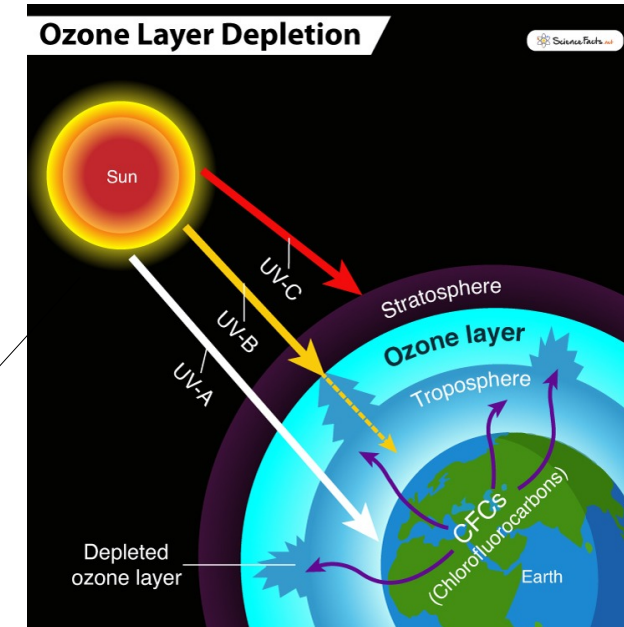
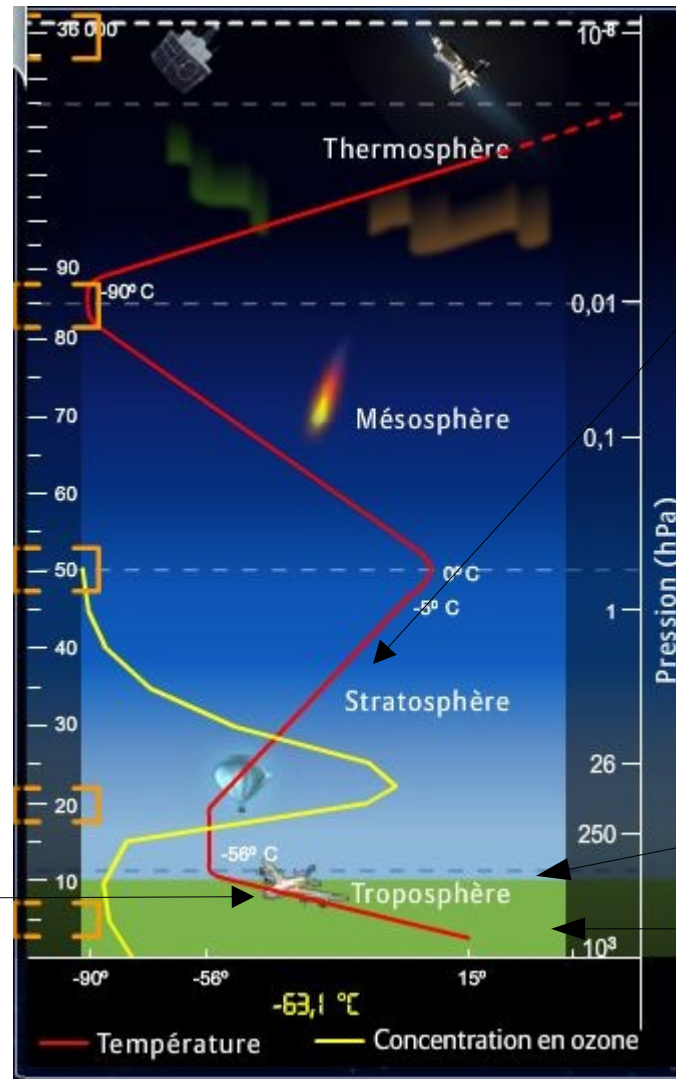


# 1. Structure verticale de l'atmosphère

Atmosphère standard:

$$p(z) = 1013,25 \left( 1 - \frac{0,0065 \cdot z}{288,15} \right)^{5,255}$$

Loi des gaz parfait :  
 $PV=nRT$

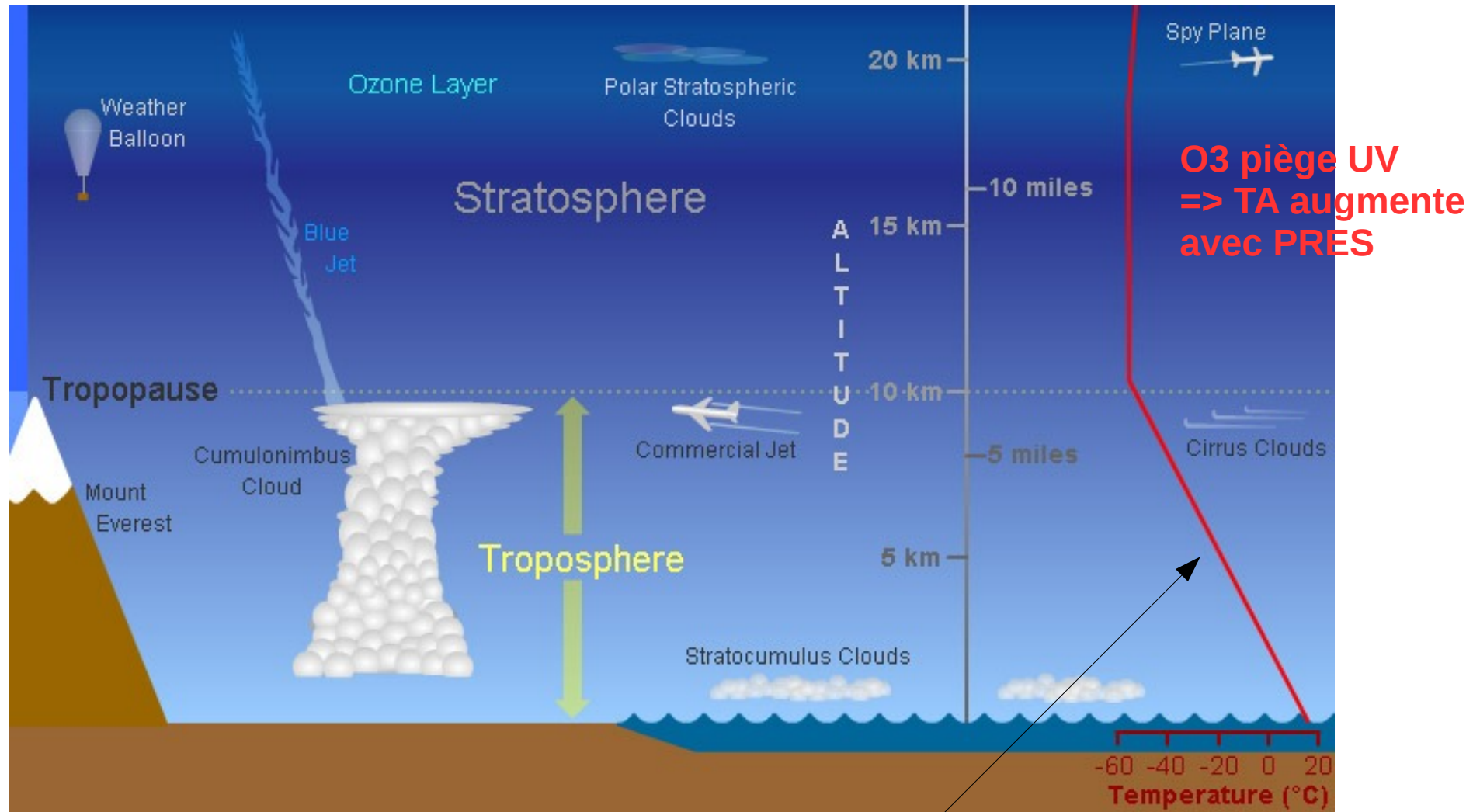


Ozone  
stratosphérique  
(bloque les UV)

Tropopause

Nuages et météo

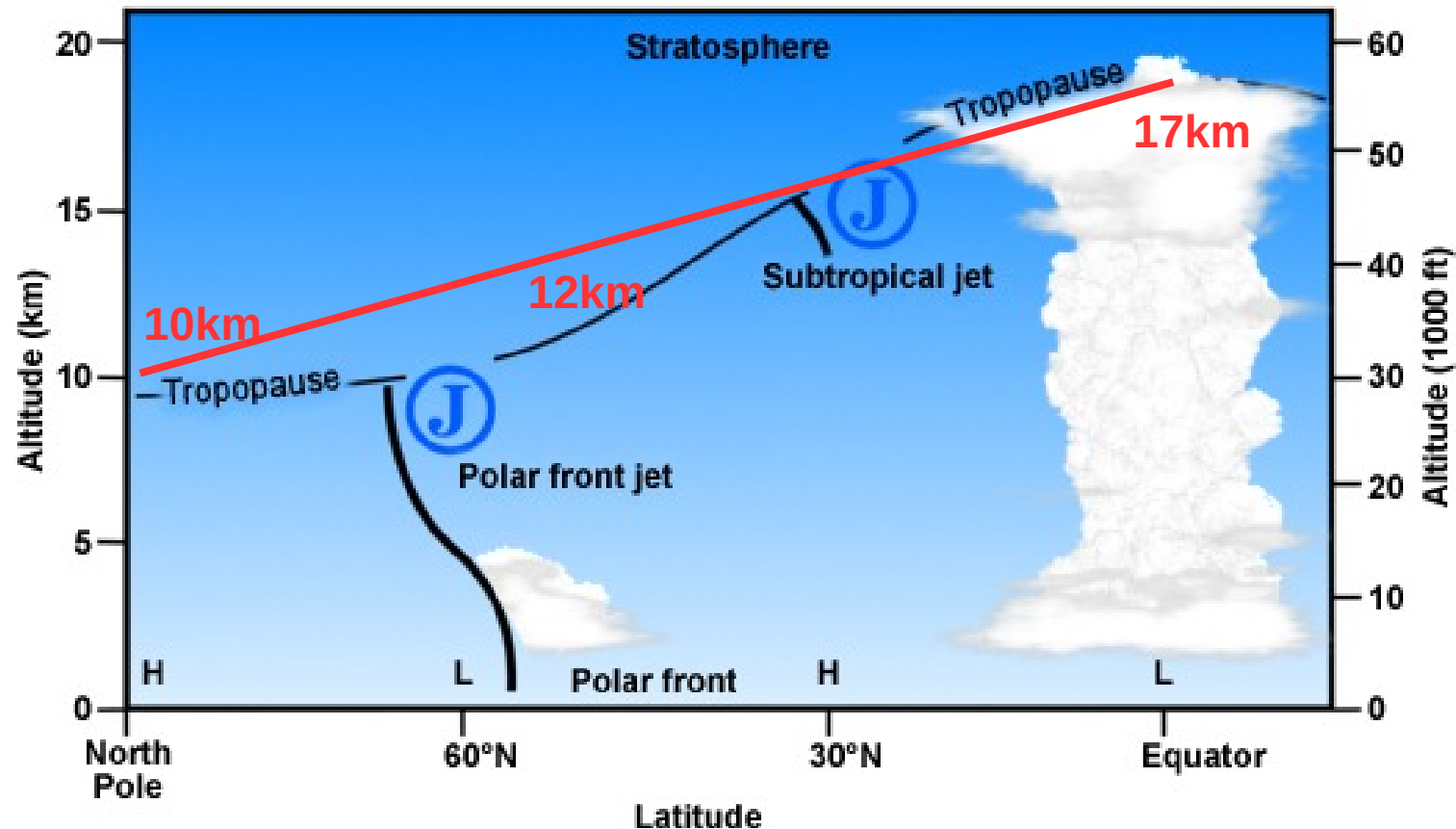
# 1. Structure verticale de l'atmosphère



Loi des gaz parfait:  $PV=nRT \Rightarrow TA$  diminue avec la pression + réchauffement à la base

# 1. Structure verticale de l'atmosphère

Northern Hemisphere Jet Streams



©The COMET Program

# 2. Géopotential

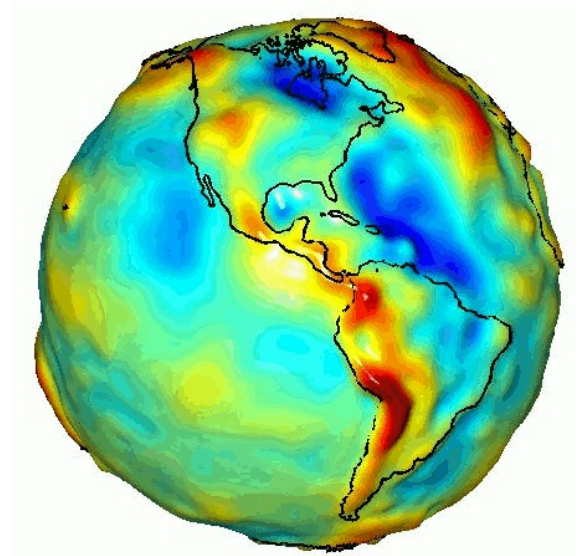
## Géopotential et isohypse

La hauteur du géopotential désigne l'altitude à laquelle on atteint un potentiel égal de gravité. Elle est donc utilisée pour obtenir les niveaux de pression constante en corrigeant pour la variation locale de la gravité

$$Z_g = (\ln P_{nmm} - \ln P) \left( \frac{R}{g_0} \bar{T} \right) = \text{fct}(\text{SP}, T_{ave}) \text{ avec } g \text{ constant}$$

=> Z500 = géopotential à 500hPa ~ 5500 m  
Z700 ~ 3000m  
Z850 ~ 1500m

=> Z500 est haut si anticyclonique et/ou dans l'air chaud.



