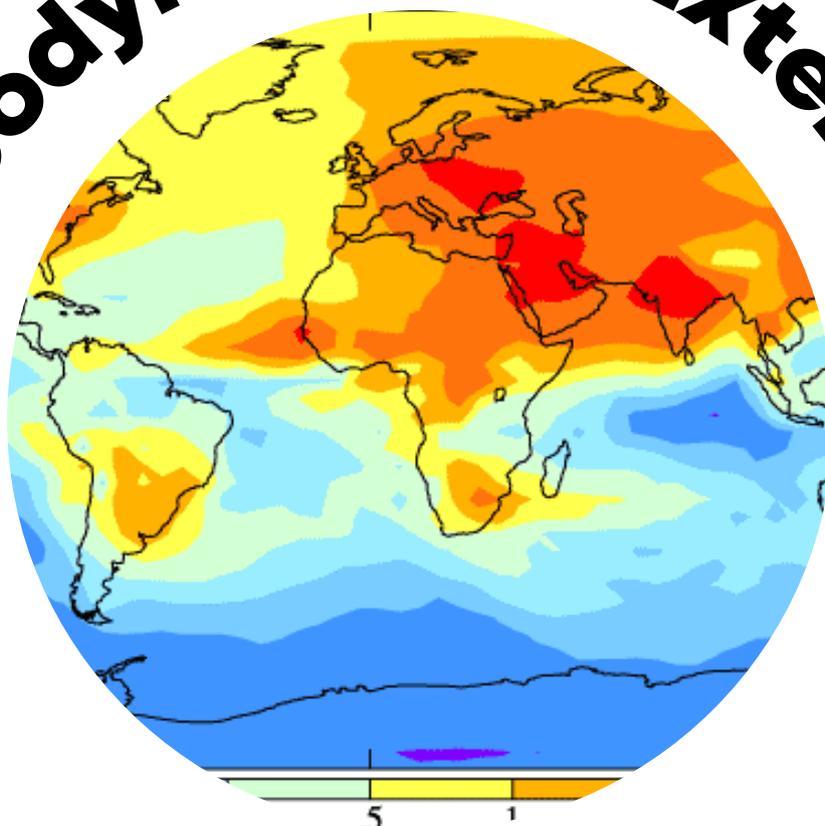


Géodynamique Externe



SCIENCES DE LA
VIE ET DE LA TERRE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

Géodynamique externe

Prof. Abdel-Ilah MIHRAJE

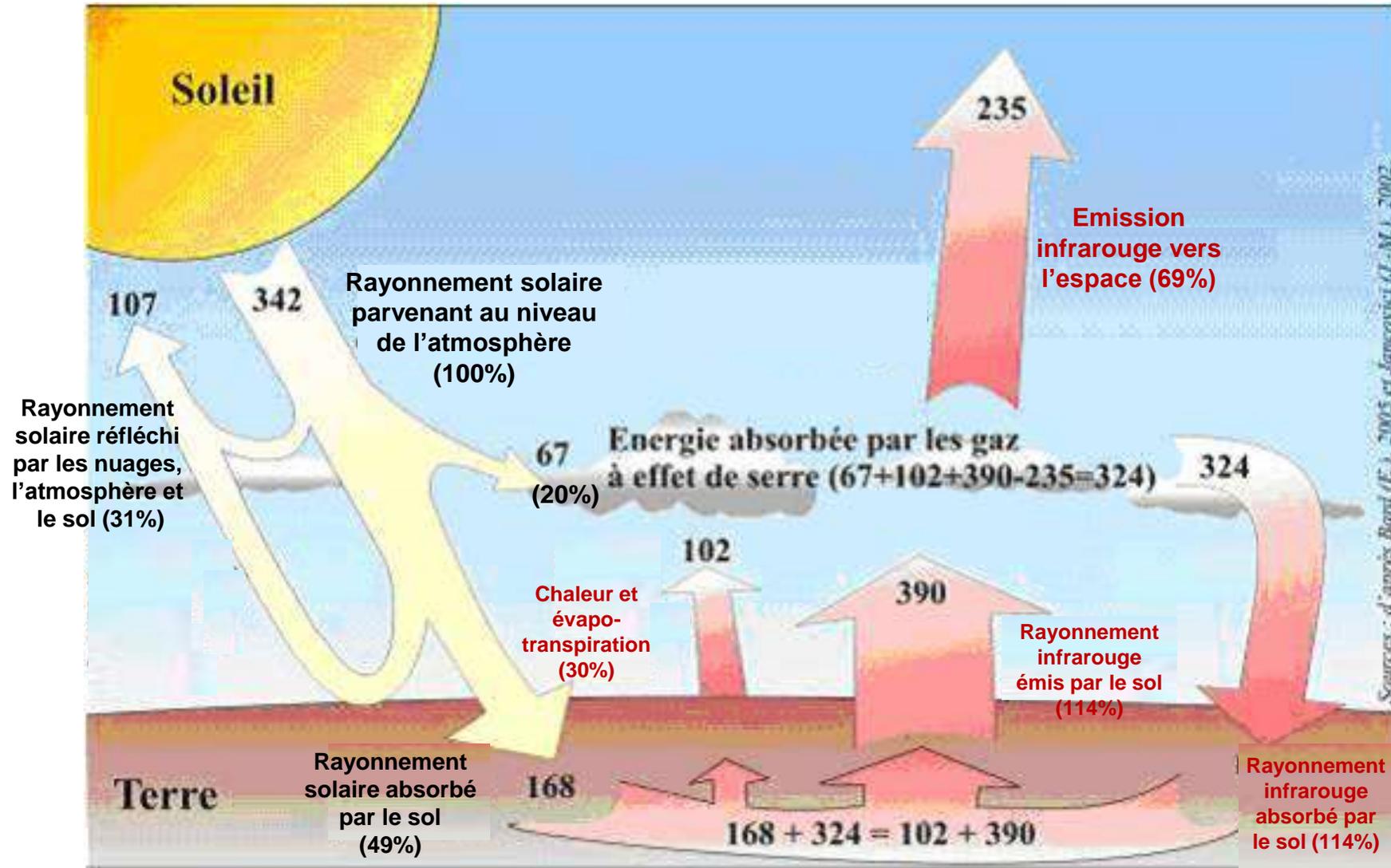
Département : Géologie

Filière : Licence d'Etudes Fondamentales Sciences de la
Terre et de l'Univers STU Module : M10

Faculté des Sciences Tétouan
Université Abdelmalek Essaadi

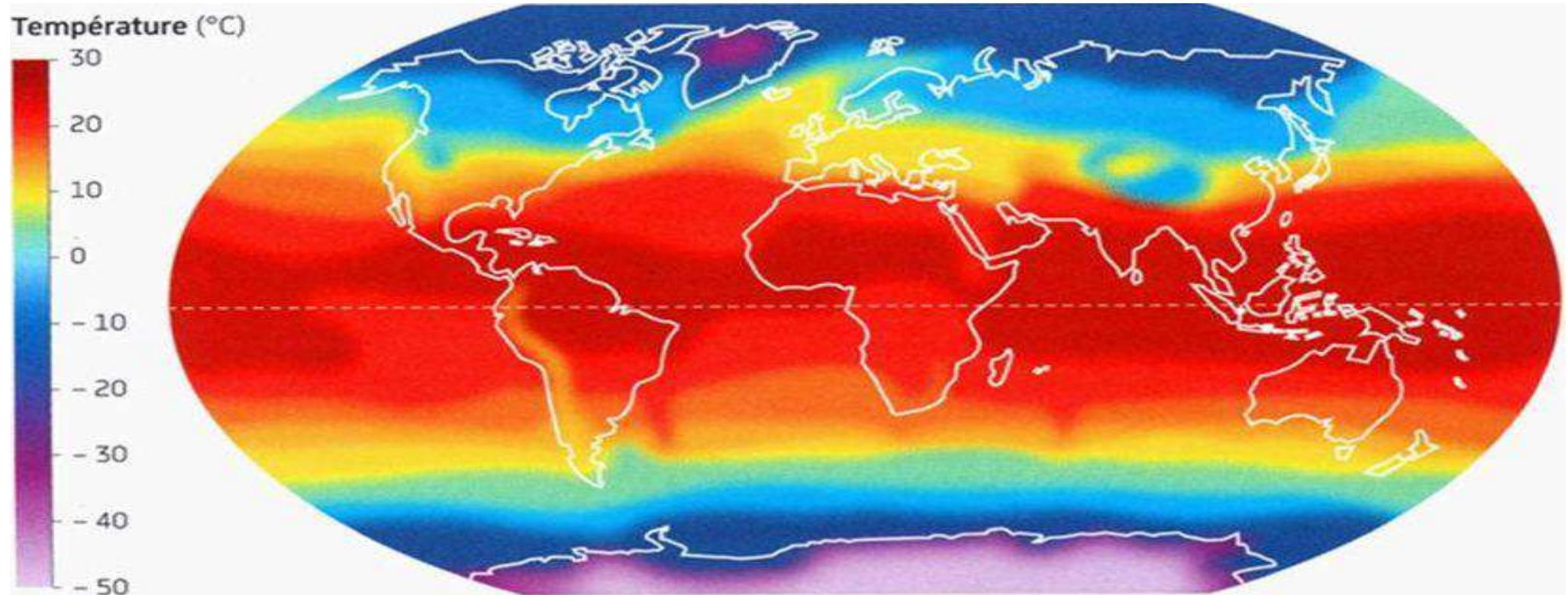
2019 -2020

1-2- Rappel bilan énergétique de la Terre :



I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

- ✓ La Terre reçoit un flux d'énergie solaire constant qui se répartit de manière inégale à la surface du globe ;
- ✓ Le bilan radiatif est positif à l'équateur et négatif aux pôles ;



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

- le système Terre-atmosphère redistribue cette énergie solaire des régions excédentaires vers les régions déficitaires c'est-à-dire un transport de chaleur de l'équateur vers les pôles. Faut-il dire que la zone intertropicale se réchaufferait constamment alors que les zones proches des pôles se refroidiraient constamment.
- Comment s'effectue cette redistribution et quelles sont les conséquences pour la surface du globe de cet équilibre thermique qui tente de s'établir sans cesse entre les pôles et l'équateur ?

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

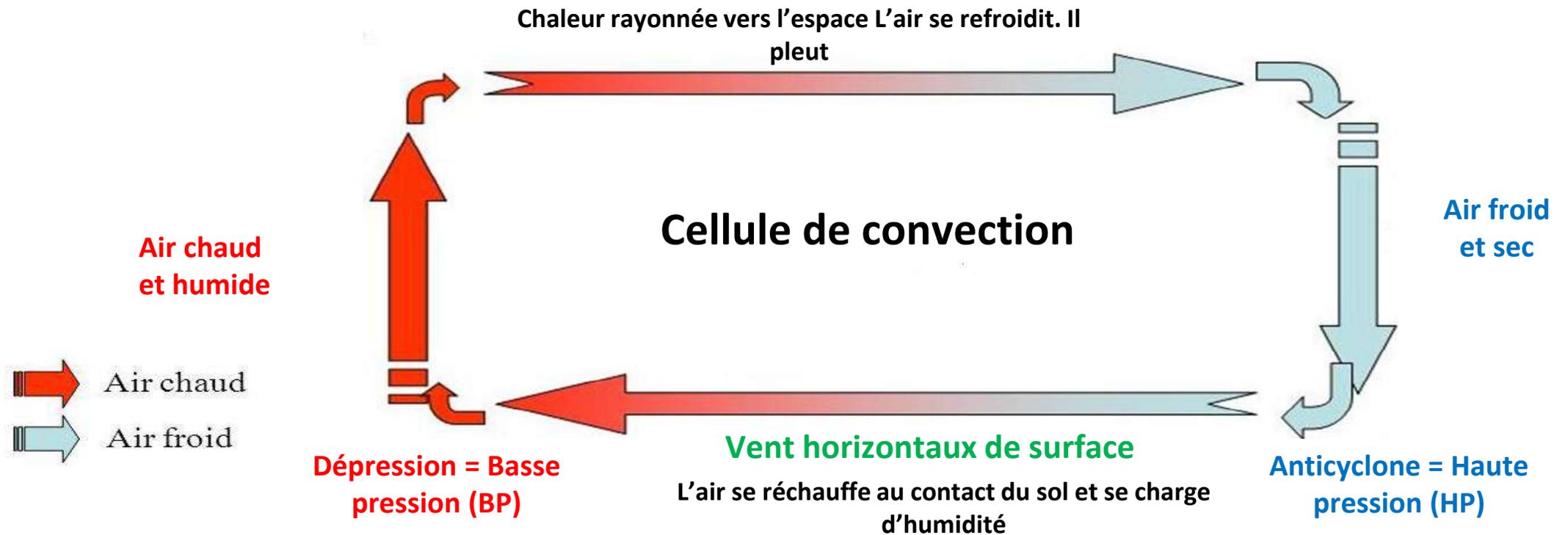
a. La convection thermique

- La **circulation atmosphérique générale** (et océanique) décrit l'ensemble des mouvements et des trajectoires des masses d'air dans l'atmosphère (d'eau).
- Son **unique moteur est l'ensoleillement**.
- Elle exprime le **transfert par convection** de chaleur depuis la zone chaude équatoriale vers les zones froides polaires.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique



