

# **CHAPITRE -V- LA TEMPERATURE**

## **INTRODUCTION**

La température fait partie des variables météorologiques. Le résultat de leur combinaison entre eux constitue le temps atmosphérique qu'il fait.

### **I- CONCEPT, APPROCHE DE DEFINITION ET MESURE**

La notion de température découle de nos propres sensations quand nous touchons un objet et que nous le trouverons chaud ou froid. C'est une notion intuitive. La température est le résultat de différents échanges d'énergie qui affectent tous les corps. La source principale d'énergie est le soleil. Mais nous ne pouvons pas la mesurer. Pour ce faire nous avons recours à un dispositif qui nous permet de considérer la température comme une grandeur, un paramètre mesurable. Nous utilisons donc un appareil, le thermomètre qui mesure par exemple la dilatation d'un liquide, la variation de la pression d'un gaz à volume constant ou la variation d'une résistance électrique. La température c'est le repérage à l'aide du thermomètre du degré de **chaud** ou de **froid** d'un corps.

### **II- ECHELLES ET UNITES DE MESURE DE LA TEMPERATURE.**

Les unités et échelles suivants sont utilisées pour repérer les températures

- Echelle Celsius

Dont l'unité est notée °C

Dans cette échelle, le point zéro noté 0°C correspond à la fusion de la glace sous la pression de 1013,25 mb

Le point 100°C correspond à la température d'ébullition de l'eau sous la même pression de 1013,25 mb. Cette échelle est utilisée dans le système international (SI). Système métrique décimal.

- Echelle Kelvin ou échelle Absolue

C'est une échelle utilisée en thermodynamique. Le zéro degré absolu correspond à une agitation moléculaire nulle absolue. La formation de la glace ou la fusion de l'eau se fait à 273°K. La formation de la vapeur d'eau qui correspond à l'ébullition de l'eau se fait à 373 °K.

$$T^{\circ}\text{K} = (273,16 + T^{\circ}\text{C}) \text{ K} \quad (\text{l'unité notée } ^{\circ}\text{K})$$

Cette échelle est utilisée dans les laboratoires pour des usages scientifiques.

- Echelle Fahrenheit

Dans cette échelle, la formation de la glace est à 32°F et la formation de la vapeur d'eau est à 212°F. Cette échelle est utilisée plus dans les pays Anglo-Saxons. L'unité est notée : °F

$$T^{\circ}\text{F} = (180/100) \text{ C} + 32$$

$$0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F} \quad ; \quad 100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$$

- échelle REAMUR

Dans cette échelle la formation de la glace se fait à  $0^{\circ}\text{R}$  et l'ébullition ou la formation de la vapeur d'eau se fait à  $80^{\circ}\text{R}$ . Cette échelle est pratiquement désuète et n'est plus utilisée. L'unité est noté  $^{\circ}\text{R}$

$$100^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{R}$$

$$^{\circ}\text{R} = (100/80) ^{\circ}\text{C} = (5/4) ^{\circ}\text{C}$$

→ Réduction ou passage des unes aux autres des unités ou échelles.

Pour passer du centigrade (Celsius) au Fahrenheit et vice versa :

$$^{\circ}\text{C}/100 = (\text{F}-32) / 180$$

$$\text{C}^{\circ} = (\text{F}-32) \times 100 / 180$$

$$\text{F} = (180 \times \text{C}^{\circ} / 100) + 32$$

→ Pour passer du centigrade au degré Kelvin Absolu et vice versa, il suffit d'additionner ou de retrancher respectivement 273.

#### NB 1:

Pour avoir une échelle, il suffit

- 1- de fixer la relation entre une différence de valeurs mesurées et la variation de température correspondante
- 2- de déterminer une origine de référence pour cette échelle.  
(celcius-Fahrenheit 32 – Kelvin ou Absolue 212)

NB 2 : faisant suite au concept de mesure, on repère une température qui représente le degré d'agitation des molécules. On a recours a des phénomènes physiques mesurables pour préciser la notion de variation de température, en particulier à la dilatation.

