

The background of the slide is a photograph of Earth taken from space, showing the curvature of the planet and the blue atmosphere against the blackness of space. The Earth's surface is visible with some cloud cover and landmasses.

Laurence PICON
Imma BASTIDA

Qu'est-ce que c'est que l'atmosphère ?

Projet

Pourquoi l'atmosphère est-elle importante?

On habite sur la Terre



Pourquoi l'atmosphère est-elle importante?

On habite sur la Terre



Sur une "boule"



Pourquoi l'atmosphère est-elle importante?

On habite
dans
L'atmosphère



Pourquoi l'atmosphère est-elle importante?

et on subit les phénomènes atmosphériques



Structure verticale de l'atmosphère

Quelle est son épaisseur?

- a) 50 km
- b) 250 km
- c) 800 km
- d) 1500 km
- e) 5000 km

Structure verticale de l'atmosphère

Quelle est son épaisseur?

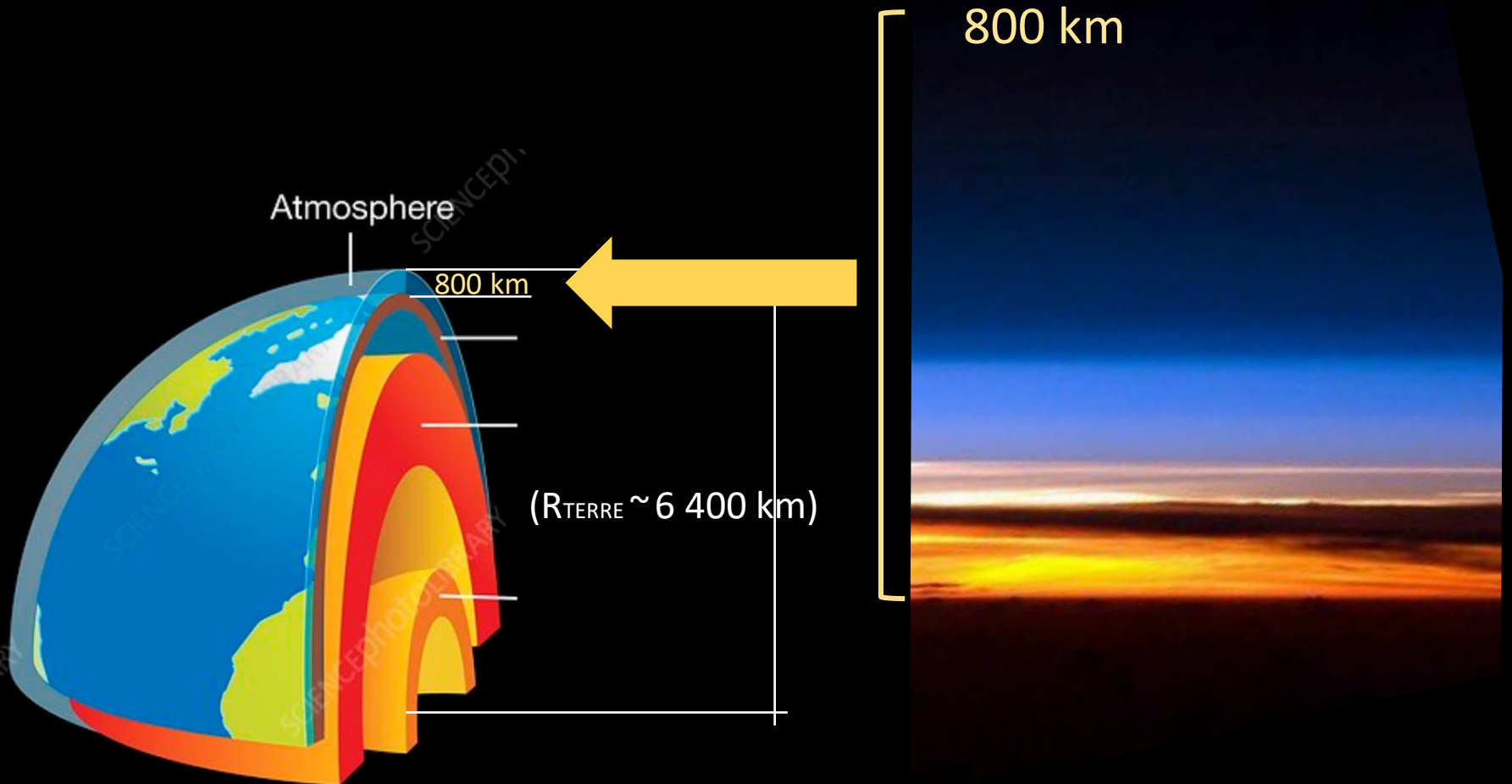
- a) 50 km
- b) 250 km
- c) 800 km
- d) 1500 km
- e) 5000 km

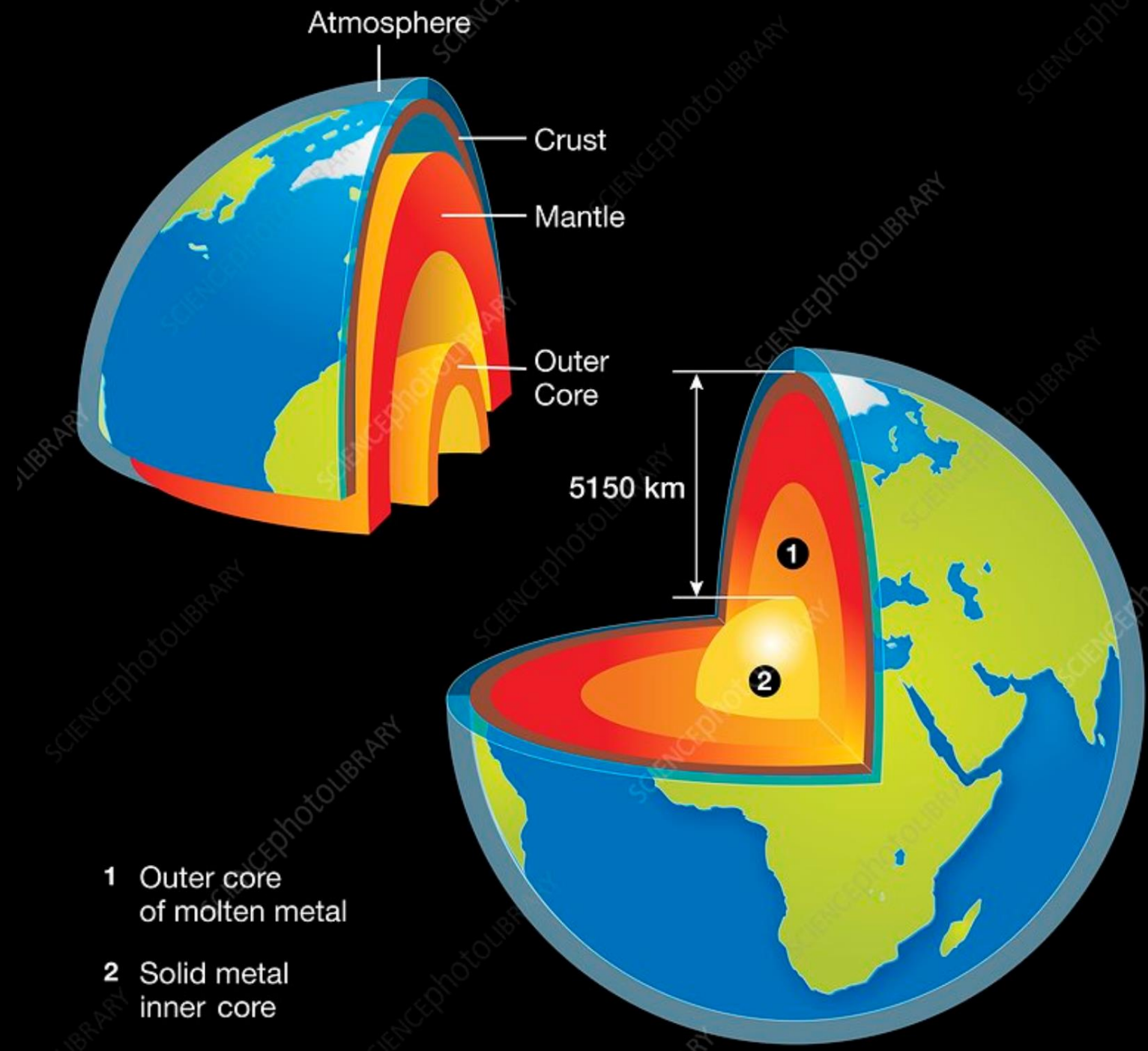


Structure verticale de l'atmosphère



L'atmosphère est une couche inférieure à un millième du rayon de la Terre !!!





Atmosphere

Crust

Mantle

Outer
Core

5150 km

1

2

1 Outer core
of molten metal

2 Solid metal
inner core

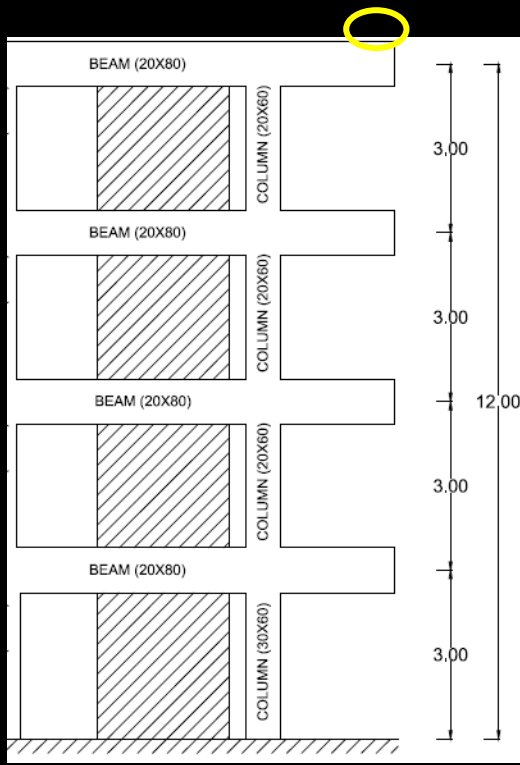


i Analogie : une couche de neige d'un centimètre sur un bâtiment de quatre étages.



**Analogie : une couche de neige d'un centimètre
sur un bâtiment de quatre étages.**

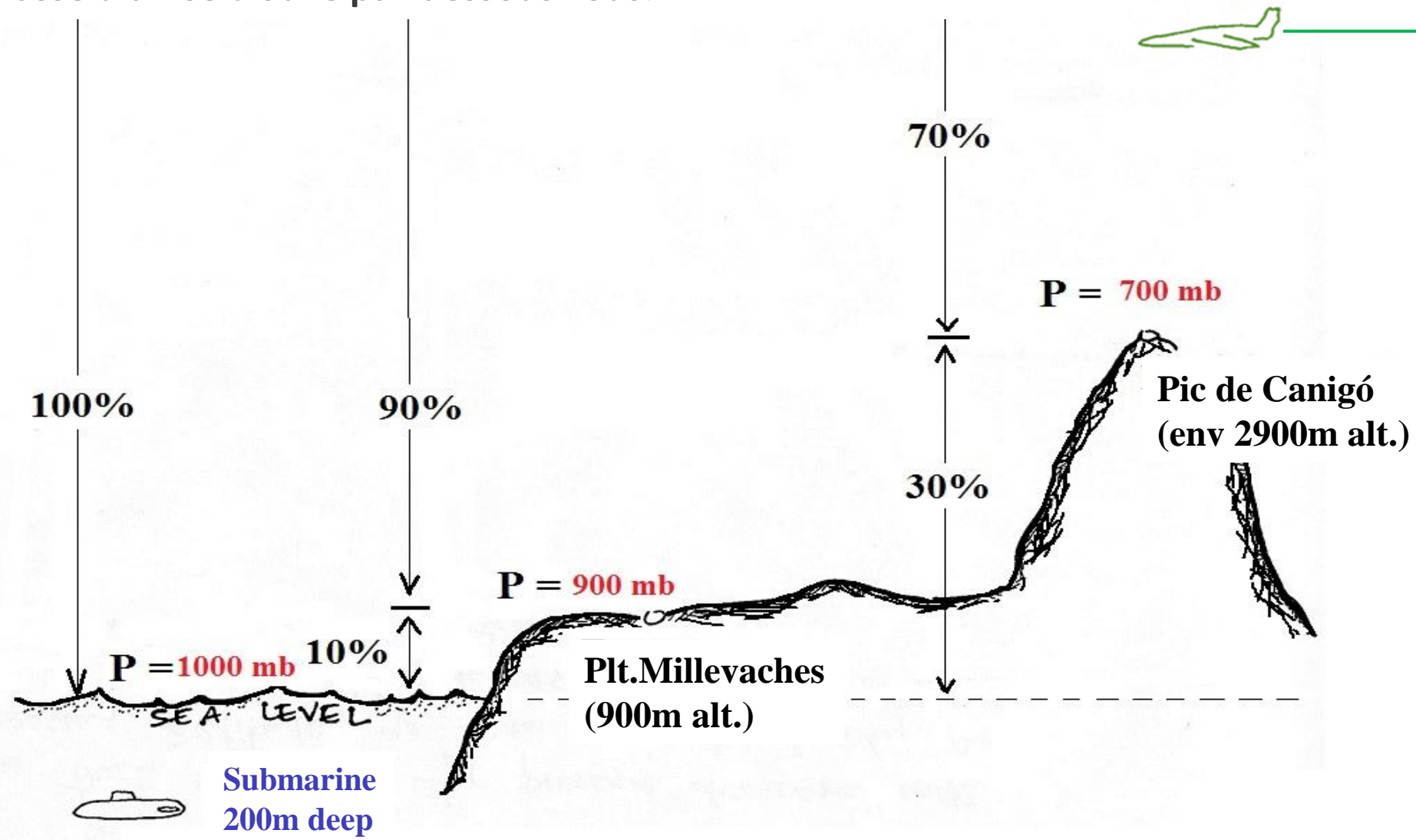
Courtesy of NASA



Analogie : une couche de neige d'un centimètre sur un bâtiment de quatre étages.

Structure verticale de l'atmosphère

Lorsque vous voyagez en avion, à une hauteur entre 11 et 12 km, environ le **75%** de la masse d'air se trouve par-dessous vous.



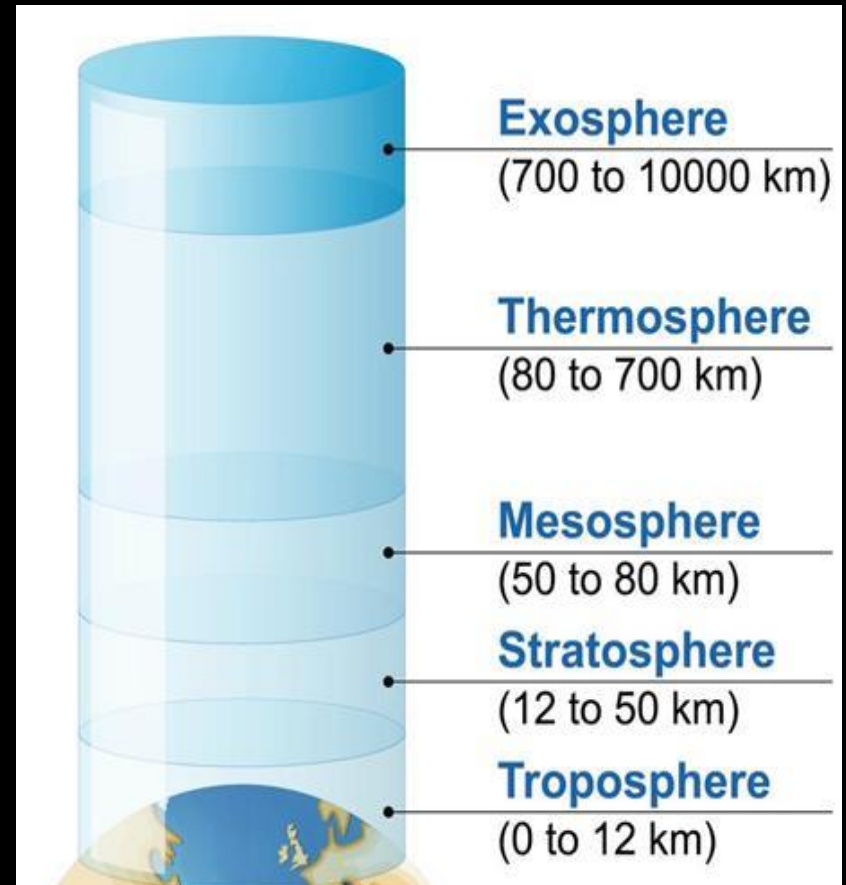
L'atmosphère: sa structure verticale

Ainsi comme la Terre a différentes couches, on peut aussi identifier différentes couches dans l'atmosphère.

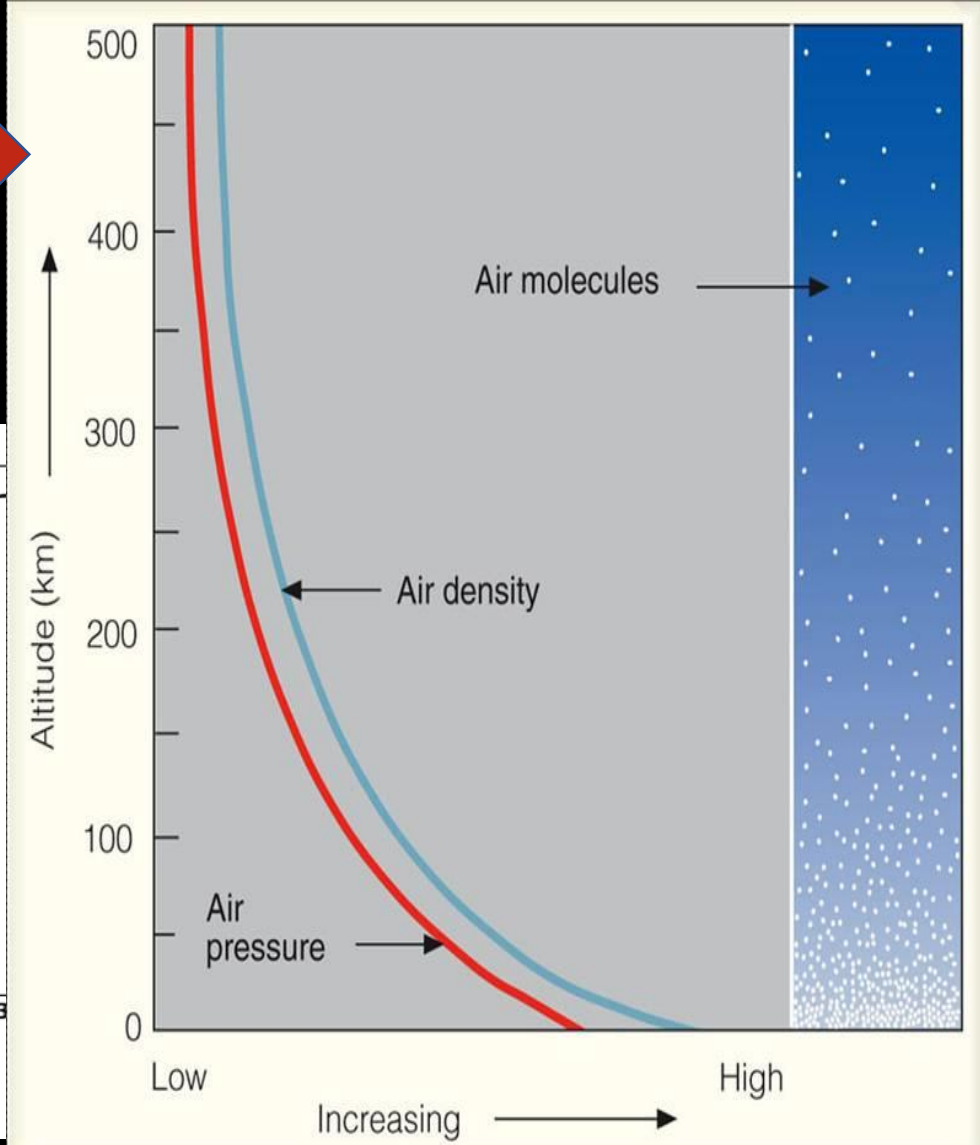
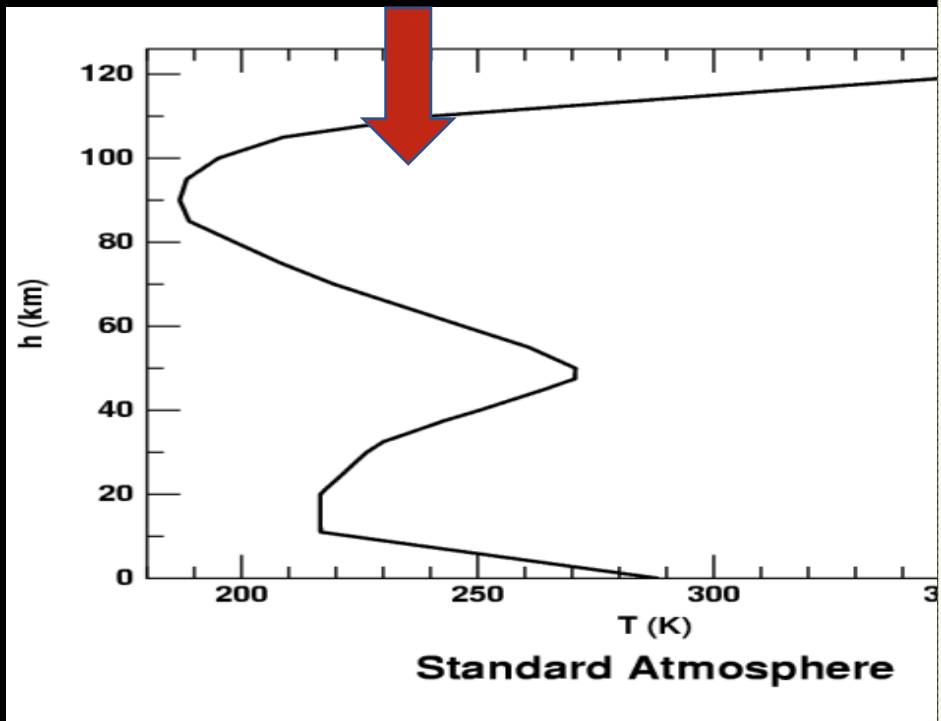
Mais, comment?

Selon ...

- a) la température?
- b) la pression?
- c) la composition?



L'atmosphère: sa structure verticale



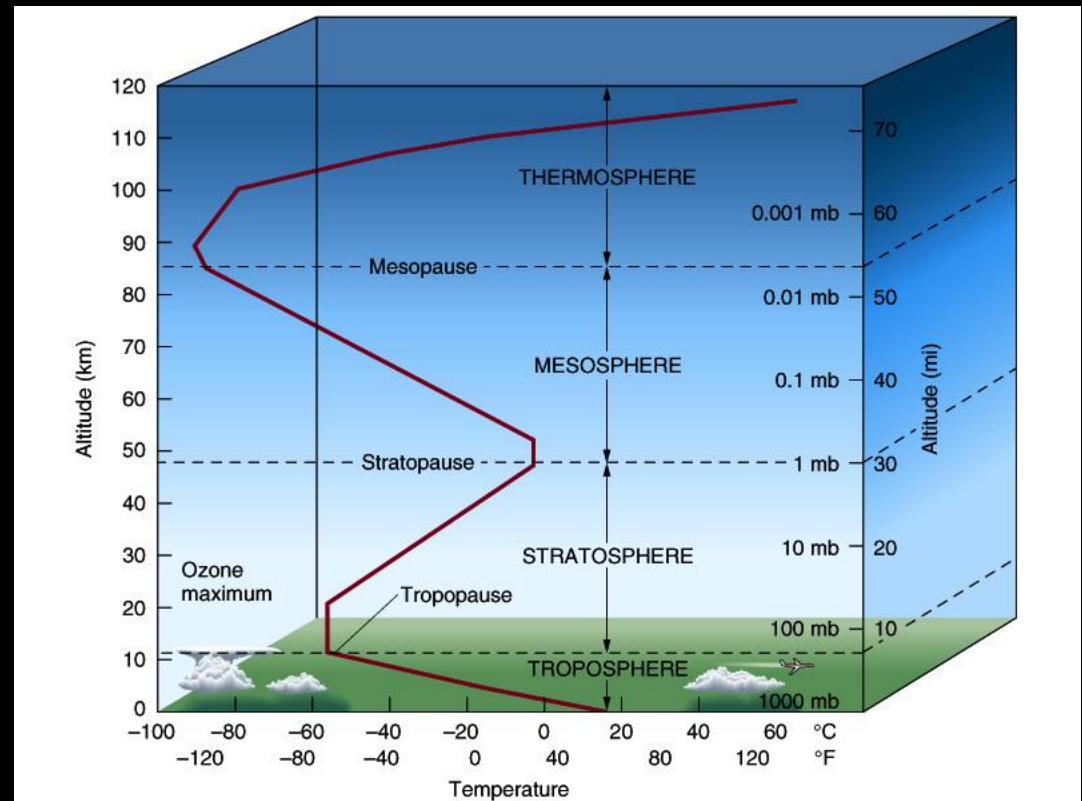
L'atmosphère: sa structure verticale

Ainsi comme la Terre a différentes couches, on peut aussi identifier différentes couches dans l'atmosphère.

Mais, comment?

Selon ...