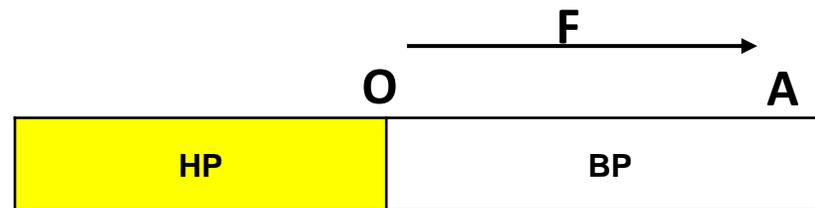
principe d'une cellule convective.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique

 *En altitude un courant chaud s'établit de l'équateur aux pôles et par compensation un courant froid au sol en sens opposé.*



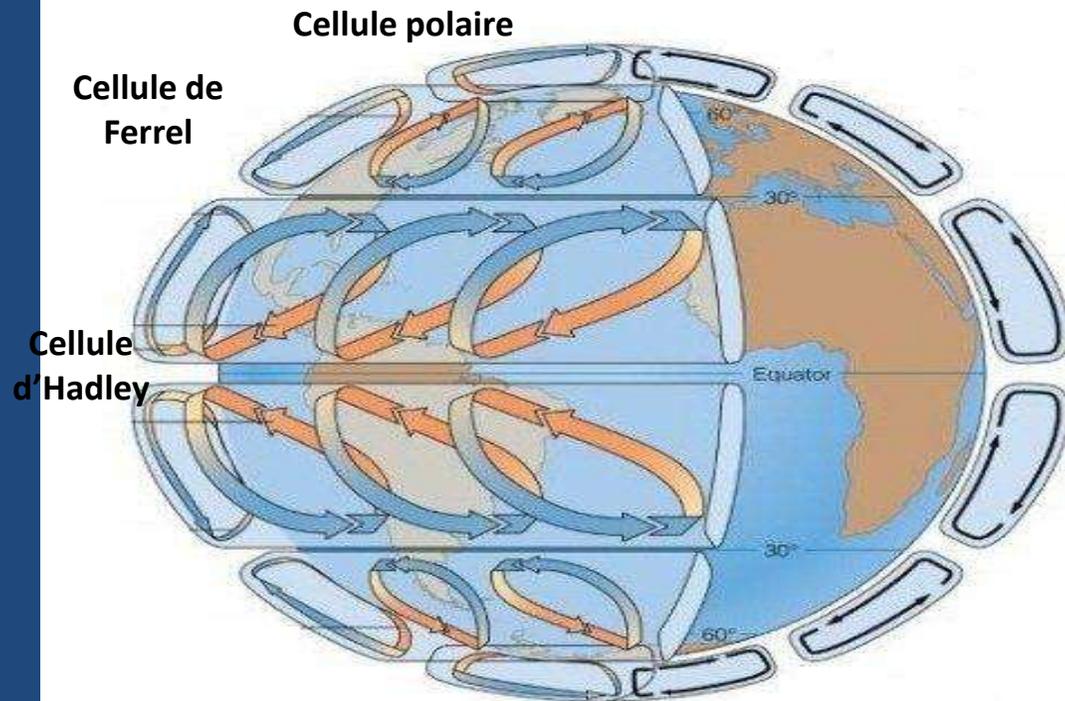
Déplacement de l'air

L'intensité est proportionnelle au gradient de pression = *la force de gradient.*

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique



Le modèle général pour expliquer la circulation atmosphérique est un **modèle tri-cellulaire** : (**Cellule de Hadley, Cellule de Ferrel et Cellule polaire**).

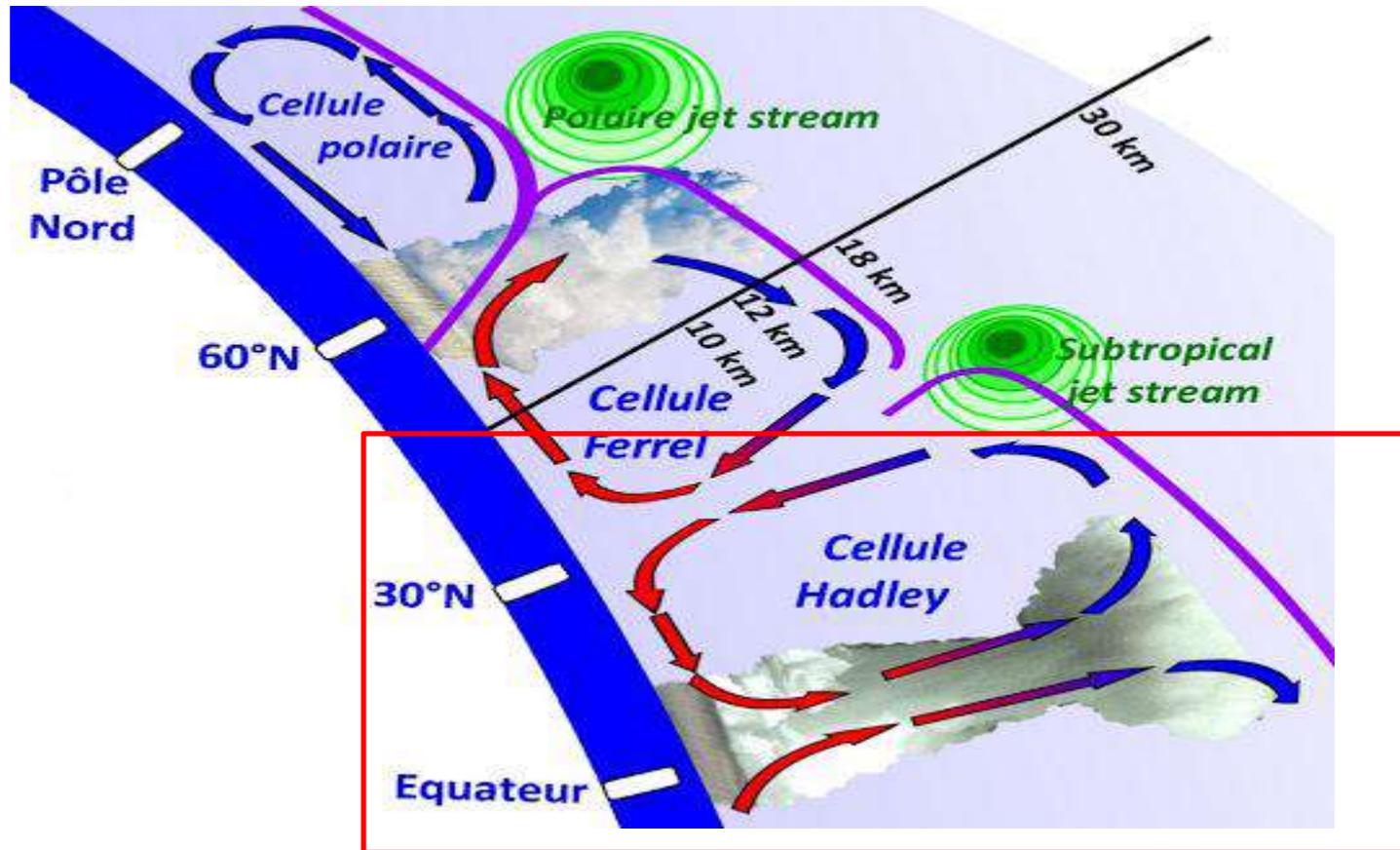
Ce modèle aide à expliquer :

- comment l'atmosphère tente d'égaliser les différences d'énergie du bilan thermique global entre les pôles et l'équateur et,
- les différences dans les ceintures de pression, les températures et les précipitations.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule de Hadley

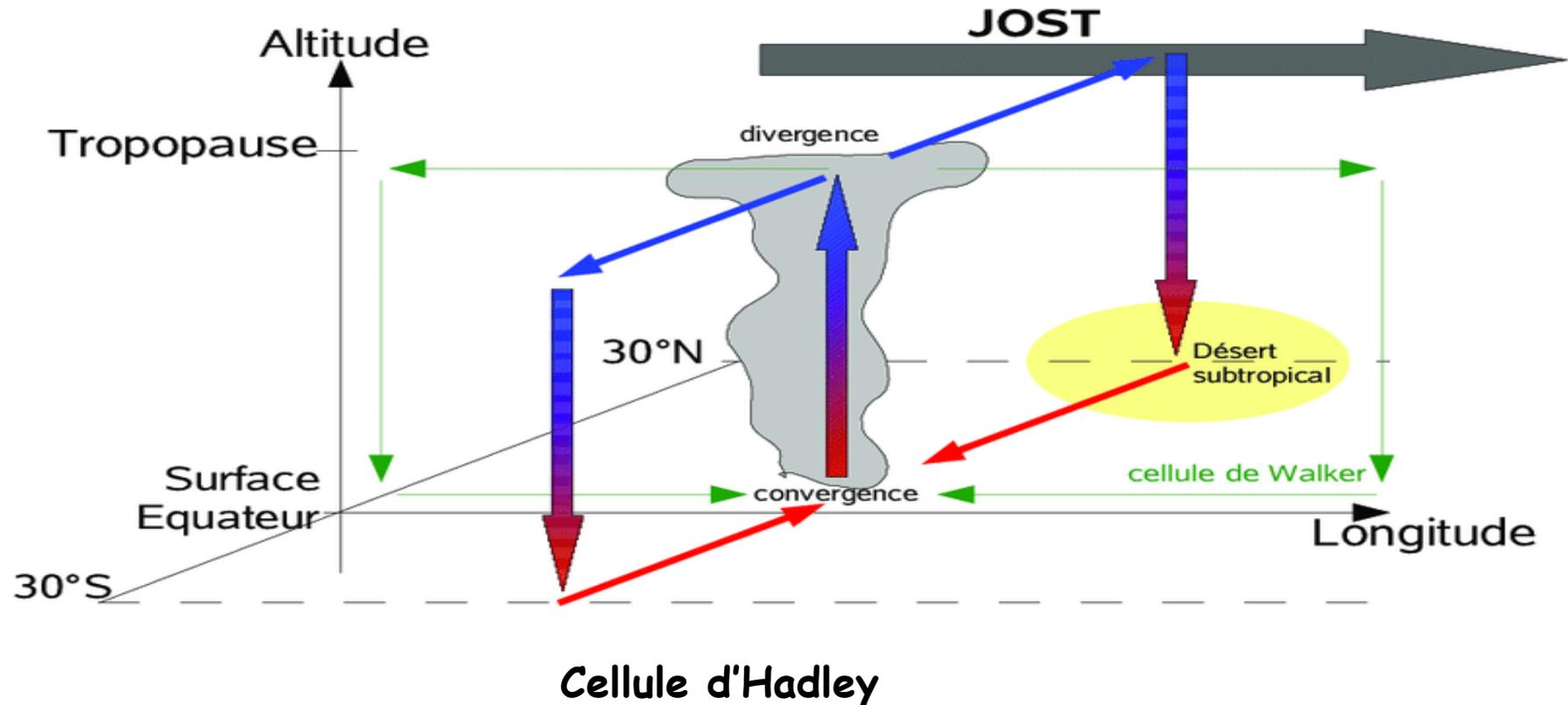


- Située entre l'équateur et les latitudes 30° N et S.
- Se sont des circulations atmosphériques de grandes échelle.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

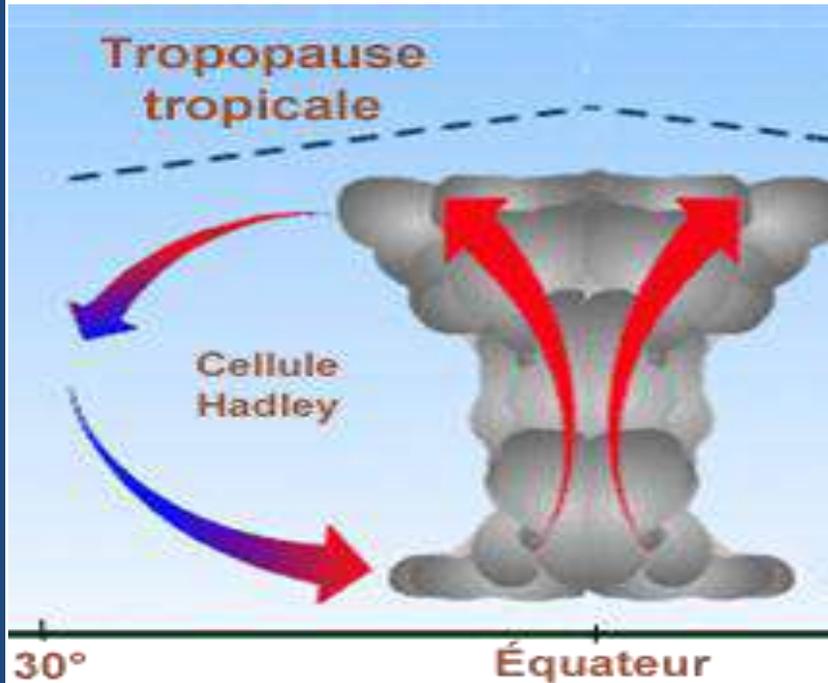
a. La convection thermique = cellule de Hadley



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule de Hadley



l'air chaud monte près de l'équateur et crée une **bande de basse pression (dépression)**.