### **III- INSTRUMENTS D'OBSERVATION ET DE MESURE DE LA TEMPERATURE DE L'AIR**

Selon le lieu de mesure et d'observation, selon les conditions de l'environnement de l'objectif visé, certaines dispositions et types d'équipement sont choisis ainsi :

#### **1- La température de l'air se mesure**

- En station, sous abri ventilé et pour éviter les effets du rayonnement par thermomètre ordinaire à mercure ou à alcool. En météorologie on utilise universellement les thermomètres à liquide de (mercure ou alcool). C'est un petit réservoir en verre prolongé d'un tube fin appelé capillaire.
- Le liquide remplit totalement le réservoir et lorsqu'il se dilate, il monte plus ou moins dans le tube capillaire. Pour déterminer les températures, on choisit une poire de température bien définies et fixes :

→ **La température du point d'ébullition de l'eau ou formation de la vapeur d'eau et ...**

→ **La température du point de formation de la glace.**

Ce type de thermomètre est appelé thermomètre ordinaire.

- En station, sous abri ventillé et toujours pour, éviter les effets du rayonnement, par un thermomètre à MAXIMA. **Le thermomètre à MAXIMA** a pour but d'enregistrer

automatique la plus haute température atteinte entre (2) deux observations successives.

C'est un thermomètre ordinaire à mercure qui a le bout de réservoir rétréci. Quand la température monte, le mercure en se dilatant passe facilement par rétrécissement du tube mais lorsque la température baisse, le poids de la colonne du mercure n'est pas assez suffisant pour vaincre le frottement qu'oppose le rétrécissement du tube alors la colonne de mercure baisse ou se casse. Le thermomètre clinique est un thermomètre à maxima.

- En station, sous abri ventilé et pour éviter les effets de rayonnements, par un thermomètre à maxima. Ce thermomètre a pour but d'enregistrer automatiquement la plus basse température atteinte entre deux observations successives. Comme le mercure se solidifie à  $-39^{\circ}\text{C}$ , le liquide utilisé dans ces thermomètres est l'alcool. Ce thermomètre contient un petit index en fer émaillé ou en verre à l'intérieur duquel se trouve un fer immergé dans l'alcool. Quand la colonne d'alcool baisse, elle entraîne avec elle l'index, si la colonne d'alcool monte, l'alcool passe à travers les parois du tube et l'index sans l'entraîner. Pour remplacer l'index dans sa position initiale on utilise un aimant.
- En station, sous abri ventilé et pour éviter les effets de rayonnement, par un thermomètre à « Maxima et Minima ». Il a pour but de mesurer simultanément les valeurs maximales et minimales de la température enregistrée entre deux observations successives. C'est un tube coudé en forme de U, la partie inférieure est remplie de mercure et les branches verticales d'alcool, l'une des branches est totalement remplie tandis que l'autre est partiellement. On lit les minima à partir de la branche totalement remplie et les maxima à partir de la branche partiellement remplie. Cette lecture se fait à partir des deux index qui sont entraînés par les mouvements du mercure. Quand la température augmente, le mercure se dilate et monte par la branche partiellement remplie et pousse l'index qui marquera la température maximale. Lorsque la température diminue, le mercure se contracte et pousse l'index de la branche totalement remplie qui marquera la température minimale. La lecture se fait à partir des « extrémités inférieures des index ». Les lectures maximales sont faites généralement l'après midi ou le soir et les lectures minimales le matin ou l'aube. Les index bougent grâce à un aimant qui les replace dans la colonne à mercure.
- En station ou non, sous abri ventilé ou non, pour éviter les effets de rayonnement, par les thermographes. Il s'agit d'un tube de métal légèrement courbé rempli d'un liquide très dilatables ou d'une lame bimétallique courbée (deux rubans métalliques de différents coefficients de dilatation soudés l'un à l'autre, enroulés de sorte que le métal le plus dilatable reste à l'extérieur) constituant l'élément sensible. L'une des deux extrémités reste fixe tandis que l'autre se déplace suivant les dilatations et contractions qui par un jeu de leviers (Système amplificateur) se transforme en de larges tours. Au bout de ces leviers se trouve une plume transcriptrice qui trace la courbe de température sur un graphique adossé à un cylindre animé d'un mouvement de rotation uniforme (mécanisme enregistreur) grâce à un mécanisme d'horlogerie. Généralement, il faut un tour complet tous les sept (7) jours.
- En station ou non, sous abri ventilé ou non, par thermo sondes sont constituées d'un enroulement de fil de platine très pur dont la résistance électrique varie linéairement avec la température. L'élément sensible est une thermistance dont les variations de résistance sont dues aux variations de température. Ces variations de températures sont introduites

dans un circuit de traitement pour la lecture soit par un stylet indicateur soit par un cadreur numérique.

