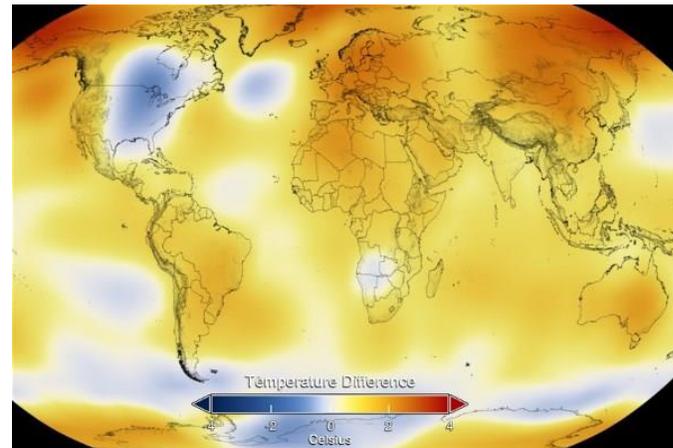


Notions de climatologie

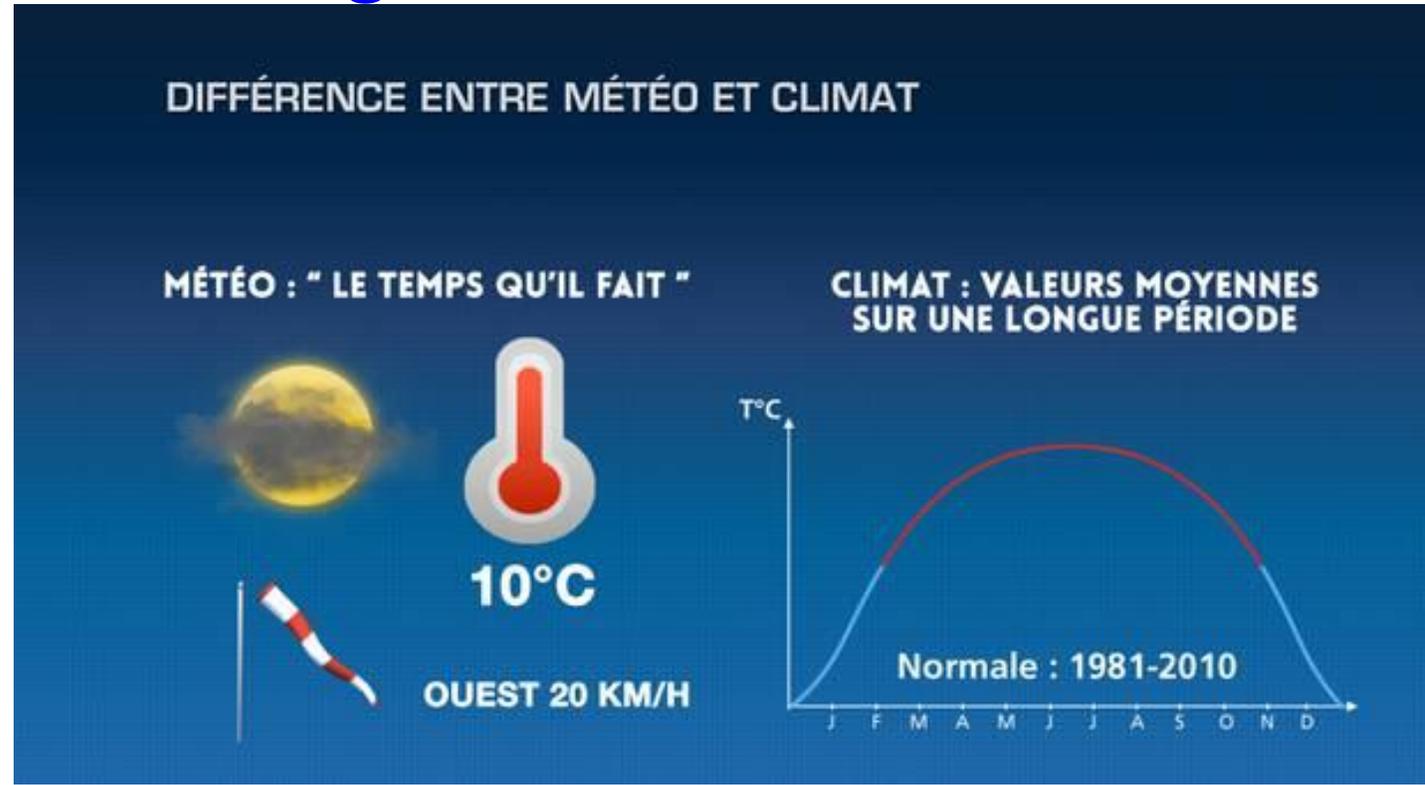


Notions de climatologie: Définition

La météo:

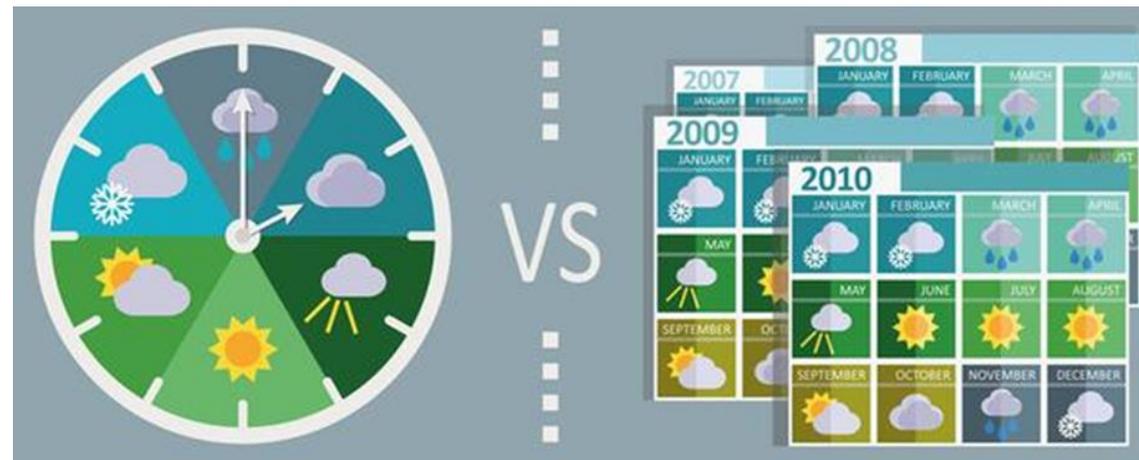
Les conditions de l'atmosphère dans un lieu et un moment donné et leurs conséquences sur le quotidien et les activités humaines.

On mesure la météo par ces éléments:
La température, les précipitations, le vent, la visibilité, l'humidité, l'état de ciel (nuages) et la pression atmosphérique



Le climat:

Les conditions de l'atmosphère sur une échelle temporelle beaucoup plus longue et sur une échelle géographique plus vaste. Sur des années, des millénaires, les scientifiques étudient comment les températures, les précipitations, les vents, la pression atmosphérique évoluent. Souvent ce sont des tous petits changements mais qui, au fil des années, deviennent de vraies tendances.



Notions de climatologie: Définition

Météo ou climat ?

Météo : Échelles de temps courtes

« heures, jours »



Aurai-je besoin
d'un parapluie
aujourd'hui ?
Est-ce qu'il
pleut ? Quel
temps fait-il ?

Climat : Échelles de temps longues

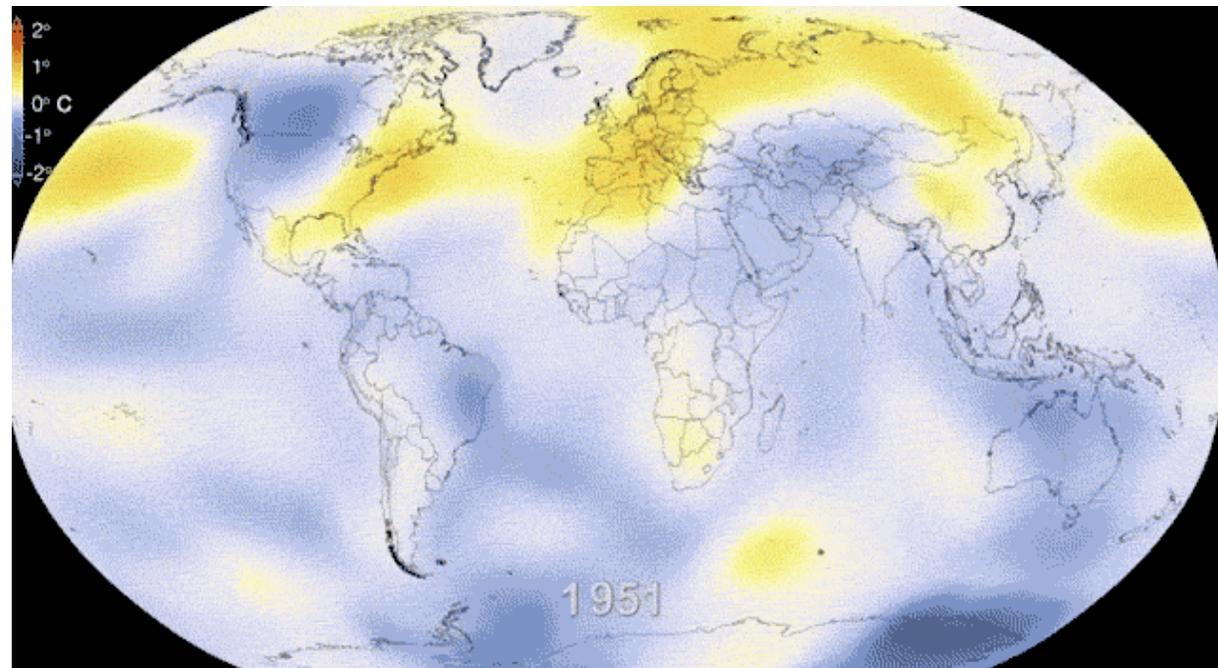
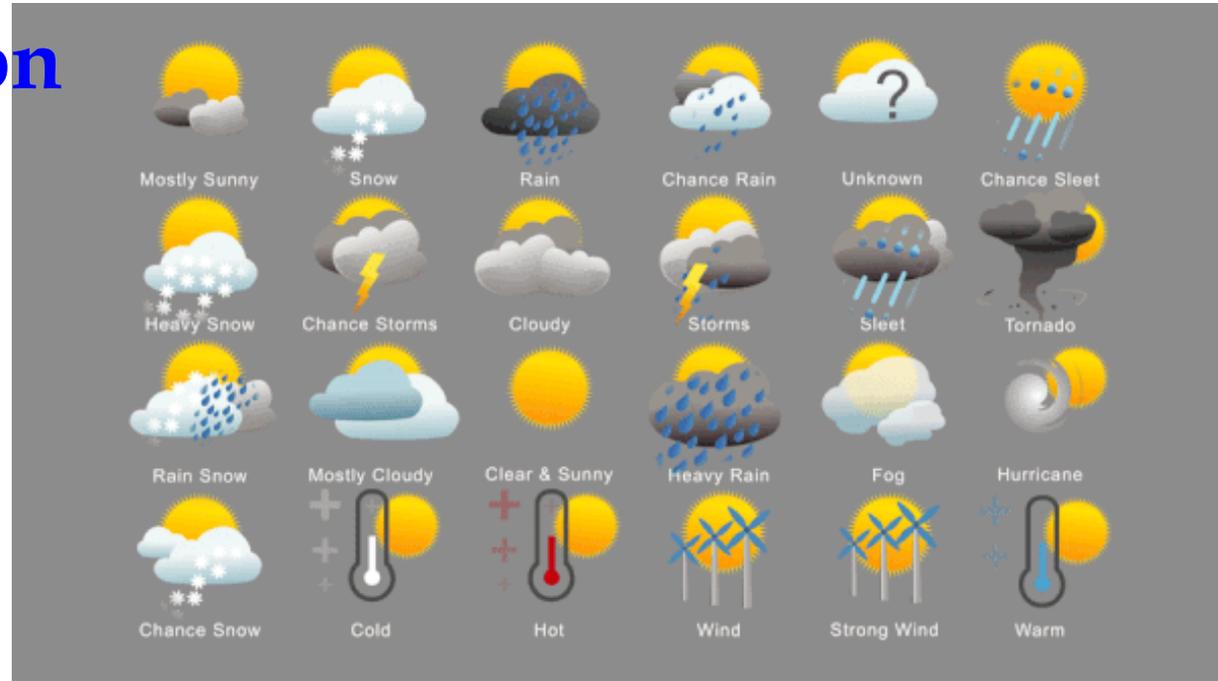
« moyenne au cours des
30 dernières années »



Je vais à Nairobi
en mai, est-ce
habituellement la
saison des pluies
là-bas ? Quel est
le **climat** ?



Notions de climatologie: Définition



Notions de climatologie: Définition



Notions de climatologie: Définition

Le climat est donc l'ensemble de conditions atmosphériques moyennes propres à un lieu, observées sur une période d'environ 30 ans. Le climat comprend la durée d'illumination (y compris l'ensoleillement), la température, l'humidité de l'air, le dégagement du ciel (nuages), les précipitations, le vent etc.

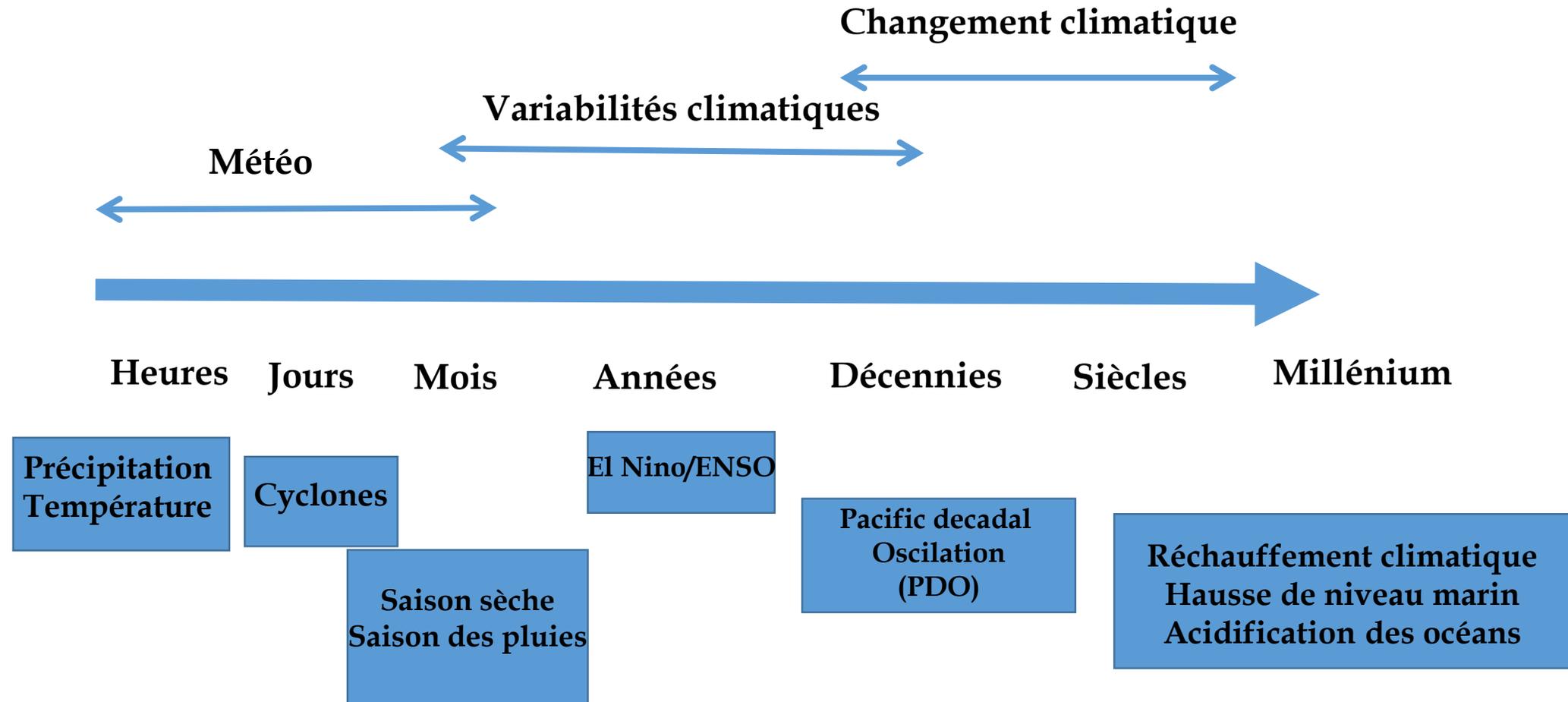


Climat est ce à quoi l'on s'attend, été très chaud sur une île tropicale, hiver très froid au pôle nord.

Météo est le temps qu'il fait ou qu'il fera demain (les prévisions ne sont pas fiables au delà de 3 jours), une journée chaude avec des orages, pluie avec vents forts, neige et verglas.



Notions de climatologie: Définition



Notions de climatologie: Définition

Etude de climat: Climatologie

Etude de la météo: Météorologie

Etude de climat dans le passé: Paléoclimatologie

La Température

L'atmosphère



Le rayonnement solaire



Les précipitations

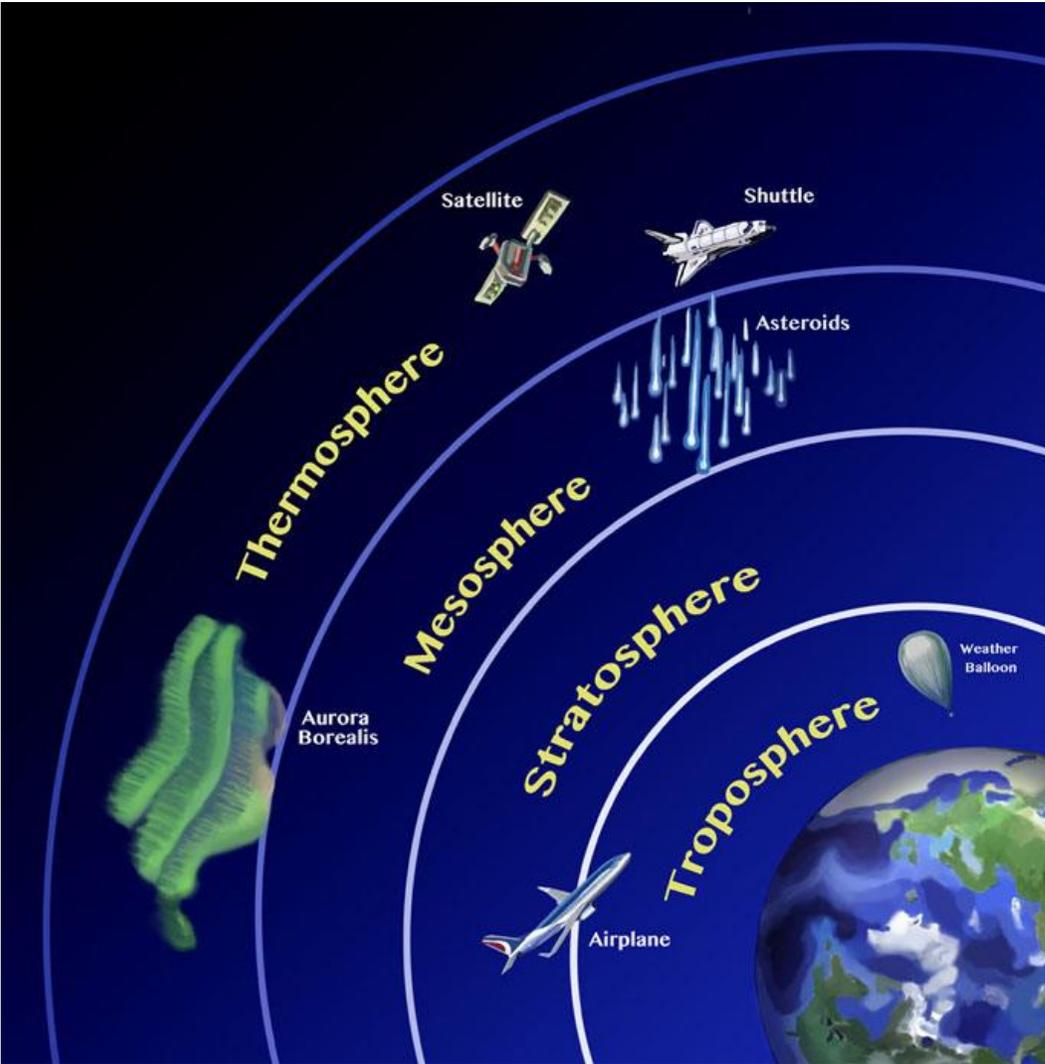


La circulation des vents

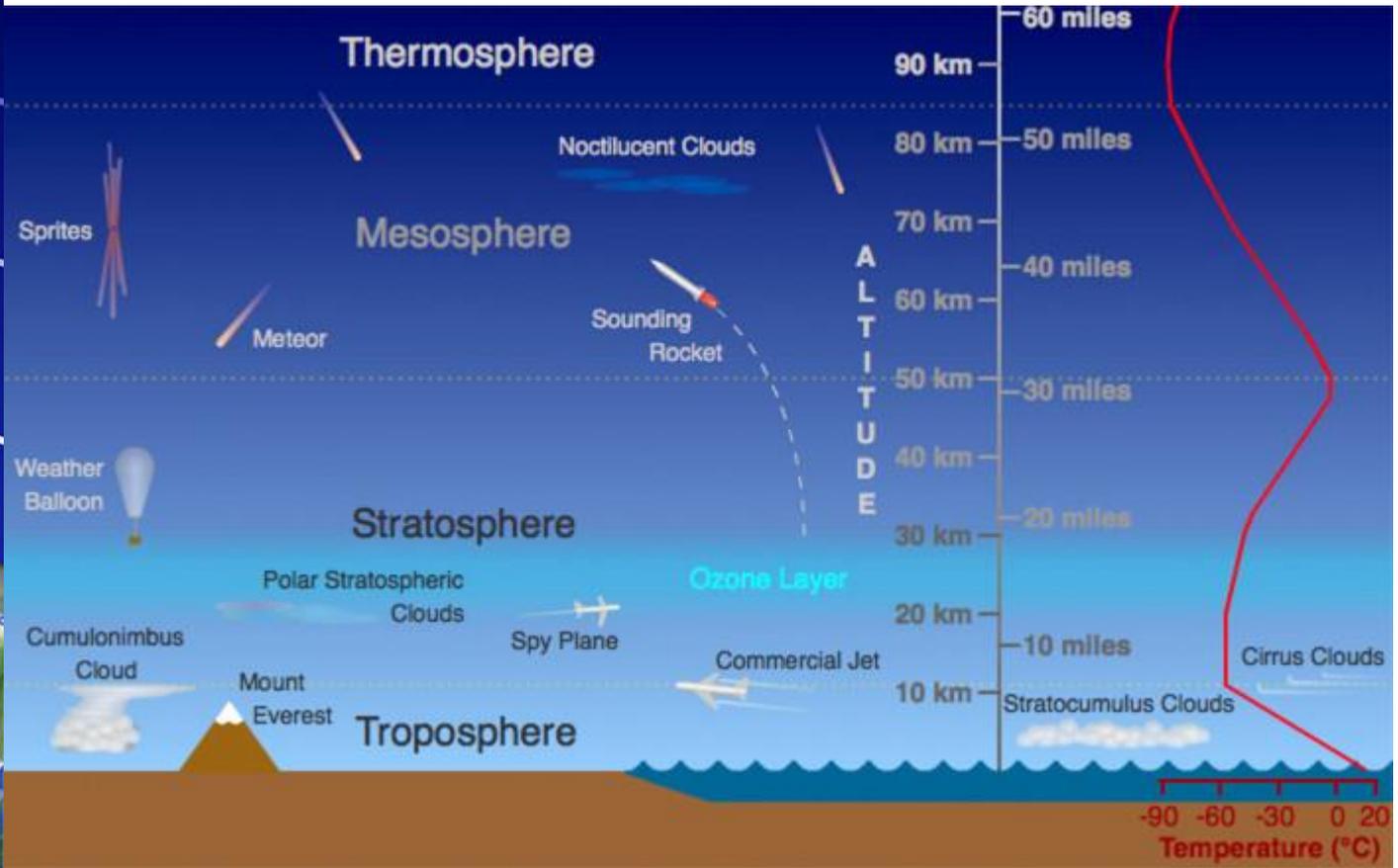
Chapitre 1 - Notions de climatologie

- 1- Définitions ;
- 2- Rappel des différentes couches de l'atmosphère ;
- 3- Rayonnement solaire, sa répartition dans l'atmosphère et au niveau du sol en fonction de la latitude, de l'altitude, de la variation de relief, de l'exposition nord ou sud, de la nature du sol, ... ;
- 4- Température à la surface de la Terre et les facteurs influençant sa répartition dans le temps et dans l'espace tels que la latitude (variations diurnes et saisonnières), la répartition des terres et des mers, la continentalité et l'altitude ;
- 5- La circulation atmosphérique avec les deux types de mouvements atmosphériques :
 - a. les mouvements verticaux avec la notion d'humidité atmosphérique (humidité absolue, humidité saturante et humidité), la notion d'adiabatique, la stabilité et l'instabilité atmosphériques, évaporation, condensation et précipitations ;
 - b. Mouvements horizontaux : pression à la surface de la Terre, centres d'action et vent ;
- 6- Les principales zones climatiques de la planète.

Notions de climatologie: Rappel de l'atmosphère



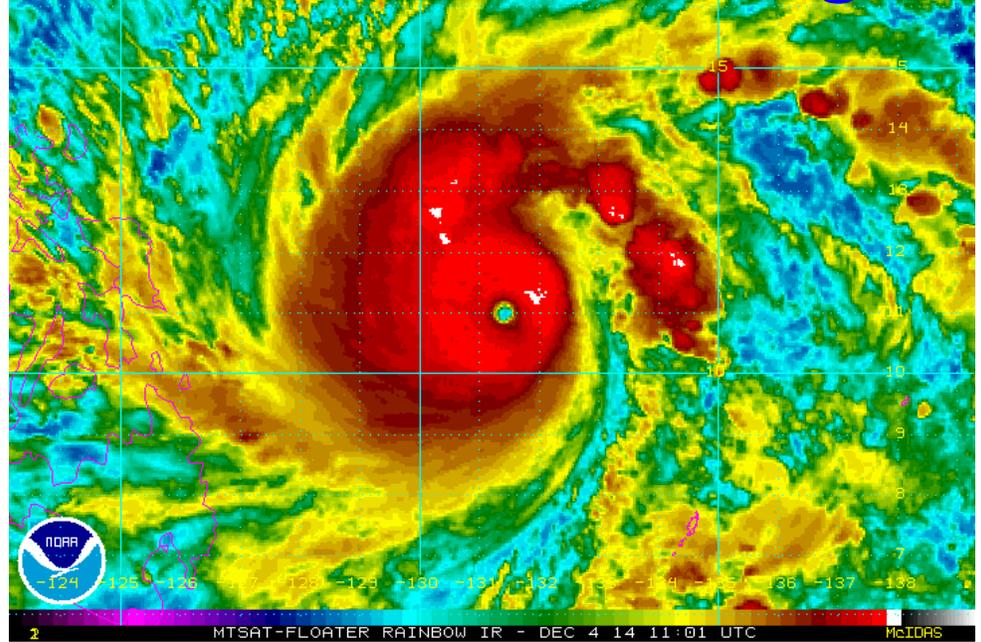
L'atmosphère est l'enveloppe externe d'une planète ou d'une étoile qui est constituée principalement de gaz neutres et d'ions (ou plasmas).



Composition chimique de l'air

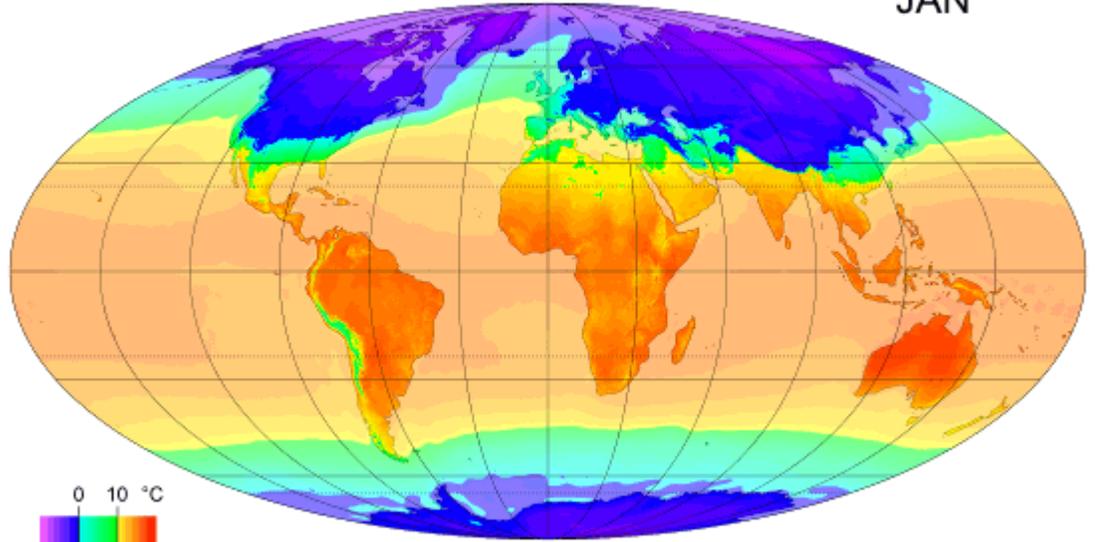
Gaz constituants de l'air sec	Volumes (en %)	Masses molaires
Azote (N ₂)	78,09	28,016
Oxygène (O ₂)	20,95	32
Vapeur d'eau (H ₂ O)	0,1 à 5	18,01
Argon (A)	0,93	39,944
Dioxyde de carbone (CO ₂)	0,035	44,01
Néon (Ne)	1,8 10 ⁻³	20,183
Hélium (He)	5,24 10 ⁻⁴	4,003
Krypton (Kr)	1,0 10 ⁻⁴	83,07
Hydrogène (H ₂)	5,0 10 ⁻⁵	2,016
Xénon (Xe)	8,0 10 ⁻⁶	131,3
Ozone (O ₃)	1,0 10 ⁻⁶	48
Radon (Rn)	6,0 10 ⁻¹⁸	222

Notions de climatologie: Rappel de l'atmosphère

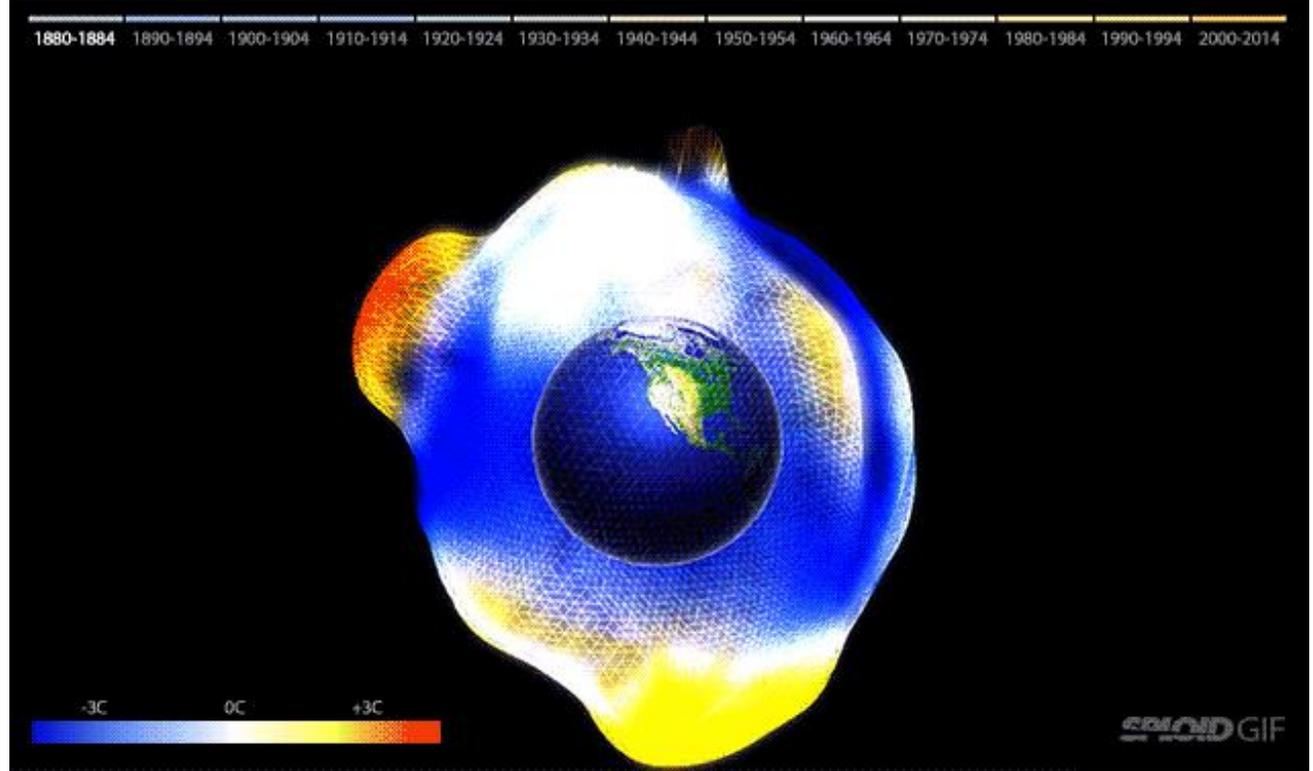


Variabilités atmosphériques journalières

JAN



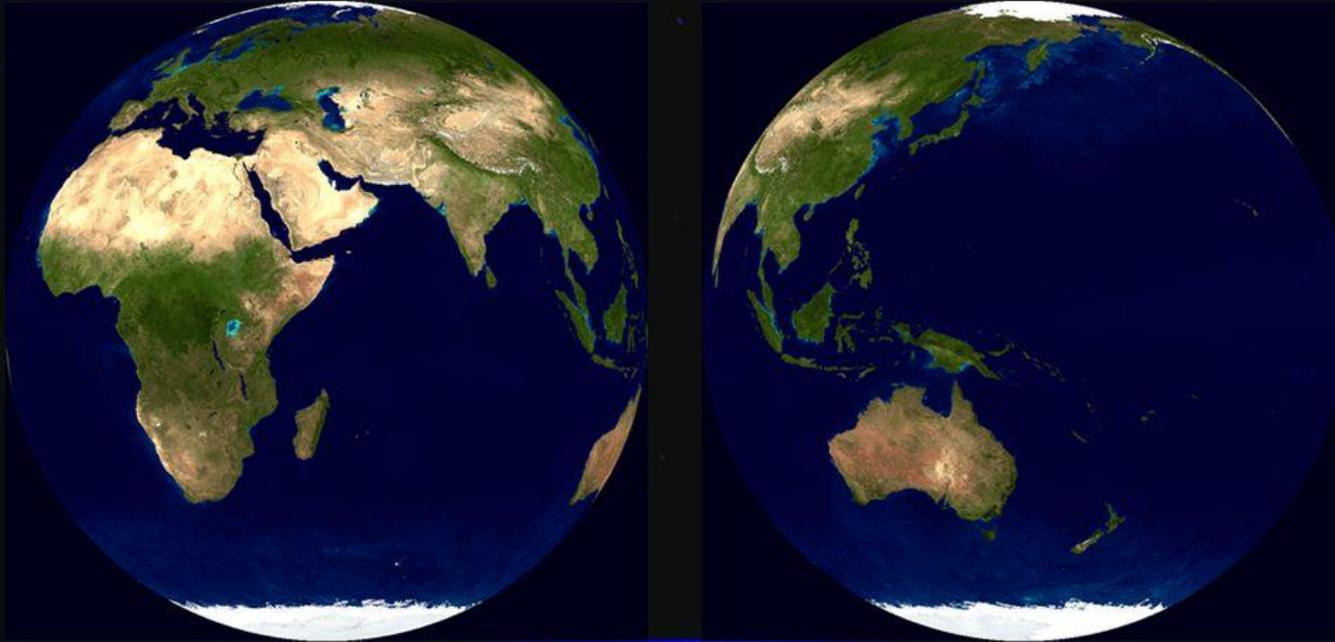
Variabilités atmosphériques annuelles



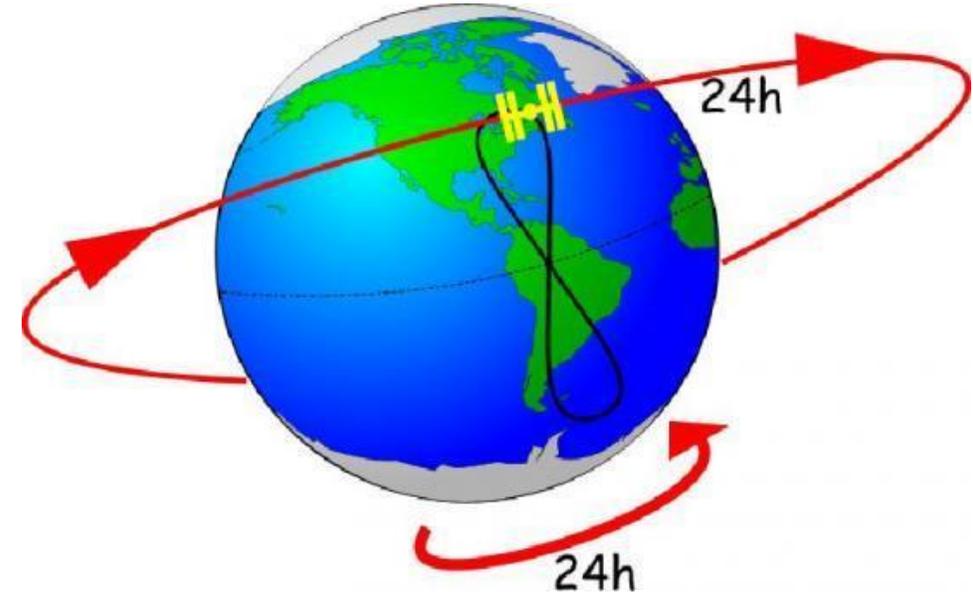
Variabilités atmosphériques centenaire

Notions de climatologie: Rayonnement solaire

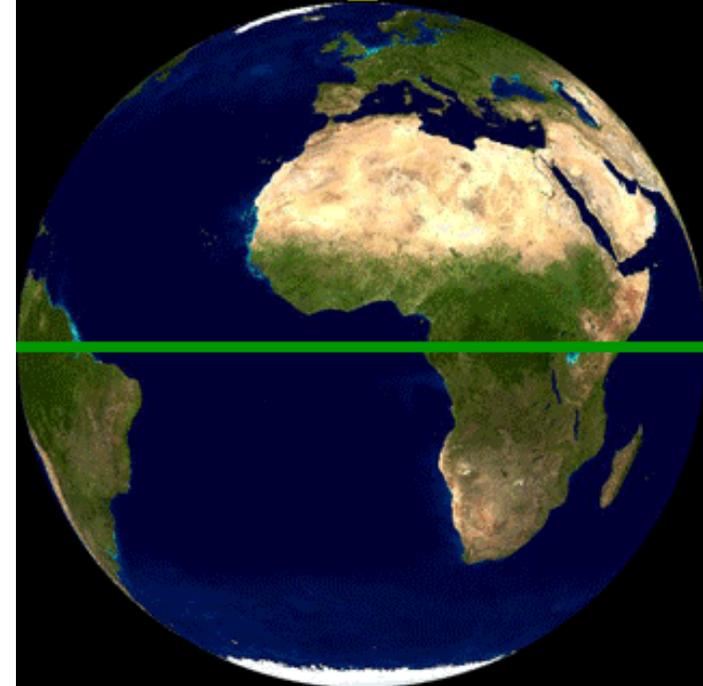
La Terre tourne sur elle-même.



La Terre tourne sur elle-même en environ 24 heures :
c'est la rotation.
La rotation de la Terre explique l'alternance jour/nuit.



