

## INTRODUCTION

C'est à la surface de la mer, à la frontière de notre planète liquide et de son enveloppe gazeuse, que naissent de leurs échanges, le temps et les climats.

Sans ce contact avec la mer, l'atmosphère serait sans mystère, sans colère, et la Terre sans vie!

Nos voiliers avec leurs coques et leurs quilles adaptées à l'élément liquide, leurs gréements à l'air et au vent, sont les symboles même de cette espace de transition où nous passons beaucoup de temps. Cet espace de liberté conditionnel est soumis aux disciplines de la mer! C'est un lieu changeant d'où peut surgir le danger et qui engendre un impérieux besoin de prévoir.

Ce besoin s'exerçait autrefois avec des moyens frustes à la portée de tous: la couleur du ciel, le comportement du chat du bord ou les rhumatismes du capitaine!

Il n'en est plus ainsi!

Les satellites scrutent, les ordinateurs calculent, les modèles numériques sont de plus en plus complexes et les systèmes de communication acheminent jusqu'à nous des prévisions « toutes cuites ».

Faut-il en conclure que nous sommes désormais dispensés de tout effort? Non bien sûr! D'abord, parce que communiquer exige un langage commun dont il faut maîtriser le vocabulaire, qui, s'adressant au marin, est nécessairement plus complexe que celui utilisé par les médias à l'endroit du citoyen!

Comprendre nécessite la connaissance des sources, des canaux d'information, fonction du lieu où l'on se trouve, des outils de réception dont on dispose.

La disposition des informations ne dispense en aucun cas de vérifier que l'évolution du temps est bien celle prévue, pas plus que d'une réflexion sur la façon dont les effets locaux peuvent altérer le régime général.

Les manifestations de la météorologie sont ressenties de façons très diverses par chaque individu ; la notion de beau temps est toute relative selon, que l'on décide de semer des haricots ou d'aller lever ses casiers mouillés sur les Barges d'Olonne.

Si les bulletins météo sont souvent tenus en suspicion, c'est sans doute parce qu'ils sont considérés comme un produit de consommation à avaler tels quels, victimes eux aussi du sacro saint principe de précaution.

Pour avoir une vue claire de la situation exposée il ne suffit pas de savoir vaguement ce que signifient les mots dépression, anticyclone ou front...

Autant le dire « tout de go », nous aurons beaucoup de mal à comprendre la météo, tant que nous n'aurons pas plongé dans la vie intime de l'atmosphère!

### **LA VIE DE L'ATMOSPHERE: L'AIR**

Il y a des questions simples qui peuvent laisser pantois! La météo s'efforce d'y apporter des réponses:

-Pourquoi a-t-on de plus en plus froid quand on s'élève alors que l'on se rapproche du soleil?

-Pourquoi fait-il chaud à l'équateur et froid aux pôles?

-Pourquoi ce nuage reste-t-il obstinément accroché au sommet de la montagne alors que le vent y est violent?

-Et pourquoi le vent, les nuages? D'où viennent-ils où vont-ils?

Il faut saluer au passage les esprits bien nés que ces questions font sourire!

-Première question: le Soleil envoie de l'énergie vers la Terre. Une partie de cette énergie est réfléchiée vers l'espace et n'a aucune influence sur celle-ci.

Une autre partie, très petite, est directement absorbée par l'atmosphère qui s'en trouve légèrement réchauffé.

La partie la plus importante est absorbée par le sol et le réchauffe puissamment.

Remarquons maintenant que si le transfert d'énergie était à sens unique la température de la Terre ne ferait qu'augmenter et nous ne serions pas là pour en parler

