

L'atmosphère	Niveau : Tous	Thème : Météorologie
Objet : Découvrir les différentes couches de l'atmosphère et leur propriétés		Durée : 45 mn
		Matériel :

STRUCTURE ET COMPOSITION DE L'ATMOSPHÈRE

→ **Épaisseur :** 800 km

→ **Composition :**

- 78% d'azote
- 21% d'oxygène
- 0,9% d'argon
- 0,3% de gaz carbonique
- 0,03% néon, hélium, krypton, hydrogène, xénon, méthane, protoxyde d'azote, ozone, radon

Cette composition est constante jusqu'à 85 km d'altitude.

On trouve également :

- vapeur d'eau en quantités et densités très variables suivant la latitude, l'altitude et la situation météorologique sous forme de glace, neige, nuages, pluie, brouillard, etc.
- particules organiques et inorganiques

Si nous nous basons sur la **température**, nous observons au moins six couches différentes :

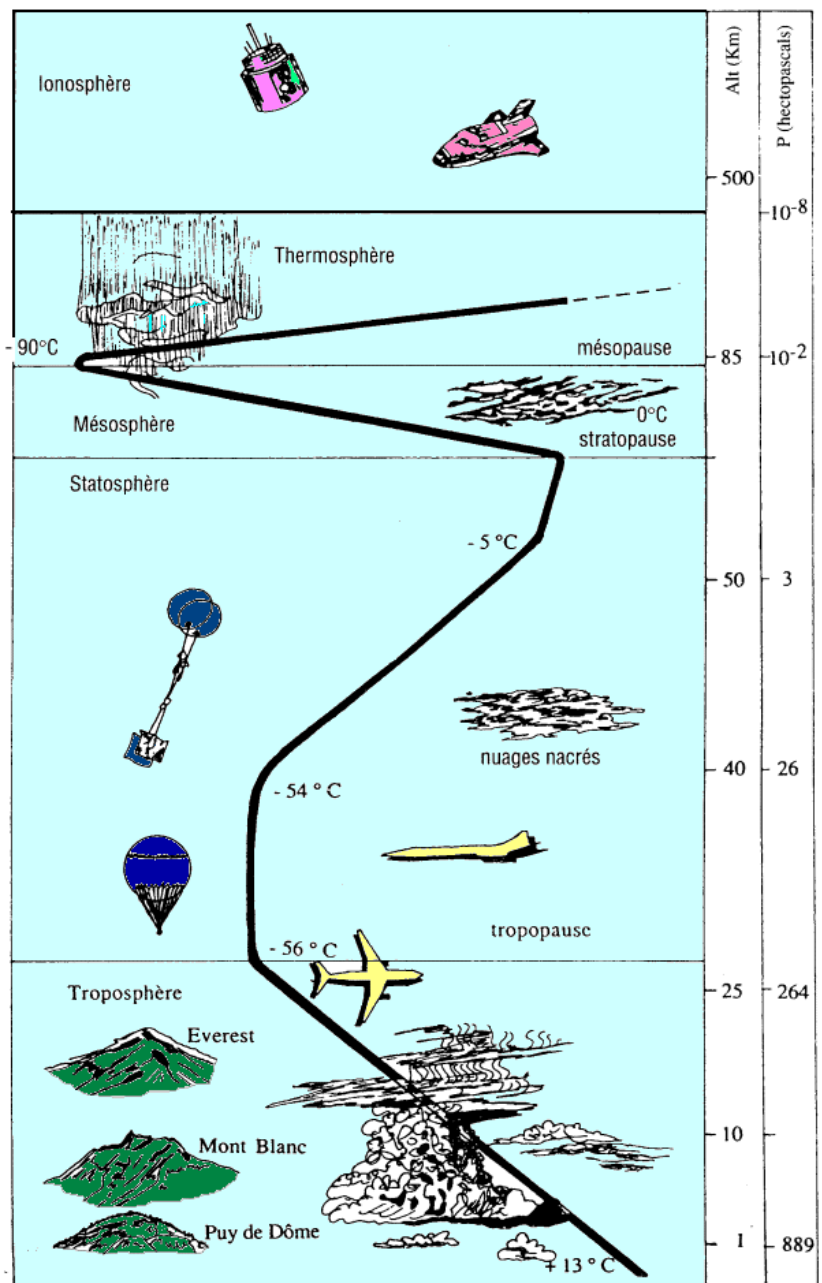
→ **La troposphère**, entre 0 et 6-18 km d'altitude en fonction de la latitude où la température décroît avec l'altitude

→ **La stratosphère**, entre 6-18 et 50 km d'altitude où la température augmente avec l'altitude