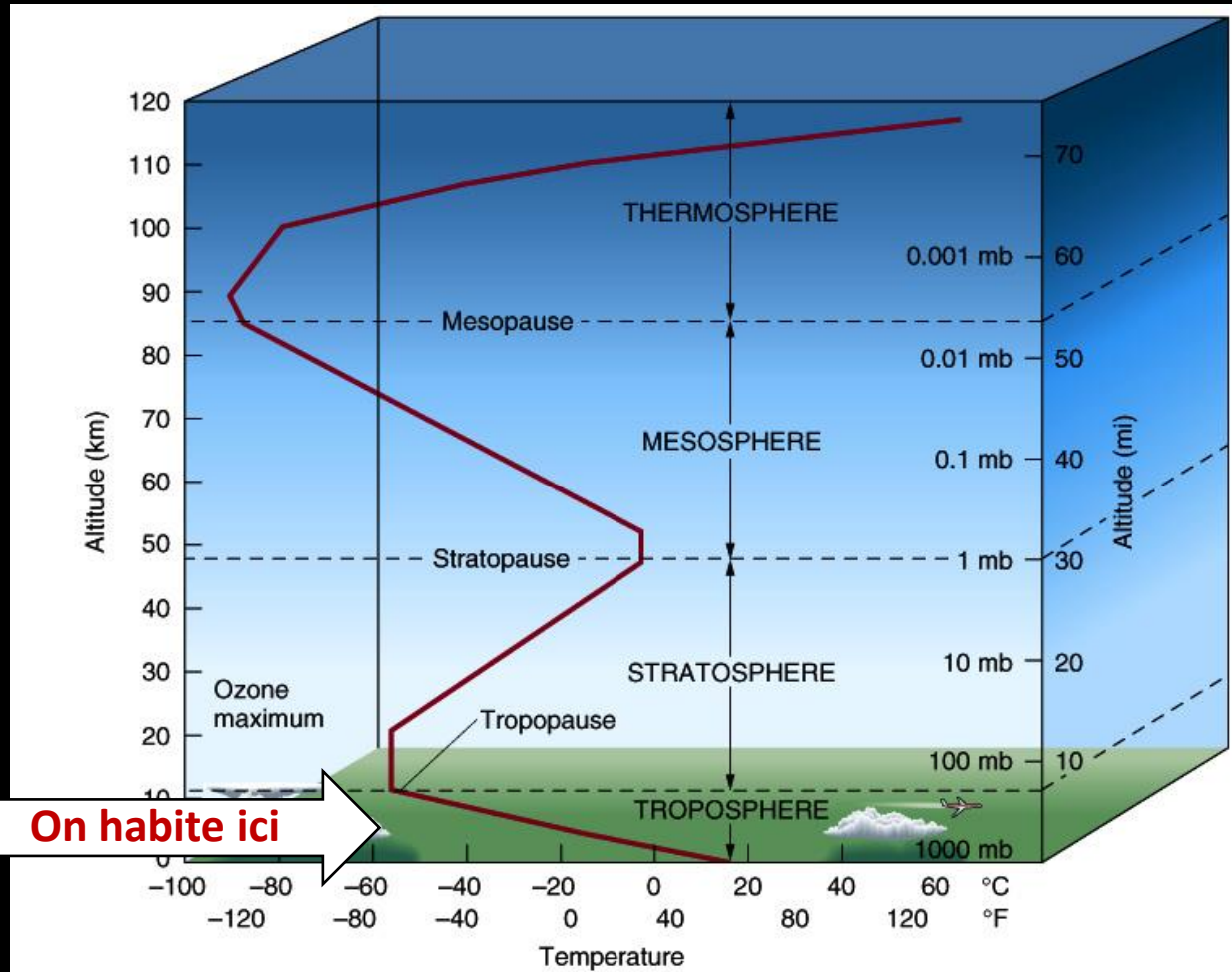
- a) la température? ✓
- b) la pression?
- c) la composition?

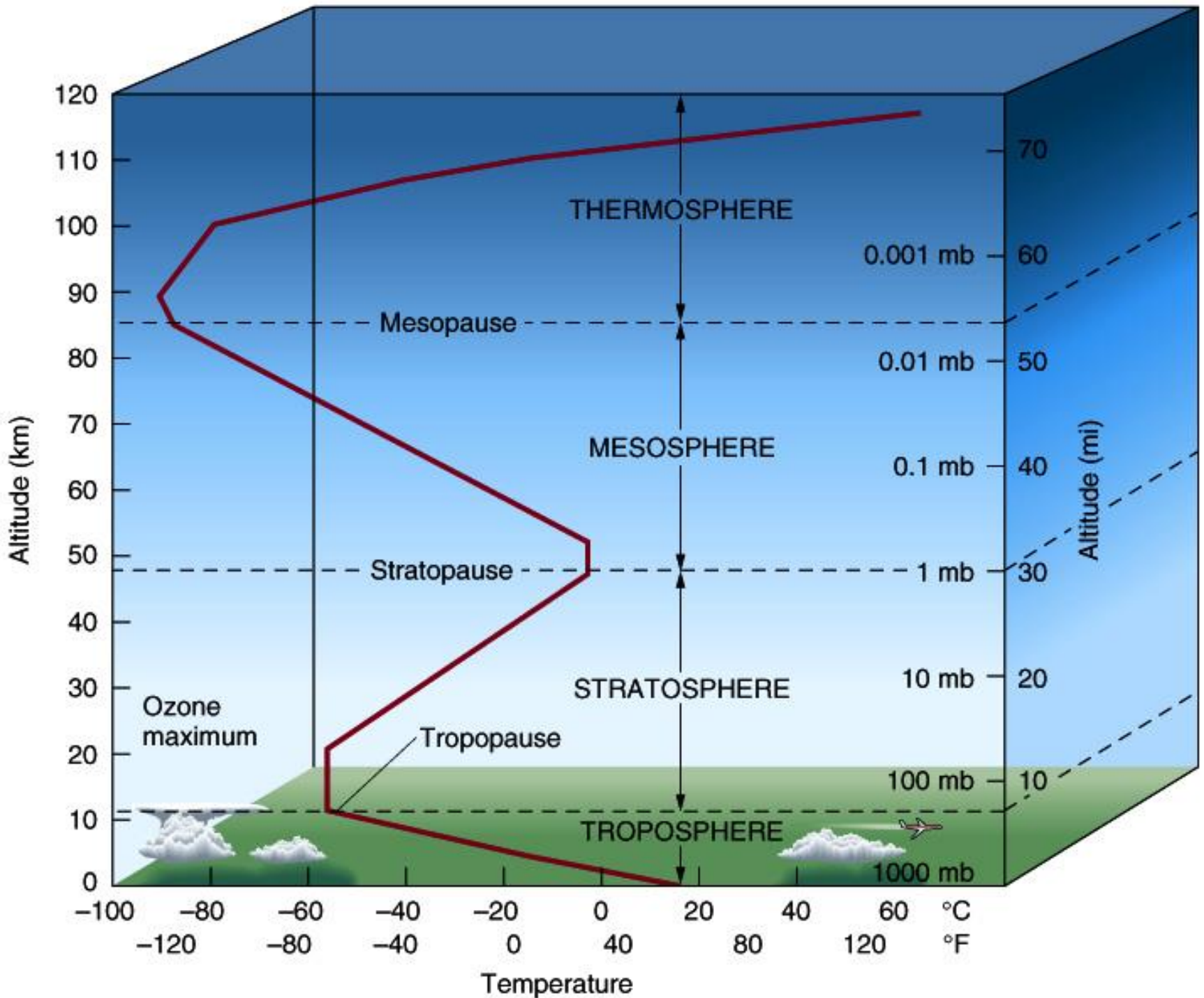


L'atmosphère: sa structure verticale



Dans la troposphère, la température baisse $\sim 6,5$ °C/km







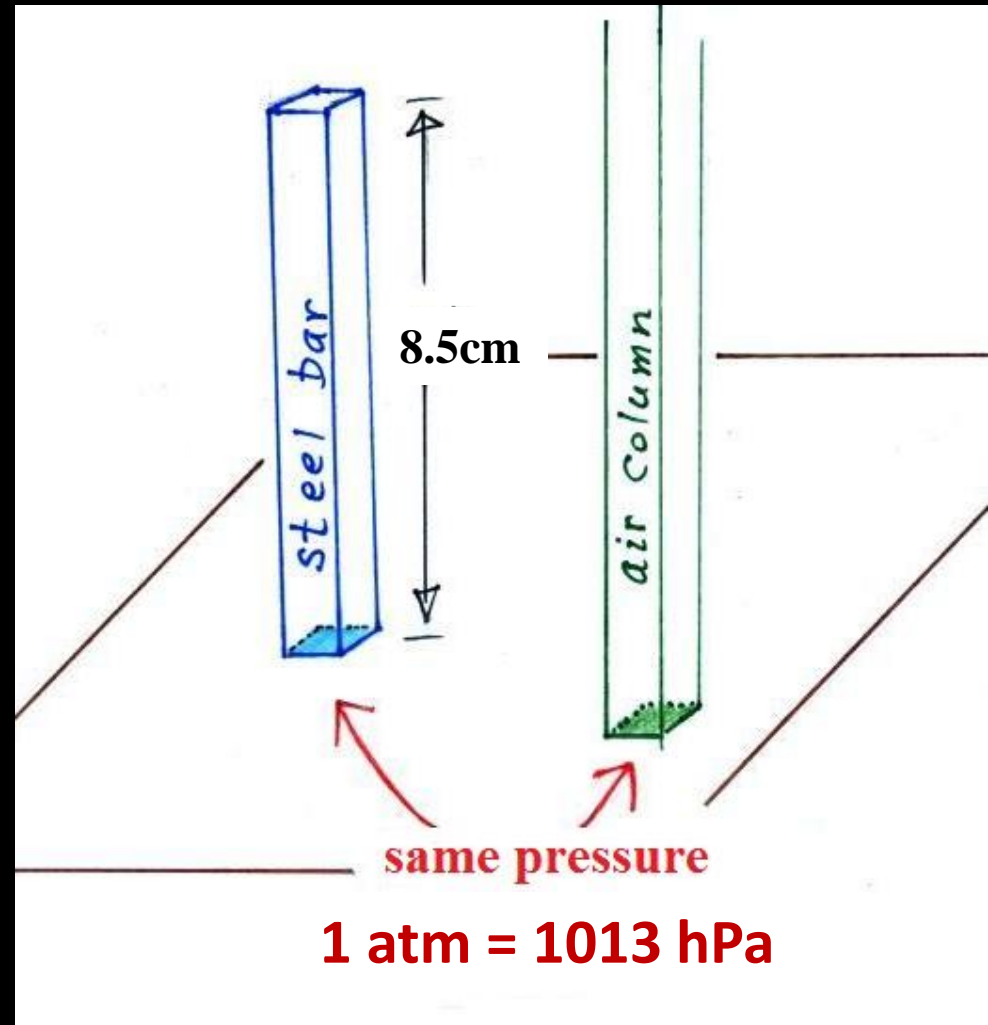
Pression atmosphérique standard :

$$P = 1 \text{ atm} = 1013.25 \text{ hPa}$$

Equivalent sur la tête à avoir une barre de fer de dimensions :

$$S = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$$

$$H = 8.5 \text{ cm.}$$



International Standard Atmosphere

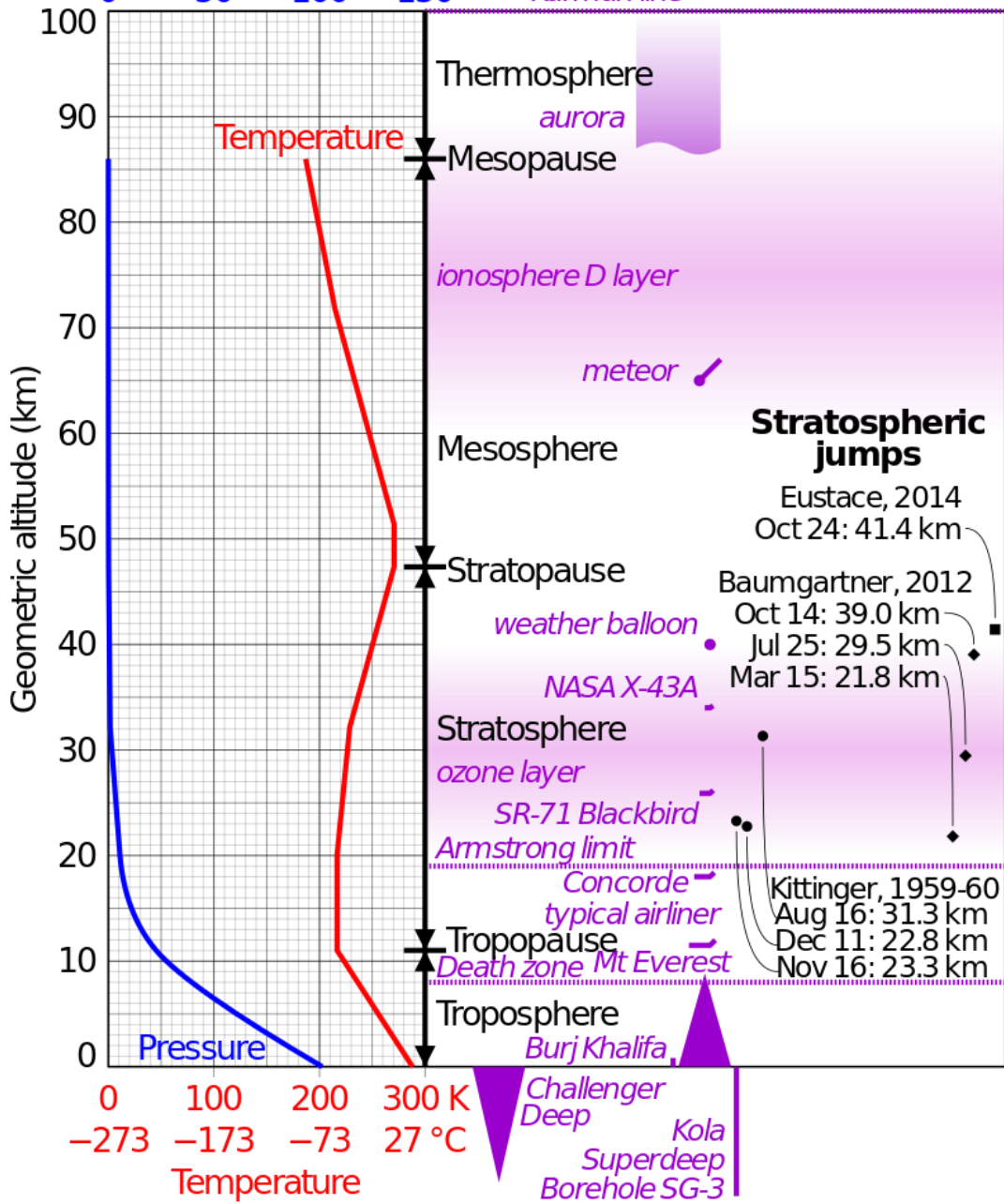
SpaceShipOne •



Pressure (kN/m²)

0 50 100 150

Kármán line



L'atmosphère: sa structure verticale



Pourriez-vous identifier
les différentes couches de l'atmosphère sur cette image ?

L'atmosphère: sa structure verticale

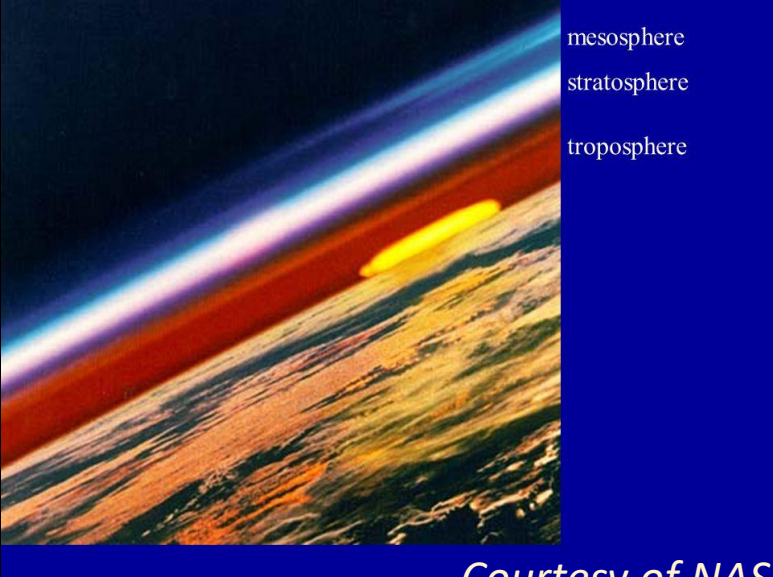
Outer Space

Troposphere

Stratosphere

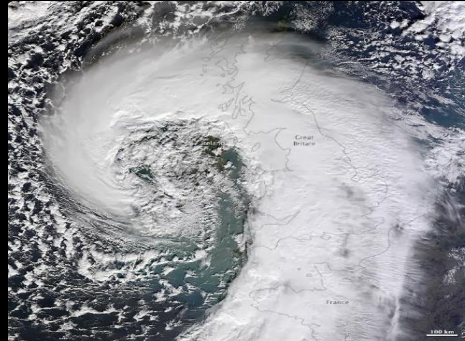
Upper
Atmosphere

Pourriez-vous identifier
les différentes couches de l'atmosphère sur cette image ?



L'atmosphère: sa structure verticale

Courtesy of NASA



Dans quelles couches de l'atmosphère le "météo" a lieu? (Sélectionnez la/les couche/s concernée/s)

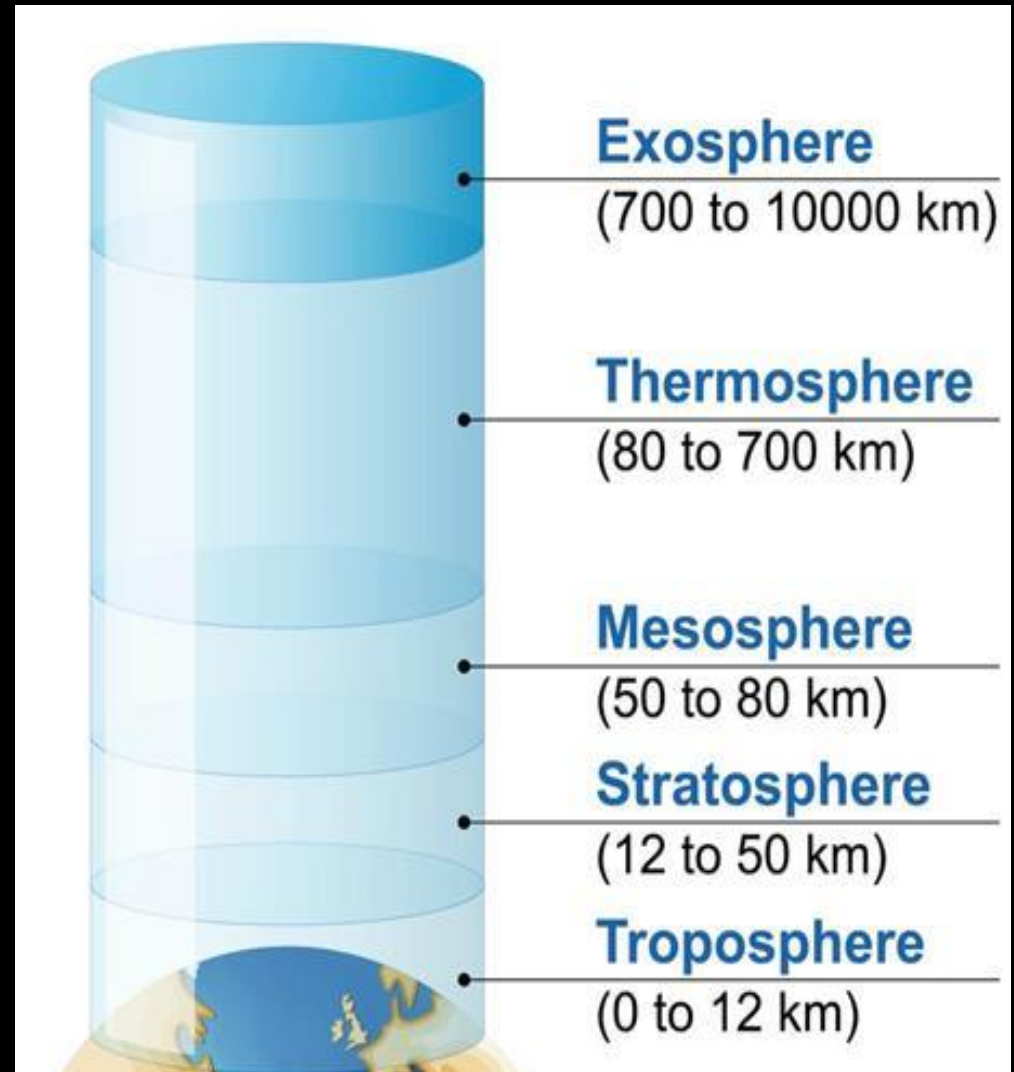
a) la mésosphère

c) la stratosphère

b) la thermosphère

d) la troposphère

L'atmosphère: sa structure verticale



L'atmosphère: sa structure verticale



Dans quelles couches de l'atmosphère le "météo" a lieu? (Sélectionnez la/les couche/s concernée/s)

- a) la mésosphère
- b) la thermosphère

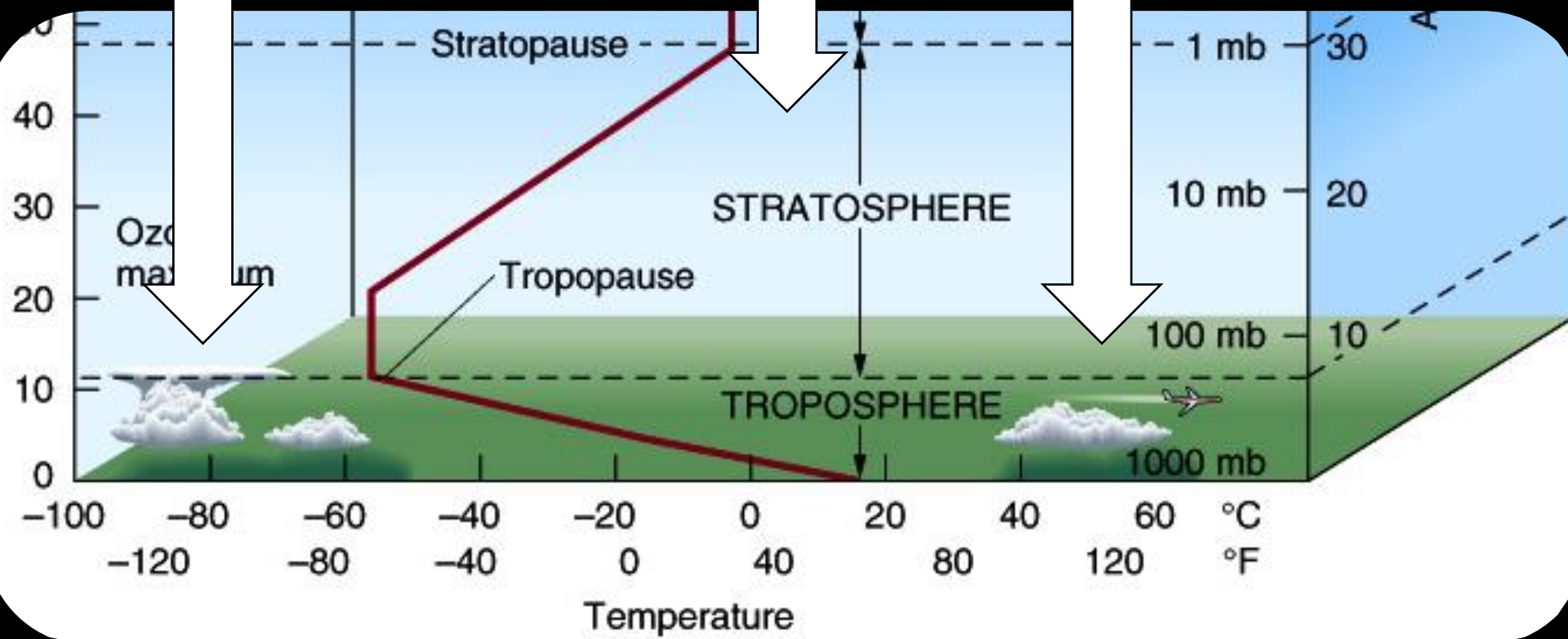
- c) la stratosphère ✓
- d) la troposphère ✓

TP1

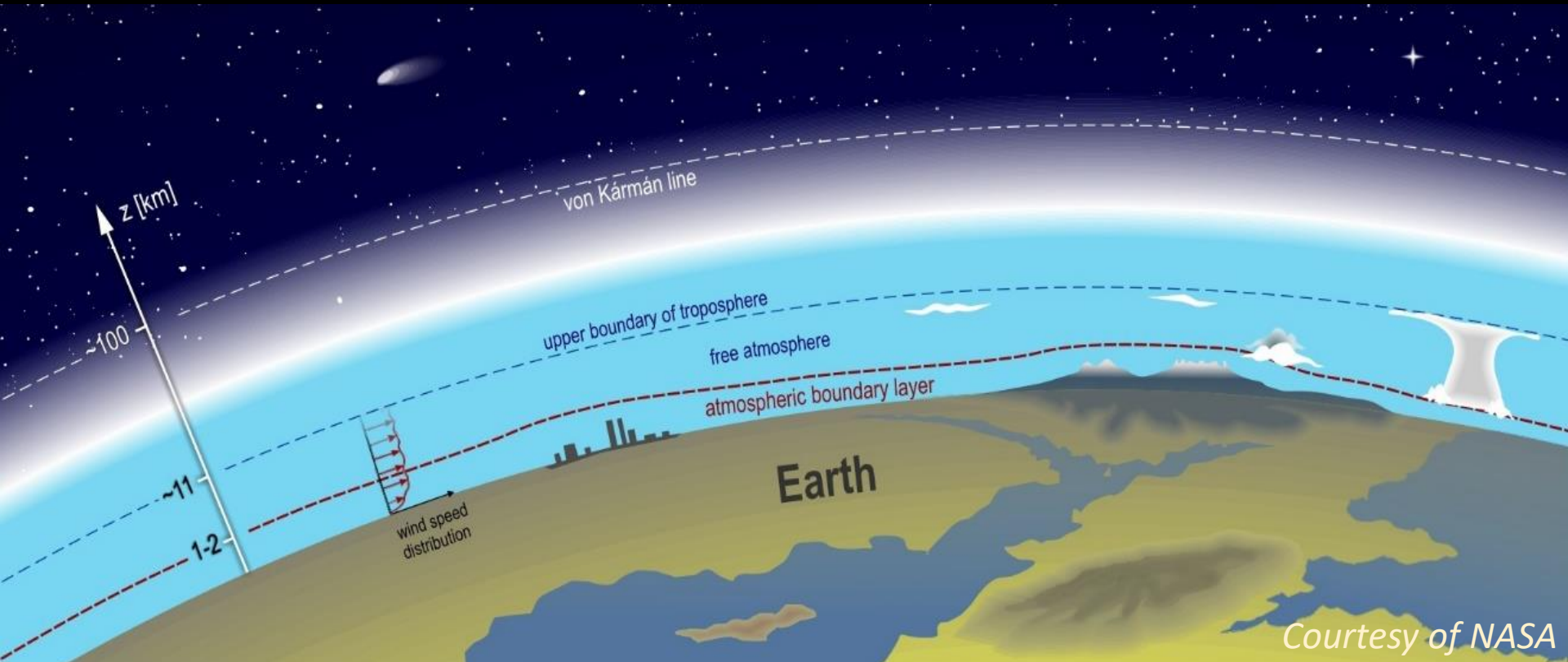
Structure
verticale de
l'atmosphère



L'interaction stratosphère – troposphère a aussi une grande importance en météo.