1 gpm = 9,8/g mètre géométrique

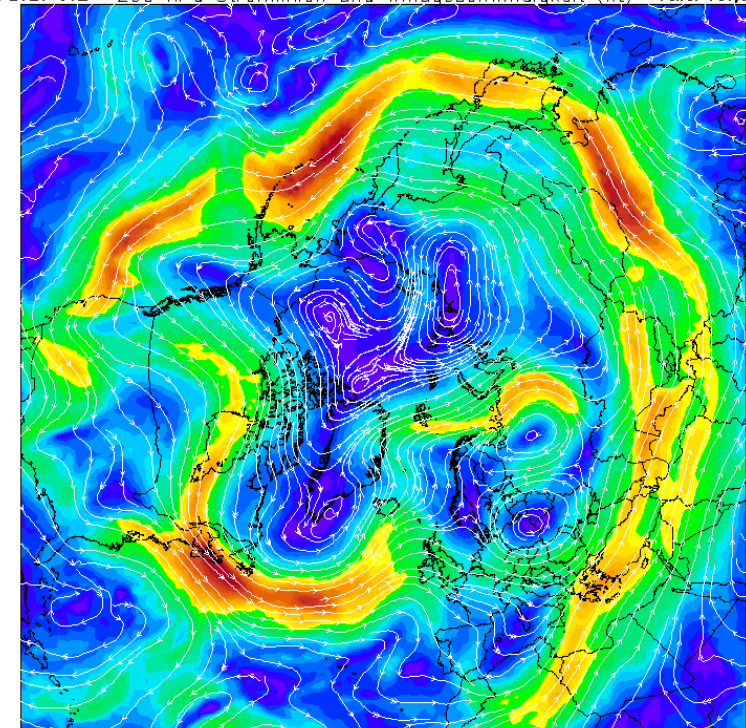
# 2. Géopotentiel

## Variables de base

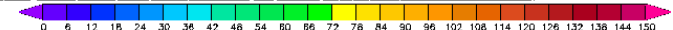
Z500 = circulation générale  
SLP = pression de surface => circulation en surface  
T850 = T° à 850hPa ou **0850** => masse d'air  
Q700 = Q à 700hPa => précipitation/nuage  
W200 = vent à 200 hPa => Jet Stream

+ topographie  
+ saison

Init: Tue,30SEP2025 06Z 200 hPa Stromlinien und Windgeschwindigkeit (kt) Valid: Tue,30SEP2025 12Z



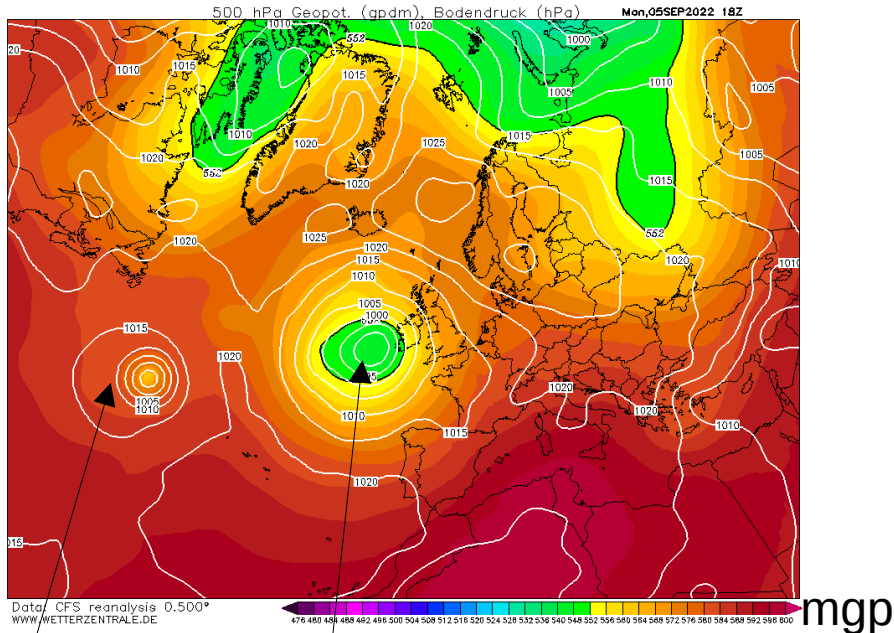
Data: GFS OPER 1.000°  
WWW.WETTERZENTRALE.DE





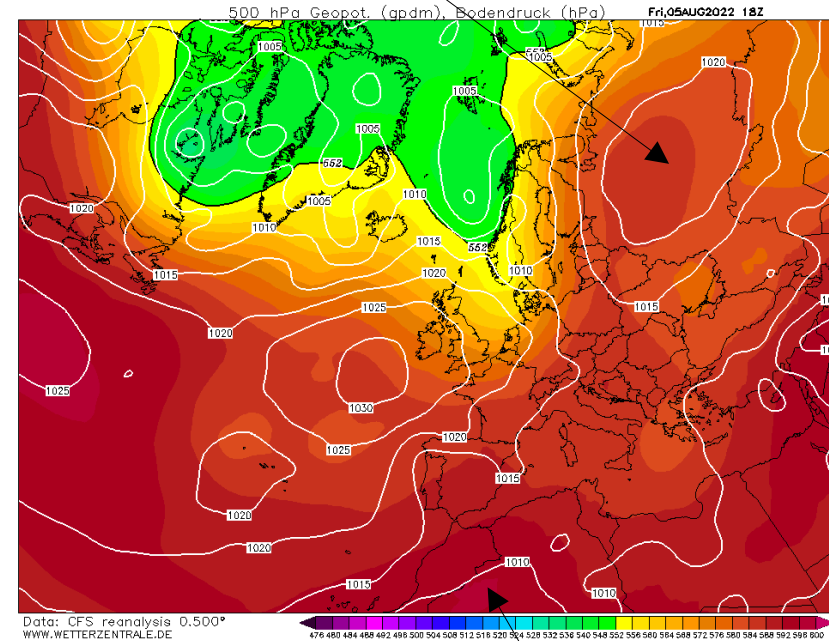
# 2. Géopotentiel

Anticyclone en surface  
et en altitude



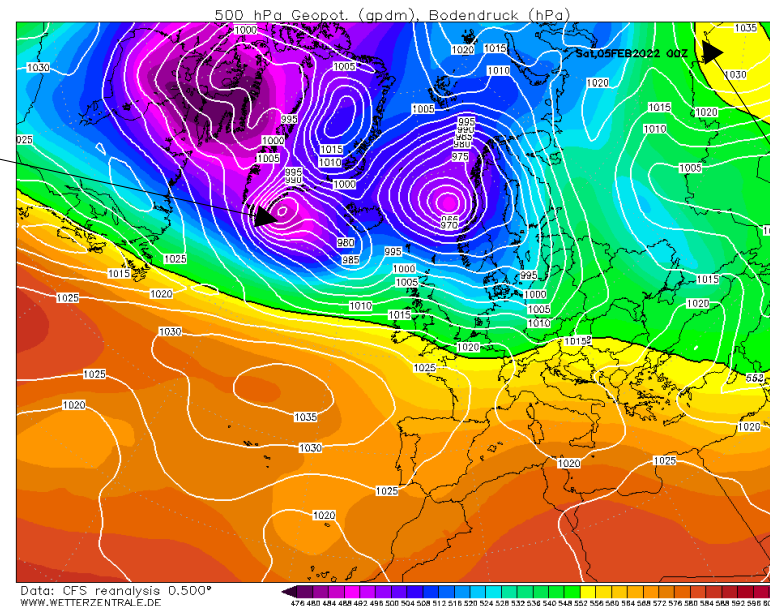
« Danielle »

Dépression en surface  
et en altitude



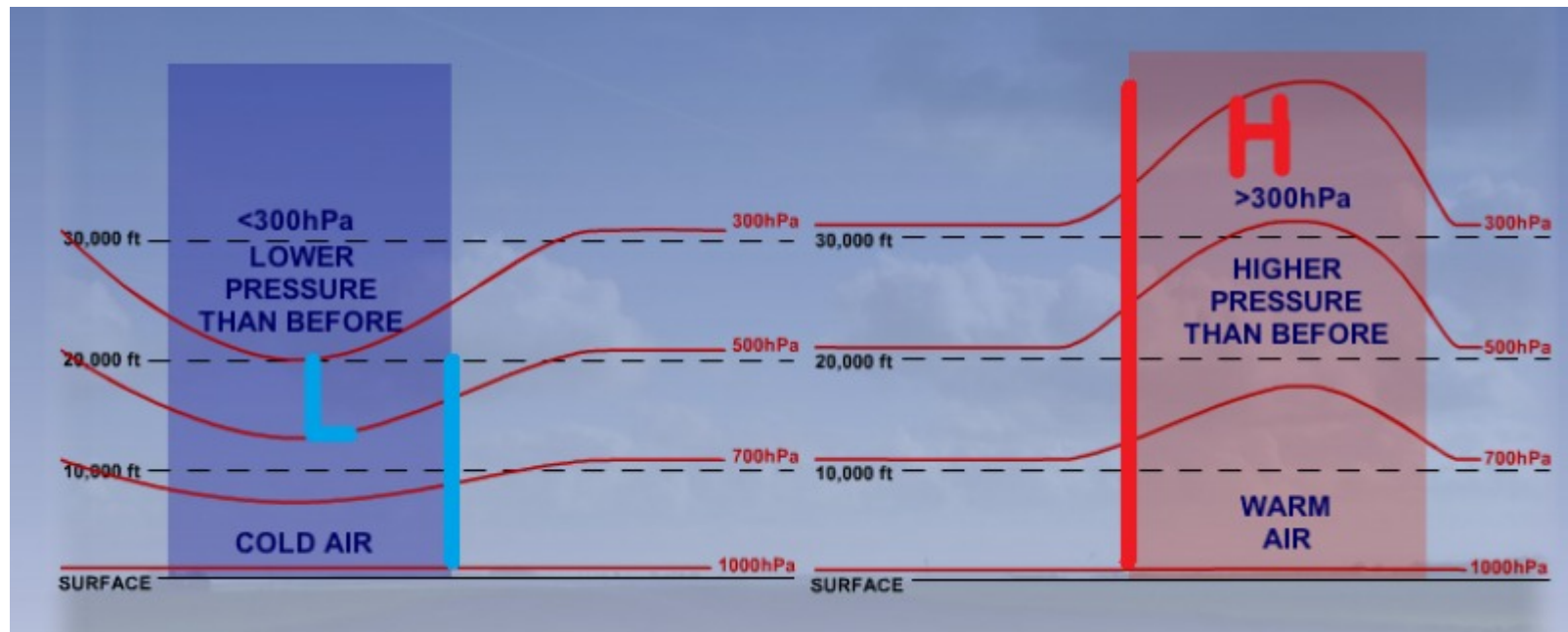
Dépression en surface  
uniquement (en été)