→ **La mésosphère**, entre 50 et 85 km d'altitude où la température décroît avec l'altitude

→ **La thermosphère**, entre 85 et environ 800 km d'altitude où la température augmente avec l'altitude

→ **L'exosphère**, à partir de 800 km d'altitude où l'atmosphère s'évade dans l'espace



La **troposphère** contient la totalité de la vapeur d'eau de l'atmosphère. L'épaisseur est comprise entre **6 et 18 km**. Elle est plus épaisse à l'équateur en raison de la rotation de la terre. Aux latitudes moyennes la tropopause subit des **variations d'altitude très importantes**, oscillant entre 7 et 13 km en fonction de la situation atmosphérique générale (des mouvements des systèmes synoptiques de hautes et basses pressions), des saisons et des types de masse d'air.



Le volcan [Redoubt](#) en éruption en Alaska le 21 avril 1990. Le dégagement de poussières et de gaz s'étend jusqu'à la tropopause mais, faute d'énergie suffisante, le nuage s'étale horizontalement et ne s'étend pas dans la stratosphère car cette région accuse une importante inversion de température, très peu d'humidité et pas de mouvements convectifs. La masse d'air est donc stratifiée et présente un caractère de stabilité quasi absolu. C'est cette stabilité verticale qui bloque tout déclenchement ou évolution de mouvements ascendants dans la stratosphère.

PROPRIETES DE LA TROPOSPHERE

Pression

Par définition, la pression en un point est donnée par le **poids de la colonne d'air** qui le surmonte. Lorsqu'on s'élève, la hauteur de cette colonne diminue, tout comme son poids, et la pression diminue en conséquence.

Elle se mesure à l'aide d'un **baromètre**.

Elle est exprimée en **Hecto pascals** (ex millibars) :

- 1 pascal = 1 newton / mètre carré
- 1 Hpa = 100 pascals

Les champs de pression

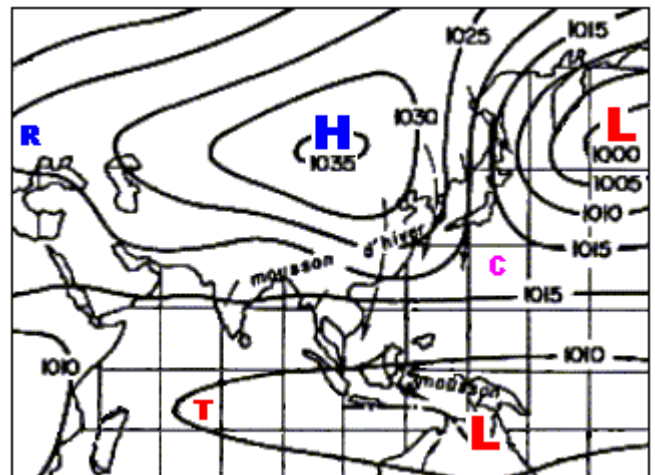
Sur les cartes météorologiques un champ de pressions est matérialisé par les **lignes d'isobares** représentant les lignes d'égale pression.

La distance entre deux isobares donne une représentation statique du **gradient de pression**.

Plus les isobares sont serrés plus le gradient de pression sera élevé et plus les **vents** souffleront forts dans cette région.

Le tracé des isobares montre, en tout temps et en toute région, un certain nombre de configurations types :

- La **dépression** ou zone de basses pressions (Low, symbole L ou D. $P^{\circ} < 1013$ Hpa) : parfois dénommée cyclone, il s'agit d'une région où la **pression décroît à mesure qu'on se rapproche du centre**. Les isobares se présentent sous forme plus ou moins circulaire. Une telle région peut avoir un diamètre variant de quelques centaines de mètres à plusieurs centaines de kilomètres.
- Le **creux** ou thalweg (Trough) : il s'agit du prolongement, dans une direction déterminée, d'une zone de basses pressions; les isobares s'y présentent sous forme de V à angle plus ou moins aigu.



- L'**anticyclone** ou zone de hautes pressions (High, symbole H ou A. $P^{\circ} > 1013$ Hpa) : il s'agit d'une région où **la pression augmente à mesure qu'on se rapproche du centre**. Les isobares se présentent sous forme plus ou moins circulaire, la pression la plus élevée se trouvant au centre. Les dimensions des anticyclone sont du même ordre de grandeur que celles des dépressions.
- La **crête ou dorsale anticyclonique** (Ridge) : il s'agit de la proéminence d'une zone de hautes pressions s'étendant à l'intérieur d'une zone de pression moins élevée. cette proéminence n'est jamais assez aiguë pour former un V.
- Le **col** ou marais barométrique : il s'agit d'une région de transition située entre deux anticyclones et deux dépressions. En raison de la direction variée des vents, il s'agit souvent d'une région de vents calmes.

