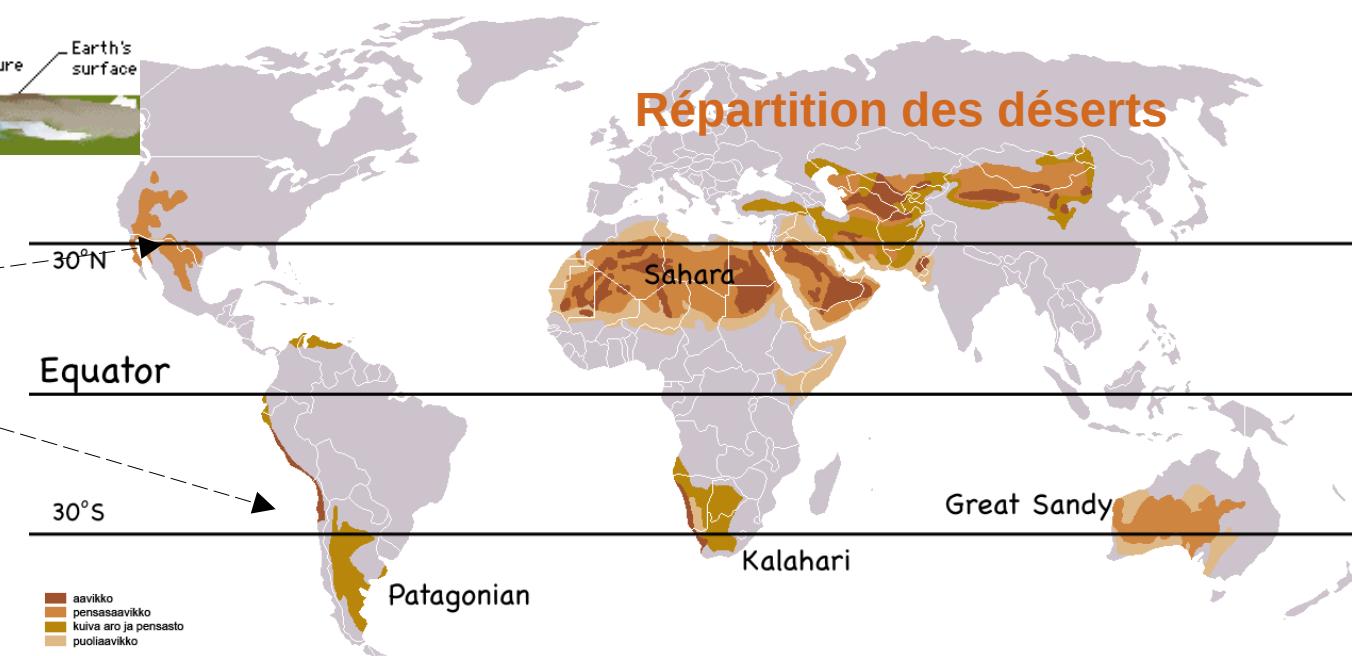
L'air convergent chaud et humide s'élève en formant des orages tropicaux.

6. Zone de Convergence Intertropicale (2/4)

ZCI : ascendance
condensation
pluies intenses, orages
=> forêts tropicales



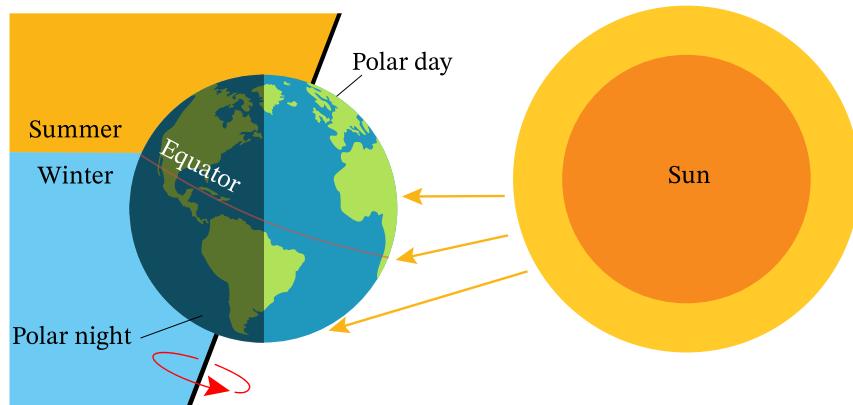
30°N/°S :
Subsidence
air très sec
anticyclonique
=> déserts



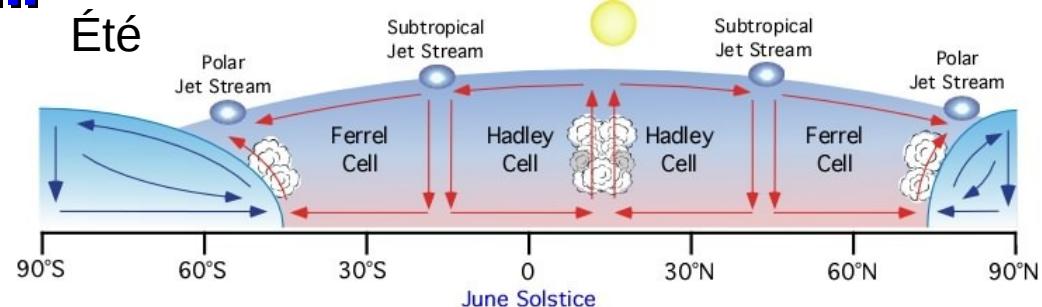
6. Zone de Convergence Intertropicale (3/4)

En tenant compte des saisons...