Anticyclone en surface  
uniquement (en hiver)



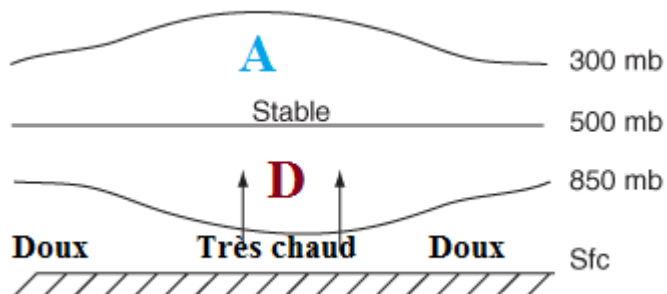
contour : pression de  
surface  
couleur : Z500 en gpm

# 2. Géopotentiel

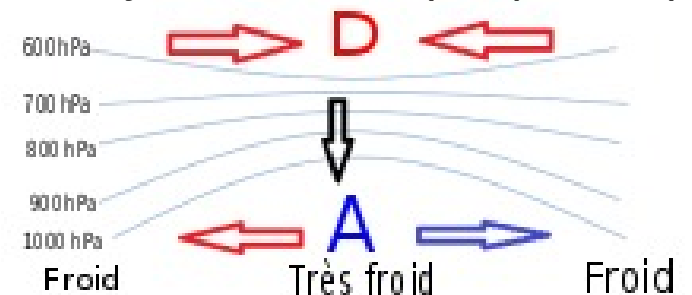


## Dépression thermique vs dynamique

### Dépression thermique (Sahara)

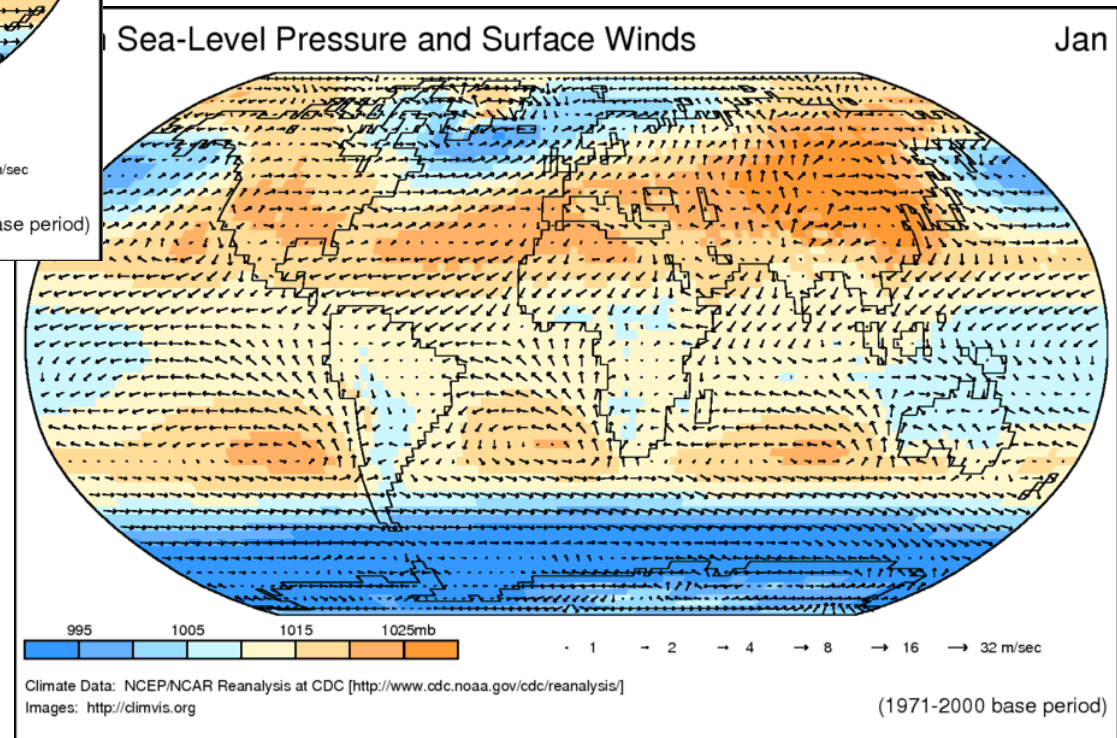
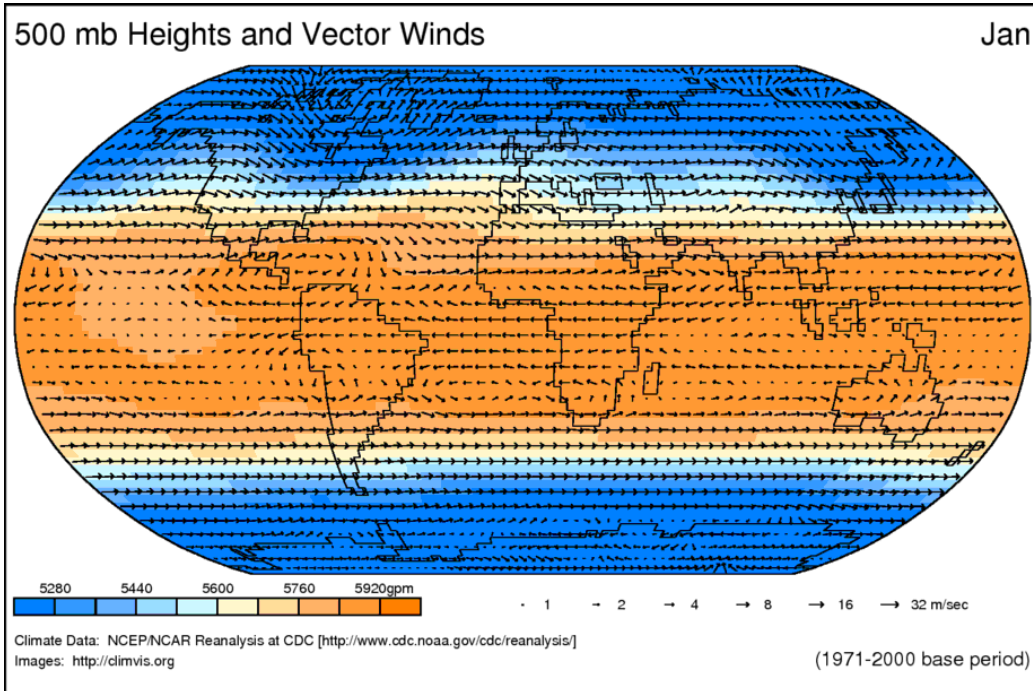


### Anticyclone thermique (Sibérie)



# 2. Géopotentiel

## Géopotentiel vs pression de surface



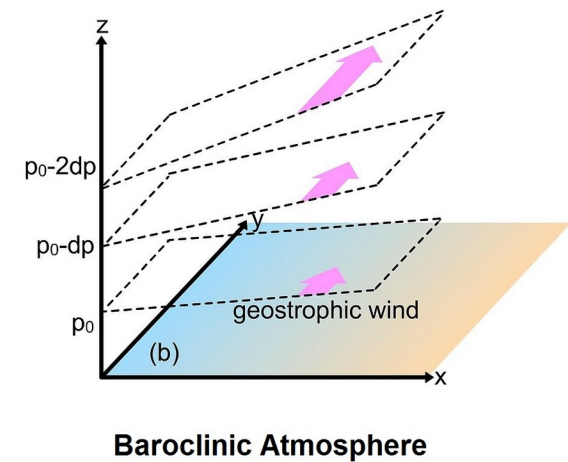
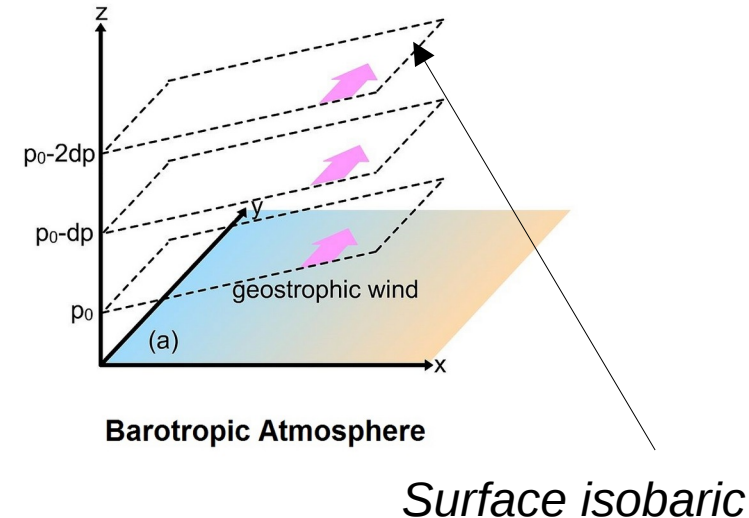


# 3. Vent Thermique

	Vent géostrophique	Vent thermique
Vitesse	$dP/dx$	$dT/dx$
Origine	Dynamique (force de Coriolis)	Thermique
Direction	Dépression à gauche (le long des isohypses)	Air froid à gauche (le long des isothermes)
	Vent dominant	<b>Déviation</b> (la plus part du temps)

$$\mathbf{V}_g = \frac{\hat{\mathbf{k}}}{f} \times \nabla_p \Phi \quad \mathbf{v}_T = \frac{R}{f} \ln \left[ \frac{p_0}{p_1} \right] \mathbf{k} \times \nabla_p \bar{T}$$