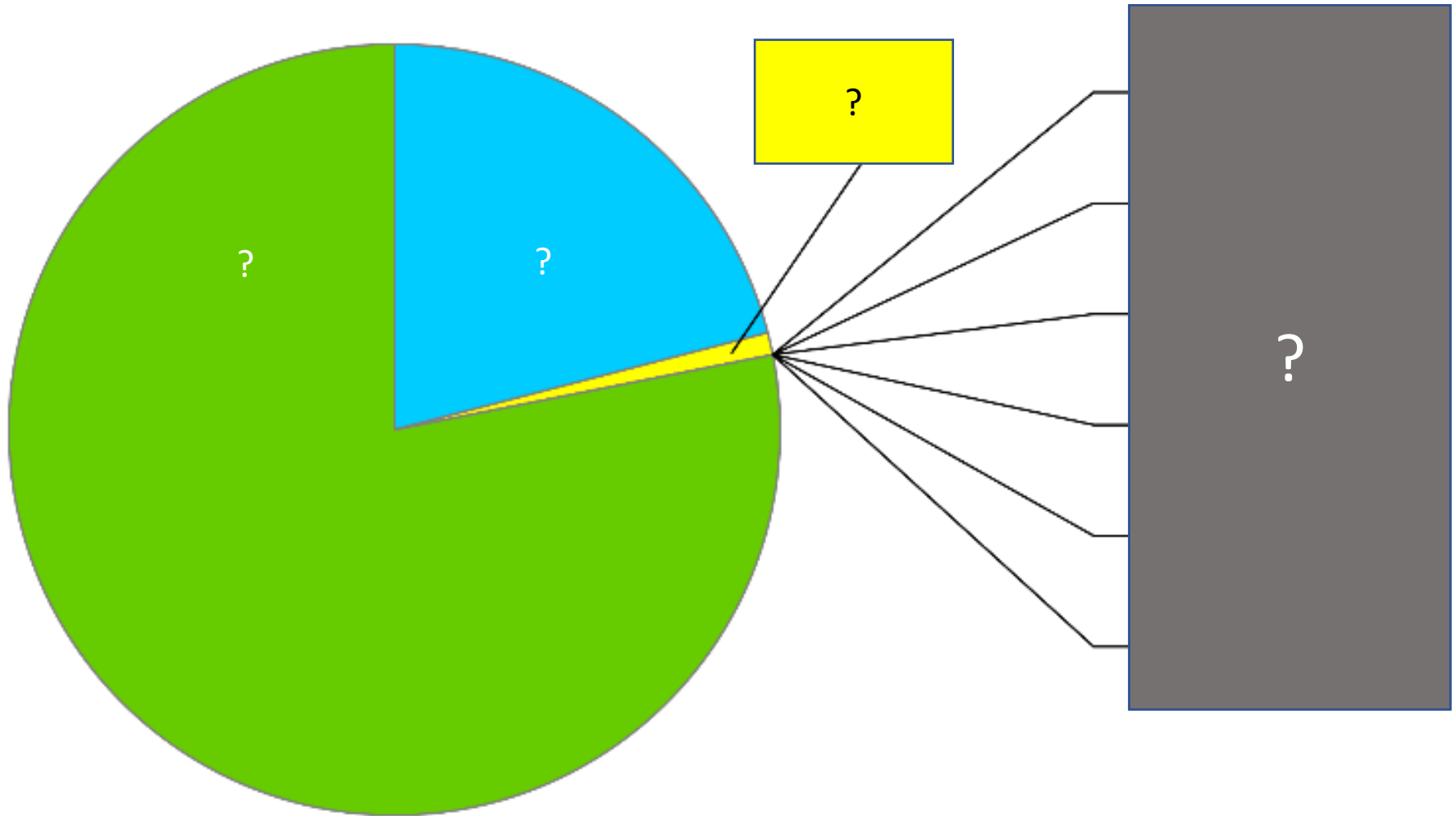




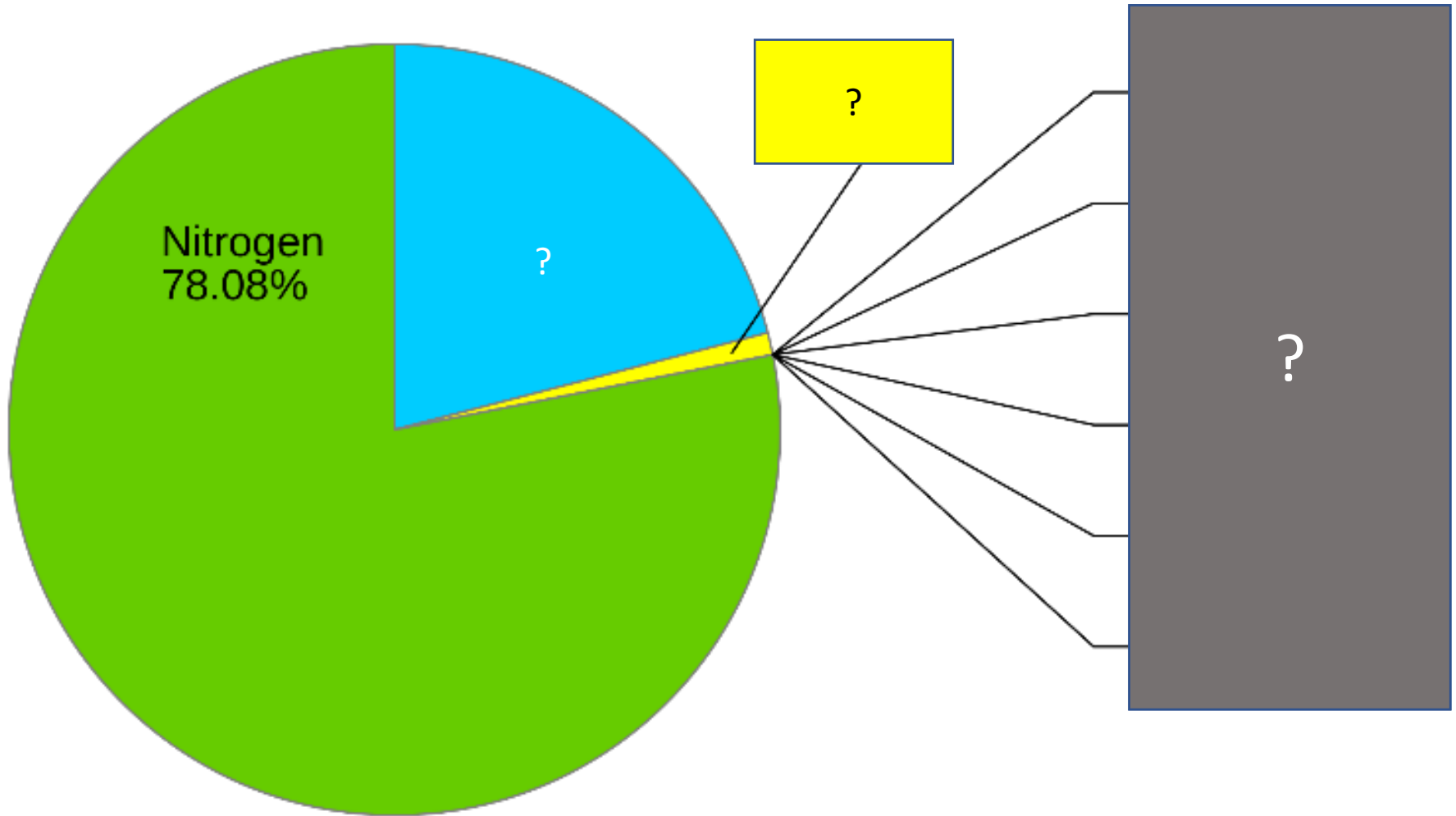


Courtesy of NASA

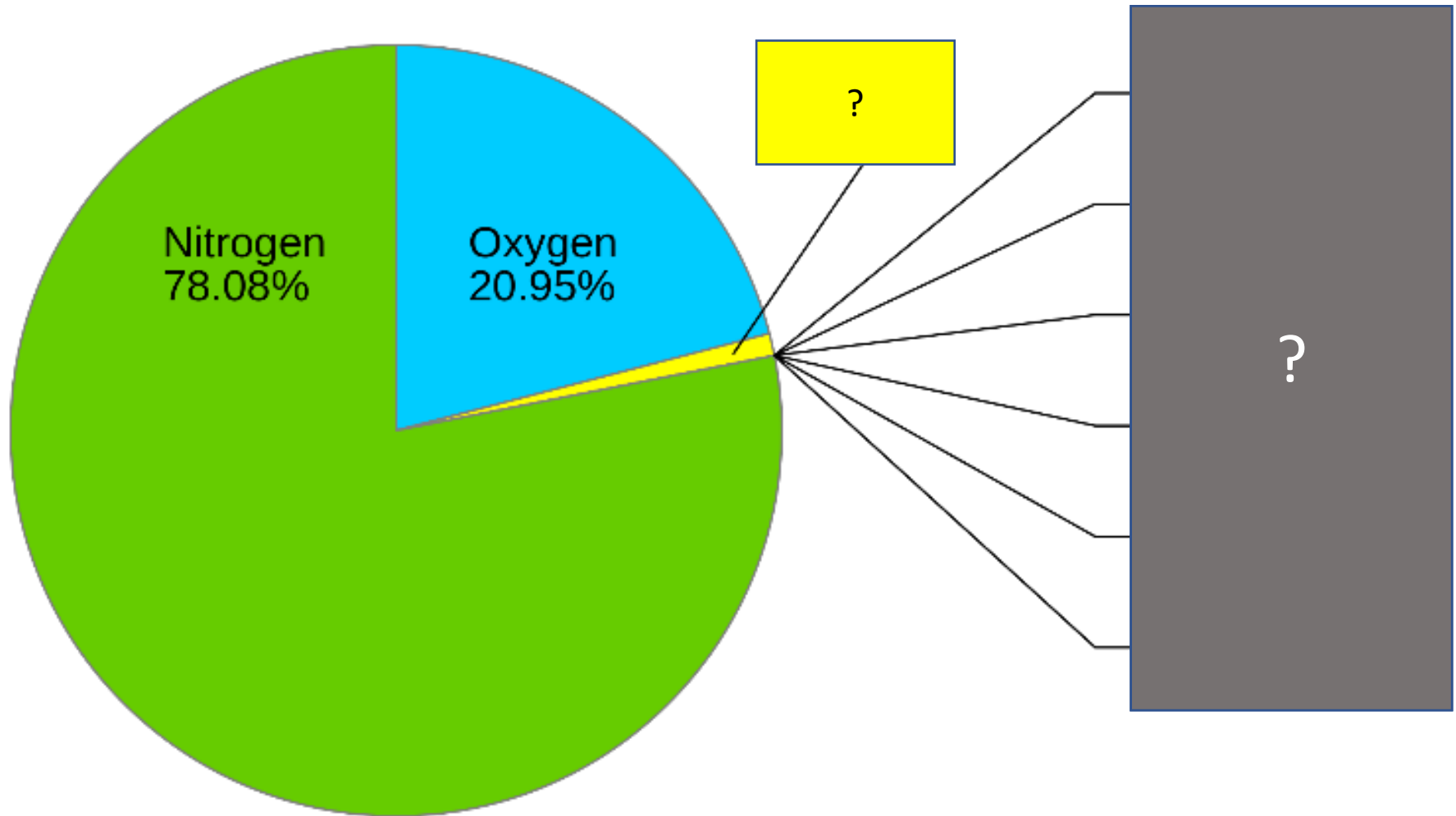
L'atmosphère: sa composition



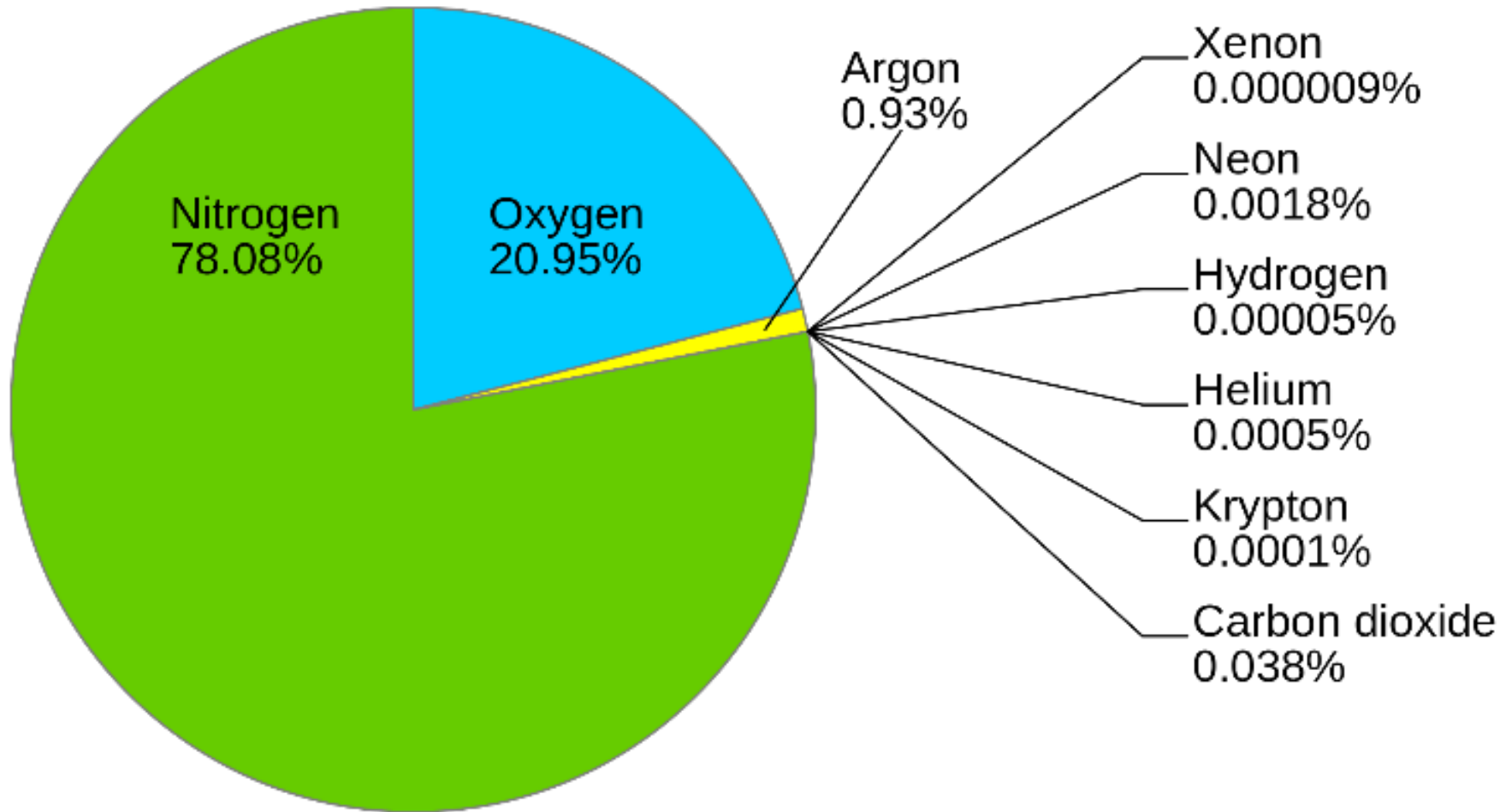
L'atmosphère: sa composition



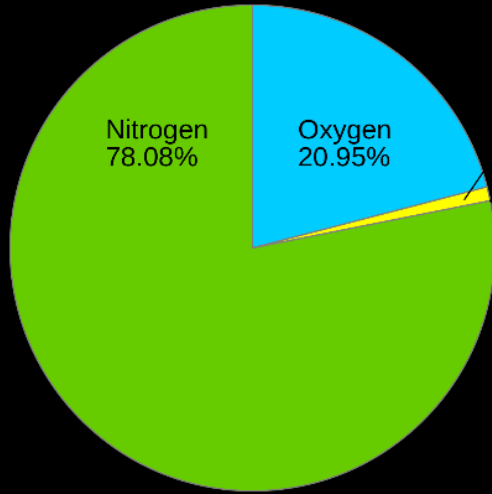
L'atmosphère: sa composition



L'atmosphère: sa composition



L'atmosphère: sa composition

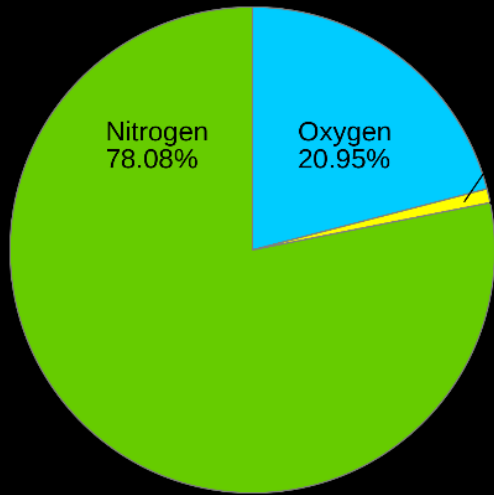


Mais ... Il en manque un de tres important ...



Lequel ?

L'atmosphère: sa composition

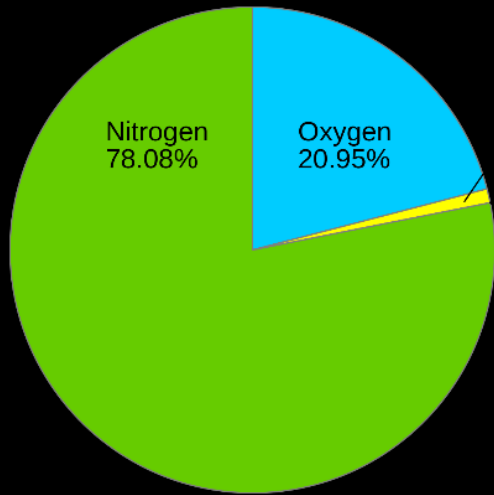


Vapeur d'eau



L'atmosphère contient de la vapeur d'eau !!!

L'atmosphère: sa composition



Vapeur d'eau



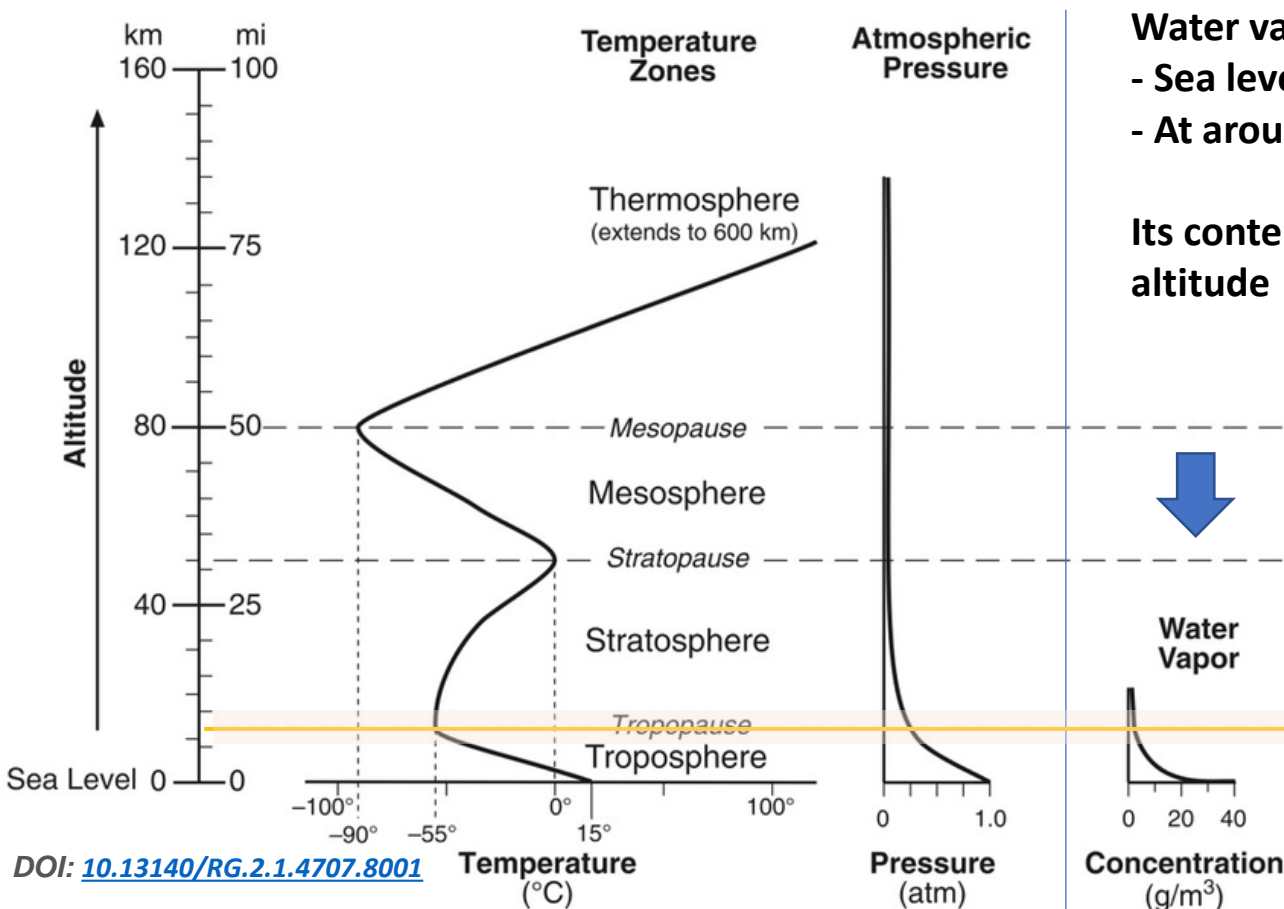
L'atmosphère contient de la vapeur d'eau !!!



Elle représente le 0,4% de la composition totale de l'atmosphère

L'atmosphère: sa composition

Environ la moitié de toute la vapeur d'eau se trouve dans les 5 premiers kilomètres de l'atmosphère.



Water vapor by altitude :

- Sea level : 2 to 4%
- At around 6Km above sea level=> near 0%

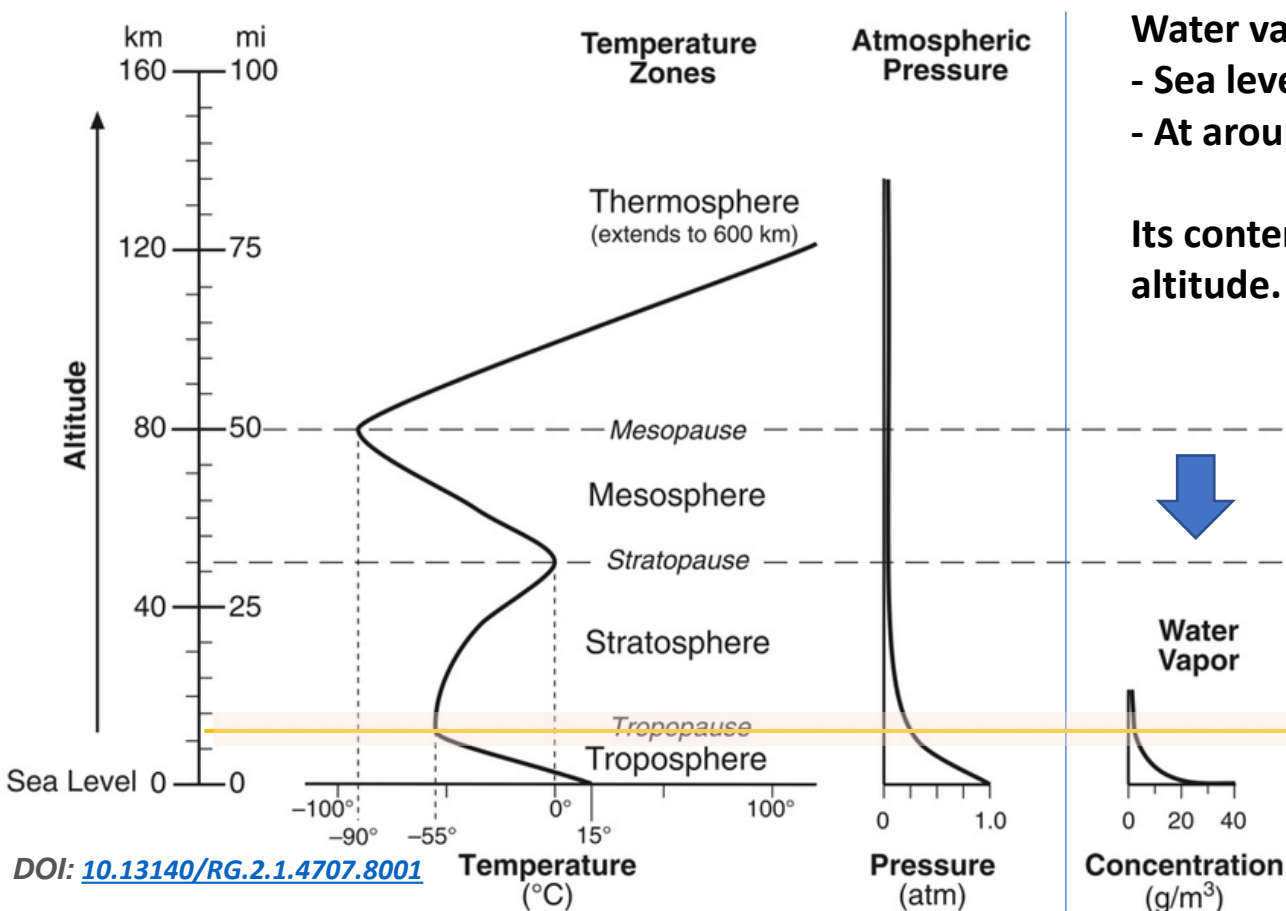
Its content decreases with increasing altitude

NB: not to scale



L'atmosphère: sa composition

Environ la moitié de toute la vapeur d'eau se trouve dans les 5 premiers kilomètres de l'atmosphère.