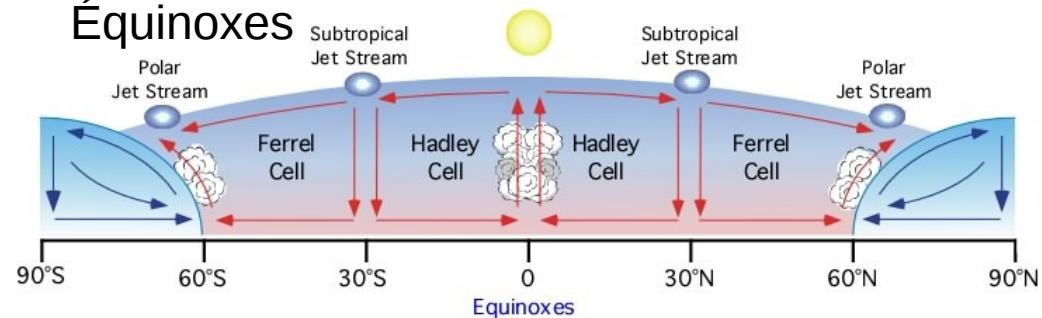
Earth's Seasons



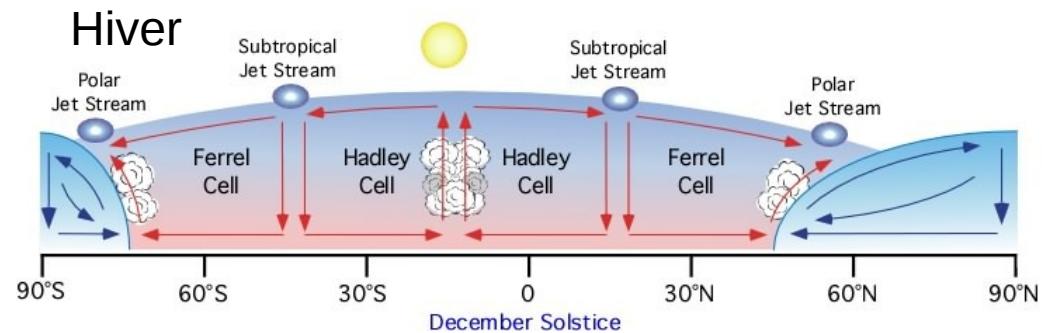
Été



Équinoxes

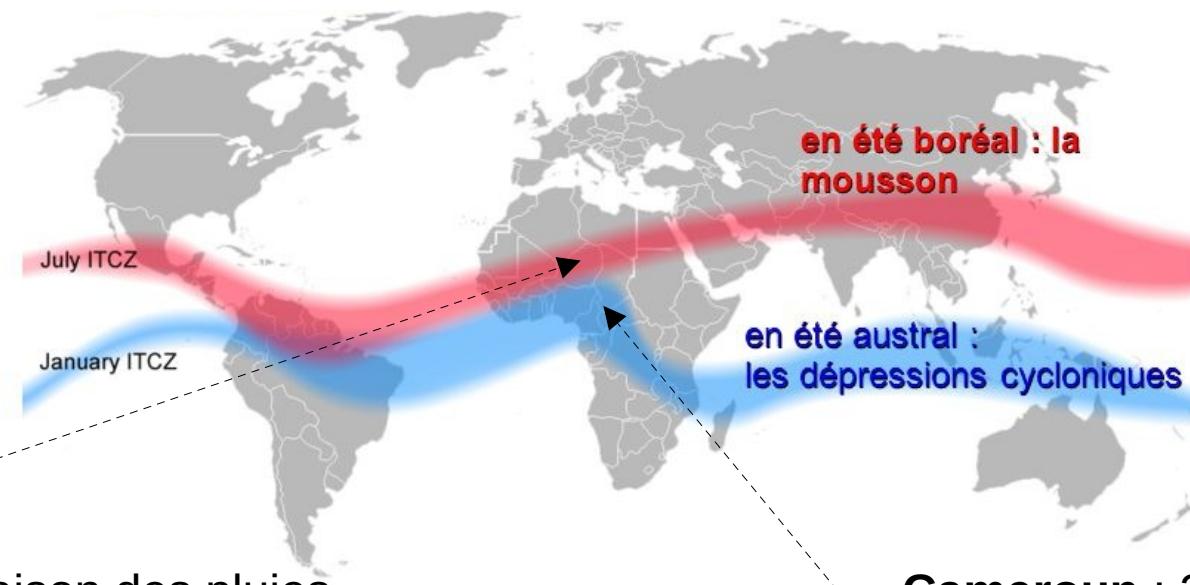


Hiver

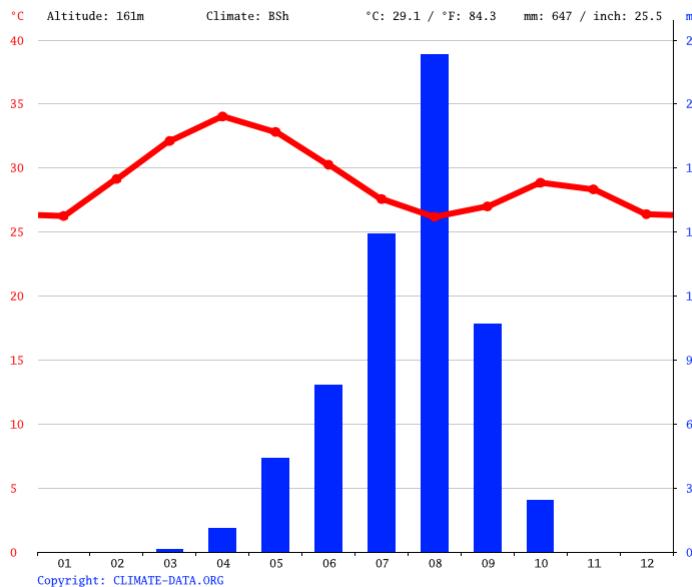


- Maximum d'ensoleillement aux tropiques
- La position de l'équateur météorologique (ZCI) varie en fonction des saisons.
- La cellule polaire prend plus de place en hiver qu'en été

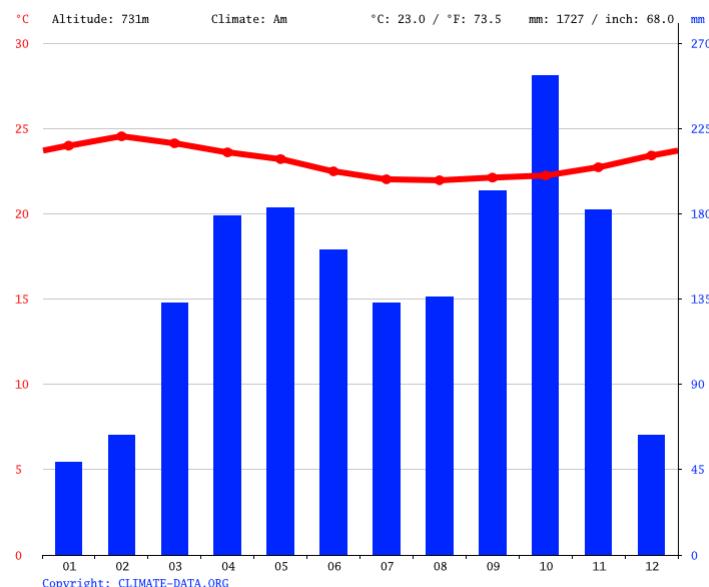
6. Zone de Convergence Intertropicale (4/4)