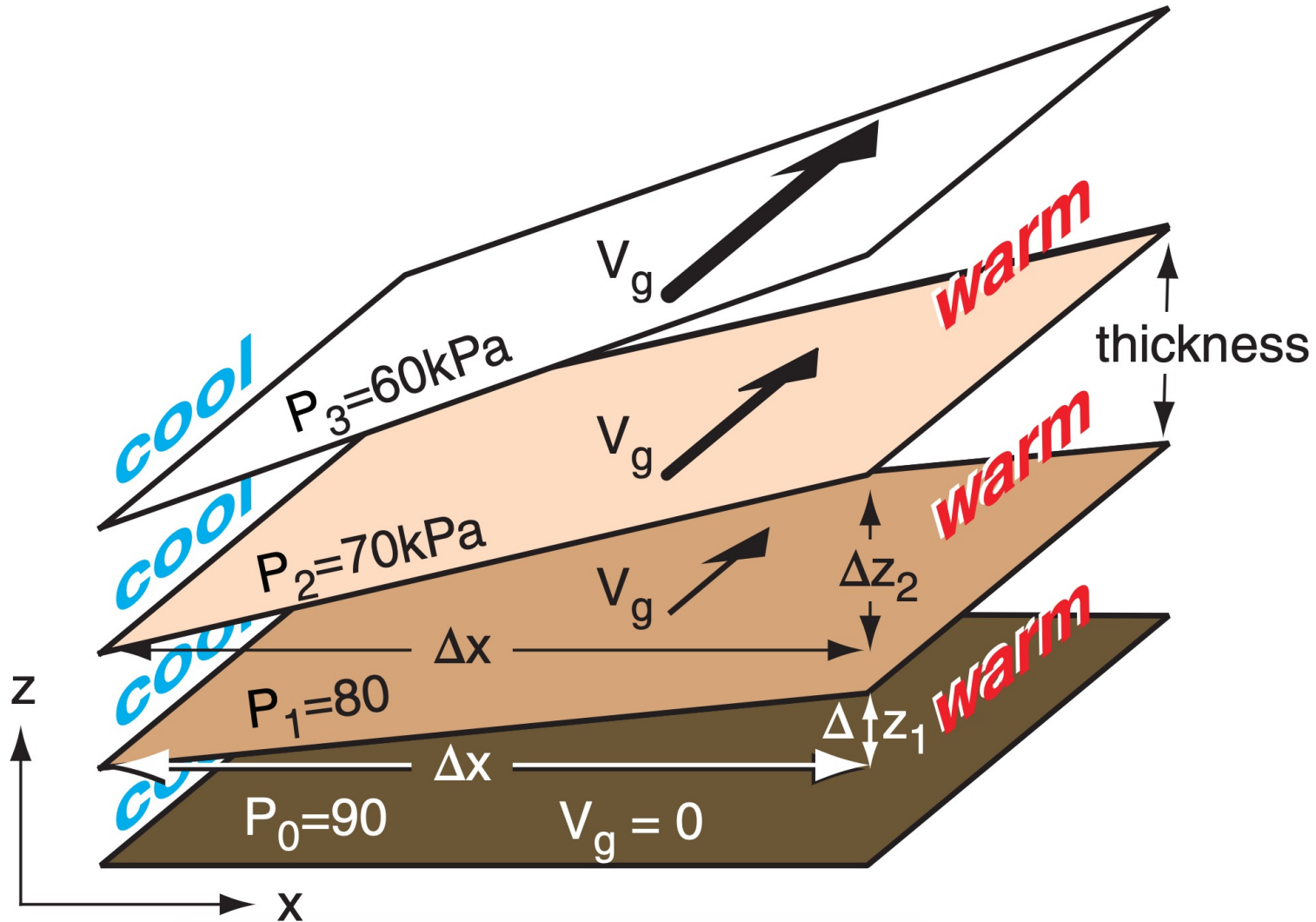
Isohypsas avec la même température



Isohypsas avec de l'air froid à gauche

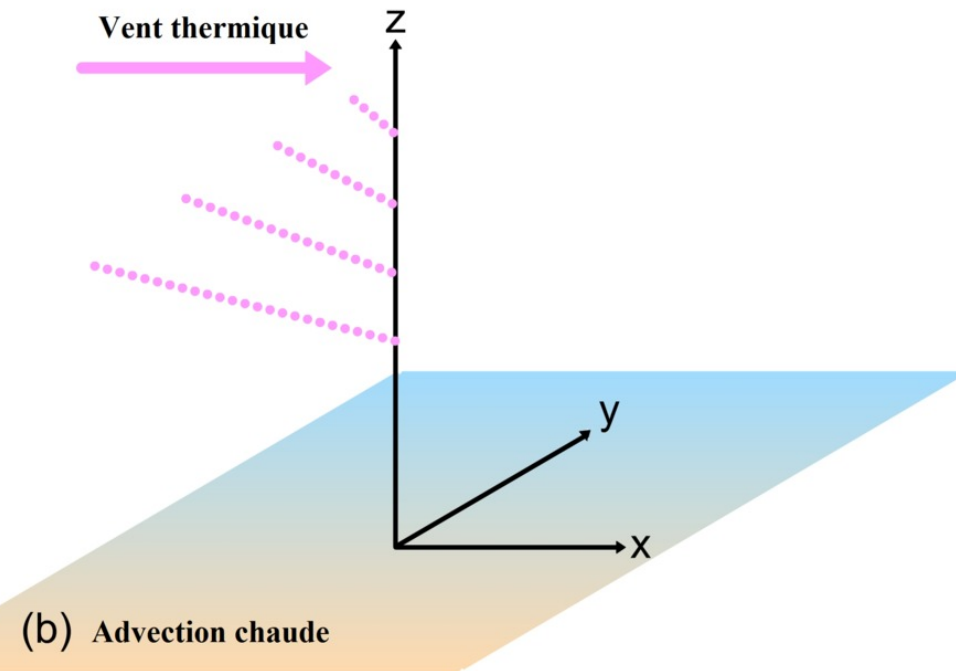
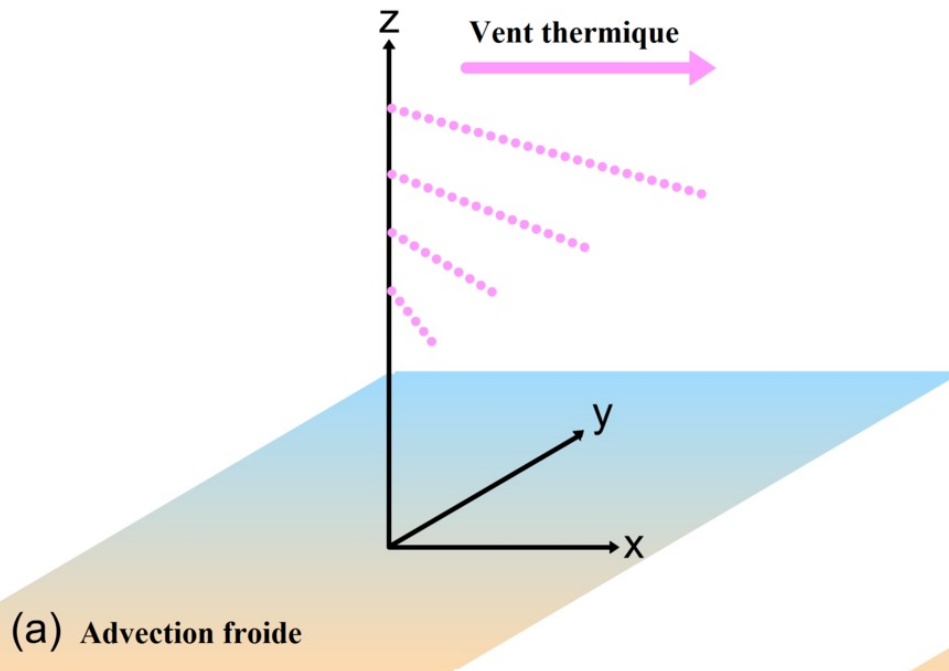
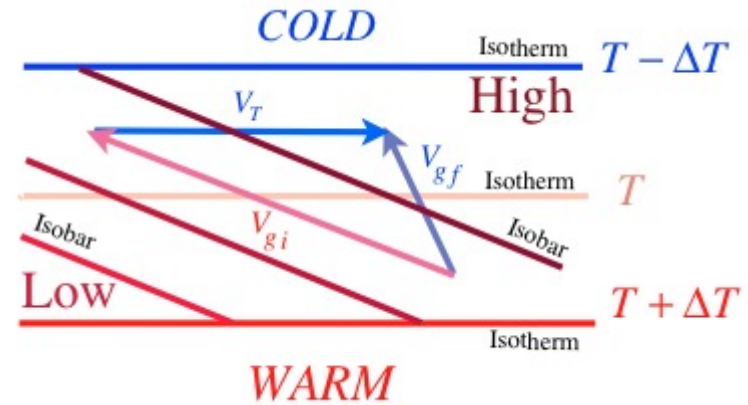
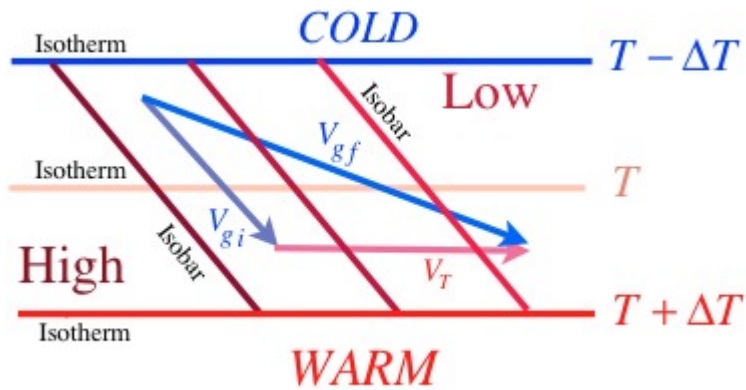
Hémisphère sud : D à droite et air froid à droit !

### 3. Vent Thermique



Le gradient de température accélère le vent géostrophique !

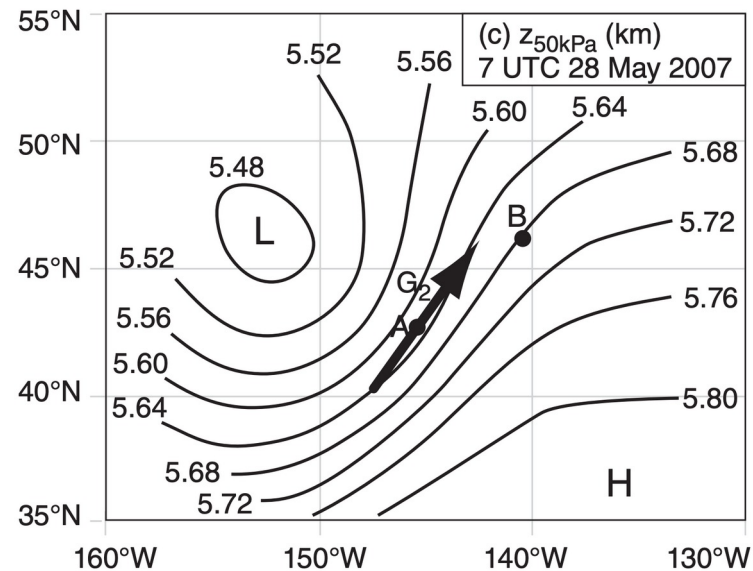
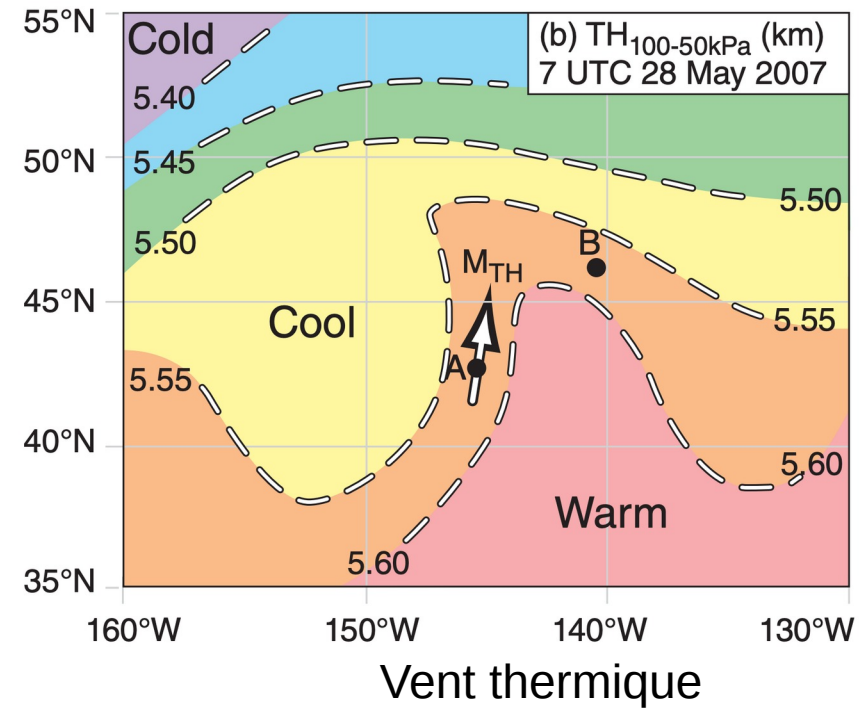
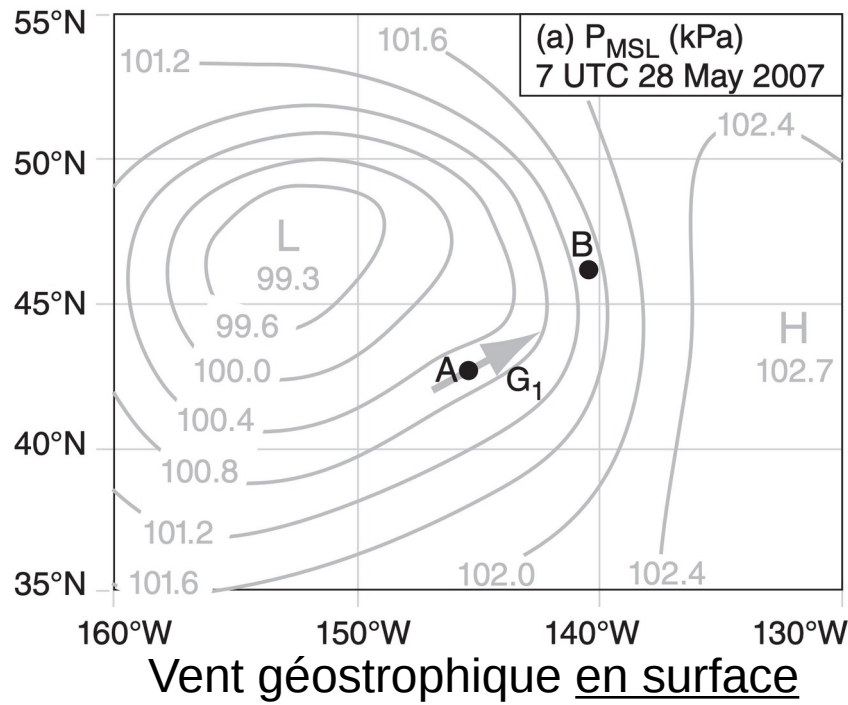
# 3. Vent Thermique



