

## **Météorologie agricole**

### **1) Définition de la météorologie**

La météorologie est l'étude des phénomènes atmosphériques tels que les nuages, les dépressions et les précipitations pour comprendre comment ils se forment et évoluent.

Le mot vient du grec antique où **météore** désigne les particules en suspension dans l'atmosphère et logos veut dire discours ou connaissance.

C'est une discipline qui traite principalement de la mécanique des fluides appliquée à l'air mais qui fait usage de différentes autres branches de la physique, de la chimie et des mathématiques. À l'origine purement descriptive, la météorologie est rapidement devenue un lieu d'application de ces disciplines. La météorologie moderne permet d'établir des prévisions de l'évolution du temps en s'appuyant sur des modèles mathématiques à court comme à long terme. Elle est également appliquée pour la prévision de la qualité de l'air, pour les changements climatiques et pour l'étude dans plusieurs domaines de l'activité humaine (construction, trafic aérien, navigation, etc.)

Les principaux farceurs observés sont la pression atmosphérique; l'humidité, le vent, les précipitations et les nuages

La subdivision de la météorologie est en fonction du phénomène étudié, la technique utilisée, et la région étudiée ou ces phénomènes se produisent

Donc ses missions principales sont:

- ✓ Elle doit archiver et conserve en mémoire les phénomènes qui se déroulent au sein de l'atmosphère terrestre (c'est la climatologie).
- ✓ Elle décrit à tout moment le temps qui il fait (c'est l'observation).
- ✓ Elle prévoit l'évolution des phénomènes météorologiques (c'est l'observation).

### **2) Définition de la climatologie.**

La climatologie est certes une science différente de la météorologie mais elle est nécessaire aux météorologues pour déterminer le climat présent dans un endroit précis de la planète

La climatologie est une étude très scientifique du climat dans une région particulière ; la climatologie entraîne des observations et des relevés d'un maximum de paramètres possibles comme la température, les précipitations ou la vitesse maximale du vent ; ces observations et ces relevés doivent avoir été fait sur 30 ans pour avoir une idée précise sur le climat du lieu ou on pratique les observations et les relevés.

## 1. Atmosphère et la pression Atmosphérique

**A). Qu'est-ce que l'atmosphère?** L'atmosphère est la couche d'air qui entoure le globe terrestre. L'atmosphère est un peu comme un océan. Alors que l'océan recouvre une bonne partie des fonds marins, l'atmosphère pour sa part repose sur toute la surface du globe

### 1.2. La composition de l'atmosphère

L'atmosphère est constituée principalement d'un mélange gazeux:

a) **L'air sec** : il comprend essentiellement

-de l'azote (N<sub>2</sub>) : 78,084%,

-de l'oxygène (O<sub>2</sub>): 20,9646%,

-de l'argon (Ar) : (0,934) %

- du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>): 0.035%

- Des quantités proportionnellement infimes, d'hélium, d'hydrogène, de krypton, de méthane, de monoxyde de carbone, de néon, d'ozone et de xénon.

La composition de l'air sec est pratiquement constante en terme de proportion jusqu'à

Une altitude de 80 kilomètres. Cependant on note que:

- la teneur de l'air en gaz carbonique est très variable, elle dépend de l'activité

industrielle dans les basses couches ;

- La proportion d'Ozone au voisinage de la mer est très faible, elle devient plus importante en altitude, la couche d'Ozone s'étend en moyenne entre 15 km au-dessus des régions polaires et 30-40km à l'équateur.

**L'Ozone** (O<sub>3</sub>) est une forme triatomique de O<sub>2</sub> ; on la trouve d'une part dans la troposphère et d'autre part dans la stratosphère il se produit par la recombinaison des atomes libres de O<sub>2</sub> dissociés par l'énergie du rayonnement ultra violet (0.1 à 0.4 μm). Il est un puissant filtre à radiation mais il est instable il réagit avec nombre de composants présents dans l'atmosphère qui peuvent produire des réactions chimiques redonnant de l'oxygène.

- b) **la vapeur d'eau:**

Dans l'atmosphère, l'eau est le seul corps que l'on rencontre sous trois états gazeux (la vapeur d'eau), liquide (les gouttelettes des nuages), solide (les cristaux des nuages). À l'état gazeux, la vapeur d'eau intervient dans des proportions pouvant atteindre 0,1% en Sibérie à 5% dans les régions maritimes équatoriales.

c) **Les impuretés** (pollution atmosphérique):

Les impuretés dans l'atmosphère sont de deux sortes:

- Les aérosols: les causes sont soit naturelles (vents de sable, poussière volcanique, pollen, ..) soit dues aux activités humaines (fumées d'usines, ...)
- Les gaz polluants: anhydride sulfureux, oxyde de carbone, hydrocarbure, les Chloro-Fluoro-Carbones (CFCs), les Hydro-Fluoro-Carbones (HFCs), ...

Ils jouent un rôle important dans la condensation et l'absorption du rayonnement solaire.

Les constituants de l'air atmosphérique peuvent être classés en deux catégories :

- ✓ **Permanents** : se trouvent en proportion constante jusqu'au 25m d'altitudes,

Comme N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et les gaz rares.

- ✓ **Variables: dont** les constituants leur teneur varient dans l'atmosphère, tels que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), ozone et surtout la vapeur d'eau.

Le dioxyde de carbone et l'ozone sont des constituants pouvant subir quelques variations selon le lieu et l'époque. Cependant leur concentration étant faible dans l'atmosphère, ces variations ne modifient pas notablement la composition chimique de l'air sec, ni sa masse molaire (variations considérées donc comme négligeables).

**TAB. I.1 : ÉVOLUTION DE LA TENEUR DE L'ATMOSPHÈRE EN GAZ DITS « À EFFET DE SERRE » (DAUTRAN, 1991)**

Type de gaz	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CFC <sub>11</sub>	CFC <sub>12</sub>
Unités	ppmv	ppmv	ppbv	ppbv	pptv
Avant période industrielle	280	0,80	288	0	0
1990	354	1,70	310	280	484
Accroissement annuel	0,5 %	0,25 %	0,25 %	4 %	4 %
Durée du séjour atmosphérique (an)	50-200	10	150	60	120

ppmv (ppm) = 10<sup>-6</sup> partie par million en volume ; ppbv = 10<sup>-9</sup> partie par milliard en volume ; pptv = 10<sup>-12</sup> partie par billion en volume

## **2. - Masse et limite de l'atmosphère**

la masse de l'atmosphère pèse environ 1 Kg / cm<sup>2</sup>.

La masse volumique de l'air est toujours décroissante vers le haut ce qui se traduit par une baisse également décroissante de la pression (masse de l'air par unité de surface).

On est donc conduit à considérer que telle fraction de la masse totale de l'atmosphère se situe au dessous de telle altitude. Ainsi, la moitié de la masse de l'atmosphère se situe au dessous de 5500 m, les 2/3 au dessous de 8400 m, les 3/4 au dessous de 10300 m, les 9/10 au dessous de 16100 m etc...

A très haute altitude (500 à 1000 km), existe une zone de transition entre l'atmosphère et l'espace, zone d'où les molécules peuvent s'échapper vers l'espace sans que des chocs avec d'autres molécules ne les renvoie dans l'atmosphère.

Il ne possède pas de limite supérieure, la plus récente investigation donne une grandeur de limite de 60-000 à 1.000.000 km

## **3. Subdivision de L'atmosphère**

Atmosphère est subdivisée en certains nombres de sphères séparés par des pauses.

On distingue: troposphère, stratosphère, mésosphère et thermosphère.

### **3.1- Troposphère :**

La troposphère s'étend de la surface jusqu'à 10-16 km d'épaisseur environ. C'est dans cette couche qu'on retrouve la plus grande partie des phénomènes météorologiques. La composition de l'air dans cette couche se remarquablement constante, elle aussi le siège des phénomènes liés directement « au temps ».