Niger : 1 seule saison des pluies car latitude maximum de la ZCI



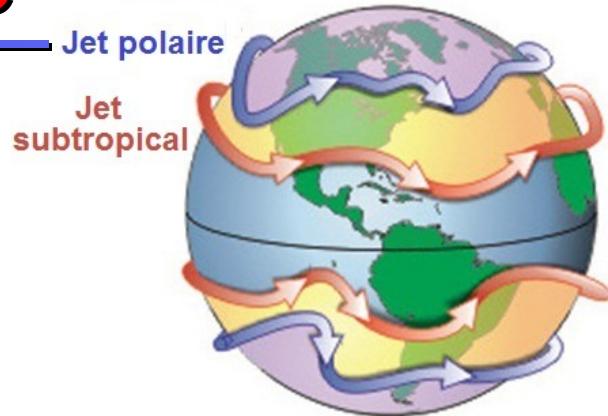
Cameroun : 2 saisons des pluies à la montée et à la descente de la ZCI



7. Front polaire et cyclogenèse

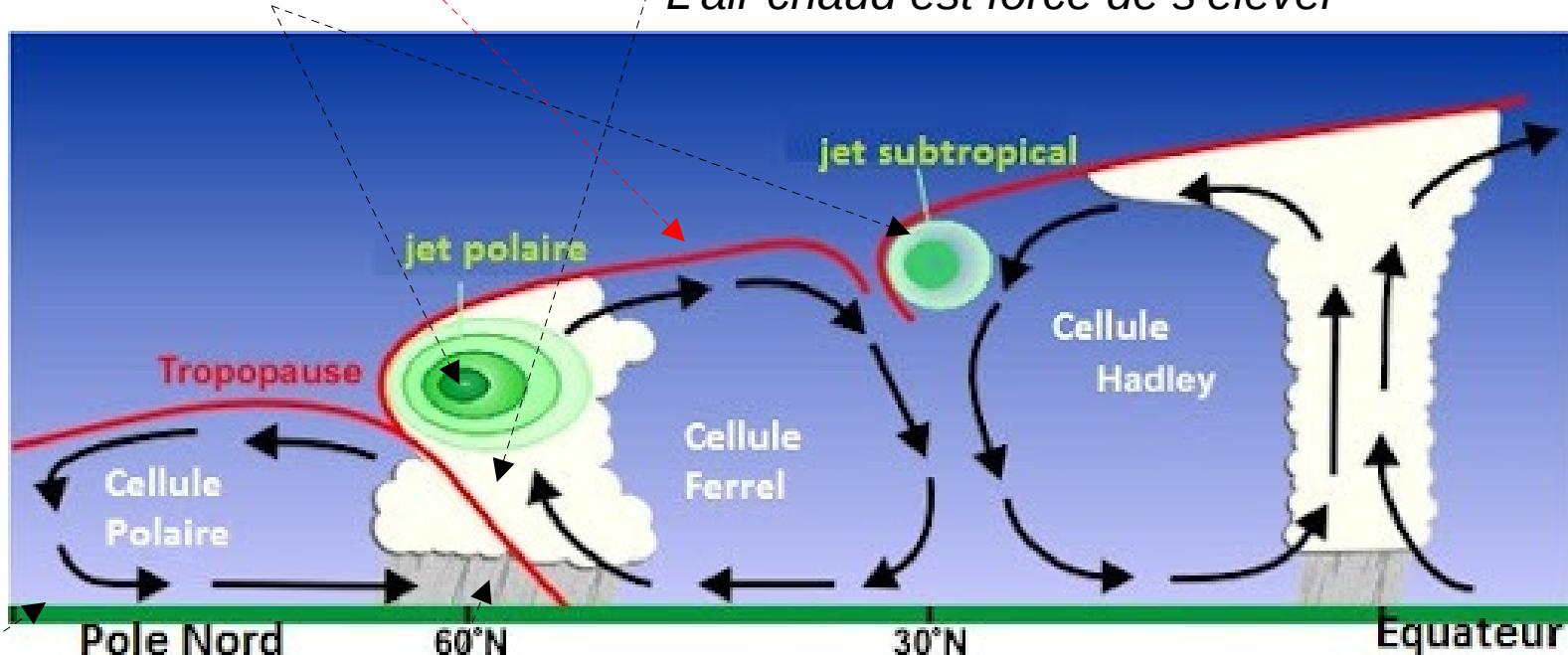
Coupe verticale...

Altitude de la tropopause
décroît avec la température/latitude



Courant jets (vent thermique)