- En station ou non, par **un thermomètre « FRONDE »**. Le thermomètre « FRONDE » est un thermomètre à mercure pourvu d'une gaine métallique dont le bout supérieur est en forme d'anneau auquel est attaché un cordon. Pour mesurer la température, l'observateur se place face au vent et fait faire des mouvements circulaires au thermomètre comme si c'était une fronde (d'où son nom). L'opération doit durer environ trois minutes. L'avantage est que le thermomètre se met en contact avec une masse d'air plus grande par rapport aux thermomètres ordinaire qui sont toujours en contact avec les mêmes, molécules d'air plus surtout si l'atmosphère est calme.

En météorologie, il est important d'enregistrer les variations d'une magnitude donnée au bout d'un certain temps. On y arrive, grâce à des appareils appelés « enregistrement ». ils sont composés d'un organe sensible, un système amplificateur des variations de cet organe et un mécanisme enregistreur.

## **2- Les instruments utilisés pour la mesure de la température de la mer**

### **a- La méthode du seau calorifugé**

Dans un seau calorifugé et antichoc, on prélève un échantillon d'eau de mer. Cette méthode reste toujours aléatoire, à cause de l'échantillon, mais surtout à cause des conditions de mesure.

### **b- Méthode du condenseur**

Un thermomètre est placé dans une conduite principale d'arrivée d'eau avant tout effet secondaire. Sur les navires sélectionnés, le réservoir est placé dans du mercure pour une meilleure conduction thermique. On place maintenant une thermistance avec lecture directe au pupitre.

### **c- Quelques moyens plus sophistiqués**, tels que les moyens océanographiques, les thermomètres à renversement – le bathy thermographe.

## **3- Les instruments utilisés pour la mesure de la température de l'air en mer.**

On utilise

- Le thermomètre, Fronde également.
- Le thermomètre ordinaire monté sur le psychromètre crécelle (beaucoup de précautions à prendre pour une bonne lecture ç cause de l'environnement marin, vent, vague, houle etc.)
- Thermomètre ou plus couramment la sonde placée sous abri spécial (station POMMAR)

## **4- Installation des instruments météorologique à bord.**

L'installation des instruments météorologiques à bord de navires pose une série de problèmes liés à l'inévitable mobilité d'un observatoire à flot confronté à une série de variation (effet des machines, du mouvement de navire, dans les vagues, etc.) et à une variation des zones du navire exposées au soleil sous l'effet de changements de cap. Les thermomètres doivent être

installés à l'air libre, protégés dans des caisses rectangulaires en bois (abrivent ou abris thermométriques).

Les six (6) faces des caisses doivent être en forme de persiennes dont une servira de porte pour pouvoir les ouvrir. Elles doivent être disposées de manière à ce qu'on puisse les déplacer, il est dans ce cas convenable de les placer au-dessus du vent à une certaine hauteur (1,5 m) pour faciliter la lecture.

#### **IV- LES VARIATIONS DE LA TEMPERATURE**

**1) La température varie sur la terre d'un endroit à un autre (variation dans l'espace)** en Fonction de la latitude, l'altitude etc. et à l'intérieur d'un même endroit, à un autre moment (**variation dans le temps**) en fonction de l'heure (**variation diurne**) et de la saison de l'année (**variation saisonnière annuelle**). Pour enregistrer la variation journalière de la température dans un lieu donné on fait la moyenne des valeurs de température obtenues après plusieurs observations. La courbe journalière de température présente toujours une température maximale un à deux heures passée la mi-journée et une minimale un à deux heures après le levé du soleil.

**2) Amplitude et facteurs influant sur la température.**

L'amplitude est la différence entre les valeurs maximales et minimales de la température. Ces valeurs dépendent des caractéristiques générales ou géographiques et locales du lieu. Les caractéristiques générales ou géographiques influent sur la température en fonction de la latitude et de la continentalité. La variation en amplitude est maximale sur les tropiques et diminue vers les pôles où elle est quasi-nulle. Ce phénomène est masqué par la situation maritime ou continentale du lieu, ainsi l'amplitude est très réduite dans les régions continentales. Quant aux caractéristiques locales, elles influent sur la température à partir de l'altitude, la végétation etc. et de causes variables comme l'état nuageux ou la couche de neige qui peut couvrir le sol.