Climate Change Solution Invention 28 Billion USD



DonPentecost@Force1usa.com

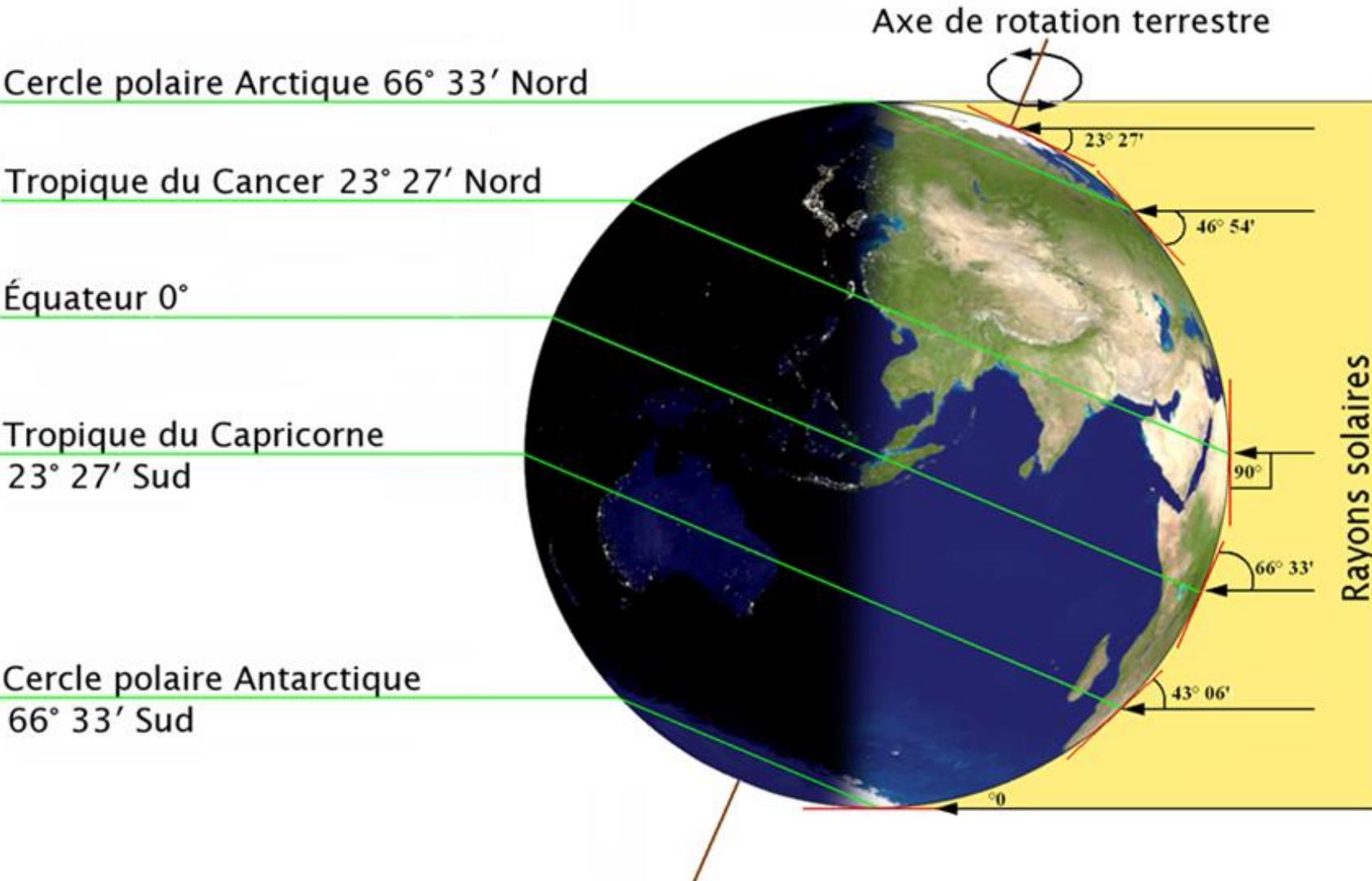
La distribution de l'énergie à la surface de la Terre :

Trois paramètres interviennent dans la répartition l'énergie solaire au sol :

- la durée d'illumination ;
- l'angle d'inclinaison des rayons par rapport au sol ;
- la traversée de l'atmosphère.

Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Relation entre l'angle d'inclinaison et la répartition de l'énergie au sol dans l'espace



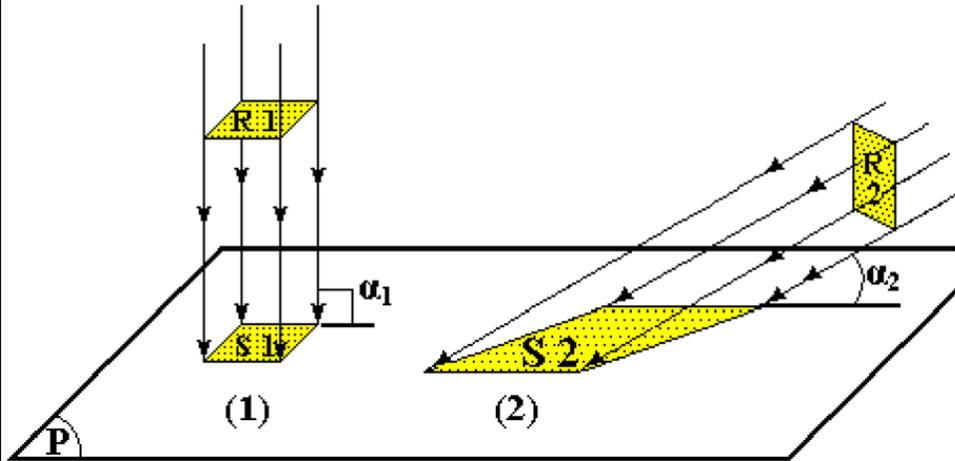
La succession des jours et des nuits résulte de la rotation de la Terre autour de son axe.

La durée d'illumination est l'intervalle qui s'écoule entre le lever et le coucher du Soleil.

Elle varie, en dehors de l'équateur à cause de l'inclinaison de l'axe de rotation par rapport à la verticale au plan de l'écliptique

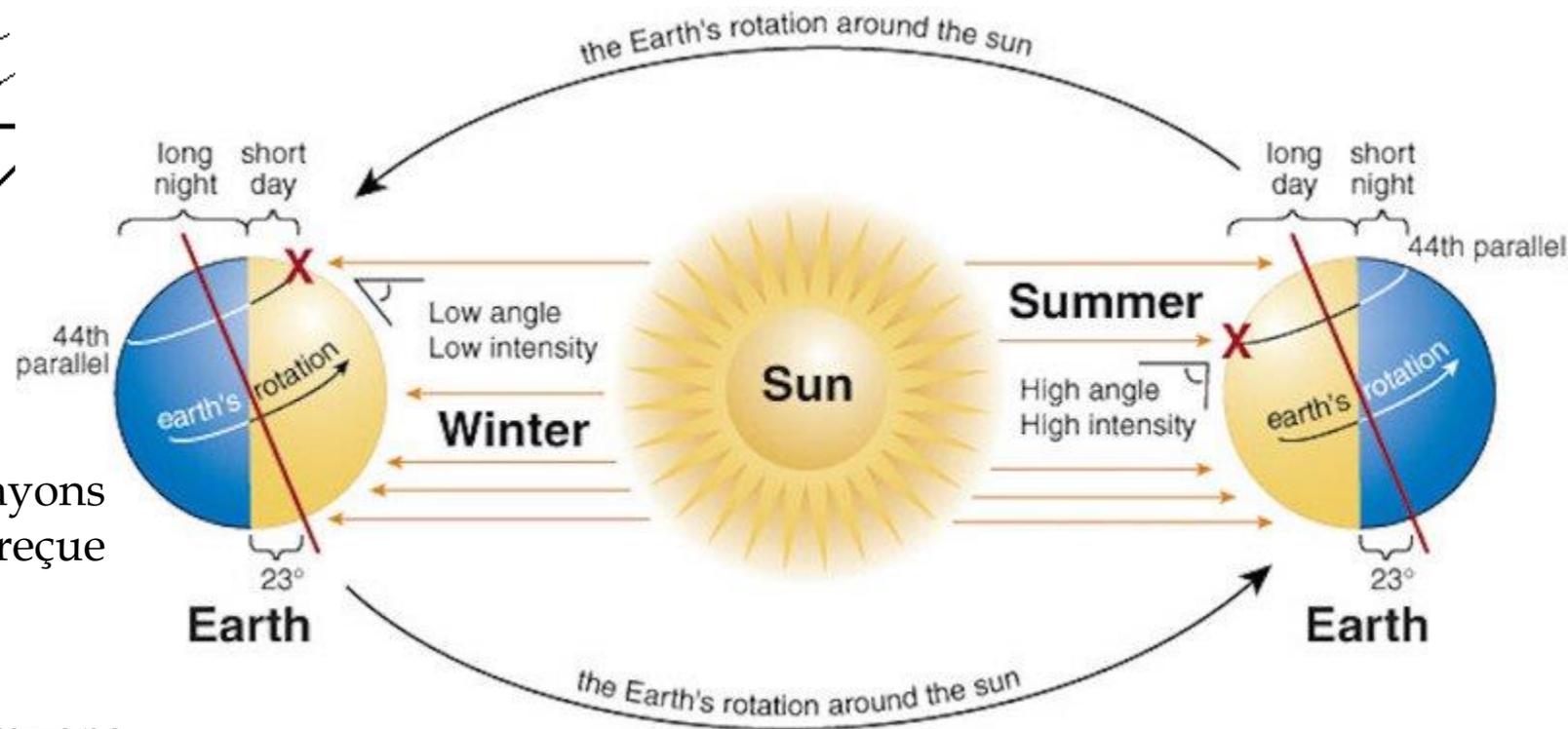
Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Relation entre l'angle d'inclinaison et la répartition de l'énergie au sol dans l'espace



Vers l'équateur, l'angle d'inclinaison des rayons par rapport au sol est important. L'énergie reçue au sol est importante.

Vers les pôles, l'angle d'inclinaison des rayons par rapport au sol est faible. L'énergie reçue au sol est faible.



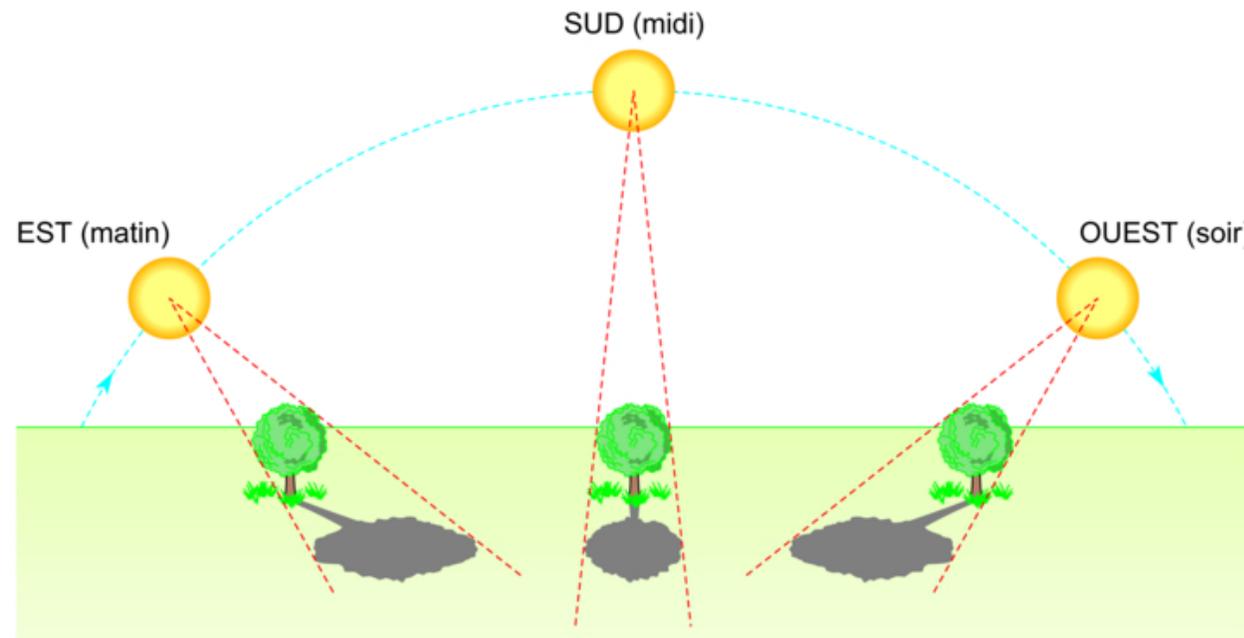
Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Relation entre l'angle d'inclinaison et la répartition de l'énergie au sol dans le temps

A l'échelle de la journée :

- Au lever et au coucher du soleil, les rayons sont très inclinés ($\alpha \approx 0^\circ$), la quantité d'énergie interceptée par unité de surface est faible ;
- A la mi-journée, l'angle d'inclinaison des rayons par rapport au sol, est maximal, les rayons sont concentrés à la surface, la quantité d'énergie par unité de surface est grande.

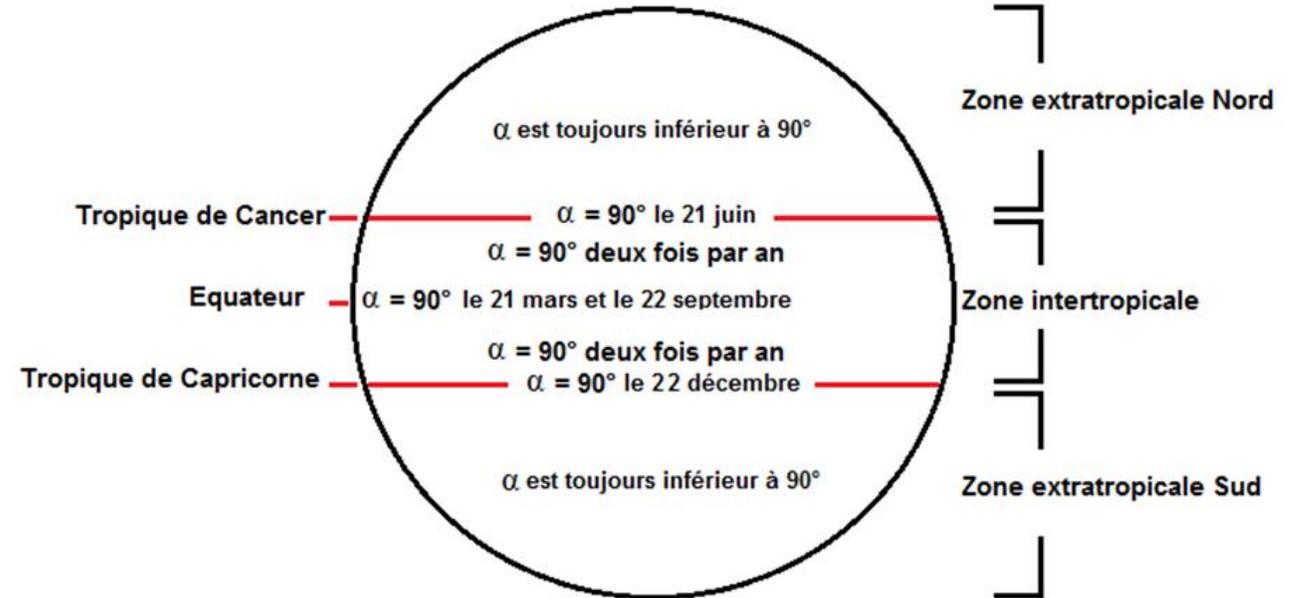
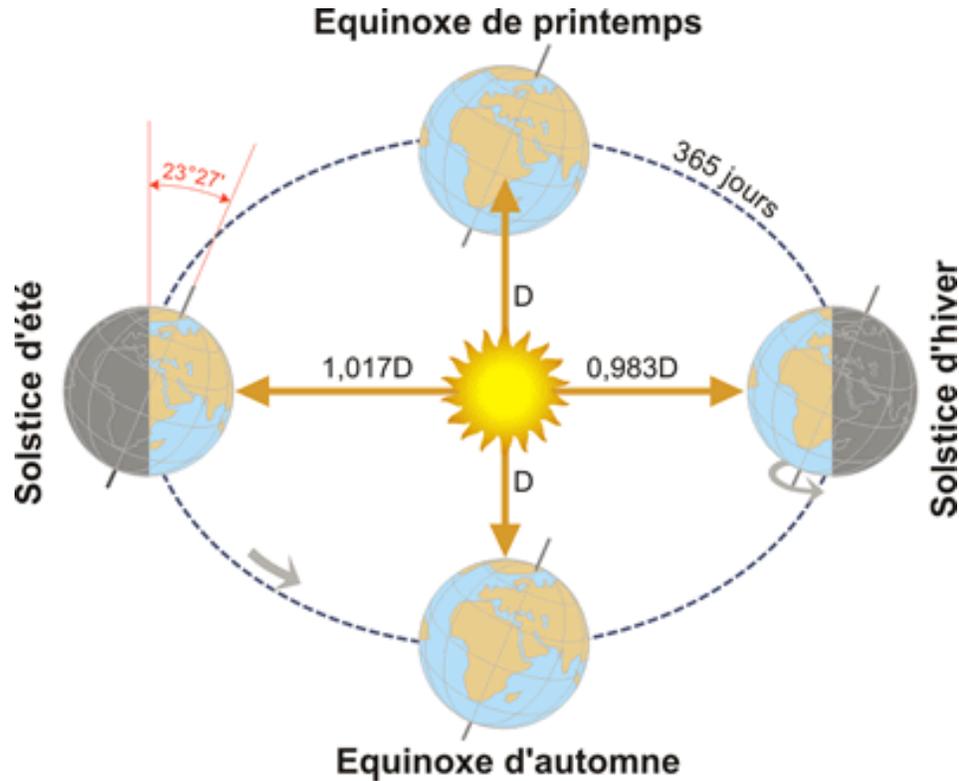
Les positions du soleil au cours de la journée



Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Relation entre l'angle d'inclinaison et la répartition de l'énergie au sol dans le temps

Au cours de l'année :

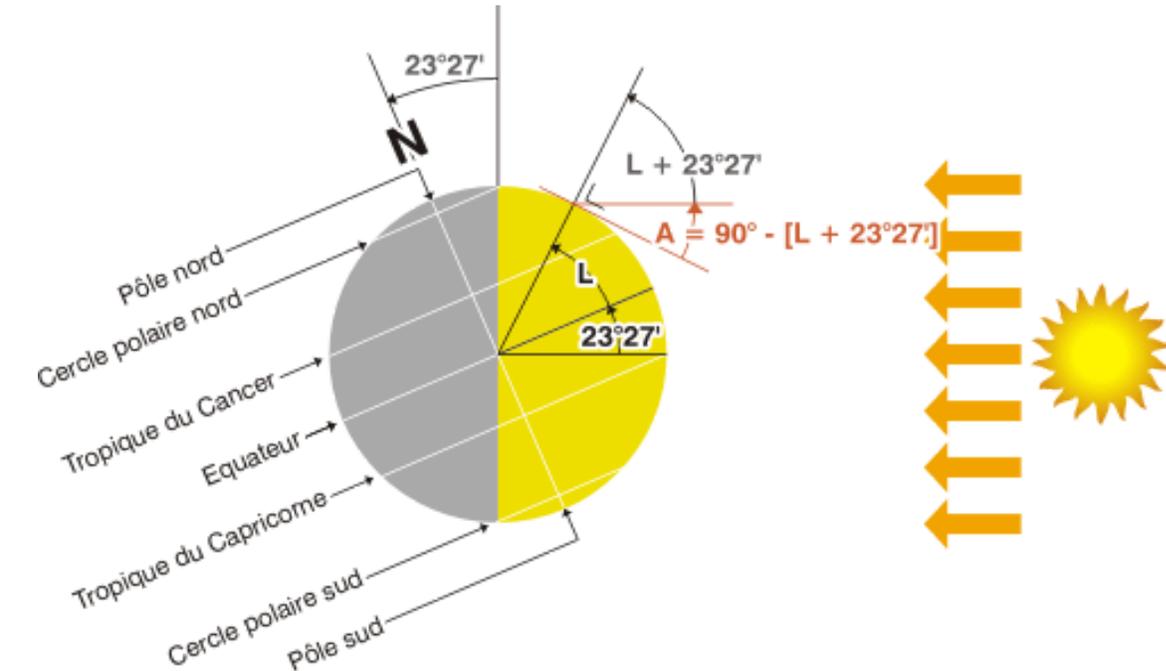


Variation de l'angle d'inclinaison des rayons par rapport au sol à la mi-journée au cours de l'année

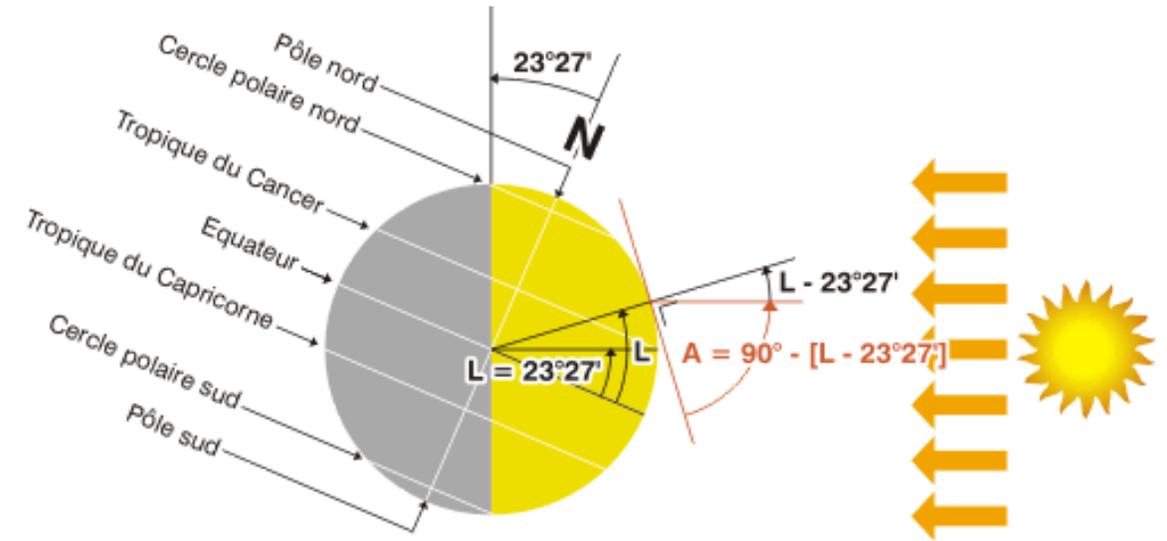
Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Relation entre l'angle d'inclinaison et la répartition de l'énergie au sol dans le temps

Au cours de l'année :

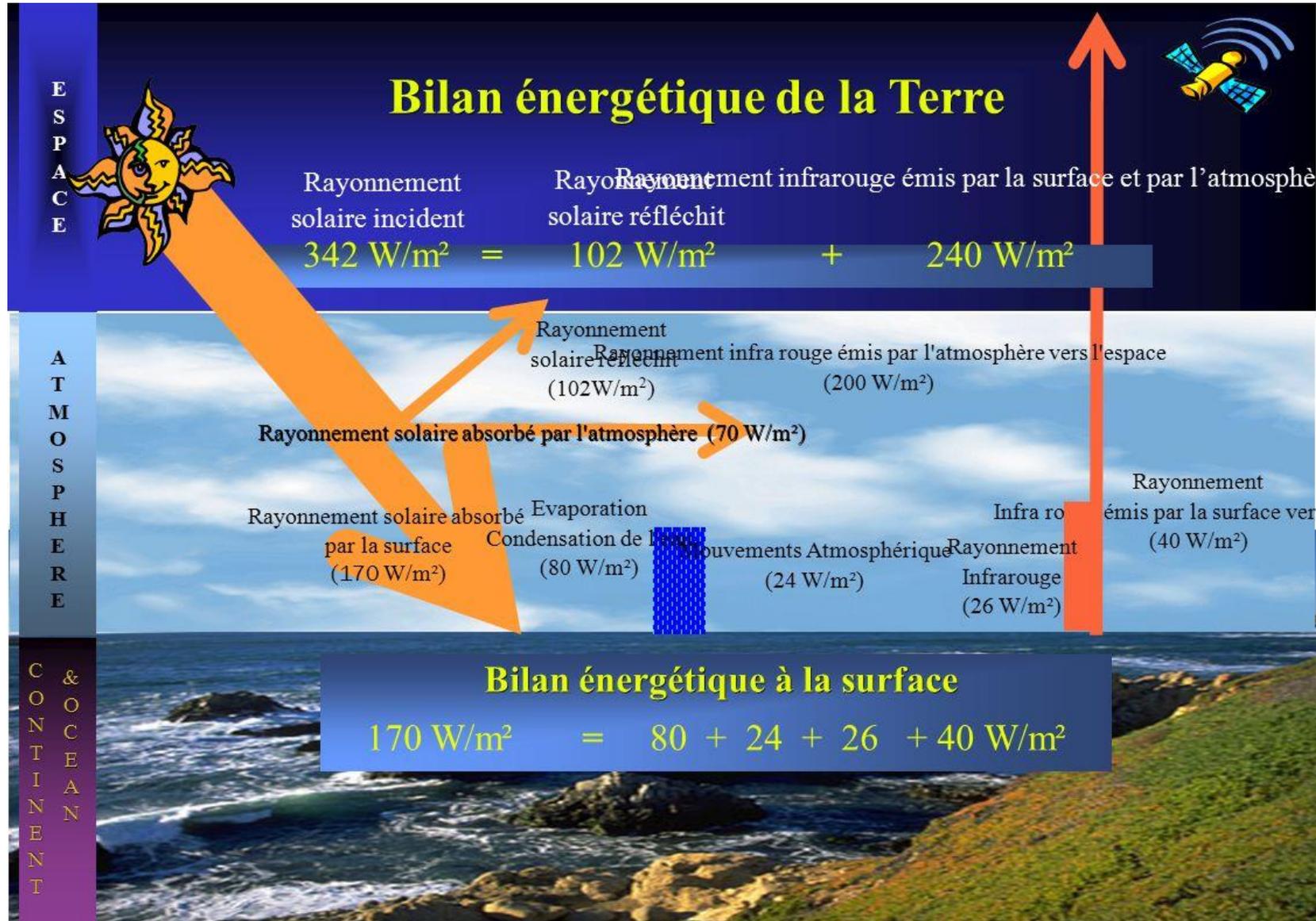


Au solstice d'hiver (22 décembre), l'angle d'inclinaison est inversé et c'est le tropique du capricorne (latitude $23^{\circ}27'$ S) qui bénéficie d'un rayonnement optimal



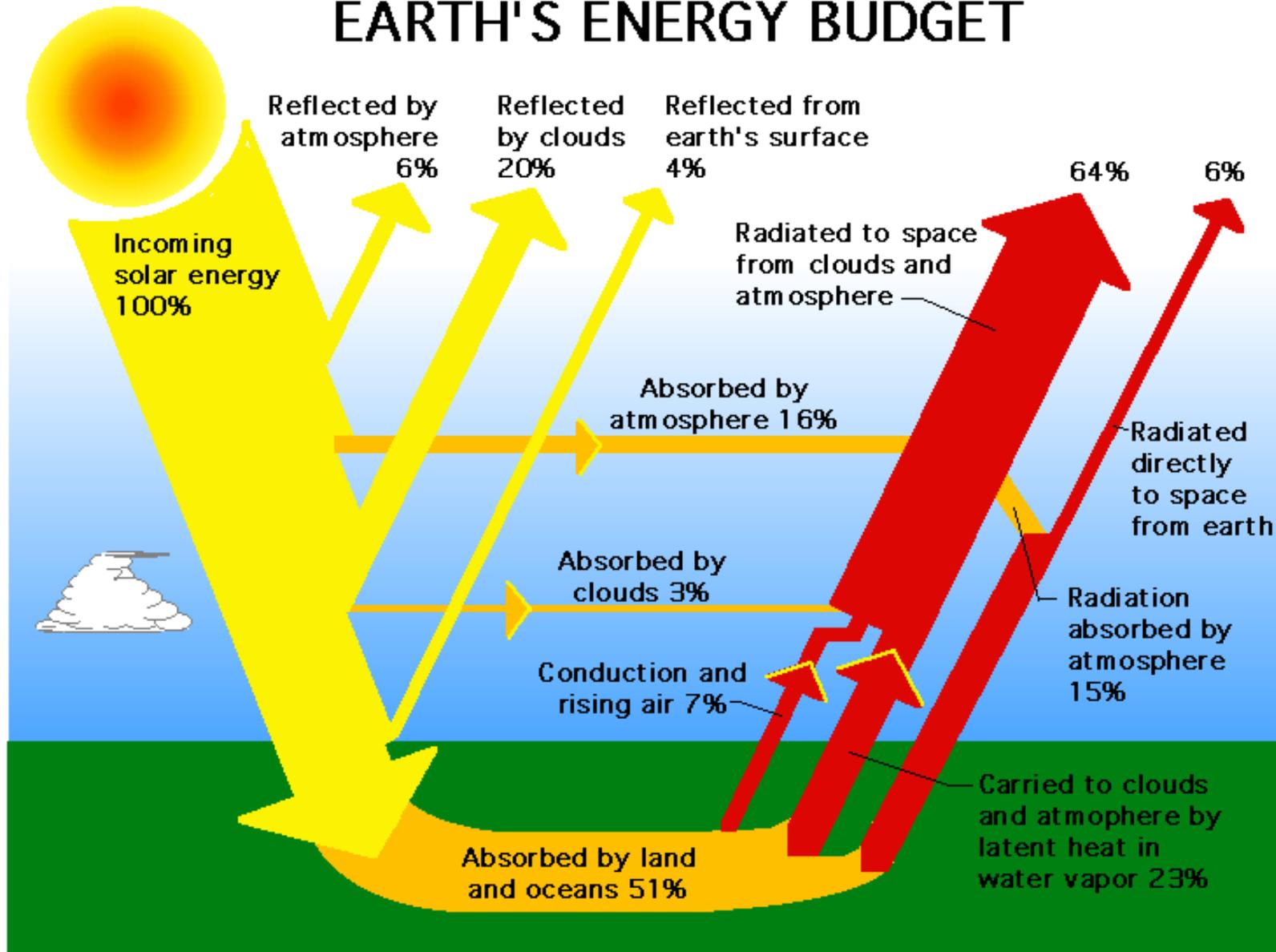
Au solstice d'été (21 juin), la terre est inclinée vers les rayons solaires et, à midi, ceux-ci sont perpendiculaires au tropique du cancer

Notions de climatologie: Rayonnement solaire



Notions de climatologie: Rayonnement solaire

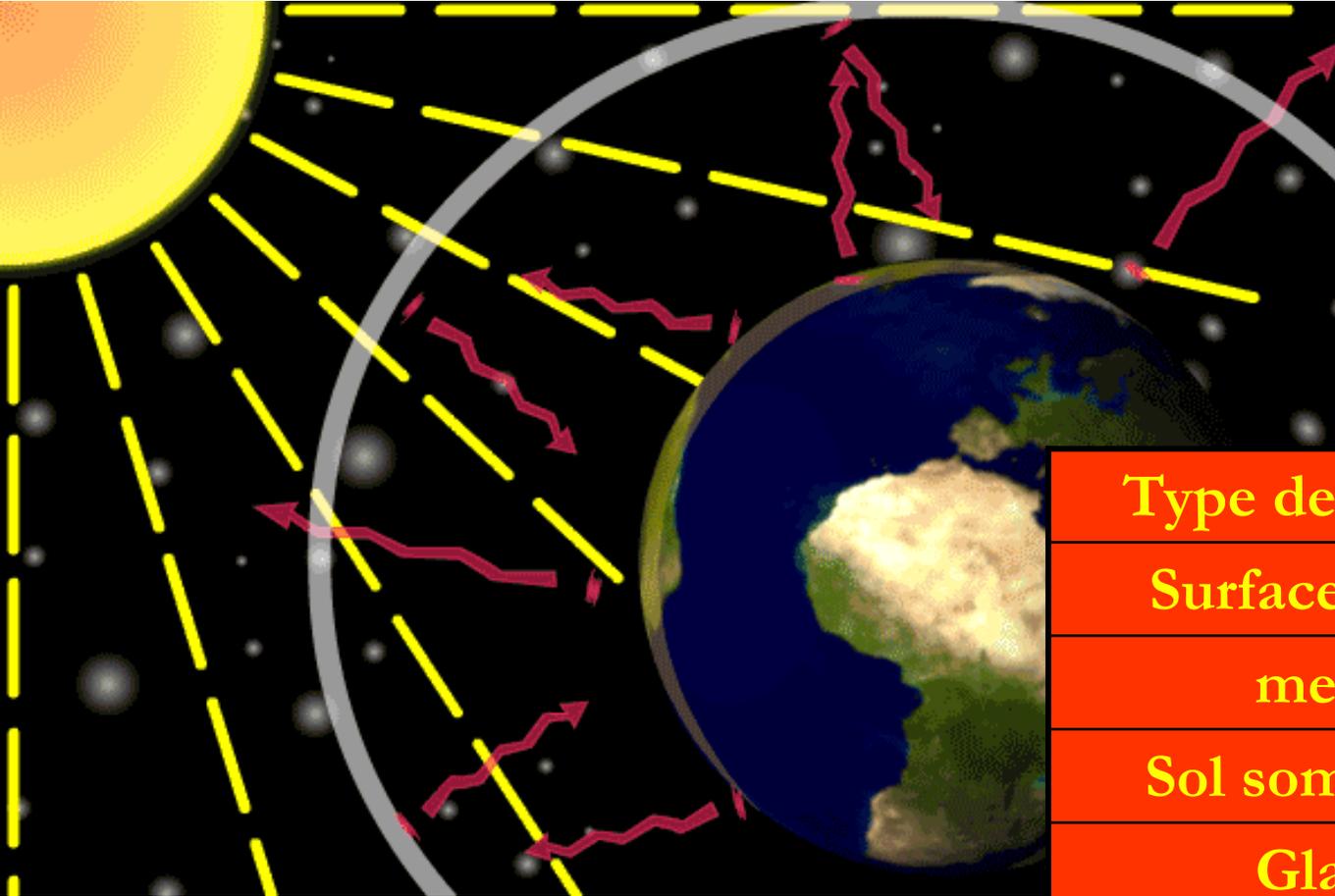
EARTH'S ENERGY BUDGET



L'absorption de l'énergie solaire en un point de la surface terrestre dépend de la nature du sol. Afin d'apprécier la quantité d'énergie absorbée par rapport à l'énergie incidente, on utilise la notion d'Albédo qui est :

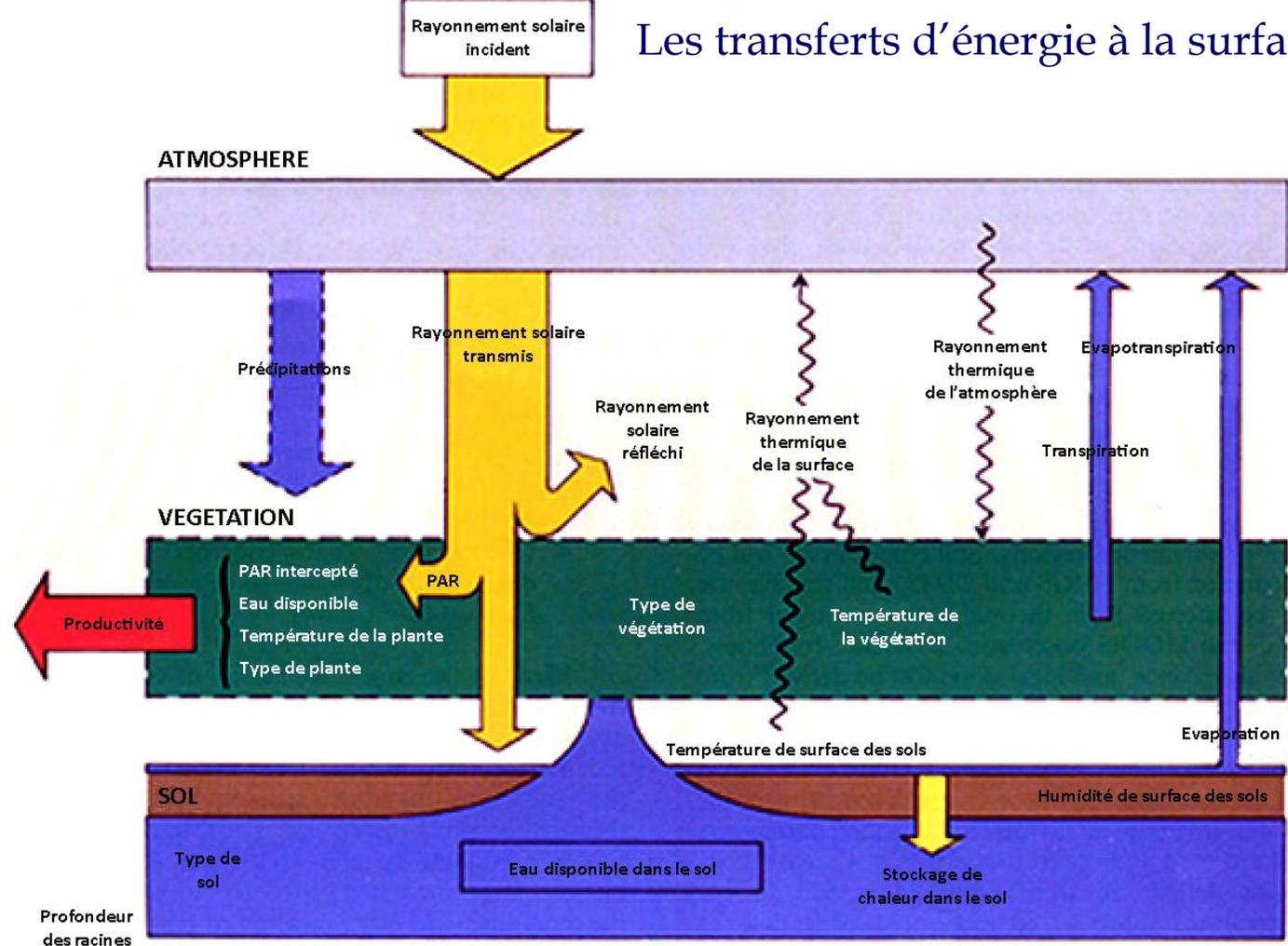
Albédo = le rapport lumière réfléchie/lumière incidente.