Au fur et à mesure qu'on s'élève dans la troposphère la température décroît ou diminue de façon régulière d'environ 6 degrés Celsius tous les 1000 mètres.

Elle contient 80 à 90% de la masse totale de l'air et la quasi-totalité de la vapeur d'eau (90%) C'est la couche où se produisent, les phénomènes météorologiques (nuages, pluies...)

Cette région se caractérise par une décroissance de la température avec l'altitude (de 6-7 C°/1 Km dans la première moitié et de 7-8 C°/ 1Km ensuite) en moyenne 0.65 C° / 100 mètre.

La limite supérieure de la troposphère est la **Tropopause** (surface fictive qui sépare la troposphère et la stratosphère).

Son altitude est variable en fonction avec la latitude.

- à l'équateur se trouve à l'altitude de 16-18km.

- aux pôles, entre 6-8 Km.

- aux latitudes moyenne (50° de latitude), elle se trouve vers 11Kmd'altitude.

Suivant la situation atmosphérique générale, les saisons et les types de masses d'air son altitude varie entre 7-13 Km. La température au niveau de la tropopause est de – 45° C aux pôles est de –80°C à l'équateur figure 3).

### **3.2. Stratosphère.**

Elle s'étend de la tropopause jusqu'à une altitude relativement de 50Km. Elle abrite une bonne partie de la couche d'ozone.

La caractéristique principale de cette couche est qu'au fur et à mesure qu'on s'élève à l'intérieur, la température reste presque constante jusqu'à 20Km. c'est se qu'on appelle la couche **isotherme**, ensuite la température augmente lentement puis rapidement pour atteindre le point de congélation. C'est la limite de la stratosphère qui est la **stratopause** ou on relève de la température voisine de 0°C).

La cause de l'augmentation de température est due à l'absorption des rayons de courte longueur d'onde par l'ozone. Les mouvements de l'air y sont beaucoup moindres. Il s'agit d'un environnement beaucoup plus calme.

### **3.3. La mésosphère.**

Au delà la stratopause se situe la mésosphère, occupe une région de 50 jusqu'au 80km .Dans cette couche atmosphérique nous assistons à un refroidissement ou diminution des températures avec l'altitude, on enregistre des températures les plus basse de l'atmosphère, de –90 °C environ **c'est : la mésopause.**

### **3.4. La thermosphère**

La couche la plus haute est la thermosphère. Elle commence de 80-100 km et va jusqu'à 1280 kilomètre l'altitude.

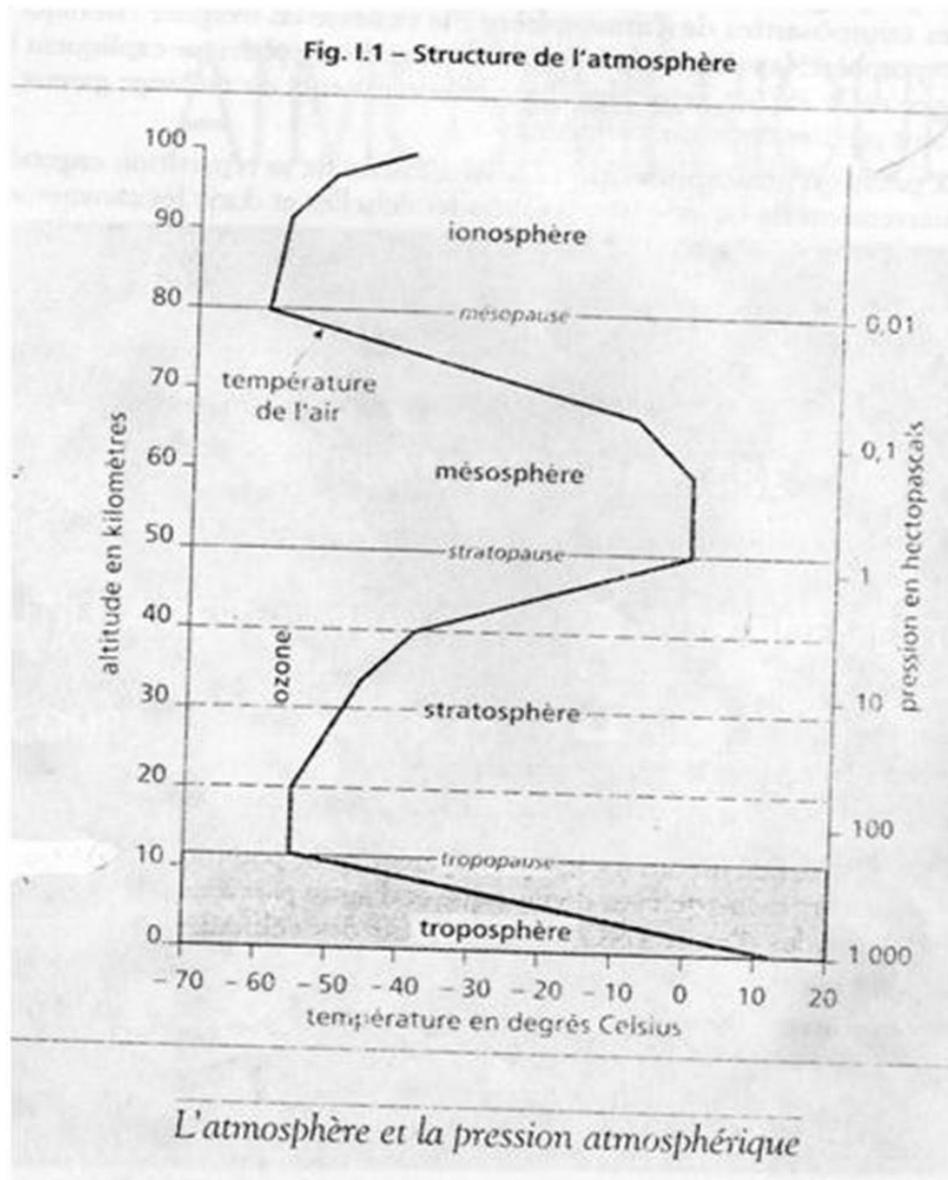
La pression y devient presque nulle et les molécules d'air sont très rares. L'ultraviolet solaire de très courtes longueurs d'onde (entre 100 et 200 nm) est absorbé entre 100 et 150 kilomètres d'altitude par l'oxygène moléculaire.

La température augmente avec l'altitude et se maintient jusqu'à la "**thermopause**" situé de 250 kilomètre à 500 kilomètres. La température oscille entre 300°C et 1600°C suivant l'énergie reçue par le Soleil. Les températures sont élevées, mais comme la densité de matière est extrêmement faible il ferait très froid pour nous puisque les quelques molécules d'air ne sont pas assez pour transférer une chaleur convenable pour nous.

La thermosphère est composée de deux parties :

- **Ionosphère).** La partie inférieure de la thermosphère de 80 km jusqu'à 640 km est appelée l'ionosphère. L'ionosphère réfléchit les ondes courtes
- **L'exosphère** Au dessus de l'ionosphère jusqu'au plus haut de l'atmosphère soit de 640 kilomètres jusqu'à 10.000 kilomètres on a l'exosphère. C'est la thermosphère externe, où l'atmosphère fusionne avec l'espace dans l'air extrêmement mince.

**Le graphique** suivant montre les variations de la température de l'atmosphère (°C) en fonction de l'altitude (Km).



## **B) La Pression Atmosphérique**

### **1. Définition**

La pression atmosphérique est la pression de l'air en un point quelconque l'air exerce une pression à la surface de la planète donc c'est la pression atmosphérique..

Sur la Terre, la pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer dépend essentiellement de la masse de l'atmosphère, Elle demeure proche de l'atmosphère normale, de 101 325 Pascale ou bien 1013.25h Pa =1013.25m bar ou bien 1.013 bar .

**Remarque (1 hectopascal = 1 millibar).**

En Sibérie, le maximum record de pression fut relevé à 1083,8 hPa (anticyclone).