L'air chaud est forcé de s'élever

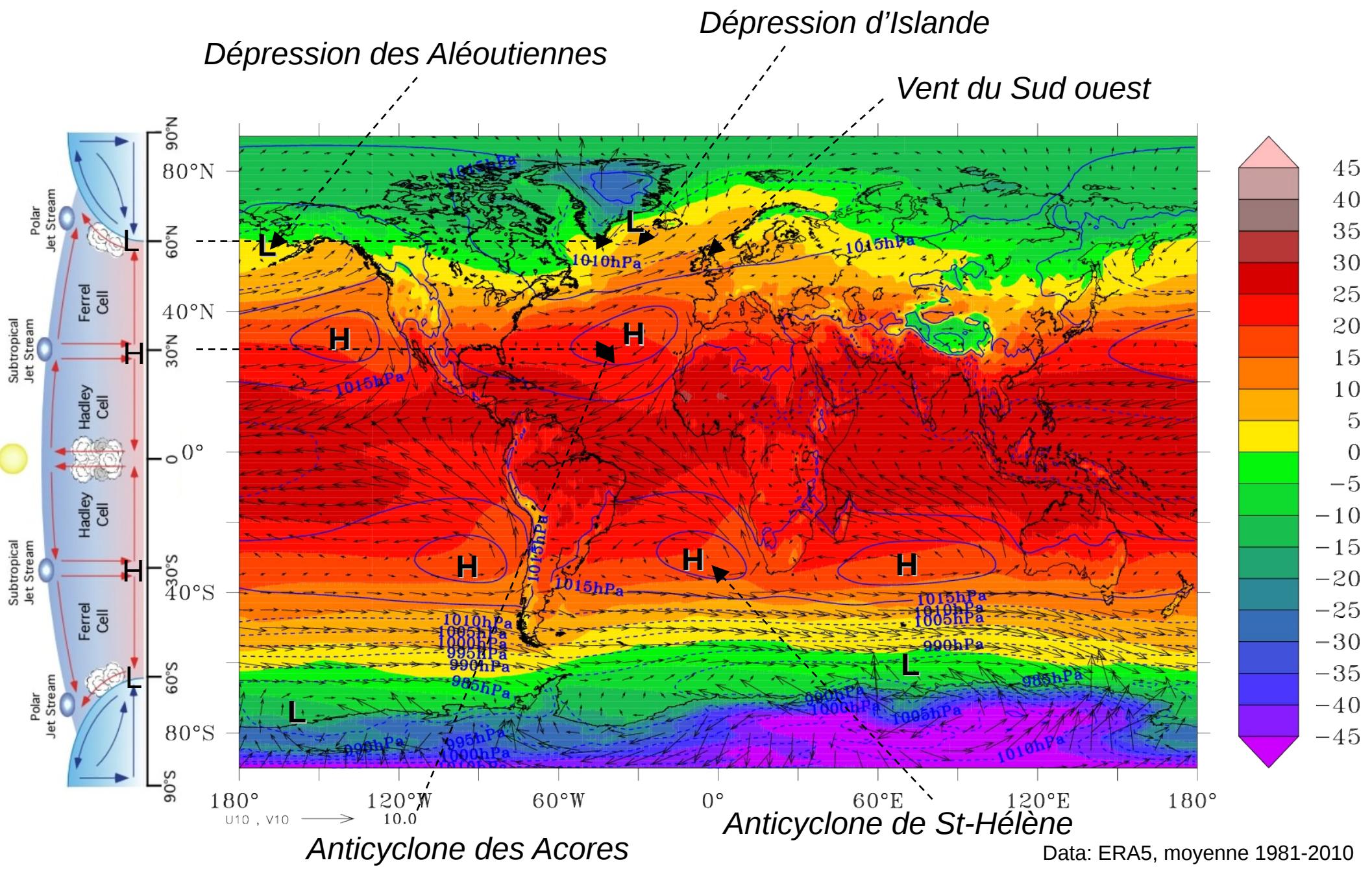


Les Pôles : un désert froid

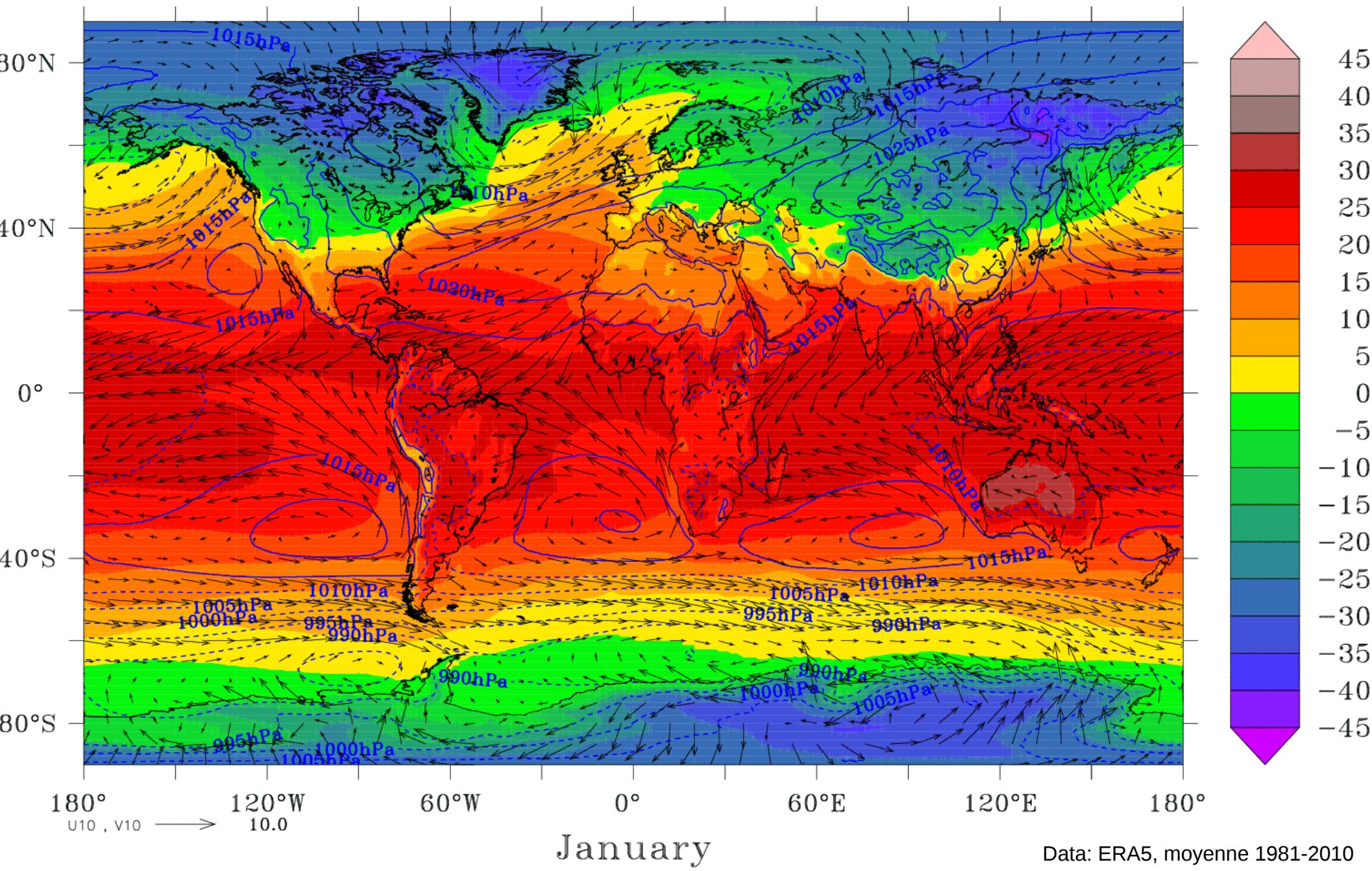
Front Polaire où sont
générés les dépressions
et les précipitations