Notions de climatologie: Rayonnement solaire



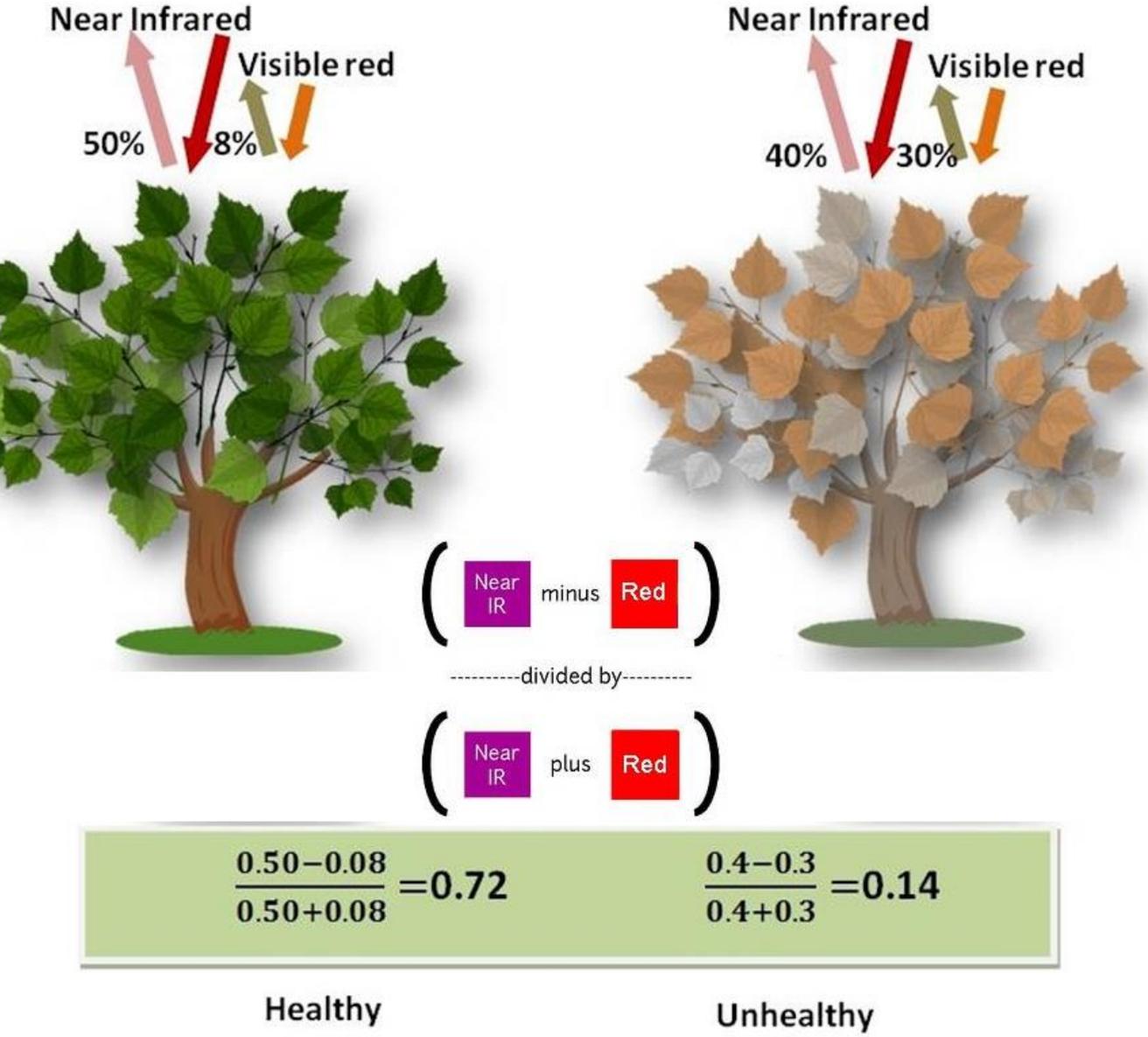
Type de surface	Albédo (0 à 1)	Albédo en %
Surface de lac	0.02 à 0.04	2 à 4
mer	0.05 à 0.15	5 à 15
Sol sombre	0.05 à 0.15	5 à 15
Glace	0.30 à 0.40	30 à 40
Neige fraîche	0.75 à 0.90	75 à 90
Albédo moyen de Terre	0.30	30

Les transferts d'énergie à la surface terrestre



La végétation est un des moteurs principaux des changements climatiques et environnementaux. Alors qu'elle est directement influencée à la fois par le climat et les activités humaines, la végétation régule les échanges d'énergie et de matière à l'interface sol - végétation - atmosphère (cycles du carbone, de l'eau, de l'azote, *etc.*). Les couverts végétaux puisent l'eau et les éléments minéraux nécessaires à leur développement et leur croissance dans le sol et produisent l'oxygène, via le processus de photosynthèse, indispensable à la vie sur terre

Notions de climatologie: Rayonnement solaire



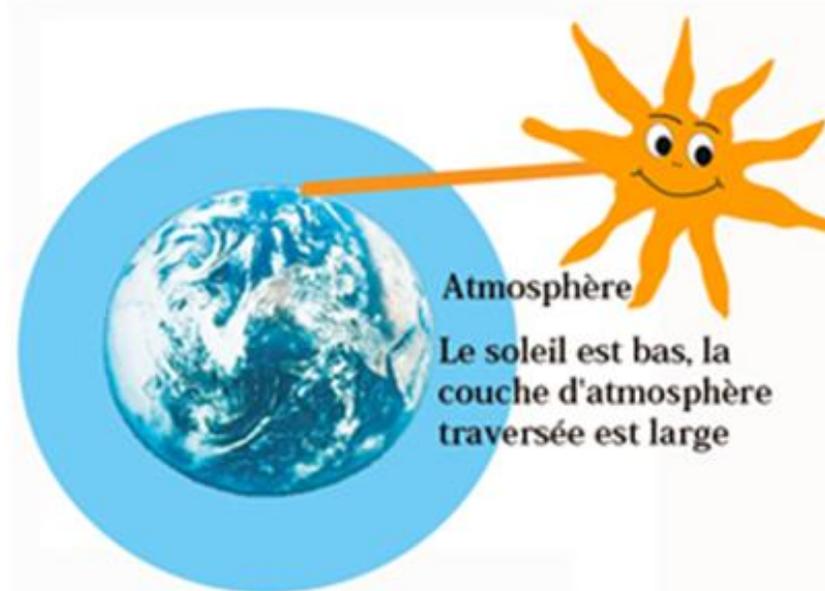
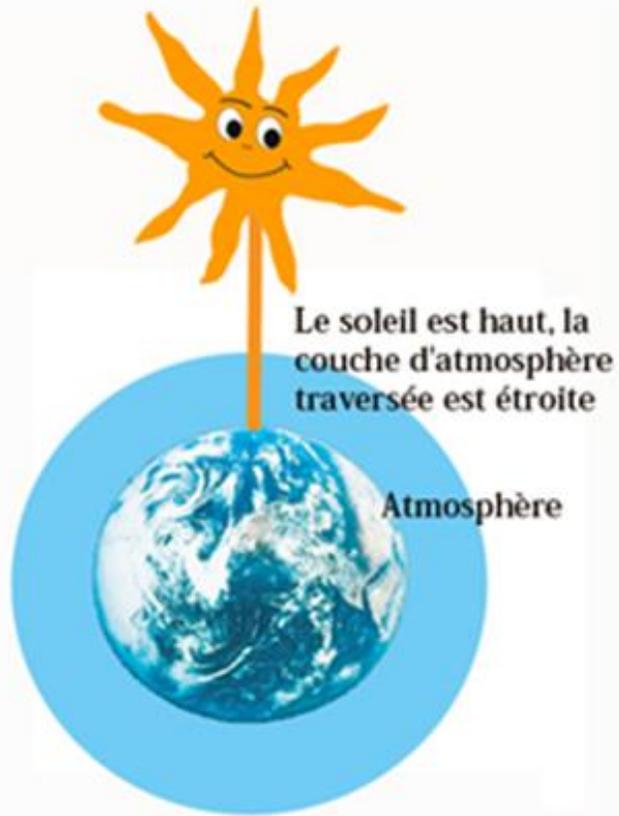
Une végétation en bonne santé = une terre en bonne santé = un climat préservé

La végétation échange en permanence avec l'atmosphère

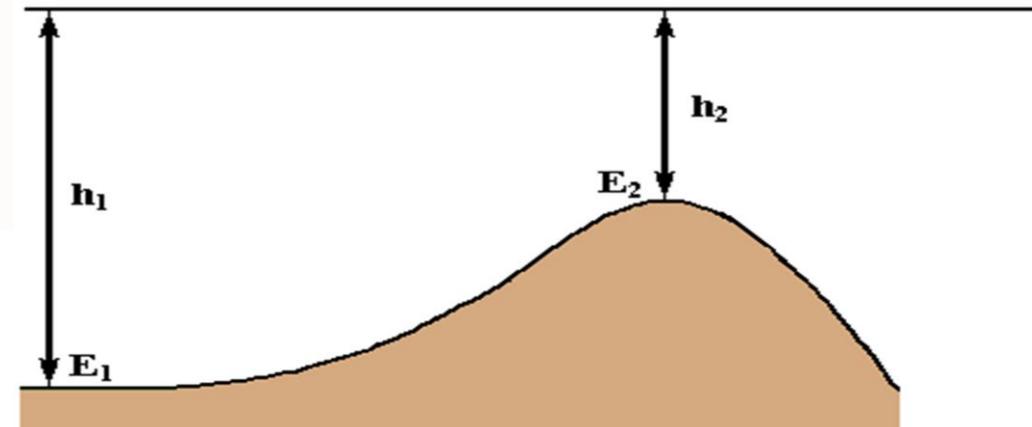
La végétation a un rôle régulateur de climat

Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Distribution de l'énergie au niveau du sol en fonction de l'altitude et du relief

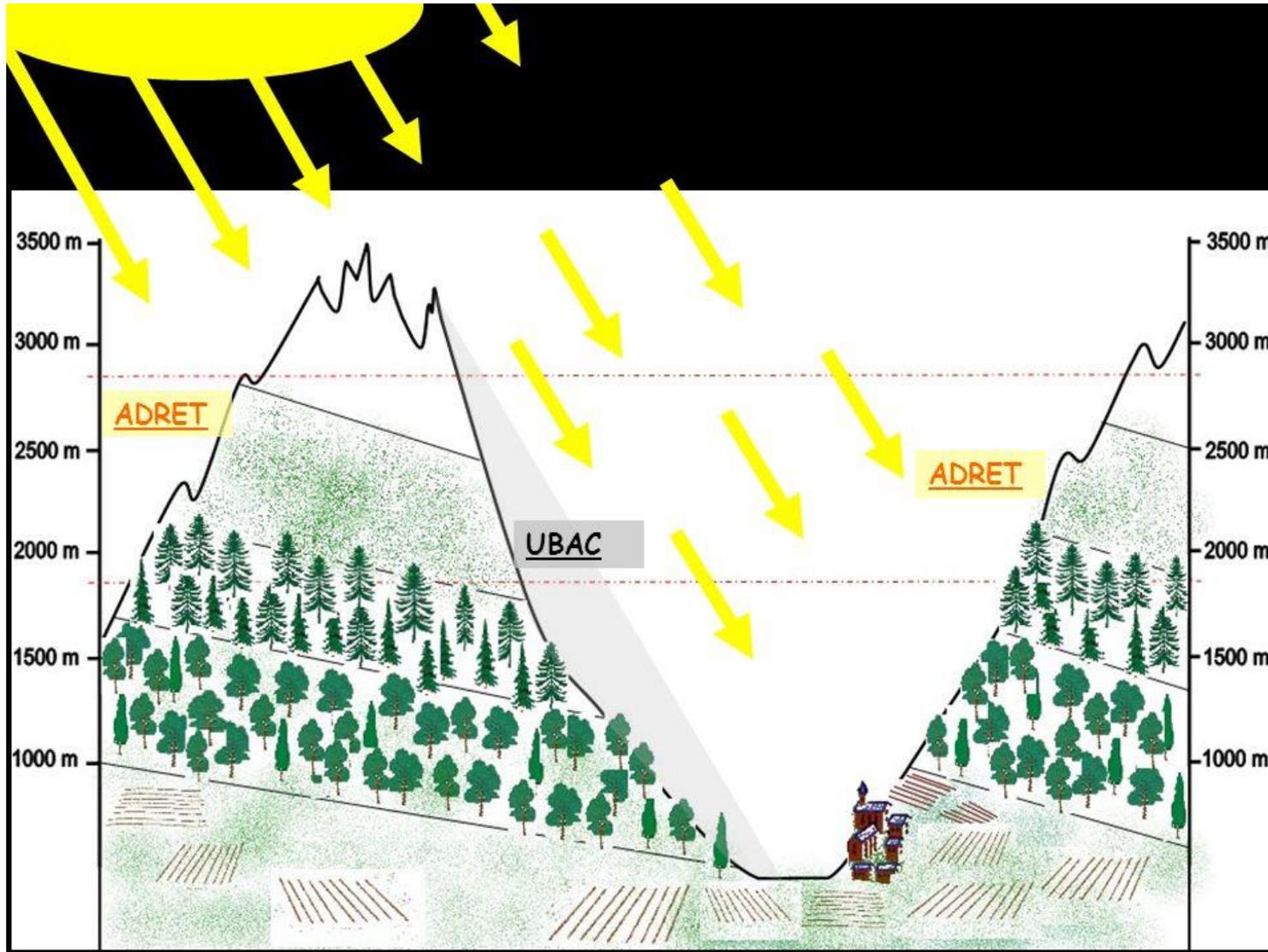


$$h_1 > h_2 \longrightarrow E_{n1} < E_{n2}$$



Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Distribution de l'énergie au niveau du sol en fonction de l'altitude et du relief



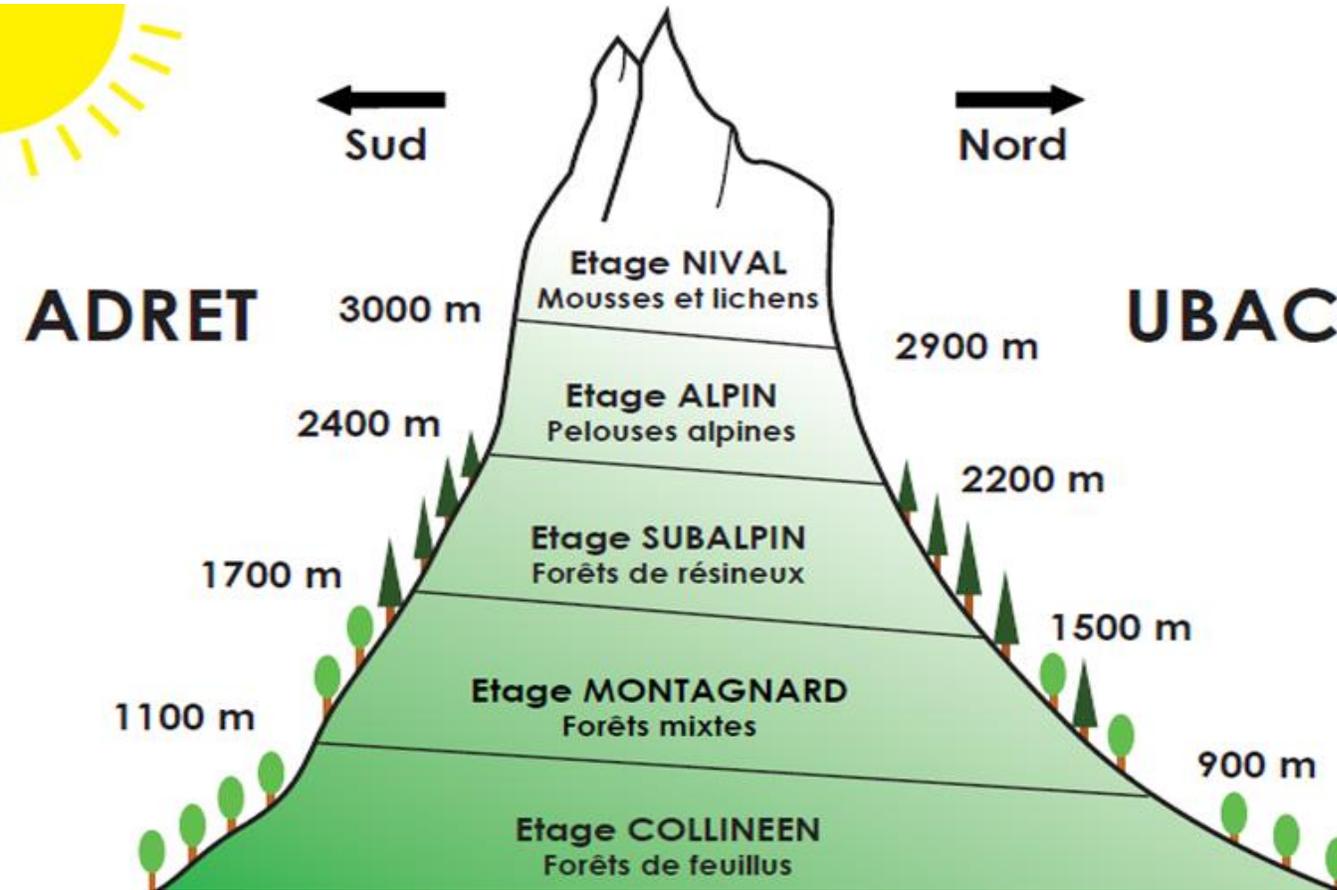
Adret et **Ubac**: chaud ou froid ?
Nord ou Sud ?

L'**adret** est un terme géographique qui désigne le versant d'une montagne qui subit la plus longue exposition au soleil.

L'**ubac** quant à lui désigne le versant d'une montagne qui subit la plus courte exposition au soleil.

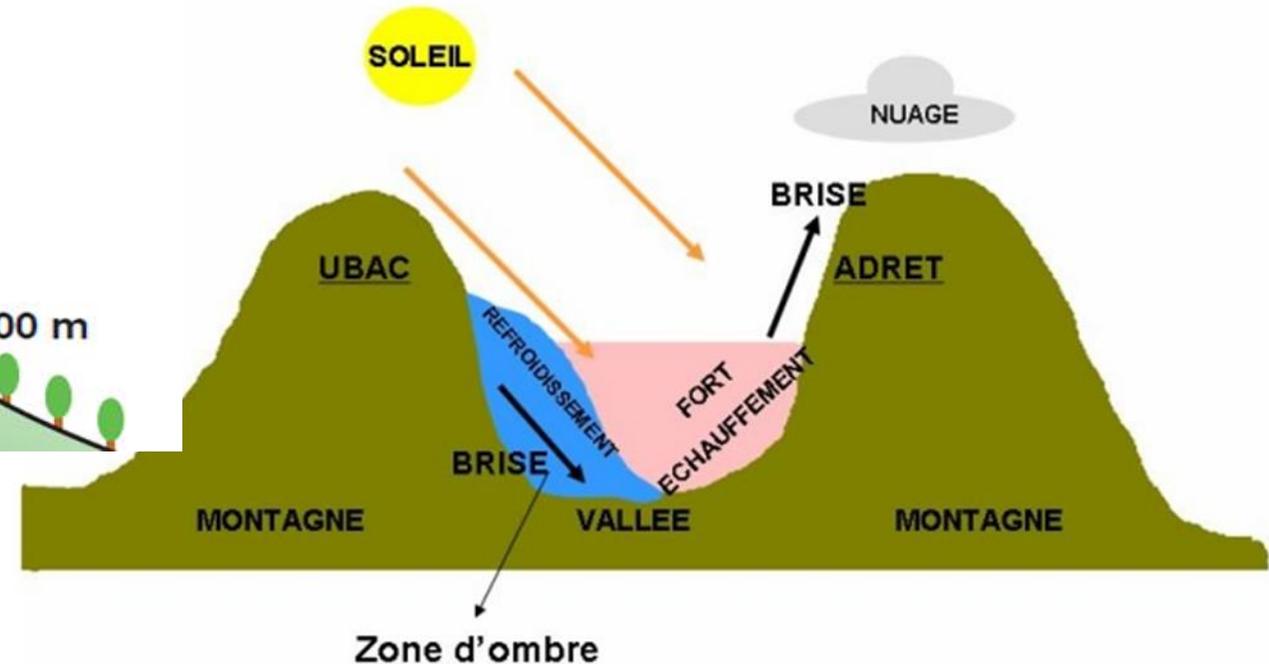
Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Distribution de l'énergie au niveau du sol en fonction de l'altitude et du relief



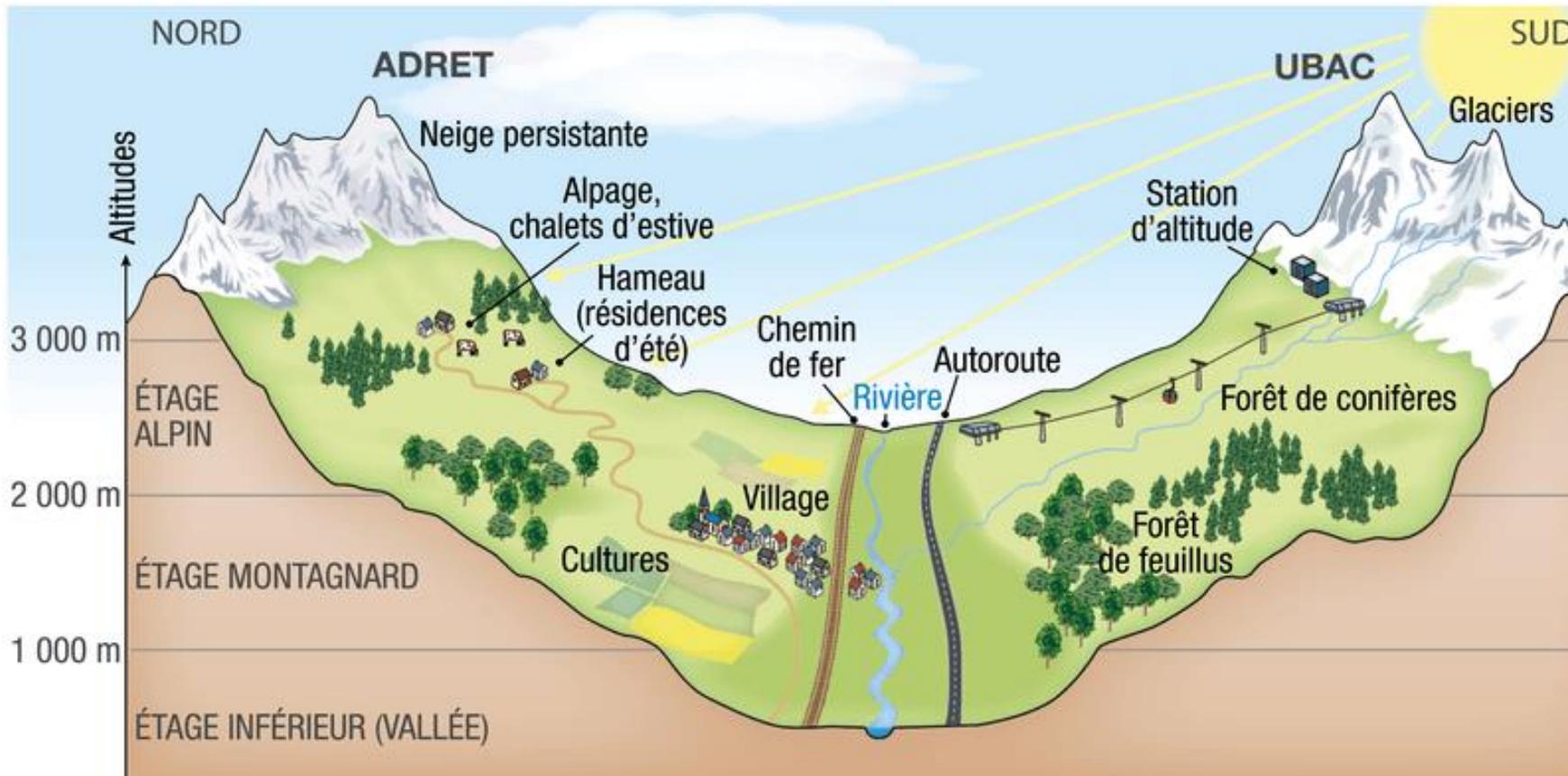
L' Adret et L' Ubac

C'est un facteur important du climat de vallée (TOPO-CLIMAT)



Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Distribution de l'énergie au niveau du sol en fonction de l'altitude et du relief

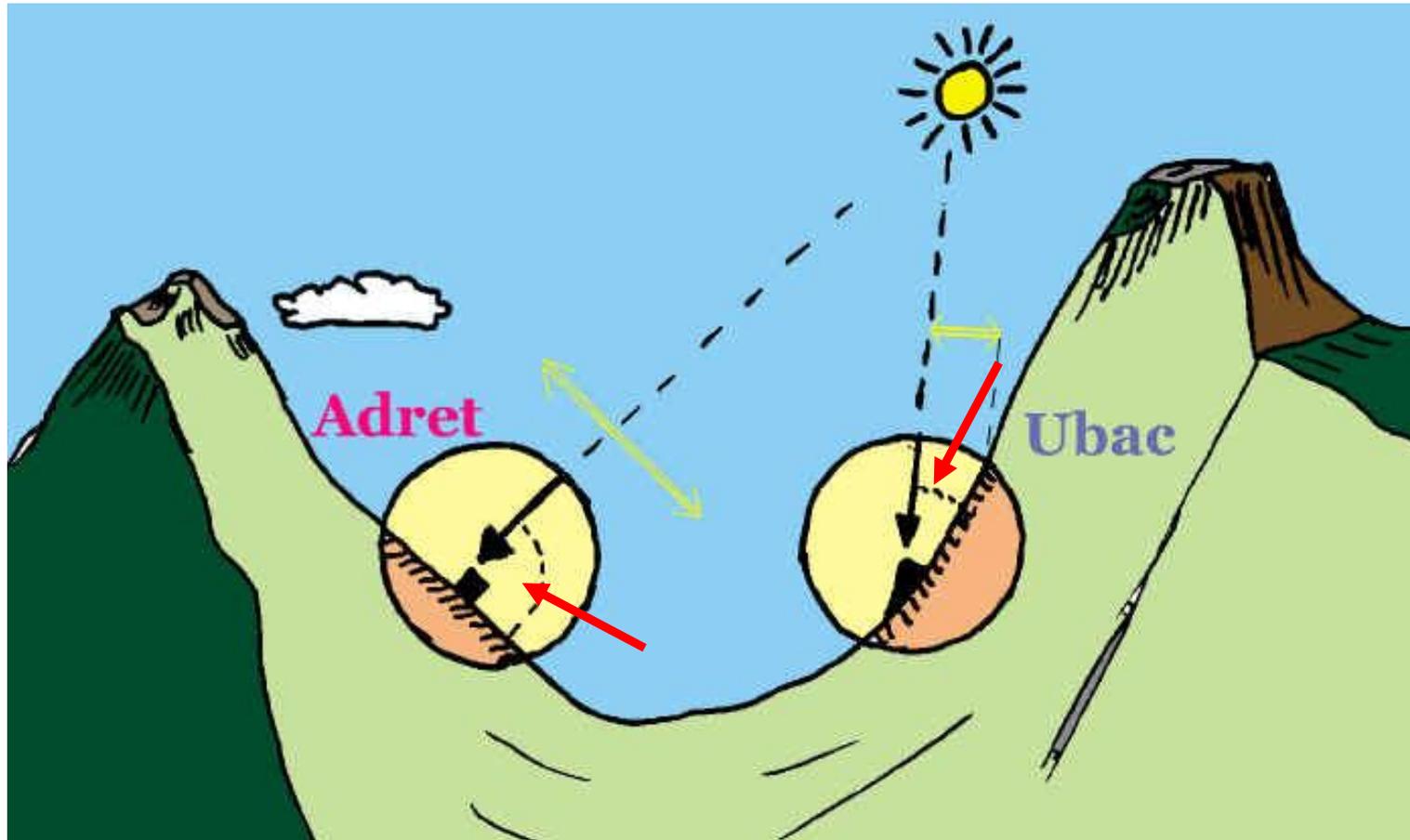


L'*adret* (terme géographique de 1927, issu du vieux français adrecht, « adroit », « endroit » ou « bon côté ») est l'ensemble des versants d'une vallée de montagne qui bénéficient de la plus longue exposition au soleil.

Le versant opposé, moins ensoleillé et plus froid, est l'*ubac*.

Notions de climatologie: Rayonnement solaire

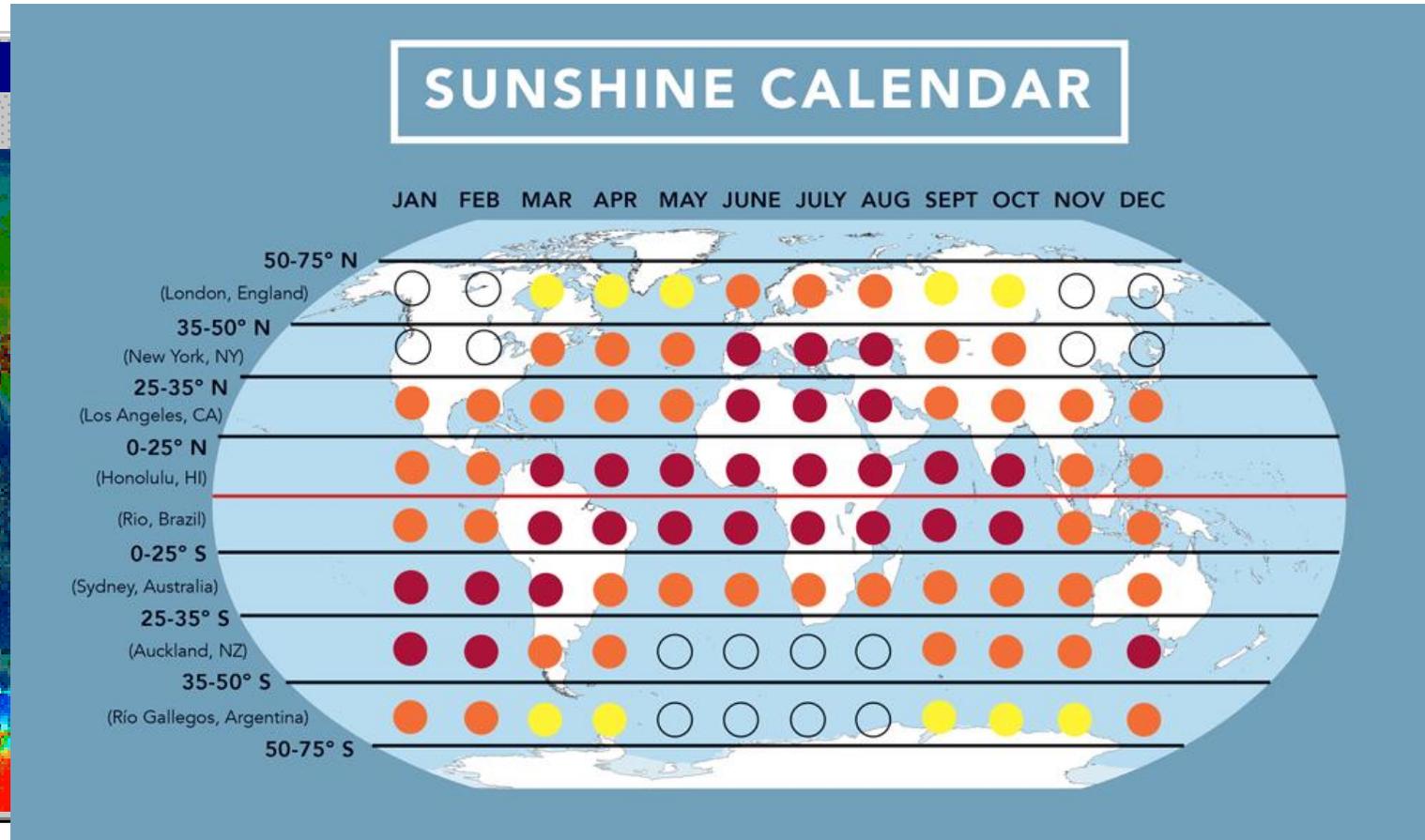
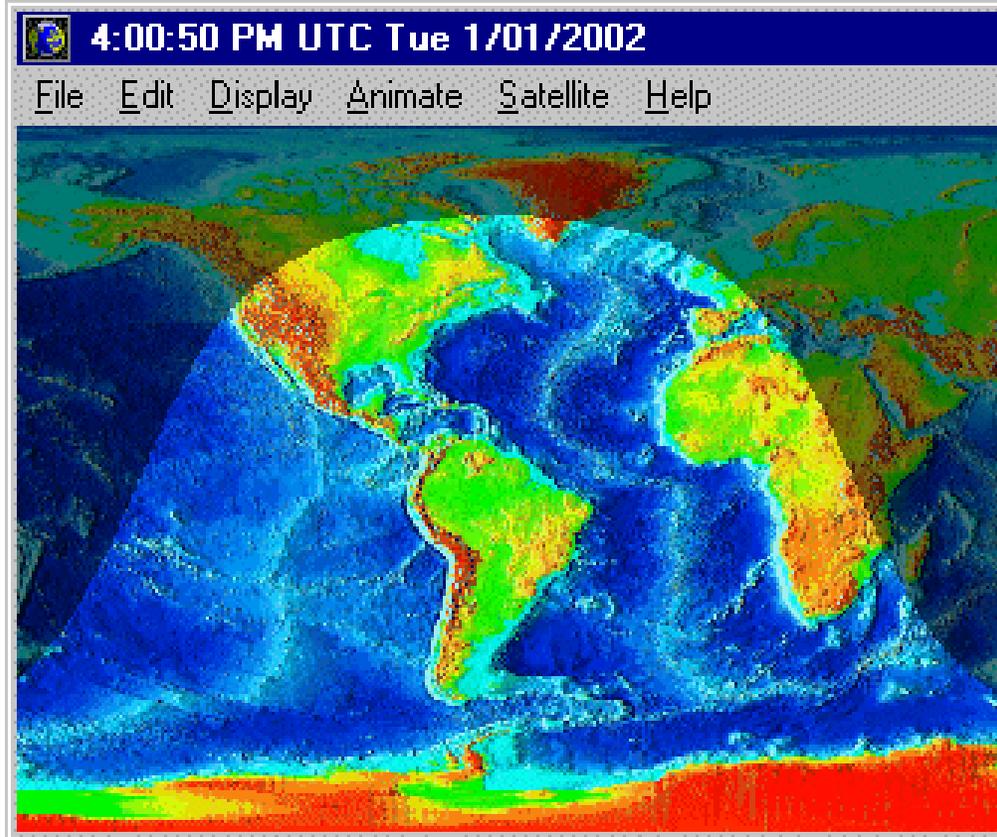
Distribution de l'énergie au niveau du sol en fonction de l'altitude et du relief



$\alpha_{\text{ubac}} < \alpha_{\text{adret}} \rightarrow \text{En ubac} < \text{En adret}$

Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Distribution de l'énergie au niveau du sol en fonction de la latitude



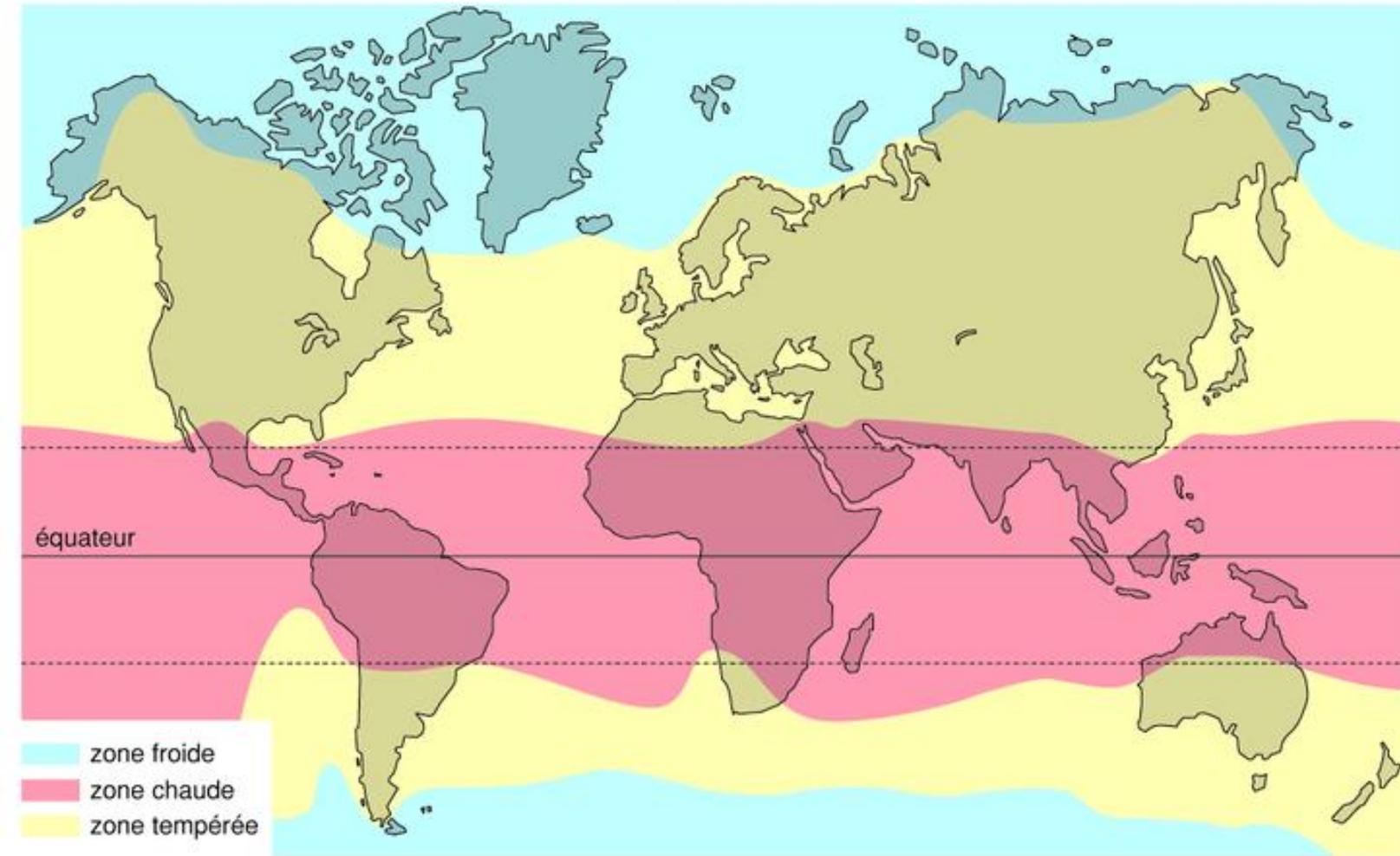
Le rayonnement solaire est au maximum au niveau de l'équateur

Le rayonnement solaire est au minimum au niveau des pôles N et S

Notions de climatologie: Rayonnement solaire

Distribution de l'énergie au niveau du sol en fonction de la latitude

Les zones climatiques à la surface du globe



Zone polaire

Zone de moyenne latitudes

Zone de latitudes basses

Zone de moyenne latitudes

Zone polaire

Notions de climatologie: Définition

Etude de climat: Climatologie

Etude de la météo: Météorologie

Etude de climat dans le passé: Paléoclimatologie

La Température

L'atmosphère



Le rayonnement solaire



Les précipitations

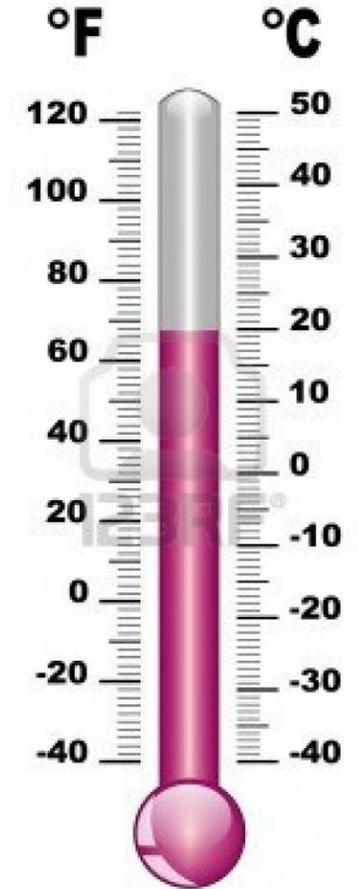


La circulation des vents

Notions de climatologie: Température

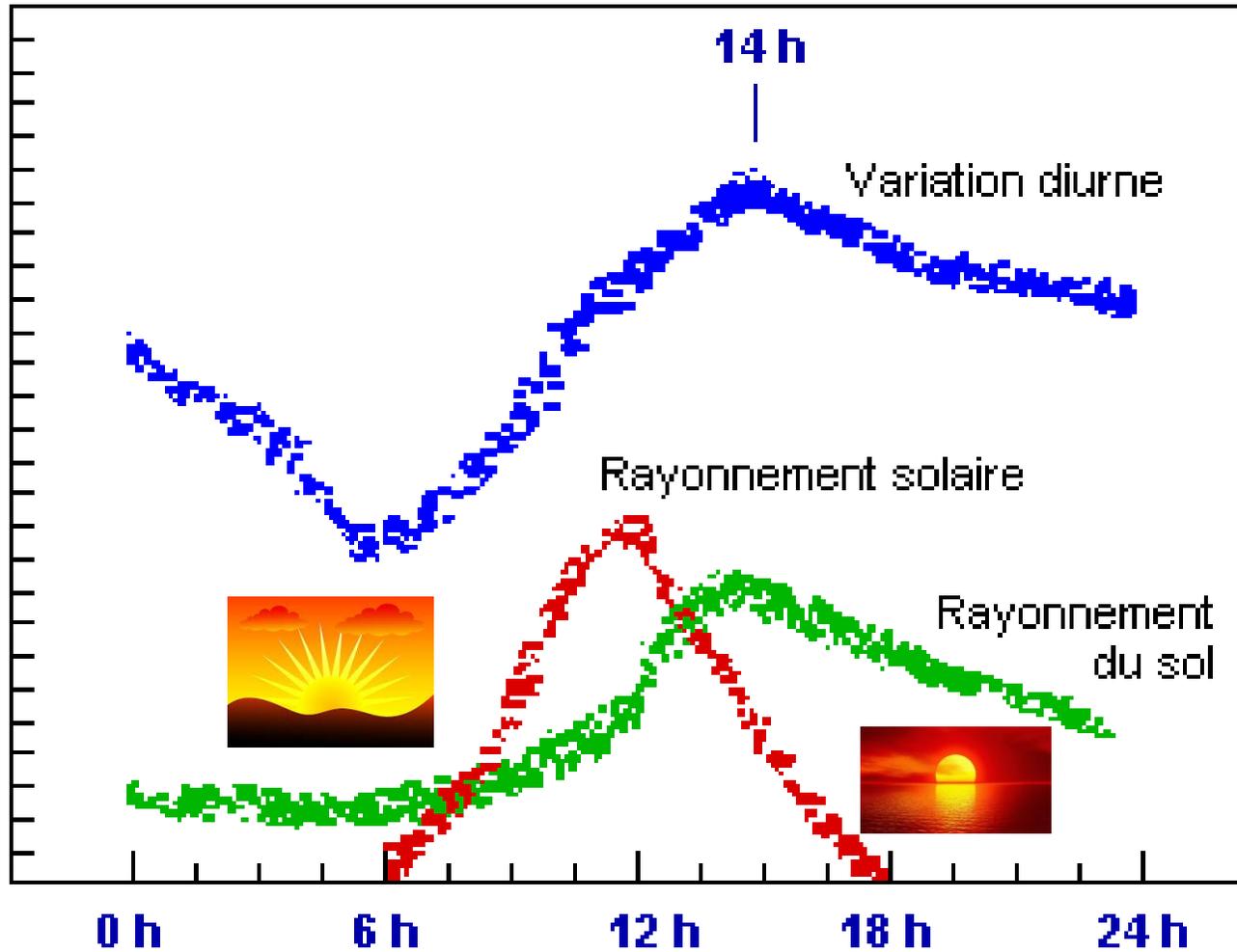
La température est une grandeur physique mesurée à l'aide d'un thermomètre et étudiée en thermométrie. Dans la vie courante, elle est reliée aux sensations de froid et de chaud

En physique, elle se définit de plusieurs manières : comme fonction croissante du degré d'agitation thermique des particules (en théorie cinétique des gaz), par l'équilibre des transferts thermiques entre plusieurs systèmes (en thermodynamique et en physique statistique). La température est une variable importante dans les disciplines comme: la météorologie et la climatologie, la médecine, et la chimie.