Pendant son ascension vers le sommet de la troposphère, **l'air se refroidi** et commence à **s'écouler vers les pôles N et S**.

Il **redescend** doucement pour atteindre la surface de la Terre aux environs des **latitudes 30 degrés**, créant ainsi une **zone de haute pression atmosphérique subtropicale (anticyclone)**.

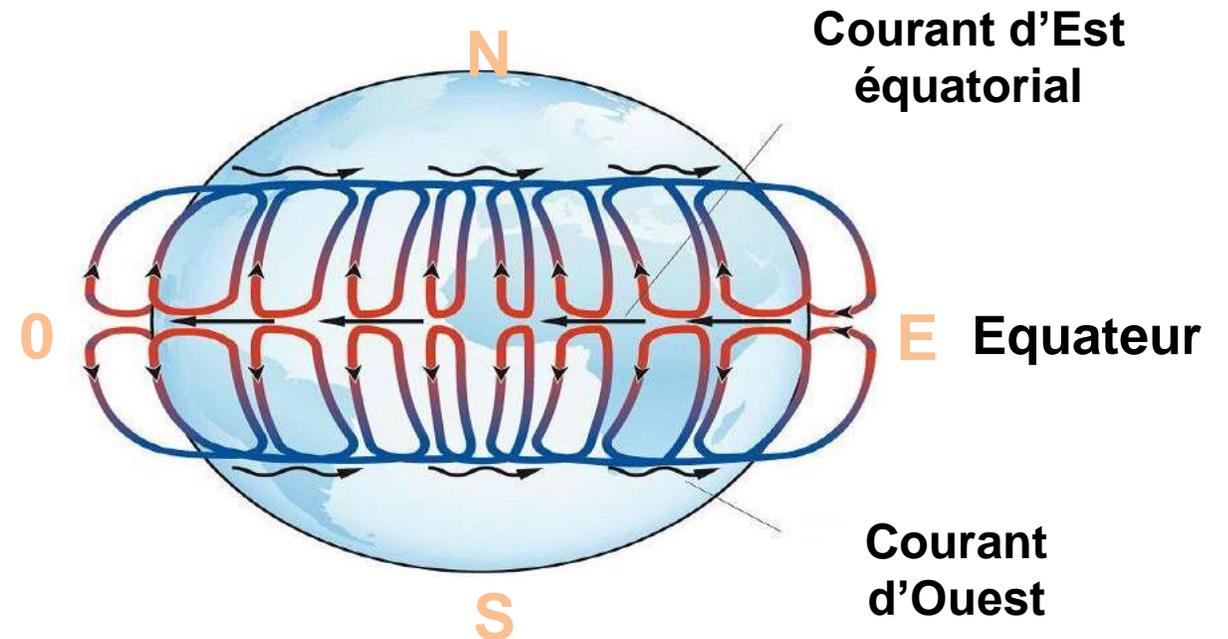
I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule de Hadley

La montée d'air chaud est compensée par l'aspiration de l'air situé tout autour, engendrant ainsi des vents qui convergent vers l'équateur = **zone de convergence intertropicale**.

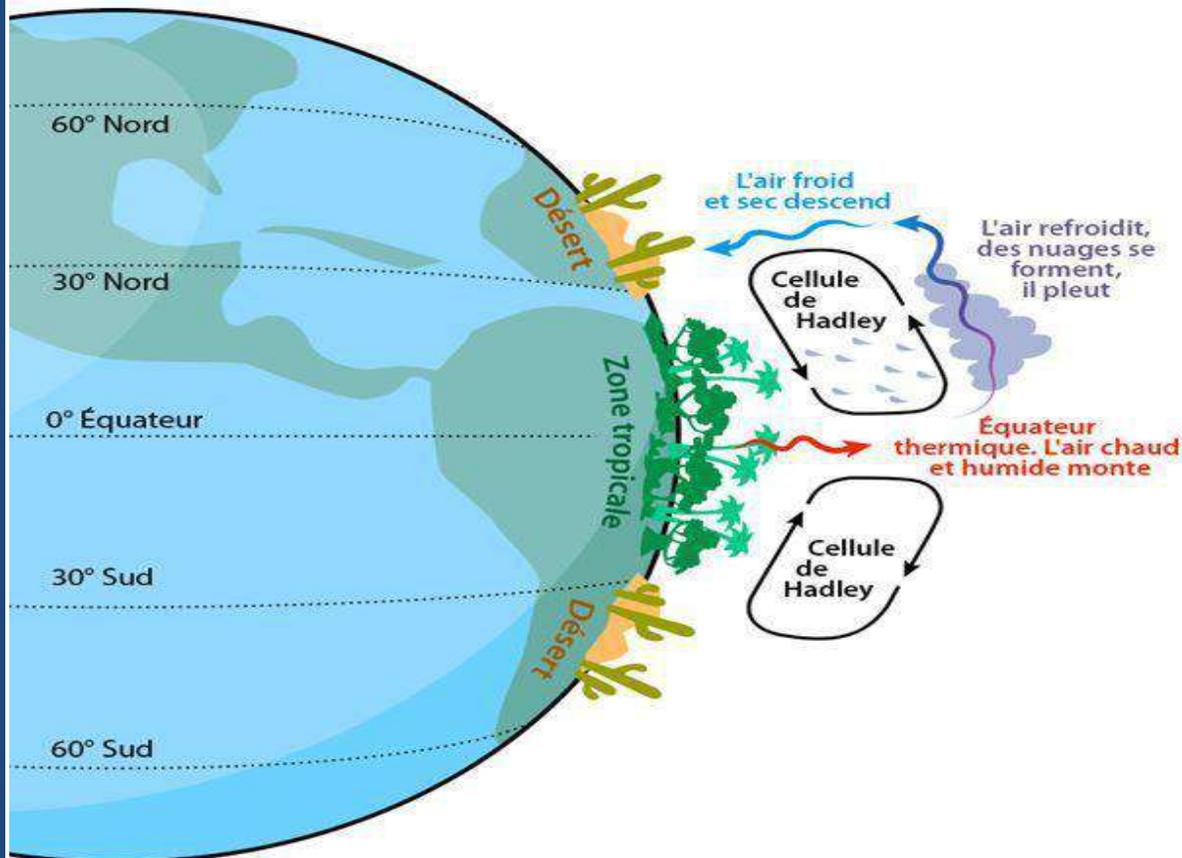
Ces **vents convergents (alizés)** au voisinage du sol ou de la mer engendrent le **courant d'est équatorial**, vent régulier, relativement lent ; sa vitesse est de l'ordre de 20 km/h.



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule de Hadley



L'air ainsi comprimé et séché, **empêche la formation de nuages.**

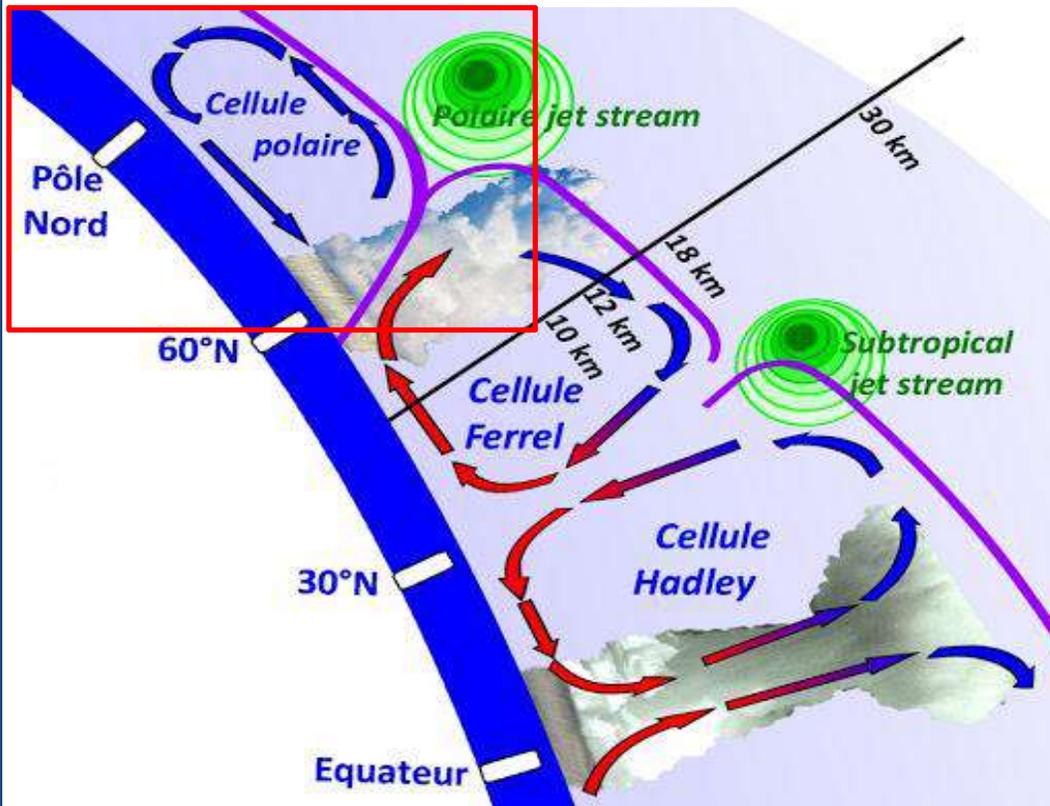
Le résultat est un **ciel clair, une forte chaleur à la surface** de la Terre, un temps sec permanent.

=> la formation des **grands déserts tropicaux.**

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule polaire



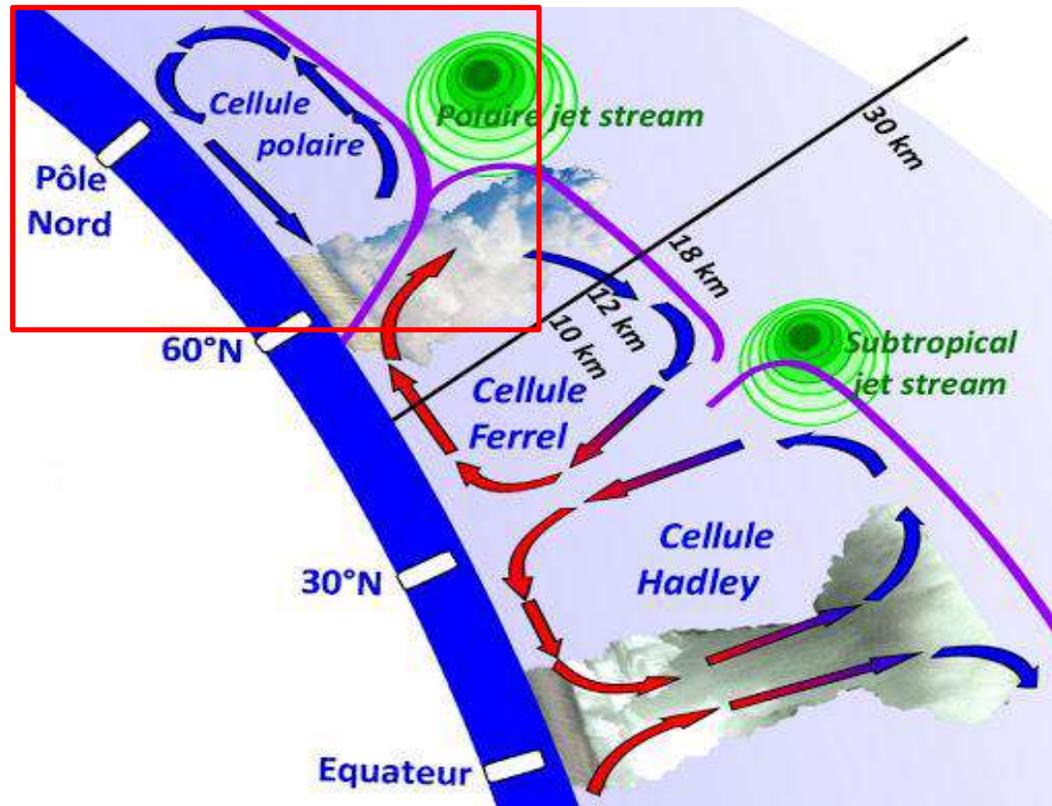
Les cellules polaires se retrouvent entre les pôles et les latitudes 60 degrés.

Aux pôles, l'air froid asséché et alourdi, descendant du haut de la troposphère entretient une haute pression et entraîne une migration de l'air de surface en direction des latitudes tempérées.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule polaire



Les océans traversés cèdent une partie de leur réserve énergétique et de leur humidité. La **température de l'air augmente** donc, provoquant une **ascendance**.