**3) Variations de la température de l'air en surface**

**a- Variation diurne**

Elle est liée au mouvement apparent du soleil et dans les conditions idéales : ciel clair, vent calme, sol continental, masse d'air homogène. On observe une oscillation présentant un minimum un à deux heures environ après le levé du soleil et un maximum 1 à 2 heures environ après le passage du soleil dans le plan méridien (Zénith).

L'amplitude de la variation diurne (Maxi-Mini) varie avec certains facteurs :

- Elle diminue lorsque l'humidité de l'air augmente
- Elle est faible sur la mer et très forte sur le sol sec
- Elle est plus importante l'été que l'hiver
- Elle augmente lorsque la latitude diminue
- Elle croît avec l'altitude pour une même latitude.

En résumé l'amplitude est fonction de :

- La masse d'air
- La latitude
- La position continentale ou maritime
- La topographie du lieu (altitude)

- Nébuleuse (nuages) – vent – précipitations perturbent parfois l'oscillation diurne régulière.

### **b- Variation saisonnière annuelle**

Elle résulte de l'alternance des saisons suivant les hémisphères (nord ou sud) et les périodes d'ensoleillement maximal.

Dans les basses moyennes et supérieures de la tropopause, il faut retenir que la température peut être représentée à la verticale d'un point sur un abaque de température voir le cours sur l'atmosphère et le gradient de température en altitude.

La variation saisonnière annuelle c'est le cycle bien connu des saisons, toutefois l'amplitude de la variation croît avec la latitude, elle est faible à l'équateur, elle croît vers les pôles.

### **c- Variation accidentelles**

Elles sont dues :

- Aux variations de la couverture nuageuse : les nuages freinent les variations et l'augmentation de la température le jour, accentuent la chute de température nocturne.
- Aux précipitations qui font chuter la température
- Aux variations de la force ou de la direction du vent (brise en bordure de mer)
- Aux changements de masses d'air (refroidissement) liés à une masse d'air froid, à une ligne de grains)

## **4- Variations de la température de la mer**

### **a- Généralités**

La forte chaleur spécifique de l'eau de mer, les quantités d'énergie absorbées par l'évaporation la transparence de l'eau et les mouvements de turbulence (exemple les vagues) et de convection (exemple les variations de salinité) qui accroissent l'épaisseur de la couche absorbant le rayonnement solaire, tous ces facteurs font que les océans jouent un grand rôle modérateur et régulateur dans les variations de la température dans leur zone d'influence. Les variations diurnes et saisonnières y sont beaucoup plus faibles que sur les surfaces continentales.

### **b- Profil vertical de température des océans et des mers.**

Ce profil vertical thermique comporte trois (3) couches :

**b1 – Une troposphère océanique** : siège d'un brassage important dû aux vents, courant, vagues, mouvement convectifs des eaux de température et de salinité différente. L'épaisseur de cette couche n'excède pas 200 à 300 m. en générale la température décroît avec la profondeur, sauf dans les régions polaires ou dans quelques cas particuliers.

**b2 – Une couche à décroissance rapide de la température “thermocline”** qui présente des variations saisonnières. Elle est profonde dans les régions polaires, peu profonde dans les régions tropicales (de 200/300 m à 1000/1500 m)

**b3 – Une zone inférieur en dessus de 1000/1500 m** caractérisée par des variations beaucoup lente de la température qui se stabilise entre  $-0,5^{\circ}\text{C}$  et  $+2^{\circ}\text{C}$

**NB** : la connaissance de la température en surface, du profil verticale et de la situation de la thermocline est très importante pour la pêche.

### **c- Variation diurnes de la température de l'eau de mer**

Pendant le jour, l'eau de mer et des océans accumulent de la chaleur, et la restitue pendant la nuit. La température de l'eau de mer augmente le jour et diminue la nuit.

#### **c1 – variation diurnes au large des côtes (brise de mer)**

La journée la température de l'eau de mer au large des côtes diminue et augmente la nuit, voir phénomène de brise de mer et brise de terre. Les variations sont accentuées et amplitude est plus grande lorsqu'accidentellement les vents généraux sont conjugués positivement avec les brises de mer.