Notions de climatologie: Température

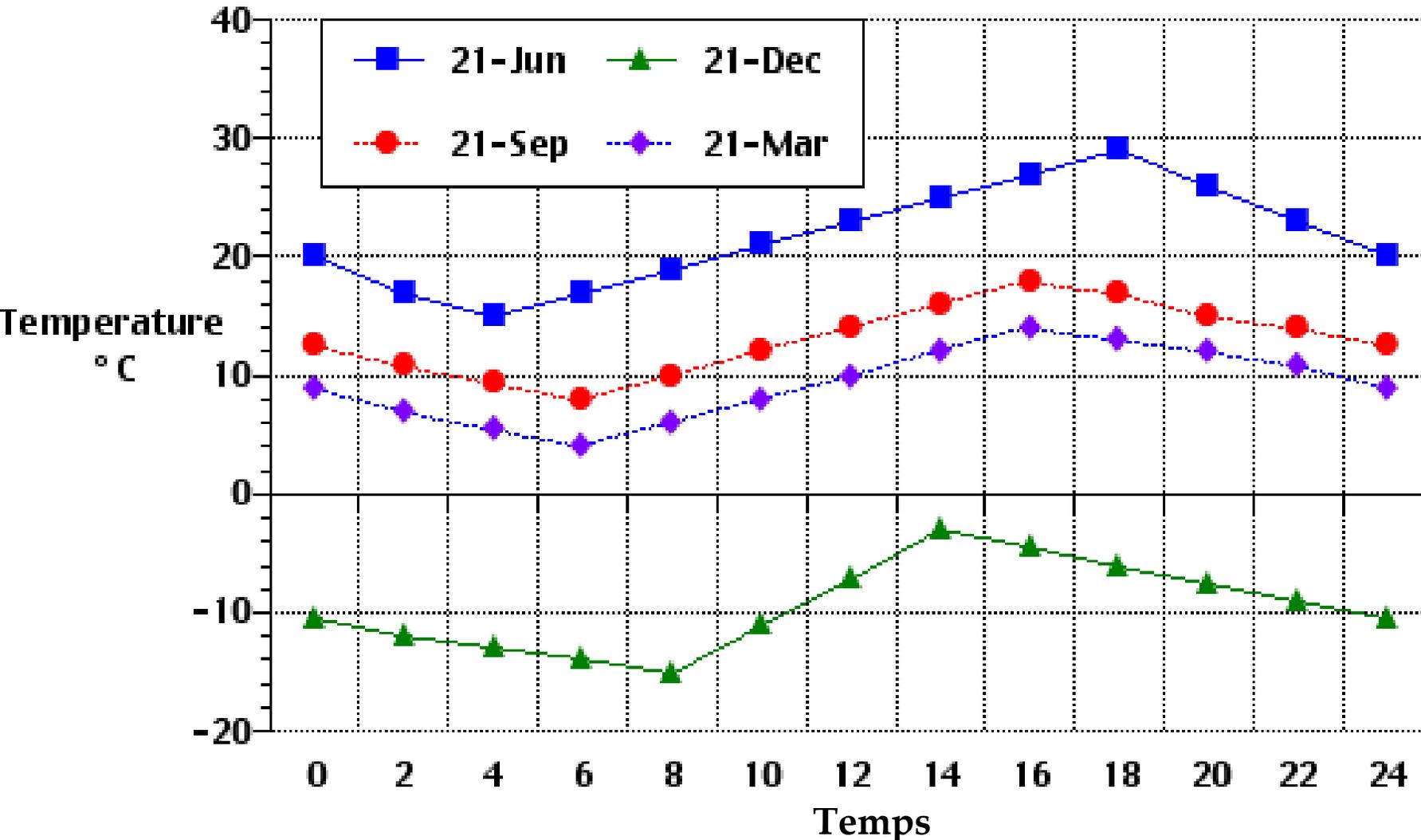
Variation diurne de la température



Le température est maximale à 14h

Notions de climatologie: Température

Variation saisonnière de la température pendant l'hiver, printemps, été et automne



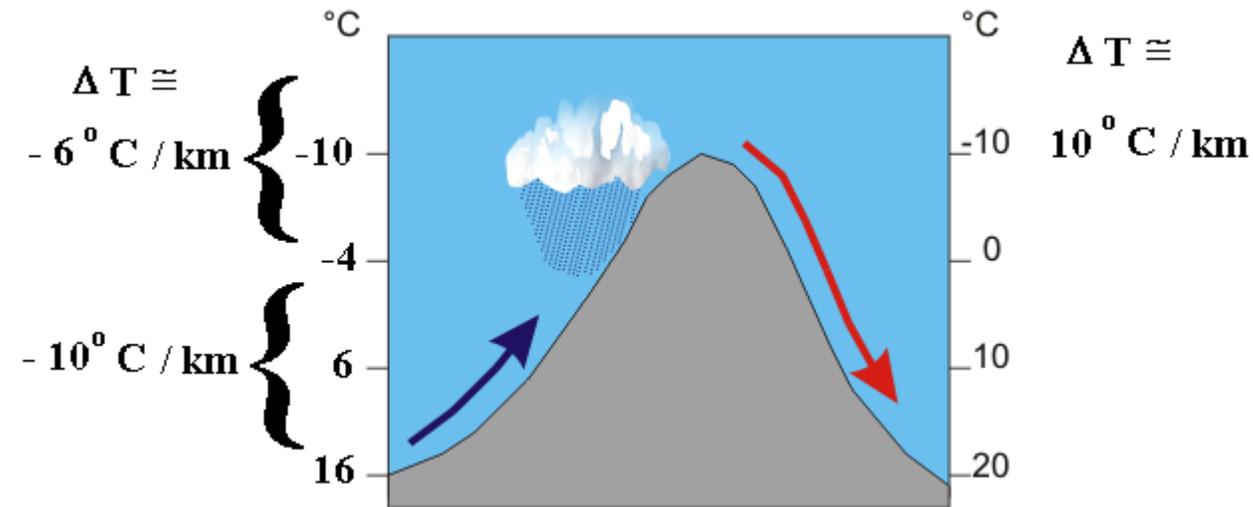
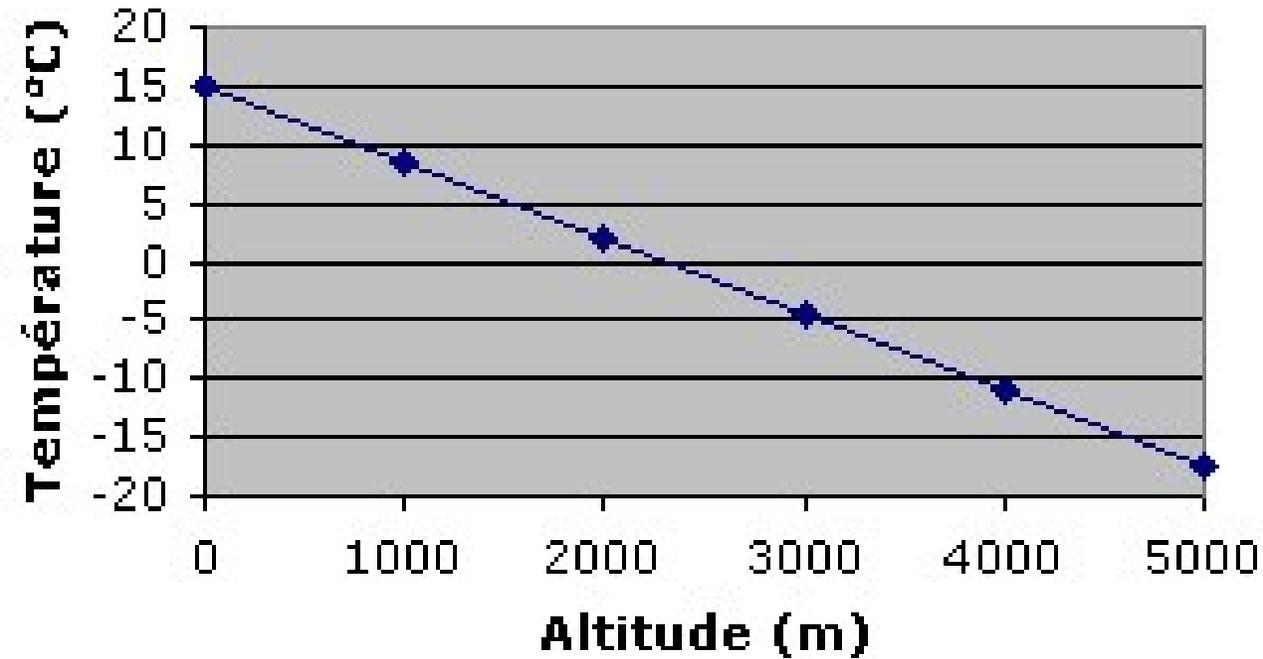
La température maximale est enregistrée en été

La température minimale est enregistrée en hiver

Notions de climatologie: Température

Variation de la température en fonction de l'altitude

Température / Altitude



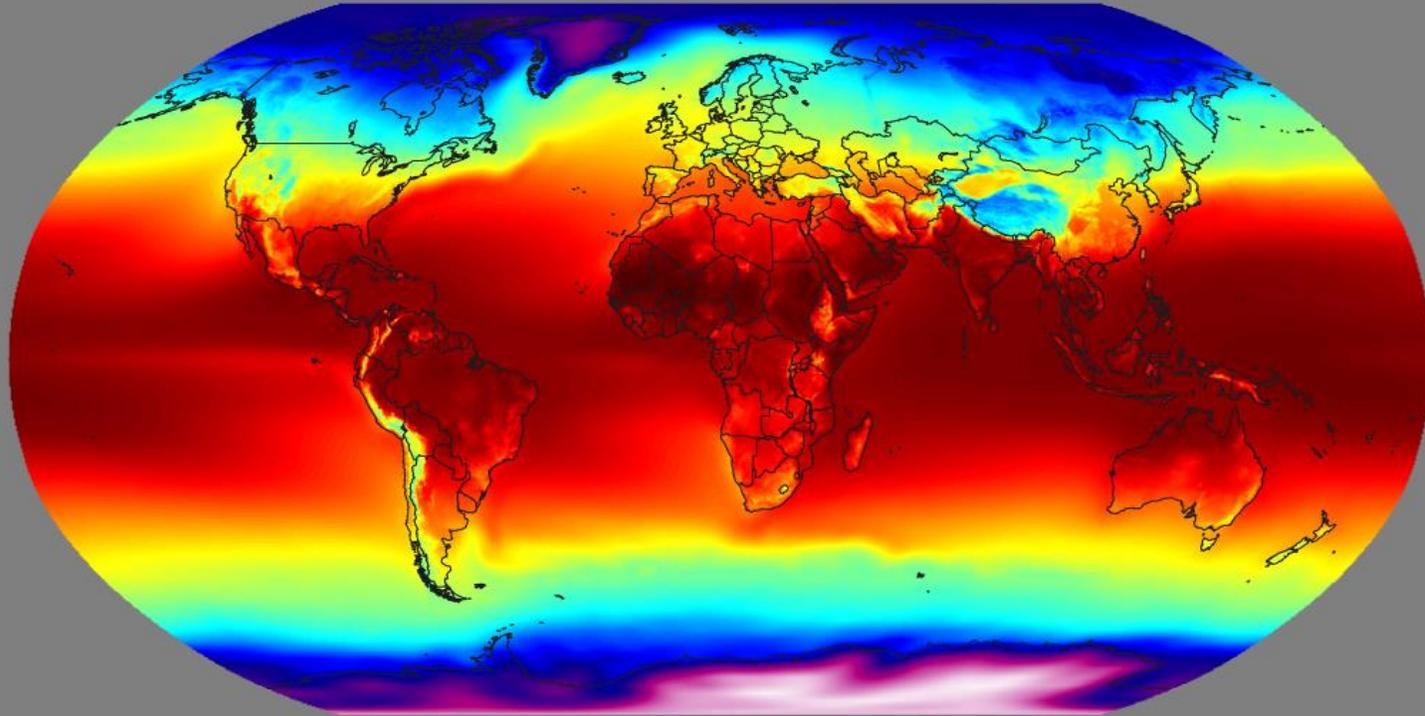
Les effets du relief et de l'altitude

L'altitude influence les températures: **en montagne, il fait plus froid** qu'en plaine,

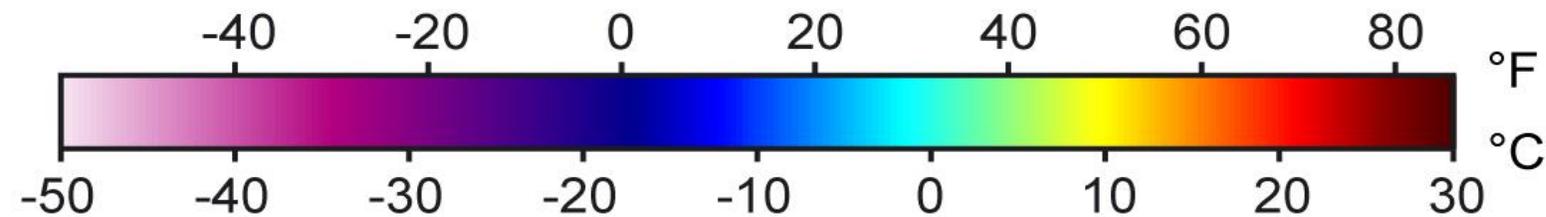
Notions de climatologie: Température

Variation latitudinale de la température

جامعة ابن زهر
UNIVERSITÉ IBN ZOHR



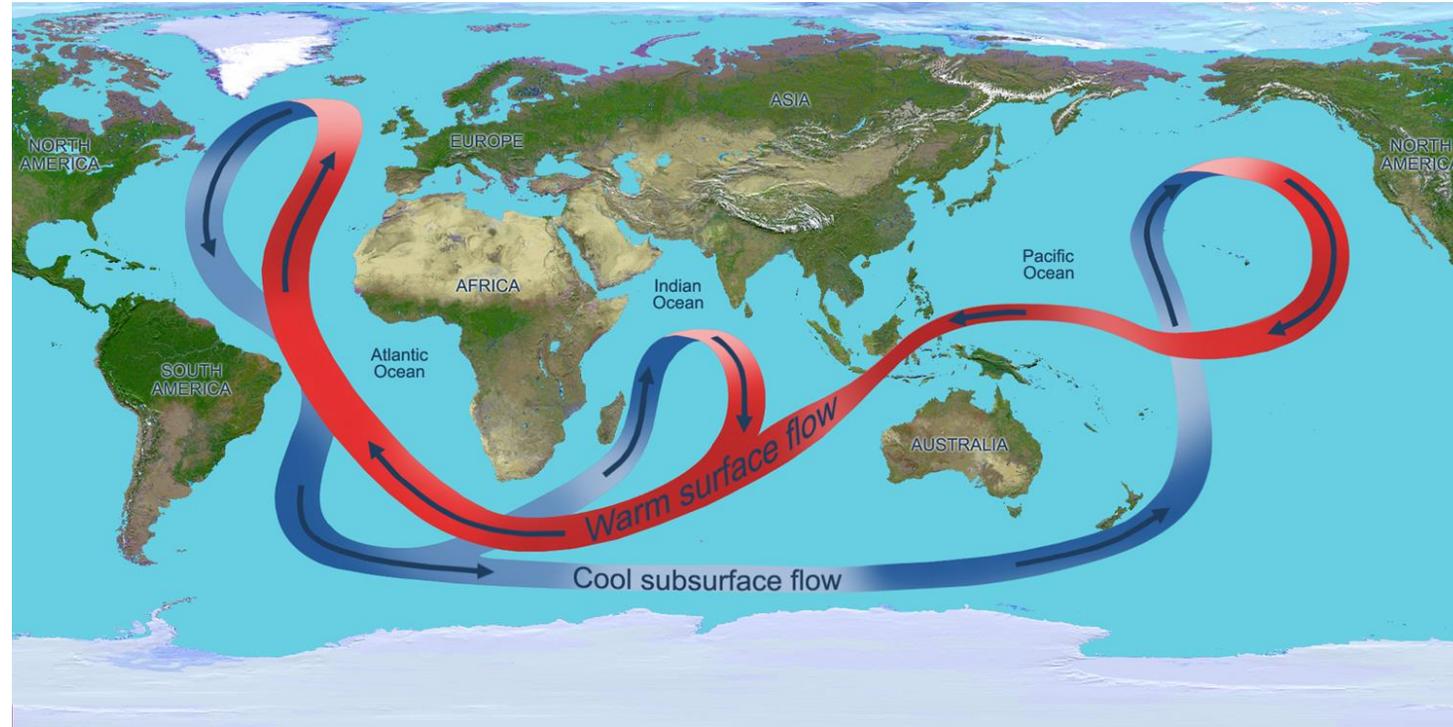
On voit que les températures sont très élevées dans la ceinture tropicale



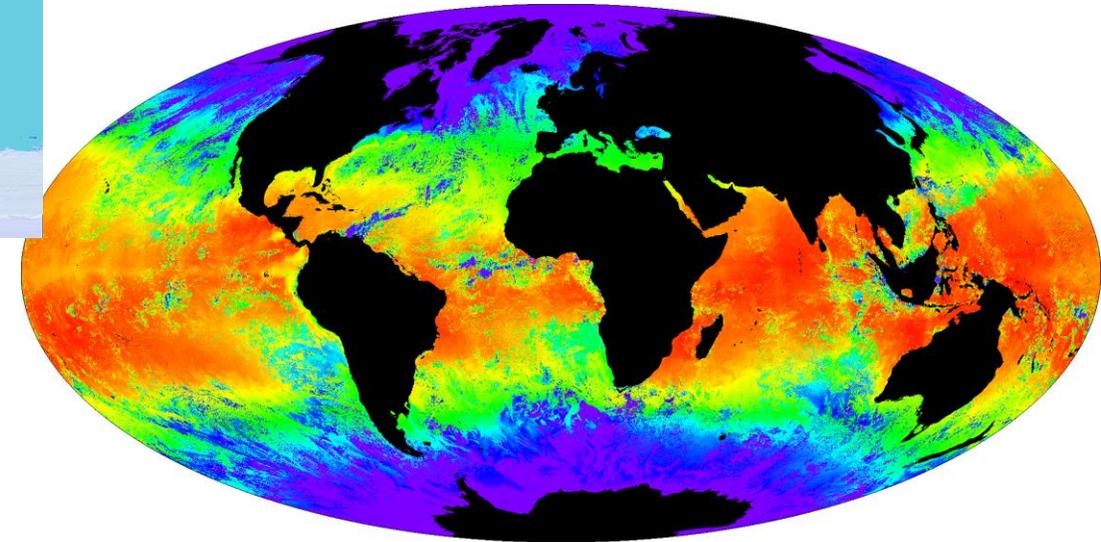
Températures moyennes annuelle

Notions de climatologie: Température

Répartition de la température dans les océans



L'océan stocke la chaleur sur Terre, bien mieux que les continents et bien plus que l'atmosphère. C'est une des raisons principales de la grande influence de l'océan sur le climat

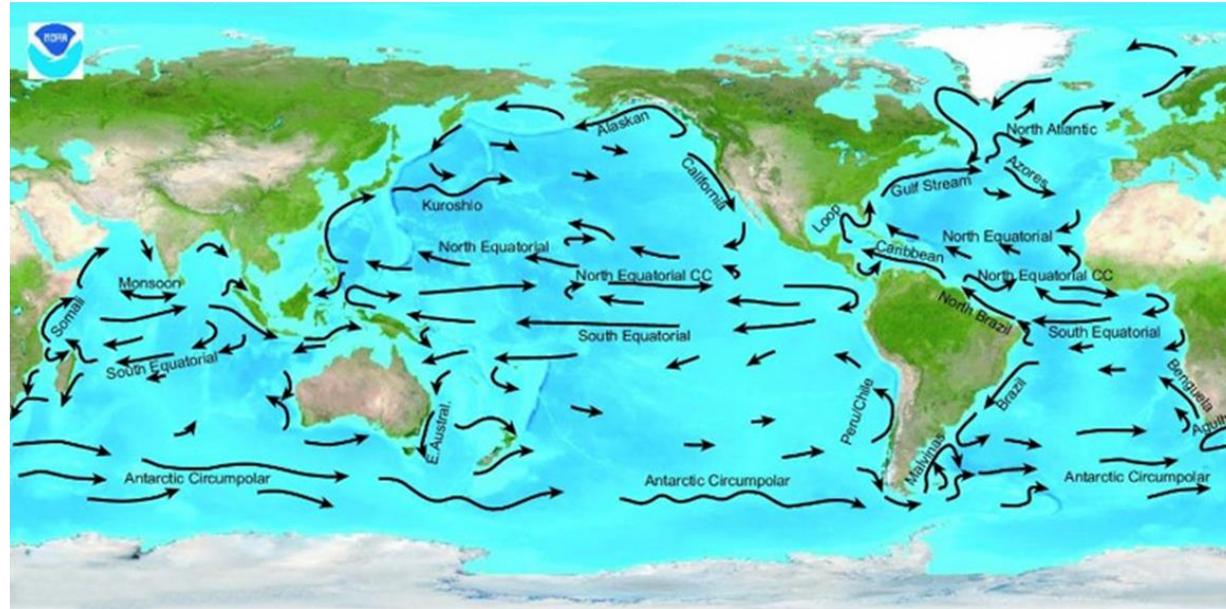


Les températures sont beaucoup plus basses sur les continents que sur les océans.

L'océan étant un puissant régulateur thermique, il joue un rôle déterminant pour le climat

Notions de climatologie: Température

Répartition de la température dans les océans



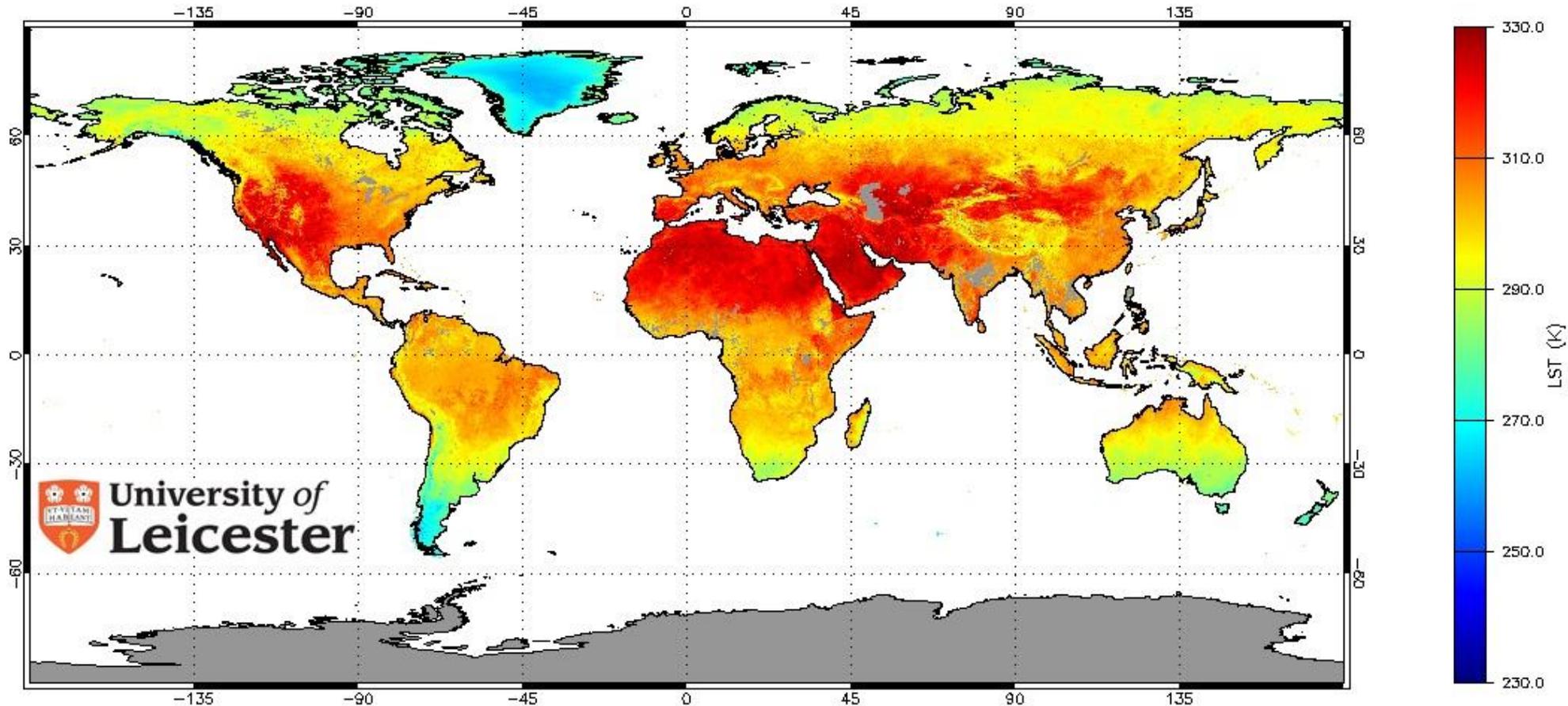
L'océan absorbe les radiations du soleil et les emmagasine sous forme de chaleur, constituant **un immense réservoir thermique**, plus de mille fois plus important que celui de l'atmosphère ! Les tropiques reçoivent plus de chaleur que les autres régions du globe, car ils sont à la verticale du soleil. Entraînés par les vents, les courants océaniques de surface vont déplacer ces eaux chaudes vers les régions polaires, où elles vont plonger dans les profondeurs et revenir lentement dans les régions tropicales.

C'est un mécanisme semblable à un chauffage central.



Notions de climatologie: Température

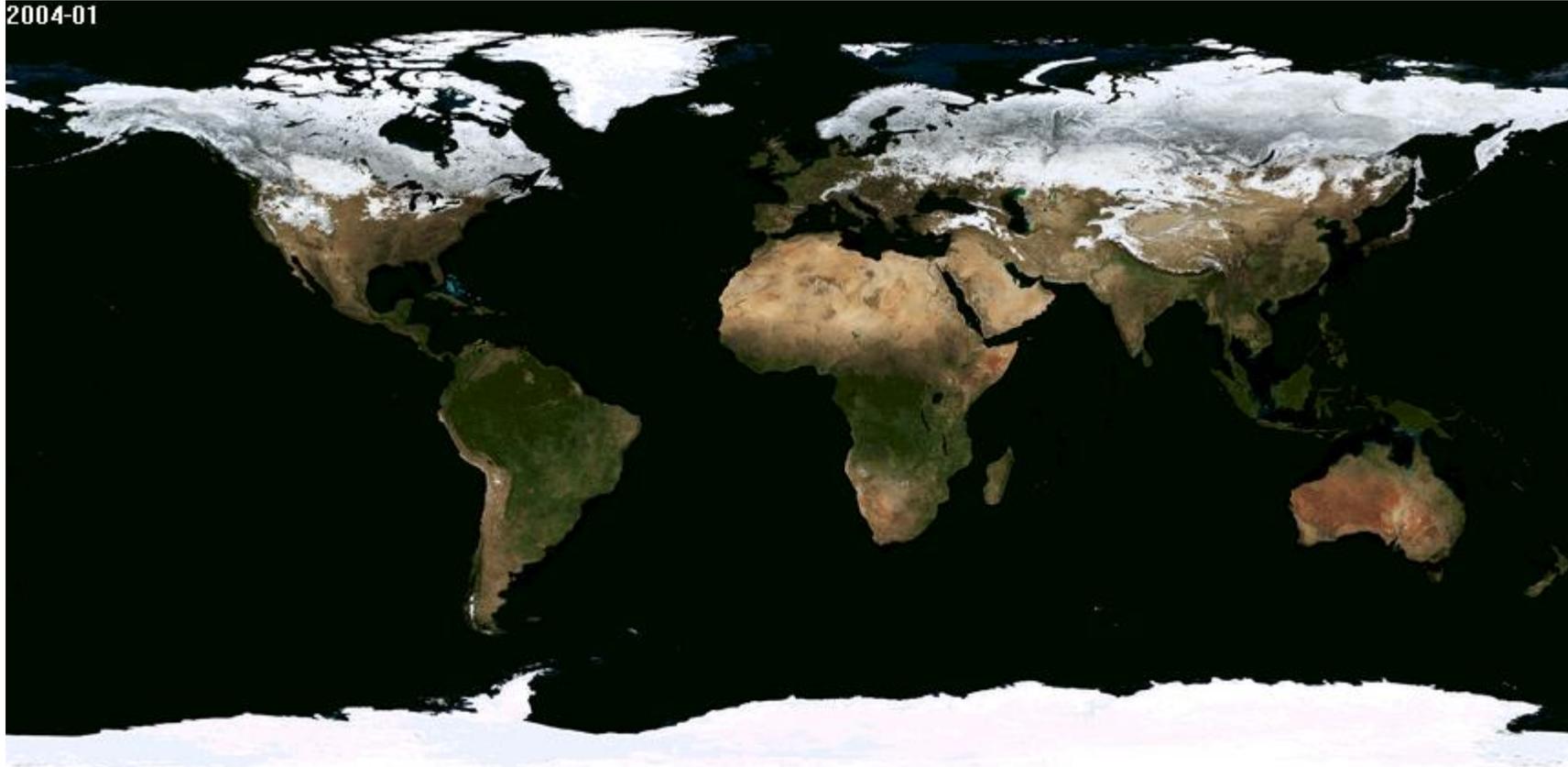
Répartition de la température en fonction de la continentalité



La continentalité: la surface d'un continent se refroidit et se réchauffe plus rapidement que celle des océans

Notions de climatologie: Température

Répartition de la température en fonction de la continentalité



La continentalité:
la surface d'un
continent se
refroidit et se
réchauffe plus
rapidement que
celle des océans

Notions de climatologie: Définition

Etude de climat: Climatologie

Etude de la météo: Météorologie

Etude de climat dans le passé: Paléoclimatologie

La Température

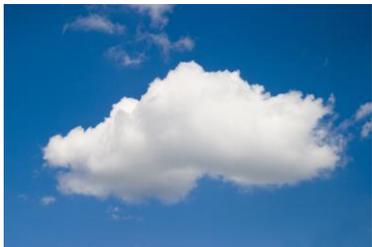
L'atmosphère



Le rayonnement solaire



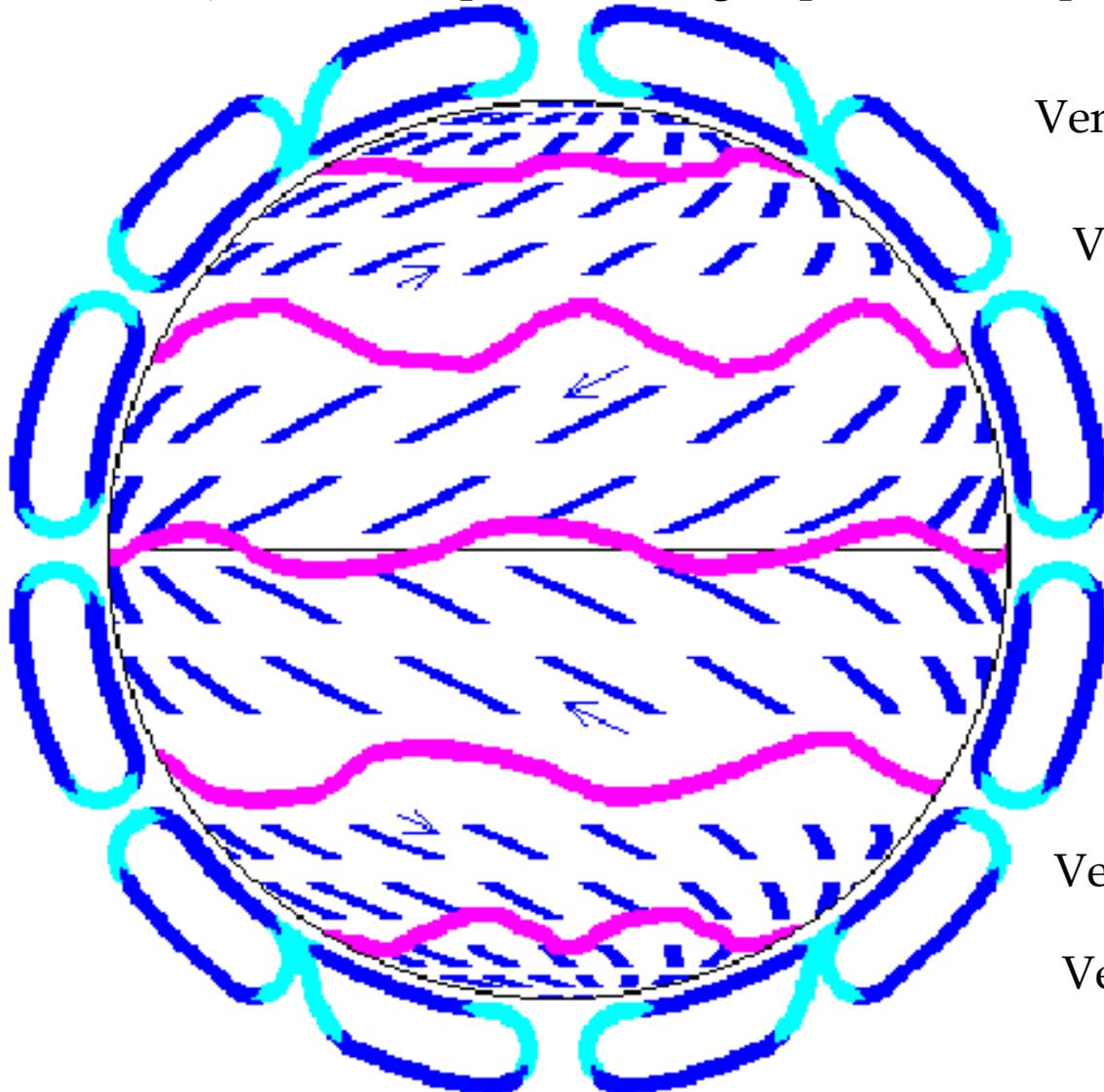
Les précipitations



La circulation des vents

Notions de climatologie: Vents et circulation atmosphérique

Mouvements horizontaux: La circulation générale découle à la fois de la rotation de la Terre (1670 km/h) et du déséquilibre énergétique entre les pôles et la zone intertropicale



Vents Est Polaires

Vents d'ouest/contre-alizés

Vents d'alizés NE

Vents d'alizés SE

Vents d'ouest/contre-alizés

Vents Est Polaires

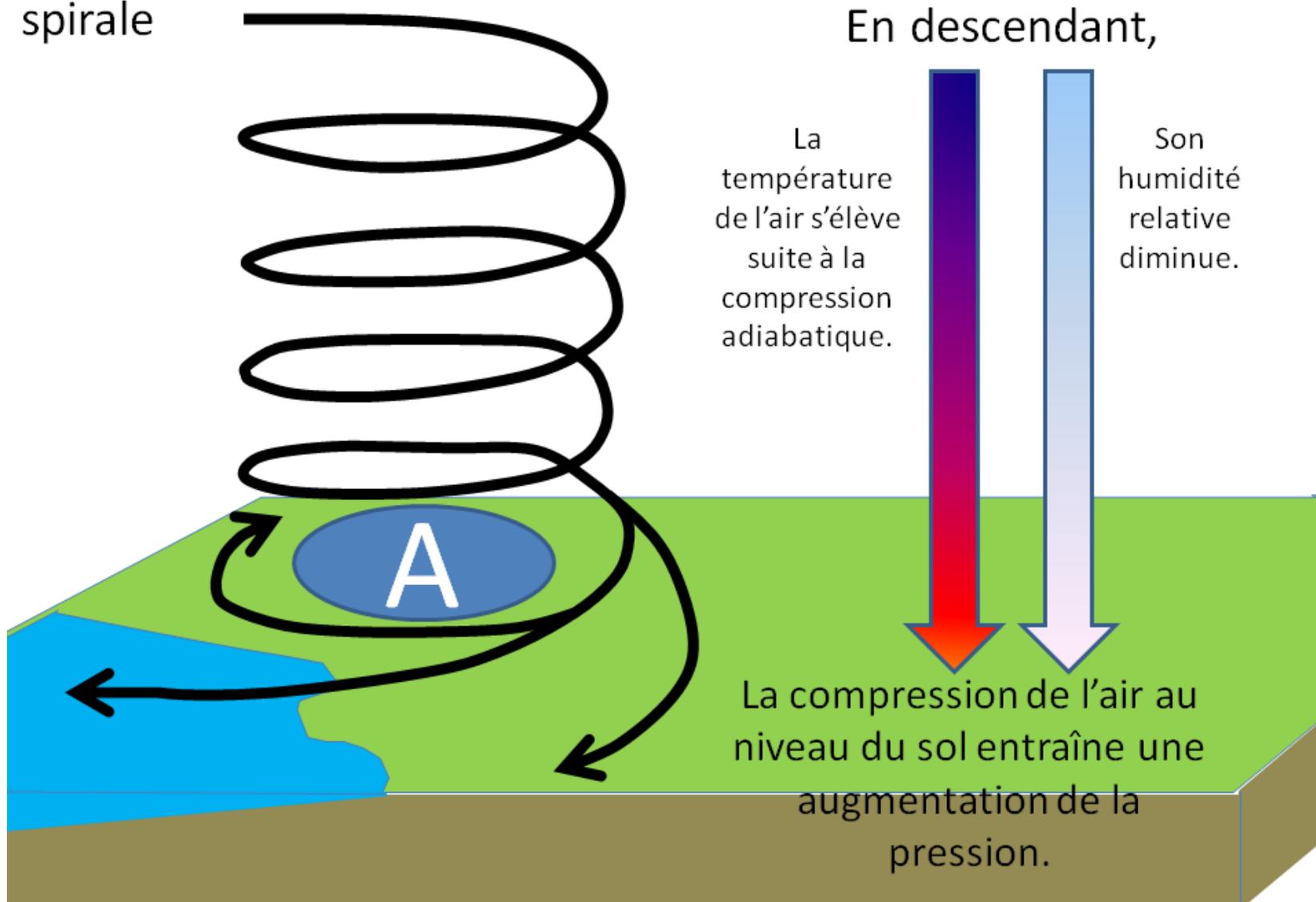
La pression en un point de la surface terrestre est le poids de la colonne d'air qui s'exerce en ce point.

Elle subit des variations qui sont à l'origine d'individus de haute pression (=Anticyclones) et d'individus de basse pression (Dépressions).

Cette différence de pression est à l'origine des vents.

Notions de climatologie: Vents et circulation atmosphérique

Ce qui est observé: l'air descend en spirale

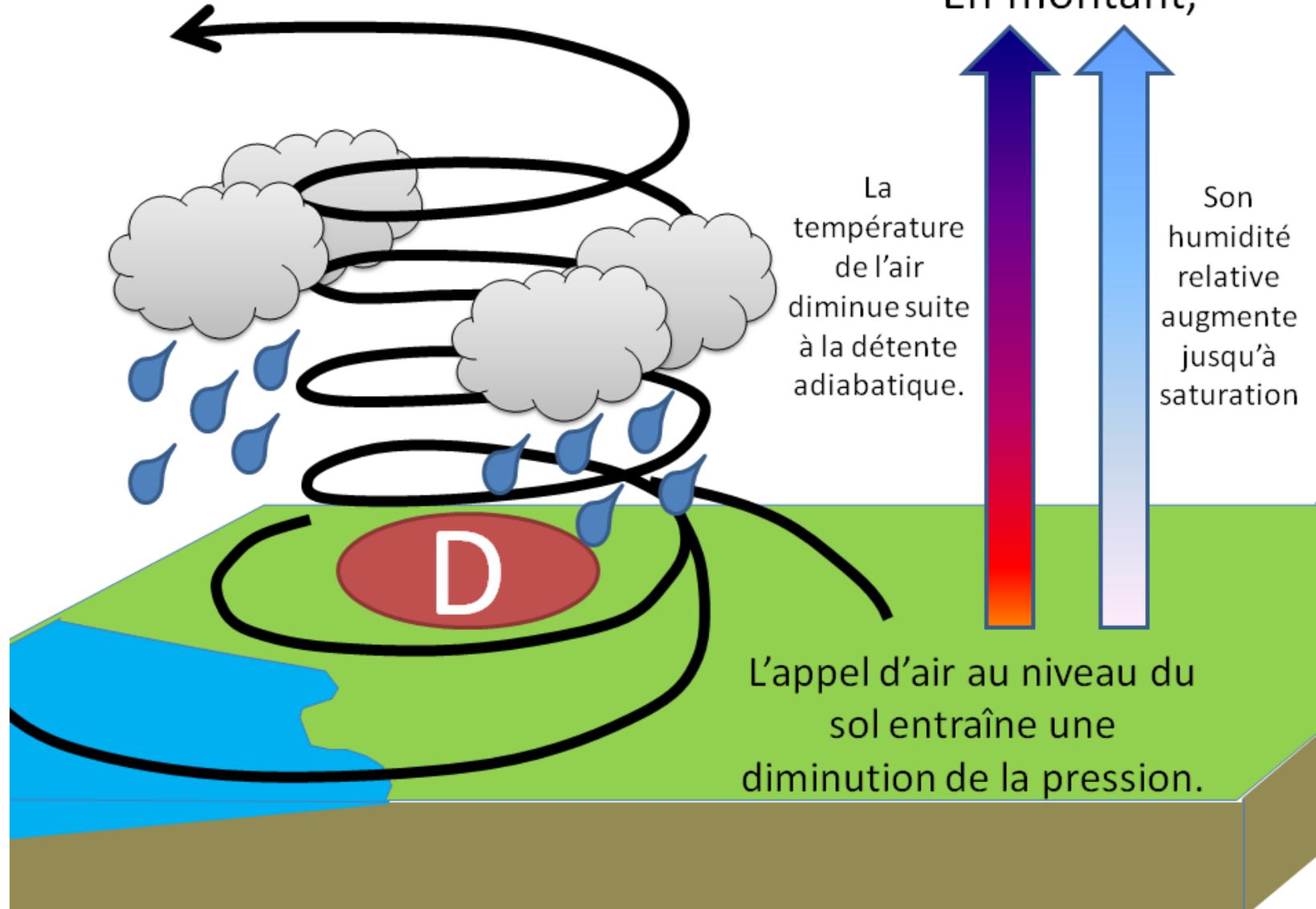


Anticyclone

C'est l'endroit où la pression est la plus haute. Cette zone se forme de la façon suivante: l'air au-dessus d'une région froide (pôles) est également froid. Il tend donc à descendre au sol, puisqu'il est alourdi par le froid. Ceci provoque au niveau du sol une zone de haute pression, appelée anticyclone. Habituellement, lors d'un anticyclone, le ciel est dégagé. Ce système engendre, en été du beau temps, mais en hiver, occasionne un ciel clair et du temps froid ou un ciel nuageux.