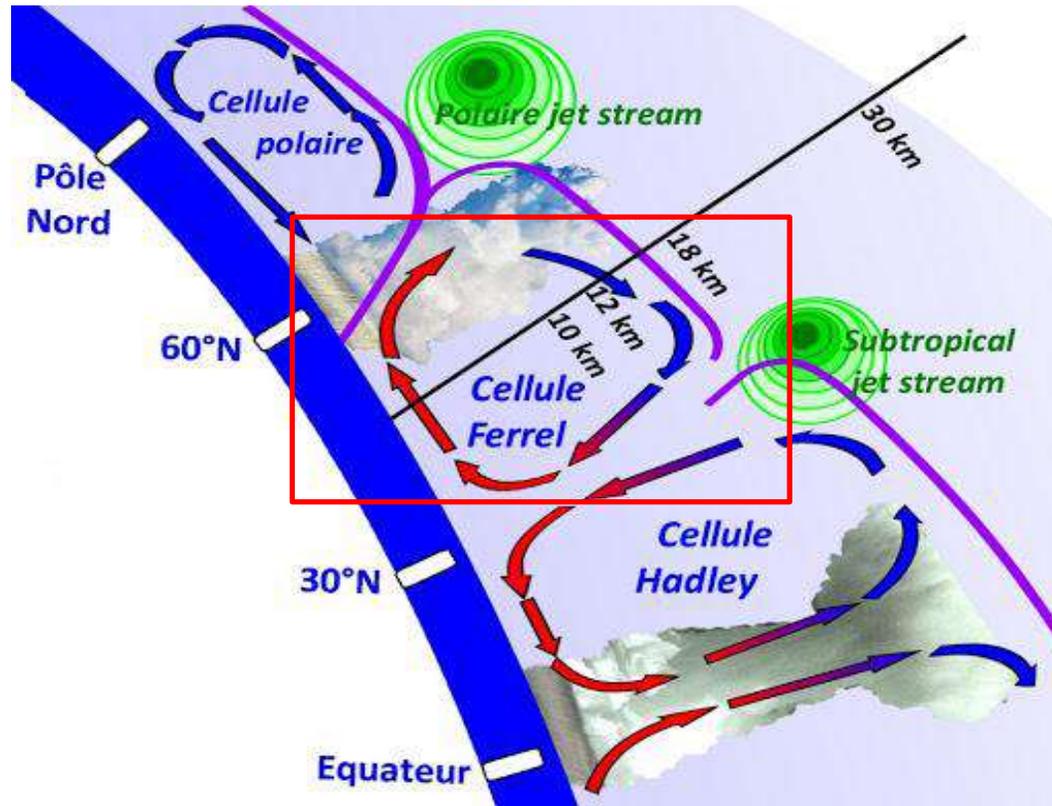
Un système de **basses pressions s'installe progressivement vers 60° de latitude** donnant naissance à une dépression.

En altitude, la **convergence vers le pôle boucle la circulation** au sein de la cellule polaire ainsi créée.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule de Ferrel



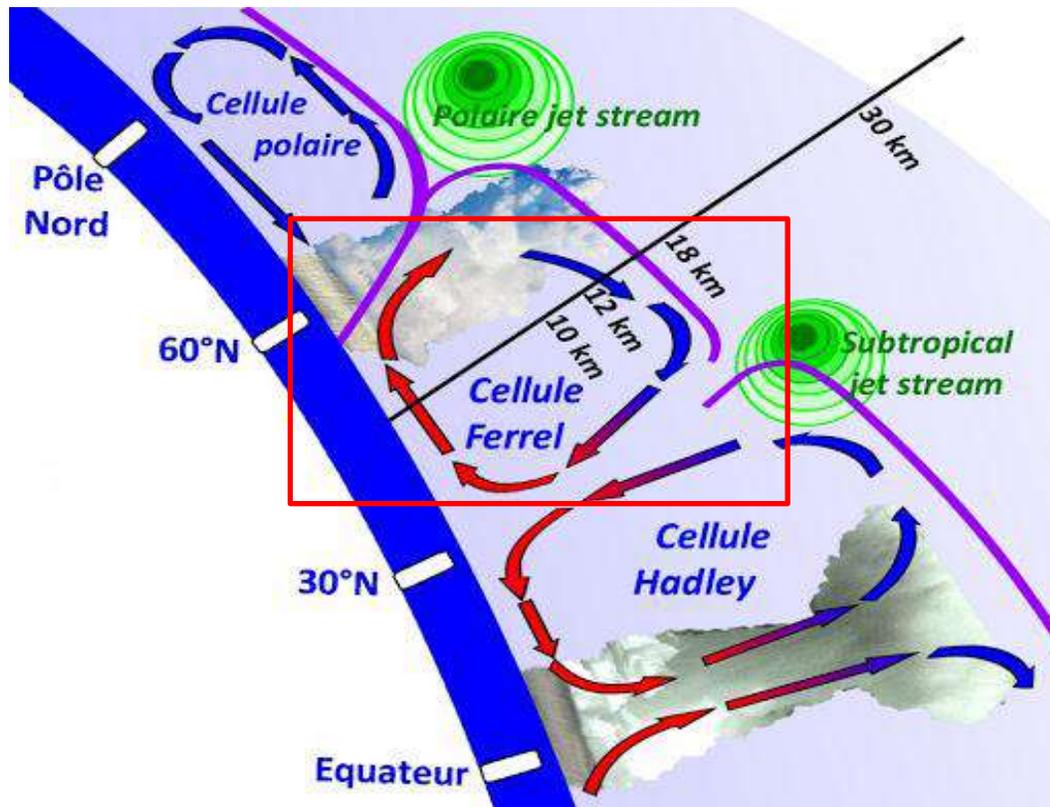
Les Cellules Ferrel se situent entre les latitudes 30° et 60° de part et d'autre de l'équateur.

A basse altitude, l'air converge et remonte le long des frontières entre l'air froid polaire et l'air chaud subtropical qui se produit généralement à 60 degrés nord et sud. Cela forme une autre zone de convergence où deux courants d'air de surface se rencontrent.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique = cellule de Ferrel



L'air chaud est moins dense s'élève donc au-dessus de l'air plus froid, ce qui crée des **zones de basse pression** et c'est là que se trouve le **Jet Stream polaire**.

La cellule de Ferrel se déplace dans la **direction opposée aux deux autres cellules** (cellule de Hadley et cellule polaire).

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique

Dans chaque hémisphère, on note la présence de **deux régions où l'air subsiste** vers le sol après refroidissement et assèchement en altitude :

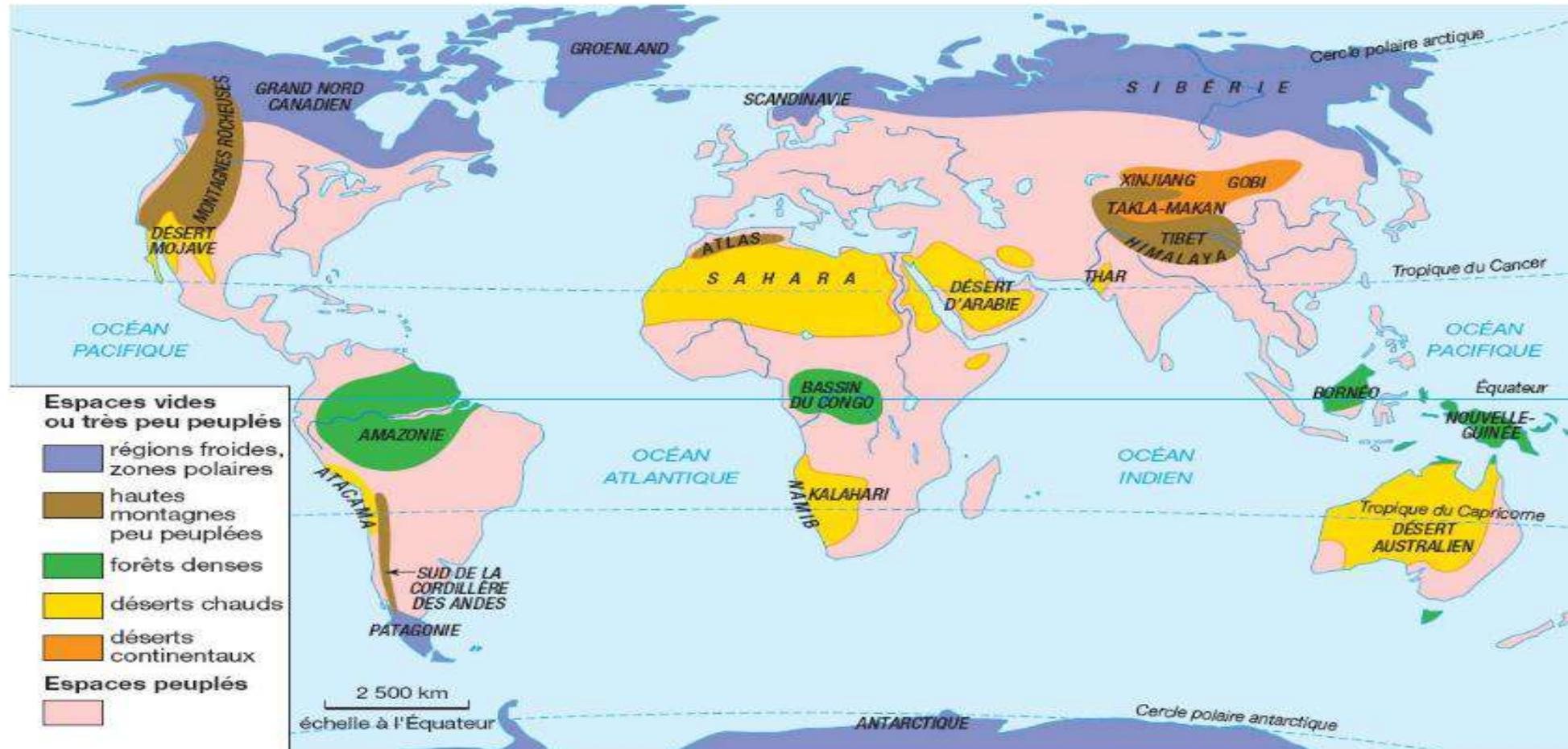
- Près des **pôles**, cette descente d'air sec conduit à la **formation des déserts arctiques et antarctiques**.
- **Entre les cellules de Hadley et de Ferrel**, elle engendre la **ceinture de déserts** situés entre les tropiques et les régions tempérées : déserts du sud des Etats-Unis, Sahara et désert de Gobi dans l'hémisphère nord, désert d'Australie et hauts plateaux andins dans l'hémisphère sud.



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. Convection thermique



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

a. La convection thermique

Au contraire, **les zones d'ascendance**, situées **près de l'équateur** pour l'une et **entre la cellule polaire et la cellule de Ferrel** pour l'autre, sont soumises à de fortes précipitations.

En effet, l'air chargé d'humidité se refroidit en altitudes où la T° et la pression diminuent fortement, et forme par **condensation des gouttes** qui donne naissance à des **pluies**.

Les pluies sont **fréquentes et abondantes**, ce qui explique à la fois la **végétation luxuriante** autour de l'équateur et la fertilité des sols aux latitudes tempérées.



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

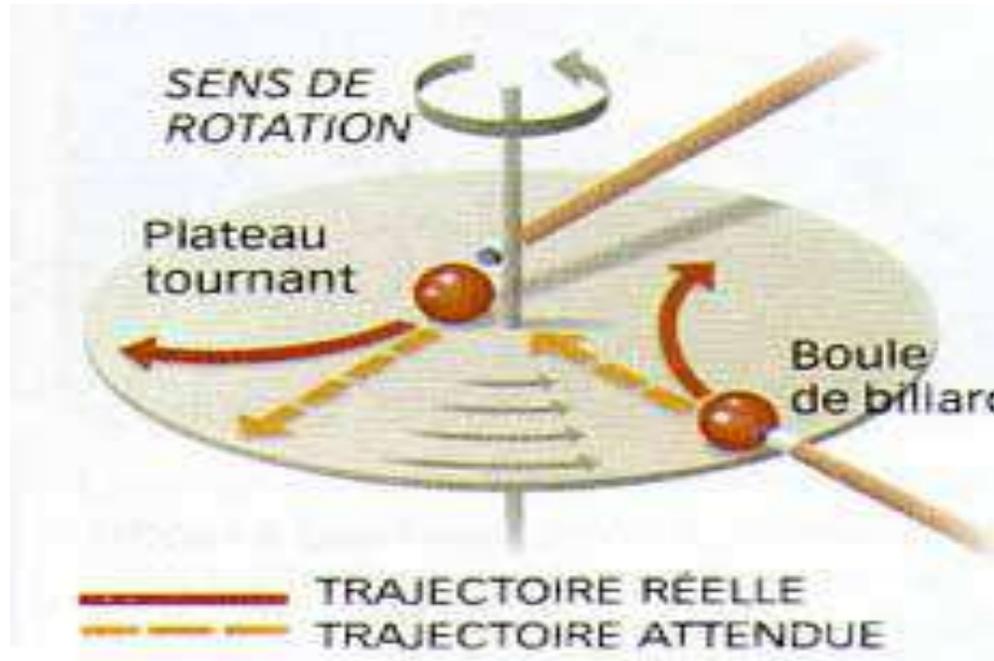
a. La convection thermique

| Anticyclones (HP) | Dépressions (BP) |
|---|--|
| Mouvement descendant (subsidence) | Mouvement ascendant (ascendance) |
| Entraine un temps stable et dégagé (pas de nuages) | Entraine un temps instable (nuages) et précipitations |
| Eté : sec et ensoleillé | En été : humide et couvert |
| Hiver : sec mais froid | Hiver : humide mais plus chaud |