#### **c2 – variation saisonnière annuelles de la température de l'eau de mer.**

Pendant l'été l'eau de mer et des océans accumulent de la chaleur, sa température augmente et elle restitue cette chaleur pendant la l'hiver, sa température diminue.

Le rayonnement solaire après avoir traversé l'atmosphère pénètre dans l'eau qui est milieu très absorbant, à l'inverse la mer restitue une partie de cette énergie à l'atmosphère qui elle-même rayonne. La température de l'eau décroît avec la profondeur jusqu'à la thermocline, au delà les variations sont plus lents. Lorsqu'il n'y a pas de saturation de l'air au dessus de la surface de l'océan, il y a évaporation.

**Le bilan thermique des régions tropicales excédentaires** varie peu au cours des saisons annuelles, il n'y a pas de thermocline saisonnière. Le bilan thermique des régions polaires maritimes est déficitaire. Dans les régions tempérées la variation est forte et l'amplitude des thermoclines est forte. La thermocline saisonnière peut se manifester par des gradients verticaux importants ( $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) et se comporte en limite nette séparant les couches superficielle de mélange de sous couche d'où la nécessité des sondages bathy-thermiques.

## **3- Variations de la température du sol**

### **a- Généralités**

La surface terrestre (continent, sols) reçoit l'énergie rayonnée du soleil, elle émet elle-même de rayonnements dont l'intensité varie avec la nature des couches superficielles. Ces radiations terrestres, subissent à leur tour, une absorption d'autant plus grande que celle-ci contient dans les basses couches, une portion plus élevées de vapeur d'eau. La température du sol est aussi intimement liée au bilan thermique de la surface du globe, qui a un moment donné dépend de l'heure, de la saison, de la latitude, de la nature de la surface et des conditions atmosphériques. La quantité de chaleurs reçus par région donnée de la terre dépend en grande partie de l'inclinaison des rayons solaires. Plus l'angle d'Incidence I est faible, plus la quantité de chaleur reçus par la terre est forte.

### **b- Variation diurne**

#### **B1 – variation diurne des sols près des côtes (brise de terre)**

La journée, l'air chaud de ce sol s'élève et l'air frais de la mer vient le remplacer ; il se trouve que la température est plus élevée que celle de la nuit. La nuit le sol , perdant rapidement sa chaleur par rayonnement, sa température diminue.

Les conjugaisons positives des courants généraux et des brises de terre peuvent accentuer l'amplitude des variations diurnes du sol près des côtes

#### **B2 – variations diurnes des sols continentaux**

Elles sont très fortes dans les déserts ( $35^{\circ}$  à  $40^{\circ}$ ). Les minimums se produisent une ou deux heures après le passage du soleil au zénith (méridian) lorsque les quantités de chaleurs reçues

du sol et rayonnent par lui-même sont égales. La nuit la température diminue et le jour elle augmente.

### **B3 - variations saisonnière annuelles**

Les conditions topographiques et atmosphériques altitude configurations des sols et terrains, présence de neige et nébuleuse, interviennent pour modifier, dans les proportions sensibles l'amplitude des variations périodiques et saisonnière de la température des sols fermes à l'intérieur des continents. Les cartes isothermes montrent les variations en été et en hiver surtout le globe terrestre. De l'examen des isothermes, on déduit les observations suivantes concernant la distribution des températures : les extrêmes se manifestent au dessus des continents : froids extrêmes dès hiver du nord-est de la Sibérie (pôle froid) ; du Groenland et du Canada. Chaleur extrême de l'été au Mexique et aux Indes. La répétition terres et des mers expliquent d'autres parts l'allure plus régulière des isothermes de l'hémisphère sud comparé à celles de l'hémisphère Nord. Ce fait est dû à la prépondérance des océans dans l'hémisphère Sud. La déformation des isothermes en Janvier est l'effet des vents dominants : vents d'ouest tempéré soufflant vers les côtes occidentales de l'Europe septentrionales et de l'Amérique du Nord. En inverse, des vents froids soufflant des régions glacées vers les côtes du Canada oriental et de la Chine. Cette déformation est encore accentuée par l'action des grands courants océaniques. Il faut remarquer l'influence adoucissante du **Gulf Stream** sur le littoral de la Grande Bretagne et les pays Scandinaves, ou le renflement des isothermes vers l'équateur au large des côtes Sud-africaines et Sud-américaines occidentales. Il faut évoquer l'existence de l'équateur thermique est une ligne qui joint les points où la température sur chaque méridien est le plus élevée. En moyenne annuelle, il se situe généralement au nord de l'équateur géographique, dans son voisinage au dessus des mers, à une assez grande distance au dessus des continents. Dans le courant de l'année, il oscille autour de sa position moyenne en suivant le mouvement du soleil en déclinaison.