Notions de climatologie: Vents et circulation atmosphérique

Ce qui est observé: l'air monte en spirale



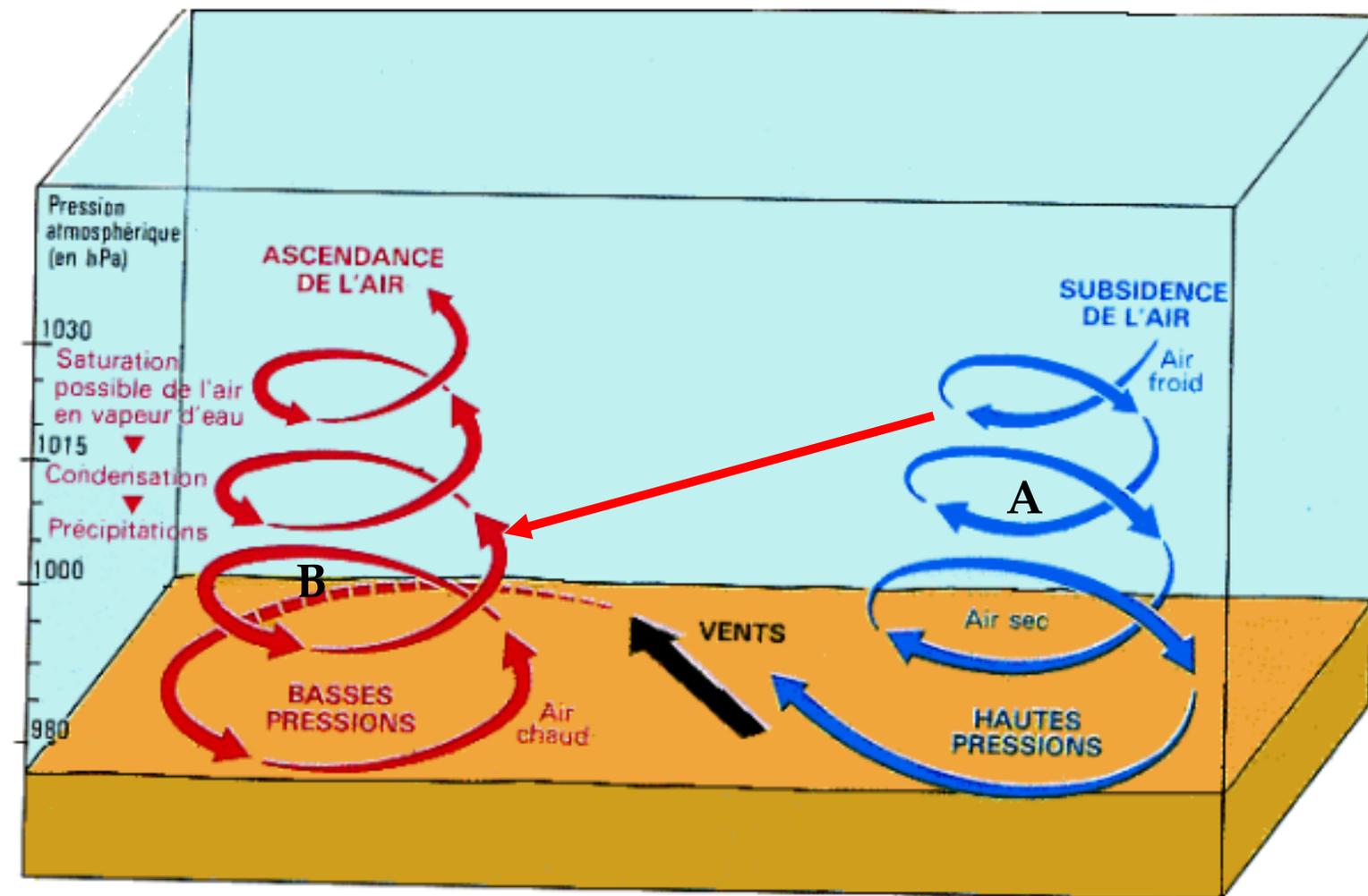
Dépression

L'air s'élève à mesure qu'il se réchauffe, car la chaleur le rend plus léger. Ceci provoque au niveau du sol une zone de basse pression, appelée *dépression*.

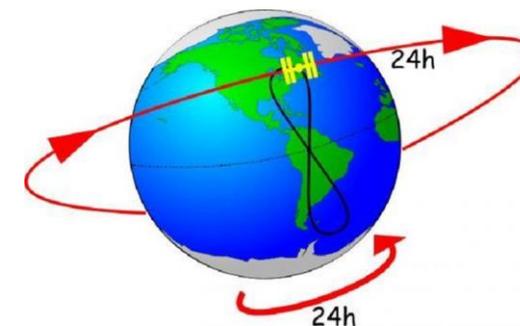
Habituellement, dans une *dépression*, le ciel est nuageux. Ce système engendre généralement du mauvais temps, des vents violents *et* de la pluie abondante

Notions de climatologie: Vents et circulation atmosphérique

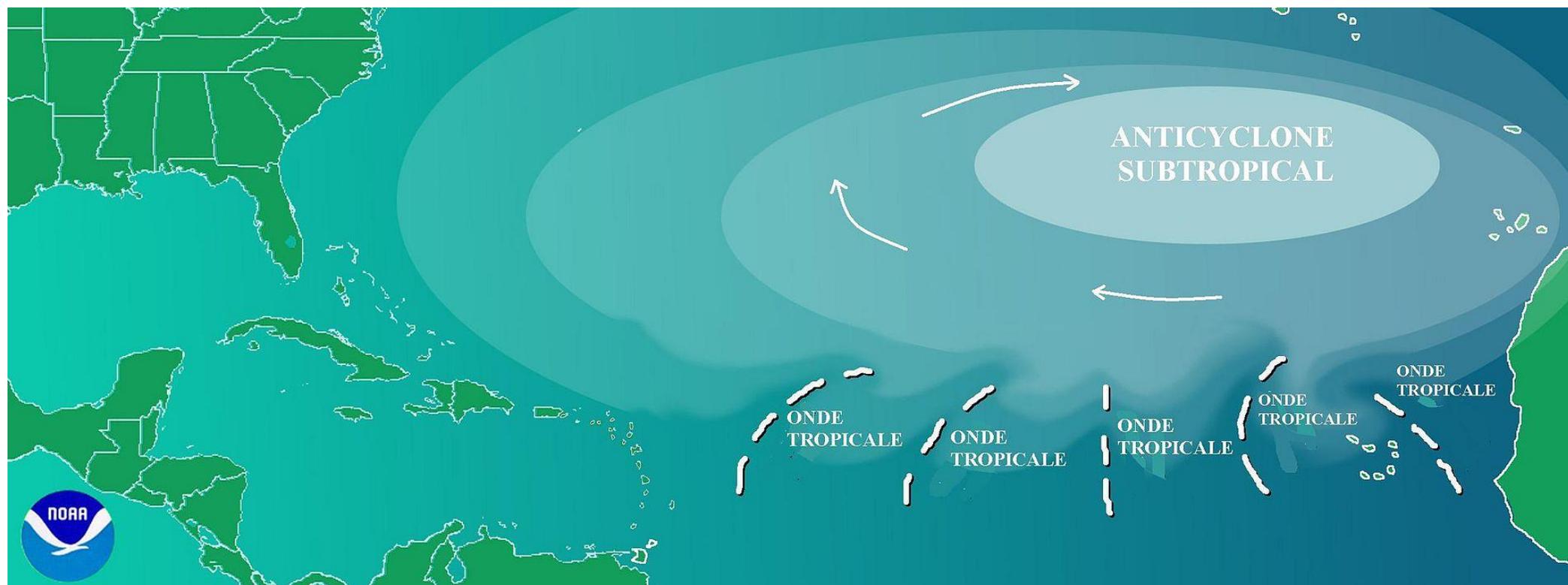
En absence de la rotation de la Terre le vent circule droit de A vers D.



L'air provenant des anticyclones (zone de hautes pressions) se dirige vers les dépressions. Ce mouvement ne se fait pas en ligne droite car la terre tourne sur elle-même. La trajectoire du vent est déviée vers la droite dans l'hémisphère Nord et vers la gauche dans l'hémisphère Sud. Cette déviation est due à la force de Coriolis. Dans l'hémisphère Nord, le vent sort des anticyclones et tourne autour dans le sens des aiguilles d'une montre. Il rentre dans les dépressions en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. En observant les lignes isobares sur une carte météo, on peut connaître la direction du vent.



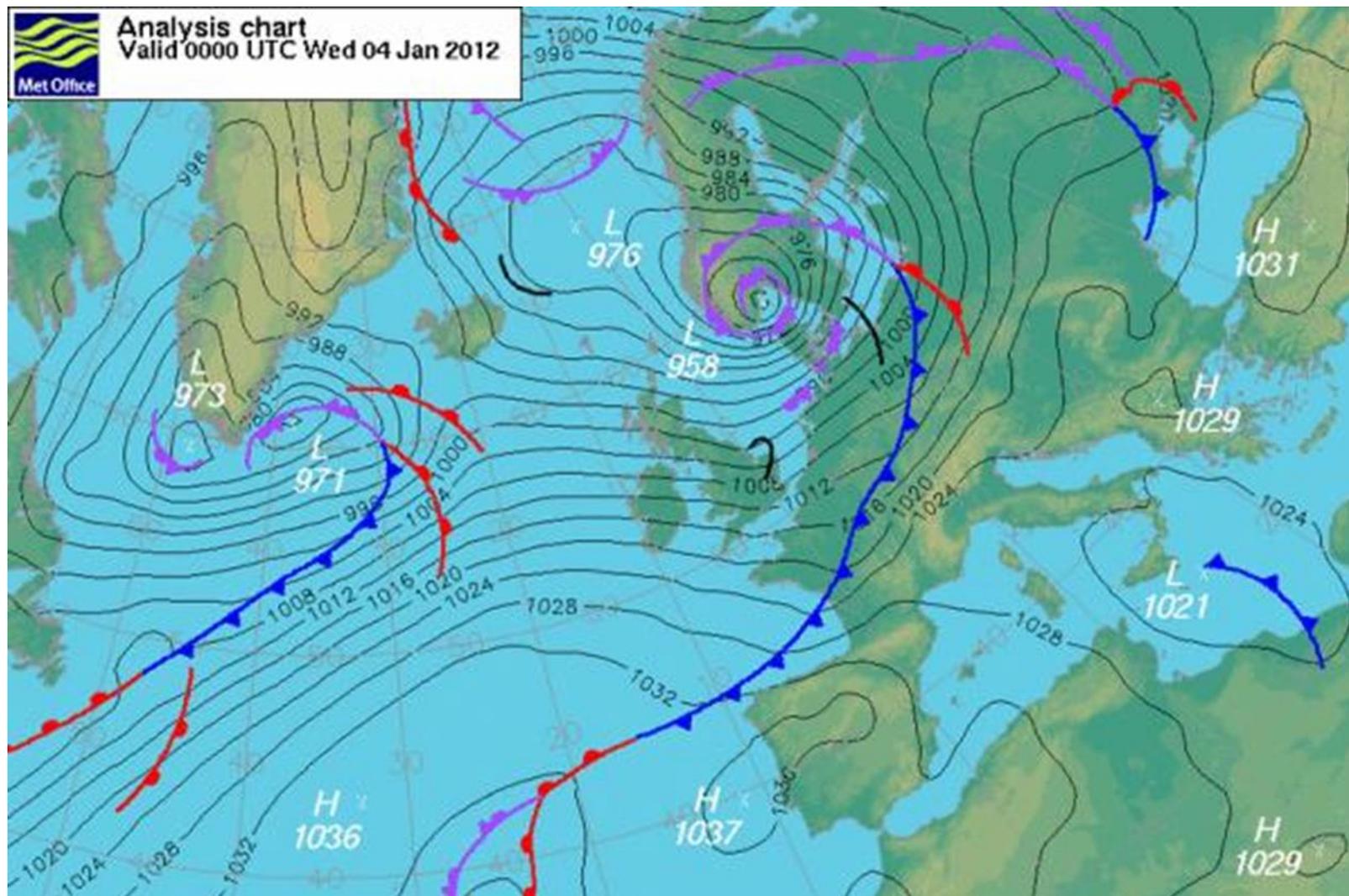
Mouvements horizontaux: Influence de la rotation de la Terre (force de Coriolis)



Le sens de rotation des vents (anticyclones) est lié à la force de Coriolis : il tourne dans le sens horaire dans l'hémisphère nord et dans le sens anti-horaire dans l'hémisphère sud. C'est ce qui définit également la circulation anticyclonique. La formation d'un anticyclone se nomme anticyclogénèse et sa dissipation anticyclolyse.

Notions de climatologie: Vents et circulation atmosphérique

Mouvements horizontaux: Influence de la rotation de la Terre (force de Coriolis)

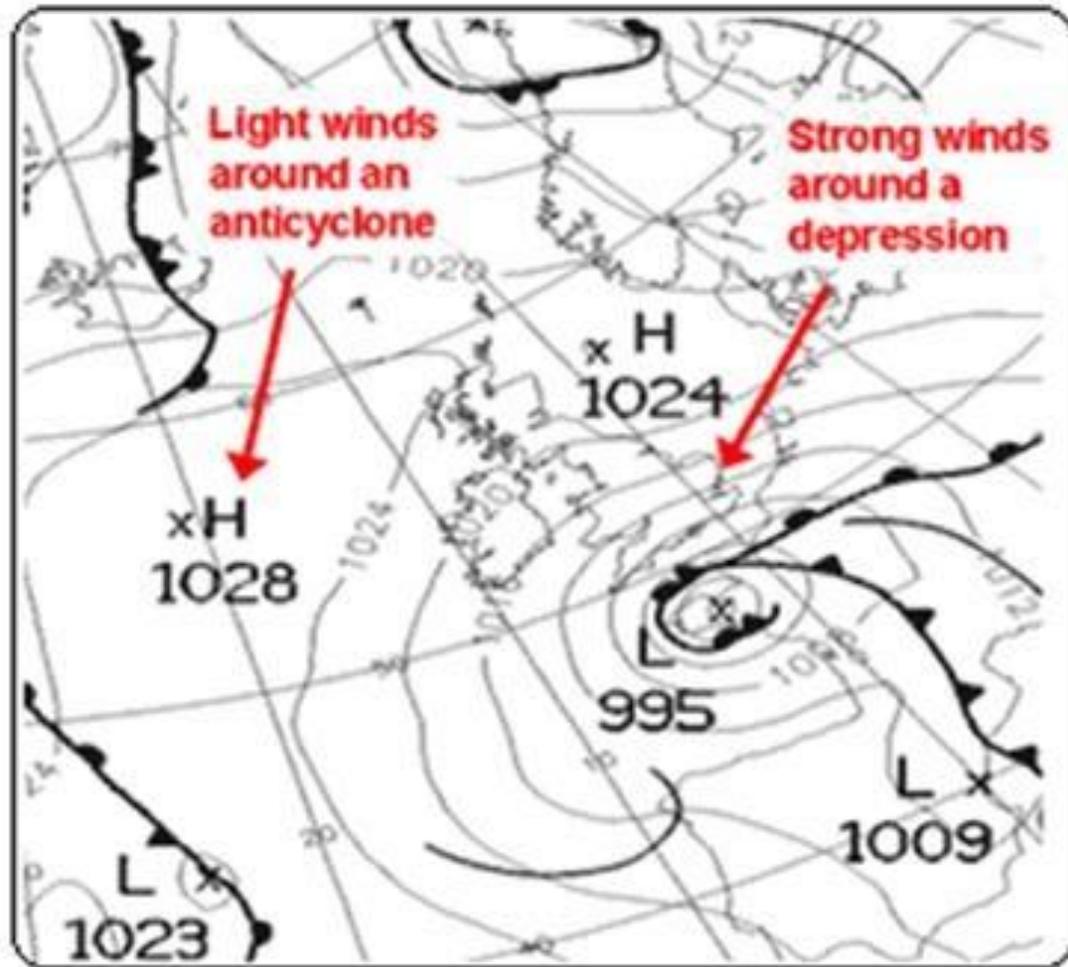


La règle de Buys Ballot.

Les déplacements horizontaux sont orientés à peu près parallèlement aux lignes isobares et isohypses de telle sorte qu'ils laissent les basses pressions ou les zones de bas géopotential sur leur gauche dans l'hémisphère Nord et sur leur droite dans l'hémisphère Sud. Dans les basses couches, le vecteur vent est tangent aux lignes isobares. Ceci est dû aux forces de frottement (sol). En atmosphère libre, le vecteur vent est parallèle aux lignes isohypses car il n'y a pas de frottements.

Notions de climatologie: Vents et circulation atmosphérique

Mouvements horizontaux: Influence de la rotation de la Terre (force de Coriolis)



L'intensité du vent dépend de la répartition géographique de la pression.

L'étude d'une carte isobarique permet de déterminer la force du vent :

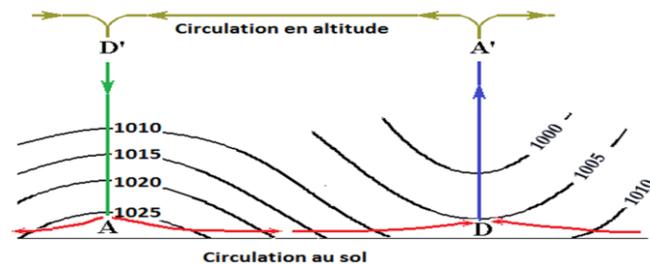
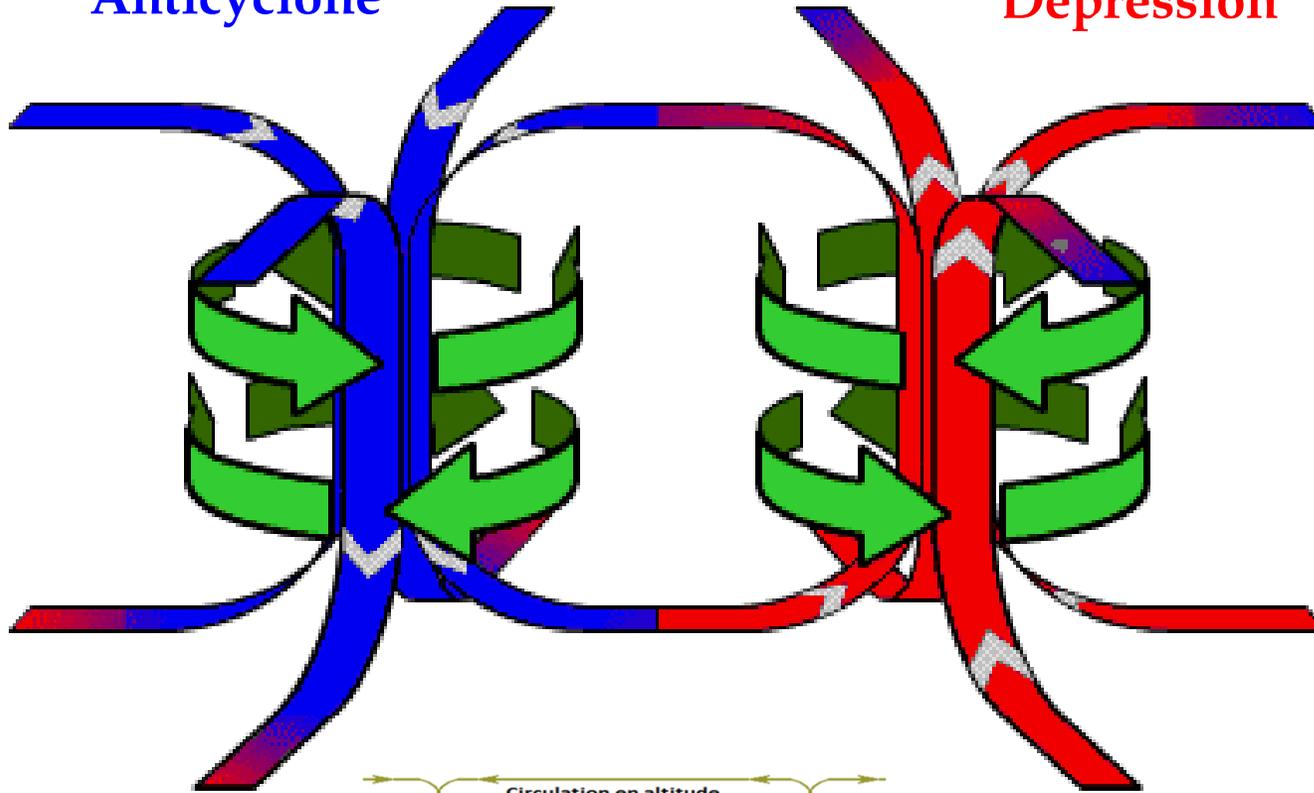
- Des isobares très proches correspondent à des vents forts.
- Des isobares espacées ou mal organisées (marais barométrique) correspondent à des vents faibles ou de direction variable.

Notions de climatologie: Vents et circulation atmosphérique

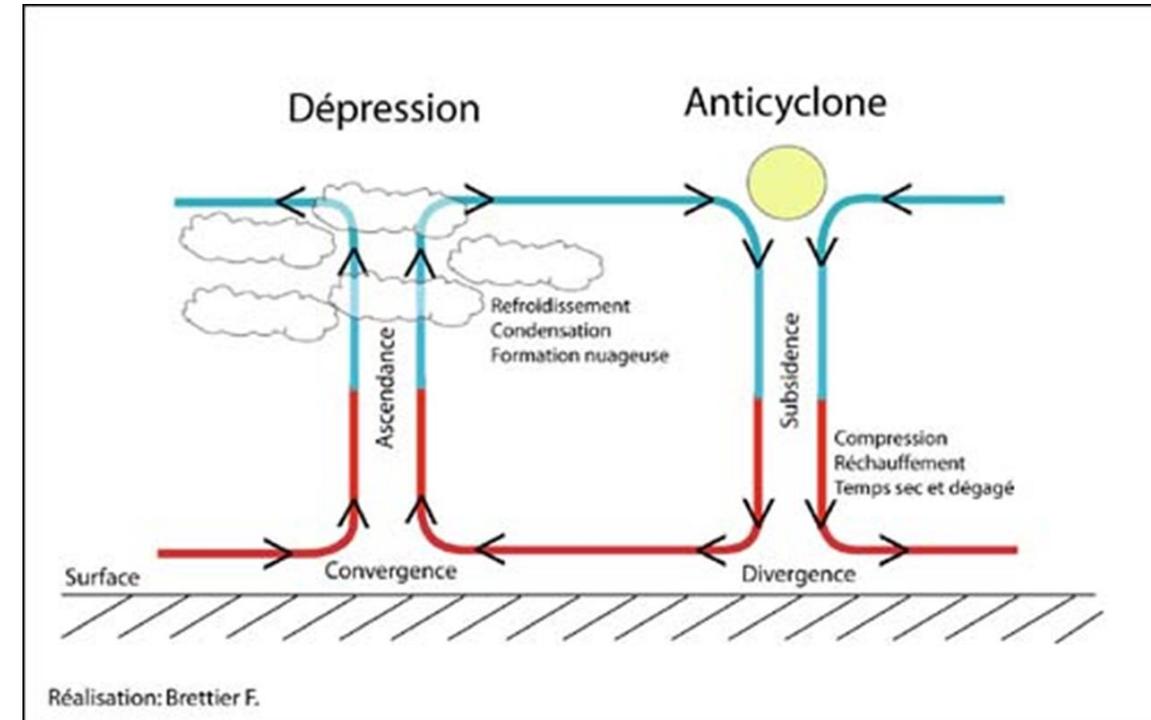
Mouvements horizontaux: Influence de la rotation de la Terre (force de Coriolis)

Anticyclone

Depression



Circulation atmosphérique en un point



Notions de climatologie: Définition

Etude de climat: Climatologie

Etude de la météo: Météorologie

Etude de climat dans le passé: Paléoclimatologie

La Température

L'atmosphère



Le rayonnement solaire

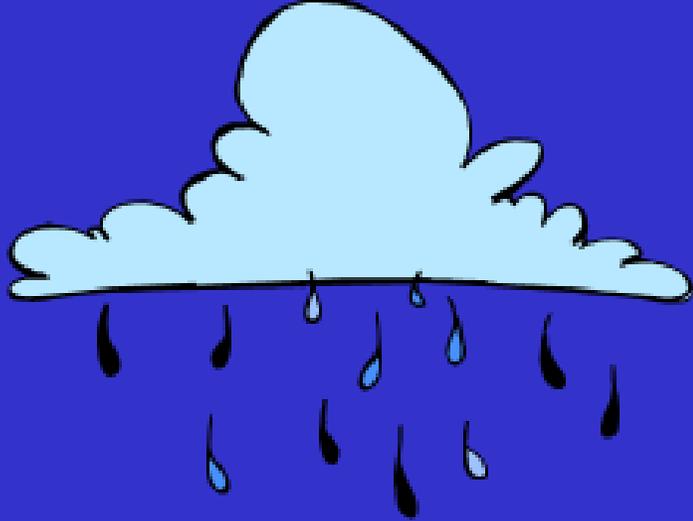


Les précipitations



La circulation des vents

Notions de climatologie: humidité atmosphérique



La buée qui s'échappe
de la marmite aussi.

Les nuages, le brouillard etc.,
sont formés de fines particules
d'eau liquide (ou de glace).



La vapeur d'eau est l'eau (H_2O) sous forme gazeuse. Elle est parfaitement invisible.

L'air le plus limpide et le plus sec contient toujours une certaine quantité de vapeur d'eau.

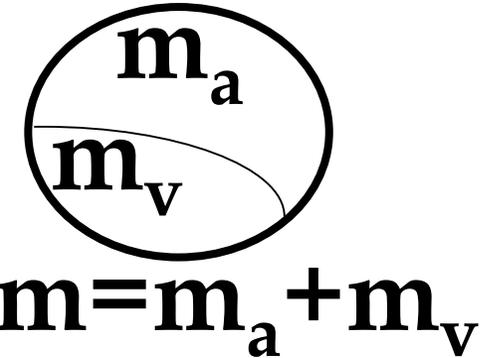
On pourrait définir le contenu de l'air en vapeur d'eau, comme le rapport de la masse de vapeur d'eau au volume de l'air qui la contient, soit :

$$\underline{\text{Humidité}} = \frac{\text{Masse de vapeur d'eau (g)}}{\text{Volume de vapeur (m}^3\text{)}}$$

Notions de climatologie: humidité atmosphérique

On utilise aussi parfois la notion « d 'humidité spécifique q »

L 'humidité spécifique, notée q , est la masse de vapeur d 'eau m_v rapportée à la masse m de la particule d 'air humide (avec encore, $m = m_a + m_v$).


$$m = m_a + m_v$$

$$\text{Humidité spécifique (q) = } \frac{m_v}{m}$$

C'est le rapport de la masse d'eau dans l'air sur la masse d'air humide. Contrairement à l'humidité relative ou absolue, l'humidité spécifique se conserve lors d'un changement d'altitude ou de température de la masse d'air tant qu'il n'y a ni condensation ni évaporation.

Notions de climatologie: humidité atmosphérique

la notion d'adiabatique

Un gaz qui se détend rapidement
se refroidit.



Pneu qu'on dégonfle,

bombe de crème
chantilly,

extincteur à CO₂, etc.

2

Inversement un gaz que
l'on comprime s'échauffe.



Pompe à vélo,

compresseur,

moteur, etc.

3

Notions de climatologie: humidité atmosphérique

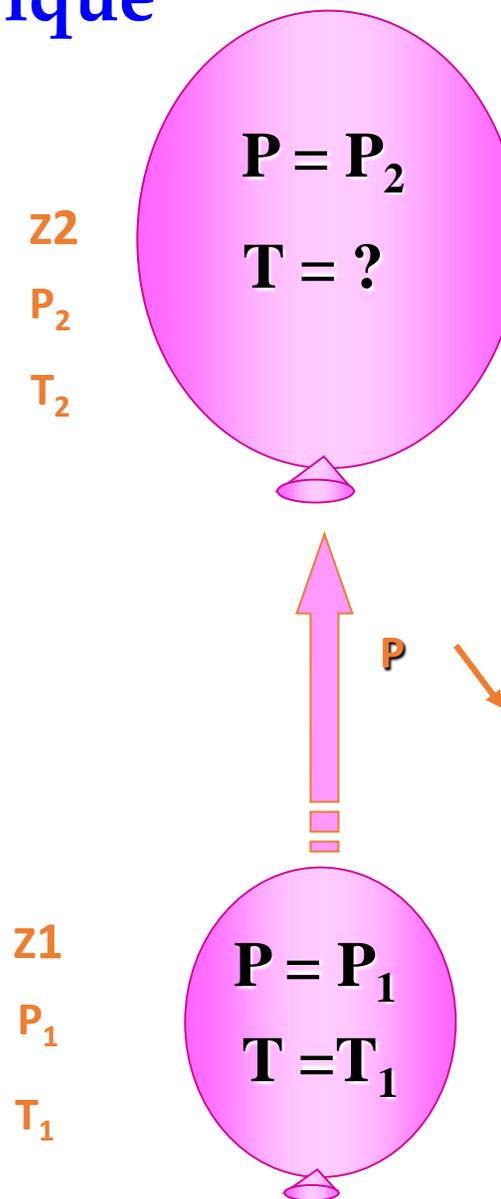
la notion d'adiabatique

Supposons que l'on isole une bulle d'air, et qu'on lui fasse subir une ascension...

au cours de la montée, elle va rencontrer des pressions de plus en plus faibles.

Si l'on suppose qu'à tout instant, la pression P à l'intérieur de la bulle est égale à la pression de l'air environnant, la particule va se détendre.

Cette détente va provoquer son refroidissement.



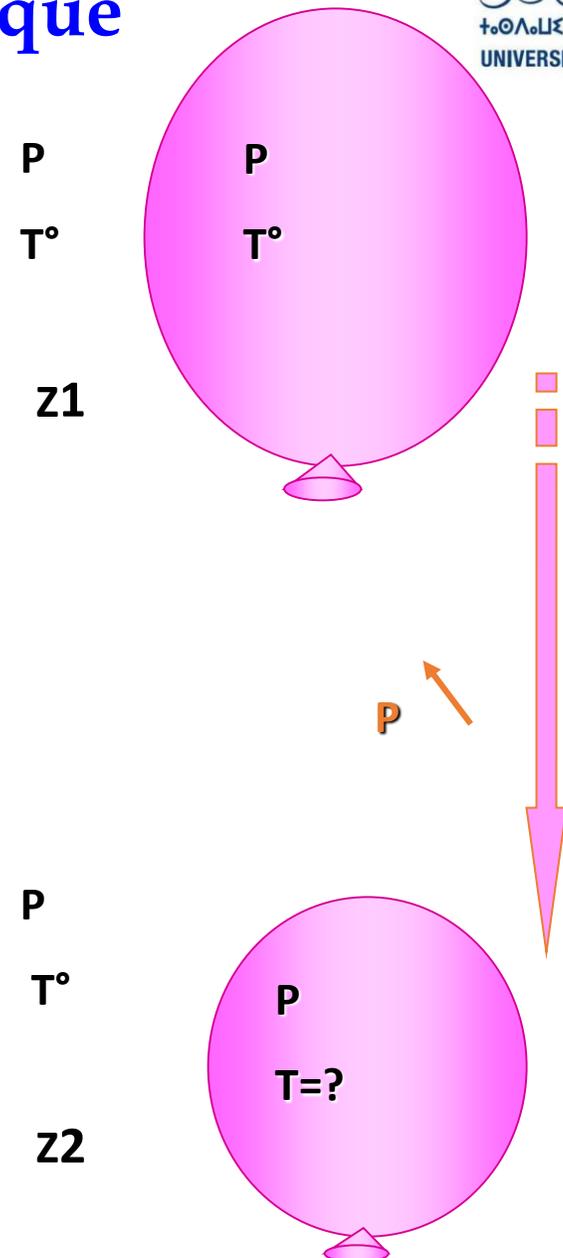
Notions de climatologie: humidité atmosphérique

la notion d'adiabatique

Inversement, si l'on oblige la bulle à descendre...

elle rencontre des pressions plus fortes et donc se comprime...

Cette compression va provoquer son réchauffement.



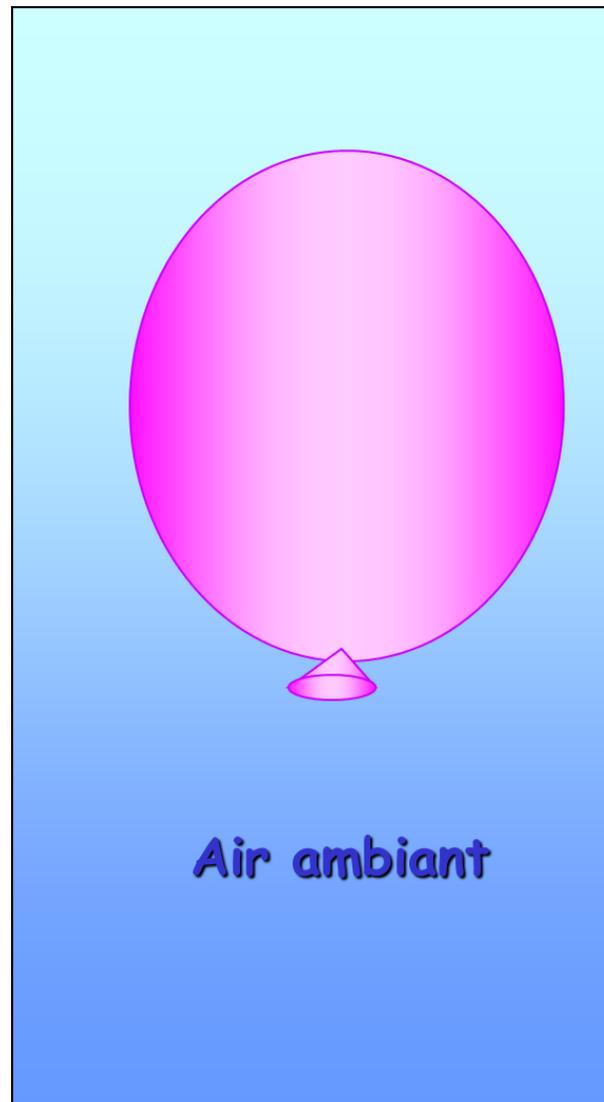
Notions de climatologie: humidité atmosphérique

la notion d'adiabatique

L'air étant mauvais conducteur de la chaleur, ces phénomènes vont s'opérer sans échange thermique entre la bulle et le milieu extérieur.

La température de l'air ambiant n'influera pas sur le refroidissement ou le réchauffement de l'air de la bulle.

Le phénomène est dit « adiabatique » .



Notions de climatologie: humidité atmosphérique

la stabilité et l'instabilité atmosphériques

En Physique, on dit qu'un objet est en équilibre stable,

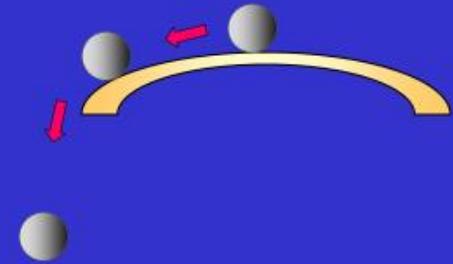


lorsque, écarté de sa position d'équilibre,

il tend à y revenir de lui-même, en général après une série d'oscillations.

69

On dit qu'un objet est en équilibre instable, lorsque, écarté de sa position d'origine, il tend à s'en écarter encore plus.



70

On dit qu'un objet est en équilibre indifférent, lorsque, écarté de sa position d'origine, il conserve sa nouvelle position.



71

Notions de climatologie: humidité atmosphérique

la stabilité et l'instabilité atmosphériques

Une particule d'air, peut dans certaines conditions,
être en équilibre:

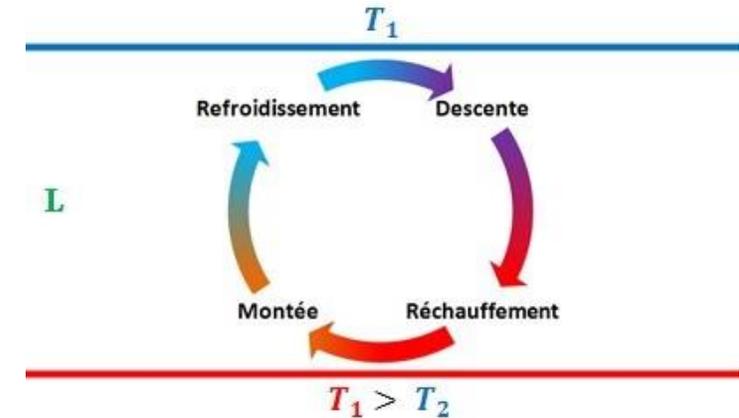
stable,

instable,

ou indifférent,

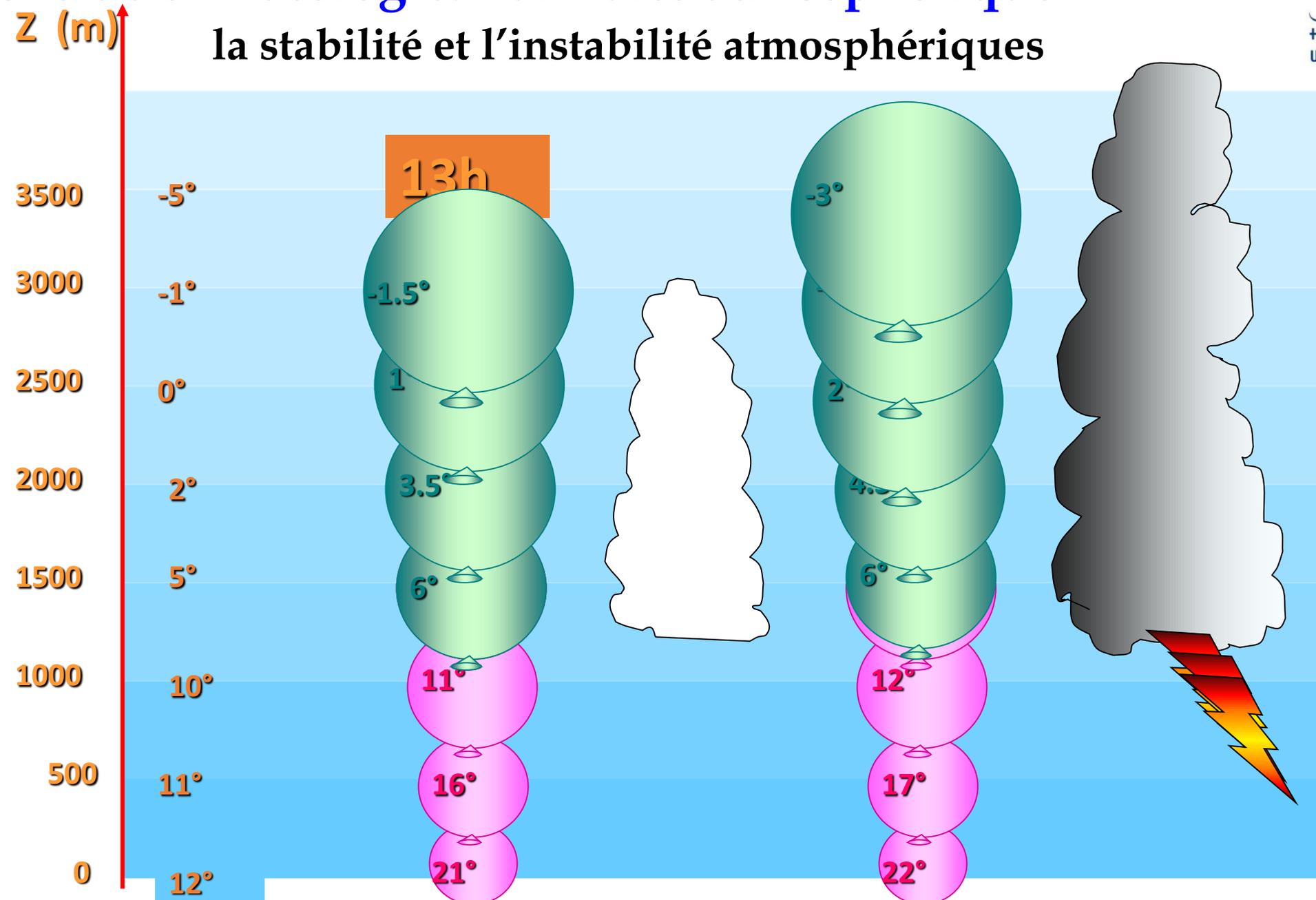
Qualités qui rendent possible ou non

la convection.