Les oscillations du **Front Polaire** explique
la météo "changeant" chez nous

8. En réalité (1/7)

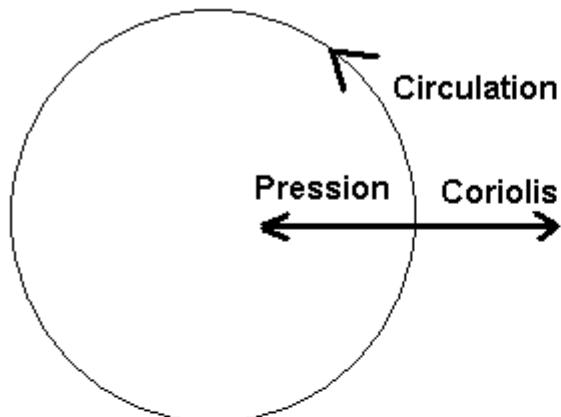


8. En réalité (2/7)

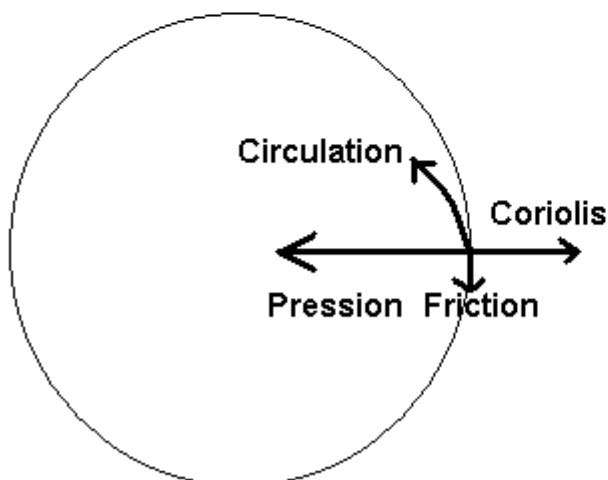


8. En réalité (3/7)

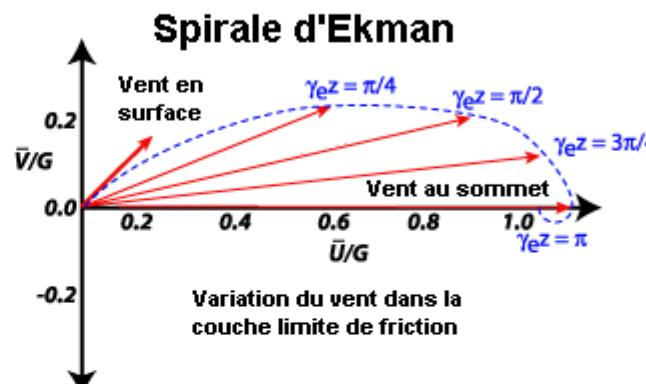
Atmosphère libre



Avec friction



Il faut rajouter la force de frottement en surface

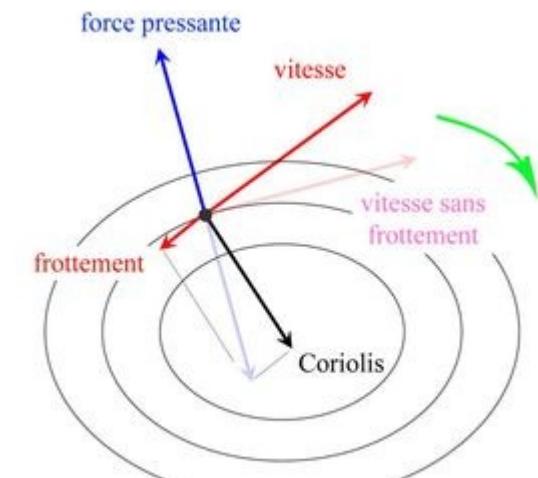


G = Vent géostrophique

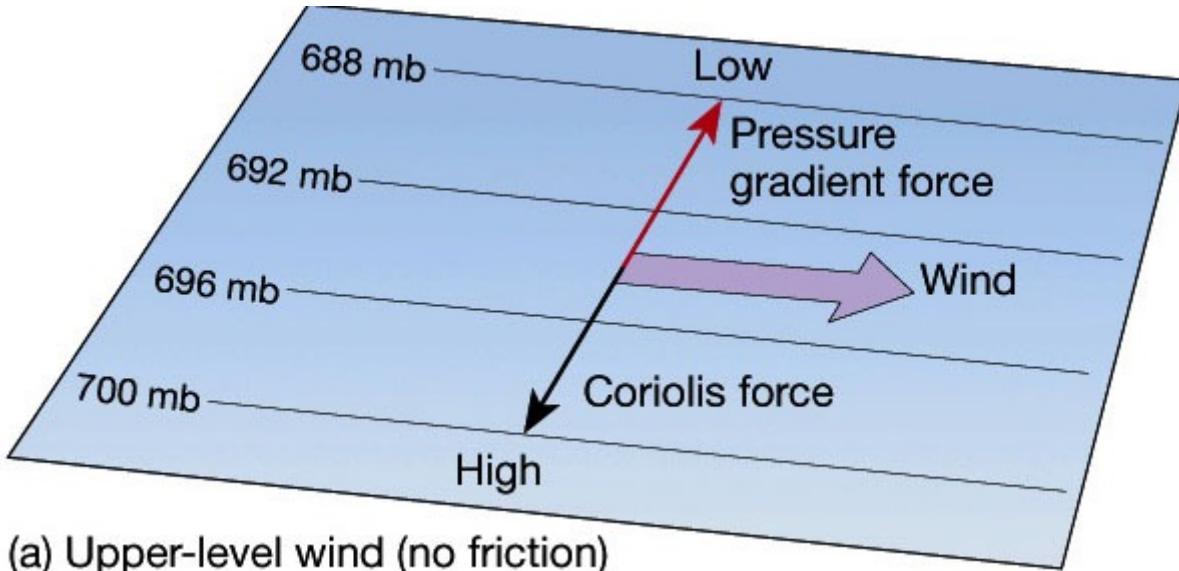
\bar{U} et \bar{V} = composantes orthogonales du vent moyen

Z = altitude

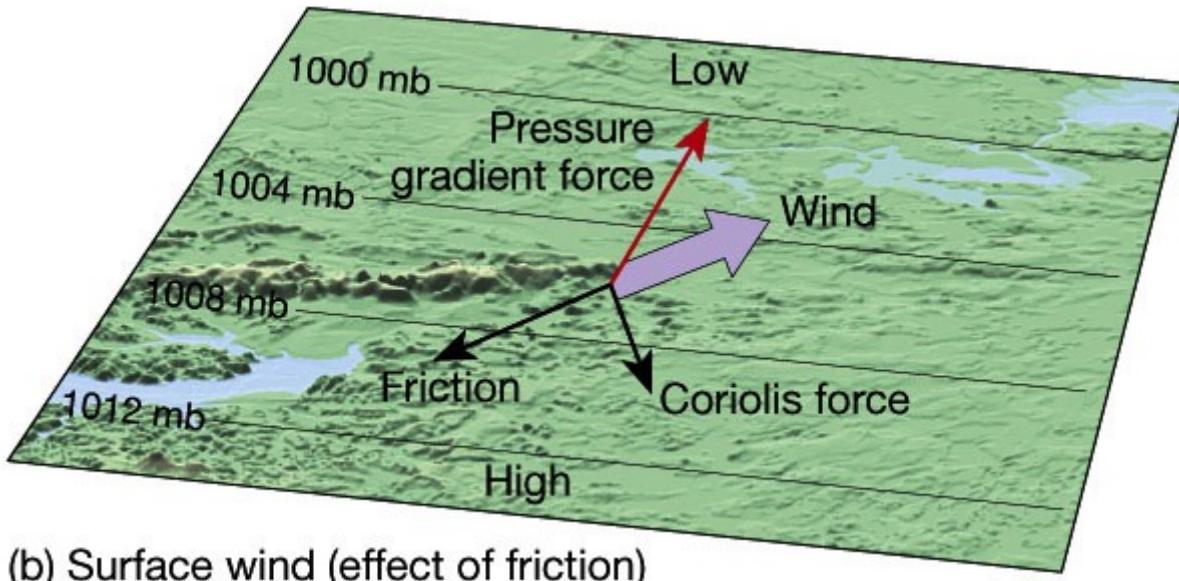
γ_e = Force de Coriolis / variation de vitesse