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)



FORCE DE CORIOLIS

« Du fait de la *rotation de la terre*, tout objet en mouvement est soumis à une *force déviante* (force de Coriolis) qui s'exerce perpendiculairement à la direction du mouvement. »

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)

FORCE DE CORIOLIS

$$F_c = k (v.m. w.\sin L)$$

V : vitesse de l'objet mobile

M : masse de l'objet mobile

W : vitesse angulaire de rotation de la terre

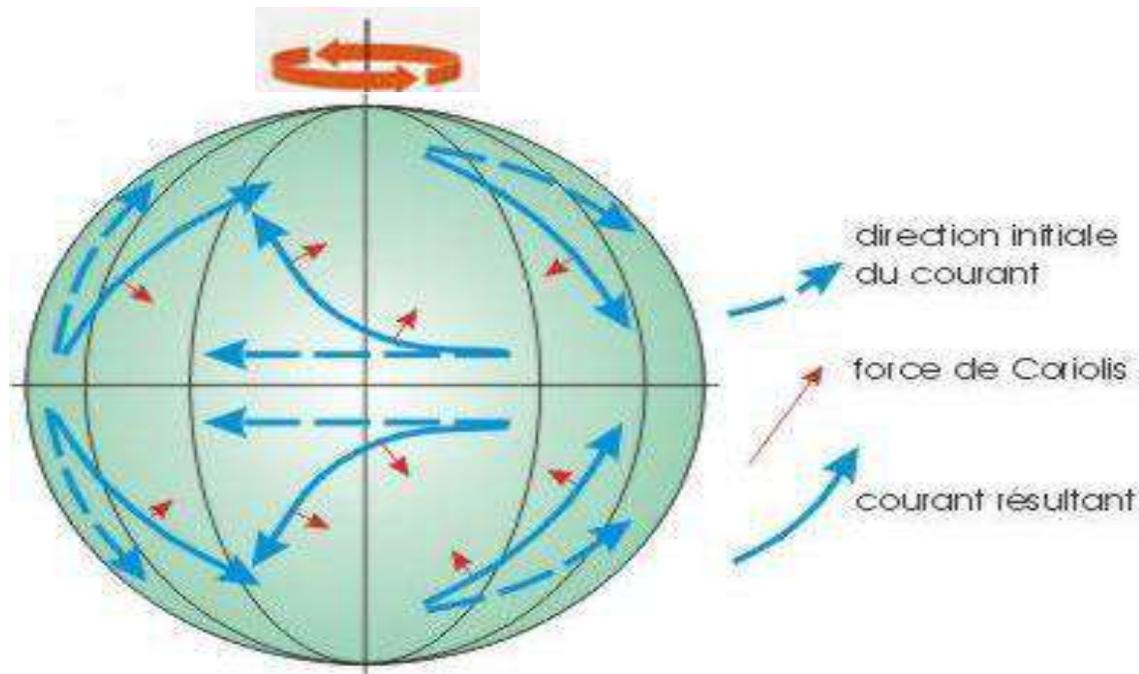
L : latitude

La déviation de Coriolis croit avec la latitude ; elle est nulle à l'équateur; elle change de sens dans l'hémisphère sud (déviation à gauche).

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)



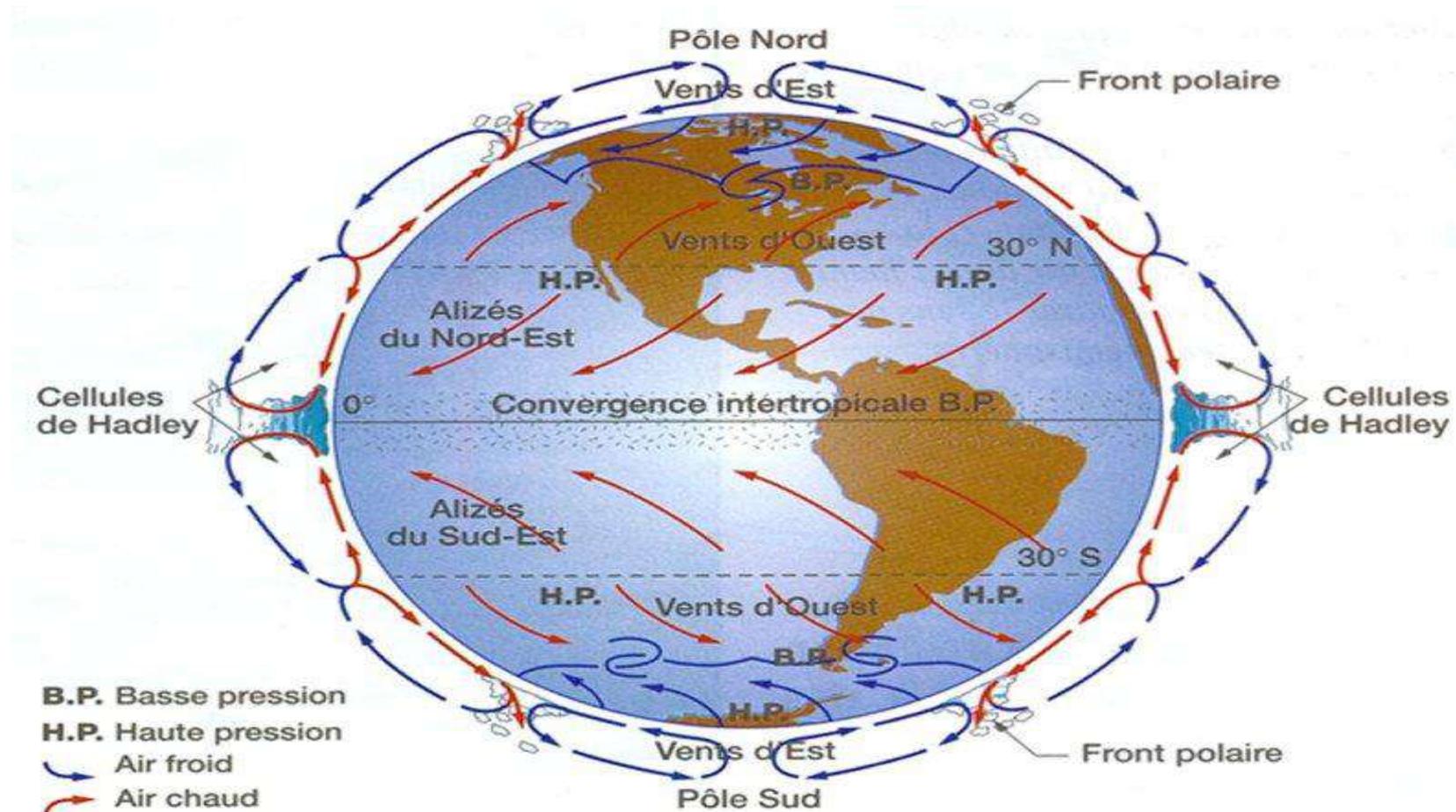
Effet de la force de Coriolis

- Dans *l'hémisphère nord* toutes les trajectoires sont *déviés vers la droite*;
- dans *l'hémisphère sud*, elles sont *déviées vers la gauche* ».

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

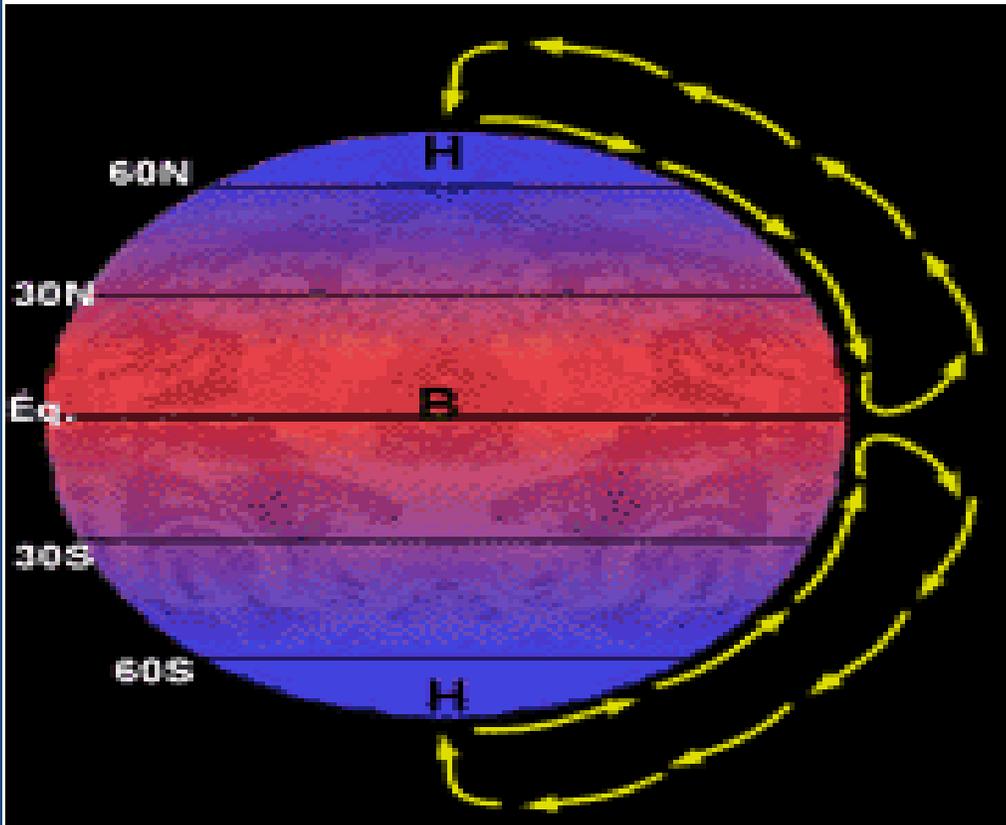
b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)



Si la Terre ne tournait pas, il y aurait une circulation d'air **des pôles vers l'équateur près du sol** et **de l'équateur vers les pôles en altitude**.

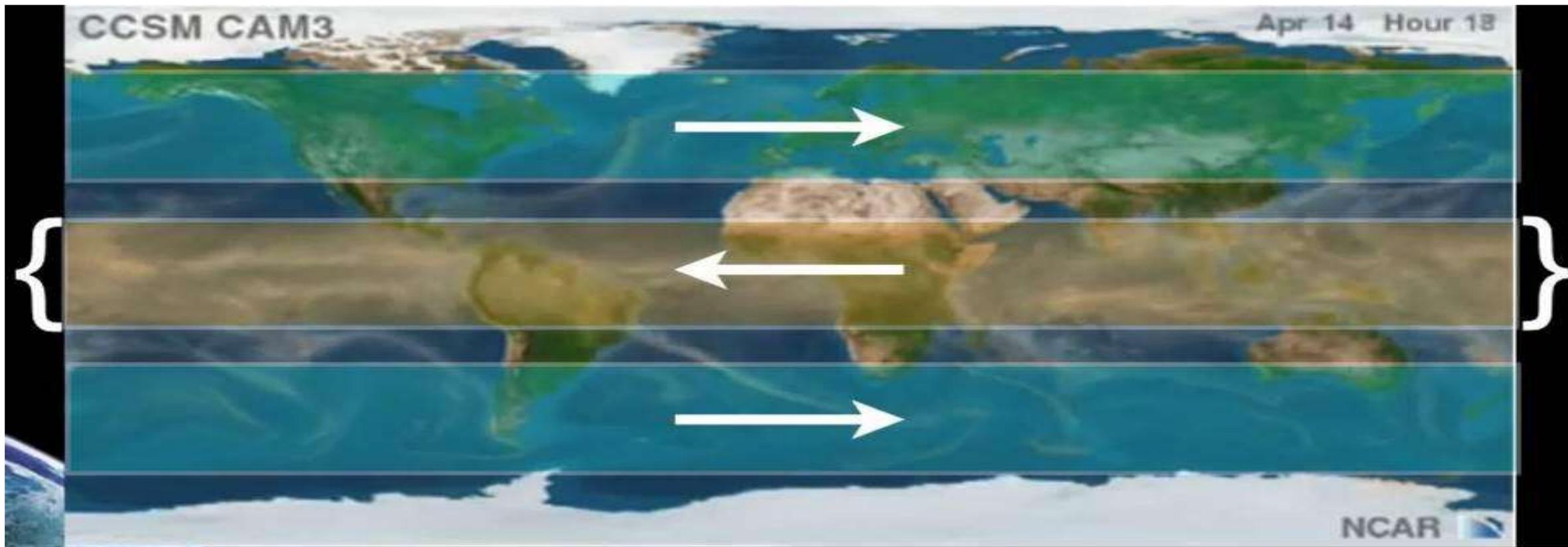
Cette circulation aurait pour effet d'envoyer de l'air plus frais vers l'équateur et de l'air plus chaud vers les pôles.