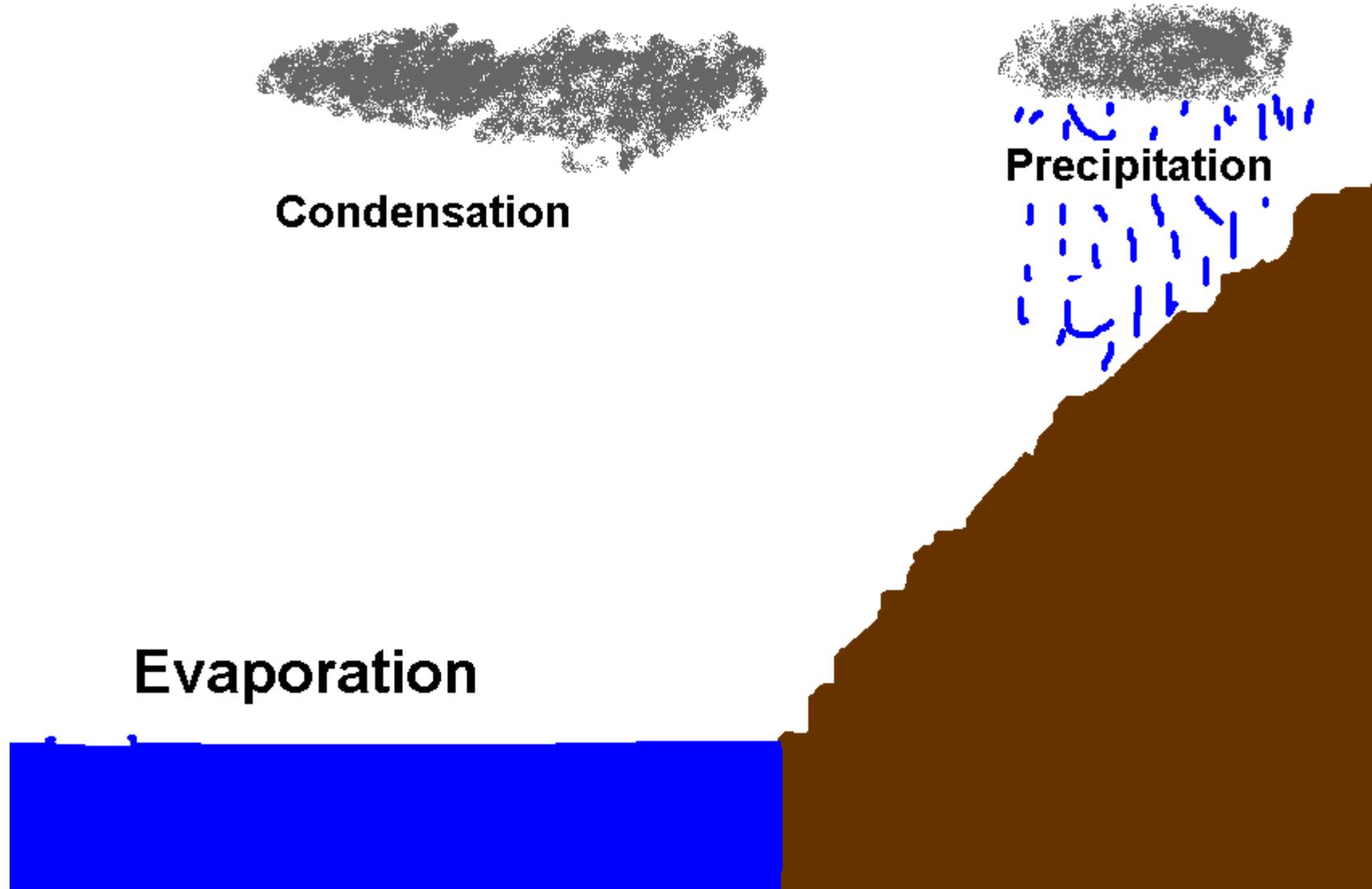
Notions de climatologie: humidité atmosphérique

la stabilité et l'instabilité atmosphériques



Notions de climatologie: humidité atmosphérique

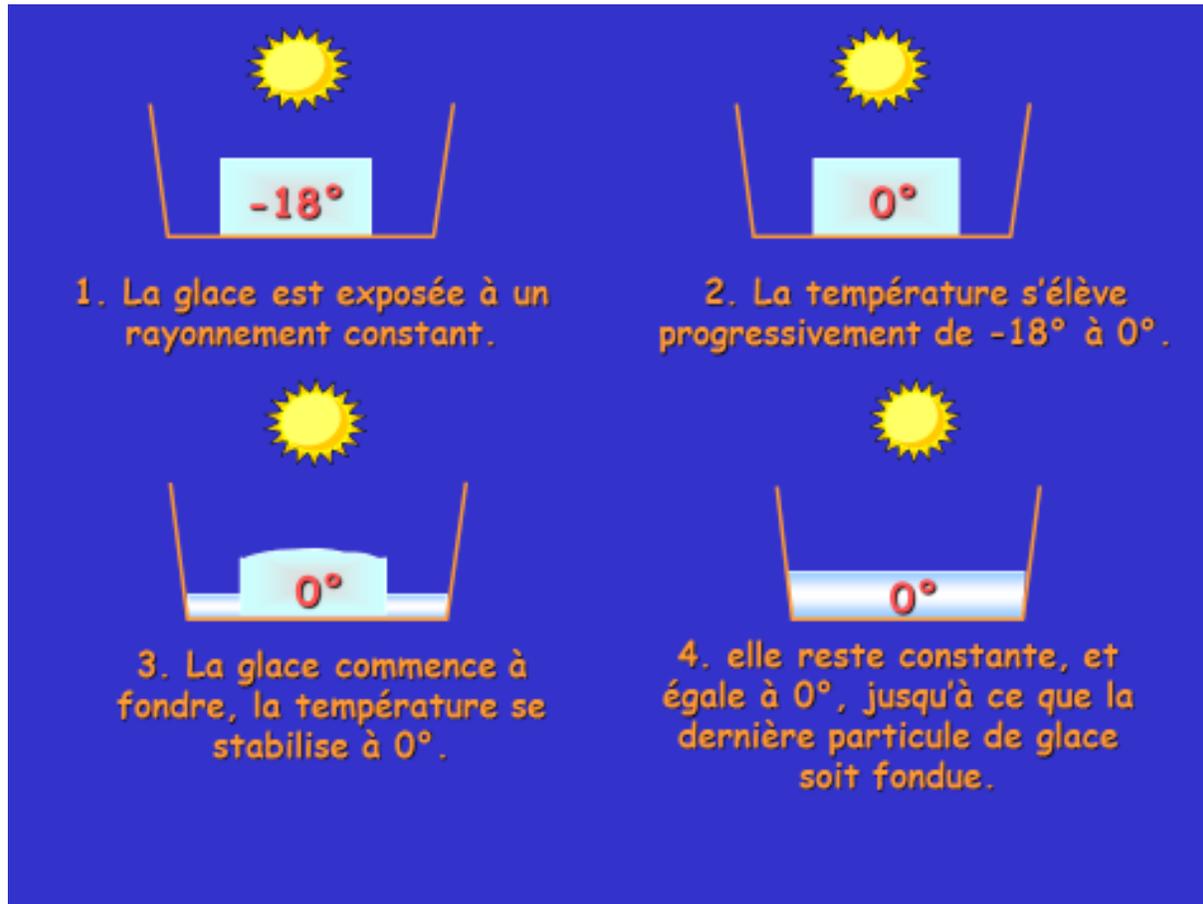
Evaporation, condensation et précipitation



Evaporation



Evaporation et condensation

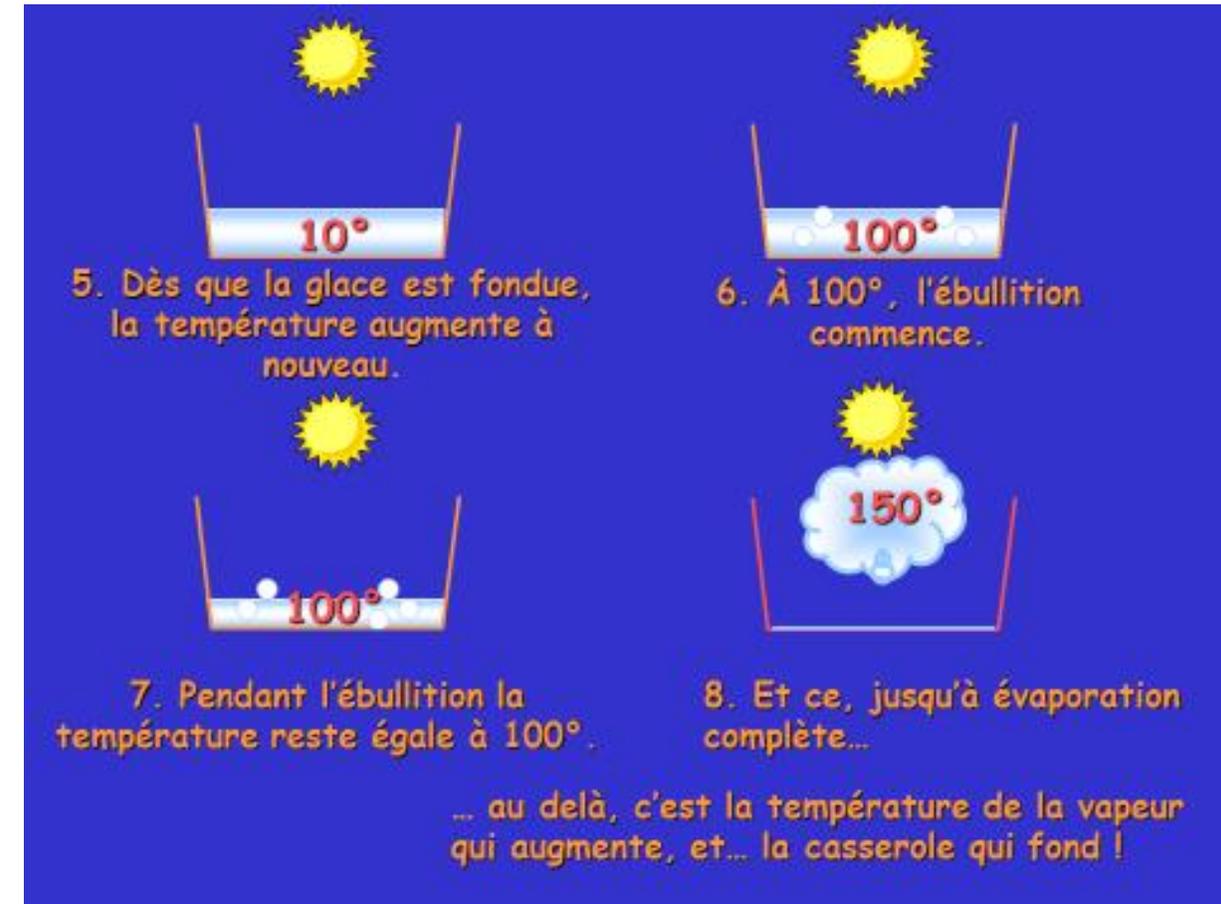


1. La glace est exposée à un rayonnement constant.

2. La température s'élève progressivement de -18° à 0° .

3. La glace commence à fondre, la température se stabilise à 0° .

4. elle reste constante, et égale à 0° , jusqu'à ce que la dernière particule de glace soit fondue.



5. Dès que la glace est fondue, la température augmente à nouveau.

6. À 100° , l'ébullition commence.

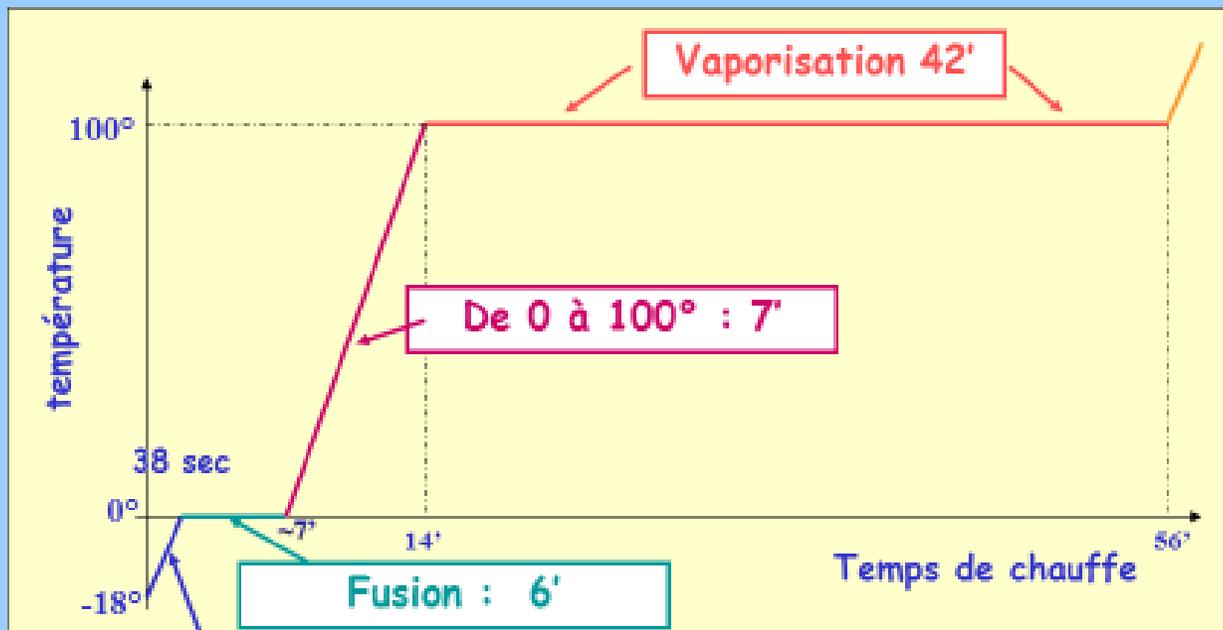
7. Pendant l'ébullition la température reste égale à 100° .

8. Et ce, jusqu'à évaporation complète...

... au delà, c'est la température de la vapeur qui augmente, et... la casserole qui fond !

Evaporation

Chaleur, température et changement d'état



Conditions d'expérience :

- 1kg de glace ;
- Puissance de chauffe 1000W.

On déduit qu'une quantité très importante de chaleur est utilisée, non pas pour augmenter la température d'un corps mais pour contribuer à ses changements d'état.

Cette chaleur est appelée « **chaleur latente** » de changement d'état.

Condensation

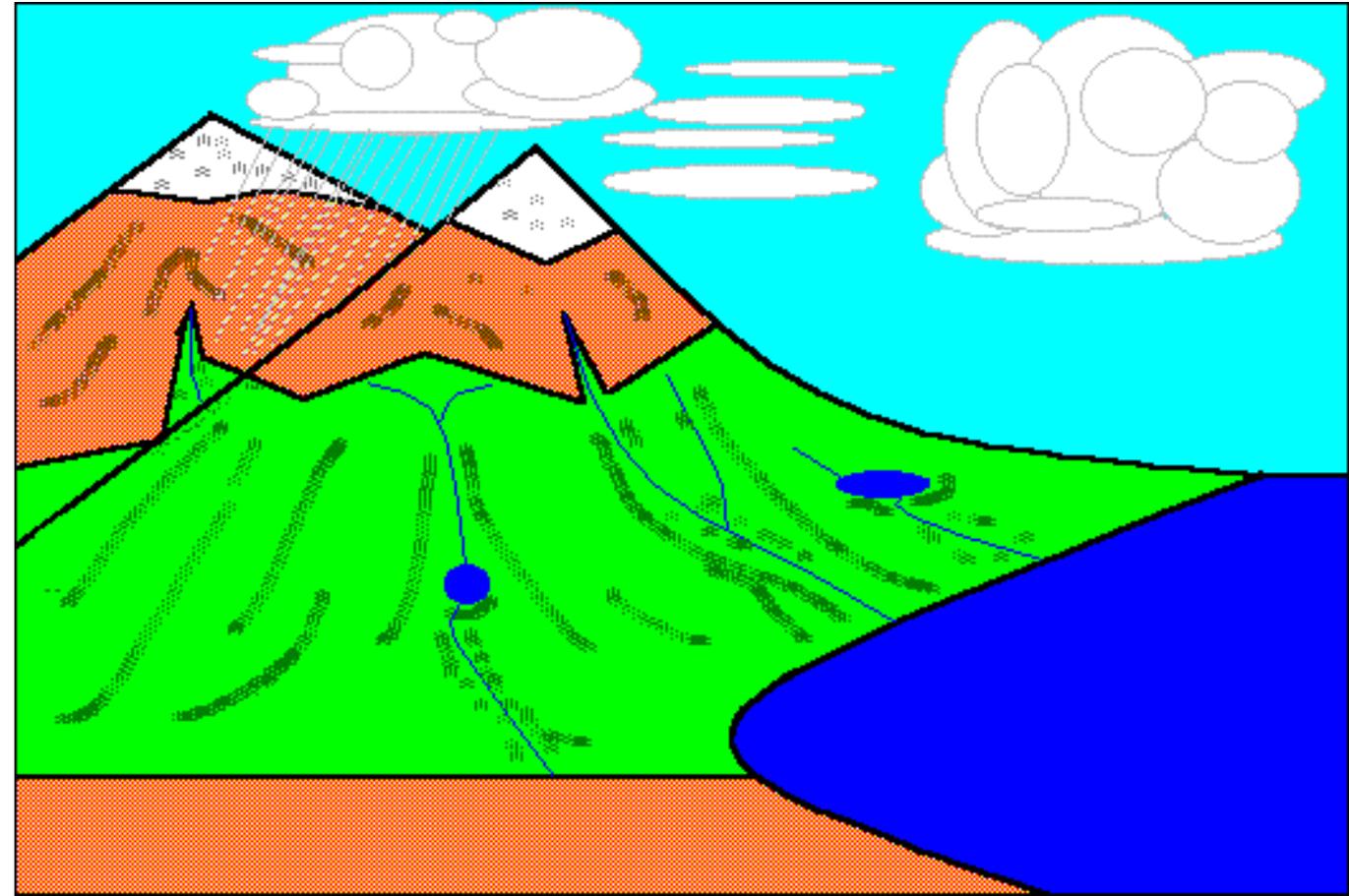
Inversement lors du passage :

- de l'état gazeux à l'état liquide,
- de l'état liquide à l'état solide,

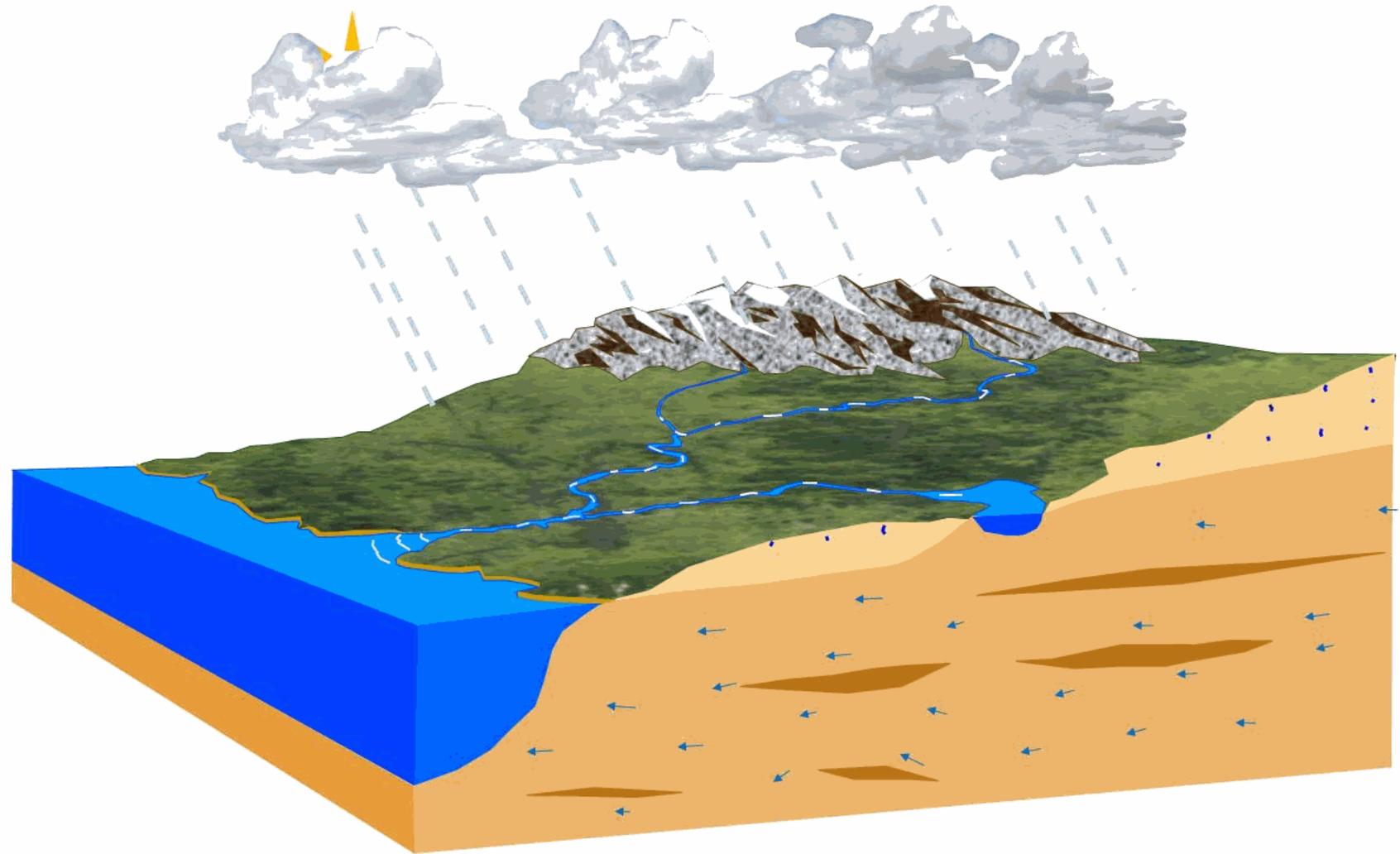
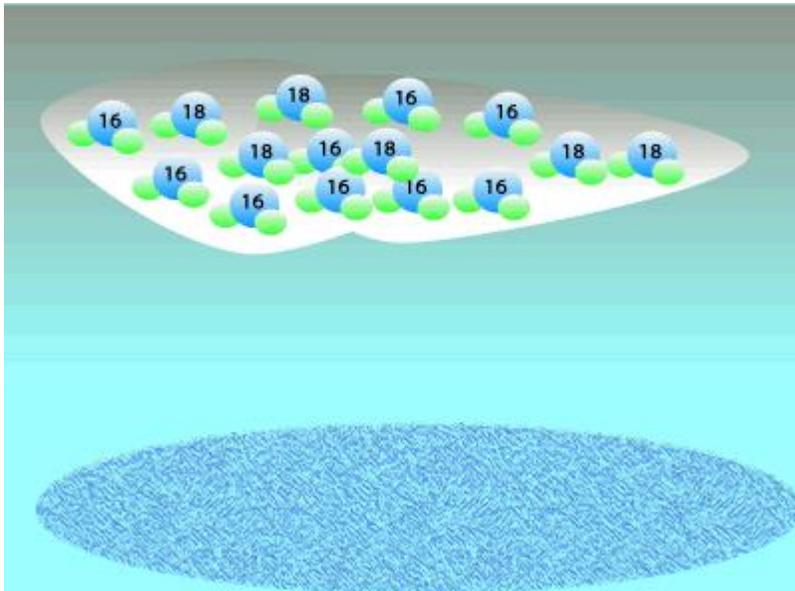
la chaleur latente est restituée.

Chaleur de condensation = chaleur de vaporisation

Chaleur de solidification = chaleur de fusion

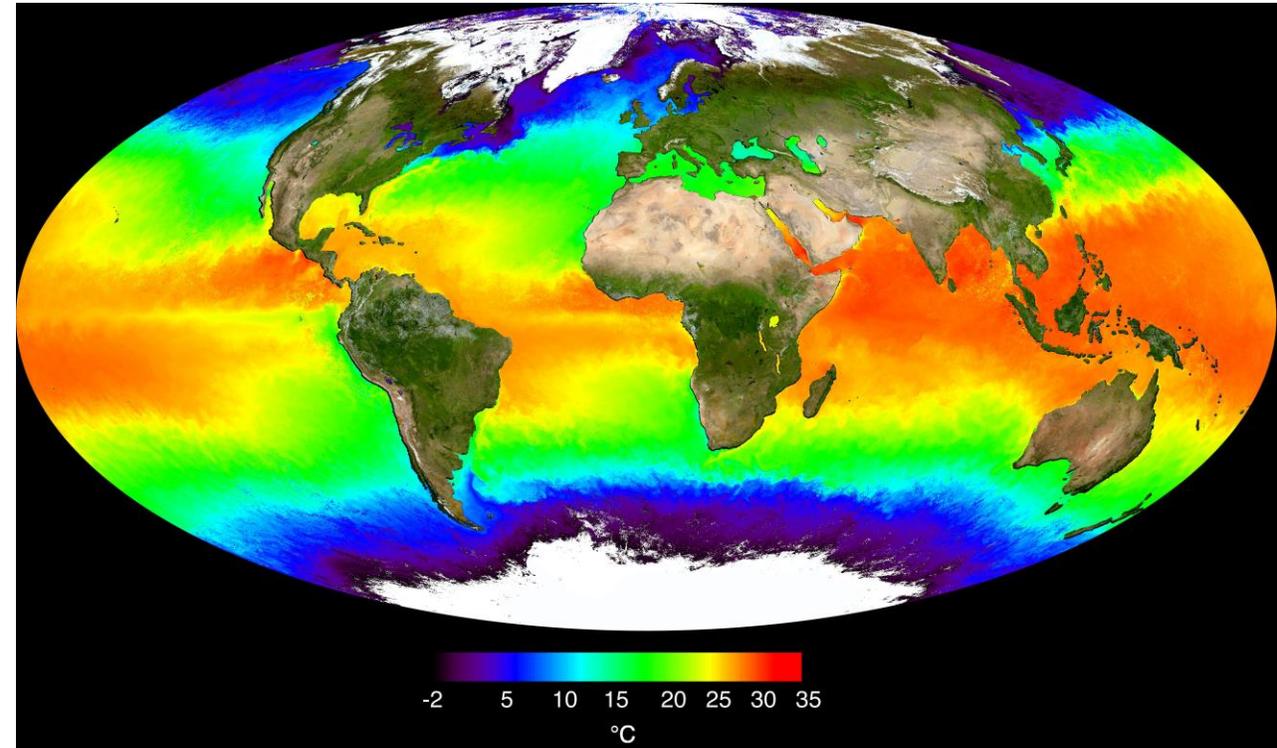
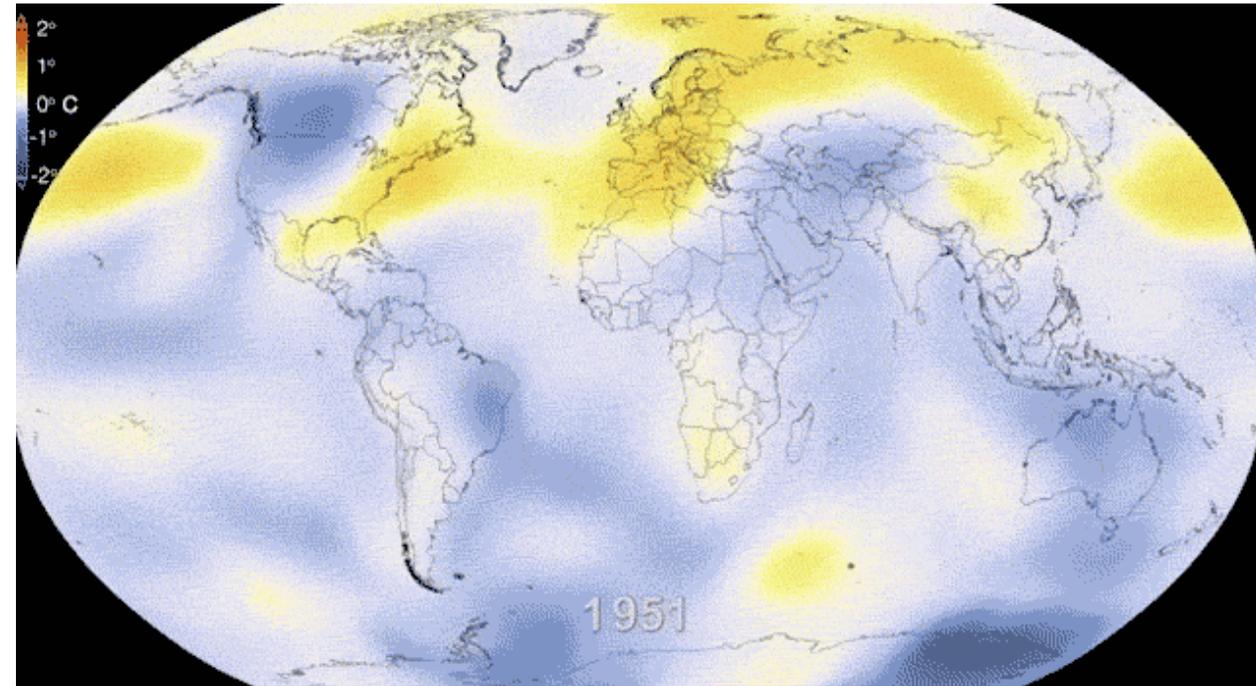


Precipitation



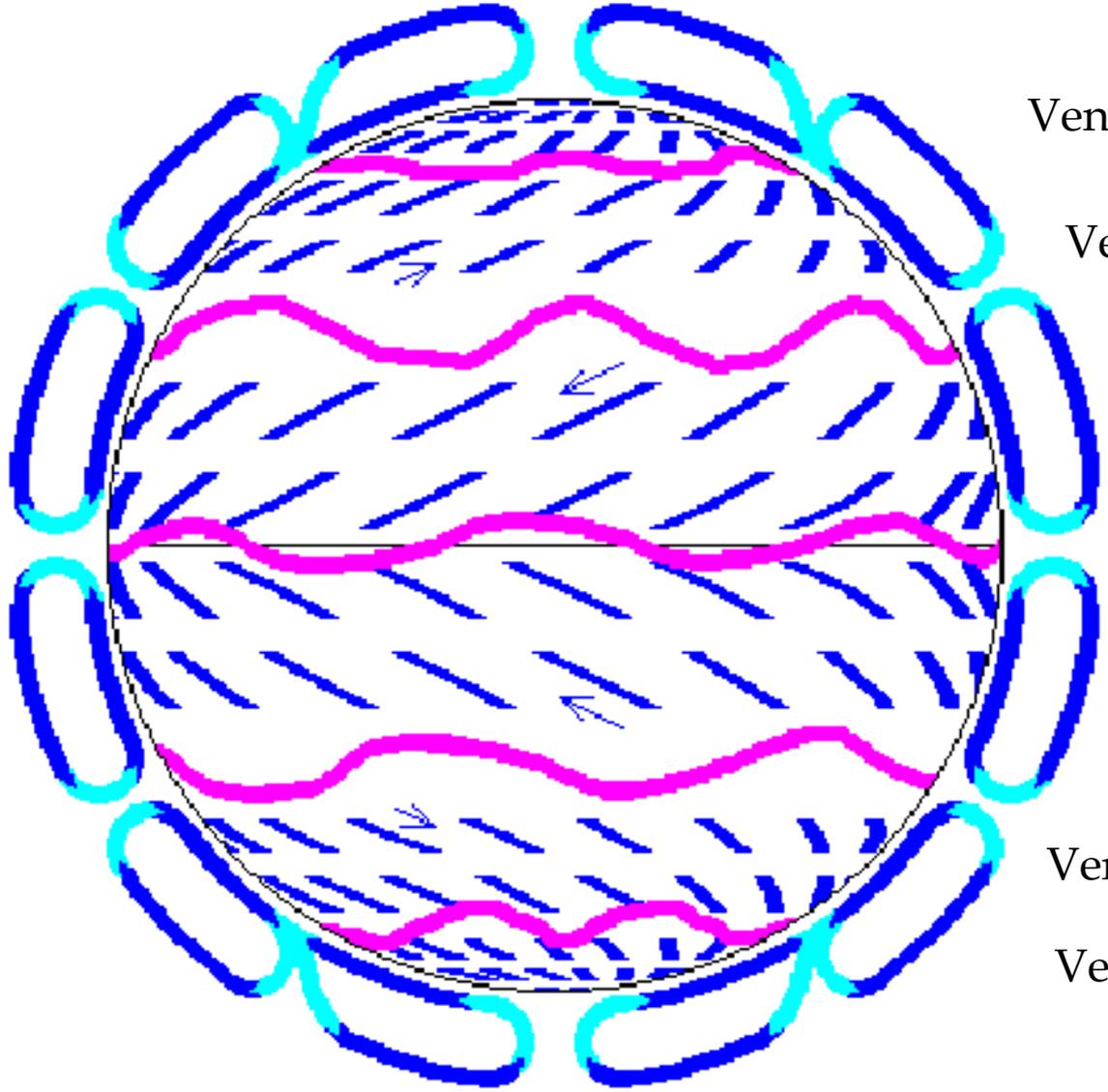
Notions de climatologie: principales zones climatiques

Les variabilités thermiques globales

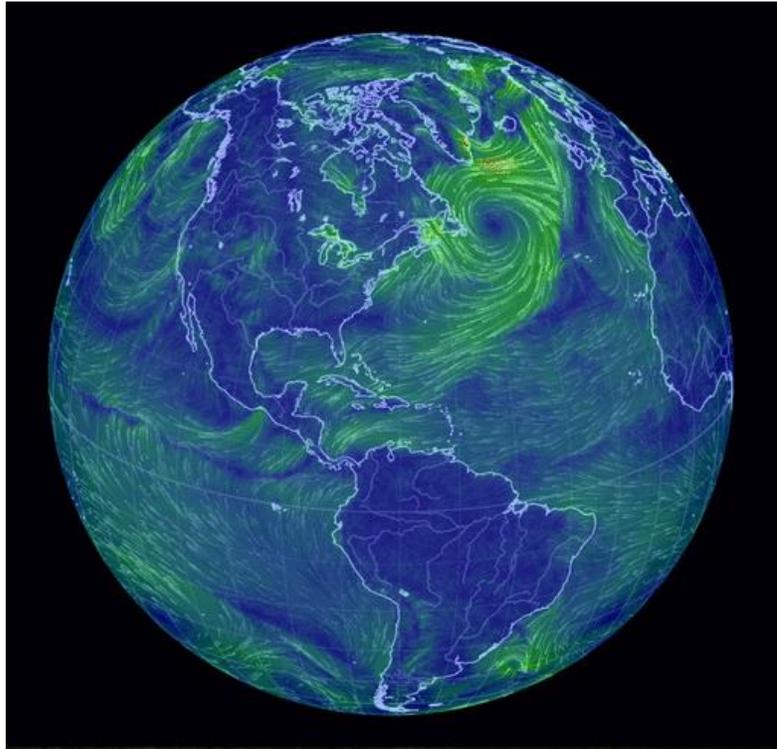


Notions de climatologie: principales zones climatiques

La circulation atmosphérique globale

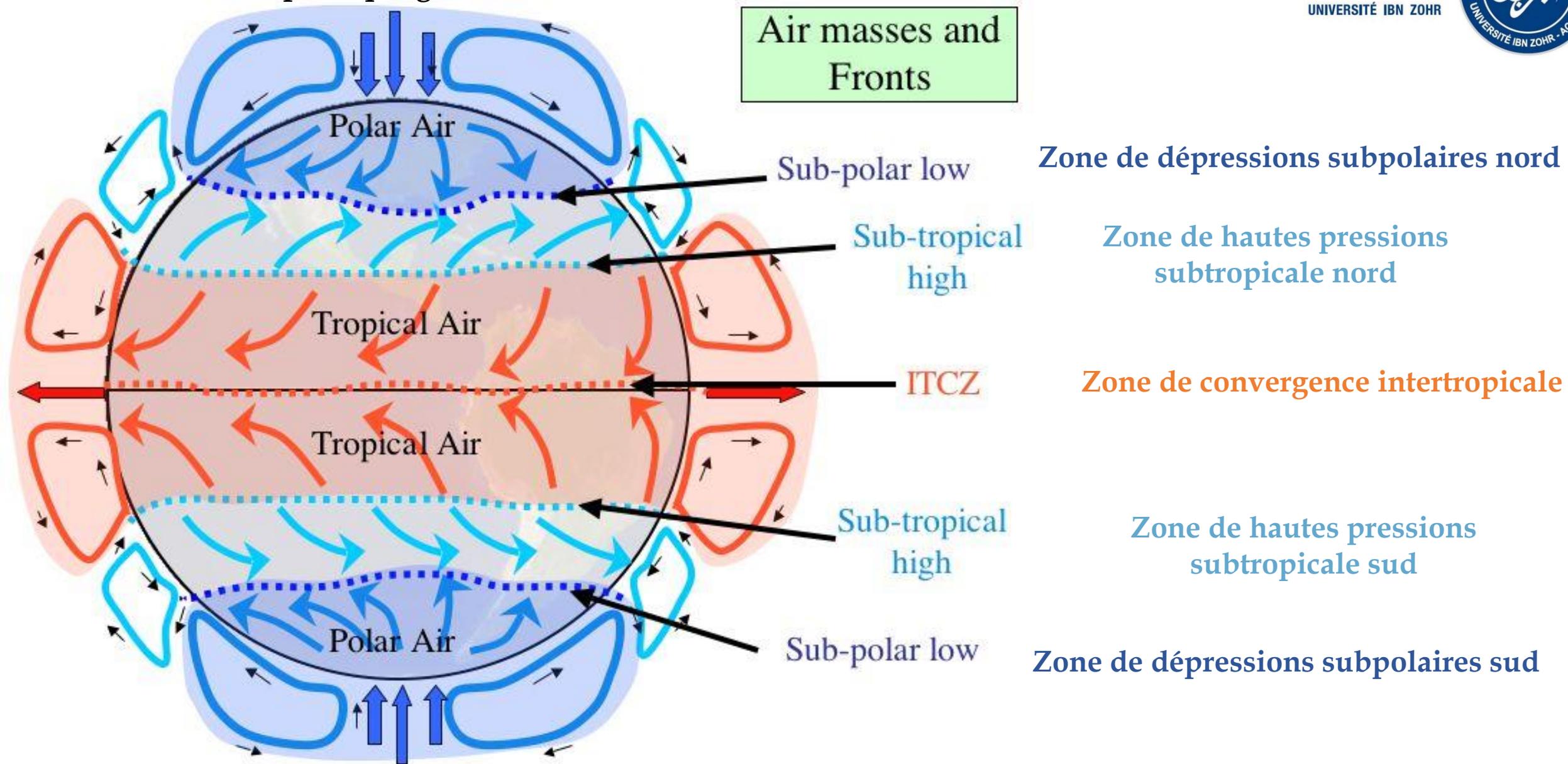


- Vents Est Polaires
- Vents d'ouest/contre-alizés
- Vents d'alizés NE
- Vents d'alizés SE
- Vents d'ouest/contre-alizés
- Vents Est Polaires



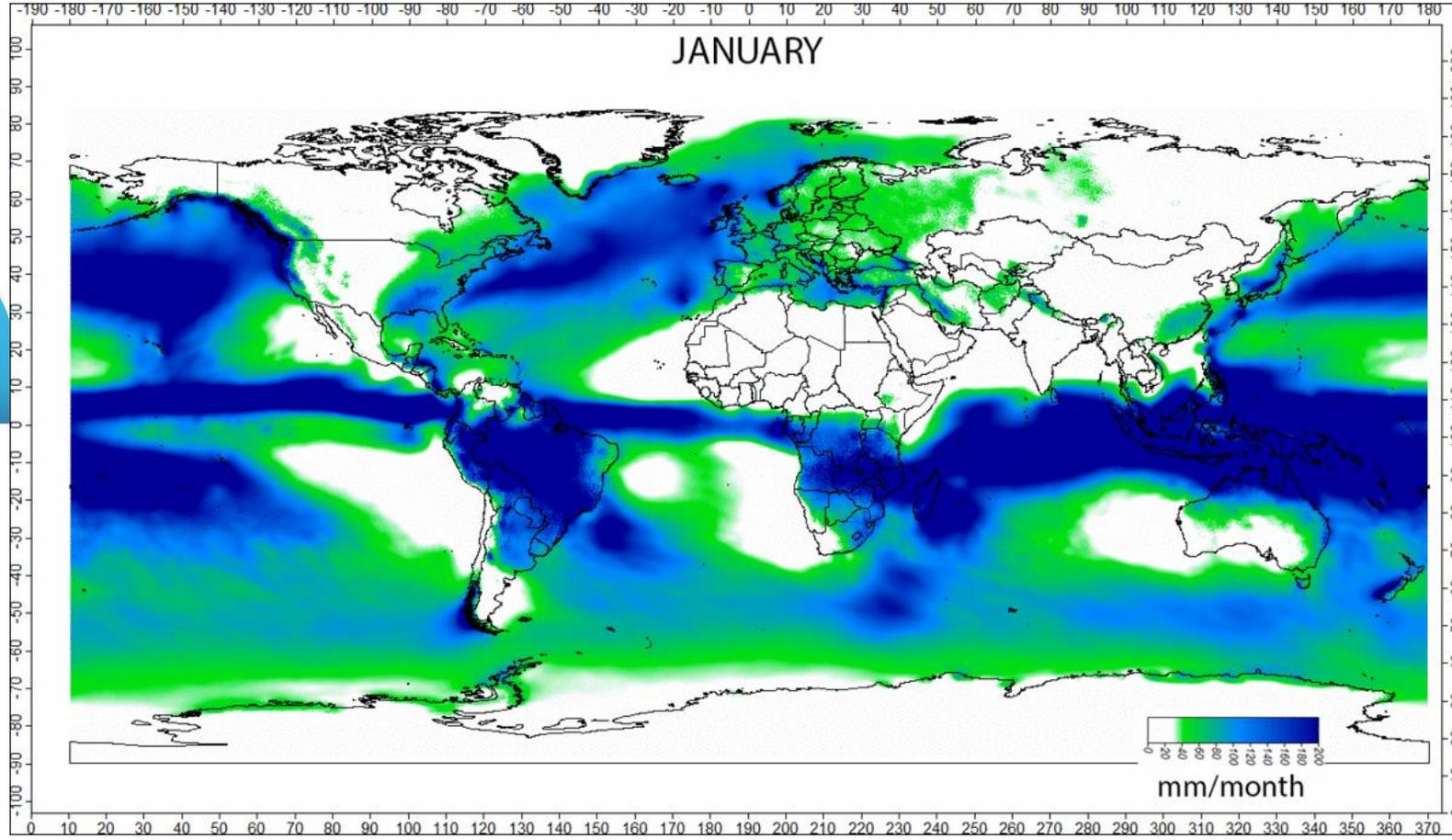
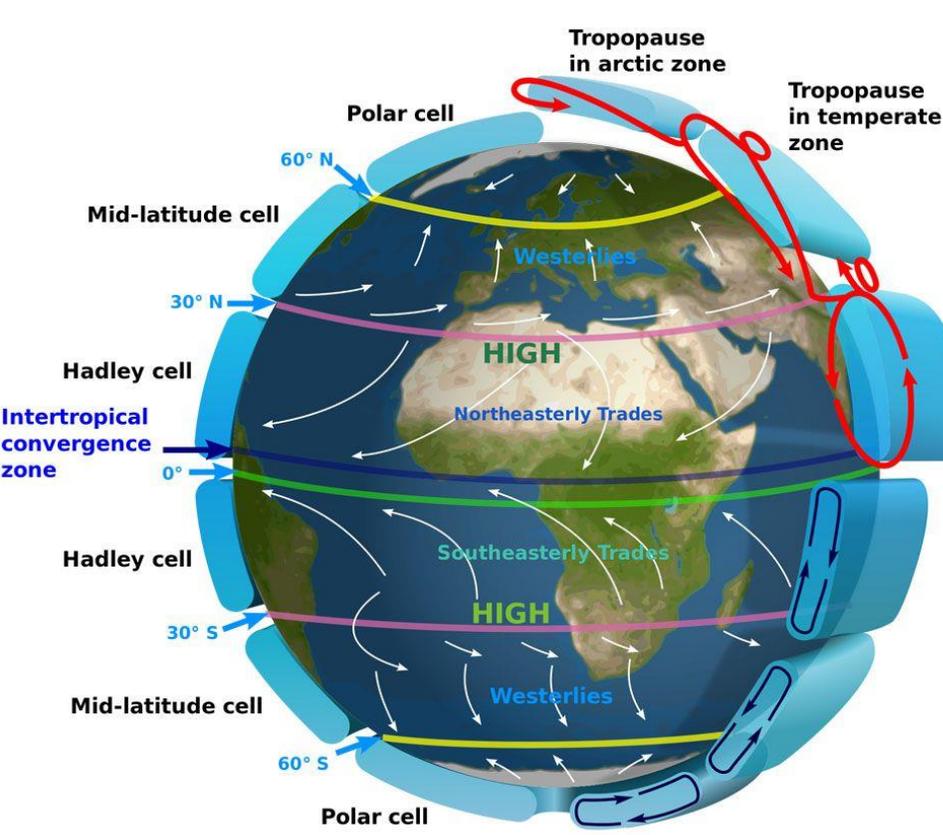
Notions de climatologie: principales zones climatiques