8. En réalité (4/7)

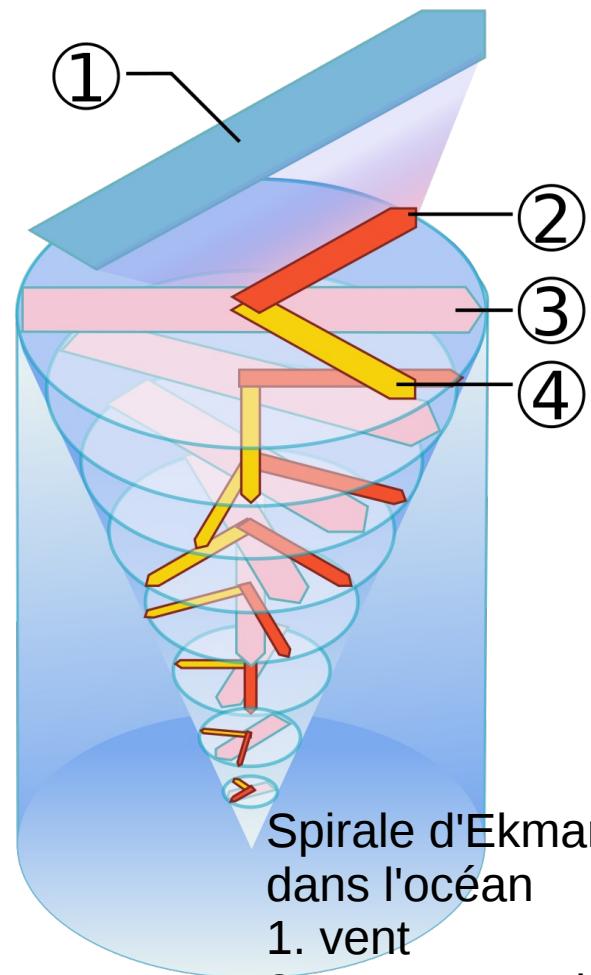


(a) Upper-level wind (no friction)



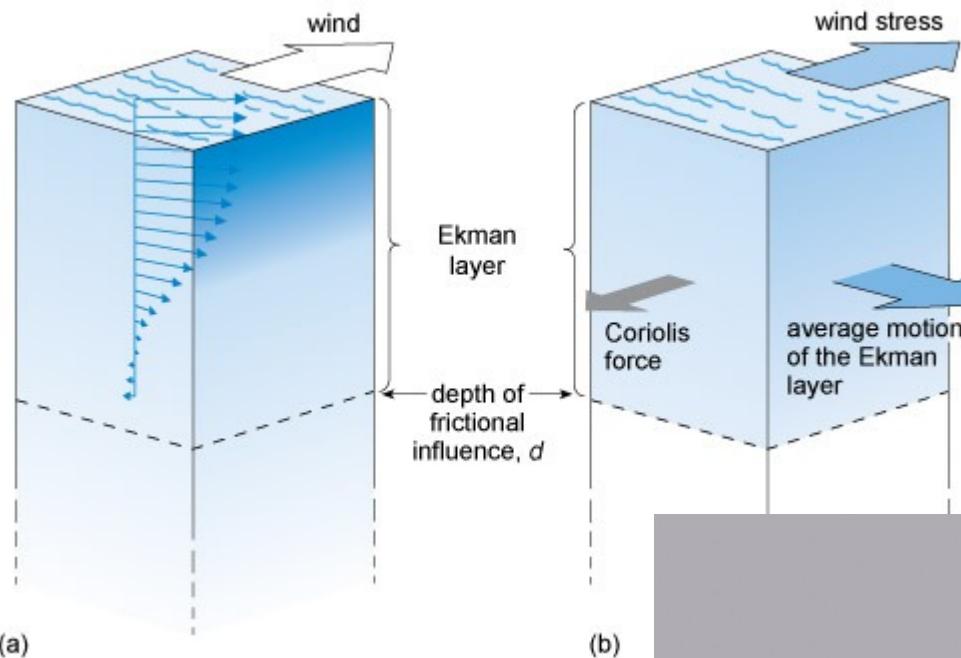
(b) Surface wind (effect of friction)