### **c- Le cycle de l'eau.**

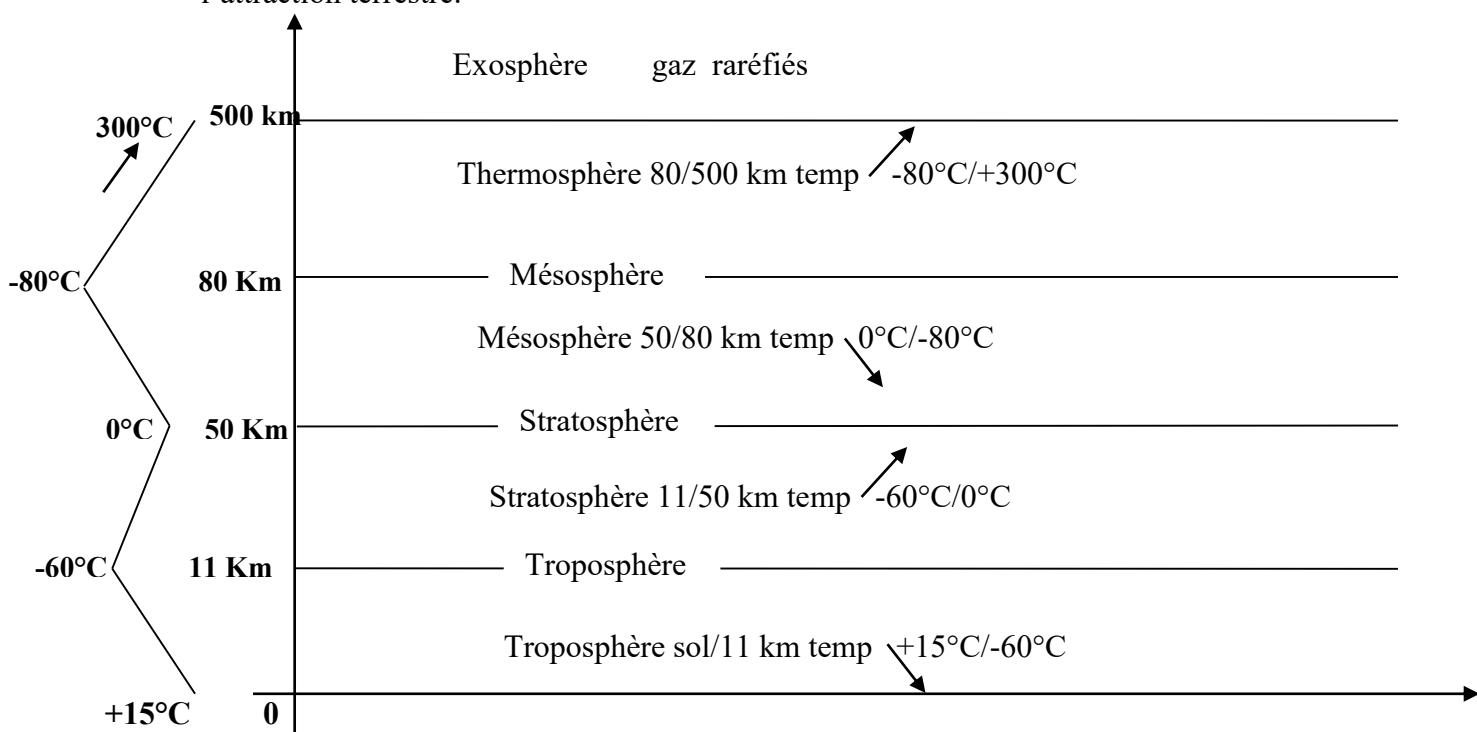
Une partie de l'énergie reçus par les surfaces humides entraîne une évaporation de l'eau. Cette énergie est restituée dans l'atmosphère par condensation sous forme de nuages.