Dans le Pacifique, le minimum record fut relevé à 867 hPa au coeur d'un cyclone tropical.

### **2. Mesure de la pression**

La pression atmosphérique se mesure à l'aide d'un **baromètre à mercure**, d'un **hypsomètre** ou d'un **altimètre**.

Elle a été longtemps mesurée en mm Hg en raison de l'utilisation courante de baromètre à colonne de mercure.

Depuis l'adoption du pascal comme unité de pression, les météorologues utilisent un multiple de cette unité, l'hectopascal (1 hPa = 100 Pa), nouvelle dénomination du millibar (1 bar = 100 000 Pa).

### **3. Variation**

#### **3.1 Variation avec l'altitude.**

L'expérience de Pascal démontre que la hauteur de la colonne de mercure diminue avec l'altitude, c.-à-d. que la pression diminue.

Il a été démontré qu'à 0 Km d'altitude la pression est de 1013.2 hPa , la température : 15 C°, à 3 km la pression est de 700hPa et la température : -4.5C°, à 5.5km elle est de 500 hPa, la température : -20.4 C° puis à 15 km elle est de 121.1 hPa et la température :-56.5.

Cela, montre qu'il y a une diminution de la pression et de la température avec l'altitude

#### **3.2 .Variation diurne.**

Les variations diurnes de la pression se présentent sous forme d'une onde à double oscillation

Elle croit de 4à 10 heures et de 16à 22 heures, et elle décroît de 10à 16 heures et de 22à 4 heures. L'amplitude de cette oscillation varie suivant la latitude elle est négligeable aux pôles, inférieur à 1 mb latitudes moyennes et elle peut être supérieur à 4 mb à l'équateur voir fig. 1

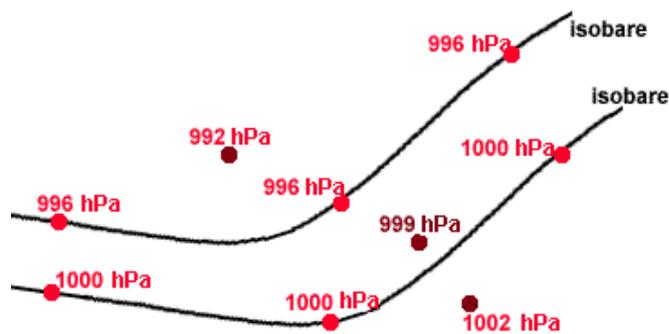
#### **4. Distribution de la pression**

Sur un plan horizontal, la pression est enregistrée par des baromètres et est souvent supérieure ou inférieure à la pression normale.

La répartition de la pression est matérialisée sur les cartes météorologiques par des **isobares** ou des **lignes d'égaux de pression**,

Si on reporte sur une carte les pressions enregistrées dans les stations météorologiques, il devient possible de relier les lignes continues les lieux qui ont une même pression atmosphérique. C'est le même principe que l'on dessine des courbes de niveau ou des lignes d'égaux d'altitude pour présenter le relief de la terre.

En fonction de l'échelle de la carte, les isobares sont dessinées à intervalles de 2.4 ou 5 mb. Voir figure 2



***Plus les isobares sont distancées, plus le vent est faible. Quand elles sont rapprochées, le vent est fort.***

Les isobares font apparaître des figurations types schématisées sur la figure :

##### **4.1. Dépression ou zone de basse pression (cyclone)**

Suite d'isobares fermées, plus au moins circulaires, entourant un minimum de pression. La pression décroît au fur à mesure que l'on s'approche du centre. Une dépression peut avoir quelques centaines de mètres à centaines de kilomètres de diamètre

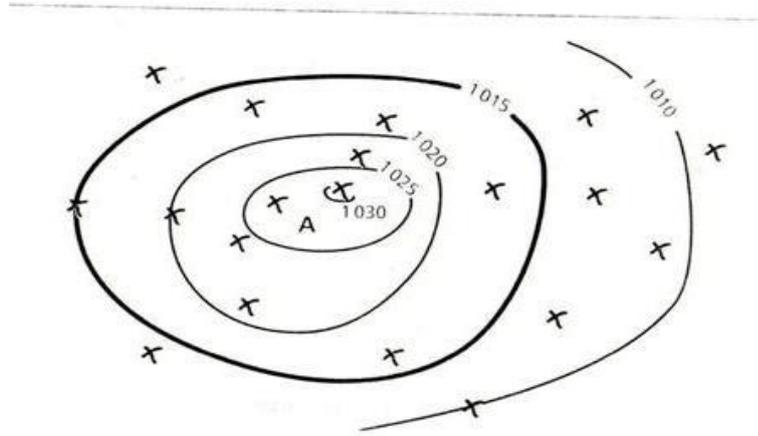
Elle s'indique par L ( low ) ou par D ( dépression ) sur la carte météorologique.

##### **4.2. Zone de haute pression ou Anticyclone**

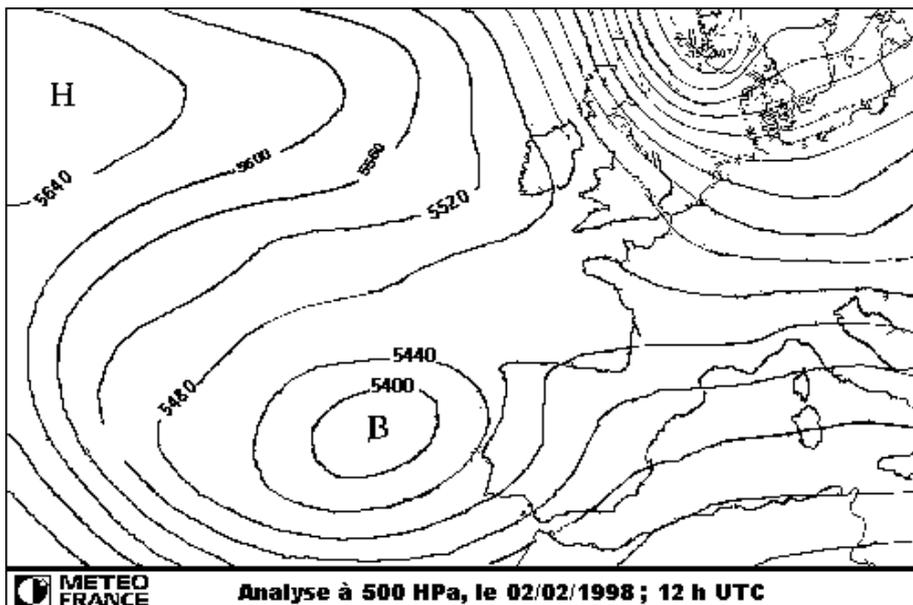
Suite d'isobares fermées, plus au moins circulaires, entourant un maximum de pression. La pression croît au fur à mesure que l'on s'approche du centre. Les dimensions sont comparables de la dépression

Elle s'indique par H ( high ) ou par A ( Anticyclone ) sur la carte météorologique.

Fig. I.6 – Champ de pression

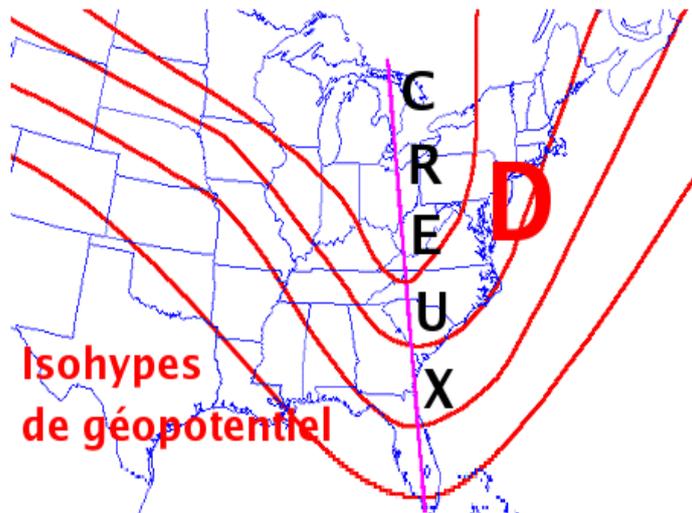


Voir figure 3



#### 4.3. Creux ou thalweg

Le creux s'étend depuis la dépression le long d'un axe passant par son centre. Les isobares forment un « V » où la pression décroît en allant vers la concavité.