Water vapor by altitude :

- Sea level : 2 to 4%
- At around 6Km above sea level=> near 0%

Its content decreases with increasing altitude.

NB: more or less to scale

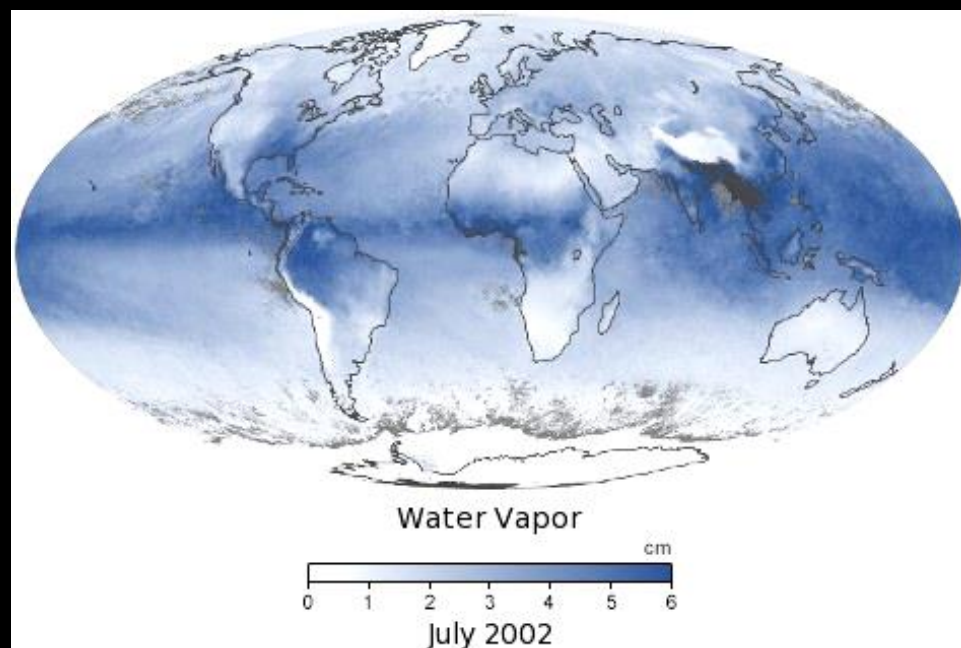
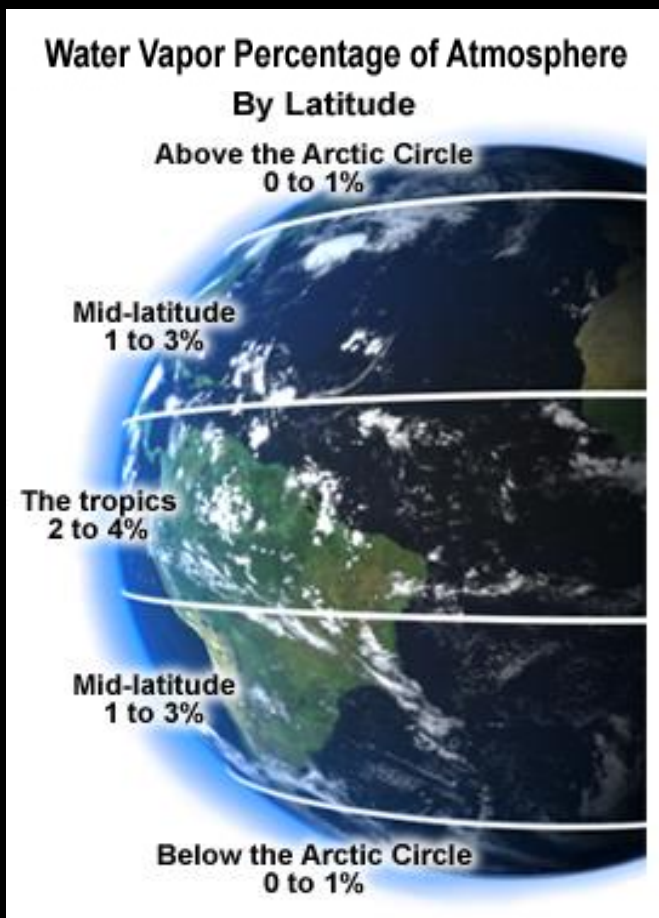




L'atmosphère: sa composition

Les taux de vapeur d'eau de la colonne atmosphérique varient selon :

- la région
- l'altitude
- la saison



L'atmosphère: sa composition

D'après vous,

- quelle serait la région où le contenu de vapeur atmosphérique est le plus élevé?
- Pour quelle région serait-il le plus bas?



L'atmosphère: sa composition

D'après vous,

- quelle serait la région où le contenu de vapeur atmosphérique est le plus élevé?
- Pour quelle région serait-il le plus bas?



Ça dépend: 20-40%
pendant la journée

Jusqu'à 100% le soir si la T
baisse suffisamment!

Beaucoup d'eau mais à
l'état **solide**.

Pas bcp de vapeur d'eau
(**état gazeux!**)

Les nuages sont-ils formés de vapeur d'eau?

- Oui.
- Non.



Orléans, 12/04/2016

Les nuages sont-ils formés de vapeur d'eau?

Oui.

Non.

Les nuages sont formés d'un ensemble de gouttelettes d'eau, ou de cristaux de glace, en suspension dans l'air.



Orléans, 12/04/2016

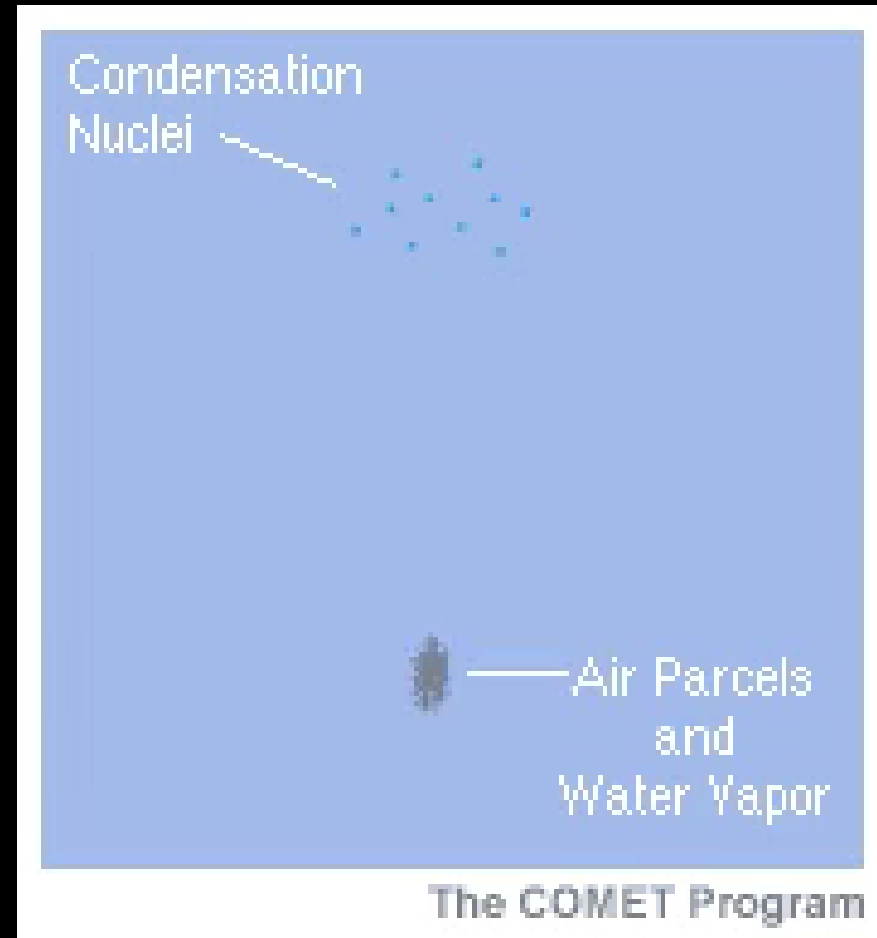
L'atmosphère: sa composition

Formation de nuages

Toute masse d'air peut contenir une certaine quantité d'eau en suspension.

Une masse d'air est dite saturée quand, elle atteint sa capacité maximale de « contenir » de la vapeur d'eau.

Son niveau de saturation dépend de sa température.

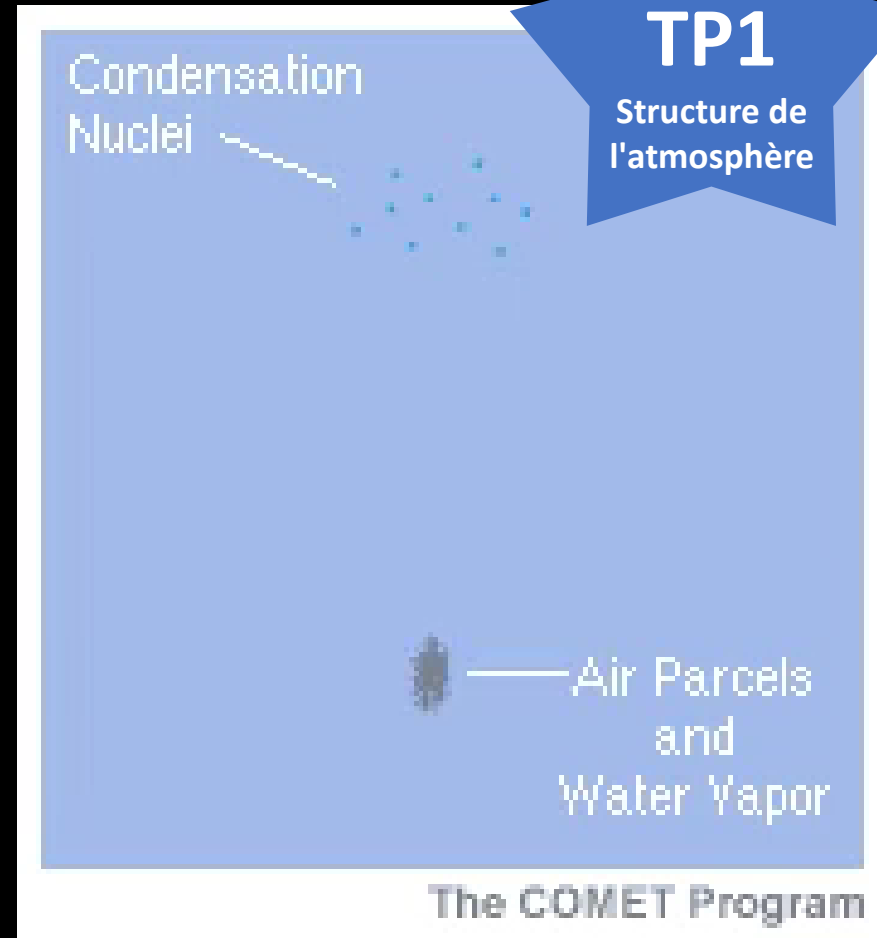


L'atmosphère: sa composition

Lorsque le niveau de saturation est atteint

⇒ l'air contient le maximum de vapeur d'eau à cette température

⇒ la vapeur d'eau excédante condense sur les aérosols présents (noyaux de condensation)



L'atmosphère: sa composition

Types de nuages

Les nuages se classifient selon la hauteur de leur base:

- Inférieur
- Moyen
- Supérieur.

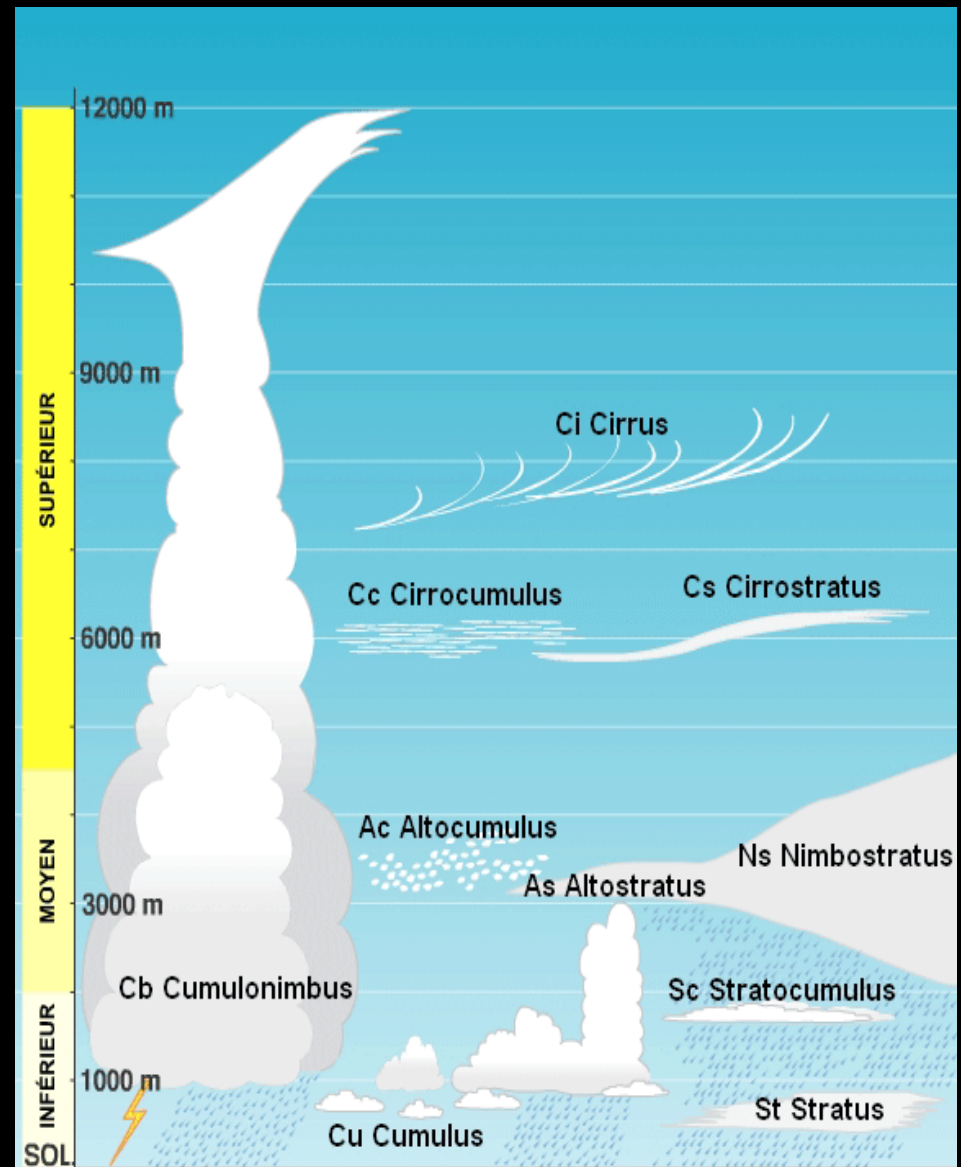
Quels sont les effets des nuages?

TP1

Structure de
l'atmosphère

TP3

Énergie
solaire



Ten basic cloud types

alto cumulus

Stratus

Cirro stratus

Cumulo nimbus

Strato cumulus

alto stratus

Cirro cumulus

nimbo stratus

cirrus

cumulus

Altitude "key words"

high - **cirro or cirrus**

middle - **alto**

low -

Appearance "key words"

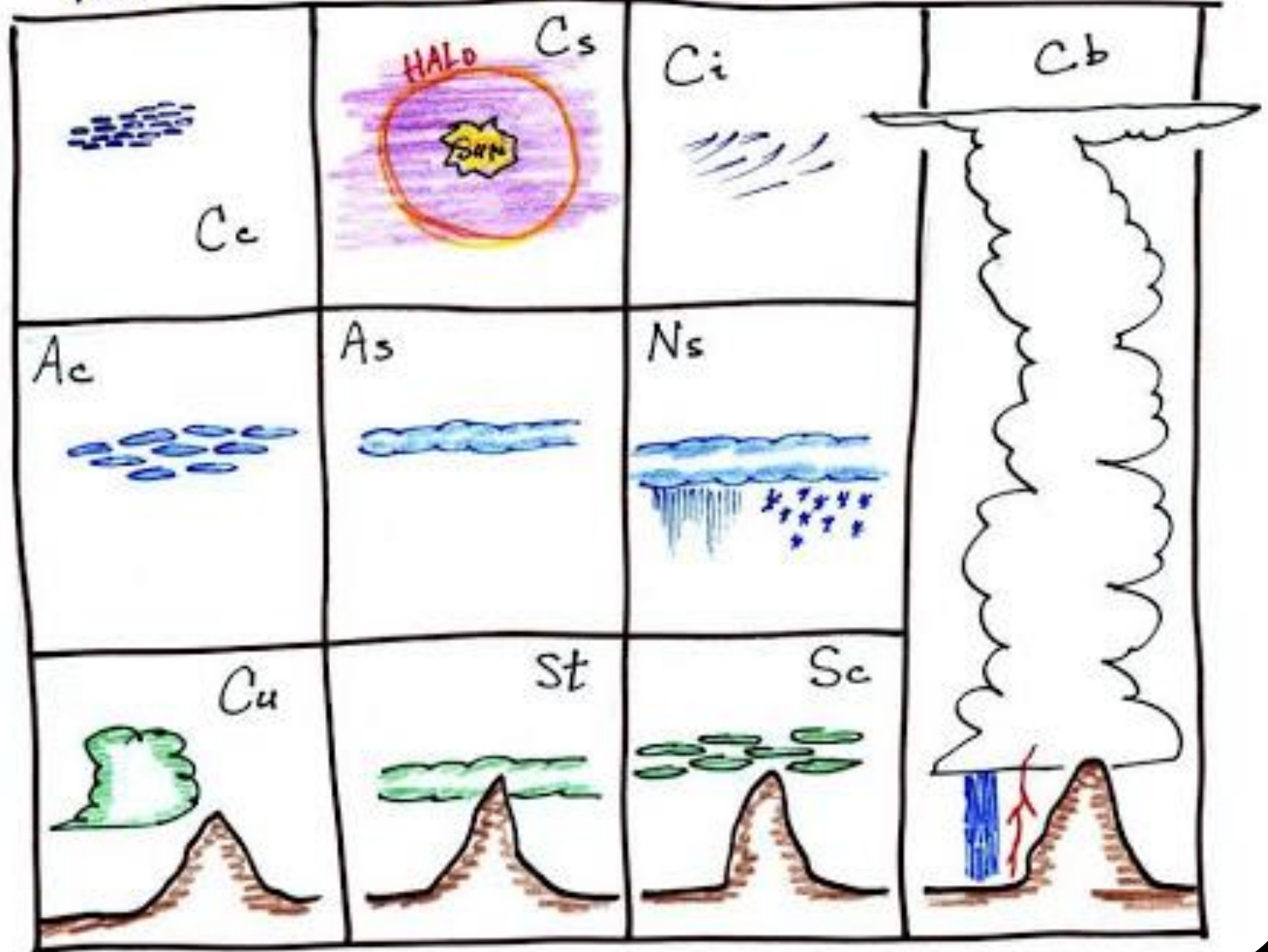
puffy - **cumulo or cumulus**

layer - **strato or stratus**

Puffy

LAYER

"exceptions"





Il y a-t-il d'autres éléments dans l'atmosphère importants pour la météo et/ou le climat ?



- a) Oui.
- b) Non.

Il y a-t-il d'autres éléments dans l'atmosphère importants pour la météo et/ou le climat ?

- a) Oui. 
- b) Non.

Il y a-t-il d'autres éléments dans l'atmosphère importants pour la météo et/ou le climat ?

a) Oui.



b) Non.

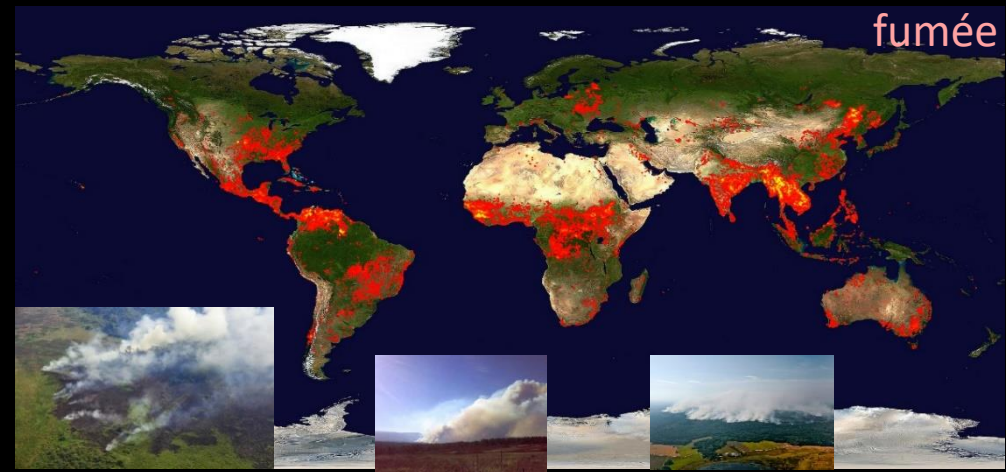
Lesquels?



L'atmosphère: sa composition

Les aérosols atmosphériques!

Ce sont des particules liquides ou solides en suspension dans l'atmosphère, d'origines diverses

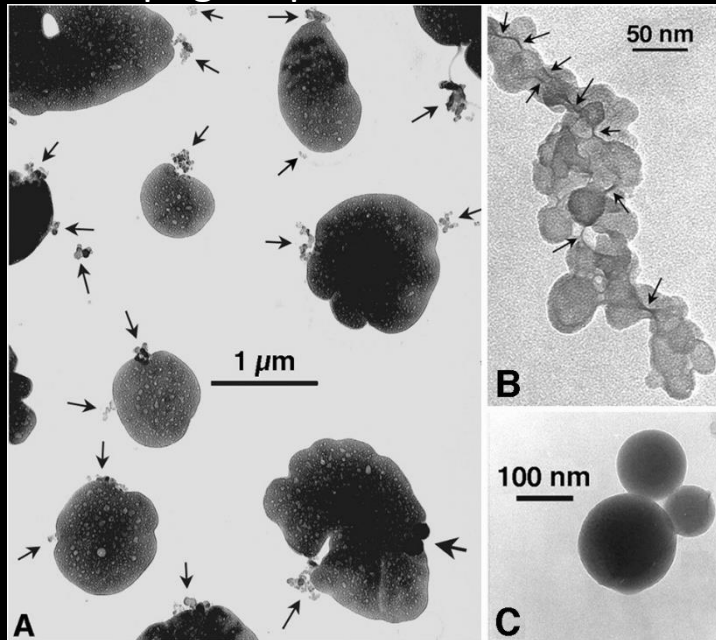


L'atmosphère: sa composition

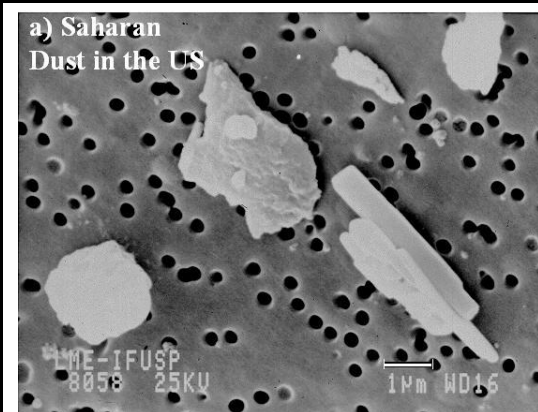
La « face » des aérosols

Courtesy of NASA

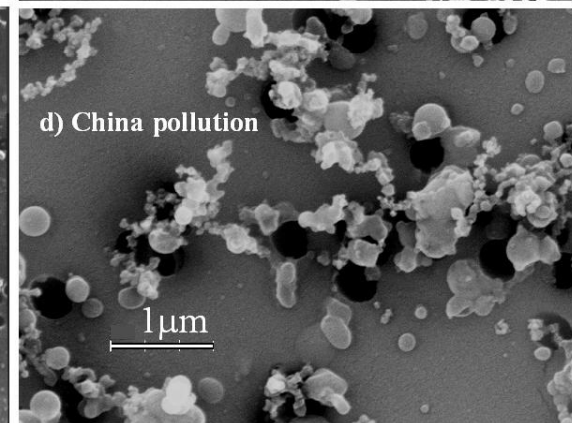
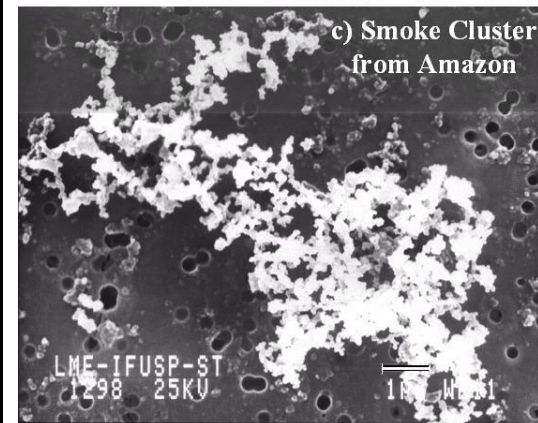
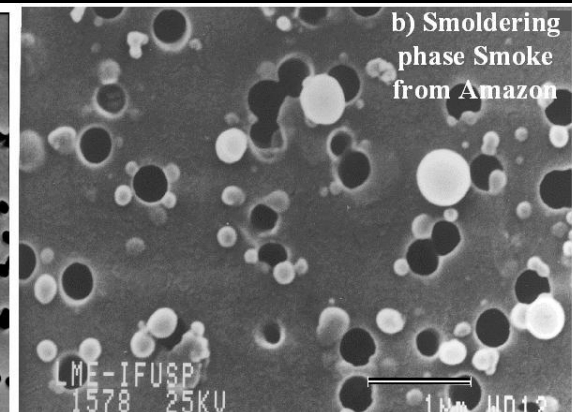
anthropogénique