La circulation atmosphérique globale



Notions de climatologie: principales zones climatiques

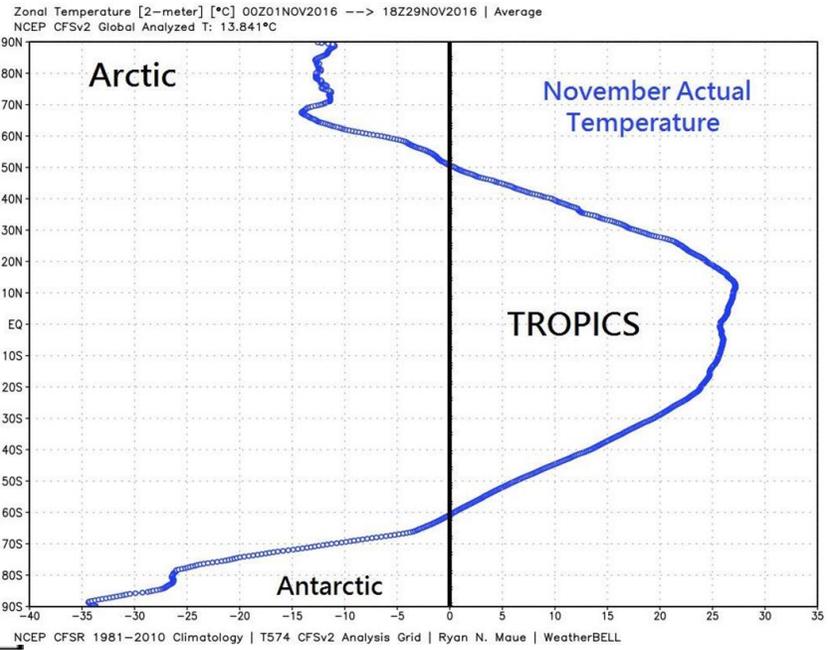
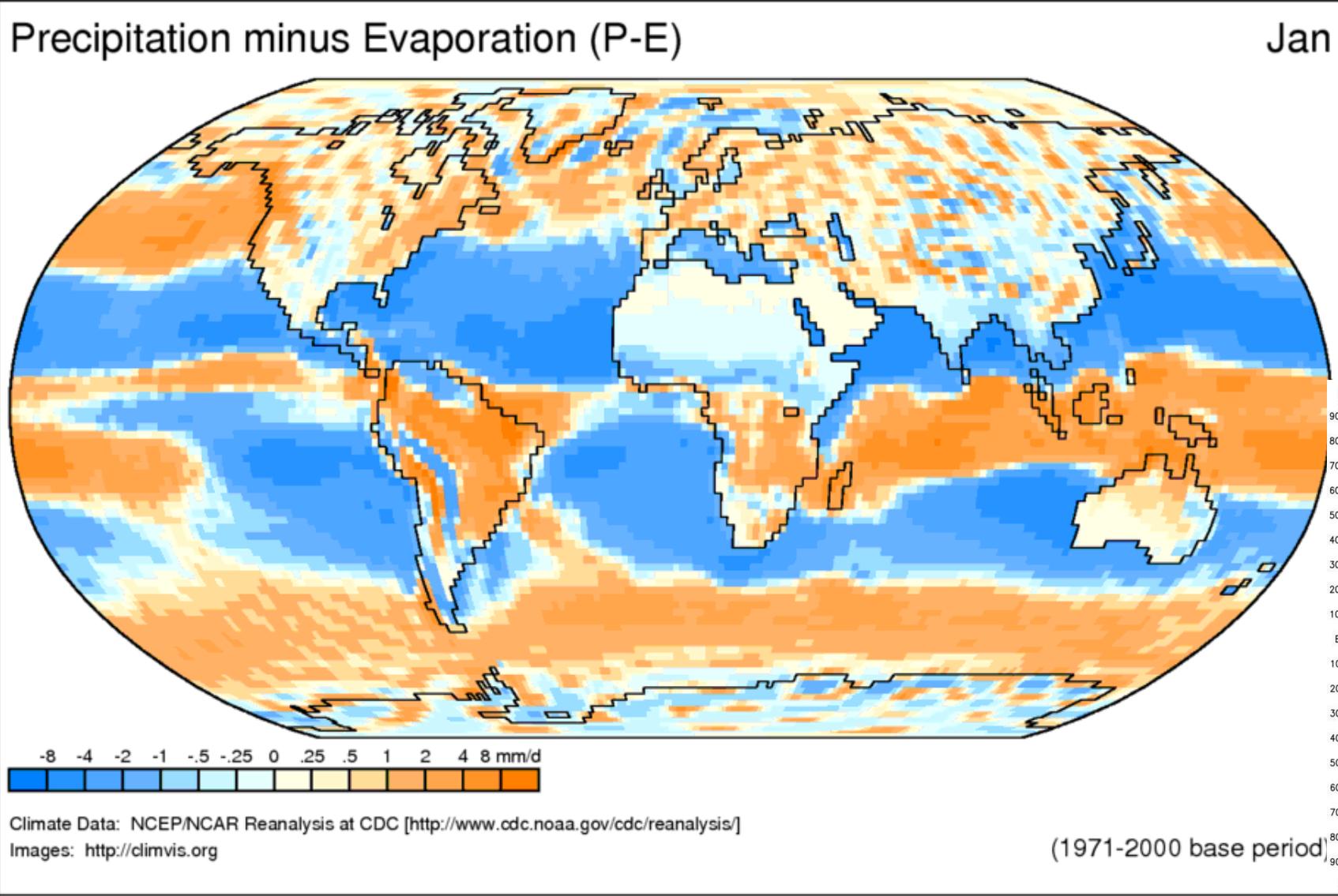
Distribution globale de précipitation



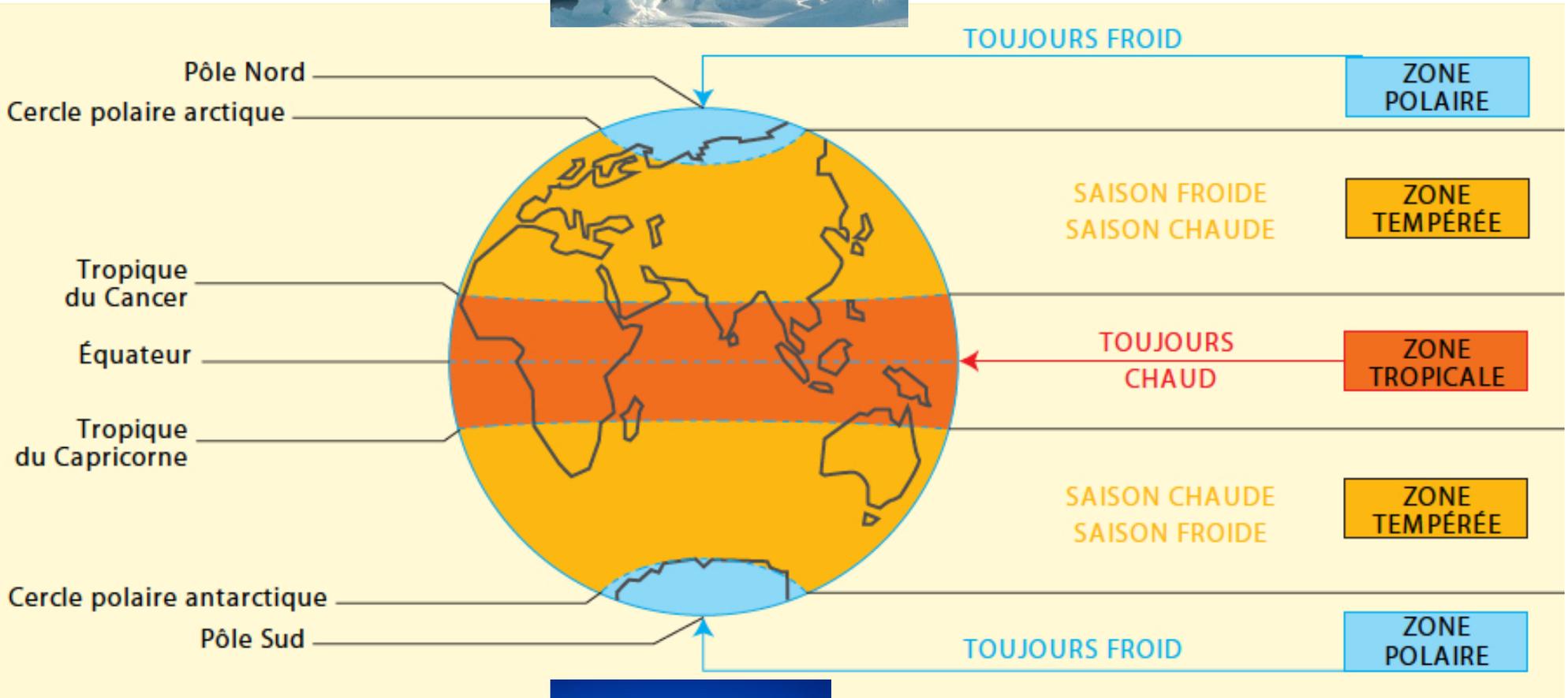
Moyenne de précipitations annuelles à l'échelle de la planète

Notions de climatologie: principales zones climatiques

Distribution globale de précipitation



Notions de climatologie: principales zones climatiques



Notions de climatologie: principales zones climatiques



جامعة ابن زهر
UNIVERSITÉ IBN ZOHR

Ecosystèmes terrestres

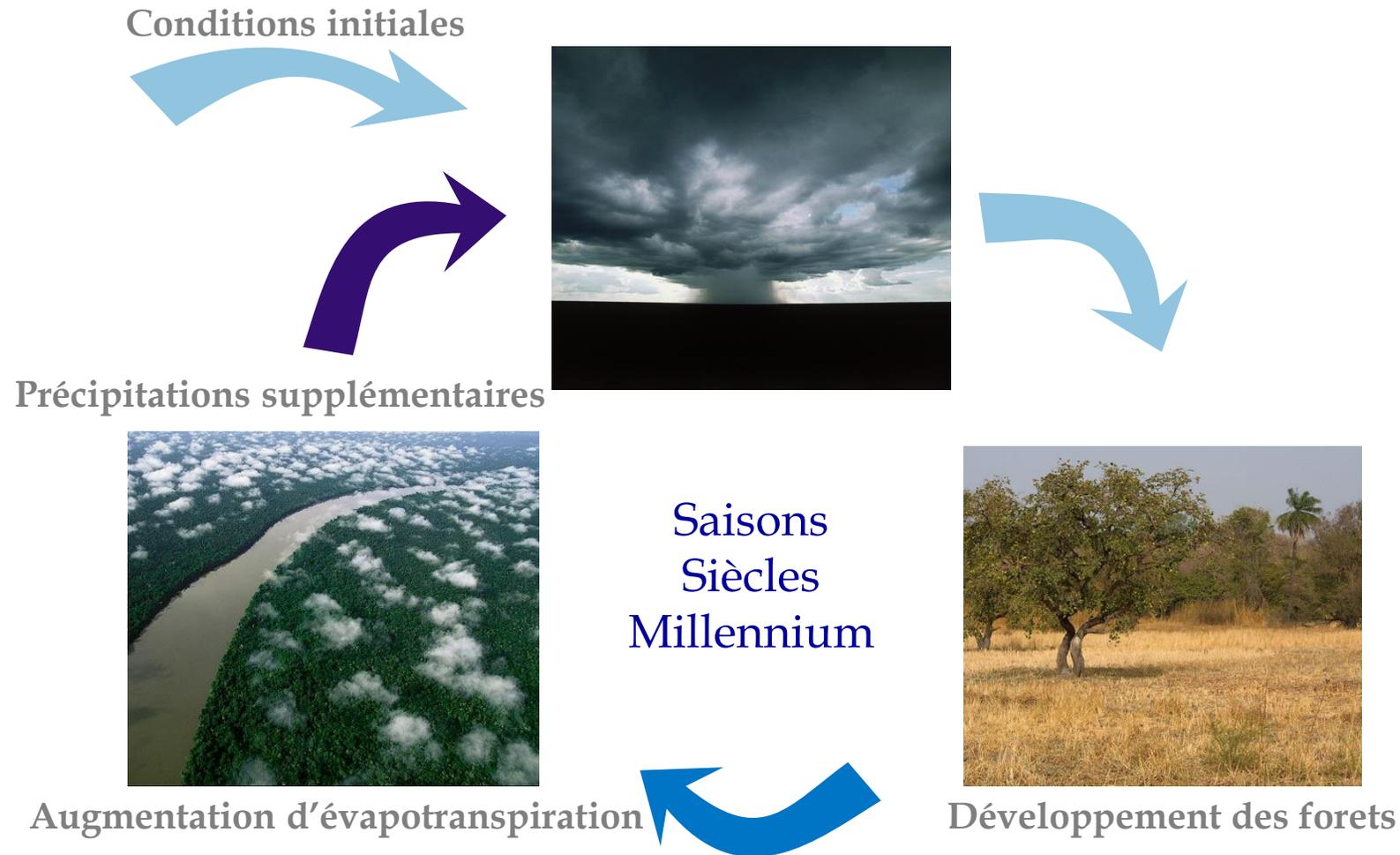


Il existe 6 grands types d'écosystèmes:

- La forêt tropicale pluviale: Amérique de sud, Afrique centrale, Sud-est Asiatique
- Le désert: de chaque côté de l'équateur sur tous les continents
- la forêt tempérée décidue: Hémisphère nord
- Les prairies: Afrique, Nord de l'Amérique, Amérique de sud, Eurasie (jamais en antarctique)
- La forêt boréale (Taïga): Zone subarctique de l'hémisphère nord en Amérique et en Asie
- La toundra: Pôles arctique et antarctique

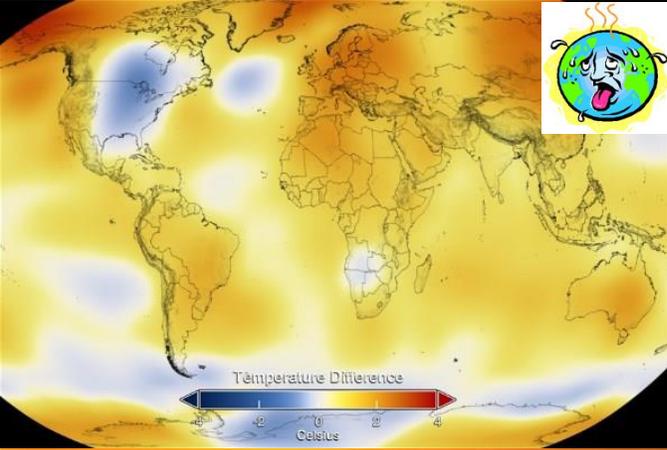


Notions de climatologie: changements climatiques globaux



Les racines des végétaux pompent l'eau du sol, et en relâchent une partie dans l'atmosphère. De même, une partie de l'eau est retenue dans les plantes.
Lors de déforestation, le cycle de l'eau est fortement modifié

Notions de climatologie: changements climatiques globaux



La terre se réchauffe



La fonte des glaces



La sécheresse



Elévation de niveau
de la mer



La végétation se détériore



Précipitations irrégulières
Inondation

Notions de climatologie: changements climatiques globaux



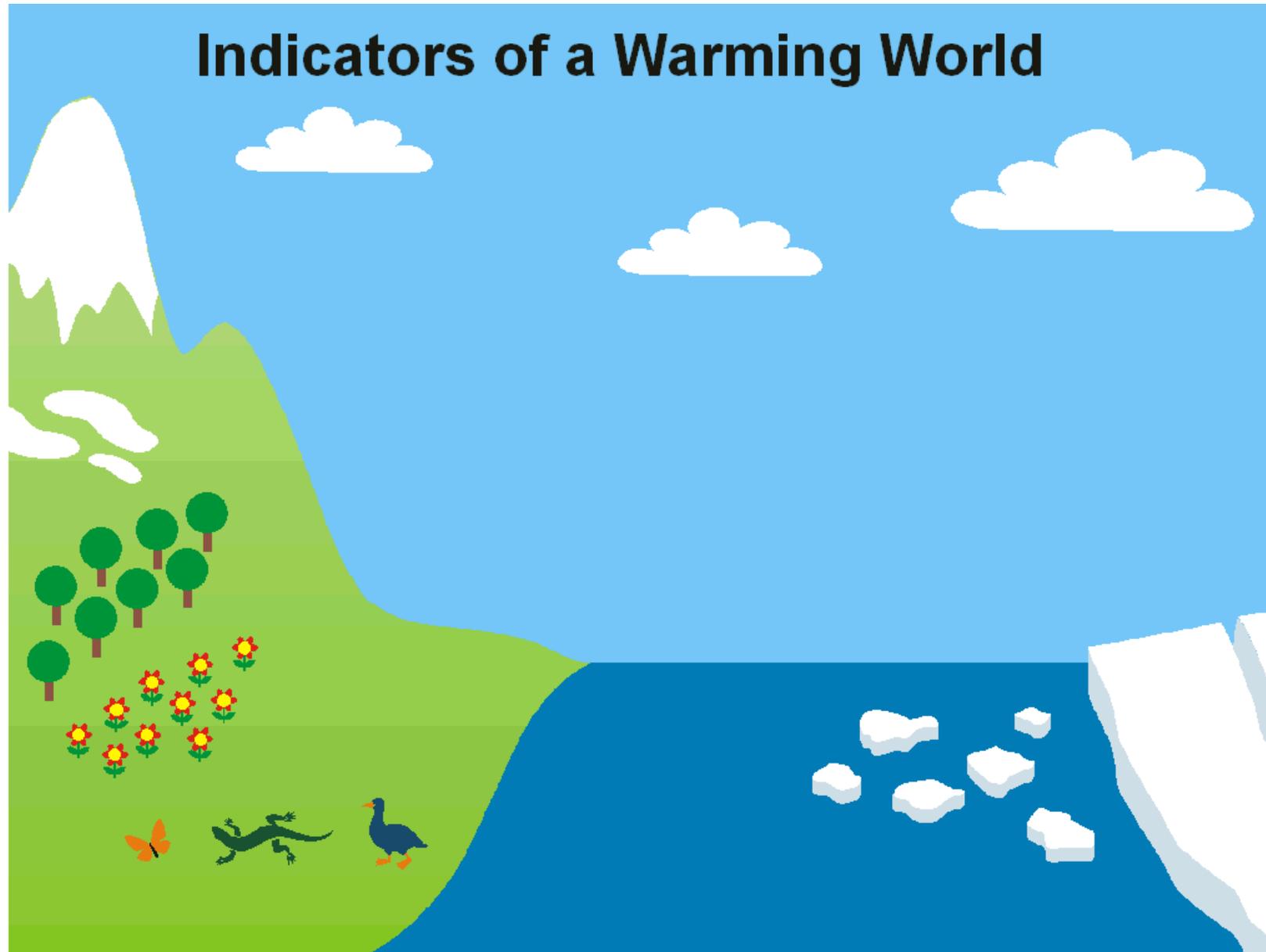
Changements climatiques

Réchauffement climatique



Pourquoi?

A cause de nous, des activités humaines, et des émissions CO₂ que nous produisons



Notions de climatologie: changements climatiques globaux

Gaz à effet de serre (GES)

N_2O : Protoxyde d'azote

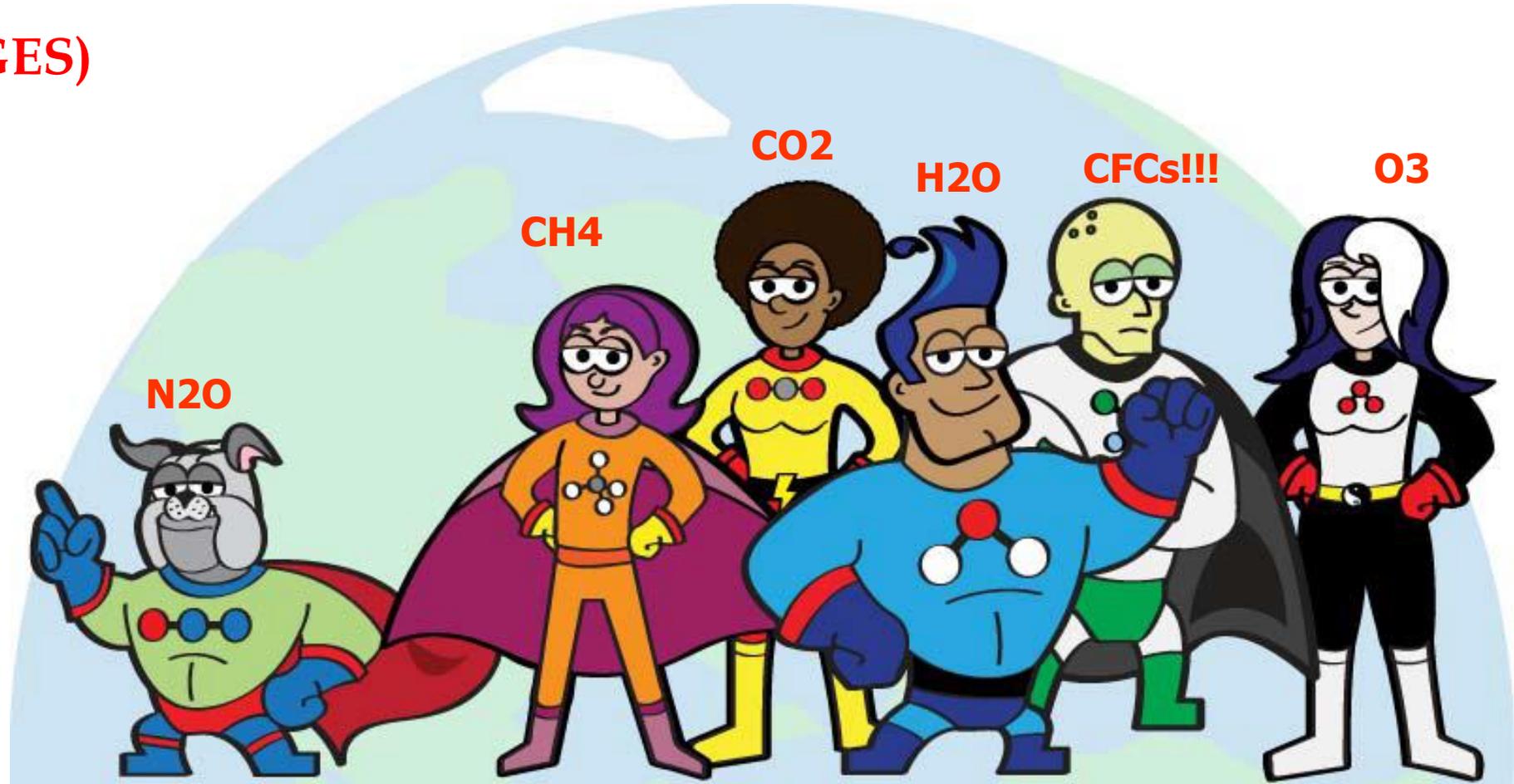
CH_4 : le méthane

CO_2 : le dioxyde de carbone

H_2O : la vapeur d'eau

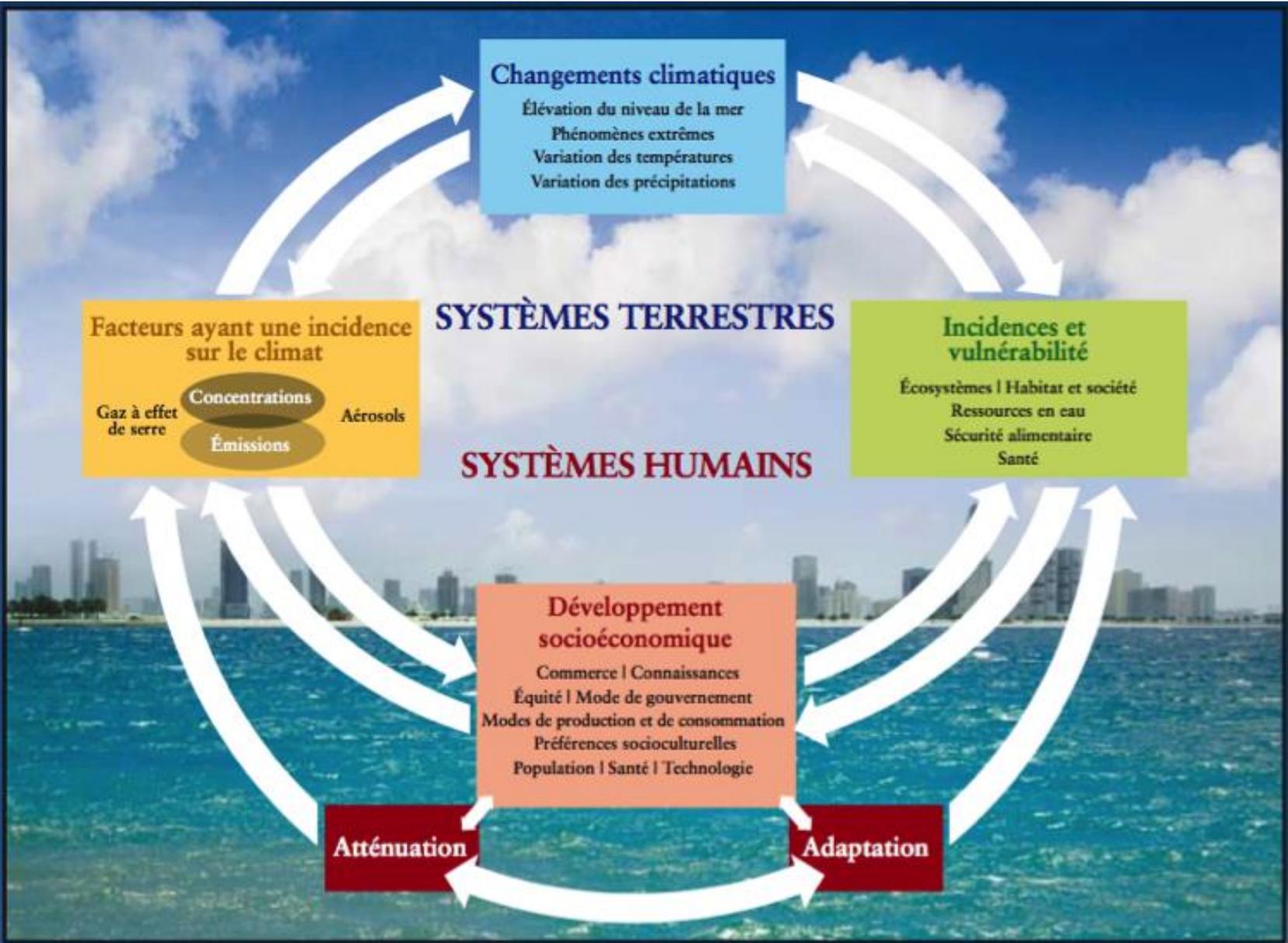
CFC: chlorofluorocarbures

O_3 : l'ozone

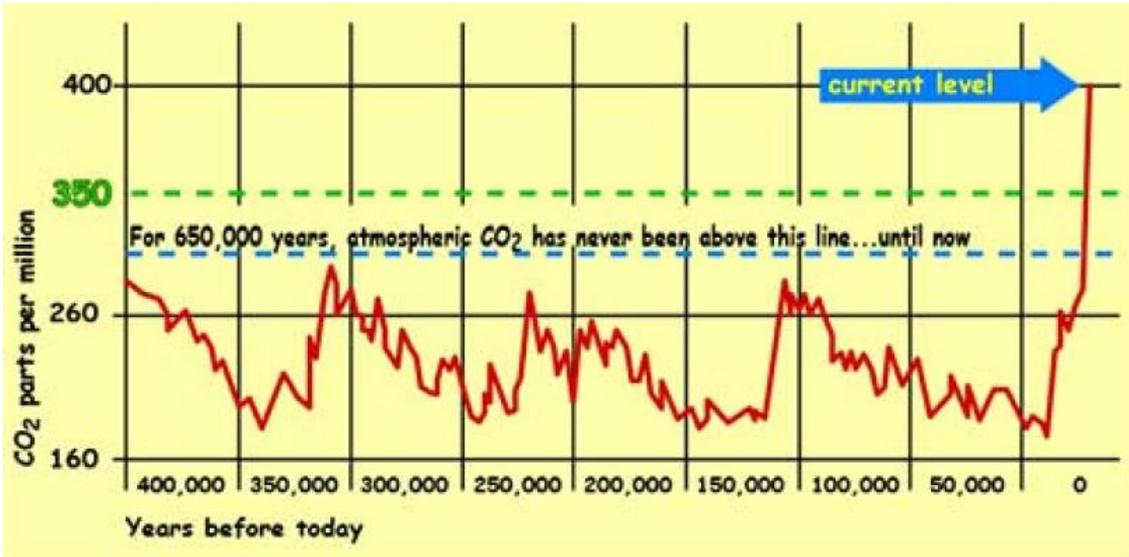


Source: Climate kids NASA

Notions de climatologie: changements climatiques globaux



Notions de climatologie: changements climatiques globaux

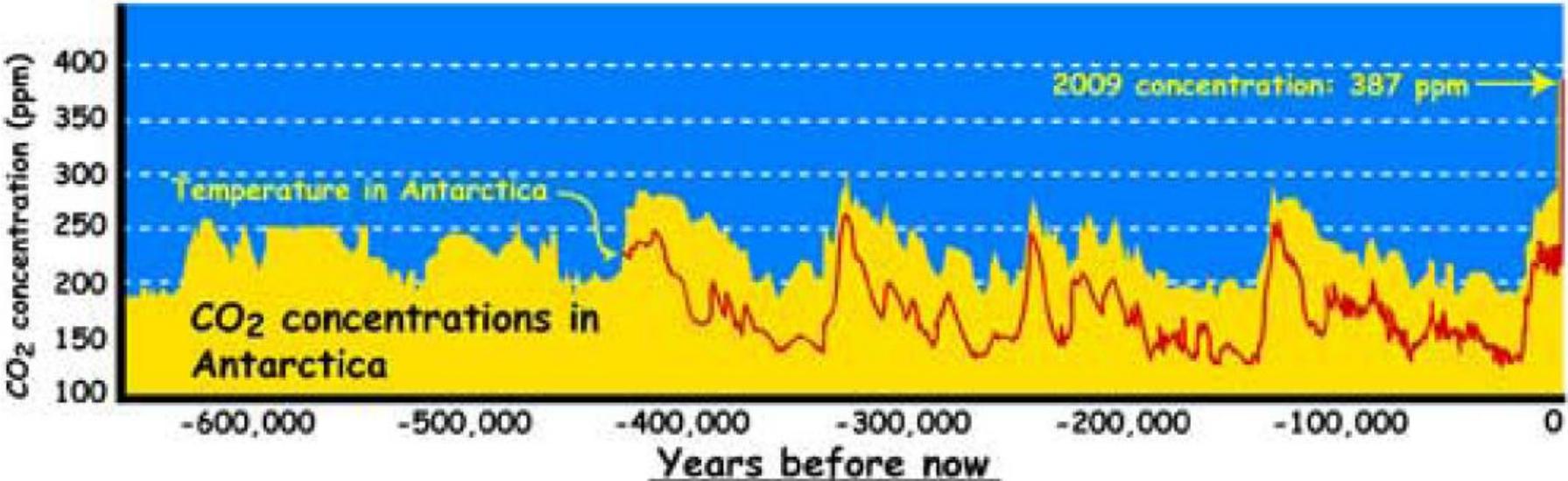


Le niveau de CO₂ au cours des derniers 450,000 ans.

Les quantités de CO₂ dans l'atmosphère n'ont cessé d'osciller pendant les dernières 450000 années de l'histoire de la terre.

Mais ce niveau n'a jamais dépassé 280 parts/million jusqu'au 1950 où le CO₂ continue d'augmenter d'une façon rapide et alarmante. Fin 2012, on a atteint 394 parts/million.

Source: National Oceanic and Atmospheric administration (NOAA)



Notions de climatologie: changements climatiques globaux

Pour comprendre le climat actuel il faut donc reconstituer les climats anciens

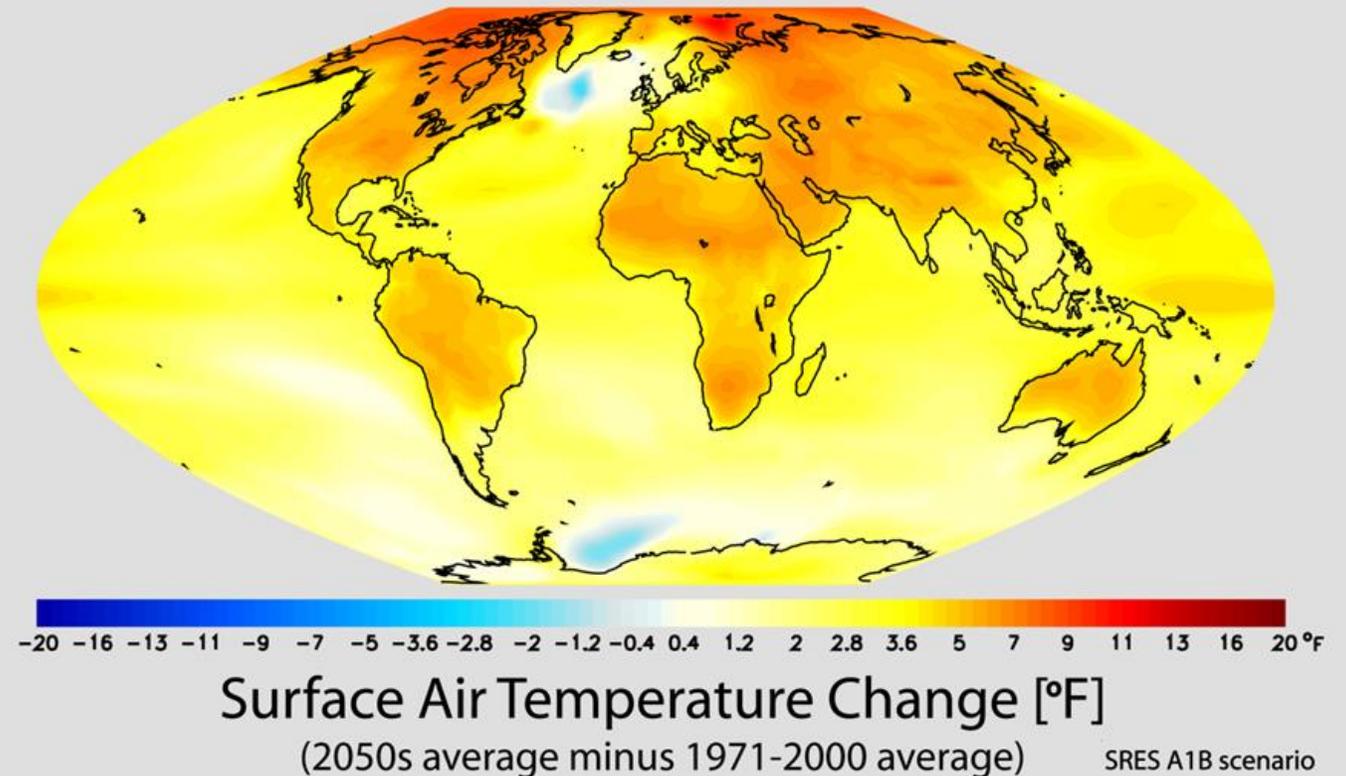


Le passé est la clef de notre AVENIR

D'où l'importance de Recherches paléoclimatiques

Reconstitutions des variations climatiques passées et éventuellement de leurs causes
Qui apportent des données sur l'évolution du climat actuel et futur

NOAA GFDL CM2.1 Climate Model

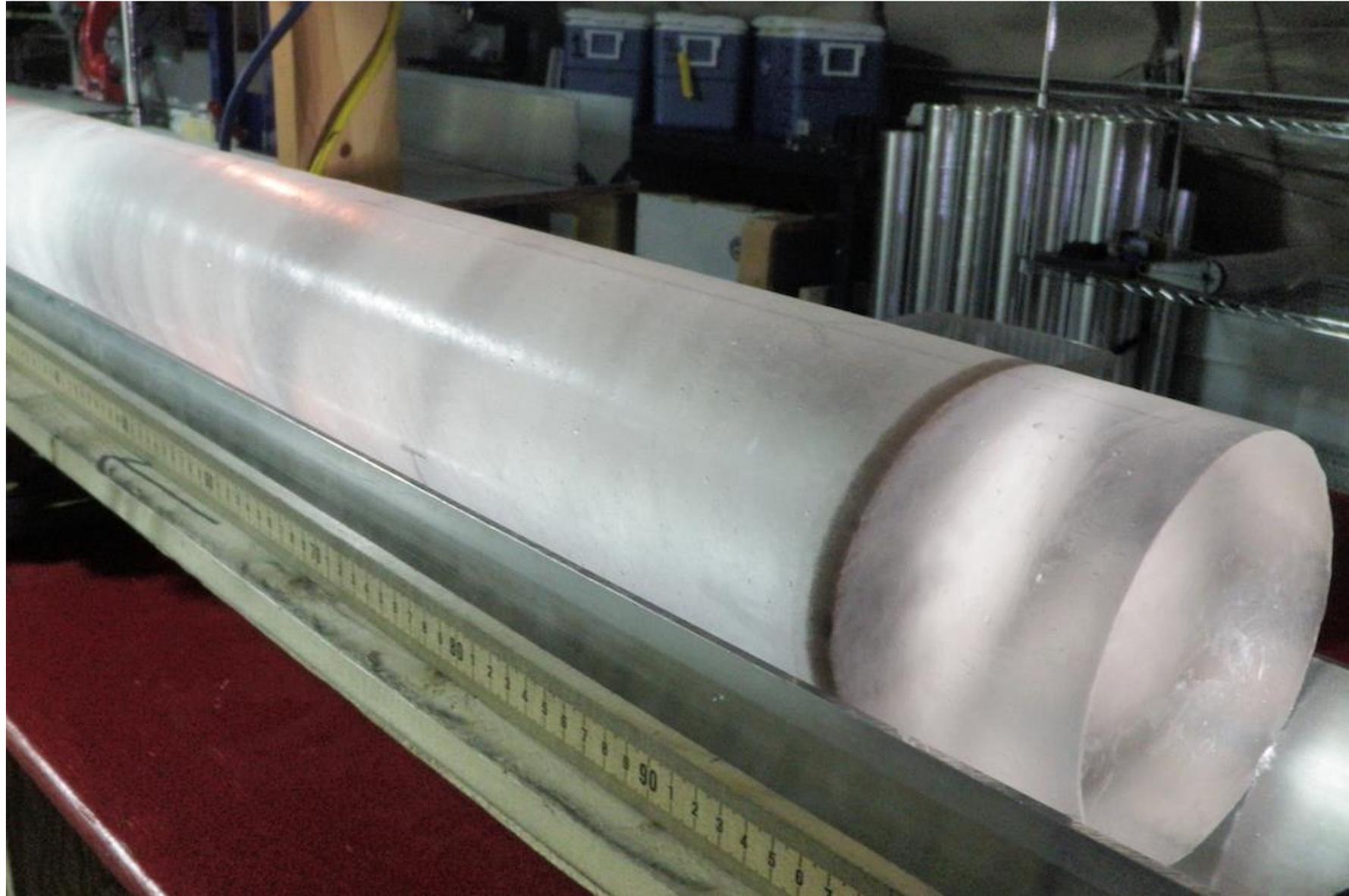


Notions de climatologie: Paléoclimat

جامعة ابن زهر
UNIVERSITÉ IBN ZOHR



La paléoclimatologie est la science qui étudie les climats passés et leurs variations. Elle tente d'établir les conditions environnementales caractéristiques de chaque période géoclimatique en terme de températures, de l'atmosphère, des océans et des continents.



Carotte Glaciaire

Chaque couche nous donne une idée sur le climat de notre terre dans le passé de plus récent au plus ancien.