Mais la **Terre tourne sur elle-même**, ce qui complique un peu les choses.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)

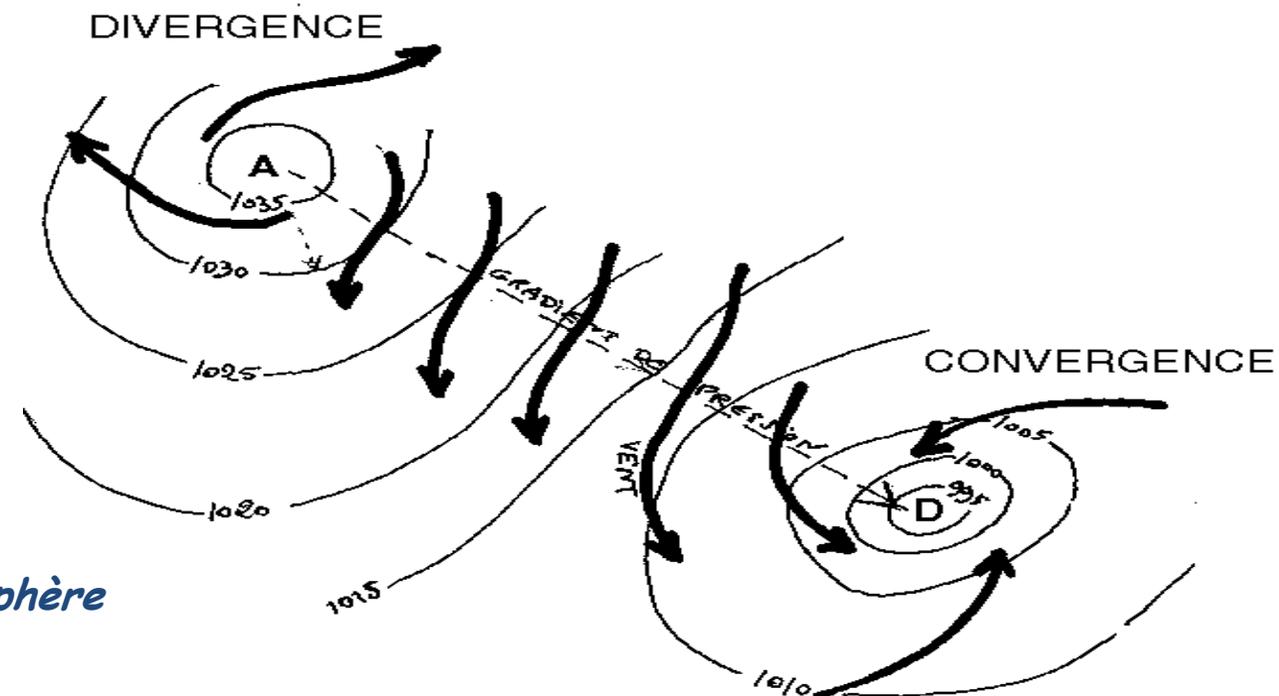


I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)

- Le vent est la résultante de la **force de gradient de pression modifiée par la force de Coriolis**.
- Direction du vent tangente à la limite des deux zones.
- La vitesse du vent varie en raison inverse de l'écartement des isobares.

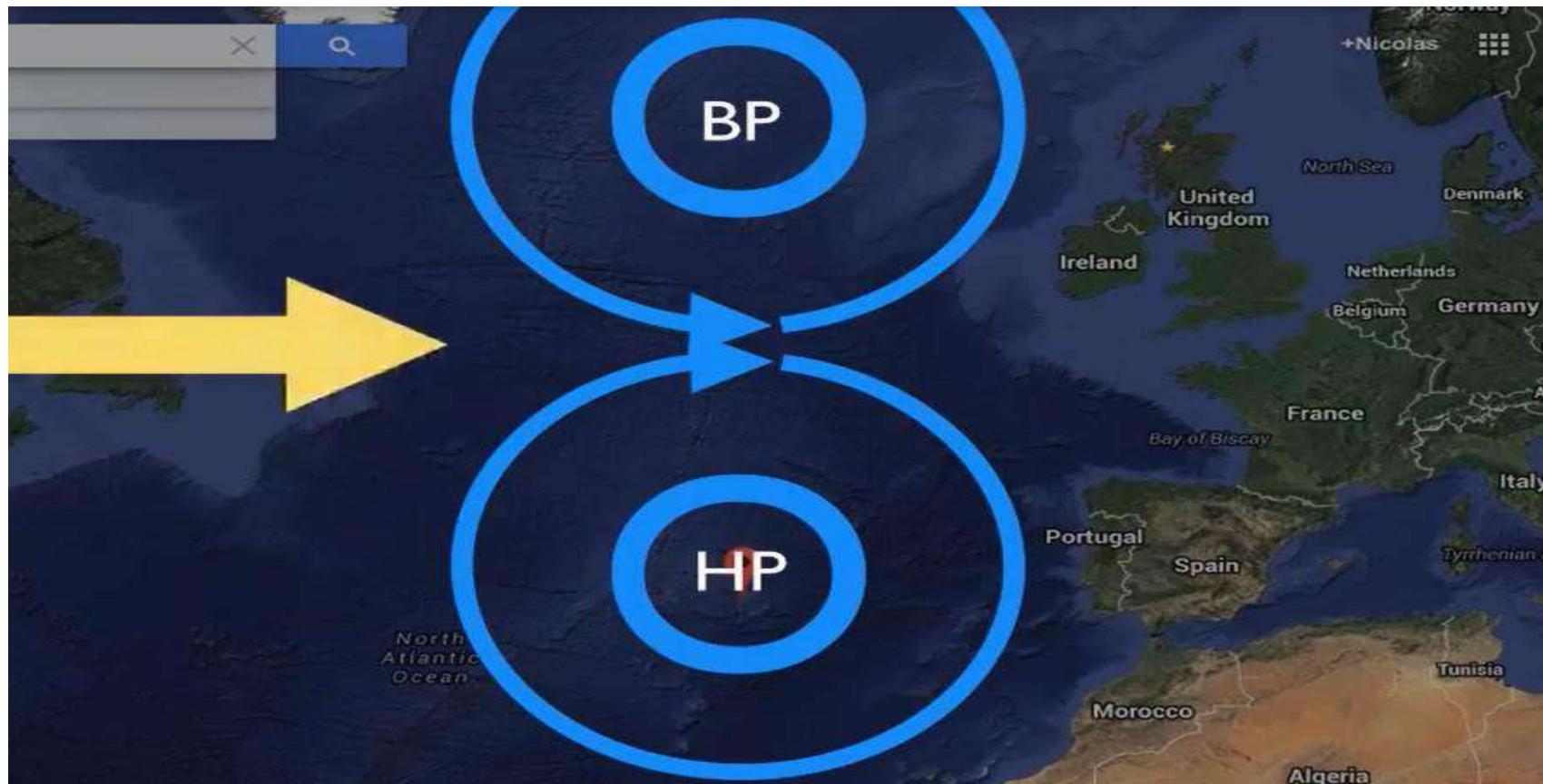


Déviations des vents de surface dans l'hémisphère nord (loi de Buys-Ballot)

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

b. Les effets de la rotation de la Terre (Force de Coriolis)



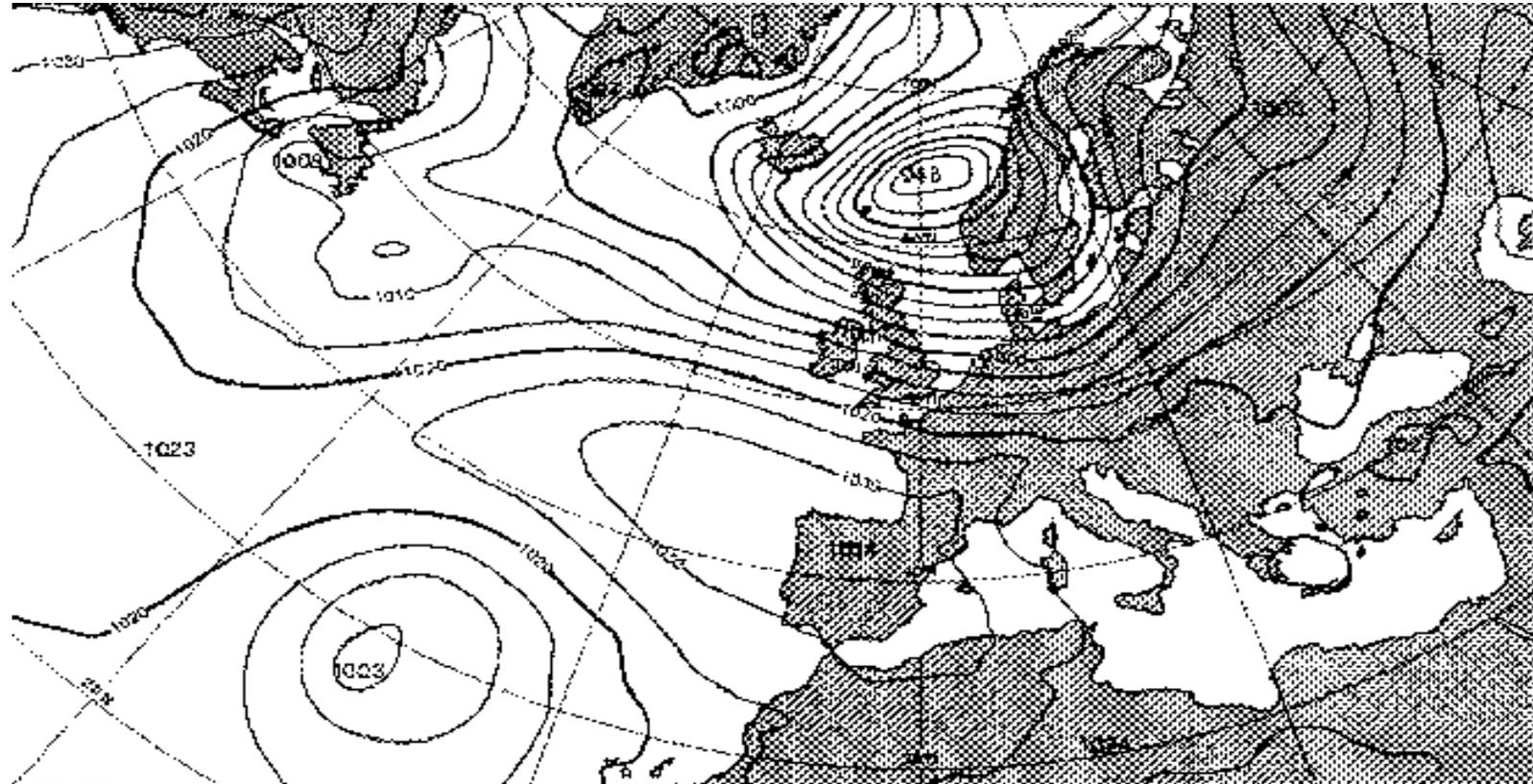
I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

c. Cartes météorologiques

✓ Une forte dépression installée sur la Mer du Nord se déplace vers la Scandinavie.

✓ Une zone anticyclonique est centrée sur la Péninsule Ibérique.



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

c. Cartes météorologiques

- ✓ les **isobares** = lignes reliant des points d'égalité de pression.
- ✓ le **gradient de pression** = la différence de pression atmosphérique entre deux points.
- ✓ un **fort gradient** => se traduit par des **isobares très resserrés**.
- ✓ un **faible gradient** => des **isobares éloignés**
- ✓ La **vitesse du vent** évolue **proportionnellement au gradient** de pression.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

En résumé :

Répartition des masses d'air et circulation générale

- *Comportement des masses d'air*

- ✓ Une masse d'air est caractérisée par : T° , humidité et donc par la densité.
- ✓ Deux masses d'air contiguës sont séparées par un *front*.
- ✓ La masse d'air léger tend à passer au-dessus de la masse d'air dense. L'air chaud et humide ; en s'élevant, la vapeur se condense et des nuages se forment.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

En résumé :

** La circulation intertropicale*

Entre une zone de haute pression au niveau de chaque tropique et une zone de basse pression sous l'équateur se situe la *Convergence Inter-Tropicale (CIT)*. Comme conséquences on aura :

- Fortes pluies au niveau de la zone équatoriale (BP)
- Zone sèche (HP), désertique au niveau des tropiques
- Vents dirigés vers W (Alizés) entre HP (tropiques) et BP (équateur)

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

En résumé :

** La circulation en zones tempérées et froides*

Zone située entre les HP polaires et subtropicales, qui vont déterminer la répartition et le mouvement des masses d'air.