désertique



fumée

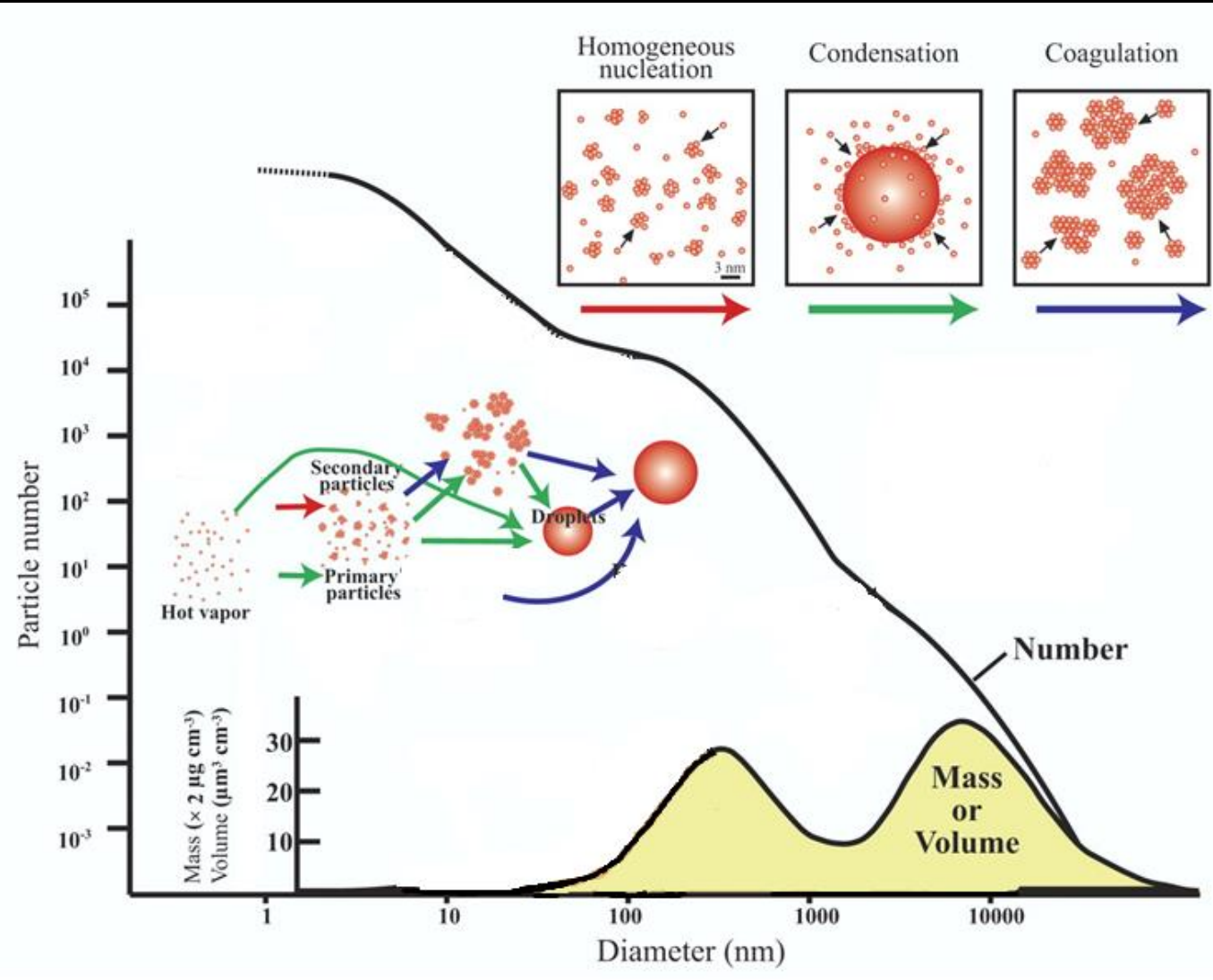


fumée

anthropogénique

L'atmosphère: sa composition

Distribution en taille des aérosols – réactions chimiques



TP4
Qualité de l'air

Pourquoi les aérosols atmosphériques sont importants?

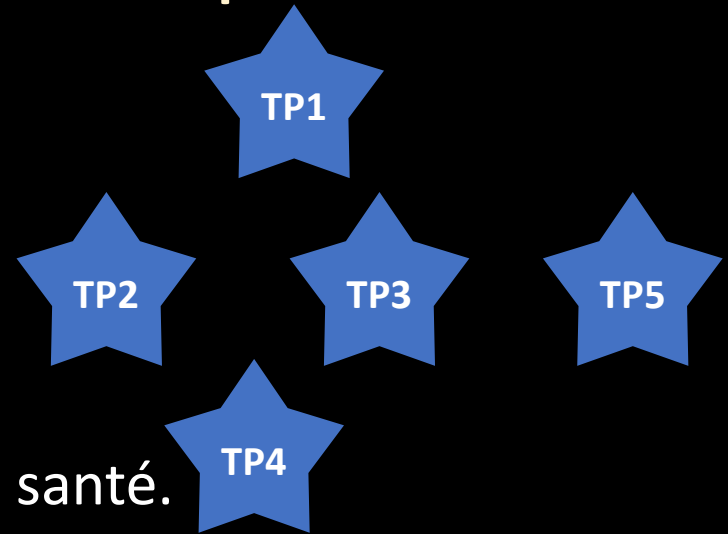
- Ils aident à la formation des nuages.
- Ils influencent le climat mondial.
- Ils peuvent causer des problèmes de santé.
- Ils créent des postes de travail (notamment dans la recherche)

Pourquoi les aérosols atmosphériques sont importants?

- ✓ Ils aident à la formation des nuages.
- ✓ Ils influencent le climat mondial.
- ✓ Ils peuvent causer des problèmes de santé.
- ✓ Ils créent des postes de travail (notamment dans la recherche)

Pourquoi les aérosols atmosphériques sont importants?

- ✓ Ils aident à la formation des nuages.
- ✓ Ils influencent le climat mondial.
- ✓ Ils peuvent causer des problèmes de santé.
- ✓ Ils créent des postes de travail (notamment dans la recherche) **et l'enseignement**



Quel est le moteur des phénomènes météorologiques?

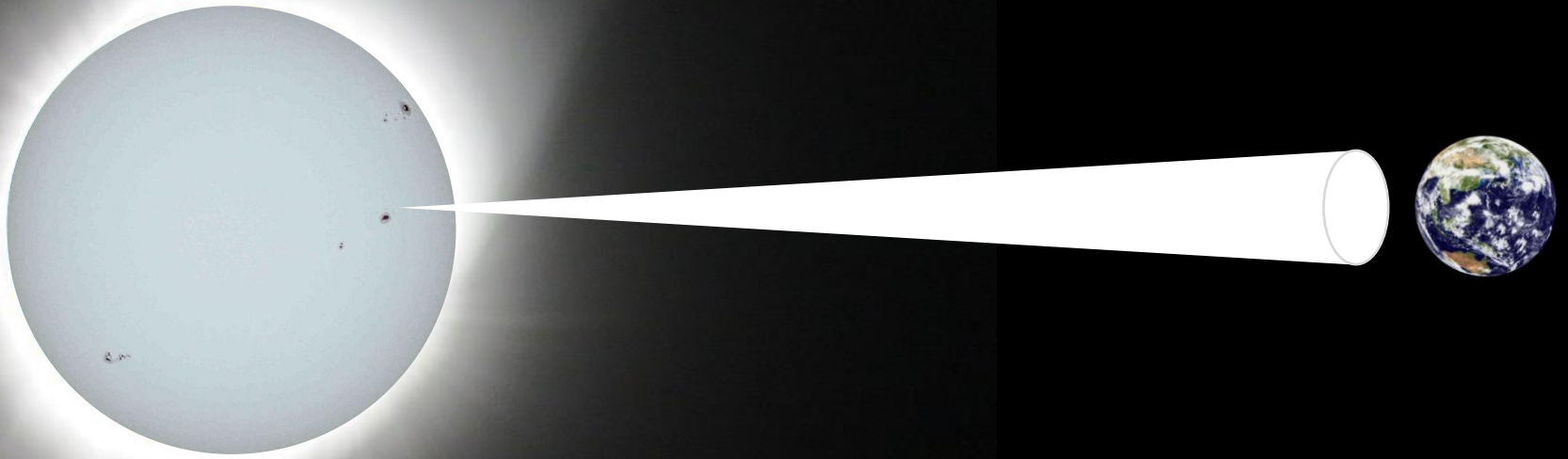


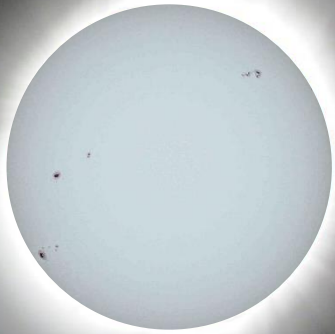
Booker, Texas
Supercell timelapse

June 3rd 2013

All rights reserved, Copyright Brad Hannon
No commercial use or reproduction without consent.
Music by Kevin McLeod

Solar Radiation incoming from the Sun





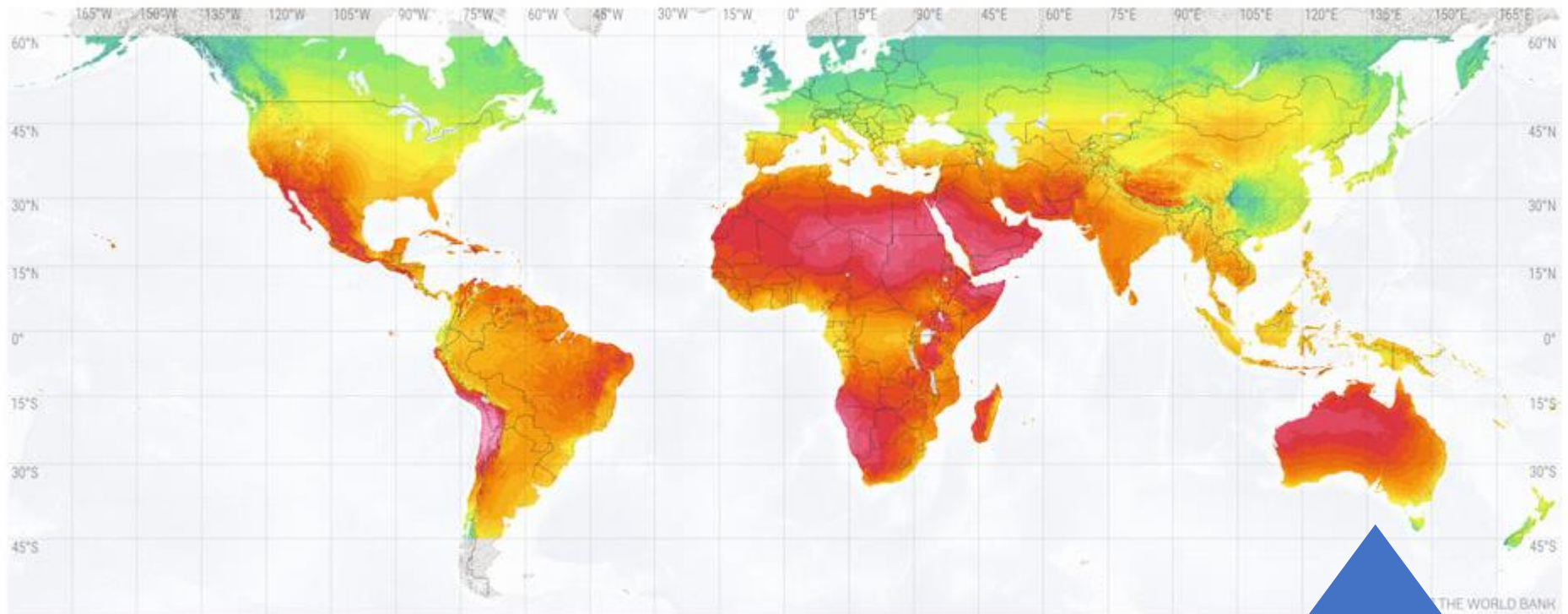
Le Soleil est le « moteur » qui « met en marche » les mouvements atmosphériques.

- la principale source de lumière
- et d'énergie thermique de la Terre
- et est le principal responsable de la température de la planète

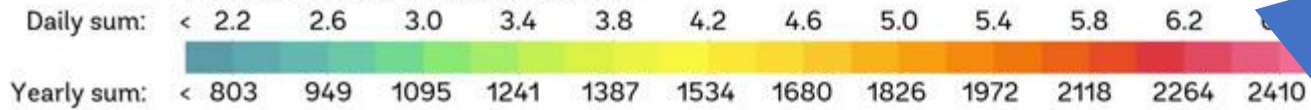
TP2

De la mesure de rayonnement à la production PV

Energie.

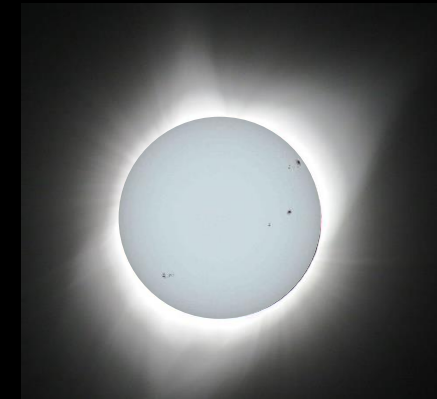


Long-term average of daily/yearly sum



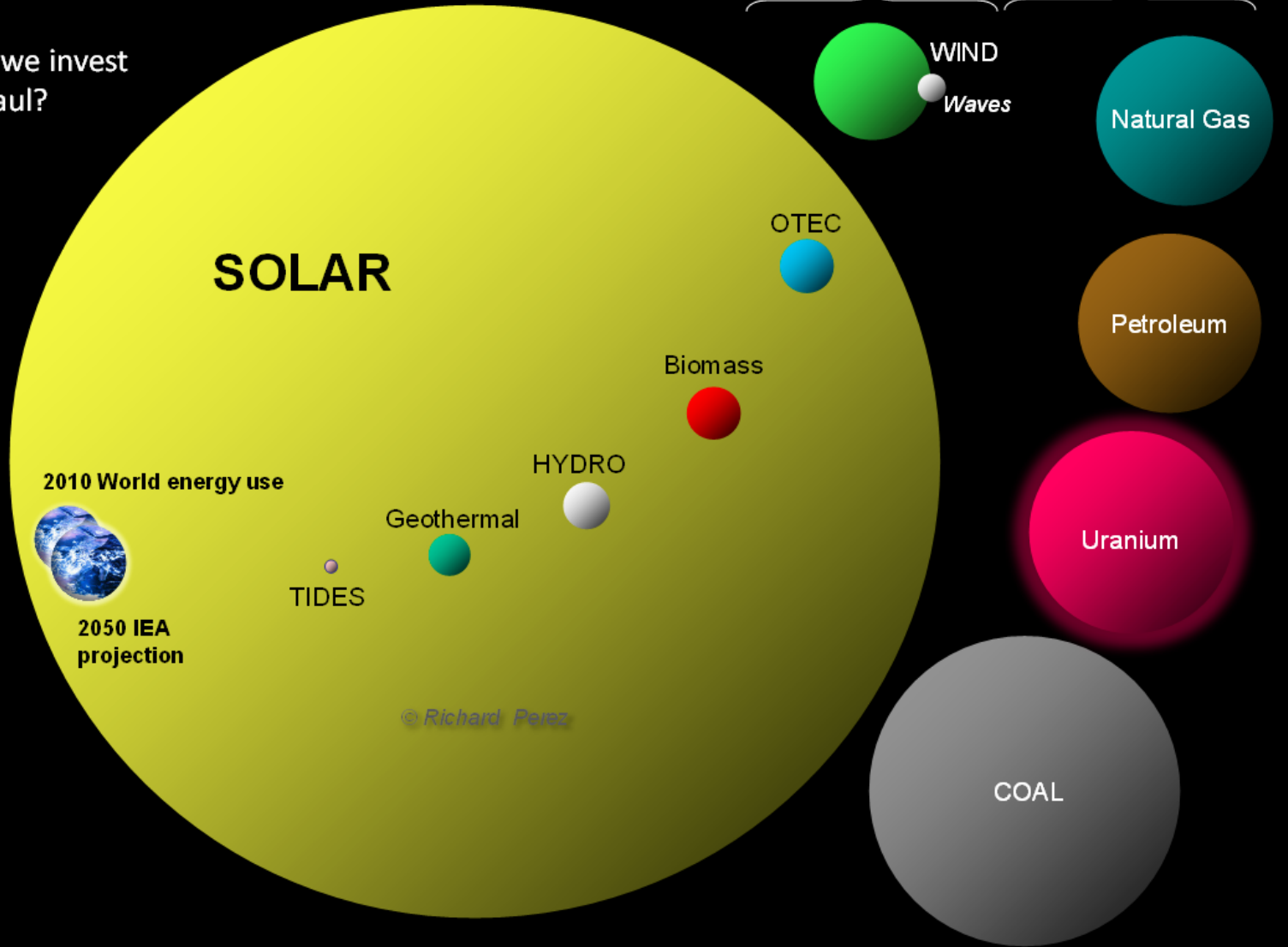
TP2
De la mesure de rayonnement à la production PV

Grande échelle : circulation atmosphérique



Comparing the world's energy resources*:

Where should we invest
For the long haul?



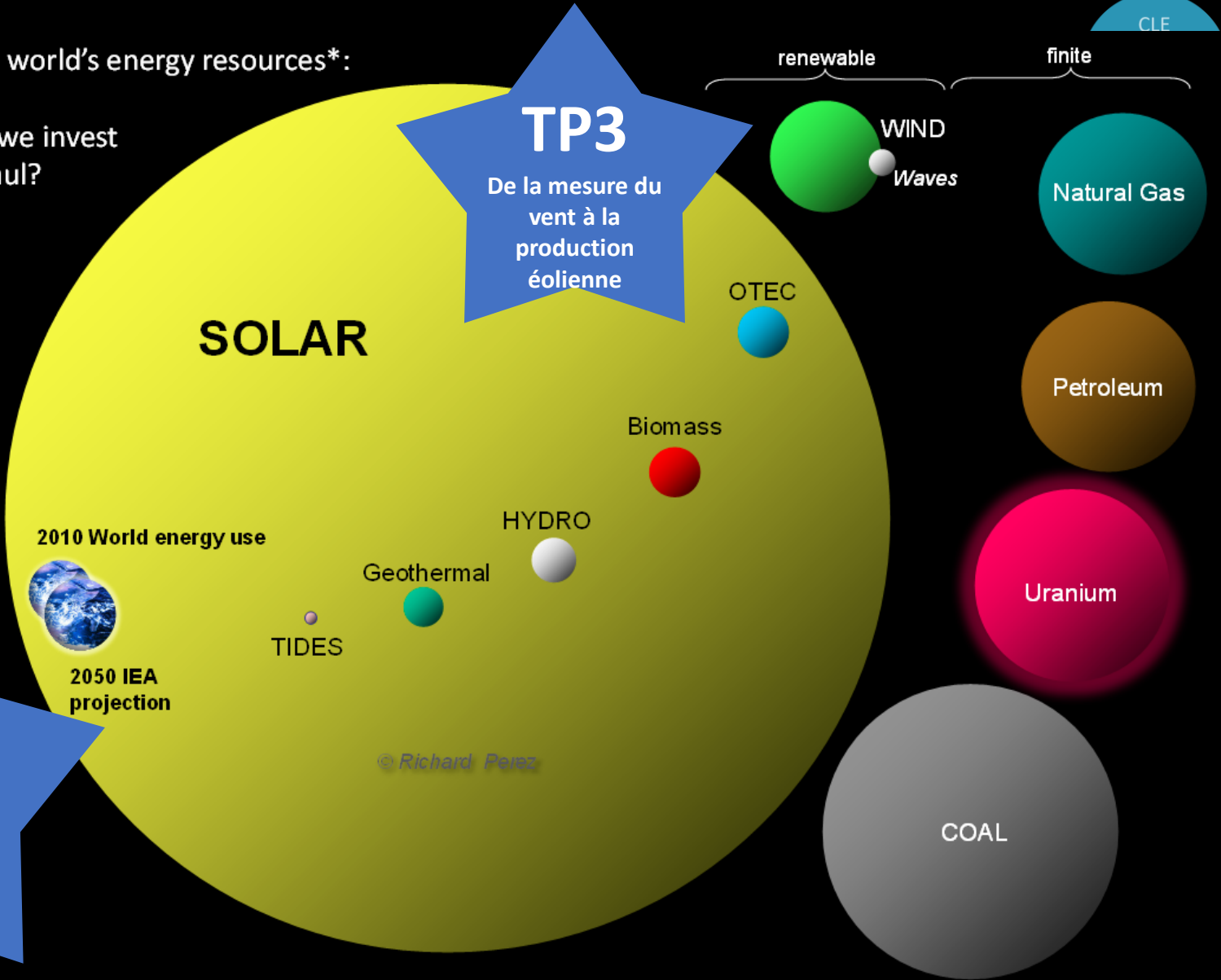
*Yearly potential is shown for the renewable resources. Total "use it lose it" reserve is shown for the finite fossil and nuclear resources.
World energy use is annual*

Comparing the world's energy resources*:

Where should we invest
For the long haul?

TP3
De la mesure du vent à la production éolienne

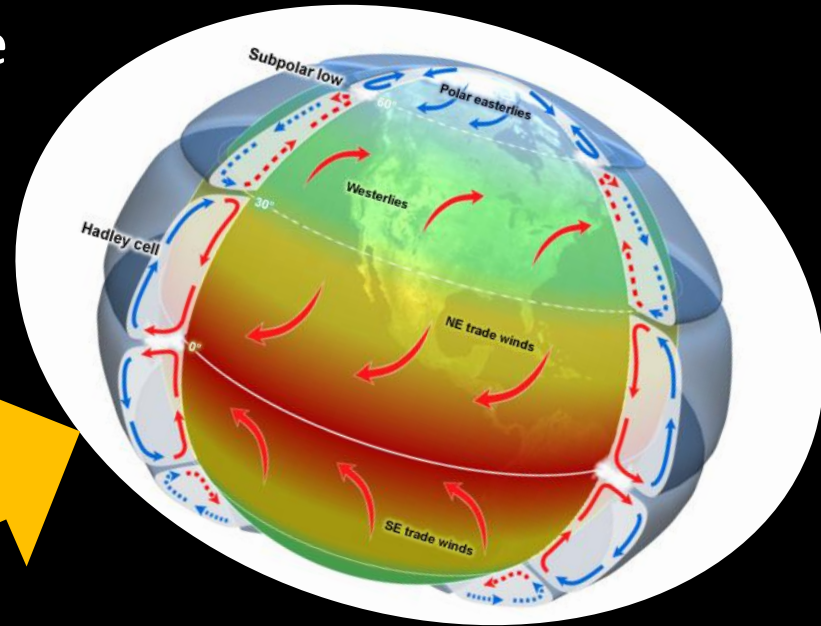
TP2
De la mesure de rayonnement à la production PV



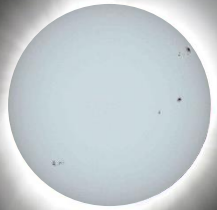
Yearly potential is shown for the renewable resources. Total "use it lose it" reserve is shown for the finite fossil and nuclear resources. World energy use is annual

Dynamique de l'atmosphère.

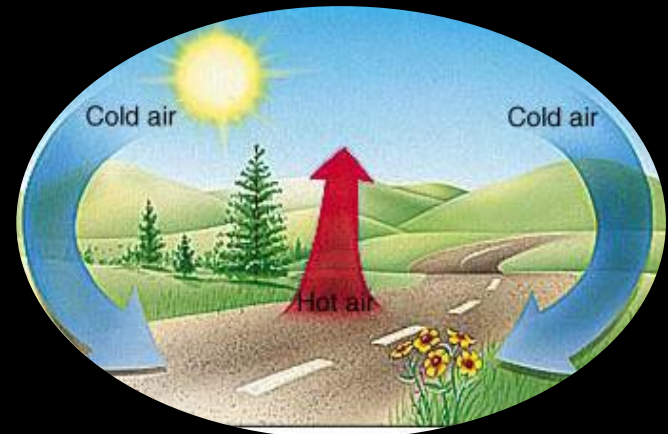
Le rayonnement solaire + l'effet de serre sont les responsables de la température de l'atmosphère.



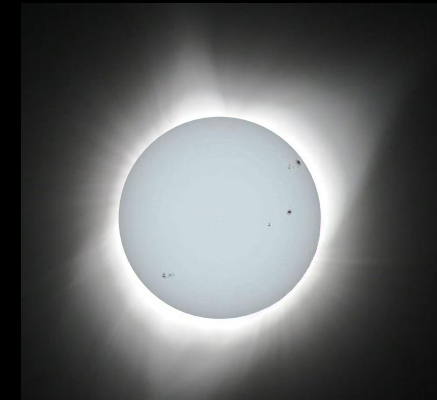
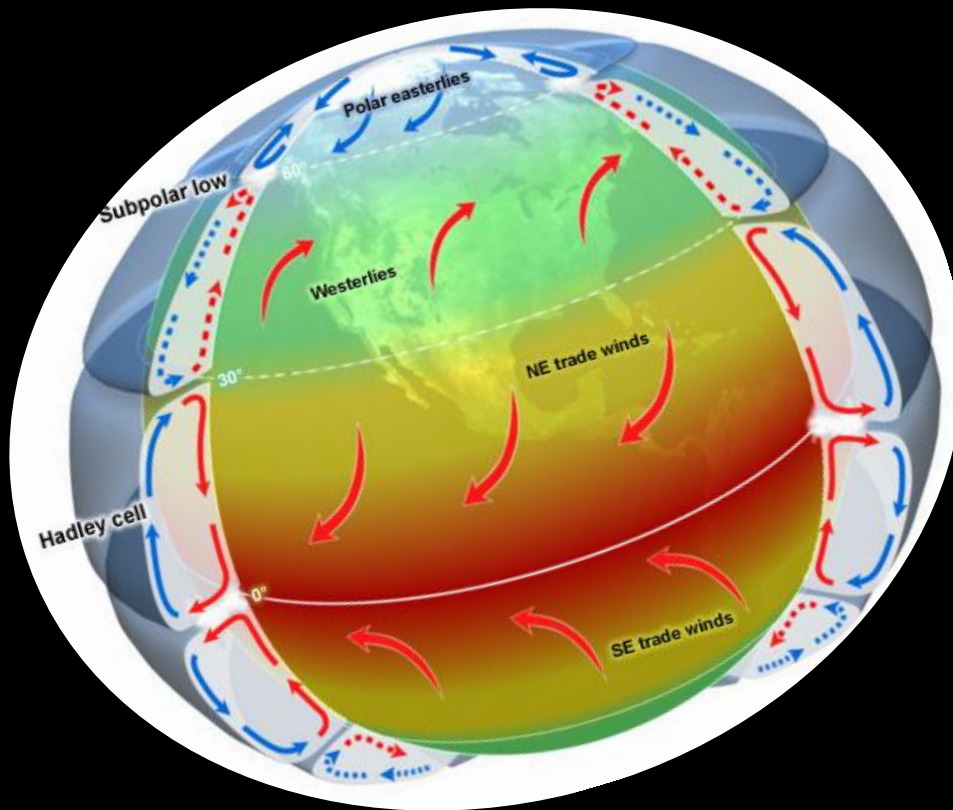
Grande échelle



Petite échelle



Grande échelle : circulation atmosphérique



Petite échelle : convection

Qu'est-ce qui est plus léger ?