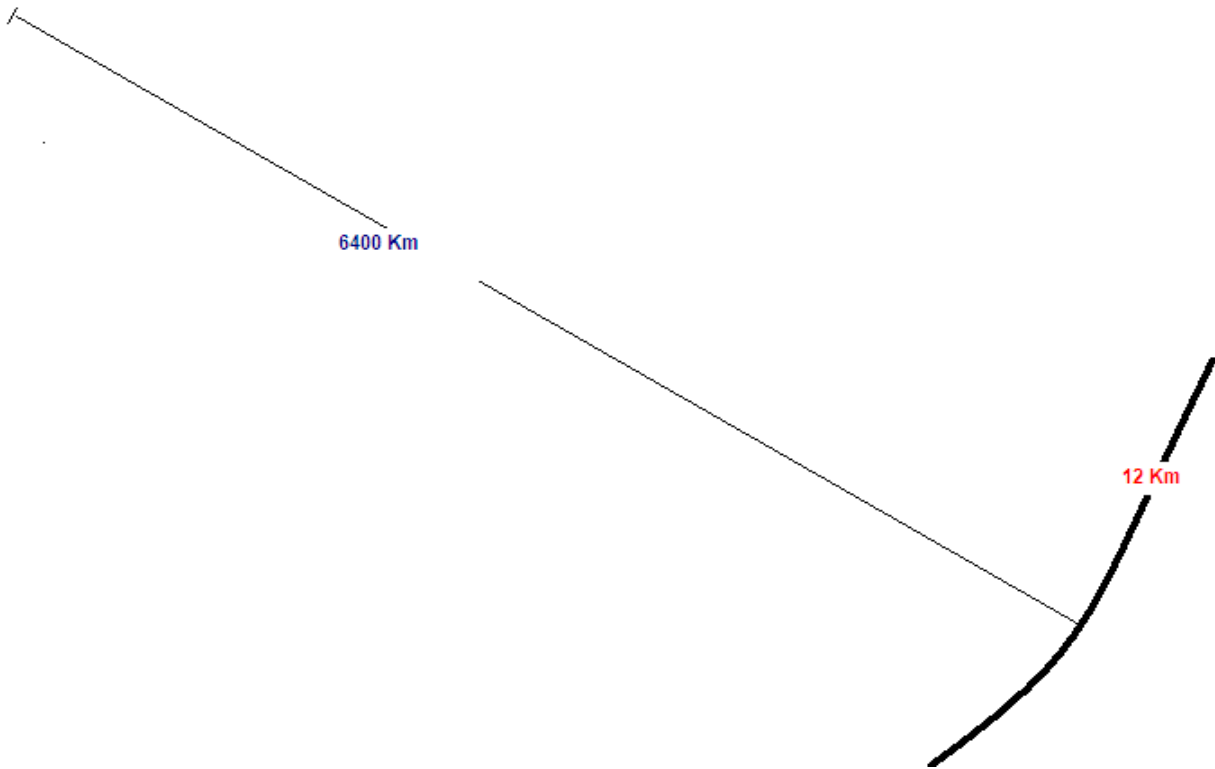
Mais la Terre à son tour rayonne; elle produit autant d'énergie qu'elle en reçoit, un équilibre s'établit donc.

Première constatation: le sol absorbe environ trois fois plus d'énergie que l'atmosphère qui le surplombe. Il est donc en moyenne beaucoup plus chaud qu'elle, et la réchauffe par la base.

Ce réchauffement se fait sentir jusqu'à 12km d'altitude environ. Du sol jusqu'à 12 km d'altitude la température décroît donc. C'est la caractéristique principale de cette basse couche qu'on nomme **troposphère**.(sphère changeante)

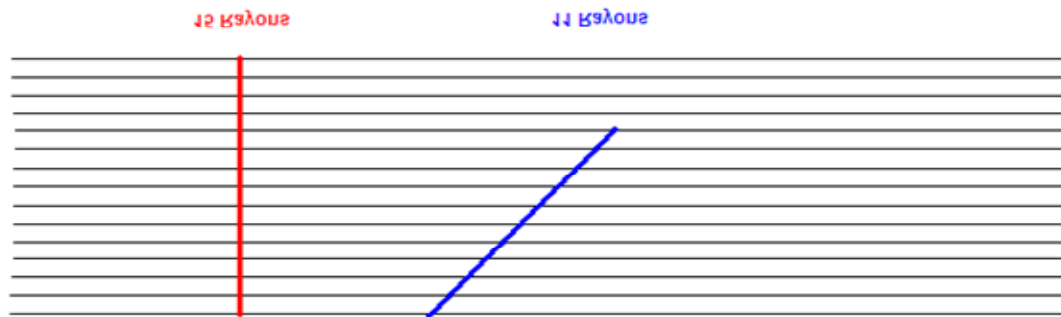
Son épaisseur apparaît ridicule au regard du rayon de la Terre (6400 Km).

Cette fine pellicule contient 80% de la masse d'air totale et 90% de l'eau atmosphérique.



C'est dans ce papier de soie autour de notre orange qu'apparaissent tous les phénomènes météorologiques qui nous intéressent.

-Deuxième question: la différence de température entre l'équateur et les pôles?



Les segments bleu et rouge font la même longueur; l'un reçoit 15 rayons, l'autre 11, soit 25% en moins!

Les régions polaires sont donc défavorisées du fait de leur mauvaise exposition. Mais cette réponse simple qui pourrait nous satisfaire est traîtresse. Elle recèle une autre question qui va nous emmener très loin!

Le calcul des énergies reçues par ces régions fait apparaître des déséquilibres colossaux, tels que les différences de température devraient être beaucoup plus élevées que celles constatées. Ces régions devraient être aussi invivables les unes que les autres, soit terriblement froides soit terriblement chaudes.