Remarque les dépressions et les creux dans la pression atmosphérique sont généralement associés au mauvais temps.

### **Gradient de pression**

Est la distance entre deux isobares donnée, est analogue à celui de pente du terrain, il s'exprime en mb / km ou mb/ degré de latitude.

Le gradient de pression est plus faible que la distance entre les isobares est grande, et d'autant plus élevé que cette même distance est petite.

## 2. Les Vents.

### 1. Définition

Le vent est un mouvement de l'atmosphère. Il peut apparaître sur n'importe quelle planète disposant d'une atmosphère. Ces mouvements de masses d'air sont provoqués par deux phénomènes se produisant simultanément :

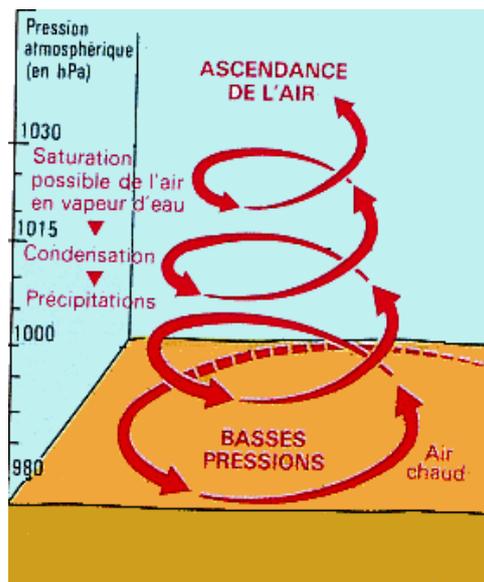
- ✓ un réchauffement inégalement réparti de la surface de la planète par l'énergie solaire .
- ✓ la rotation de la planète.

Donc le vent est un déplacement d'air né des différences de pression entre deux point, il s'écoule des anticyclones vers les dépressions par un « **appel de vide** »

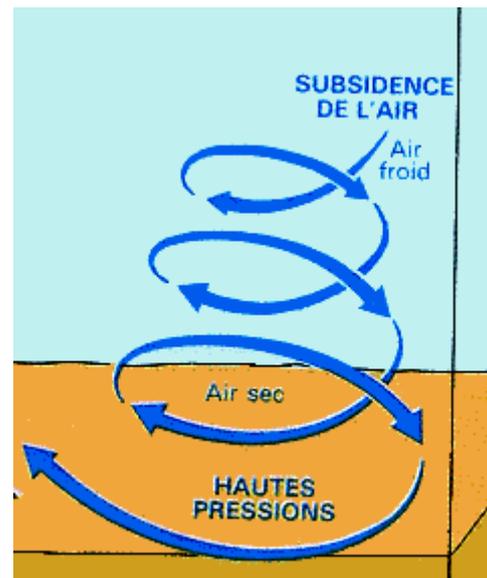
Au sol ;

- Dans un anticyclone, l'air afflue du haut vers le bas il est **subsident**.
- Dans une dépression, l'air il monte il s'ascendant. Voir la figure 1

L'air qui s'élève se refroidit. Plus l'air est chaud plus l'air est légers et inverse.



*L'air tropical qui est chauffée devient moins dense donc plus légère et s'élève en altitude. Alors des basses pressions se forment au niveau de la mer équatoriale.*



*Dans les régions polaires c'est tout l'inverse. Les masses d'air se refroidissent et deviennent plus denses donc plus lourdes et descend. Alors des hautes pressions se forment au niveau de la mer.*

## **2. Mesure du vent**

La vitesse du vent est mesurée avec un anémomètre. et sa direction est mesurée par une girouette. Au sol et en altitude, le vent est mesuré en km/h, en mètres/seconde ou en nœuds.

Pour les prévisions terrestres, on utilise les termes suivants:

- Léger (0 à 9 km/h)
- Modéré (10 à 40 km/h)
- Fort/venteux (41 à 60 km/h)
- Très fort/coups de vent (61 à 90 km/h)
- Très fort/force de tempête (plus de 91 km/h) Force d'ouragan (plus de 115 km/h)

## **3. Loi de BUY –BALLOT.**

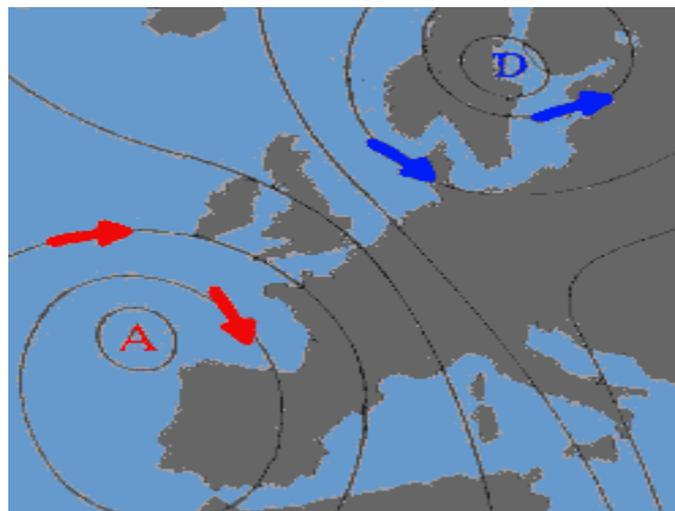
Cette loi donne la direction du vent en fonction du champ de pression.

Elle se résume de la manière suivante :

- Dans l'hémisphère nord, un observateur placé dos au vent, aux hautes pressions à sa droite et les basses pressions à sa gauche. Dans l'hémisphère sud est l'inverse.

- Dans l'hémisphère nord, le vent tourne dans le sens d'aiguille d'une montre dans les hautes pressions et dans l'hémisphère sud ces sens de circulation sont inversés.

- L'air quitte les anticyclones (A) en tournant dans le sens d'une aiguille d'une montre et pénètre dans les dépressions (D) en tournant en sens inverse d'une aiguille d'une montre, dans l'hémisphère nord. **Voir figure 2**



#### 4. Les lois du mouvement horizontal.

Le vent résulte de l'équilibre des forces suivantes

##### 4.1. La force du gradient de pression

La force qui résulte de la différence de pression entre deux points est le gradient de pression.

Cette force est toujours exercée de la haute vers la basse pression.

Cette force est d'autant plus grande que les isobares sont rapprochées.

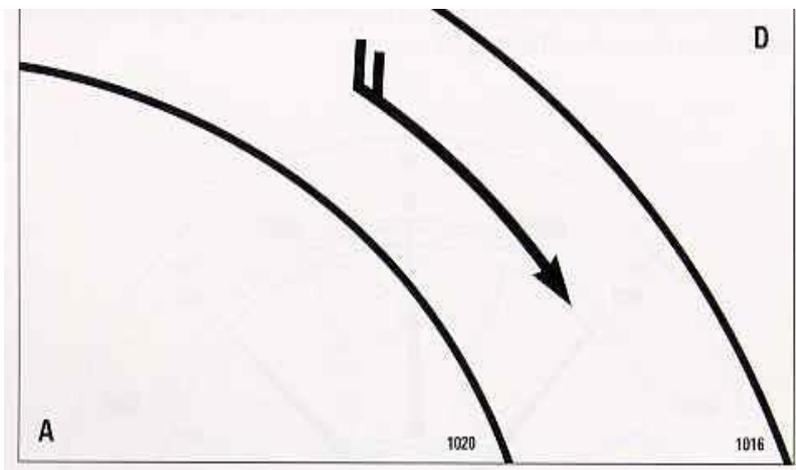
##### 4.2. La force de Coriolis

Le mathématicien français Coriolis, remarque que la trajectoire d'un corps se déplaçant sur une surface animée d'un mouvement de rotation est déviée vers la droite ou vers la gauche suivant le sens de déplacement et le sens de rotation. La terre tourne d'ouest en est autour de son axe.