- l'air chaud
- l'air froid.

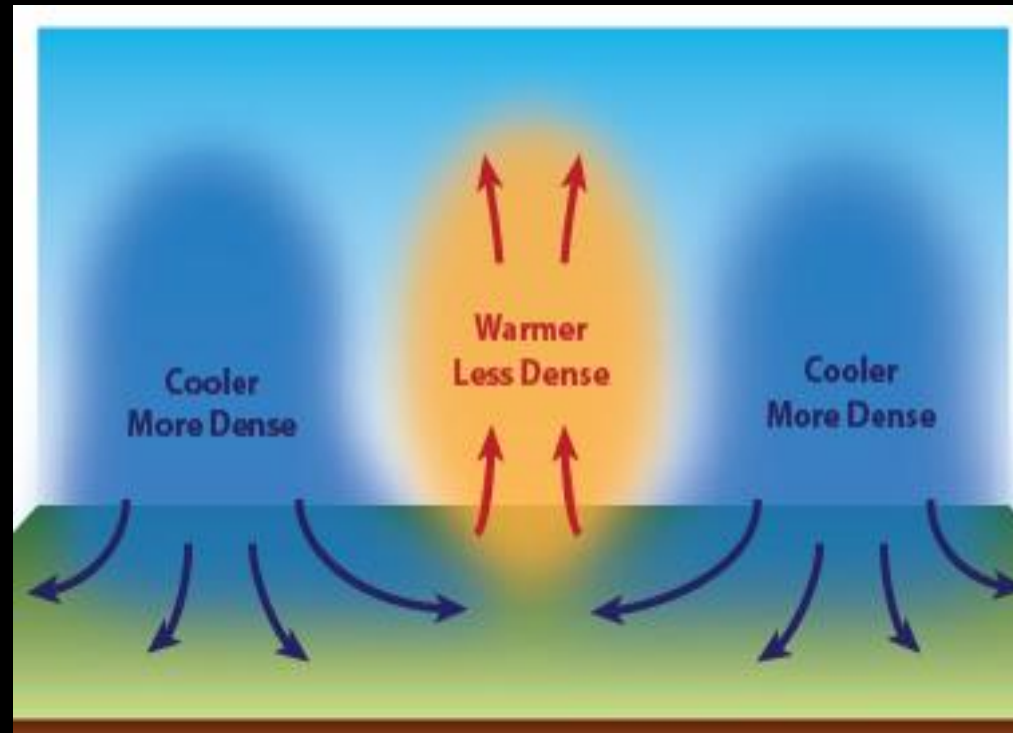
Dynamique de l'atmosphère.

Petite échelle : convection

Qu'est-ce qui est plus léger ?

- l'air chaud
- l'air froid.

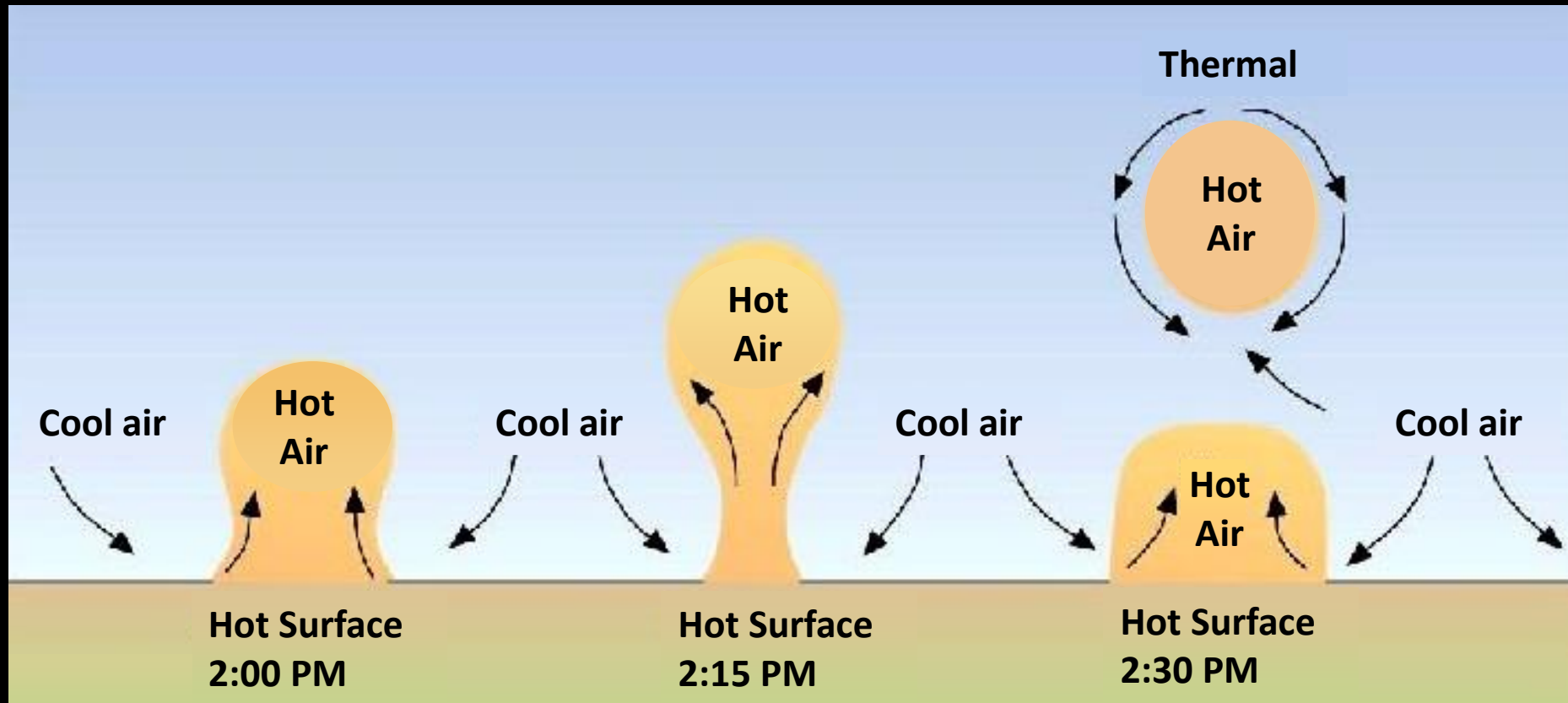
TP1
Structure de
l'atmosphère



Dynamique de l'atmosphère.

Quelle densité/température est importante en compte?

- Celle de la "particule".
- Celle de "son entourage".



Dynamique de l'atmosphère.

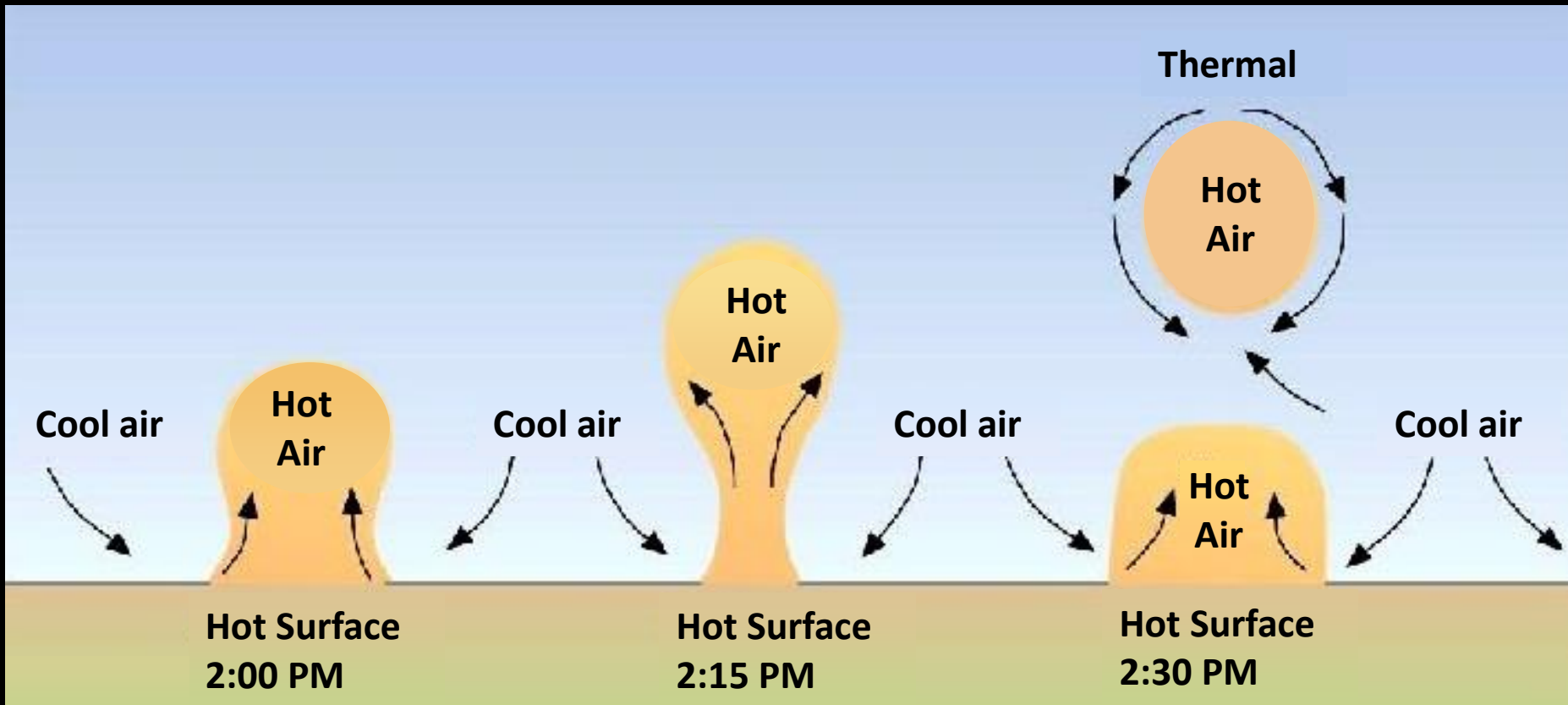
Quelle densité/température est importante en compte?



Celle de la "particule".



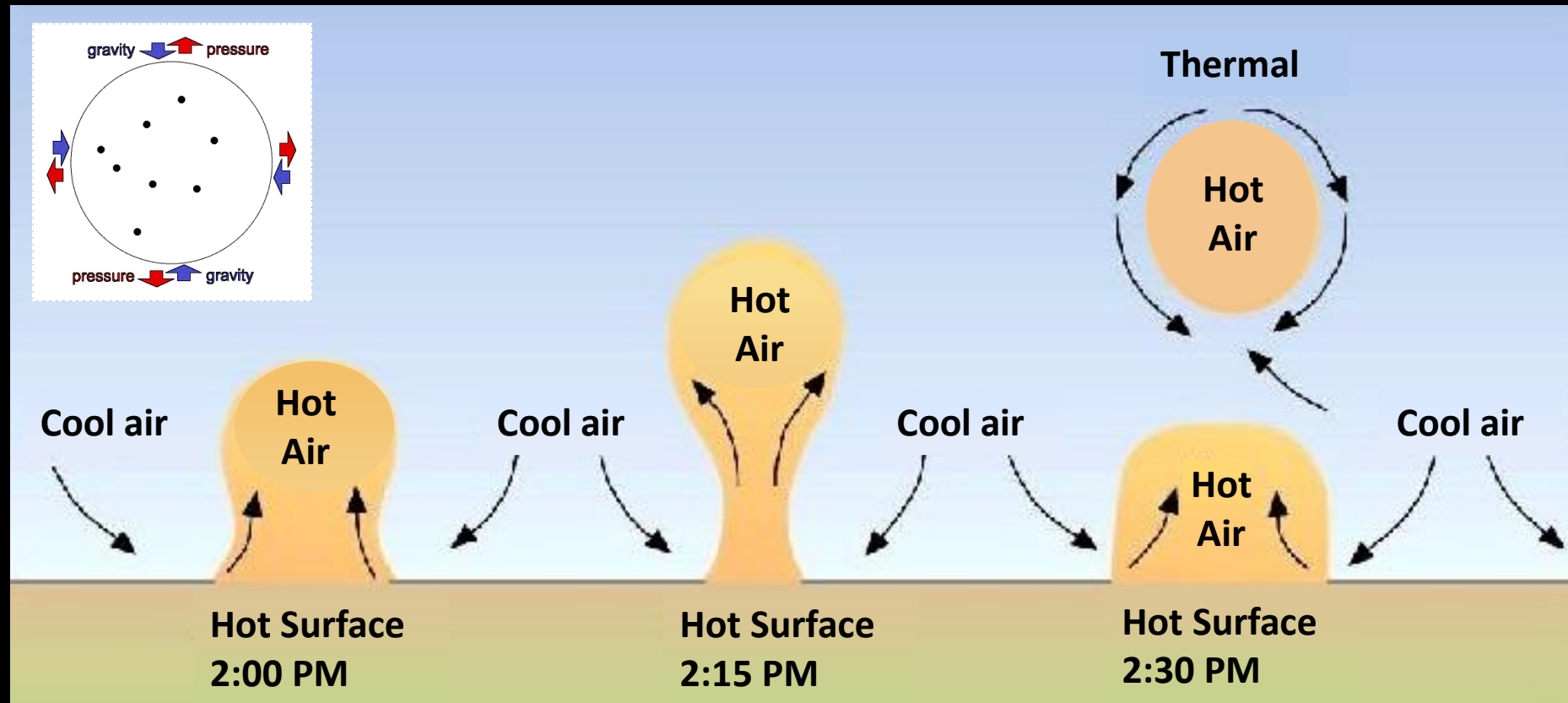
Celle de "son entourage".



Dynamique de l'atmosphère.

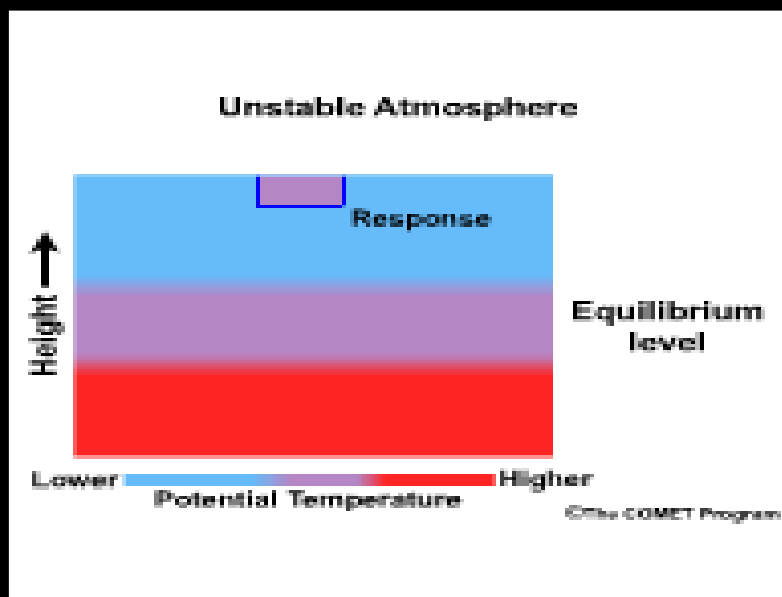
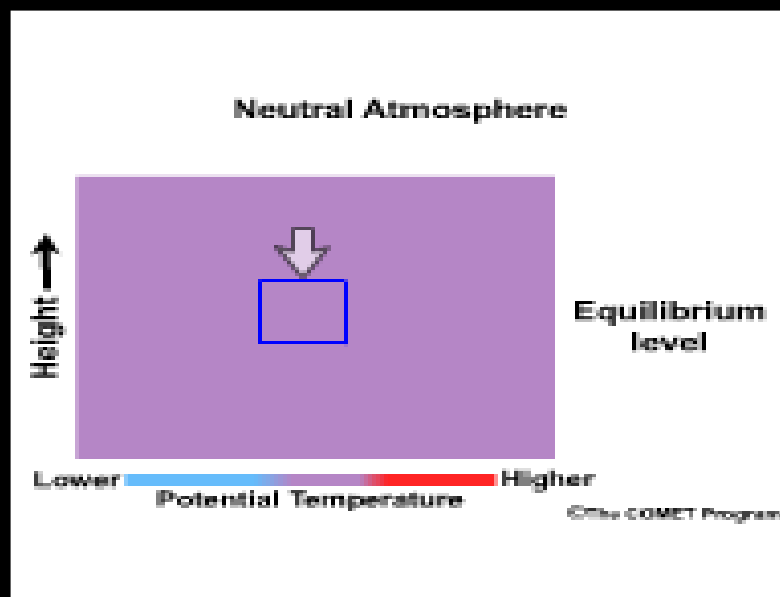
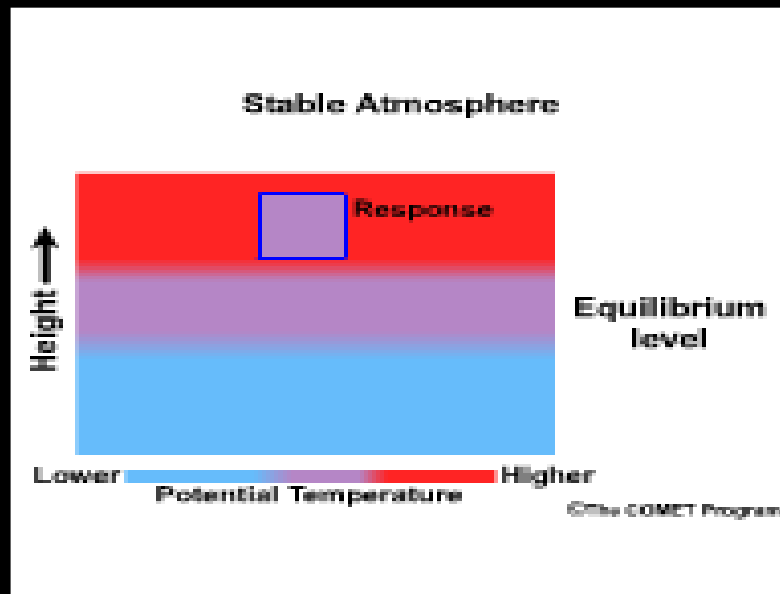
On peut estimer la stabilité atmosphérique en imaginant un bulle d'air qui monte ou qui descend.

La différence des caractéristiques thermiques de la bulle par rapport à son entourage détermine les conditions de stabilité.



Dynamique de l'atmosphère.

La différence des caractéristiques thermiques de la bulle par rapport à son entourage détermine les conditions de stabilité.



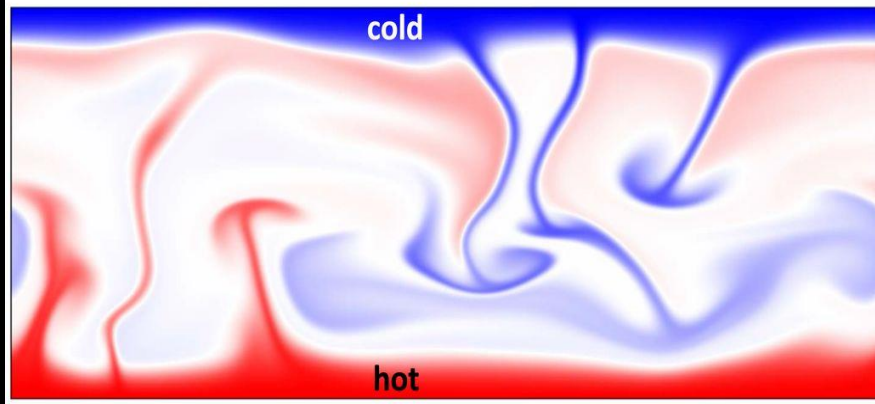
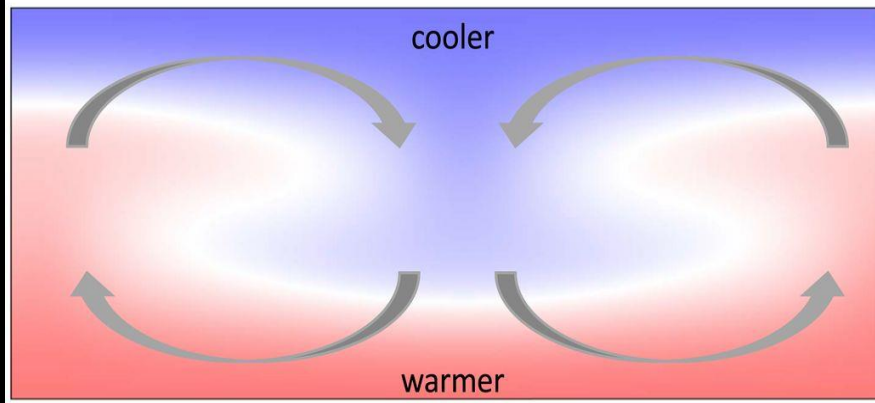
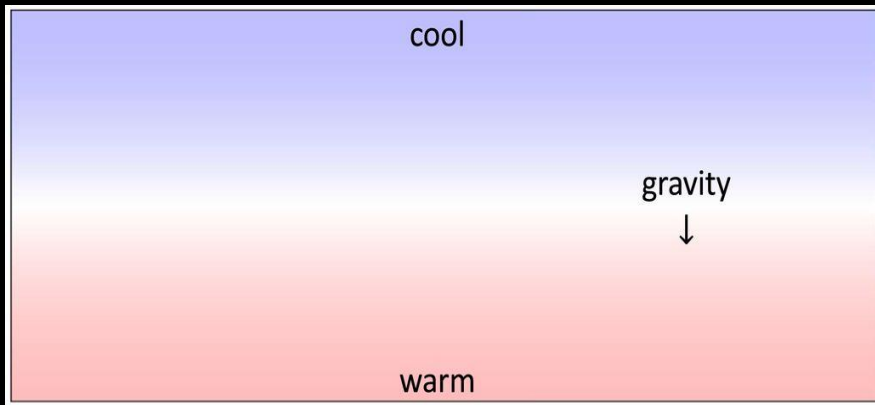
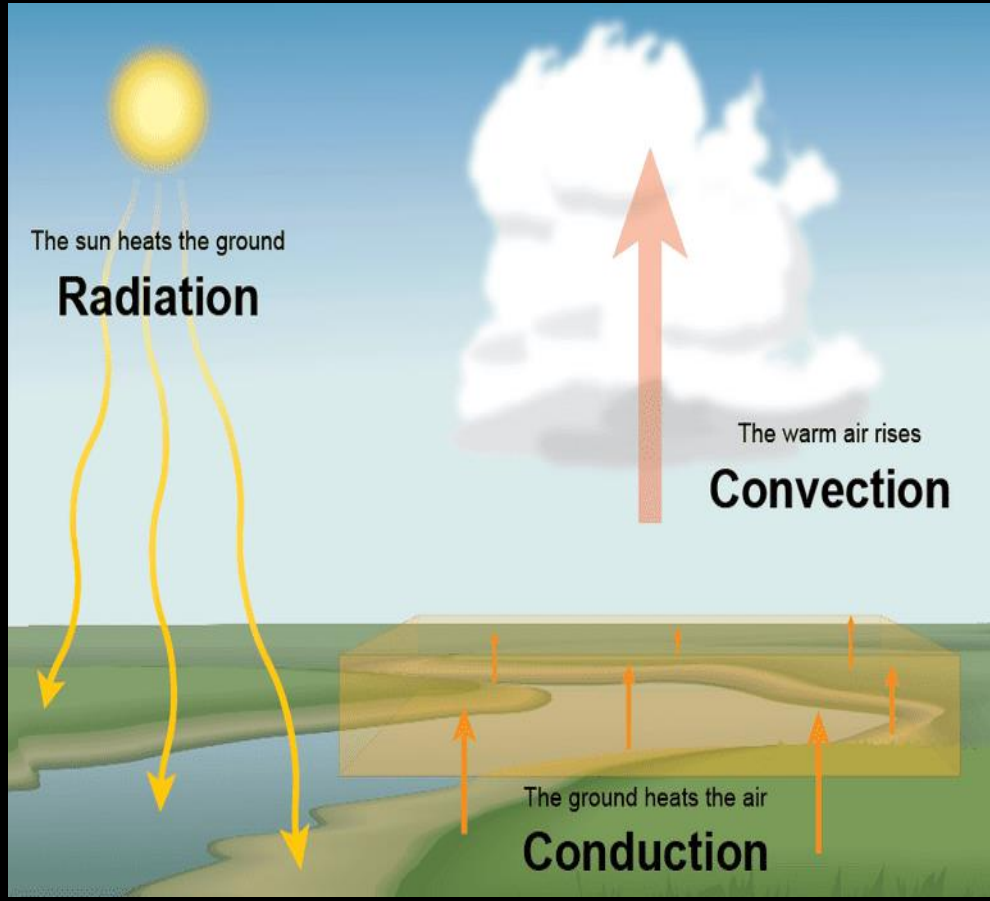
Stabilité atmosphérique

- Une atmosphère **instable renforcera** (« encouragera ») le mouvement vertical ascendant de l'air.
- Une atmosphère **stable va s'opposer** au développement de mouvement vertical de l'air.
- Une atmosphère **neutre ne renforcera** ni ne s'opposera au mouvement vertical de l'air.