Température

La température se mesure avec un **thermomètre** et est exprimée en **degrés Celsius ou Fahrenheit ou Kelvin**

Formules de conversions

$$^{\circ}\text{F en } ^{\circ}\text{C} : C = (F - 32) \times 5/9$$

$$^{\circ}\text{C en } ^{\circ}\text{F} : F = 9/5 \times C + 32$$

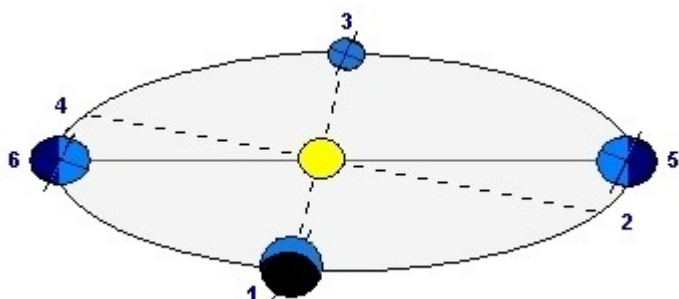
$$\text{K en } ^{\circ}\text{C} : C = K - 273,15$$

$$^{\circ}\text{C en K} : K = C + 273,15$$

L'atmosphère terrestre est un **système thermodynamique** minutieusement ajusté et qui s'autogère depuis quelques milliards d'années. L'énergie qui produit et entretient les phénomènes atmosphériques est issue du **Soleil**.

Le Soleil constitue notre **unique source** d'énergie. L'énergie rayonnée par les autres corps célestes est négligeable. Le transfert de chaleur de l'intérieur de la Terre vers la surface est pratiquement nul.

L'orbite de la Terre



Plusieurs paramètres d'ordre astronomique et climatique affectent la température régnant sur Terre.

Du point de vue météorologique deux mouvements de la Terre sont importants : sa rotation autour de son axe et sa révolution autour du Soleil.

1 – Equinoxe de printemps	21 mars	Le soleil passe à la verticale de l'équateur
2 - Solstice d'été	21 juin	Le soleil passe à la verticale du tropique du cancer
3 – Equinoxe d'automne	23 septembre	Le soleil passe à la verticale de l'équateur
4 - Solstice d'hiver	22 décembre	Le soleil passe à la verticale du tropique du capricorne
5 - Aphélie	1 juillet	Le point le plus éloigné du soleil (152 millions de km)
6 – Périhélie	1 janvier	Le point le plus rapproché du soleil (147 millions de km)

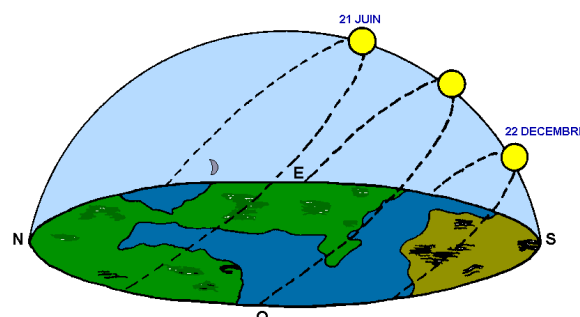
C'est sous les Tropiques du Cancer et du Capricorne (à $23^{\circ}26'$ de latitude Nord et Sud) que le Soleil peut être observé au zénith et ceci un seul jour par an, le jour du solstice d'été, le 21 ou 22 juin dans l'hémisphère Nord ou le jour du solstice d'hiver, le 21 ou 22 décembre dans l'hémisphère Sud. Lorsqu'il se trouve au zénith à $23^{\circ}26'$ de latitude dans une hémisphère, dans l'autre hémisphère, la partie éloignée de plus de 90° , soit au-delà de $66^{\circ}33'$ de latitude est plongée dans l'obscurité, c'est la nuit polaire qui dure six mois aux pôles. Les latitudes de $66^{\circ}33'$ N et S sont respectivement dénommées "Cercle Arctique" et "Cercle Antarctique".

Le rayonnement

L'énergie calorifique du soleil peut se transmettre de différentes manières :

- Par **conduction** : le transfert de chaleur est assuré par l'**agitation des molécules et s'effectue de proche en proche**. Cependant la conductibilité de l'air est très faible et nous savons qu'en électricité il agit comme isolant.
- Par **convection** : le transfert de chaleur s'établit par des **mouvements de masse du milieu** dans lequel ce transfert s'effectue. Ainsi au contact d'une source de chaleur, l'air s'élève.
- Par **rayonnement** : le transfert de chaleur s'effectue par les **ondes électromagnétiques**.