Spirale d'Ekman dans l'océan

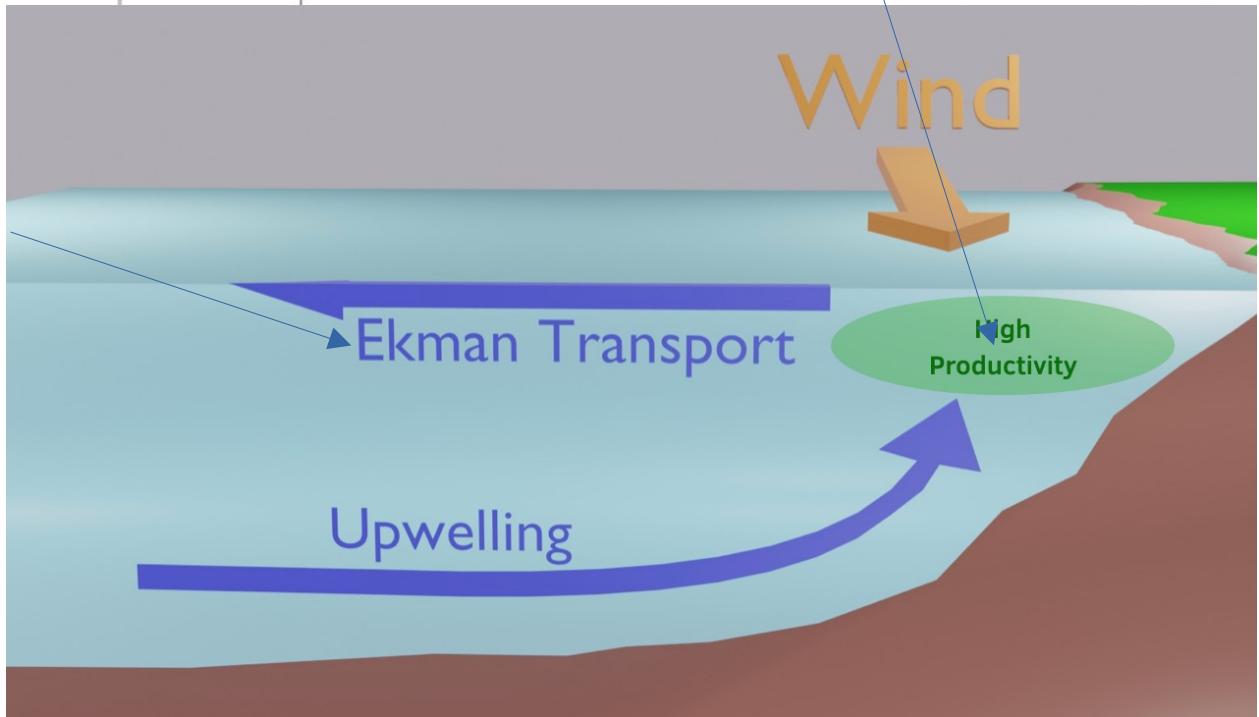


Spirale d'Ekman
dans l'océan
1. vent
3. courant marin
4. coriolis

8. En réalité (5/7)

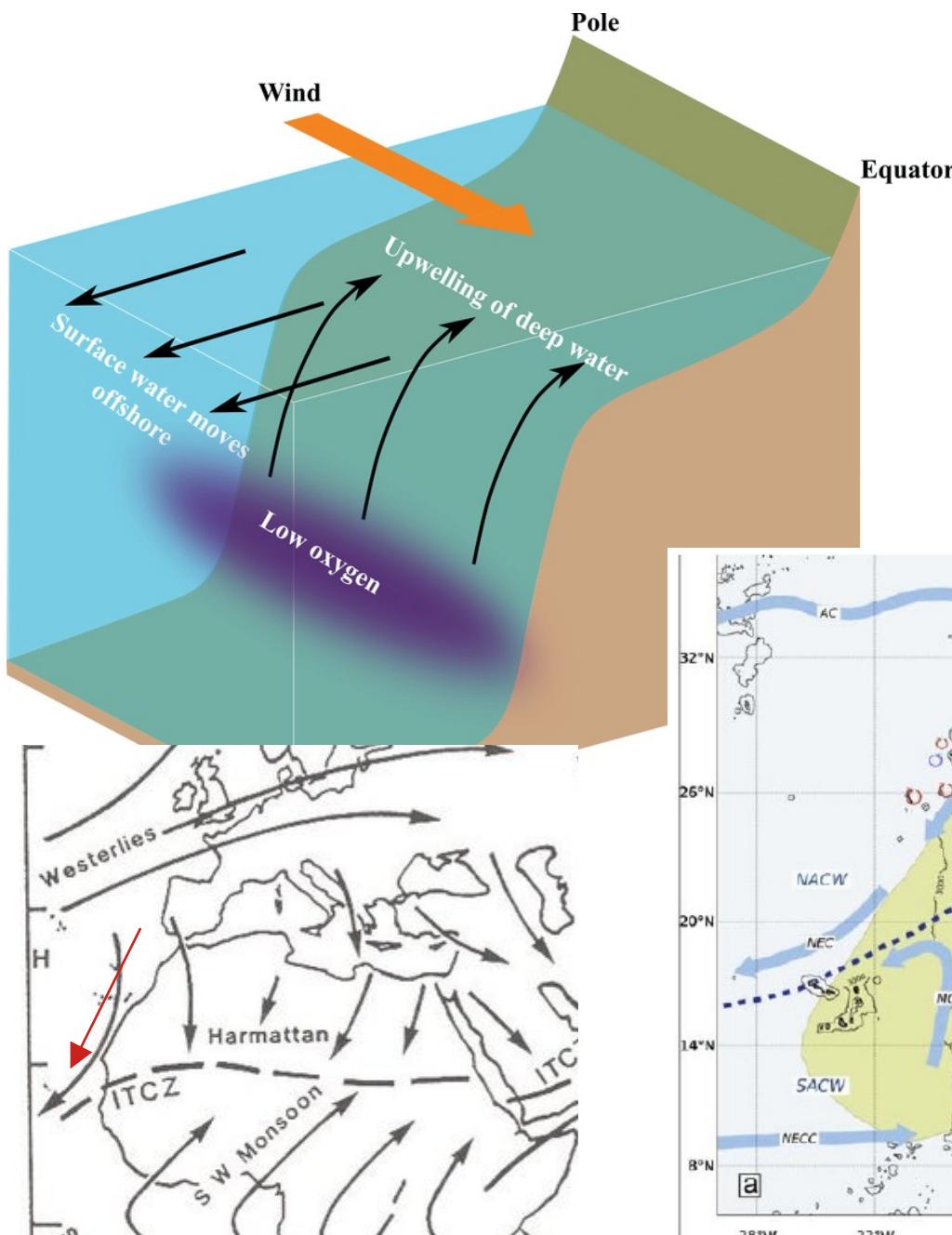


Transport d'Ekman à 45°



Remontée d'eau froide riche en nutriment

8. En réalité (6/7)



Sahara occidental :