Donc La rotation de la Terre exerce une force constante qui fait légèrement dévier l'air vers la droite dans l'hémisphère Nord. On l'appelle force de Coriolis.

En surface ne soufflent pas exactement des anticyclones vers les dépressions. La force de Coriolis dévie les vents de leur trajectoire théorique vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud. Cette déviation est nulle à l'équateur et maximales aux pôles.

On en déduit donc que le vent, en présence de la force de Coriolis et du gradient, souffle parallèlement aux isobares autour d'un centre de basse pression, donc de façon lévigyre, tandis qu'il sera dextrogyre autour d'un centre de haute pression.



**Figure 2** Relation entre la direction du vent et les isobares reliées à l'anticyclone A, dans un environnement où il n'y a pas de frottement.

### 4.3. La force de frottement

Cette force n'intervient qu'au sol. En surface, une force peu négligeable s'exerce sur le déplacement de l'air; elle le ralentit et peut en modifier considérablement la trajectoire. Il s'agit de la force de frottement. La rugosité de la surface (relief forêt, immeubles), force les mouvements à l'ascendance

À partir de 3000 pieds, 1000 m, au-dessus du sol cet effet s'estompe et les vents circulent parallèlement aux isobares.

### 5. Vents de brise de mer et brise de terre

Les brises de mer et brise de terre leur existence est liée au réchauffement inégal de la terre ferme et des plans d'eau.

- **Brise de mer** : Le jour, par temps ensoleillé, la température de l'air au-dessus du sol devient vite supérieure à la température de l'air marin. la terre se réchauffe plus vite que la mer. L'air chaud est plus léger s'élève donc de la terre et de l'air froid, situé au-dessus de l'eau, se déplace vers la terre pour le remplacer. ***Le vent se déplace donc de la terre vers la mer.***
- **Brise de terre** Inversement, la nuit, la terre perdant sa chaleur plus rapidement que l'eau, le vent se déplace donc de la terre vers la mer: c'est alors la brise de terre.

Ces phénomènes très locaux ne se produisent que lorsque les vents dominants sont faibles.

Les brises de terre sont généralement beaucoup moins fortes que les brises de mer, dû au fait que la température des masses d'air varie plus lentement que le jour; ce qui crée une certaine stabilité.

Le vent d'une brise de mer peut atteindre 25 noeuds, 50 km/h, et ses effets sont parfois ressentis jusqu'à 25 kilomètres à l'intérieur des terres.

### 3. LA CIRCULATION GÉNÉRALE

La circulation de l'air autour du globe est très variable

Dans la partie septentrionale de l'hémisphère Nord, cette circulation suit, d'Ouest en Est, la sinuosité créée par le côtoiement de l'air arctique et continental.

#### **Au niveau de la mer**

La Figure1 révèle clairement, par répartition moyenne de la pression, que la troposphère est segmentée par systèmes clés et courants maîtres :

- centre anticyclonique au pôle
- dépression subpolaire à 60 N
- anticyclone subtropical à 30 N
- convergence intertropicale près de l'équateur.

À cette répartition correspond une circulation générale en surface, ainsi caractérisée:

- vents d'Est polaires, du pôle au 60 N, ou courant polaire d'Est
- vents d'Ouest de 60 N à 30 N, ou courant tempéré d'Ouest
- vents de secteur Est, entre 30 N et l'équateur, dits alizés; ils soufflent Nord-Est dans l'hémisphère Nord ,et Sud-Est au sud de l'équateur;

Les secteurs interzones, où le vent est faible, s'y détachent tout aussi clairement :

- près du pôle Nord
- calmes subtropicaux
- calmes Équatoriaux ou pot-au-noir, ainsi baptisé en raison des nuages épais et des pluies abondantes que connaît cette région.

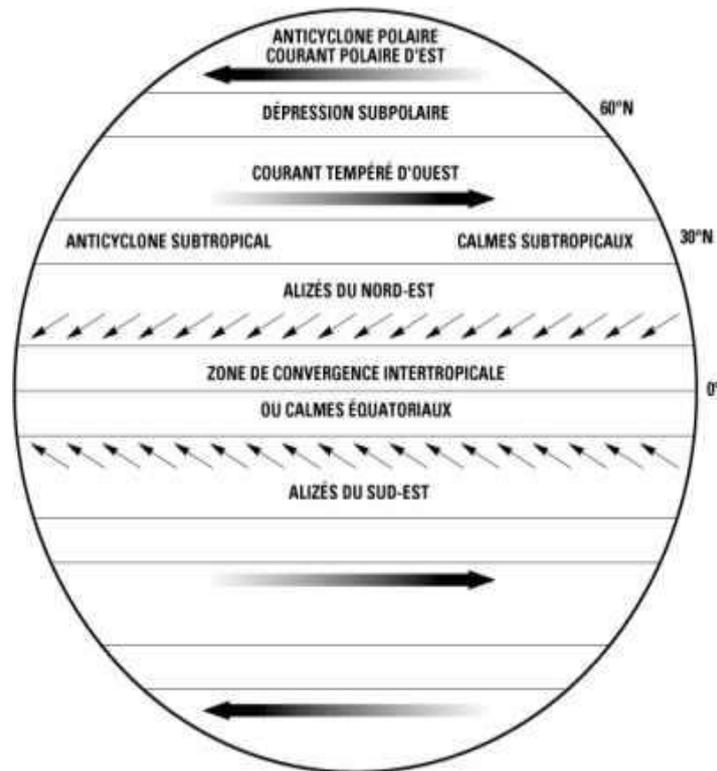


Figure 1 : Circulation générale au niveau de la mer

### 3.1. Les causes de la circulation

1-La cause première des mouvements de l'atmosphère : **est le rayonnement solaire.**

Du fait que la terre est ronde, elle reçoit des quantités d'énergies différentes à l'équateur et aux pôles cette énergie s'accumule soit sous forme de chaleur soit sous forme de vapeur d'eau (1 g de vapeur = 1 g d'eau liquide + 540 calories). Ce réchauffement inégal va mettre en circulation toute une masse atmosphérique de l'équateur aux pôles.

**2- Des grandes zones de hautes et basses pressions** qui découpent la terre en bandes parallèles.

- **Des zones de hautes pressions** : les pôles et tropiques
- **Des zones de basses pressions** : l'équateur et les zones tempérées.

Entre ces zones, s'établiraient des vents réguliers nord-sud et sud-nord.

**3- la rotation de la terre** : à cause de la rotation, les vents convergeant vers l'équateur sont déviés vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud. Il s'établit autour du globe une circulation d'air d'est en ouest et ouest en est :

-Les vents alizés d'est en ouest autour d l'équateur

- Les vents d'ouest dominant dans l'hémisphère nord comme l'hémisphère sud au niveau des zones tempérés (45 ° d latitude N e S).

-Entre les deux, la zone des calmes tropicaux (23 ° environ N et S)

#### **4. la distribution des mers et des continents et les influences géographiques**

Le mécanisme de circulation générale des masses d'air n'est pas uniforme

Celui -ci est expliqué par :

La répartition très inégale des continents parmi les mers, leur découpage et l'échauffement différent de la terre et des eaux.

En effet La variation annuelle de la température est plus faible sur les océans que sur les continents, parce que la perte ou le gain par rayonnement y est plus faible (les océans) ; augmentant avec la latitude, elle est beaucoup plus marquée aux pôles qu'à l'équateur.

#### **3.2. La circulation générale atmosphérique a pour effets:**

- La modification de la répartition des masses nuageuses et des constituants de

L'atmosphère (essentiellement la vapeur d'eau)

- Le rétablissement de l'équilibre thermique entre les différents points de la Terre grâce au mouvement de l'air et au transport de l'énergie par la vapeur d'eau.