Renforcement de l'advection  
avec l'altitude

Atténuation de l'advection  
avec l'altitude

# 3. Vent Thermique



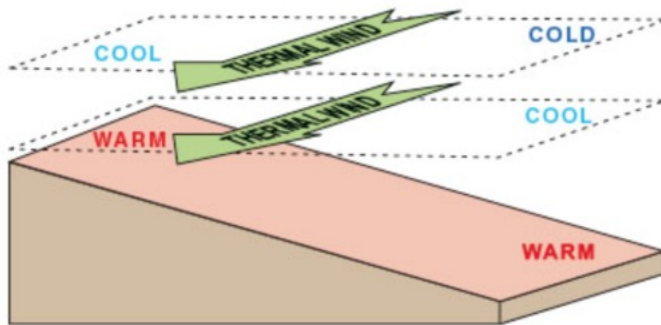
Vent résultant à Z500  
(légèrement dévié et  
plus fort qu'en surface)



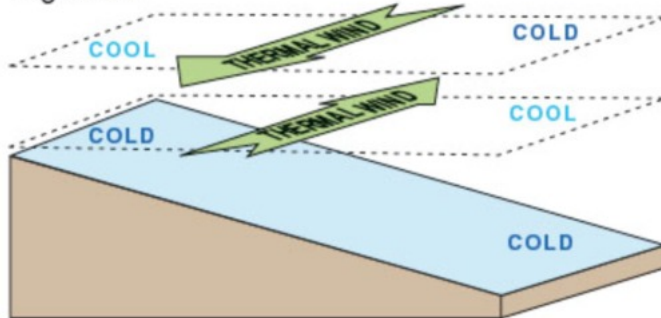
# 3. Vent Thermique (Low level Jet)

## Low-level jet

(a) daytime

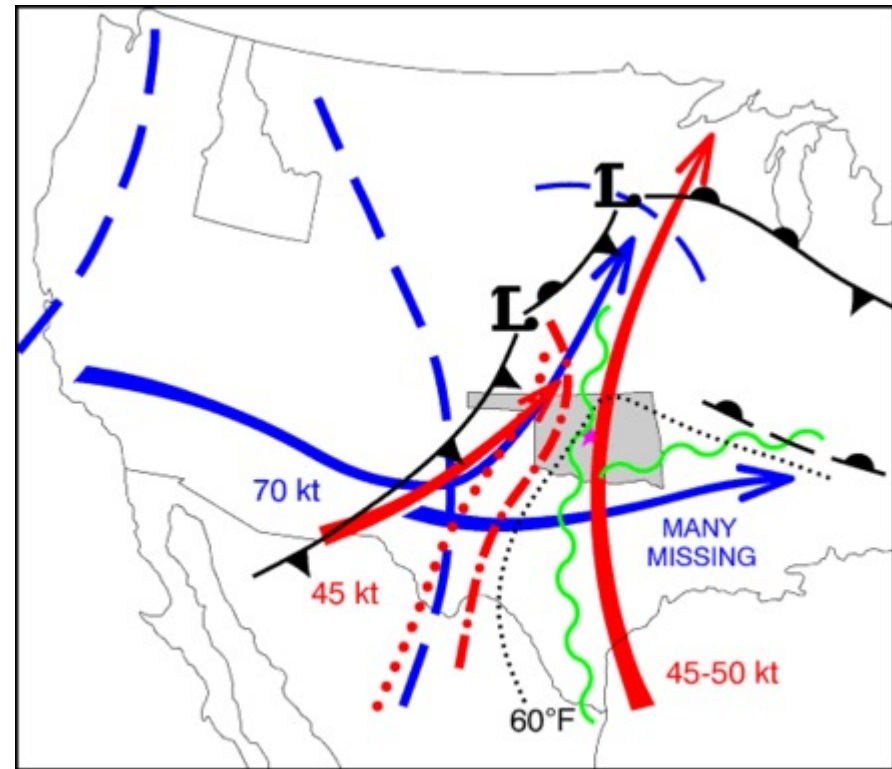


(b) nighttime



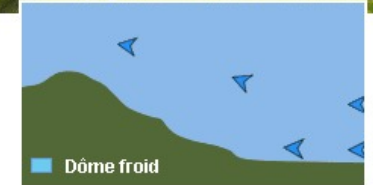
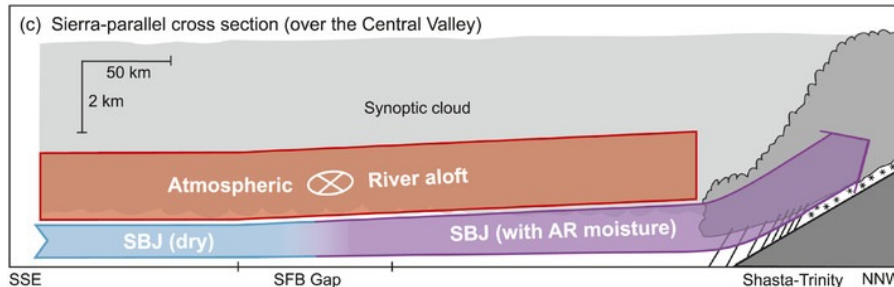
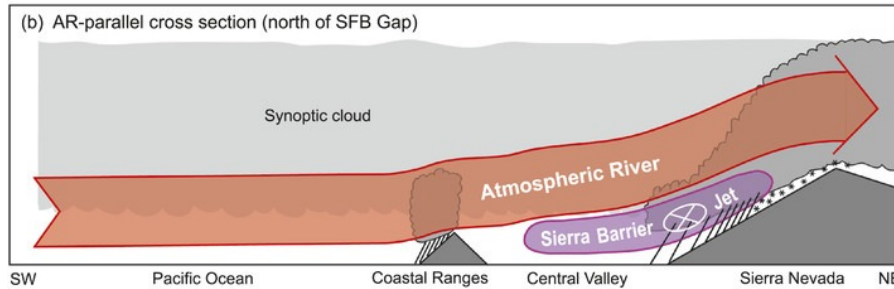
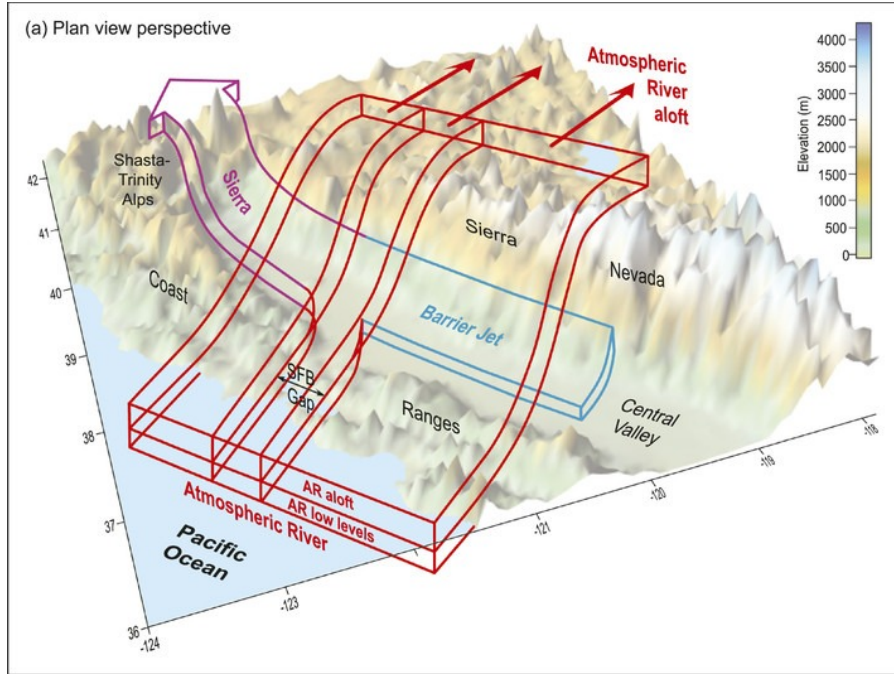
Rocky

Plaine américaine



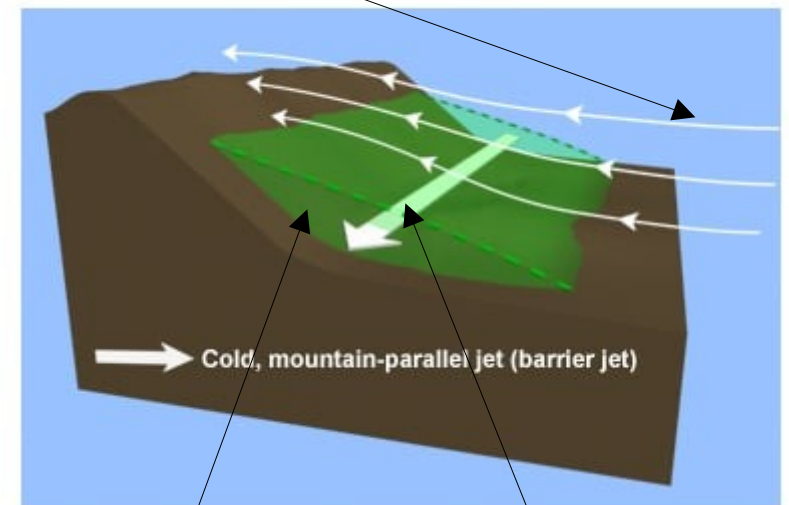
Composite Chart 26/0000 Z March 1948 (Maddox and Crisp 1999)