La glace est riche de bulles d'air qui contiennent de CO_2

Les scientifiques les analysent et déduisent le contenu en CO_2 pour chaque année. Ils peuvent aussi en déduire les températures de l'air grâce aux plusieurs atomes d'oxygène

Notions de climatologie: Paléoclimat

Carotte Marine

Chaque couche nous donne une idée sur le climat de notre terre dans le passé de plus récent au plus ancien. Prise de deux séries d'échantillons de 10 ml dans des seringues spéciales qui seront distribués sur les différents scientifiques selon leur expertises.

جامعة ابن زهر
UNIVERSITÉ IBN ZOHR



Notions de climatologie: Paléoclimat



A la recherche des climats du Passé pour comprendre le climat Actuel : Méthodes de reconstitutions des variations climatiques et océaniques

Notre planète a de la mémoire car nos océans et nos continents ont de la mémoire!
Tout est enregistré dans les sédiments et dans certains fossiles



Méthodes Quantitatives

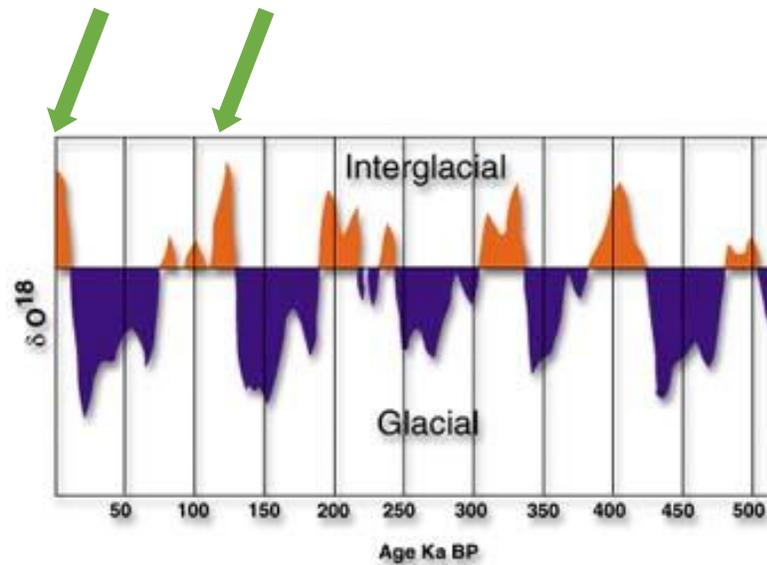
Les analyses isotopiques
Les analyses géochimiques
La modélisation

Méthodes Qualitatives

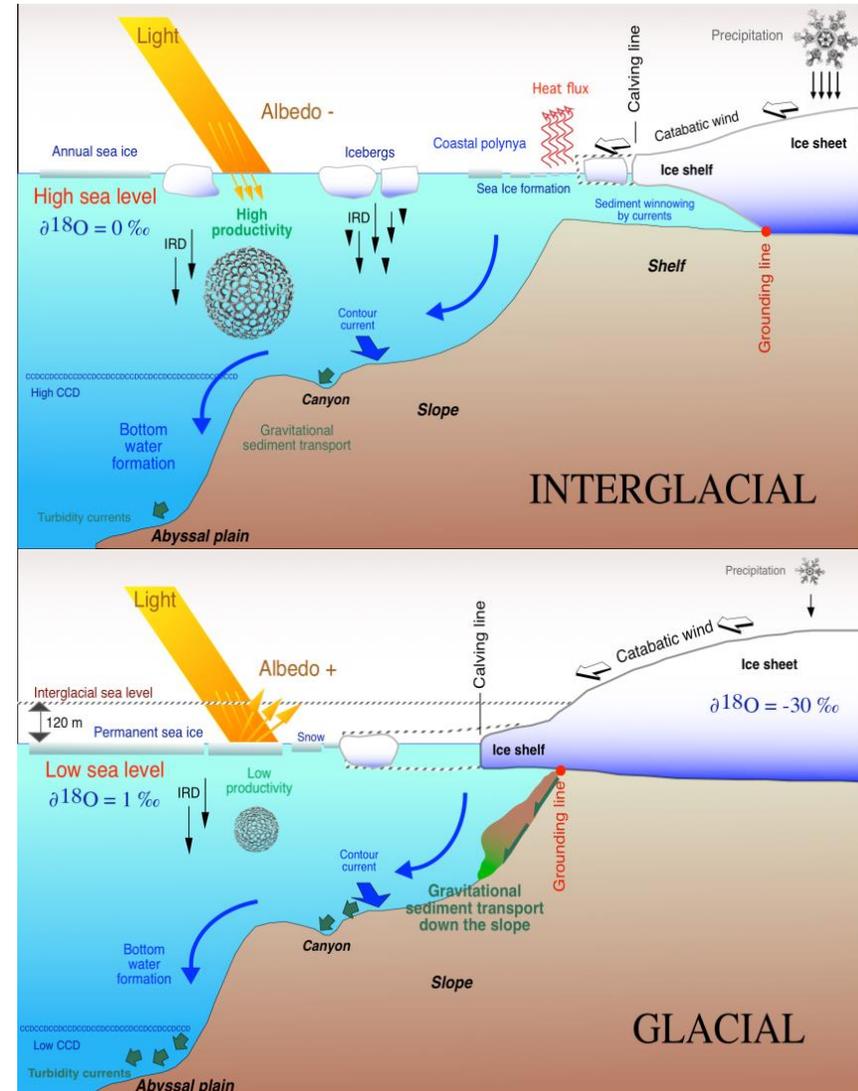
Les assemblages foraminifères
Les assemblages ostracodes
Les assemblages diatomes, radiolaires
Les assemblages coccolithophores
Les assemblages pollen
Les assemblages dinoflagellés
La teneur totale en éléments majeurs,
mineurs et à l'état de traces

Notions de climatologie: Paléoclimat

Le climat de la terre a connu d'importantes variations dans le passé avec l'alternance d'épisodes glaciaires (froids) et interglaciaires (chauds) au cours du dernier million d'années de l'histoire de notre planète

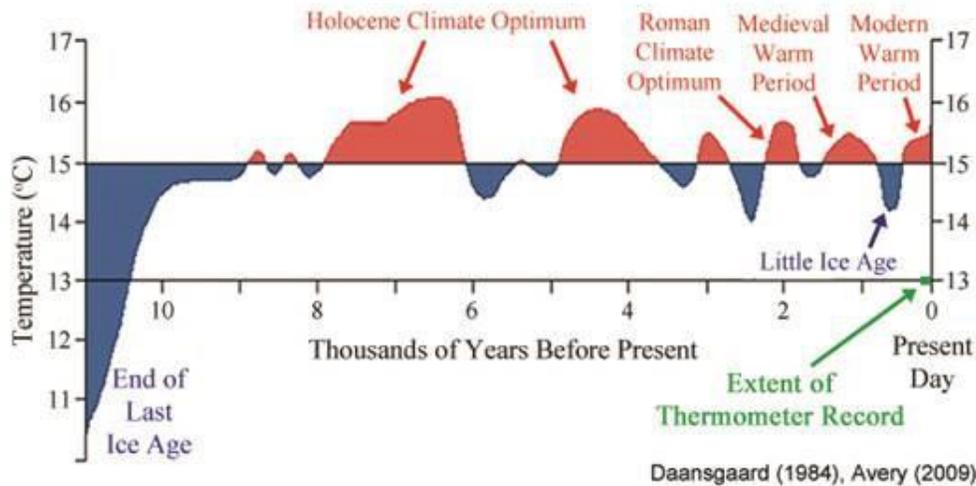


Les variations du rayonnement solaire, liées à la position de la Terre par rapport au soleil, expliquent l'alternance d'épisodes glaciaires (froids) et interglaciaires (chauds) au cours du dernier million d'années de l'histoire de notre planète. **Ces changements climatiques ont eu un impact sur le niveau de la mer, la température et la circulation des courants océaniques**, changements qui sont enregistrés dans la composition des sédiments marins et continentaux ou des organismes fossiles





Temperatures of the Last 10,000 Years
 (Ice core data from Crete site in central Greenland)

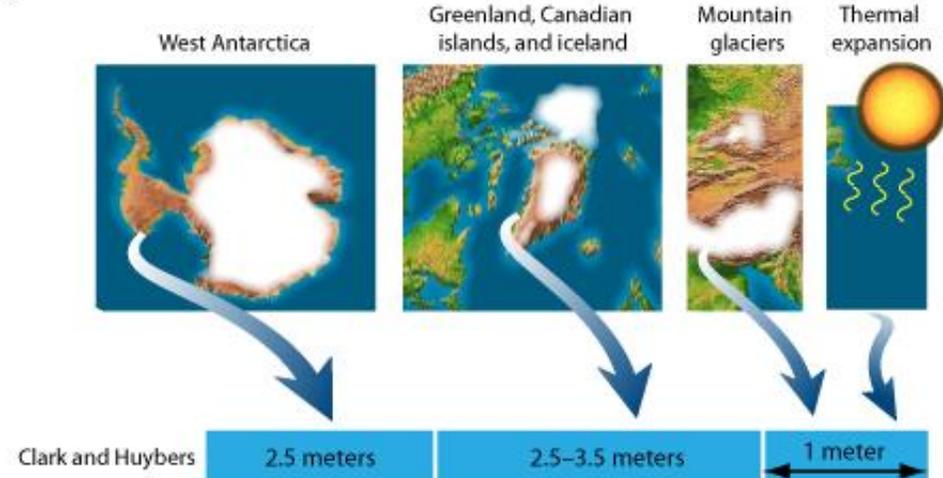


HOLOCENE

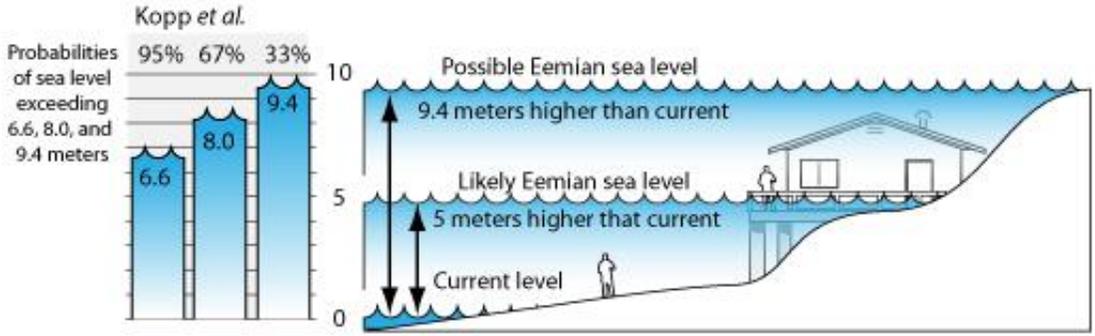
Périodes climatiques comparables
 Analogues de notre climat actuel

Estimated Sea Levels during the Last Interglacial Maximum (~125kya)

Sources of higher sea levels:



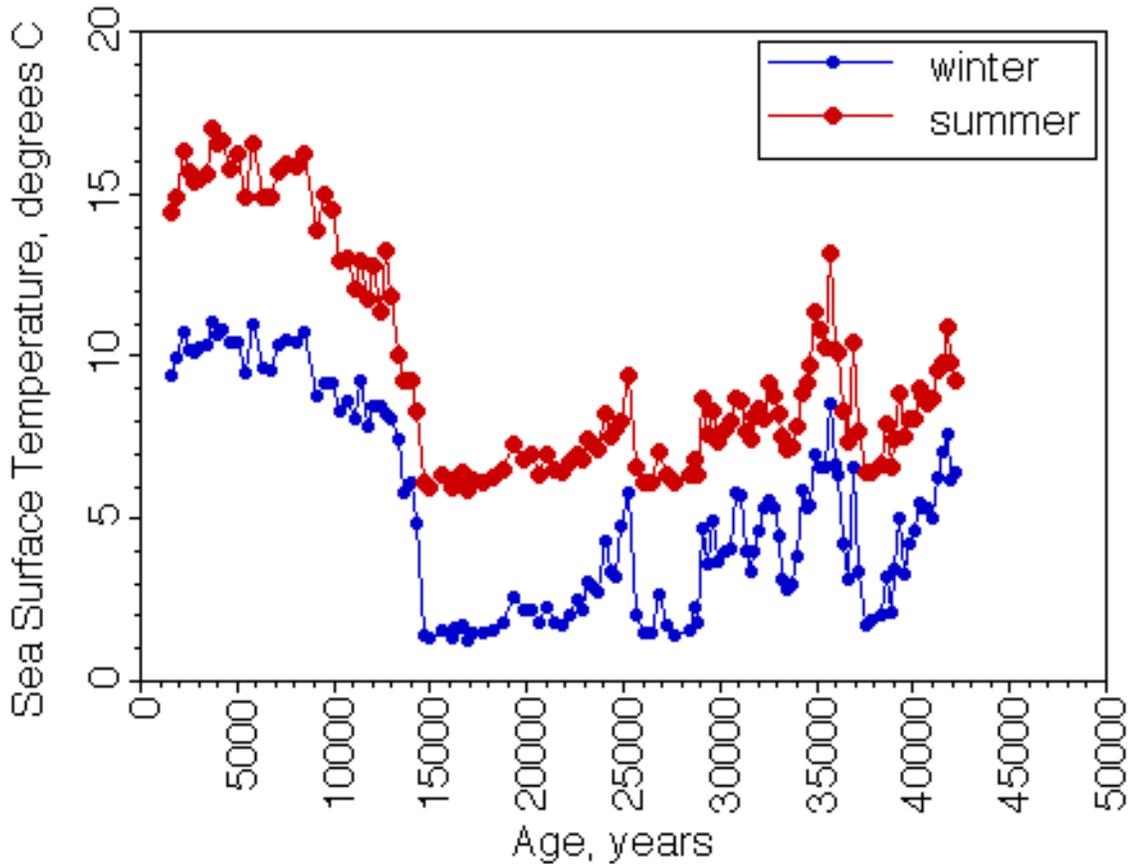
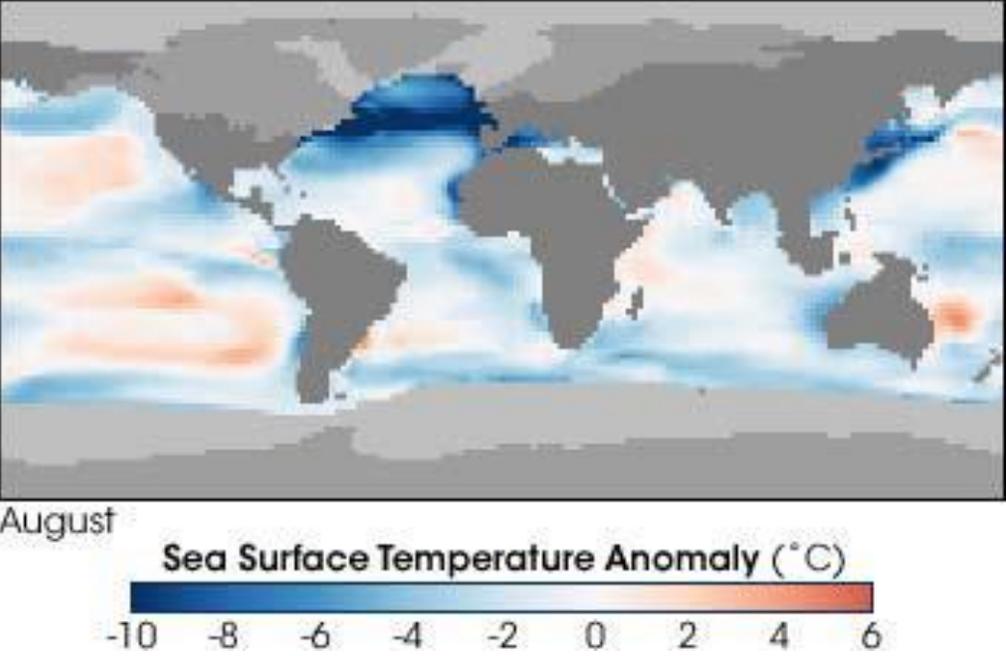
Sea level estimates:



EEM

Illustration by jg for www.skepticalscience.com/LIG3-1207.html
 Sources: Clark and Huybers, Review of Kopp et al. in Nature 17 Dec. 2009
 Kopp et al, Probabilistic assessment of sea level during the last interglacial stage
 Nature 17 Dec. 2009

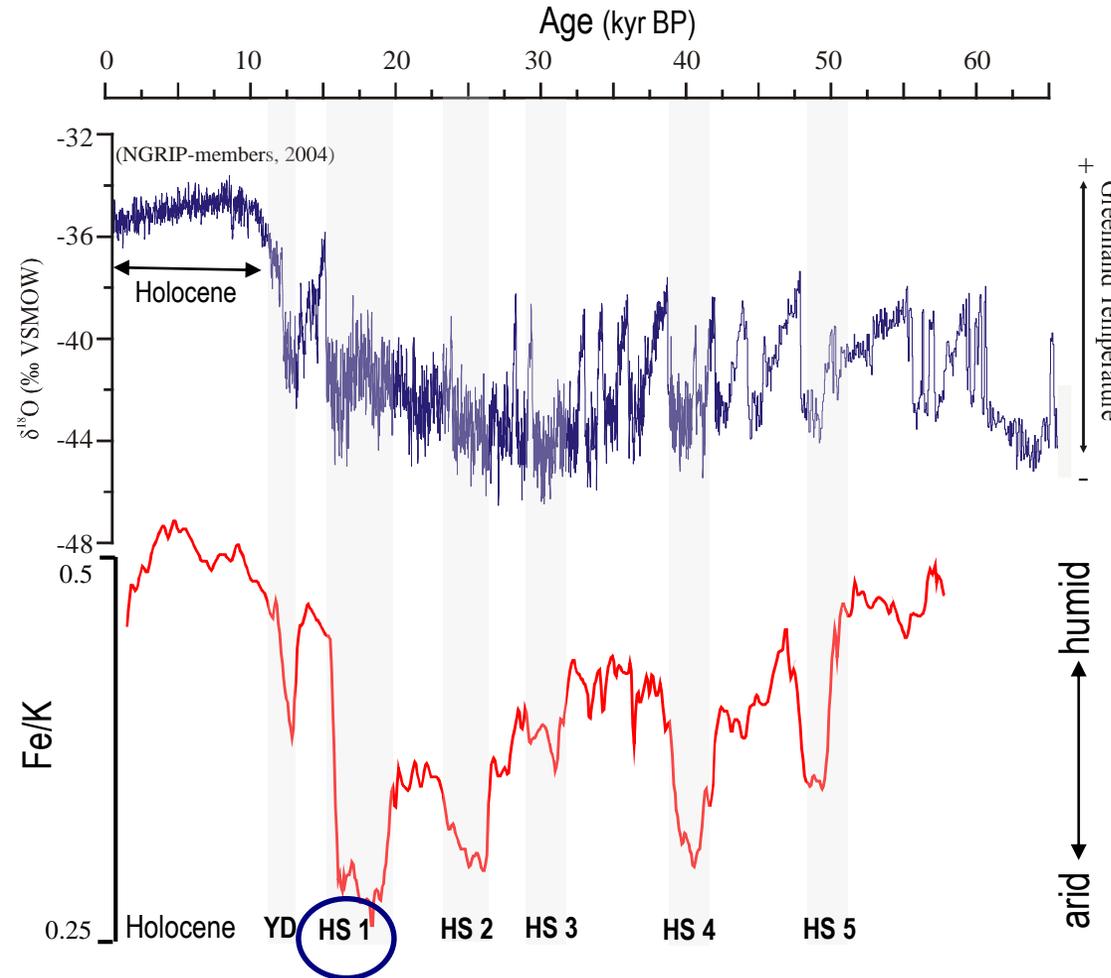
Notions de climatologie: Paléoclimat



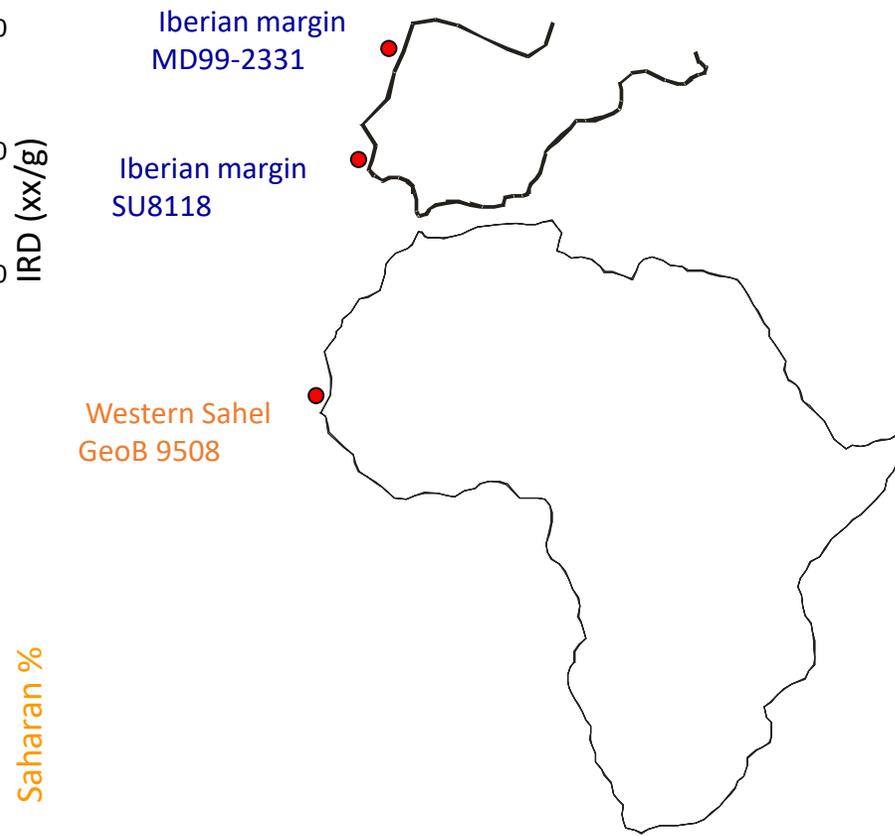
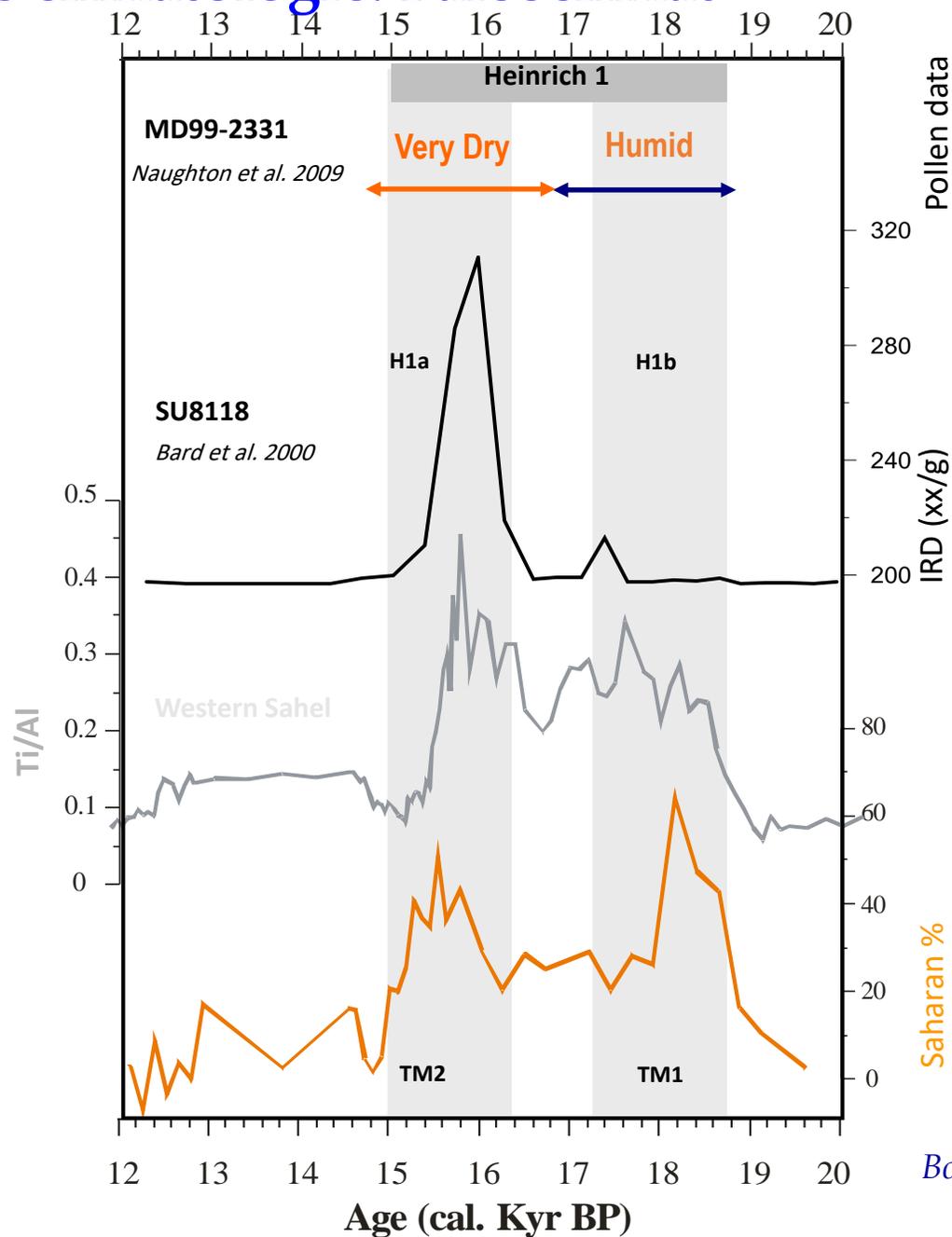
Notions de climatologie: Paléoclimat

La géochimie: La teneur totale en éléments majeurs

les principaux éléments majeurs sont le fer (Fe), l'aluminium (Al), le manganèse (Mn), le titane (Ti), le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le potassium (K) et le sodium (Na). Les rapports de ces éléments nous apportent des informations précieuses sur le paléoclimat et l'hydrologie.

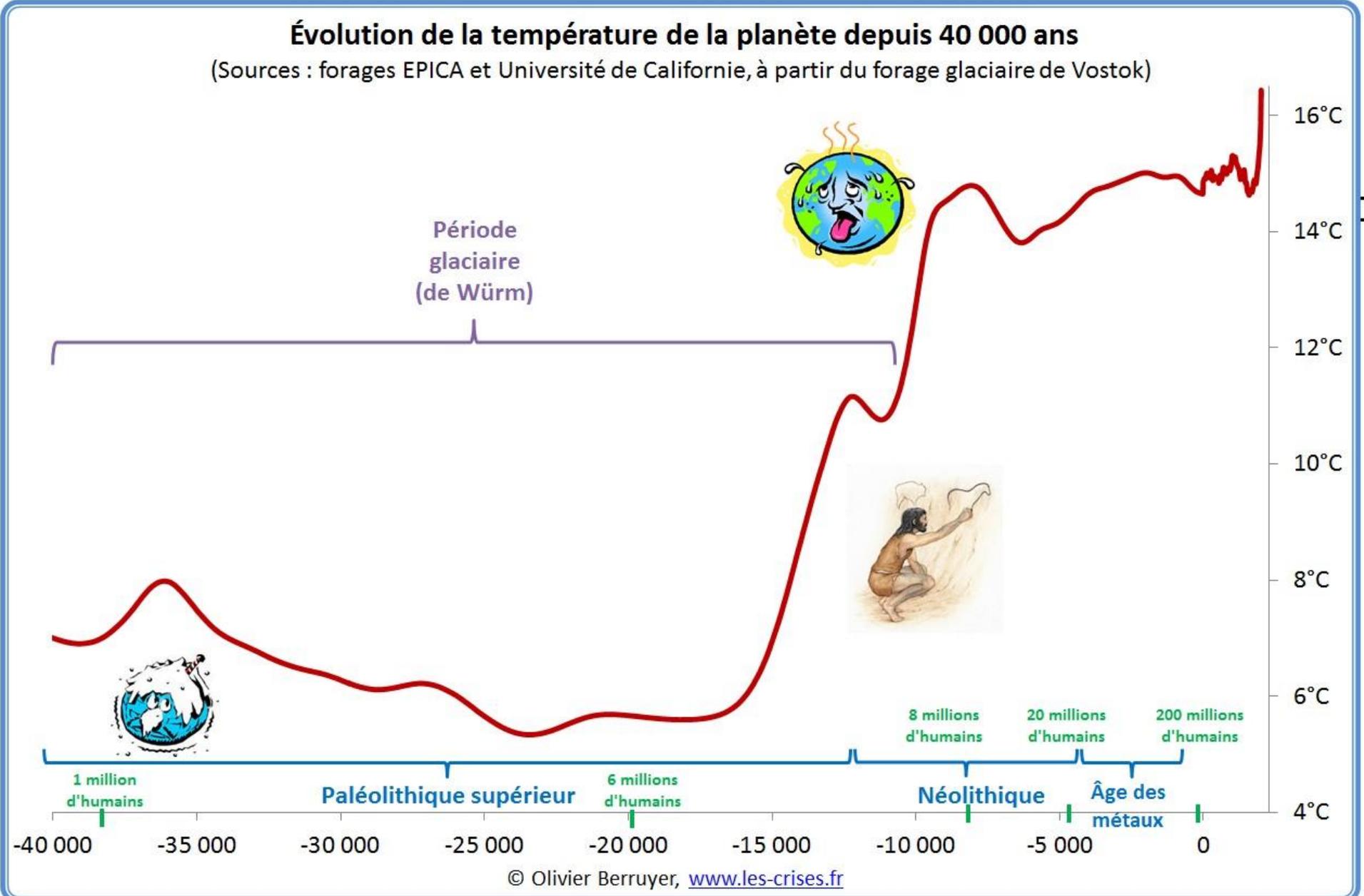


Mulitza et al. (2008)

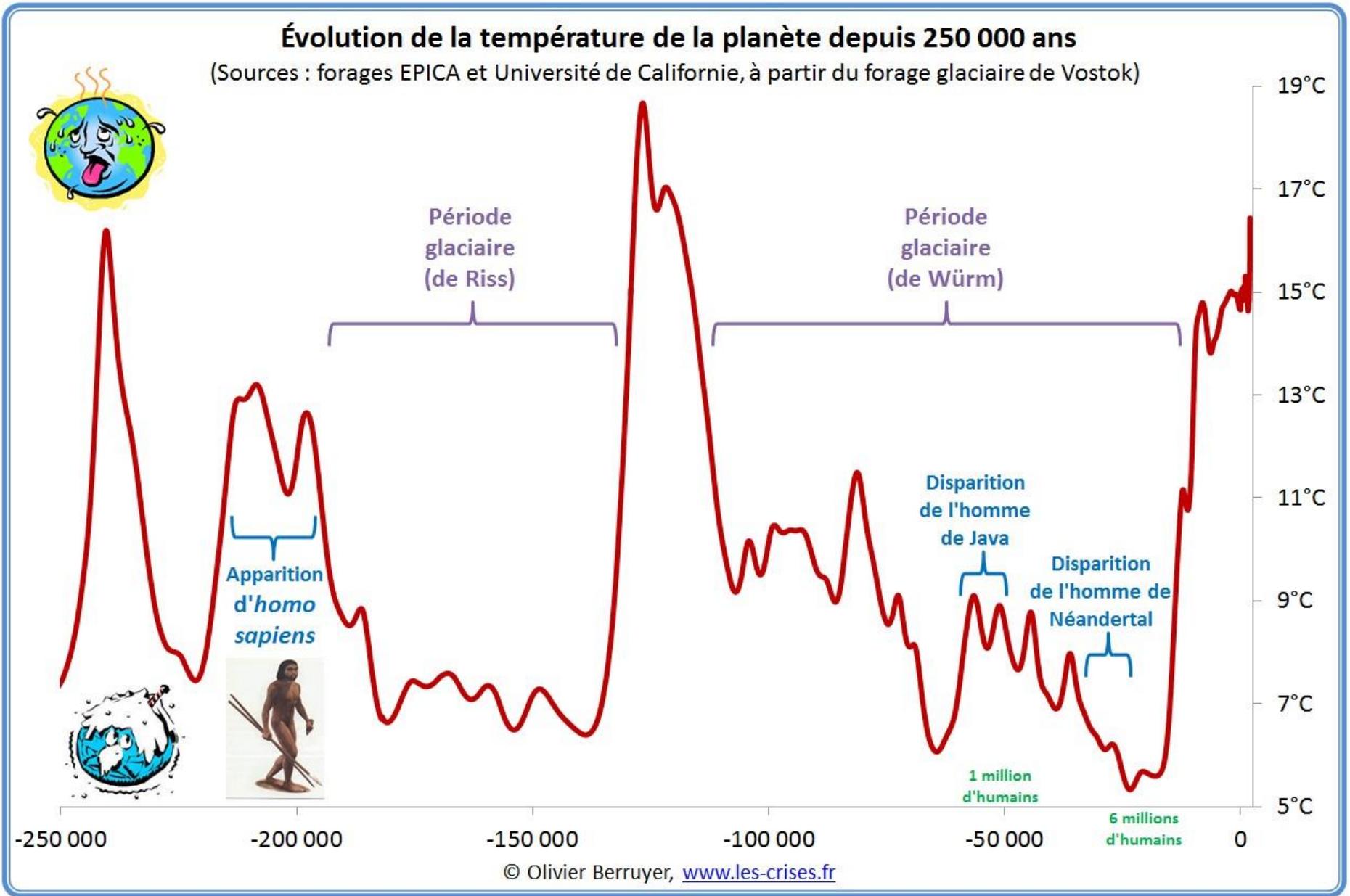


Bouimetarhan et al., 2012 (QSR)

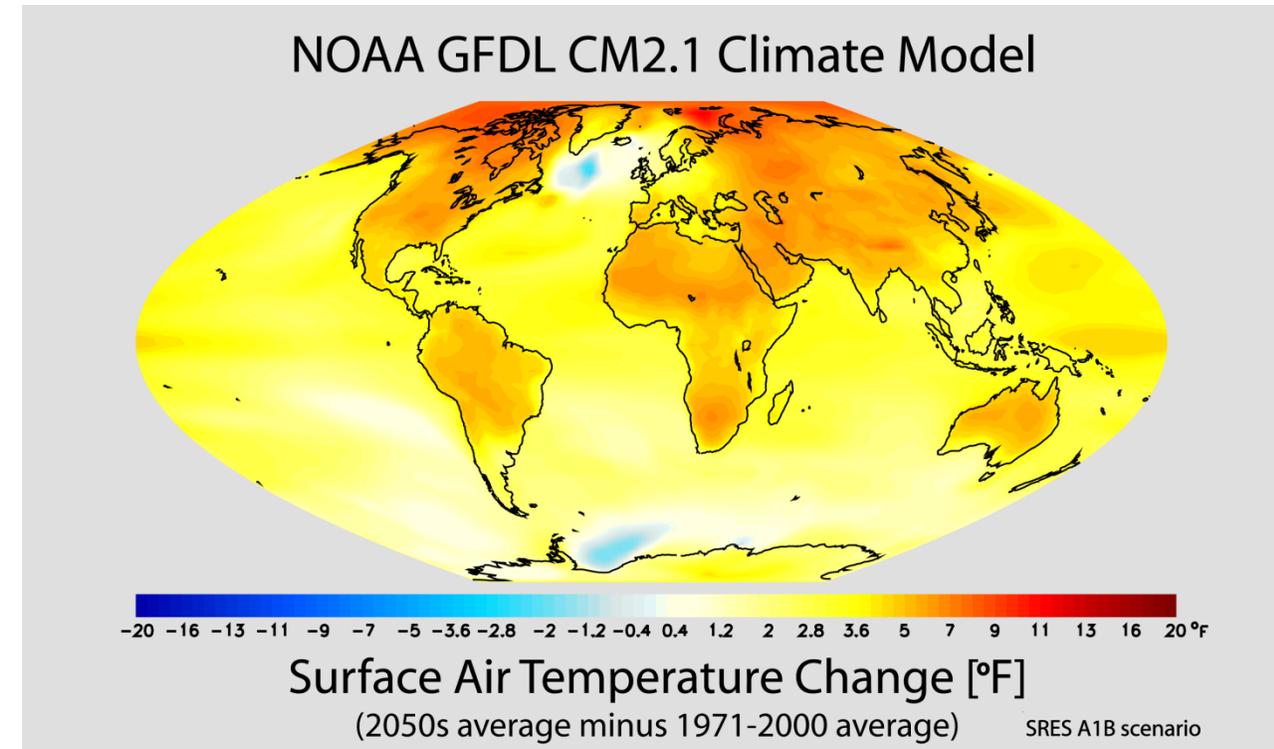
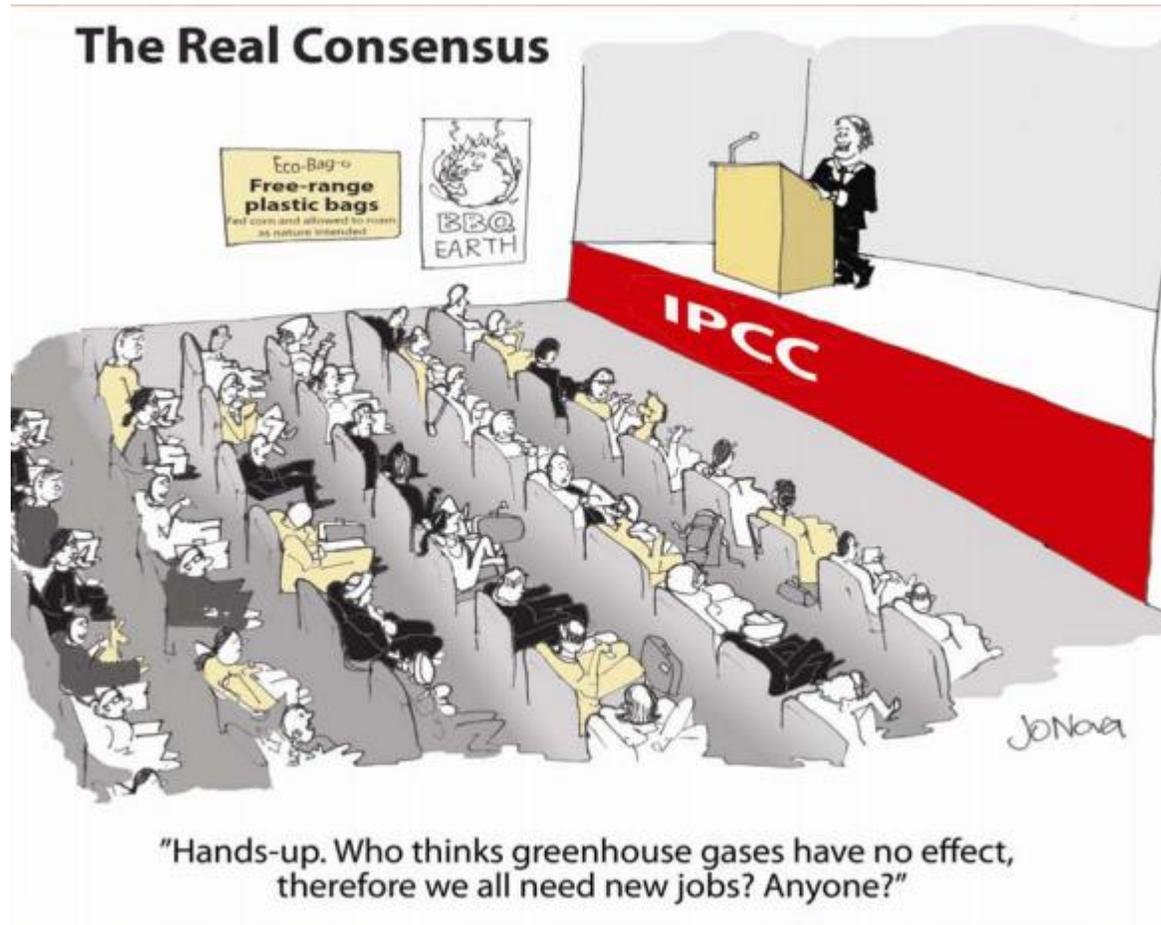
Notions de climatologie: Paléoclimat



Notions de climatologie: Paléoclimat



L'implémentation des données océaniques et des données de végétation dans des modèles océanographiques et climatiques a conduit à des progrès significatifs dans de la prévision climatique



Think like a scientist!!!

Chacun de nous est capable de préserver notre planète.

limiter le réchauffement climatique c'est l'affaire de chacun dans sa vie quotidienne



Après tout, la terre est notre vaisseau spatial.

Elle nous prend en voyage de 583-million-miles pour faire notre croisière annuelle autour de soleil



Notions de climatologie: Paléoclimat

Faites partie de la solution!!!

Planter un arbre

Use Less Energy

Utiliser moins d'énergie

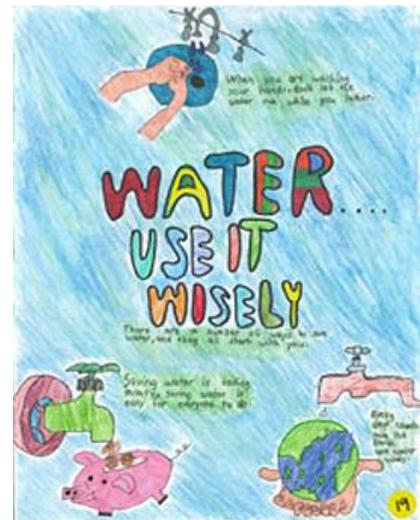
جامعة ابن زهر
UNIVERSITÉ IBN ZOHR



Réduire les déchets



Répondre et dispatcher l'information



Manger les produits locaux



Voyager vert

Controler votre consommation d'eau

Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018