Dynamique de l'atmosphère.

Petite échelle : convection



Est-ce qu'une atmosphère **stable** est « **bonne** » pour **Paris**?



- Oui.
- Non.
- Oui ... si je suis en congés
- Je m'en fou tant que je serais en confinement.

Est-ce qu'une atmosphère **stable** est « **bonne** » pour **Paris**?



- Oui.
- Non.
- Oui ... si je suis en congés
- Je m'en fou tant que je serais en confinement.

TP1

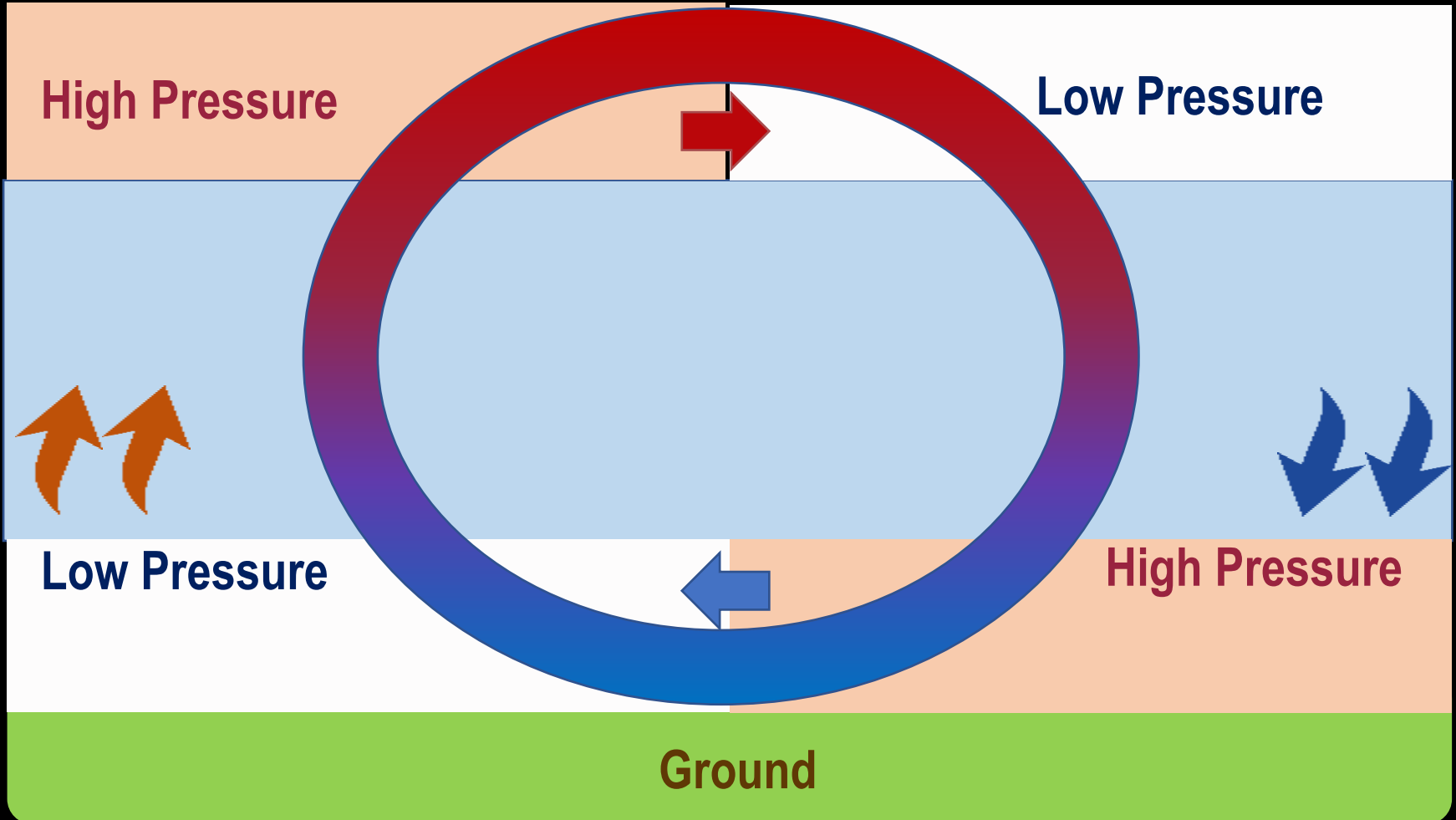


TP4
Qualité de
l'air



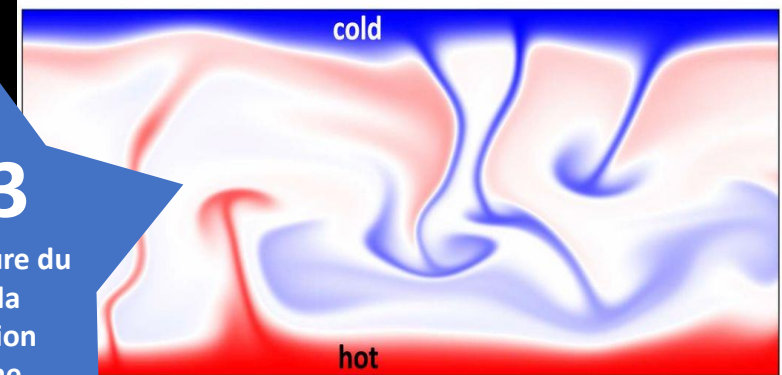
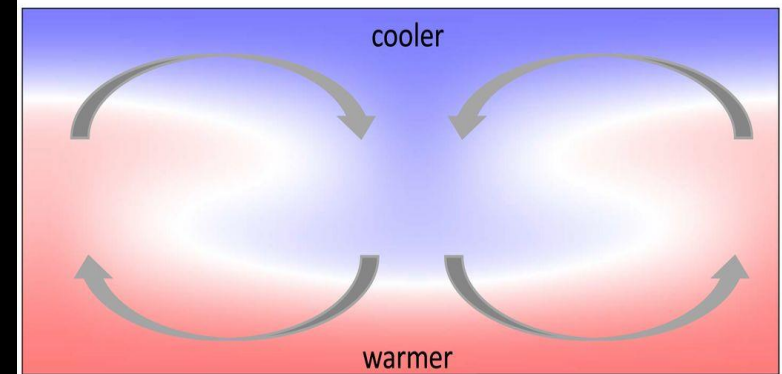
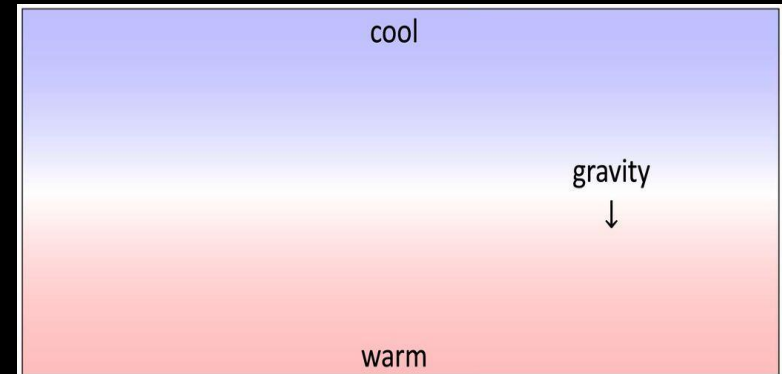
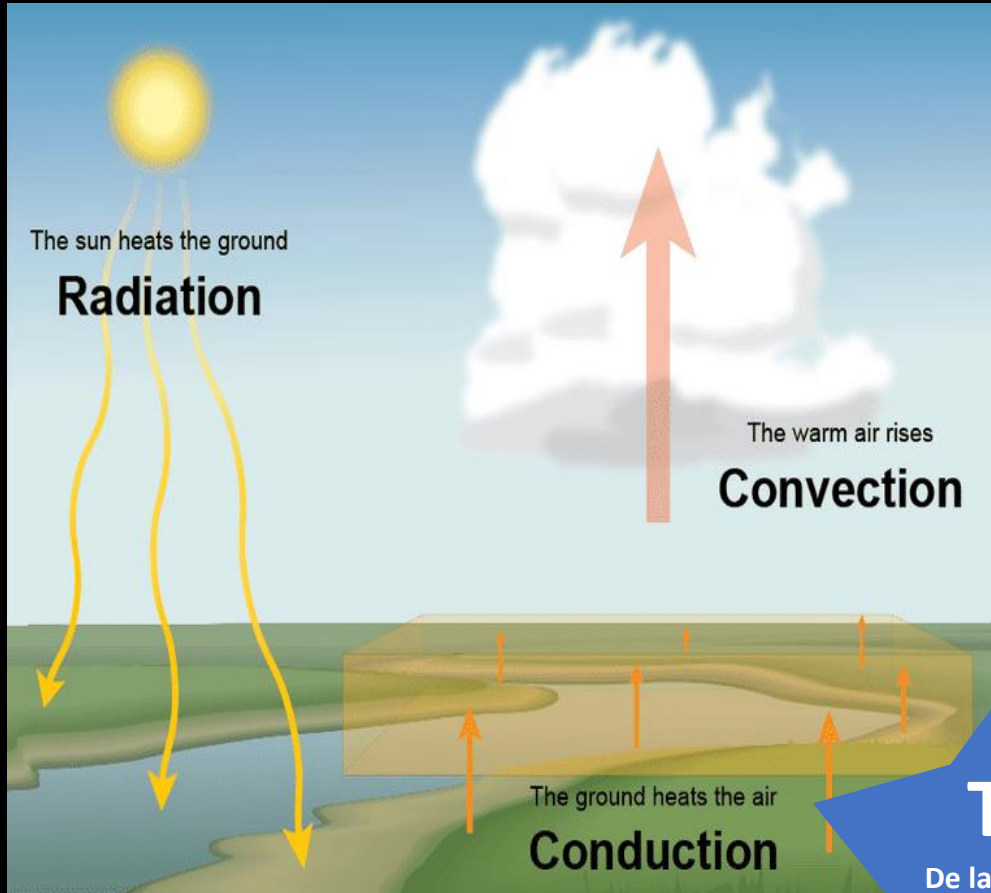
- Notre atmosphère est en mouvement constant.
- La rotation de la planète sur son axe et les différences (gradients) de pression et température de petite et grande échelle génèrent des mouvements d'air.
- Le vent est le mouvement d'air vertical et ou horizontal associé à ces gradients.
- Toujours de la zone de haute pression vers la zone de basse pression.

Grande échelle ou petite échelle



Dynamique de l'atmosphère.

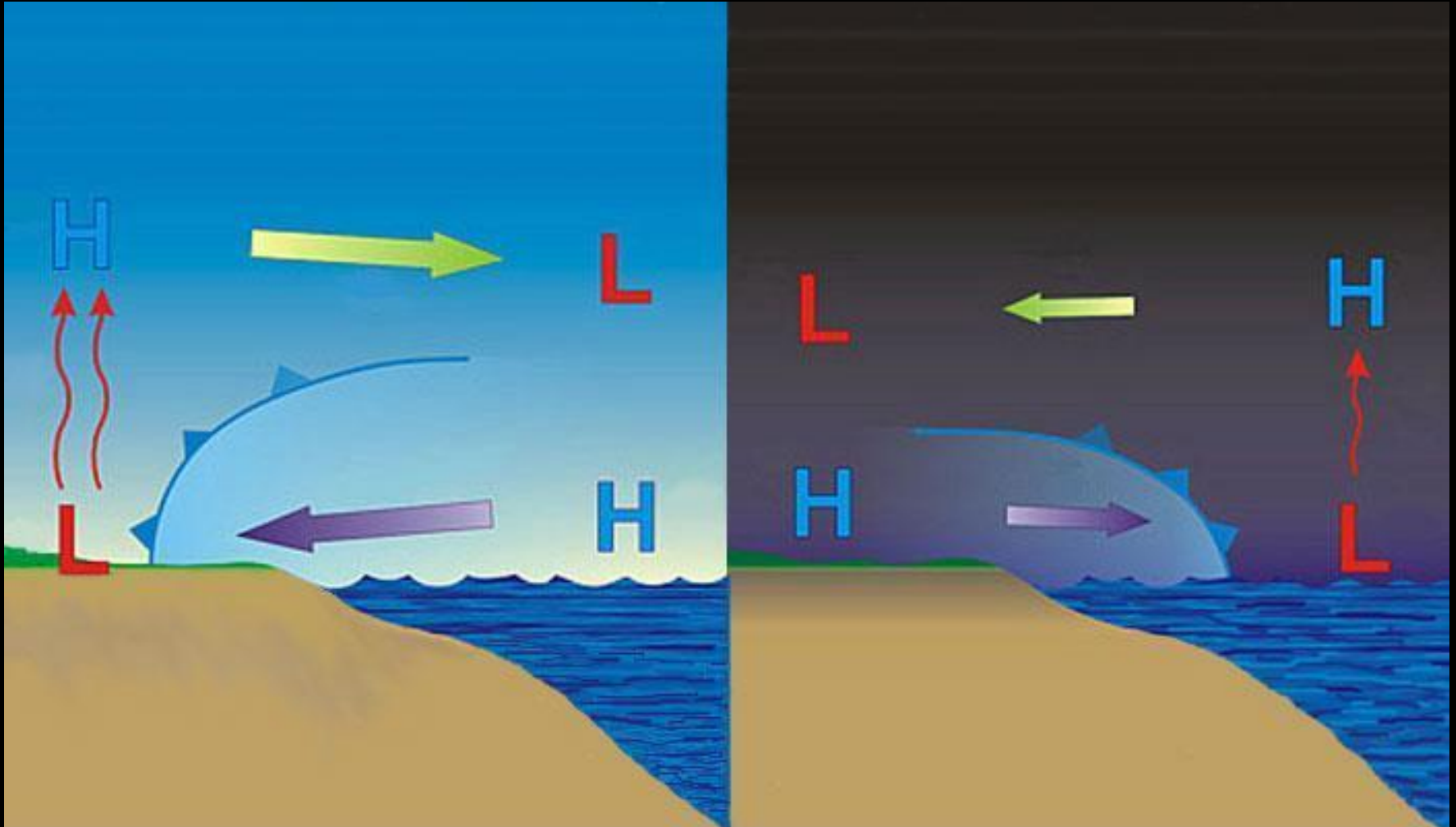
Échelle diurne / locale



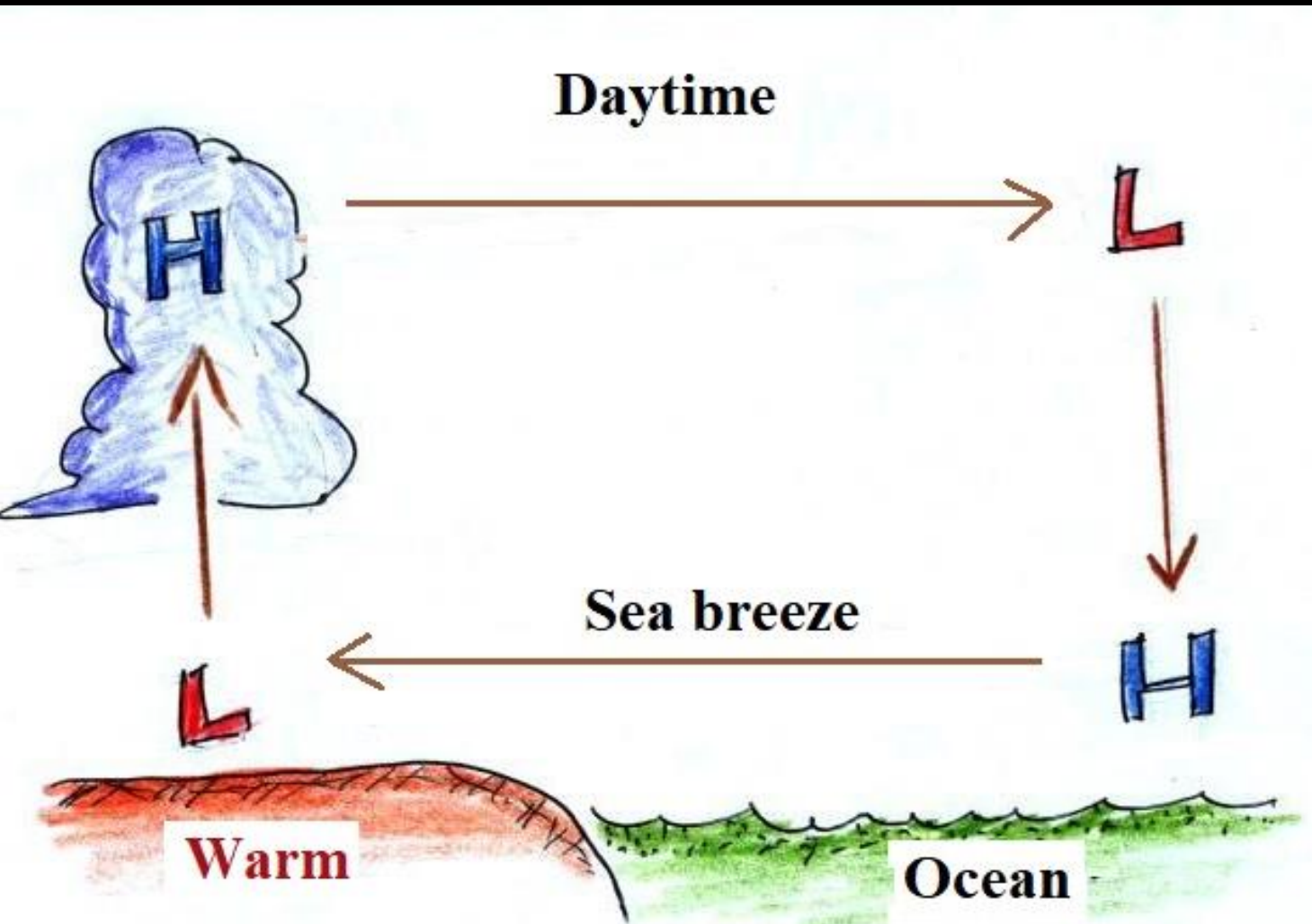
TP3

De la mesure du vent à la production éolienne

Échelle diurne/locale

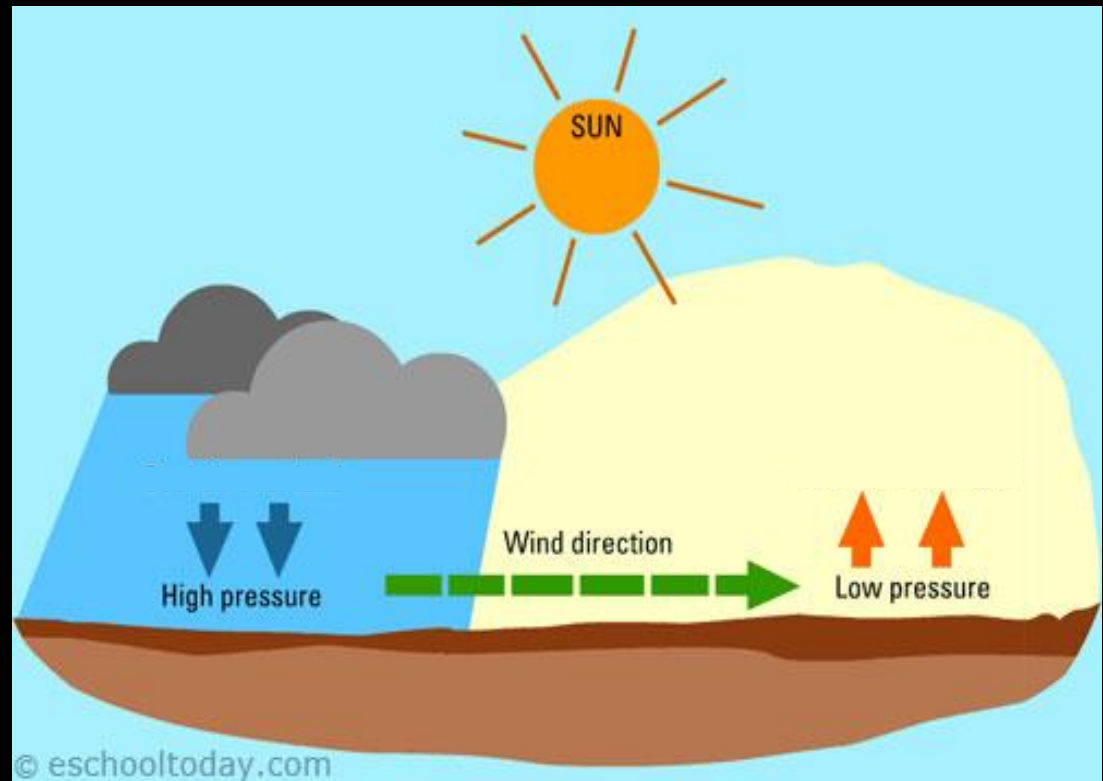
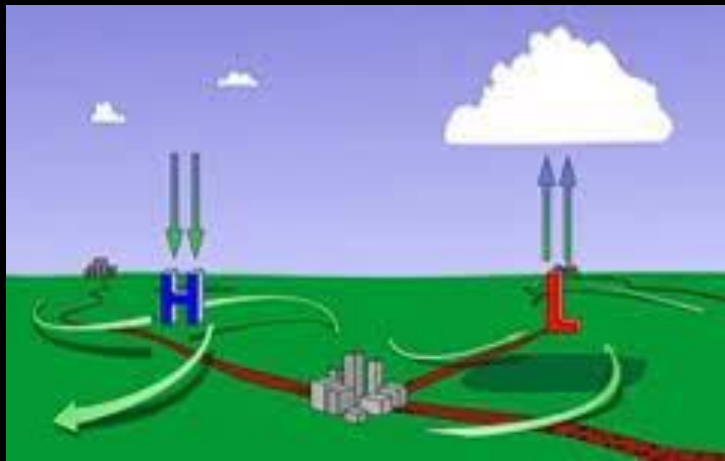


Échelle locale

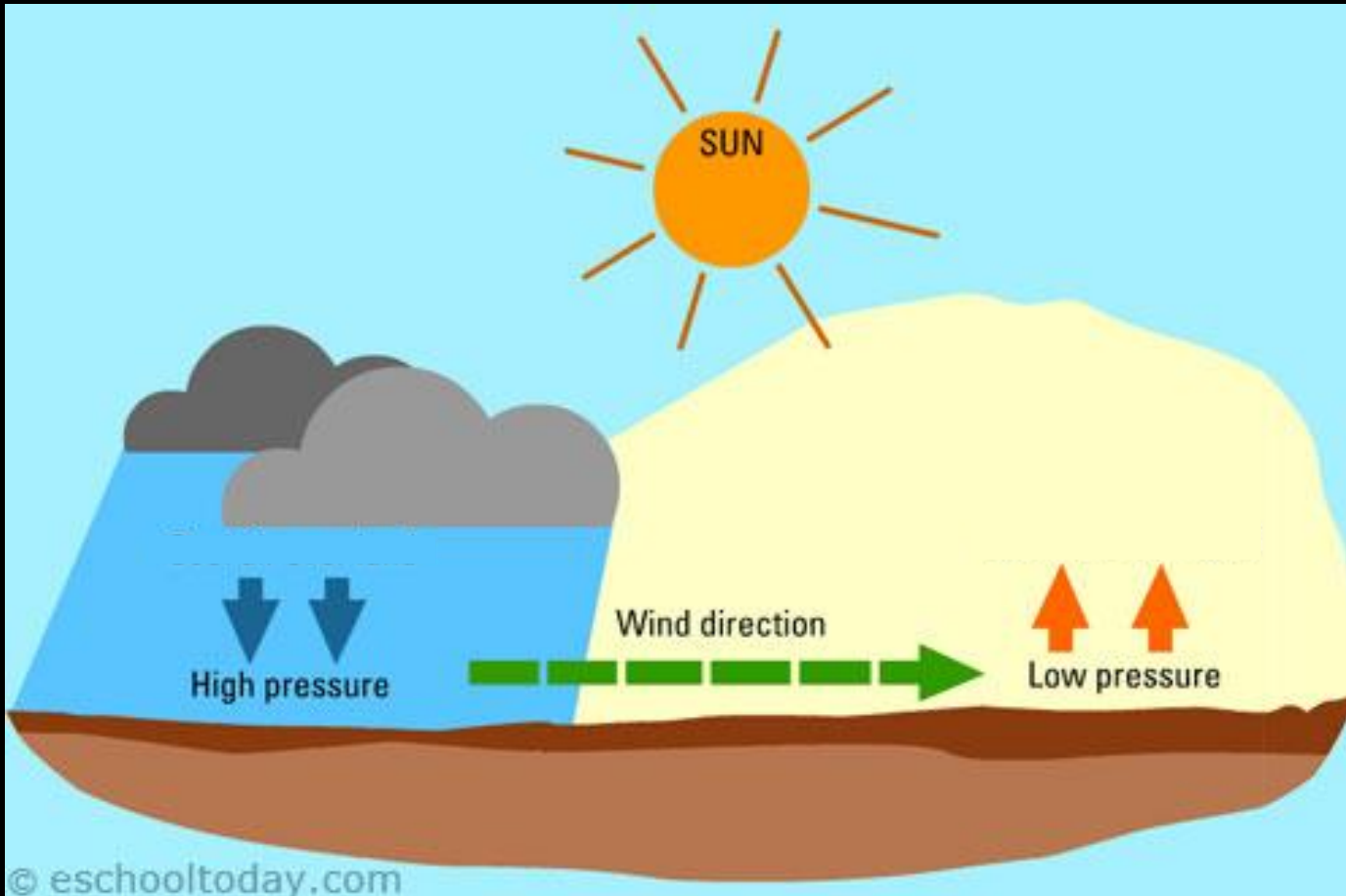


Le vent.