# 3. Vent Thermique (Barrier Jet)



Air chaud en altitude

Barrier Jet Schematic



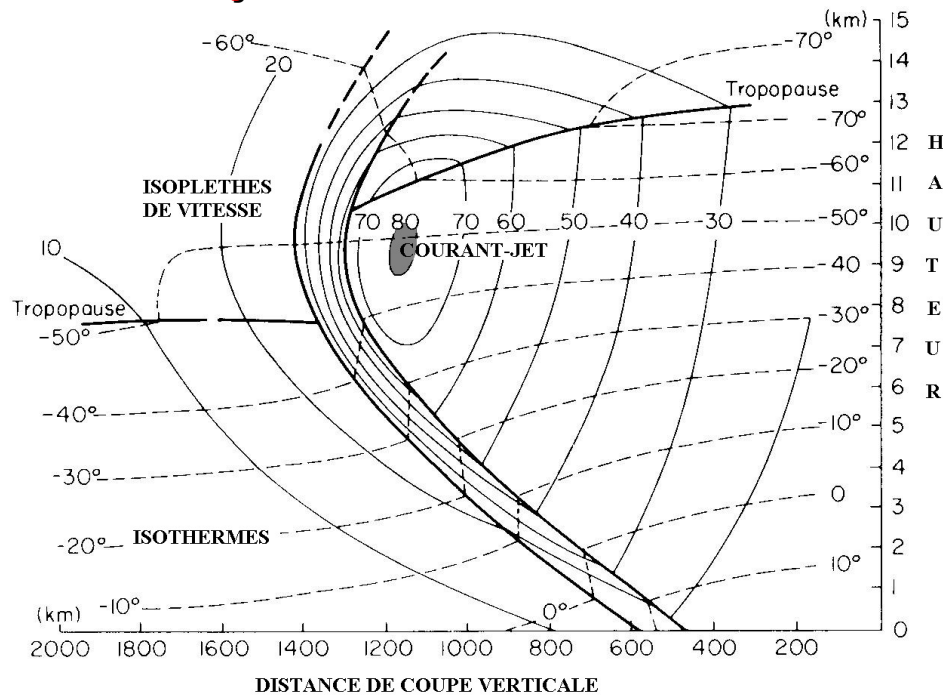
©The COMET Program

Accumulation d'air froid  
dans les basses couches

Vent thermique à la  
frontières des masses d'air

# 3. Vent Thermique (Jet Stream)

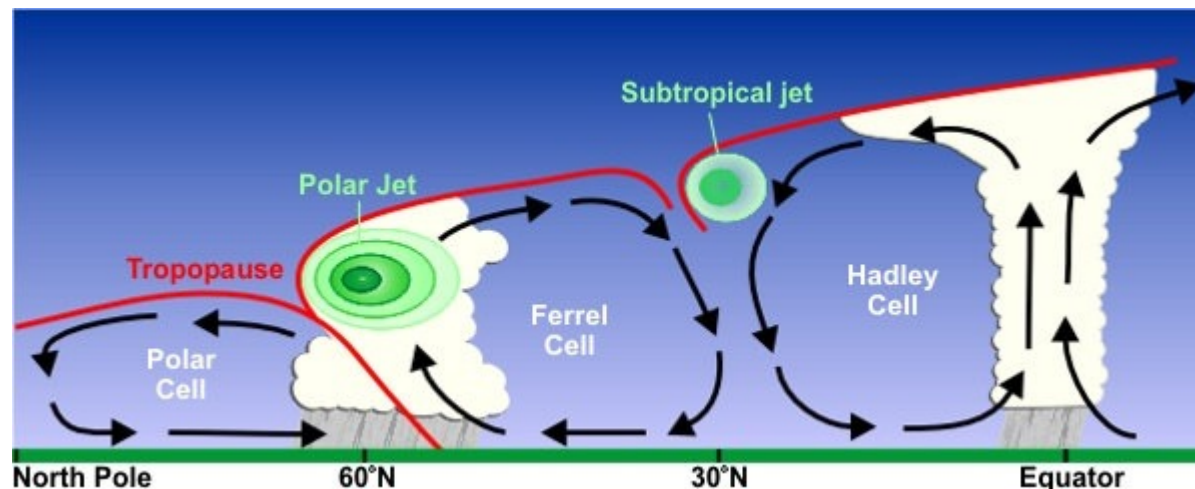
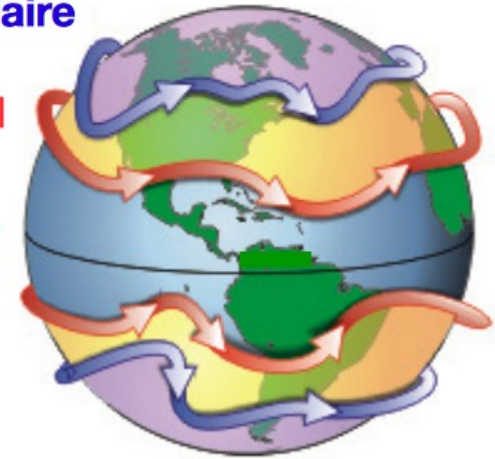
## Courant-jet