Ces masses d'air chaud et d'air froid engendrent des différences de pression :

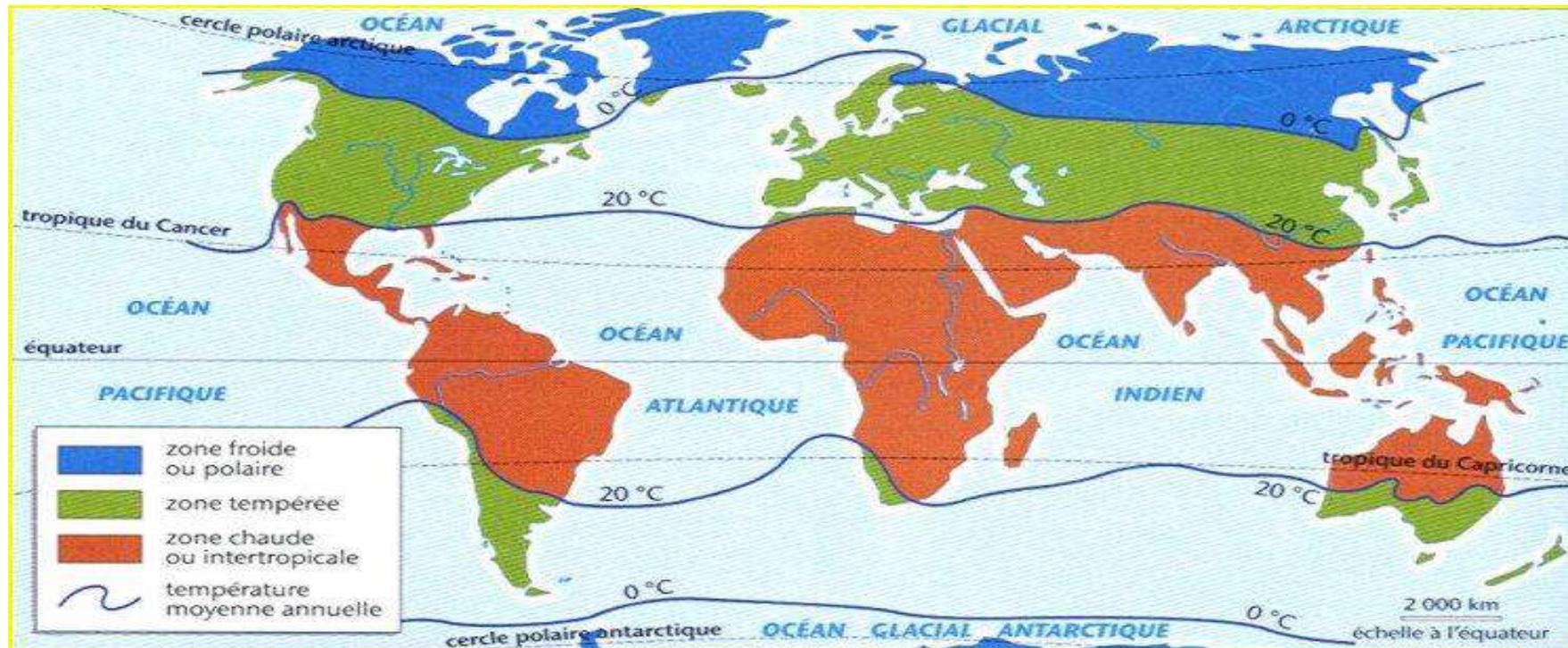
Systemes dépressionnaires qui se déplacent d'W en E.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

c. Classification et principales régions climatiques du monde

L'inégale répartition latitudinale de l'énergie sur notre planète définit 5 grandes zones climatiques :



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

c. Classification et principales régions climatiques du monde

Les facteurs climatiques notamment l'altitude, la proximité ou l'éloignement de la mer, les courants marins, le voisinage d'une montagne ou d'une forêt influencent aussi les éléments du climat. Ces facteurs permettent de distinguer dans les zones climatiques des climats régionaux et même des climats locaux.

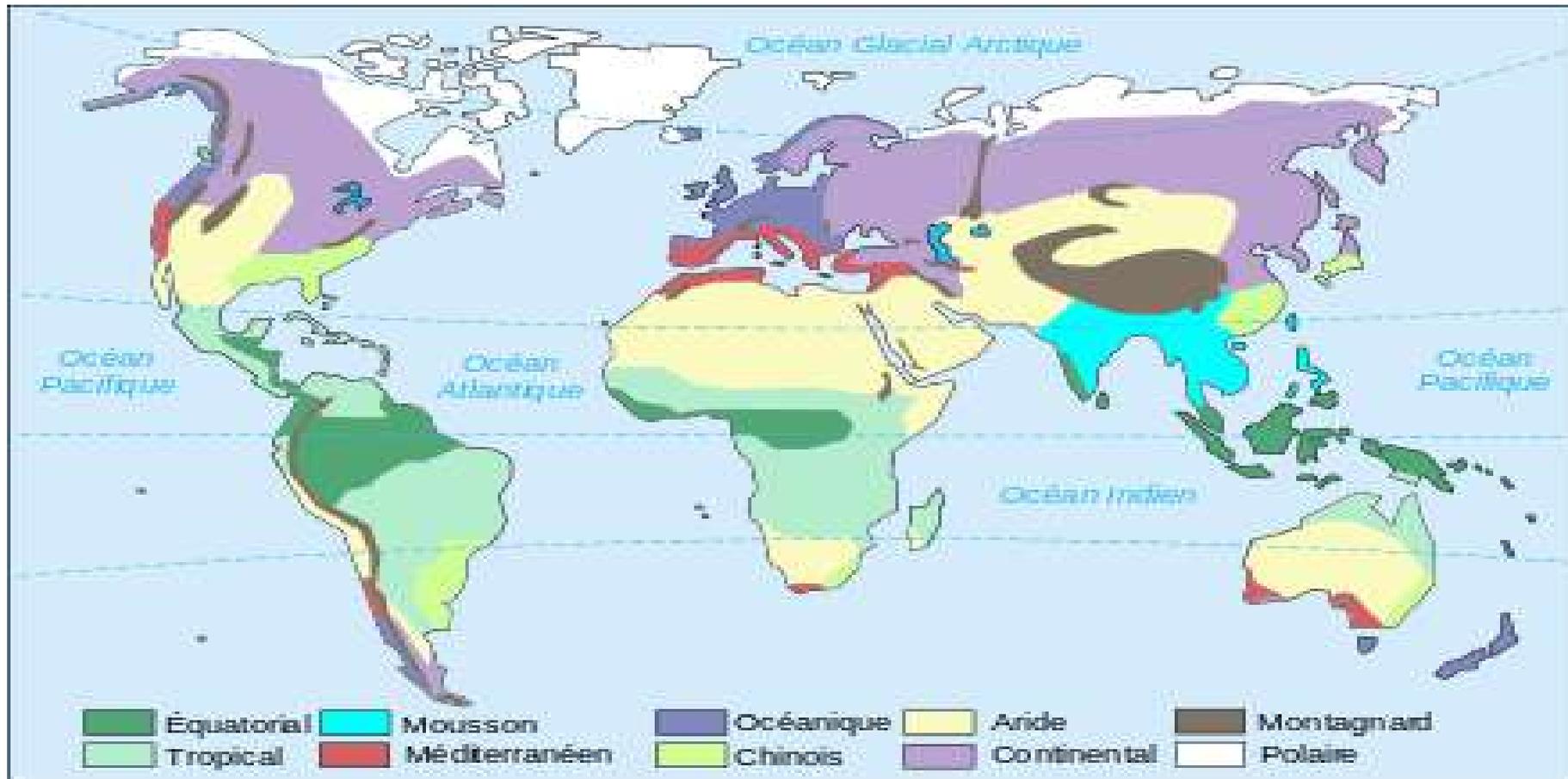
Exemple Dans la zone tempérée on peut avoir un :

- Climat méditerranéen
- Climat océanique
- Climat continental

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation atmosphérique générale

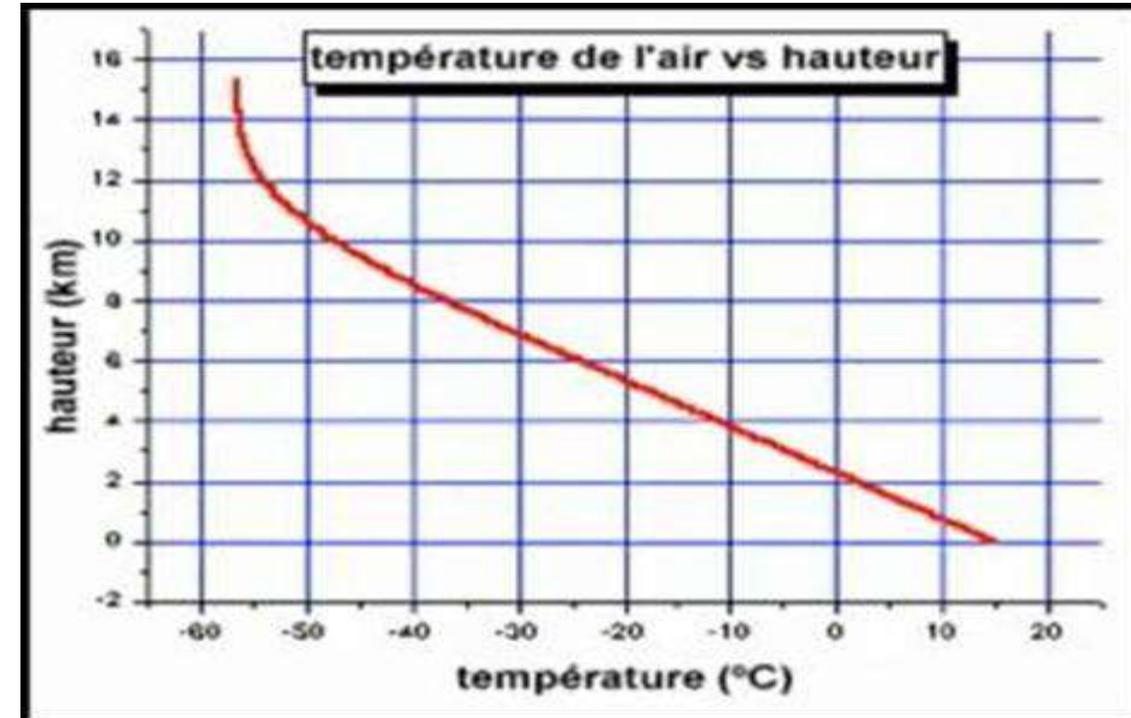
c. Classification et principales régions climatiques du monde



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.2 Autres facteurs qui influencent le climat : Le relief

- Plus on monte dans l'atmosphère plus les masses d'airs vont se refroidir
- Dans l'atmosphère **on perd 1°C si on monte 100m**



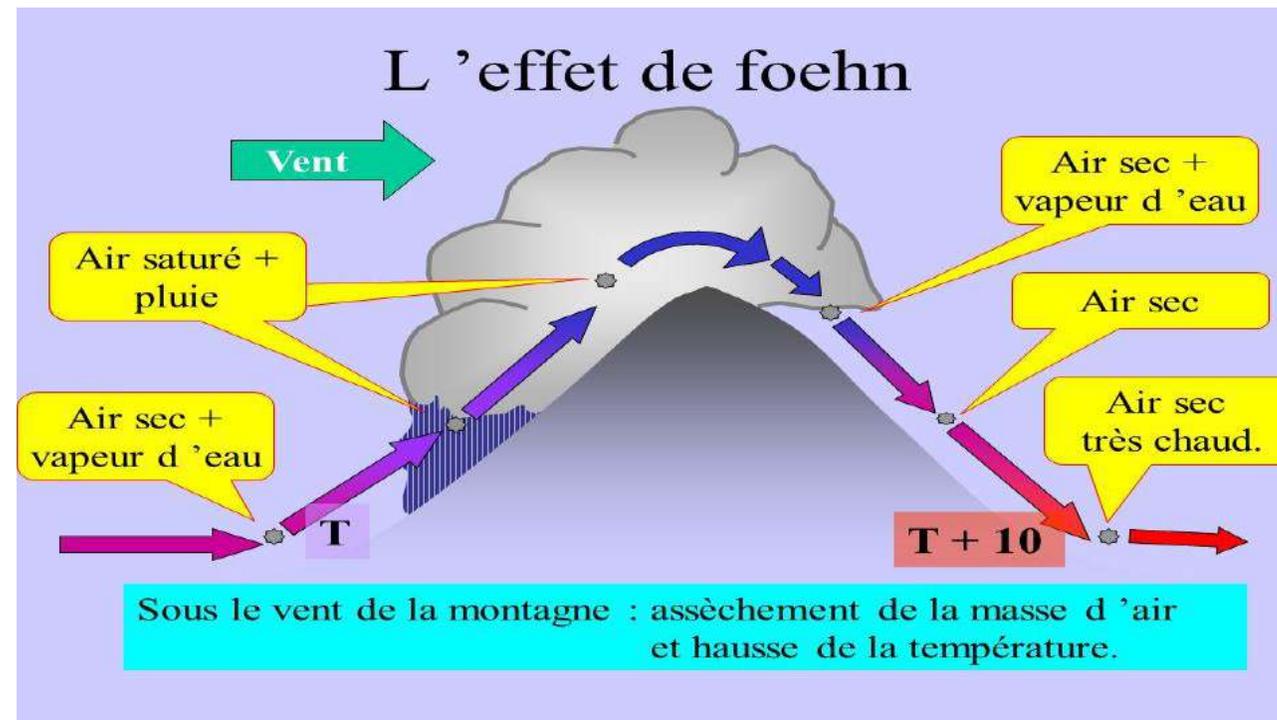
I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.2 Autres facteurs qui influencent le climat : Le relief

L'effet de foehn, ou effet de föhn, est un phénomène météorologique créé par la rencontre de la circulation atmosphérique et du relief quand un vent dominant rencontre une chaîne montagneuse.

l'air est soulevé, se refroidit, se condense.