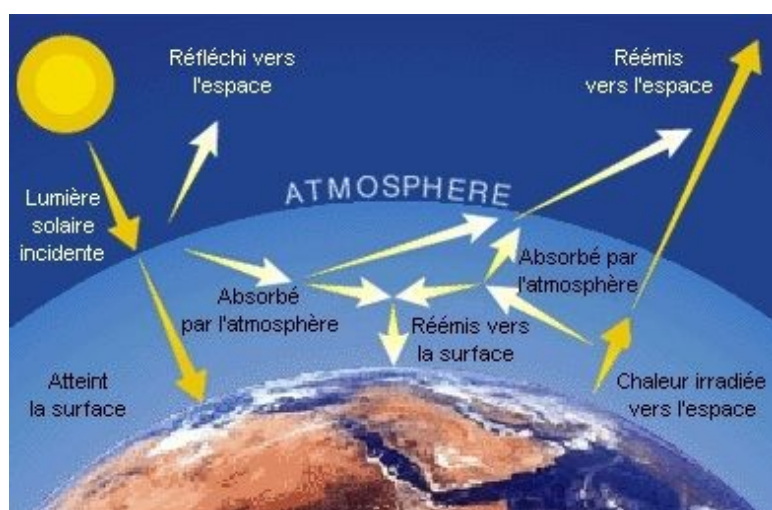
Variation saisonnière de la durée des jours et des nuits



Aux équinoxes la durée du jour est égale à la durée de la nuit (12 heures) quelle que soit la latitude. Il en est de même à l'équateur quelle que soit l'époque de l'année.

La quantité totale d'énergie reçue en un jour et en un lieu déterminé dépend à la fois de l'intensité du rayonnement (fonction de la distance au Soleil et de l'inclinaison des rayons) et de la durée d'insolation.

Le bilan thermique de la Terre



Puisque la température moyenne à la surface de la Terre est pratiquement constante, la quantité d'énergie perdue doit équilibrer la quantité d'énergie reçue du Soleil.

Toutefois, l'énergie reçue est, en moyenne, égale à l'énergie émise pendant une année entière, considérant la Terre comme un tout.

Le problème du bilan calorifique de la Terre et de l'atmosphère peut-être divisé en trois parties :

- Rayonnement solaire, réflexion et absorption dans l'atmosphère terrestre et à la surface de la Terre
- Rayonnement de la Terre et de l'atmosphère et leur interaction

- Les autres processus physiques.

La température en un lieu

Plusieurs facteurs influencent la température qui règne en un lieu :

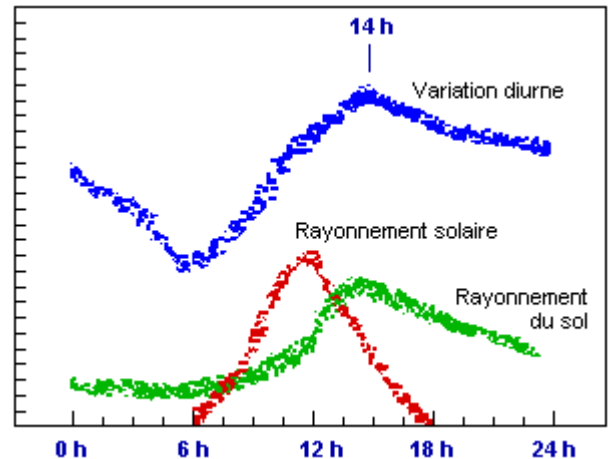
- la latitude,
- la nature du sol,
- l'altitude,
- les vents dominants,
- la couverture nuageuse
- ainsi que la couverture de la surface du sol.

L'influence de la nature du sol et spécialement la différence entre la terre et l'eau est très importante. En effet, le sol présente une faible **conductivité** et seule la couche superficielle est réchauffée tandis que dans le cas de l'eau, la couche réchauffée est beaucoup plus épaisse du fait de sa conductibilité plus importante, **des mouvements verticaux et horizontaux des courants chauds et froids, de sa plus grande capacité calorifique et de sa transparence.** En conséquence, les océans constituent un réservoir calorifique et réduisent fortement l'amplitude des variations de température.

La température subit également une variation annuelle qui suit la variation du rayonnement incident et fonction de la position géographique par rapport aux océans et aux continents.