## **V- VARIATION VERTICALE DE LA TEMPERATURE DE L'AIR**

L'étude des sondages verticaux de température met en évidence plusieurs couches caractérisées par leur profil thermiques vertical.

- La première couche épaisse en moyenne d'une quinzaine de kilomètres à partir de la surface terrestre s'appelle, la **troposphère**. La température y décroît en moyenne de 6 à 7°C par kilomètre. La troposphère se divise en deux sous-couches :
  - La sous-couche turbulente où la température est fortement influencée par le sol et par l'ensoleillement. Ces influences provoquent des accidents ou des anomalies. On observe :
    - La décroissance très forte de la température 4°C par 100 m
    - La couche à température constante appelée **isotherme (BC)**
    - La croissance simultanée de l'altitude et de la température appelée **inversion de température (D.E)**

- L'atmosphère libre au dessus de 1500 m : la décroissance de la température y est plus régulière. Les accidents qui peuvent se produire sont alors liés à des phénomènes de changement de masse d'air (front) ou d'affaissement dans les anticyclones. C'est dans la troposphère que se produisent la plupart des phénomènes météorologiques.
- Au dessus de la troposphère, la seconde couche s'appelle la **stratosphère**, elle est caractérisée par une croissance de la température avec l'altitude. La couche de transition relativement peu épaisse située entre la stratosphère et la troposphère s'appelle **la tropopause**. La stratosphère forme un véritable couvercle sur la troposphère
- Au dessus de la stratosphère on trouve dans l'ordre la **mésosphère**, la **thermosphère** puis **l'exosphère** dans cette dernière couche les gaz raréfiés peuvent échapper à l'attraction terrestre.



## VI- CARTES ISOTHERMES

En joignant de façon continue les points d'égales température, soit sur une carte isobare, soit sur une carte des isohypse une surface isobare donnée on obtient une carte des isothermes (voir figures)

## VII- LES ECHANGES DE CHALEUR

## 1- Les Processus de transfert de chaleur dans l'atmosphère

( voir croquis concerné )

Le transfert de chaleur se fait de (3) trois manières principales, la convection, la conduction, le rayonnement.

**a- Par rayonnement** : ce processus est analogue à celui des ondes radioélectriques. Tous les corps dont la température est de 0°K rayonnent. Tout corps recevant de l'énergie en absorbe une partie et réfléchit l'autre partie.

- Au niveau d'une région terrestre le bilan est positif le jour et négatif la nuit (base de temps 24 heures)
- A l'échelle terrestre (comme la quantité d'énergie rayonnée par soleil est une valeur calculable) on constate que le bilan est négatif dans les régions polaires, nul entre les 30 et 40° de latitude N et S. et positif dans les régions intertropicales (base de temps l'année)

Notons en conclusion que la source principale d'énergie atmosphérique est le rayonnement solaire repartie entre 0,25 et 2,5... de longueur d'onde. Après absorption de 10%, réflexion de 40%, les autres pourcentages étant repartis en diffusion et les autres types secondaires de transfert, ce rayonnement parvient au sol. Celui-ci rayonne à son tour dans l'I.R (Infra Rouge) et réchauffe l'atmosphère. La nuit la terre se refroidit d'autant plus que l'atmosphère est sèche et sans nuages (compensation I.R). La nuit il y a inversion nocturne c'est-à-dire l'inverse de ce qui se passe le jour.

**b- Par conduction**

L'air et le sol terrestre sec, sont mauvais conducteurs de la chaleur, le sol a de plus une plus grande facilité à absorber l'énergie rayonnée le jour. En général on a donc le jour  $T_{sol} > T_{air}$ , la nuit  $T_{sol} < T_{air}$ . Ces variations influence notamment les basses couches de l'atmosphère. L'air est un mauvais conducteur.

- L'eau est un bon conducteur de la chaleur, le jour elle emmagasine de l'énergie qu'elle restitue la nuit par rayonnement. Comme le pouvoir absorbant de l'eau est grand sa température varie peu, et les surfaces aquatiques jouent un rôle régulateur

### **c- Par convection**

L'échauffement du sol le jour entraîne l'échauffement de l'air par contact. Cet air plus chaud, donc plus léger transporte la chaleur en altitude. Le rôle de la convection est considérable.