#### **3.3. Définition des masses d'air : c'est une immense surface ou un volume d'air caractérisé par une température et une humidité à pu près homogène une masse d'air peut recouvrir des milliers de Km**

Il existe des masses d'airs chauds ou froids humides ou sèches.

#### **Les masses d'air tropicales :**

*Sont chaudes et sèches si elles proviennent des continents*

*Sont chaudes et humides si elles proviennent des océans*

#### **Les masses d'air polaires**

*Sont froides et humides si elles proviennent des océans*

*Sont froides et sèches si elles proviennent des continents*

## 4. Perturbation atmosphérique

**4.1. Une perturbation atmosphérique** est une modification de l'équilibre local de l'atmosphère. Cette modification de l'équilibre atmosphérique est accompagnée de l'apparition et du développement d'une dépression atmosphérique accompagnée de vent.

Le contact d'une masse d'air chaud avec une masse d'air froid donne naissance à une perturbation qui se déplace généralement de l'ouest vers l'est.

### Exemples de perturbations

Front , Dépression atmosphérique , Orage , Tempête , Cyclone , Tornade

### **4.2. Un front météorologique :**

est une surface de discontinuité étendue, qui sépare deux masses d'air ayant des propriétés physiques différentes (Ex : température, humidité, pression).

Lorsque deux masses d'air se rencontrent de températures différentes elles ne se mélangent pas mais glissent l'une sur l'autre pour former un front

Ce front reste rarement stationnaire, il se déplace le plus souvent dans le sens de la circulation atmosphérique d'ouest en est

On distingue différents types de fronts

- **Le front chaud** : si la masse d'air chaud qui repousse une masse d'air froid en escaladant et en écrasant donc c'est le front chaud.

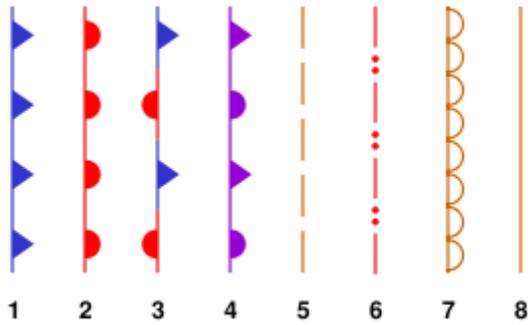
C'est la zone où l'air de la masse d'air la plus chaude est déplacée vers celle plus froide par les vents

- **Le front froid** : si la masse d'air froid repousse l'air chaud en glissant dessous comme un coin donc c'est le front froid.

C'est l'endroit où la masse d'air froid se déplace vers celle plus chaude

La limite entre les deux masses d'air (air chaud et air froid), appelée **surface frontale**, est une zone souvent météorologiquement active à laquelle sont associés nuages et précipitations.

Sur les cartes météorologiques, les fronts froids sont représentés par une ligne ornée de triangles pointant dans le sens de l'avancée du front.



Légende des fronts :

- 1) Front froid
- 2) Front chaud

C'est la surface de séparation de 2 masses d'air différentes.

**Front froid** : Il y a un front froid quand la masse d'air froid s'avance sur une surface chaude.

**Front chaud** : Il existe un front chaud quand la masse d'air chaud se déplace sur une surface froide.

### **4.3. cyclone**

Qu'est-ce qu'un cyclone ?

Le cyclone tropical est une perturbation atmosphérique associée à une dépression très creuse.

Il se présente sous la forme d'une énorme masse nuageuse s'enroulant dans

Le sens des aiguilles d'une montre (par action de la force de Coriolis dans l'hémisphère Nord) autour du centre, appelé oeil.

**Les types de cyclones tropicaux :**

Nous recensons à ce jour trois types de cyclones tropicaux :

- Les dépressions tropicales
- Les tempêtes tropicales
- Les cyclones ou les ouragans

**Les cyclones sont classés en 5 classes selon leur puissance :**

Echelle de Saffir Simpson.

- classe 0 : vents < à 110 km/h
- classe 1 : vents de 118 à 153 km/h
- classe 2 : vents de 154 à 177 km/h

- classe 3 : vents de 178 à 209 km/h
- classe 4 : vents de 210 à 249 km/h
- classe 5 : vents de plus de 249 km/h



## Le climat et classification

**1. Le temps** : est considéré comme l'état physique de l'atmosphère en un lieu donné et à un moment donné. Il se décrit en fonction de divers éléments météorologiques exprimés en valeurs instantanées (pression, température, ...) ou en valeurs moyennes ou cumulées sur des courtes périodes (vent: moyen du vent sur 10 minutes, durée d'insolation au cours d'une journée, etc.).

**2. Le climat** est l'aspect du temps sur une longue période en un domaine spatial

déterminé. C'est un ensemble ordonné des états de l'atmosphère et de leurs interactions avec la surface sur une période donnée et sur une étendue déterminée.

**L'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) définit le climat comme:**

un ensemble d'éléments météorologiques pris sur une période donnée qui concourent à donner caractère et individualité météorologiques à un domaine spatial déterminé.

Le climat sera donc caractérisé par différents critères statistiques des paramètres météorologiques. Ces paramètres sont appelés éléments du climat.

### **3. Éléments et Facteurs du climat:**

**3.1. Les éléments du climat:** des paramètres physiques et des observations visuelles qui caractérisent le climat: ils résultent :

- Soit directement de la lecture ou de l'enregistrement d'un appareil de mesure: Thermomètre, pluviomètre, ...
- Soit des observations visuelles codifiées directement par l'observateur: on peut citer par exemple la détermination de la couverture nuageuse ou de la morphologie du type de nuages.

**3.2. Les facteurs du climat:** sont des facteurs qui agissent sur la variabilité des éléments du climat. On distingue:

- **Les facteurs astronomiques** : qui font intervenir la rotation de la Terre sur elle-même et autour du soleil, entraînant une variation de la quantité d'énergie solaire reçue au niveau de la surface terrestre au cours d'une journée et au cours de l'année.
- **Les facteurs météorologiques** : qui tiennent compte de la circulation générale, de l'effet des masses d'air, etc.
- **les facteurs géographiques** : qui regroupent l'effet d'altitude, de la position par rapport à la mer, la latitude, la végétation et les étendues d'eau, etc.

- **Les facteurs anthropogéniques** : parmi lesquels le rejet de gaz carbonique dans l'atmosphère tient un rôle important.

### **Remarques:**

- La distinction entre les éléments du climat et les facteurs du climat est assez artificielle.  
Elle n'est d'ailleurs pas toujours bien nette.
- Ceux sont les facteurs climatiques relativement constants qui permettent de déterminer la partie prévisible des variations atmosphériques.

## **4. Les éléments du climat:**

### **I. Le rayonnement solaire:**

Le rayonnement solaire est caractérisé par la durée d'insolation et l'intensité de la radiation globale.

La durée d'insolation pour un jour donnée est fonction de la latitude du lieu de mesure et du jour de l'année. Elle peut être réduite par le relief, la nébulosité, la brume, le brouillard, la fumée dense, ...

### **II. La nébulosité:**

Au cours de la journée et en contact avec une masse nuageuse, le rayonnement solaire (S) est réparti en rayonnement réfléchi (R), rayonnement diffus (D) et rayonnement absorbé (A) et donc seule une partie de l'énergie solaire atteint la surface du sol.

Ainsi, au cours de la journée, un ciel nuageux permet la diminution du réchauffement de la surface terrestre.

Au cours de la nuit, un ciel nuageux permet la réduction de la perte d'énergie de la Terre par rayonnement infra-rouge et donc diminution du refroidissement de la Terre.

### **III. La température de l'air:**

La température de l'air usuelle est la température de l'air mesurée à l'ombre, dans un abri météorologique, à une altitude de 1m50.