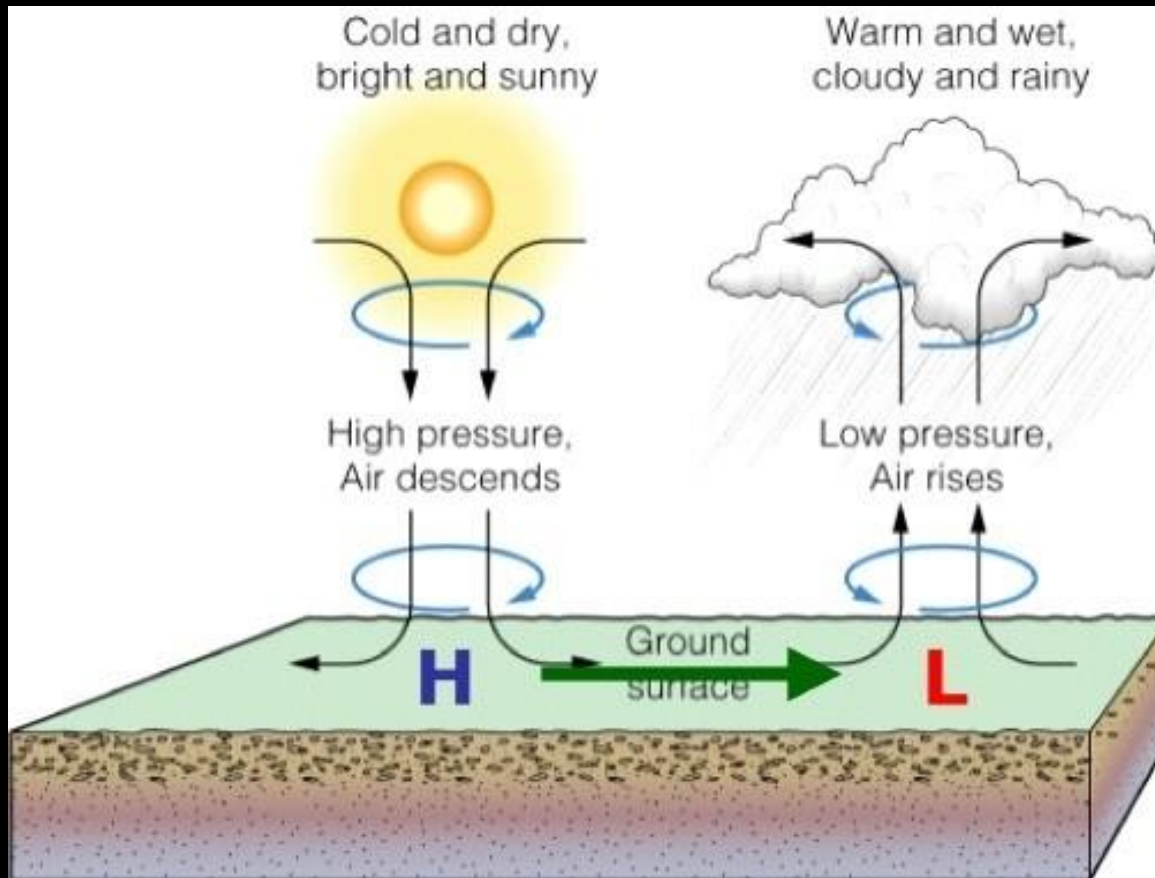
Échelle synoptique



Grande échelle ou petite échelle

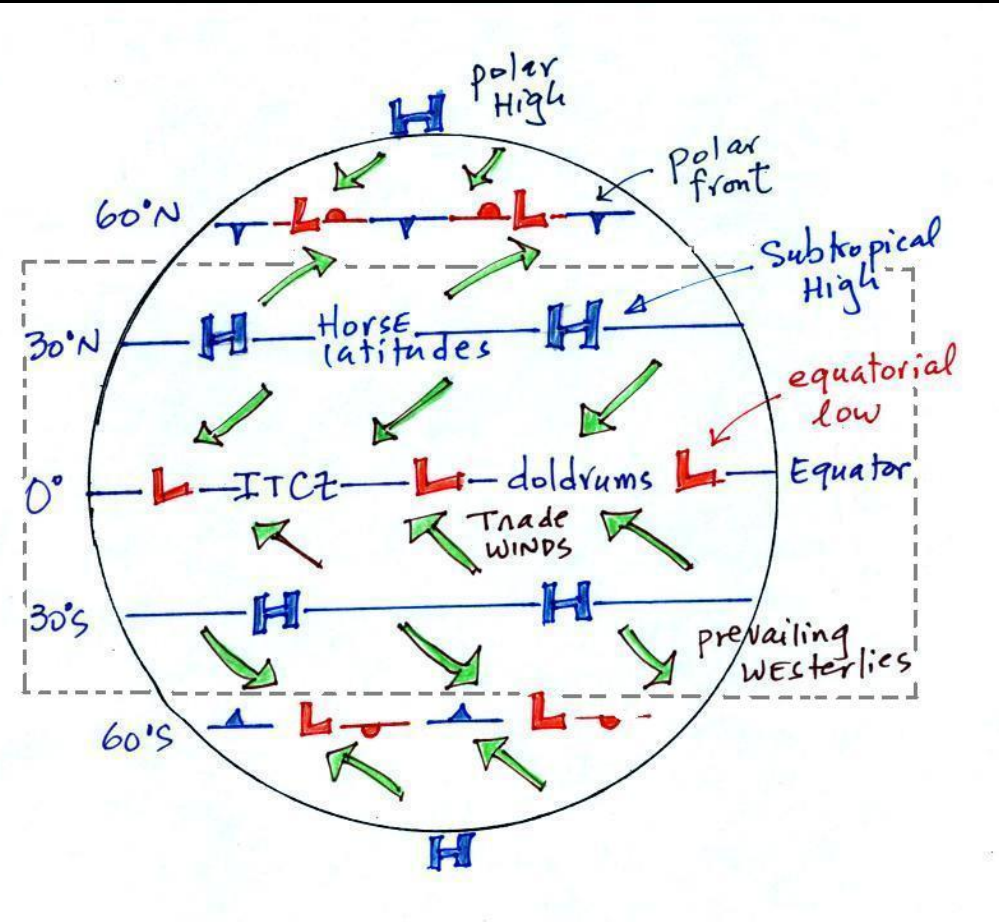


Échelle synoptique

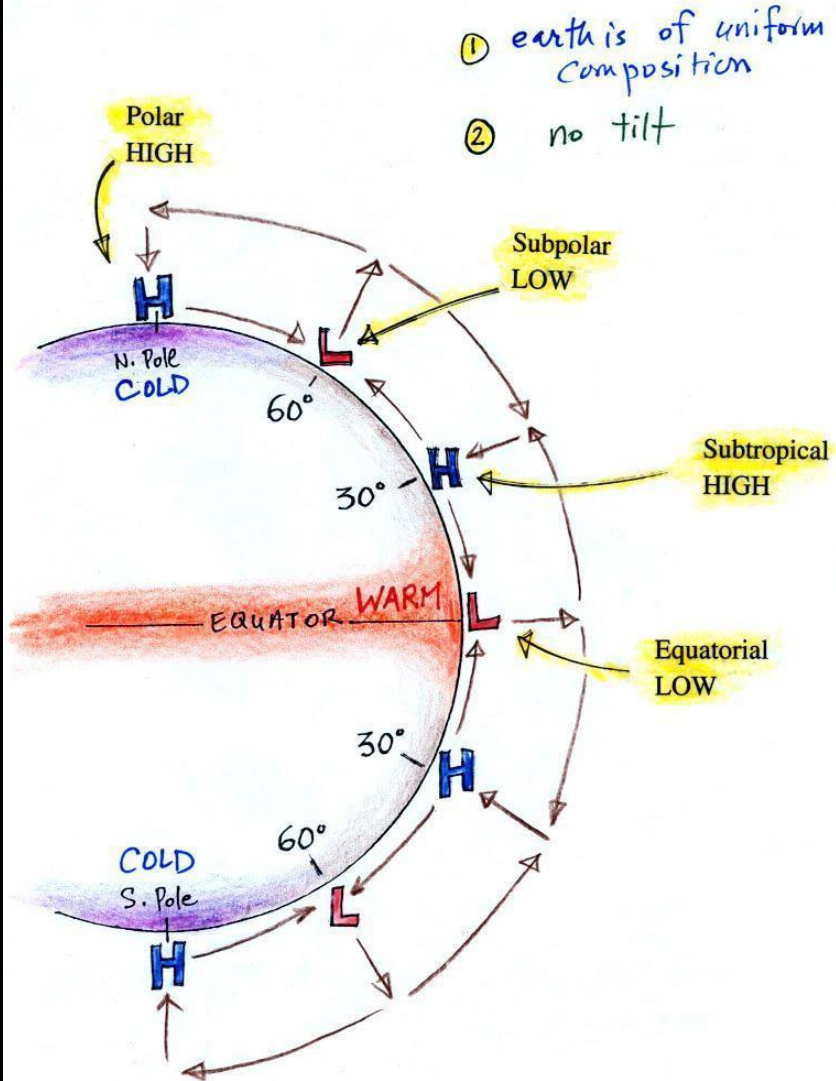


Le vent.

Grande échelle



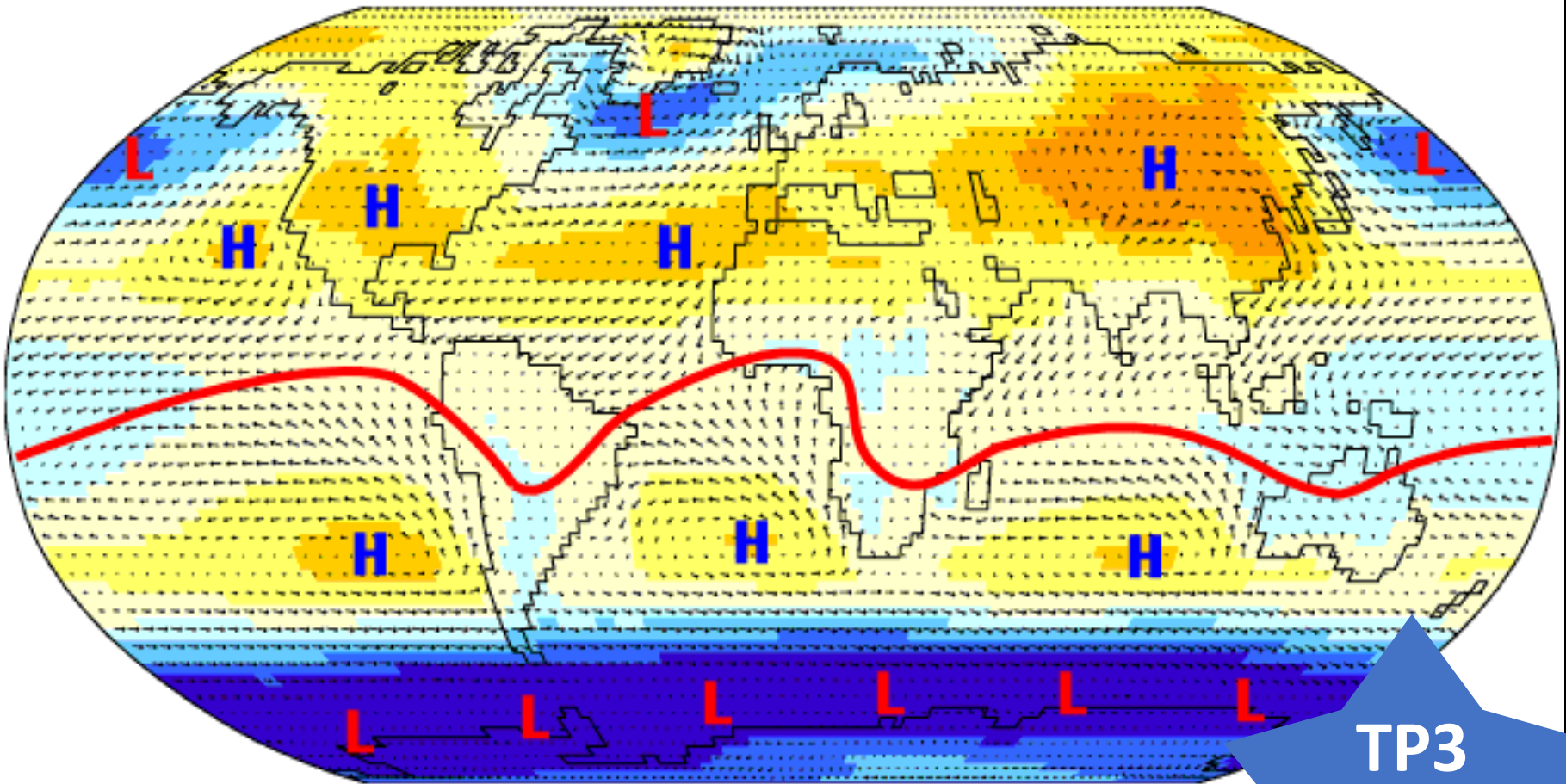
Three-cell model



Le vent à la grande échelle planétaire

Sea-Level Pressure and Surface Winds

Jan



995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 mb



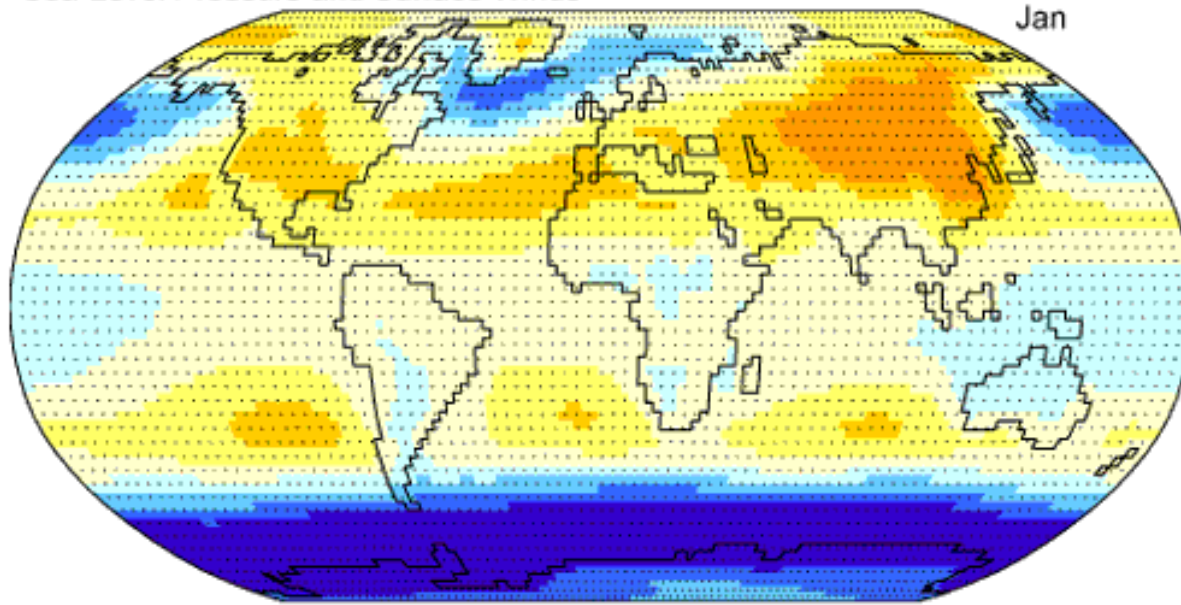
1 2 4 8 16 32 m/sec

Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies

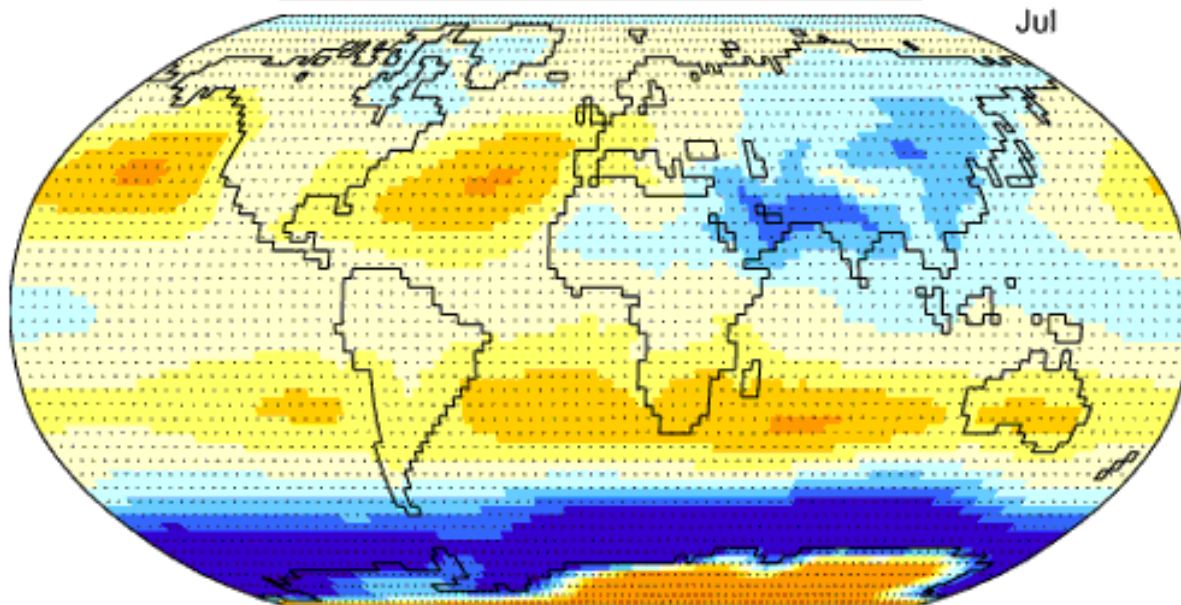
TP3

De la mesure du
vent à la
production
éolienne

Sea-Level Pressure and Surface Winds



Jan

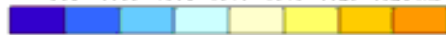


Jul

- Mean sea-level pressure shows the pattern of pressure at the surface. Surface-wind vectors show direction and speed by the orientation and length of vector.

- January and July mean sea-level pressure animations show the general flow of air at the surface.

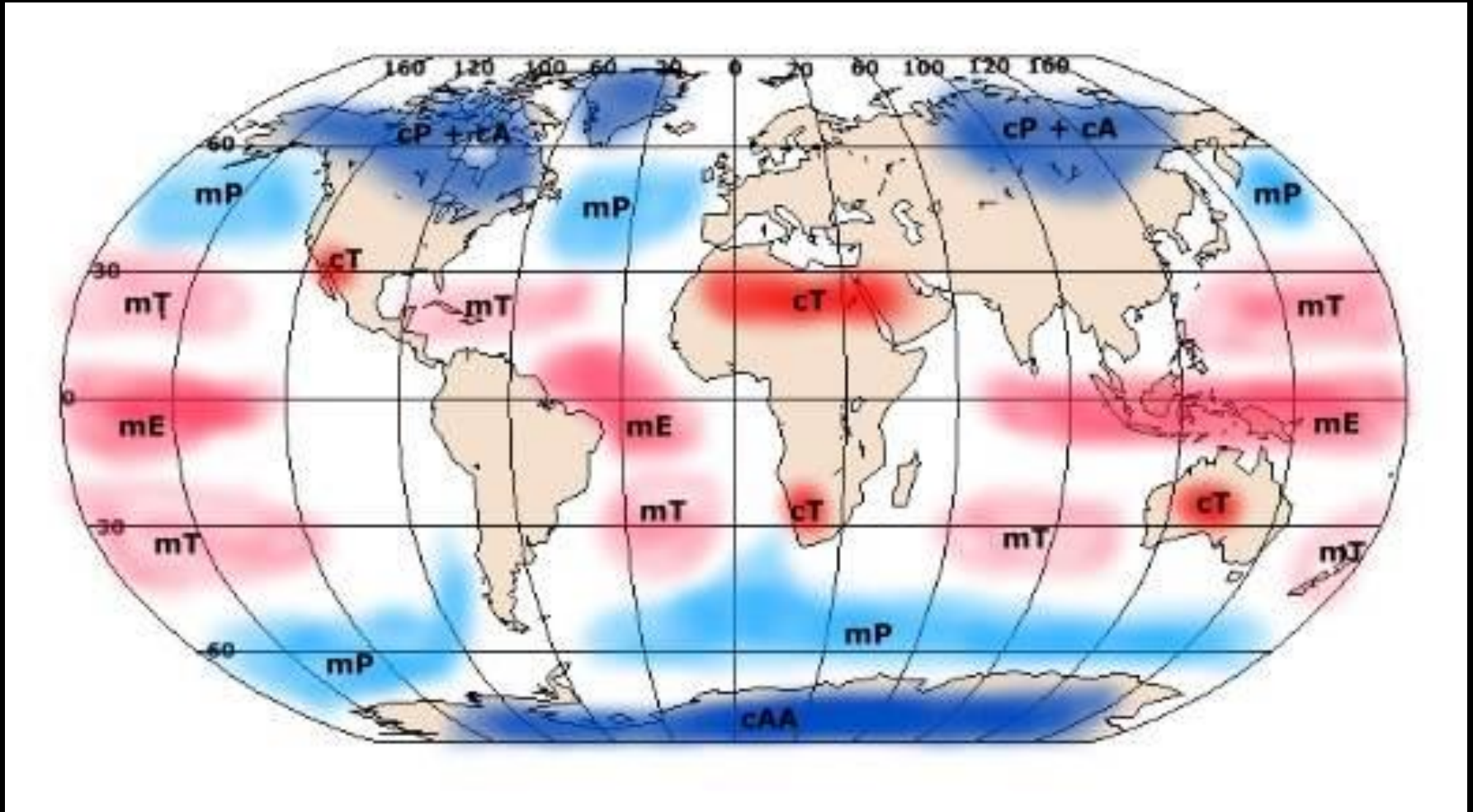
995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 mb



→ 1 → 2 → 4 → 8 → 16 → 32 m/sec

La grande échelle planétaire: masses d'air

Grande échelle



Dynamique atmosphérique: la météo.



Quelle est la différence entre la **météorologie** et le **climat**?

Quelle est la différence entre la météorologie et le climat?

Quelle est la différence entre la météorologie et le climat?

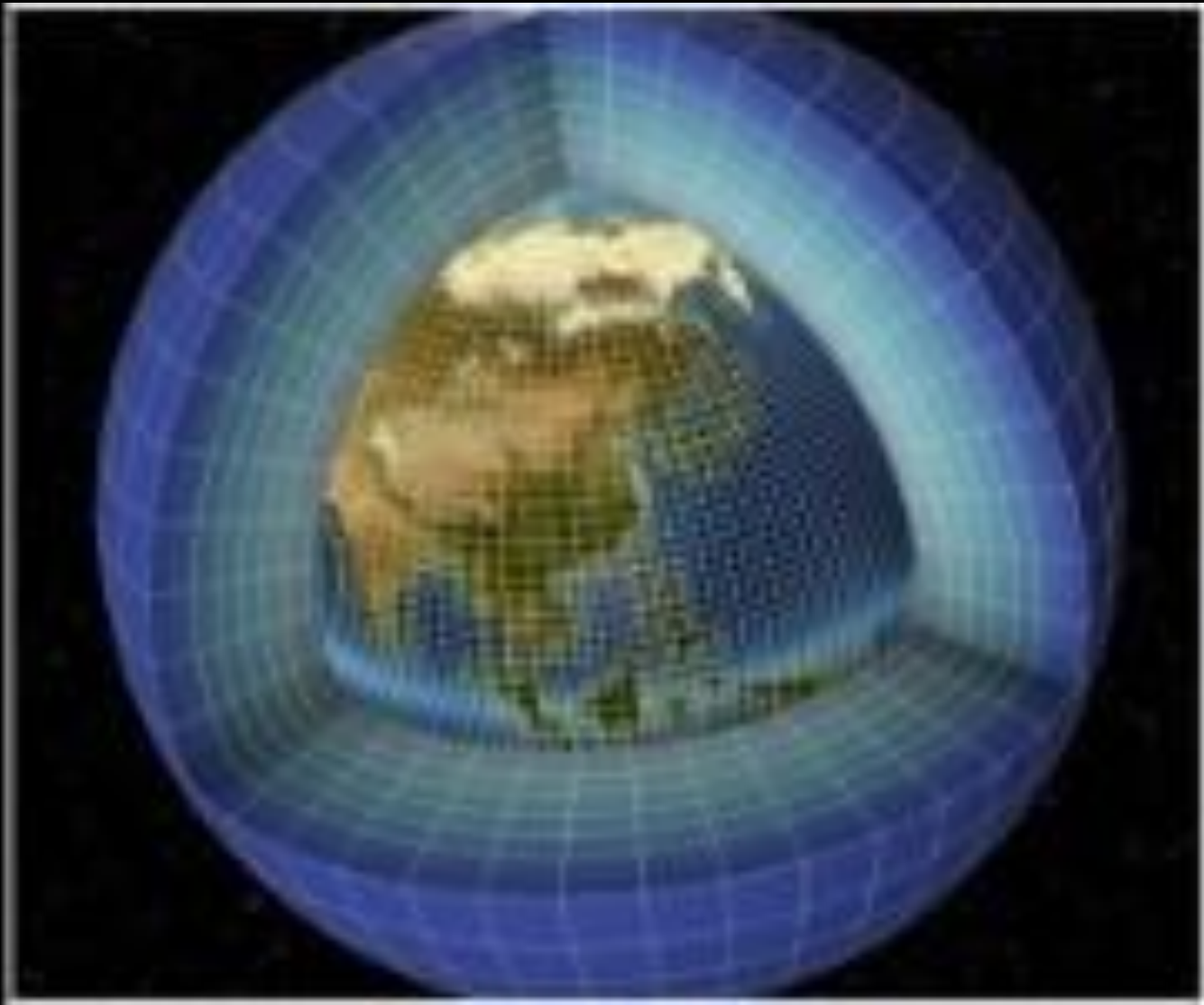
La **météorologie** est l'état de l'atmosphère à un moment et un endroit donnés. (court terme)



Le **climat** est l'ensemble des conditions météorologiques **typiques** d'un lieu ou d'une région sur une longue période de temps. (long terme)

TP5

De la mesure
à la tendance
climatique



<https://youtu.be/iP7hY9mgMHc>

TP1

Structure de
l'atmosphère

TP4

Qualité de
l'air

TP4

Énergie
éolienne

**ATÉLIERS
CLE 2021**

TP3

Énergie
solaire

TP5

Mesure et
tendances
climatiques