D'une manière nettement plus sensible nous observons également une variation diurne de la température de l'air résultant du rayonnement solaire et du rayonnement du sol. Le rayonnement solaire est maximum à midi locale mais étant donné que le rayonnement du sol culmine vers 14h locale, la température moyenne de l'air présente son maximum environ 2 heures après la culmination du Soleil.

La température minimale s'observe au moment où l'énergie solaire devient inférieure à l'énergie terrestre. Ce phénomène s'observe environ 1 heure après le lever du Soleil.



Humidité

Une grande partie des phénomènes météorologiques est liée à la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, dont la formation des nuages et tout ce qui s'y rattache.

Vapeur d'eau et saturation

La vapeur d'eau est le seul gaz de l'atmosphère qui change d'état sous l'influence de légères modifications dans son environnement.

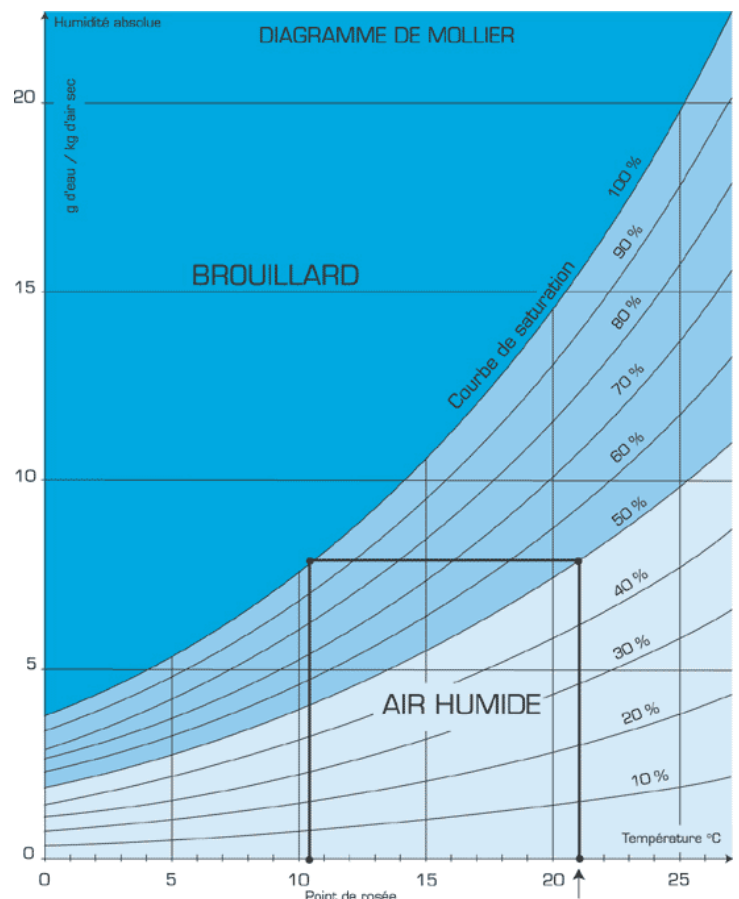
Sa transformation en gouttelettes ou en cristaux de glace amène la création de nuages; s'ensuivent d'autres réactions qui la font pluie, grêle, neige ou, près du sol, brouillard ou brume.

La quantité d'eau que peut contenir l'air sous forme de vapeur (**humidité absolue**) est variable en fonction de la température et de la pression.

Plus l'air est chaud plus il peut contenir d'eau

Plus la pression est élevée plus l'air peut contenir d'eau

On parle d'**humidité relative**, qui est la quantité d'eau contenue dans l'air rapportée à la quantité maximale qu'il pourrait contenir pour une température et une pression donnée. Ainsi une humidité relative de 100% correspond à de l'air totalement **saturé** en eau. Une humidité relative de 50% signifie que l'air pourrait contenir deux fois plus d'eau.



Au delà de 100% il y a changement de phase de la vapeur d'eau. Elle se condense, il y a formation de nuages, de pluie, de neige, de grêle etc...

L'air qui monte se détend et se refroidi, donc il se sature. Jusqu'à atteindre le **point de rosée** : il y a alors formation des nuages

L'air chaud saturé qui passe sur une surface froide (terre ou mer) se refroidi et il y a formation de **brouillard**.



CONCLUSION

Ce qu'il faut surtout retenir des propriétés de l'air, c'est que l'atmosphère est composé de masses d'air ayant différentes propriétés en terme de :

- Pression
- Température
- Humidité

Les masses d'air sont donc hétérogènes et ont de la difficulté à se mélanger. Au point de rencontre de ces masses d'air (**le front**) se créent des zones de conflits appelées **perturbations atmosphériques**. L'enroulement des fronts sur eux même constituent les **dépressions**.