courant pôle

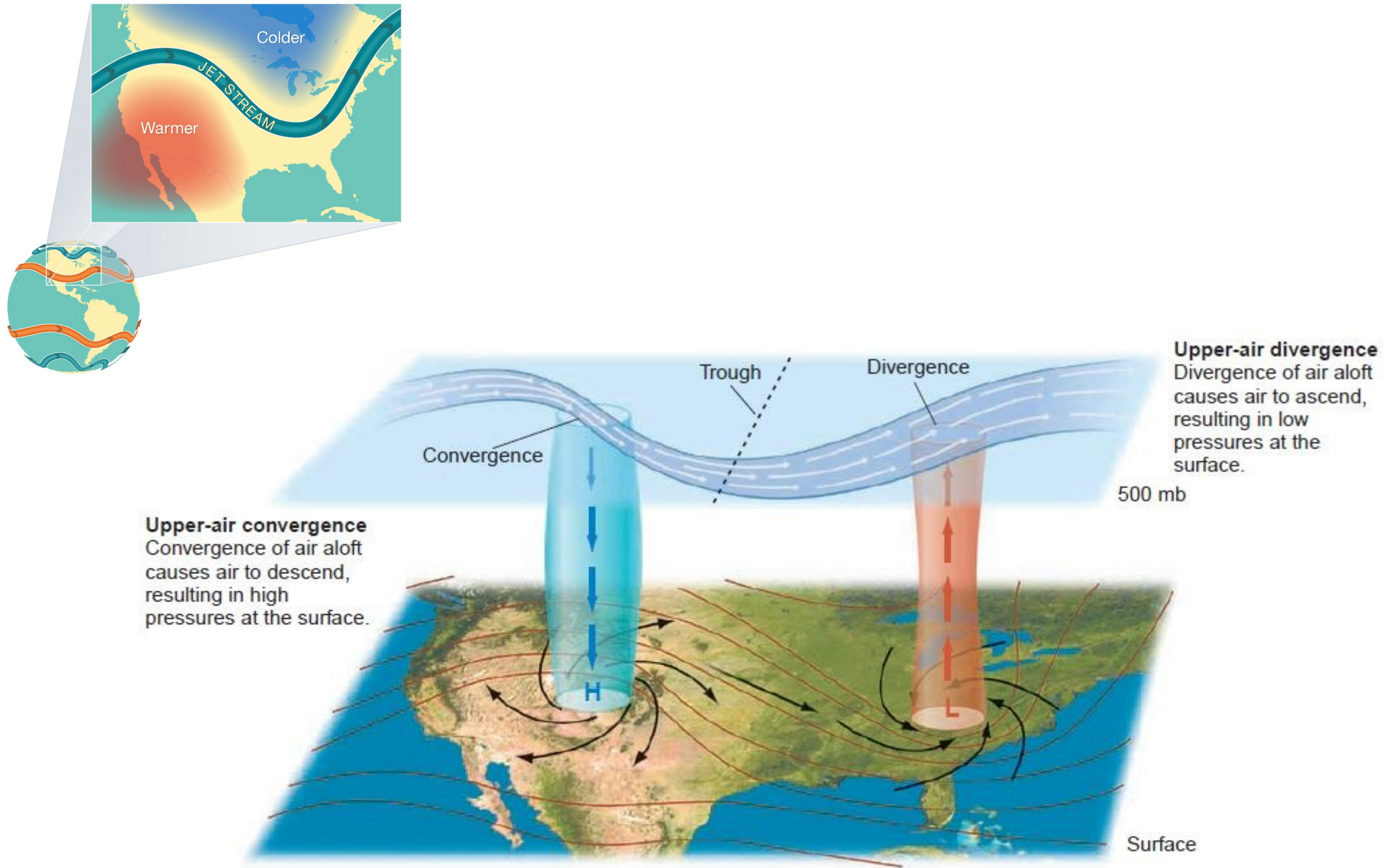
courant sous-tropical

équateur



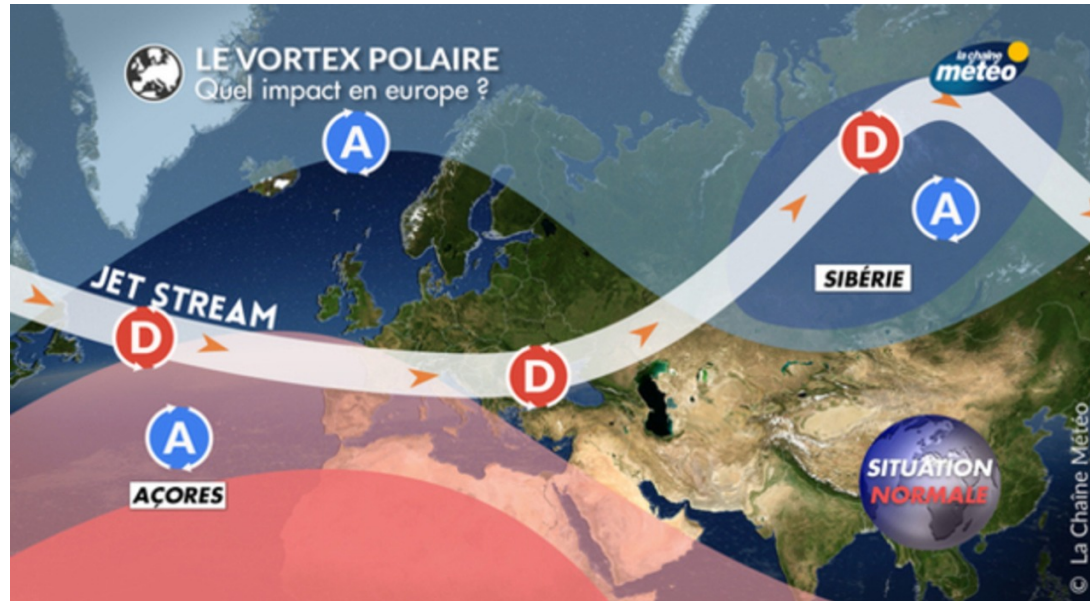


# 3. Vent Thermique (Jet Stream)

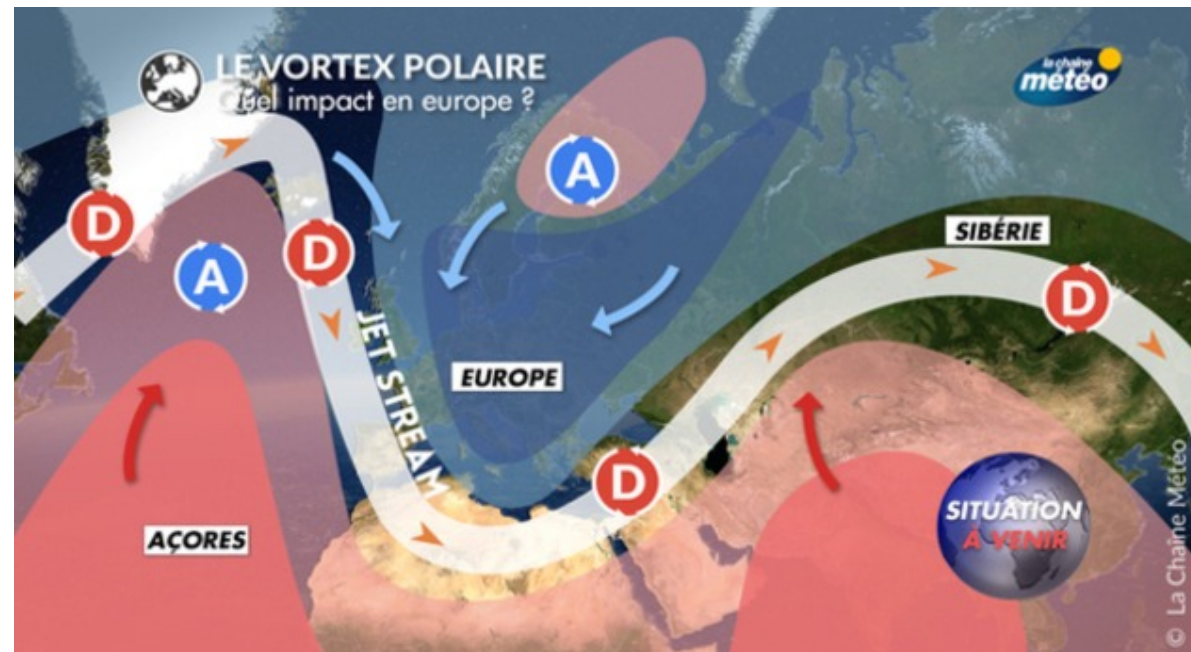




### 3. Vent Thermique (Jet Stream)



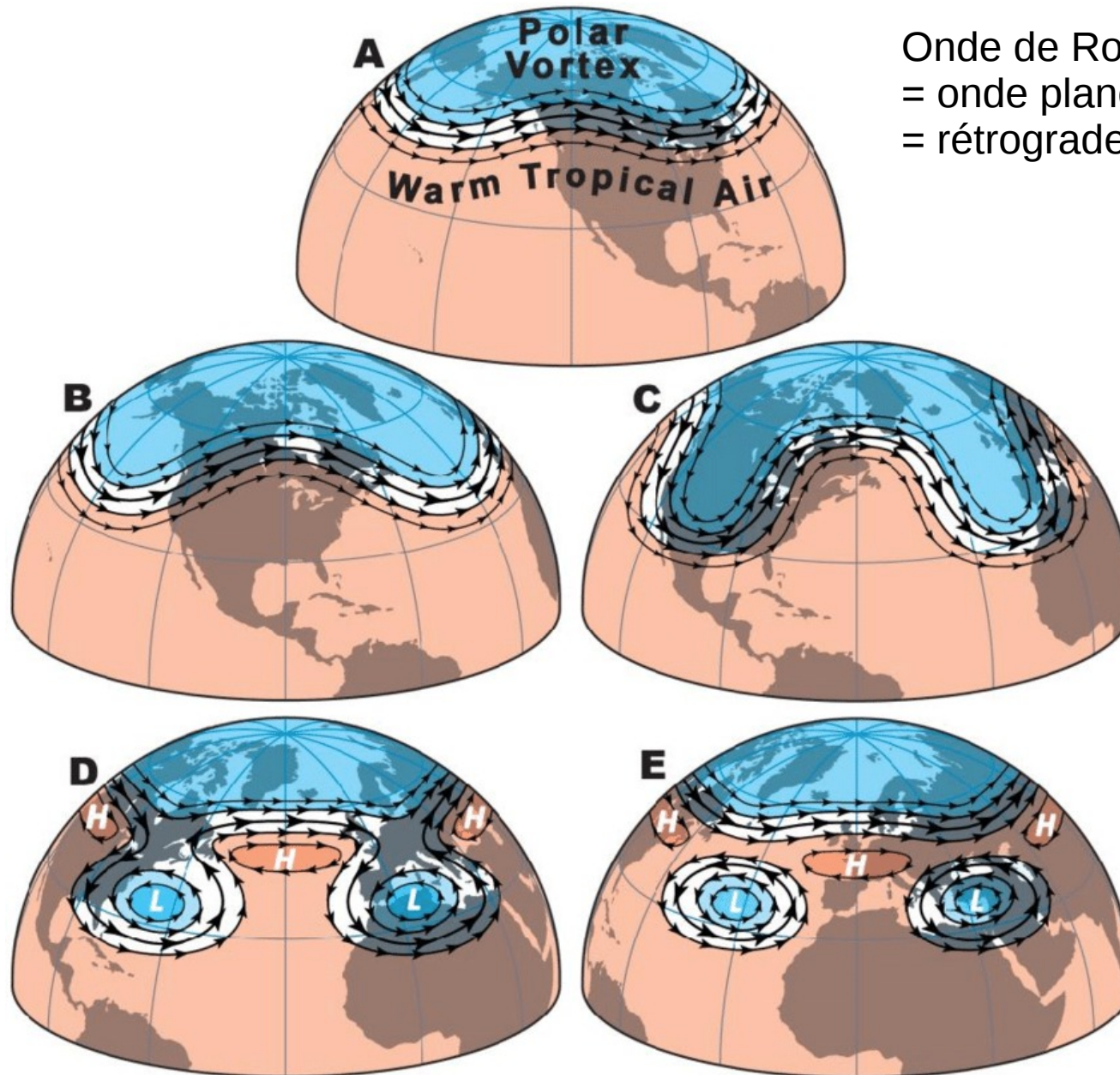
Les oscillations (appelé onde de Rossby) du jet stream permettent à l'air froid de venir chez nous en hiver



# 3. Vent Thermique (Onde de Rossby)

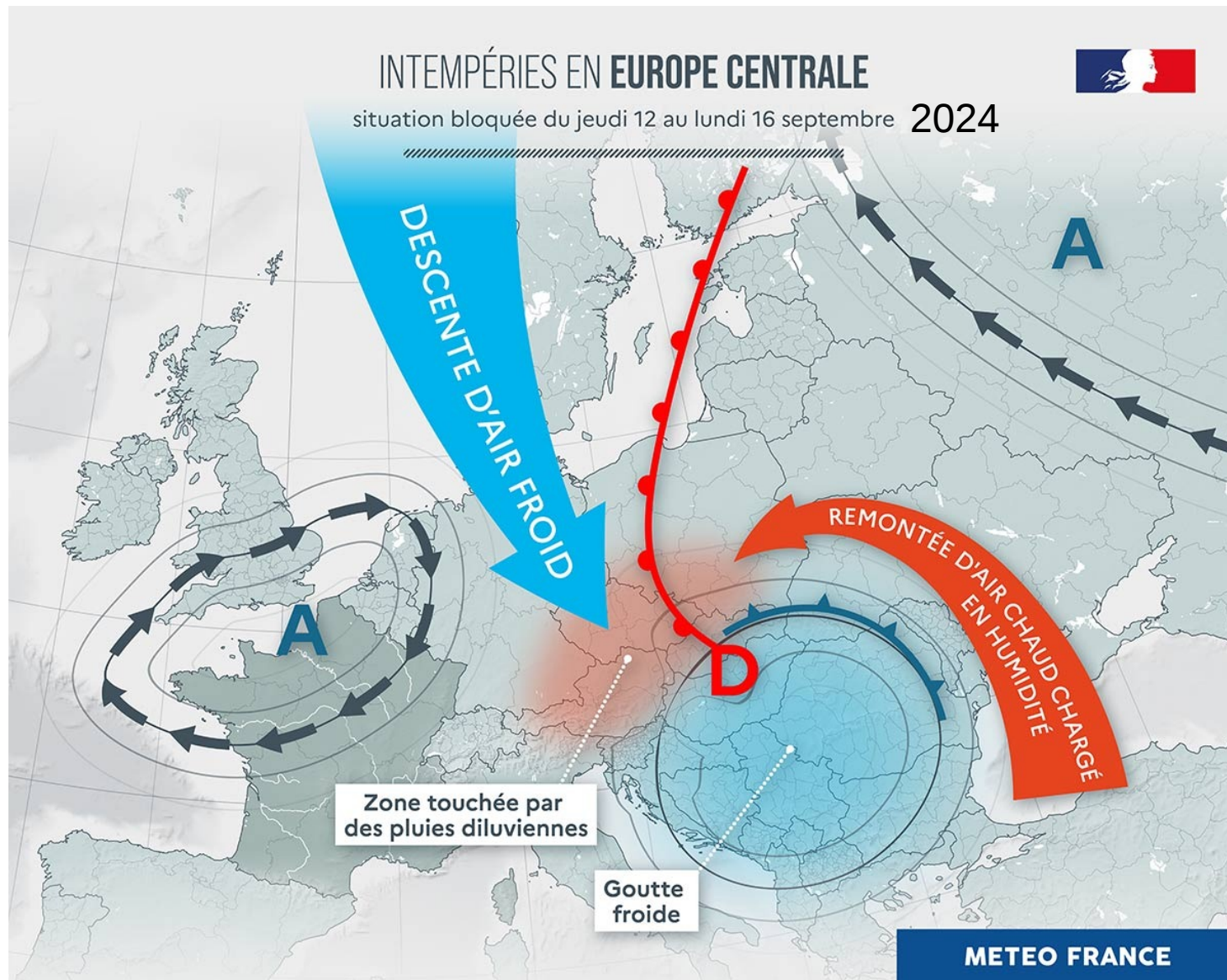
Goûte froide  
en été  
ou vague de  
froid en  
hiver

Onde de Rossby  
= onde planétaire  
= rétrograde





### 3. Vent Thermique (Onde de Rossby)



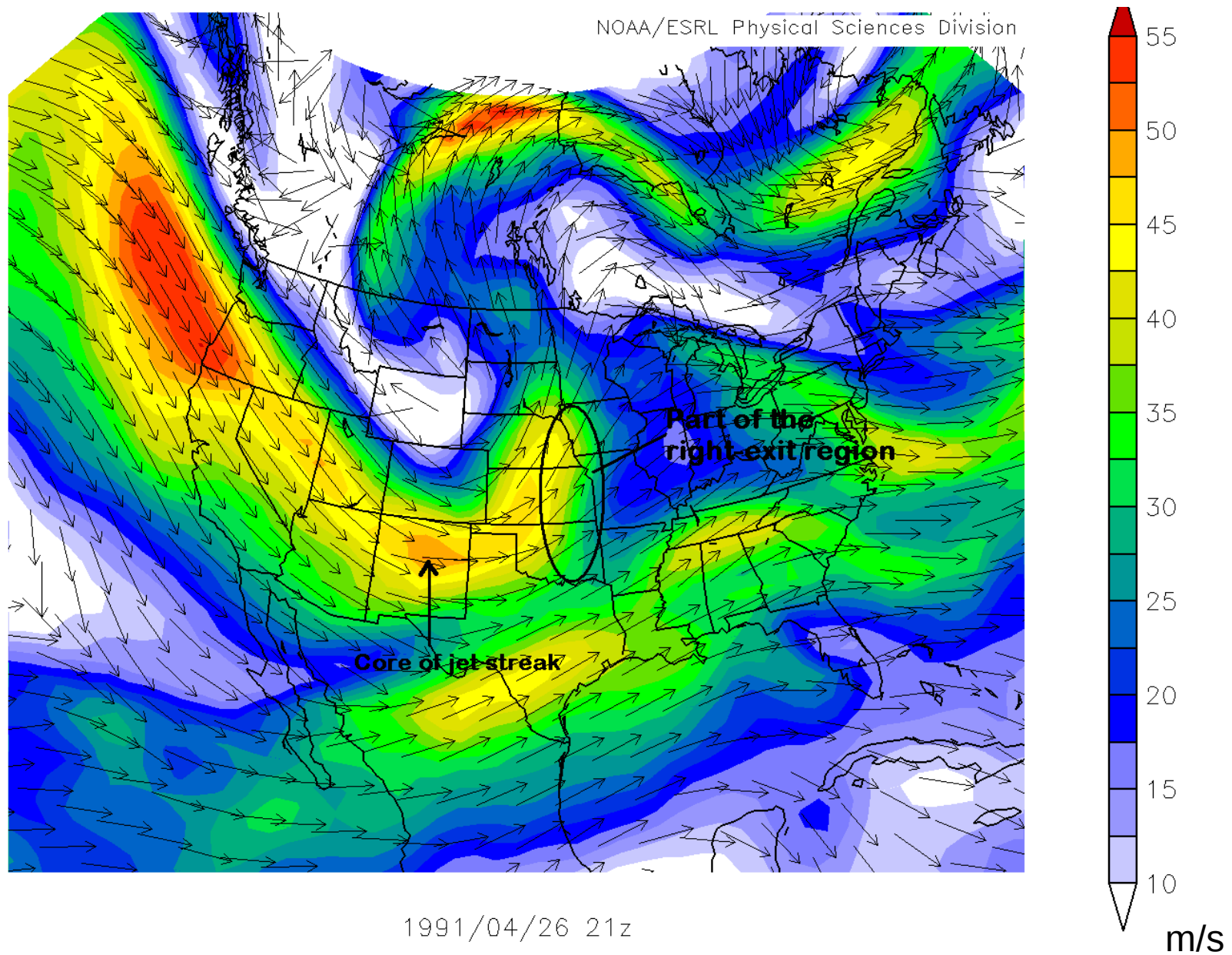
### 3. Vent Thermique (Jet Stream)



Une double branche du jet stream a emprisonné un anticyclone sur nos régions pendant l'été 2022 !