Des nuages se forment, il pleut.



L'air redescend plus sec et très chaud.

Un réchauffement notable

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.3. La circulation océanique générale = les courants

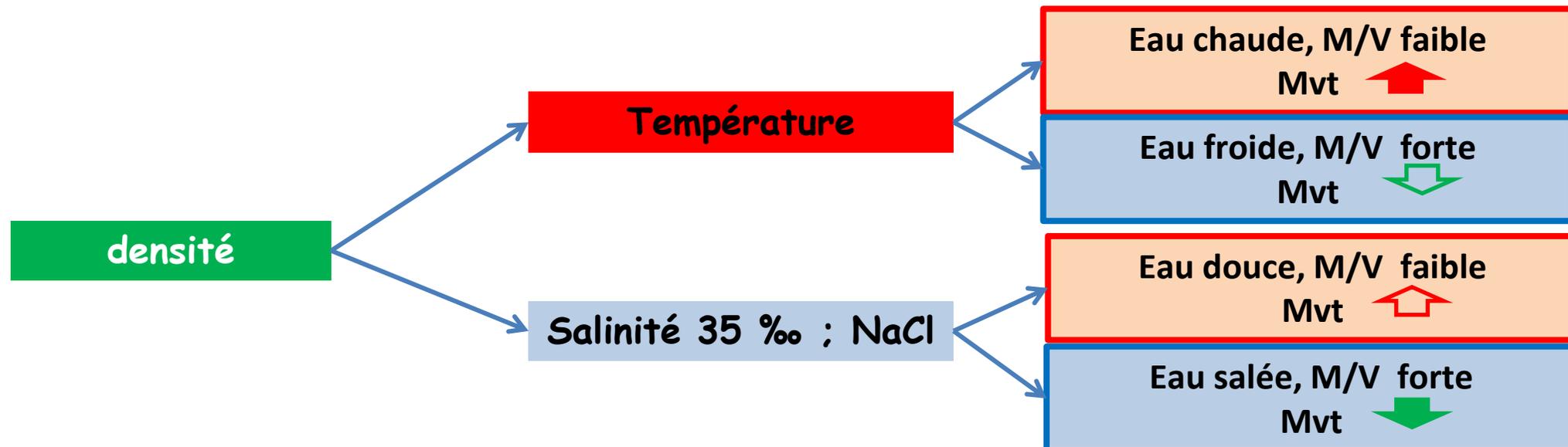
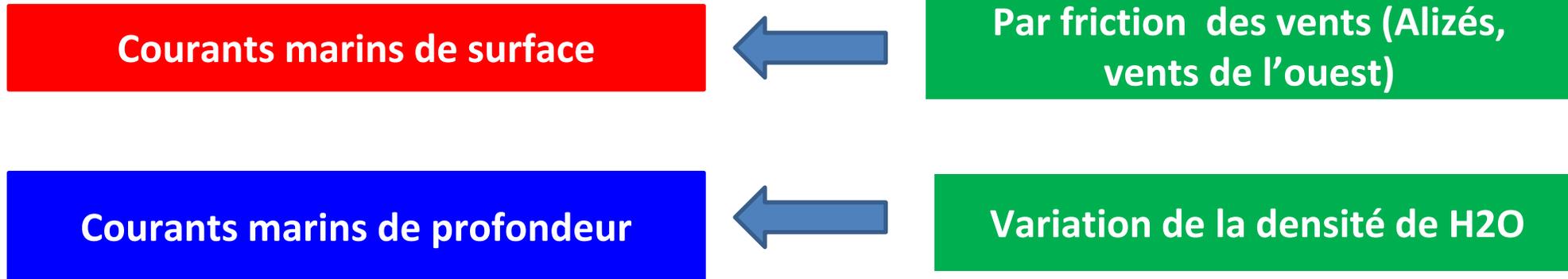
La circulation océanique provient de deux différentes sortes de courants :

- **courants de surface** générés par les **vents** ;
- **courants profonds** régis par la **variation de la densité de l'eau**.

La **force de Coriolis** joue un rôle important dans la **direction** que prennent **ces courants**.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

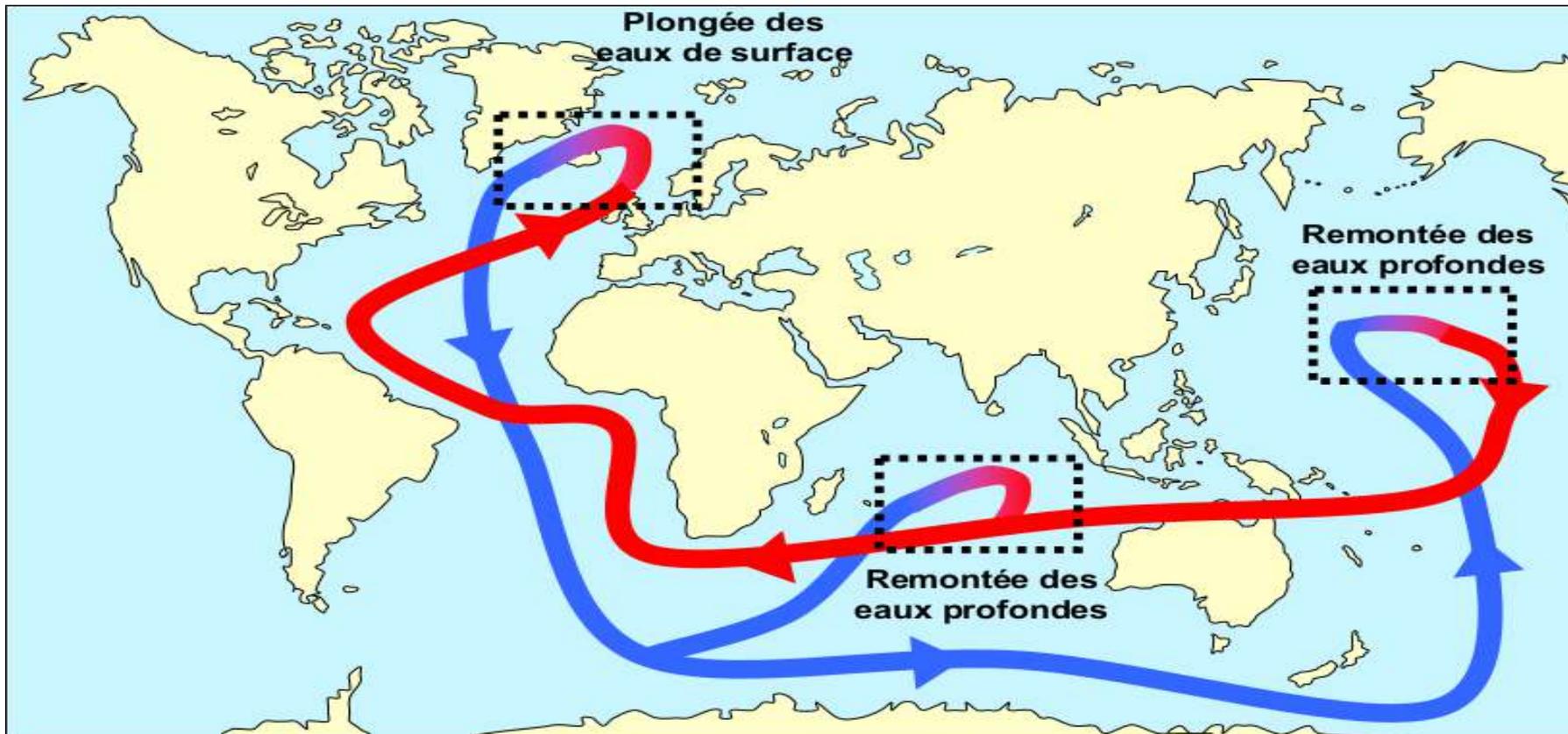
I.4.1. La circulation océanique générale = les courants



I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.1. La circulation de surface = les courants de surface

- Les **courants de surface** et **de profondeur** forment une **boucle de circulation** permanente à l'échelle mondiale : c'est la **circulation thermohaline** (thermo=la chaleur, haline = le sel).



Rouge : courants de surface chauds.

Bleu : courants de profondeur.

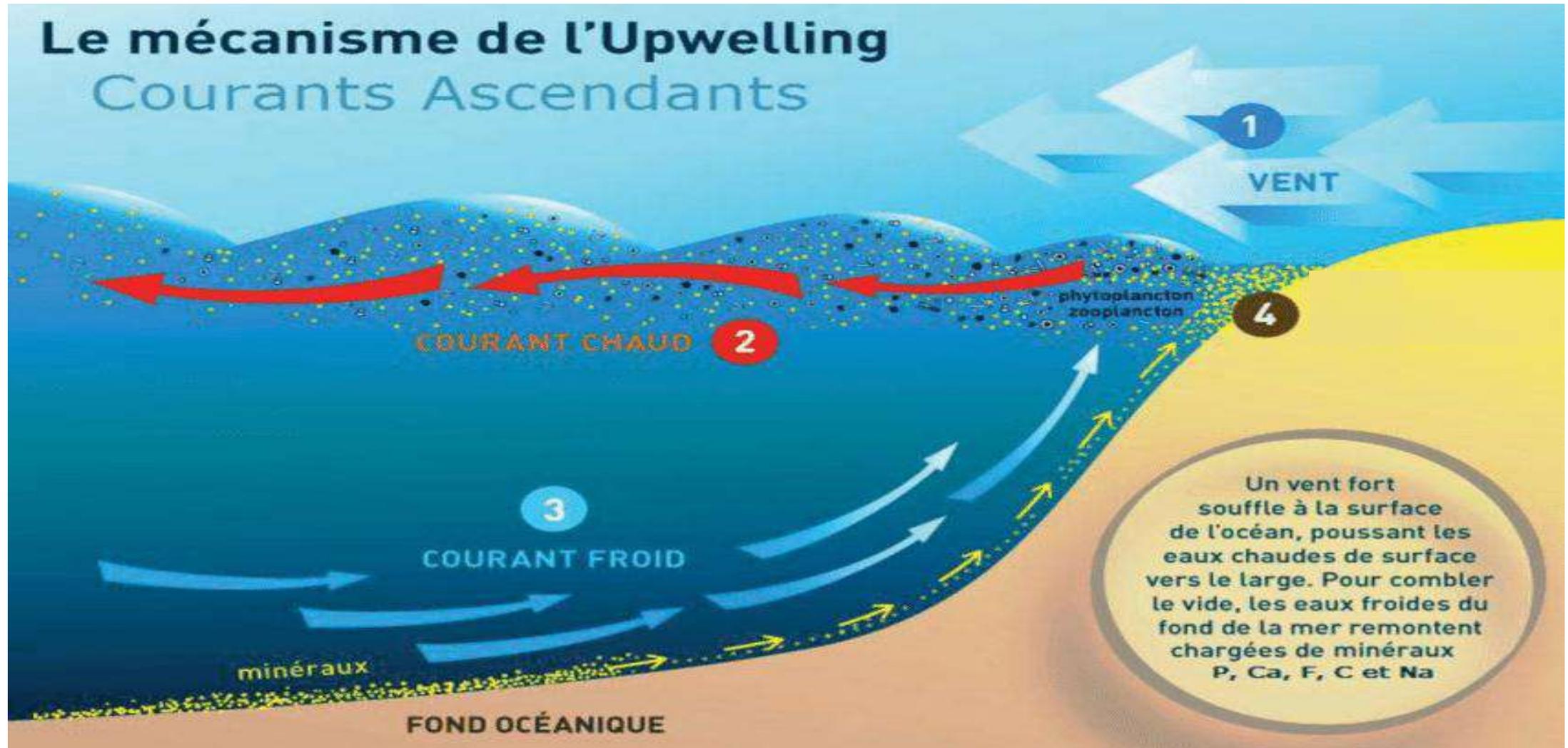
I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.3. La circulation thermohaline

- Les **eaux profondes** froides et salées (donc plus dense) de l'Atlantique Nord plongent en profondeur jusqu'à environ 2000 m ou 3000 m et donnent naissance à des courants de fonds «**downwelling**» qui s'écoulent en direction de l'Atlantique Sud.
- Ensuite, ces eaux profondes atteignent les océans Indien et Pacifique où elles remontent en surface dans des lieux d'**upwelling** «(remontée d'eau).
- Le retour de cette grande circulation dans l'Atlantique Nord s'effectue via des **courants chauds de surface**, dont la circulation est liée à la circulation atmosphérique (les vents).
- Une boucle complète peut durer environ un millénaire.

I.4. Les mouvements de l'atmosphère

I.4.3. La circulation océanique : upwelling



Merci pour votre attention

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