Le choix de ce niveau d'altitude revient au fait que l'air s'échauffe en contact direct avec le sol. Ainsi, la température de l'air est maximale près du sol; elle s'affaiblit en altitude avec un gradient fort près du sol. Ce gradient devient nul près de 1m50.

Dans les premières couches d'air au dessus du sol, la température du sol est supérieure à celle de l'air pendant le jour et inférieure pendant la nuit.

### **Remarques:**

- Si la mesure de T est faite au soleil, on risque de mesurer la température du matériel thermomètre.
- La T<sub>min</sub> se produit vers le lever du soleil (ou peu après le lever du soleil [une demi heure]).

- La Tmax se produit deux heures après le méridien (le midisoleil).
- La température de l'air sous abri ne correspond pas étroitement aux sensations de chaleur (ou du froid) par les êtres vivants (l'homme par exemple). Cette sensation est, certes, liée à la température, mais aussi à l'humidité, vent, ... (i.e. indice de confort)
- Nombreux facteurs agissent sur la variation diurne de la température; on peut citer la nébulosité, l'altitude, la latitude la saison, la nature du sol, le relief avec toutes ses caractéristiques (forme, exposition, orientation), le degré de continentalité, l'état de l'atmosphère.
- L'amplitude thermique annuelle augmente en fonction de la latitude.

#### IV. Les précipitations:

Les précipitations constituent avec la température les éléments les plus importants qui définissent le climat d'un lieu donné. Ils ont une grande influence sur la vie de l'homme et des animaux ainsi que sur les économies des pays.

D'après certains auteurs, rien qu'avec le cumul annuel des précipitations on peut classer les climats en:

- climat désertique :  $RR < 120$  mm
- climat aride :  $120 \text{ mm} < RR < 250$  mm
- climat semi aride :  $250 \text{ mm} < RR < 500$  mm
- climat modérément humide :  $500 \text{ mm} < RR < 1000$  mm
- climat humide :  $1000 \text{ mm} < RR < 2000$  mm
- climat excessivement humide:  $RR > 2000$  mm

Mais les précipitations sont caractérisées non seulement par leur quantité, mais aussi par: leur nature physique (pluie, neige, grêle, grésil), leur fréquence (une fois par ans ou 100 fois par an ?!), leur durée de chute (dix minute ou 24 heures?!), leur intensité (10mm/heure ou 100mm/heure?!), leur répartition dans le temps (exp. jours successifs) et dans l'espace (échelle locale ou synoptique?!).

Cet ensemble de caractéristiques influence sur l'absorption du sol, le drainage, les crues des cours d'eau, l'utilité agricole, la sécurité humaine, etc.

#### Remarques: (en général)

- Les quantités des précipitations augmentent en se rapprochant de la mer (à latitude égale)
- Elles augmentent avec l'altitude: les cartes des précipitations coïncident avec celles hypsométriques (cartes d'altitude).
- Au relief, les versants "au vent" sont plus arrosés que les versants "sous le vent" (pour des pentes assez élevées. Bien entendu, pour des vents apportant de l'air humide.
- ***La distribution des précipitations à la surface du globe est caractérisée par:***
  - entre 20 S et 20N : fortes précipitations (1500 mm - 3000 mm)
  - entre 20 et 30° latitude : zones sèches ( $< 200$  mm) avec quelques régions pluvieuses.
  - entre 30 et 40° latitude : entre 400 et 800 mm
  - aux hautes latitudes  $> 70^\circ$ : faibles précipitations ( $< 200$  mm)

## V. Evaporation:

L'évaporation concerne aussi bien les précipitations qui arrivent au sol que l'eau contenu dans le sol.

Elle a un rôle biologique puisqu'elle influence la respiration et la transpiration. Elle est liée à différents facteurs tel que: la température (même sens de variation), humidité relative, pression, mouvement de l'air (vent, turbulence), forme et dimension de la surface d'évaporation, épaisseur de la lame d'eau.

L'évaporation peut être estimée à partir de la vitesse du vent, la radiation solaire, la tension de vapeur d'eau, etc. ...

### Remarques:

- L'évaporation augmente si l'air est peu humide et plus agité.
- L'évaporation provoque la formation du brouillard et des nuages

## VI. L'humidité de l'air:

Elle s'exprime par la tension de la vapeur d'eau ( $e$ ) et par l'humidité relative ( $U$ : exprimée en pourcentage [degré hygrométrique])

La variation de  $U$  et de  $e$  en fonction du temps et de l'espace est très complexe, mais en général:

- $e$  et  $U$  ont une distribution zonale,
- $e = 20$  mm de mercure dans les zones équatoriales;  $e < 5$  mm dans les zones polaires.
- $U$  est de l'ordre de 85% sur les zones équatoriales, très faible sur les zones subtropicales

(notamment sur les zones continentales) et élevée dans les moyennes latitudes et dépend de la saison.

## VII. La pression atmosphérique:

La pression est le poids de la colonne d'air qui surmonte l'unité de surface sur laquelle elle s'exerce. Sa variation temporelle est liée à celle de la température et son gradient génère le vent (force et direction).

## VIII. Le vent:

Le vent est le résultat de la différence de pression entre deux zones voisines. Il provoque le déplacement des masses d'air et transporte ainsi les caractères climatiques. On rappelle par exemple les moussons indiennes qui sont de deux sortes: les moussons humides et pluvieuses dont l'air circule de l'océan vers le continent et les moussons sèches dont l'air circule du continent vers l'océan.

### Remarque:

Un vent fort, en contact avec la surface de l'eau ou du corps humain favorise le phénomène de l'évaporation (l'énergie cinétique est perdue en chaleur).

### **IX. La transparence de l'air (ou la visibilité horizontale):**

Elle change en fonction de l'humidité de l'air, sa pureté et sa stabilité. Ainsi une diminution de la visibilité est produite par l'absorption et la diffusion de la lumière (par les constituants de l'atmosphère).

On parle de brouillard lorsque la visibilité est inférieure à 1000 m et de brume lorsqu'elle est comprise entre 1000m et 5000m.

La stabilité de l'atmosphère, en présence d'un air humide ou impure, favorise une mauvaise

visibilité.

## **5 Les échelles spatiales du climat.**

### **Les climats régionaux.**

L'échelle des climats régionaux ou mésoclimats, qui s'applique à des régions de plusieurs milliers de kilomètres carrés, soumise à certains phénomènes météorologiques bien particuliers (Sirocco, vent venu du désert) du fait de l'interaction entre la circulation générale et le relief. Le climat de l'Alsace, asséché par l'effet de foehn, fournit un exemple typique de climat régional.

### **Les climats locaux.**

L'échelle de ces climats s'applique à des sites qui s'étendent sur quelques dizaines de kilomètres carrés tout au plus en moyenne. Cette échelle du climat reste en rapport étroit avec les particularités environnementales d'un espace peu étendu. La présence de reliefs (monts induisant des vallées, relief de cuesta,...), d'étendues aquatiques (lacs, océan, rivière,...) va influencer sur les phénomènes de vents, d'humidité et de d'écart de température.

### **Les microclimats.**

Cette échelle, enfin, concerne des sites peu étendus, grands d'une centaine de mètres carrés, parfois beaucoup moins. Les traits spécifiques de la topographie et de l'environnement à petite échelle — bâtiments et obstacles divers, couvert végétal, niches rocheuses... — modifient dans ce cas sur des aires réduites, mais de façon parfois très notable, les caractéristiques générales du courant aérien, de l'ensoleillement, de la température et de l'humidité.

## **6. Types du climat**

En tenant compte principalement de la latitude et de la végétation, on a divisé les principales régions de la terre qui ont des caractéristiques climatiques semblables, en 5 classes principales.

### **1. Les climats tropicaux humides**

Ce sont des régions situées entre les tropiques. Moyenne des températures: entre 20 et 25°C (elle ne descend jamais en dessous de 15°C). Précipitations abondantes et fortes: entre 2000 et 10000 mm par an. Végétation luxuriante qui accroît l'humidité de l'air par sa transpiration.