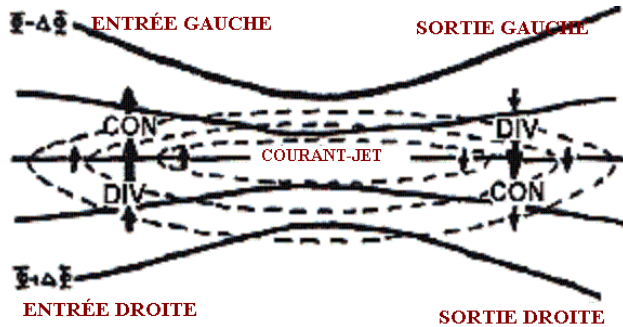


### 3. Vent Thermique (Jet Stream)

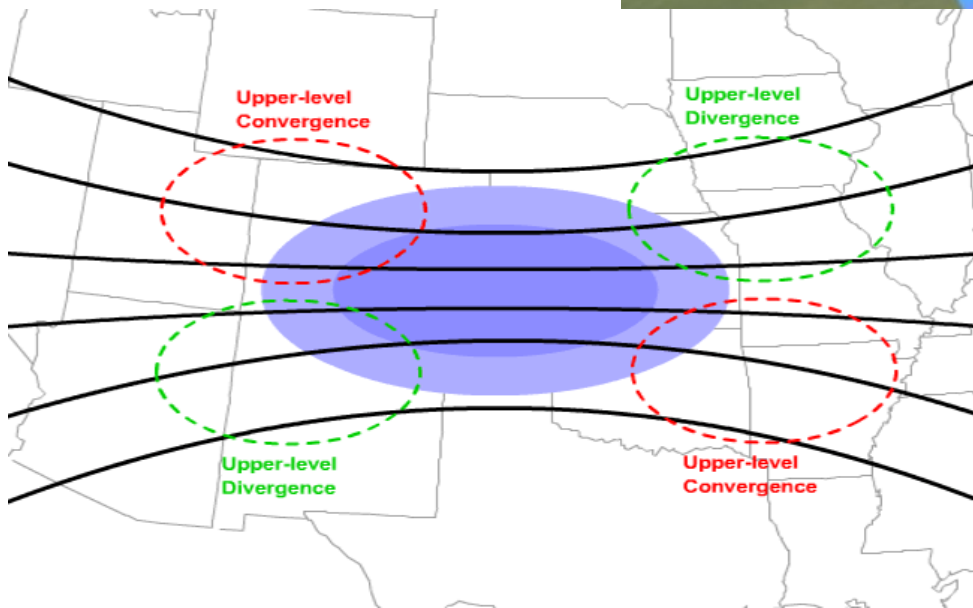
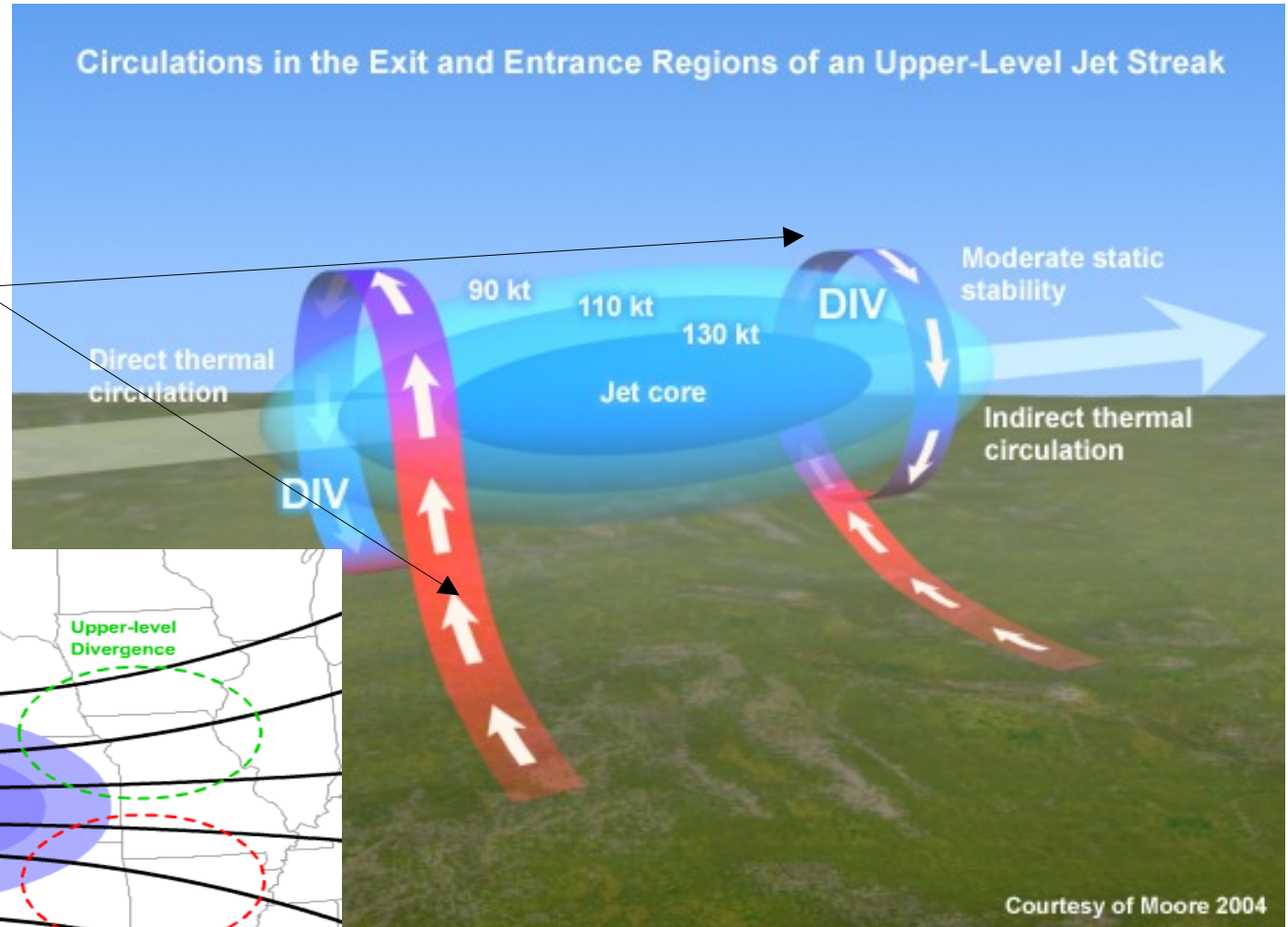


Le jet stream n'est pas continu... => jet-stream core or streak

# 3. Vent Thermique (Jet Stream)

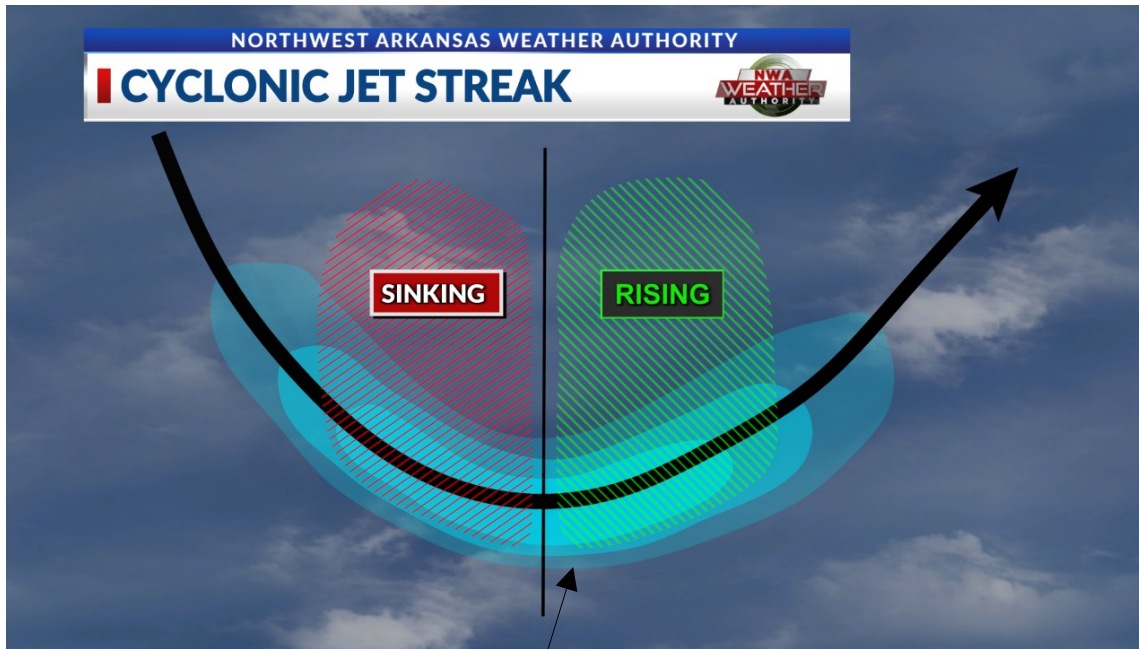


Régions instables  
(entrée droite  
et sortie gauche)

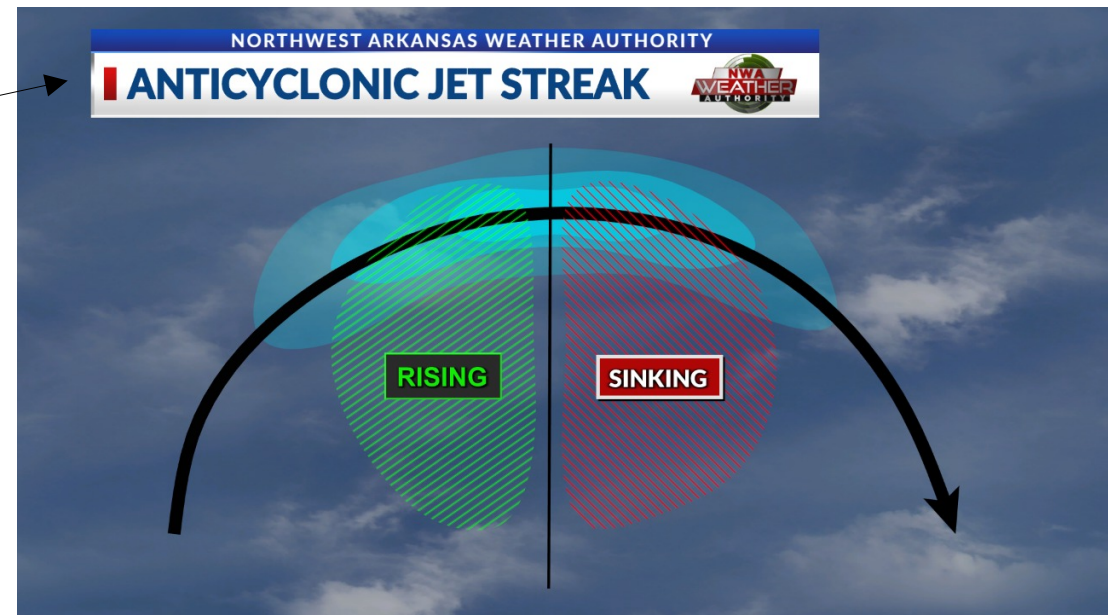
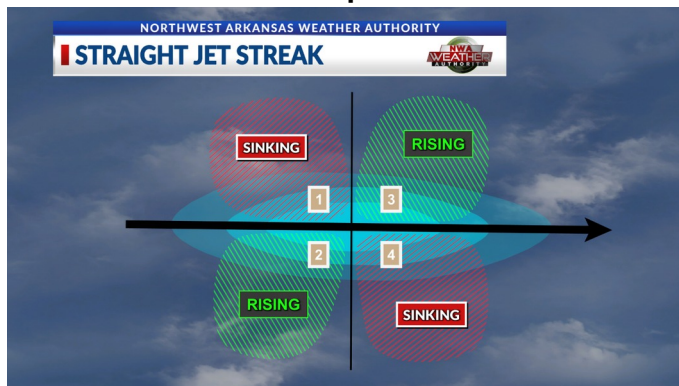




# 3. Vent Thermique (Jet Stream)



Cas théorique :



# 3. Vent Thermique (Jet stream)

## The Changing Jet Stream

Réchauffement climatique :

=> ralentissement + oscillation du jet

=> jet plus au nord (surtout en été)