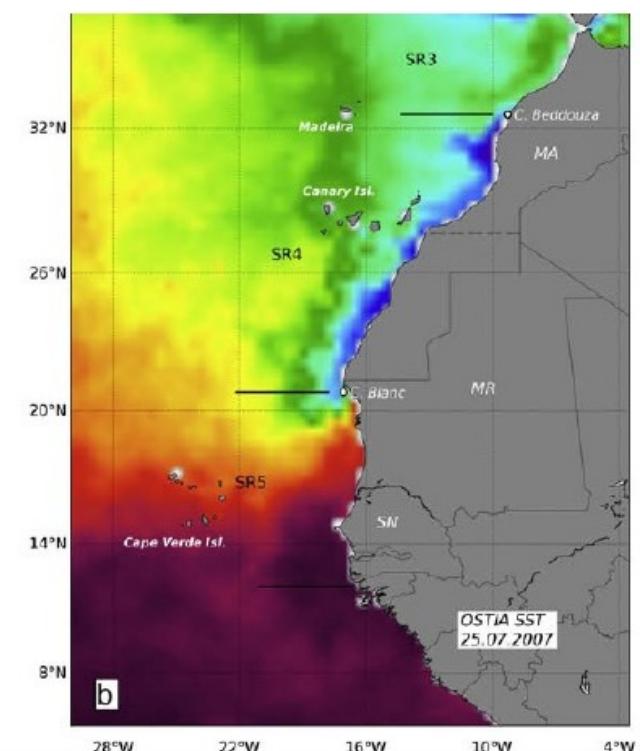
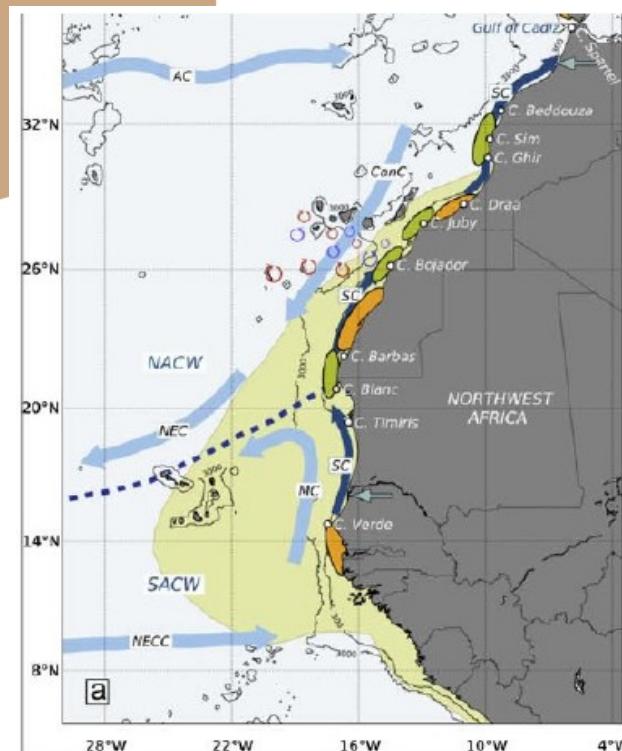
Anticyclone des Açores

=> remontée d'eaux froides (poissonneuses)

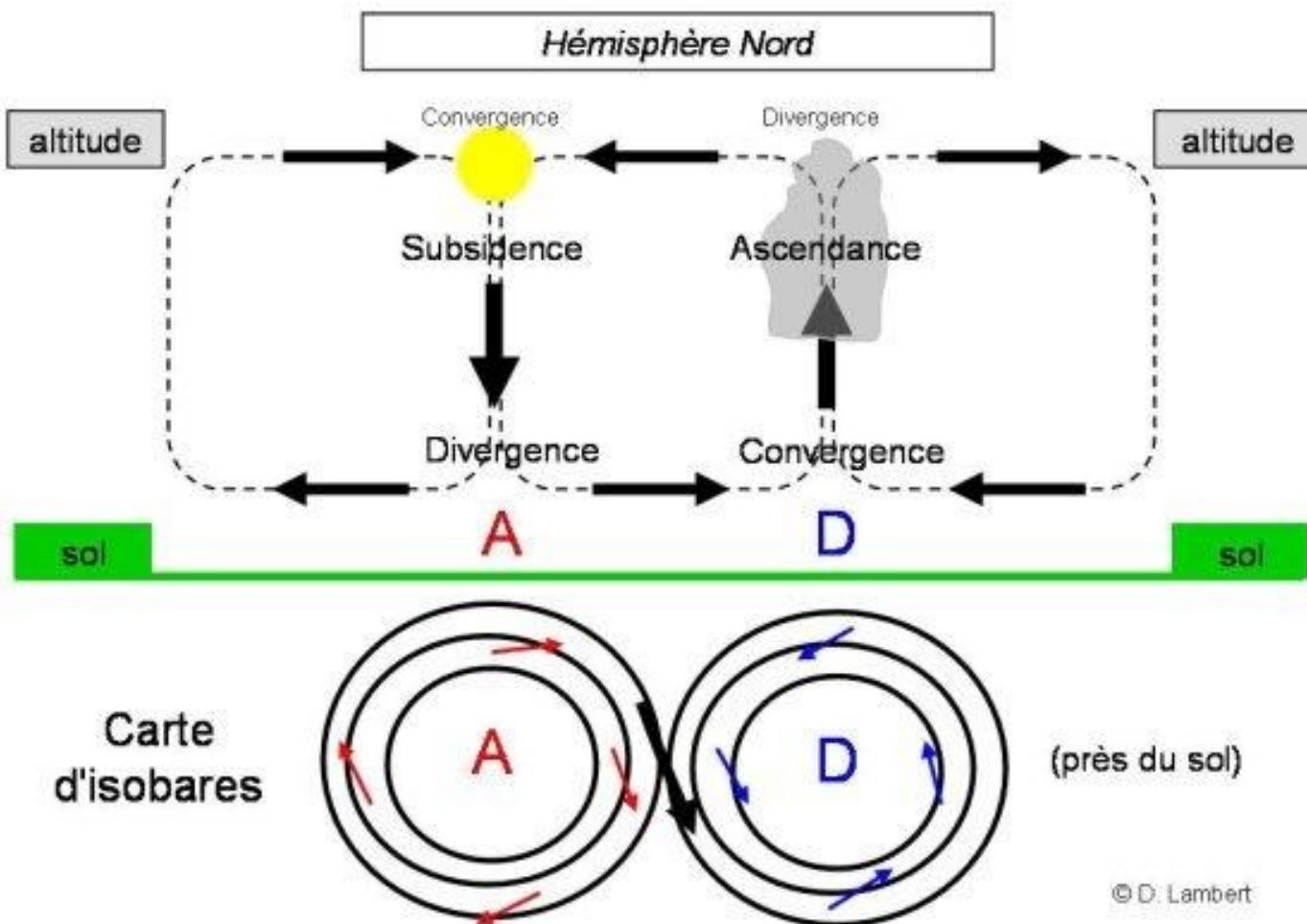
=> stabilisation de la masse d'air

=> pas de précipitation le long des côtes

=> bcp de brouillard



8. En réalité (7/7)



9. Changements climatiques (1/1)

Les pôles se réchauffent 4 plus vite

Le contraste thermique pôle-équateur diminue

La circulation atmosphérique ralentit

=> plus d'extrêmes car les systèmes météo restent sur place

=> conditions plus anticyclonique en été chez nous car la cellule polaire prend « moins de place ».

=> plus chaud, sec et ensoleillé chez nous.

=> moins de vent pour faire tourner les éoliennes.

MAIS le ralentissement déjà observé n'est pas suggéré par les modèles...