## **Il y a 3 types de climats tropicaux:**

### Le climat équatorial.

C'est le climat des zones équatoriales d'Amérique centrale, d'Amazonie, du Congo, de la Guinée, de Madagascar, de beaucoup d'îles de l'océan Pacifique et de l'archipel de la Sonde. Les températures y sont élevées et des précipitations continues. La saison sèche n'existe pas. Il y a des espèces très variées de végétation: au sol, des plantes très jeunes et herbacées; un peu plus haut, des buissons et des arbustes et enfin des arbres toujours verts qui peuvent atteindre jusqu'à 50 m de haut. Il faut remarquer que le sol des forêts équatoriales est pauvre en humus à cause des pluies constantes et de la rapidité avec laquelle les plantes absorbent les produits nutritifs issus de la décomposition. Les animaux qui vivent dans ces régions sont de petites tailles.

### Le climat de la savane.

C'est le climat des régions comprises entre la forêt équatoriale et les déserts. La température y est très élevée. Il y a une saison des pluies suivies de deux longues saisons sèches de 3 mois chacune (de fin novembre à février et de juillet à septembre).

Ce genre de climat favorise de vastes étendues d'herbes et de buissons. Il y a peu d'espèces arborées mais elles sont capables de résister à la sécheresse.

Les animaux sont moins nombreux que dans la forêt équatoriale mais ils sont de plus grande taille.

### Les moussons.

C'est un climat équatorial influencé par les moussons. On le rencontre en Asie du sud, dans le bassin amazonien, dans certaines régions de l'Afrique centrale et à Madagascar. Il y a deux saisons : la saison des pluies (de mai à octobre), quand le mousson souffle de la mer et amène de fortes précipitations et la saison sèche (d'octobre à mai), quand le vent vient du continent avec un air très peu humide. La jungle est constituée de plantes caduques (les feuilles tombent pendant la saison sèche). Les animaux qui y vivent sont de taille moyenne et grande.

## **2. Les climats arides**

Ils sont caractérisés par un manque d'eau considérable et une température élevée. Les déserts occupent un cinquième des terres.

## **Il y a 3 types de climats désertiques:**

### Le climat désertique chaud.

Ils se situent autour du tropique du Cancer.

Ce sont les déserts africains, d'Amérique du sud, australiens et d'Asie du sud-ouest. L'écart des températures entre le jour et la nuit est très grand (40°C le jour, 0°C la nuit). Il n'y a aucune précipitation à cause de la présence continue d'anticyclones qui empêchent la formation de nuages. La flore comprend uniquement de buissons et de plantes éphémères sauf les oasis où la présence de nappes d'eau permet aux palmiers de pousser. La faune se compose de reptiles, d'insectes et de très rares mammifères.

### Le climat désertique froid.

La Mongolie, la Patagonie et l'Anatolie sont des régions dont le climat est désertique froid.

### Le climat pré désertique.

Ce sont les régions situées dans la zone de transition entre la savane et le désert. Le climat est moins chaud et moins sec que le désert et permet la survie d'herbes et de buissons qui peuvent résister à la chaleur.

## **3. Les climats tempérés chauds**

La zone tempérée se caractérise par de vraies saisons avec des températures et des précipitations très variables.

### **Il y a 3 types de climats tempérés:**

#### Le climat tempéré océanique.

Ce sont les terres entre le Golfe du Mexique, le centre de l'Argentine, le sud de l'Afrique et la côte du sud-est de l'Australie. Températures moyennes annuelles élevées; précipitations abondantes en été, plus rares et neigeuses en hiver. Végétation: forêt subtropicale avec des plantes méditerranéennes ou tropicales.

#### Le climat méditerranéen.

Il concerne les côtes européennes ainsi que les côtes de la mer Noire, de la Californie, du sud de l'Australie et du centre du Chili. Les étés sont chauds; l'air est sec et les précipitations sont rares. Pendant la saison froide, il y a des pluies et des précipitations même neigeuses. Ce phénomène est dû aux anticyclones estivaux qui se déplacent et apportent du beau temps, de la chaleur et peu de précipitations alors qu'en hiver les dépressions descendent des latitudes plus élevées. La végétation change en fonction des régions de la terre. En Europe, ce sont des sous-bois d'arbustes et de plantes toujours vertes (olivier, figuier, amandier, bruyère, genévrier, ..) et une végétation qui se développe de manière sauvage: « le maquis méditerranéen ». En Australie, la flore est complètement différente: conifères, eucalyptus,...

#### Le climat tempéré frais.

Il est répandu en Europe sur les côtes de l'océan Atlantique et en Amérique, le long des côtes de l'océan Pacifique. Les étés sont plutôt frais et les hivers doux. Les précipitations sont constantes presque toute l'année et plus on se déplace vers le nord, plus l'hiver est court et l'été long. Ces changements entre l'intérieur et la côte sont dus à l'influence des courants marins chauds et les masses d'air qui se déplacent de l'océan vers les côtes. Végétation: grands bois de conifères et arbres de haute futaie (ormes, châtaigniers, bouleaux, érables) mais quand on monte vers le nord, prairies et arbustes toujours verts.

## 4. Les climats tempérés froids

Ce sont les zones tempérées des régions du nord ou du centre du continent. Les étés sont chauds et les hivers très froids.

### Il y a 2 types de climats tempéré froid:

#### Le climat tempéré froid avec été chaud.

Ce sont les régions internes de l'Amérique du nord; en Europe, il va jusqu'en Russie centrale; en Asie, on le trouve au nord de la Chine et dans une partie de la Sibérie. Les étés sont chauds et les hivers très froids. Il n'y a presque pas de saisons intermédiaires. Les précipitations sont constantes mais pas intenses toute l'année; elles deviennent neigeuses en hiver. Verglas et neige restent au sol une bonne partie de l'année, ce qui influence la végétation: au sud, chênes et hêtres; au nord, grandes prairies: les steppes qui sont vertes en été et jaune paille en hiver.

#### Le climat tempéré froid avec hiver long.

On le rencontre dans tous les continents aux latitudes les plus élevées: Canada, Alaska, les pays scandinaves, une grande partie de la Russie. Les hivers sont longs et rigoureux avec des températures de  $-50^{\circ}\text{C}$ . La neige couvre le sol presque toute l'année. En été, la température ne dépasse jamais  $20^{\circ}\text{C}$  mais provoque un dégel formant un espèce de marais. La flore est formée d'une variété de conifères résineux et toujours verts: la taïga

## 5. Les climats nivaux ou polaires

Au-delà des cercles polaires, le climat se caractérise par des hivers glaciaux et longs et des étés froids, avec des températures à peine au-dessus de  $0^{\circ}\text{C}$ .

Au fur et à mesure qu'on remonte vers les pôles, il n'y a qu'une seule longue nuit de six mois et un seul long jour pour les six autres.

### Il y a 2 types de climats nivaux:

#### Le climat semi-nival.

On le trouve dans tous les continents de l'hémisphère austral et boréal. Les températures ne dépassent pas  $5^{\circ}\text{C}$  même en été. Il y a très peu de précipitations, toutes à caractère neigeux. L'air est sec et tout au long de l'année, le sol est couvert de neige et de glace. En été, le soleil fait fondre la couche superficielle, mais les couches inférieures restent glacées et sont appelées « permafrost ». Pendant l'hiver, il souffle un vent froid et fort: le blizzard. Sur le sol, il n'y a que des muscs et des lichens: c'est la toundra.

#### Le climat avec gel éternel.

On est aux pôles et la température ne dépasse jamais  $0^{\circ}\text{C}$ . Les glaces ne fondent pas (au pôle sud, en juillet 1958, la température la plus basse a atteint  $-93^{\circ}\text{C}$ ). Il n'y a quasi pas de précipitations et la flore est pour ainsi dire inexistante. On trouve ce même type de climat sur les glaciers mais les températures sont moins extrêmes.