S'il n'en est pas ainsi et que finalement on puisse vivre à peu près partout, c'est de toute évidence parce qu'il se produit des échanges!

C'est tout le sujet de la météorologie que de comprendre comment ces échanges se font.

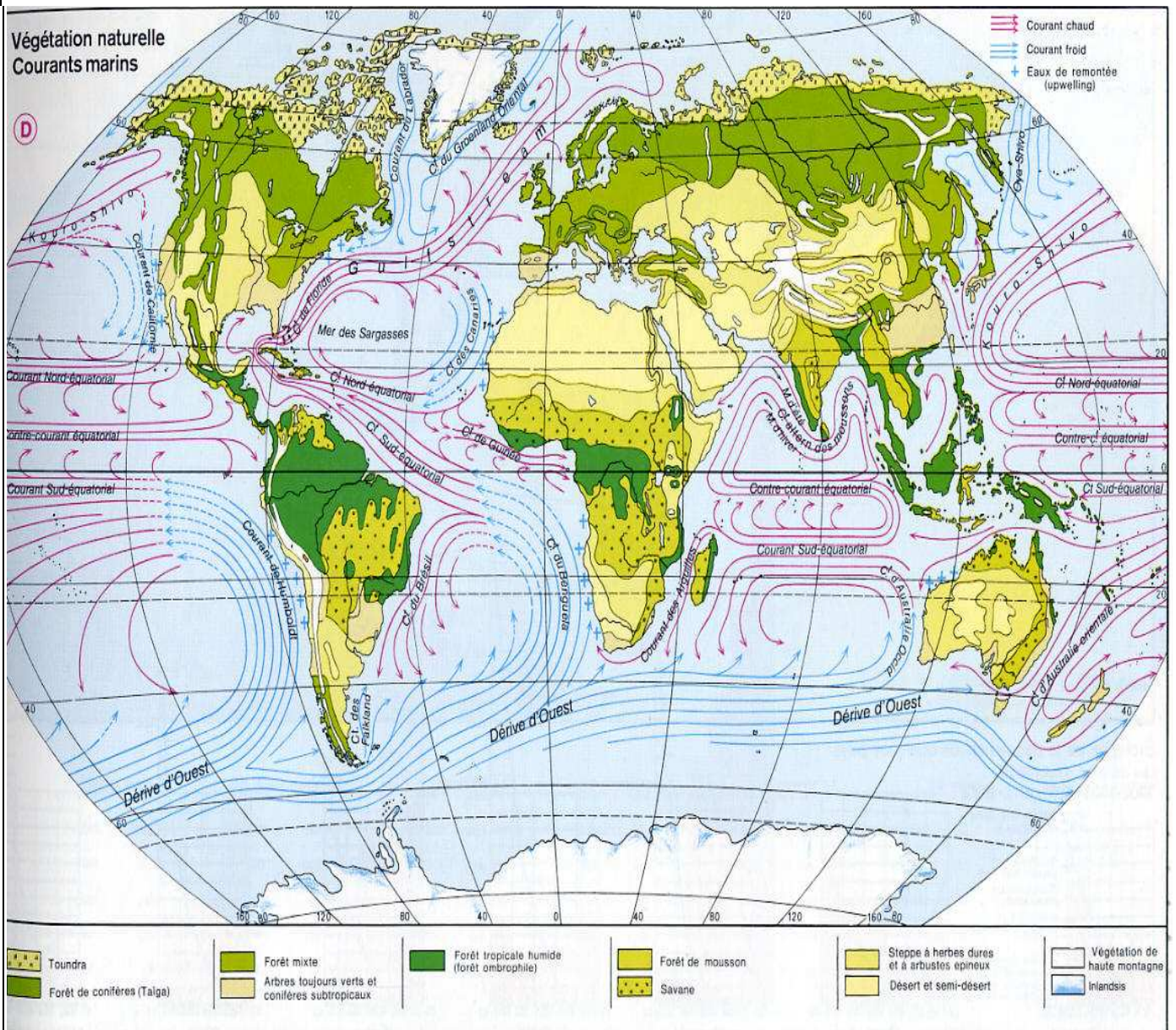
La physique nous enseigne que tout corps échauffé en un point tend à répartir cette chaleur à toute sa masse par **conduction**. Mais la terre est mauvaise conductrice, tout le monde le sait qui conserve son meilleur vin dans des caves.

L'autre mode de transfert connu se fait par **rayonnement** mais là encore ce n'est pas la réponse puisque le rayonnement de la Terre se perd presque totalement dans le ciel sauf la partie retenue par les nuages quand il y en a!

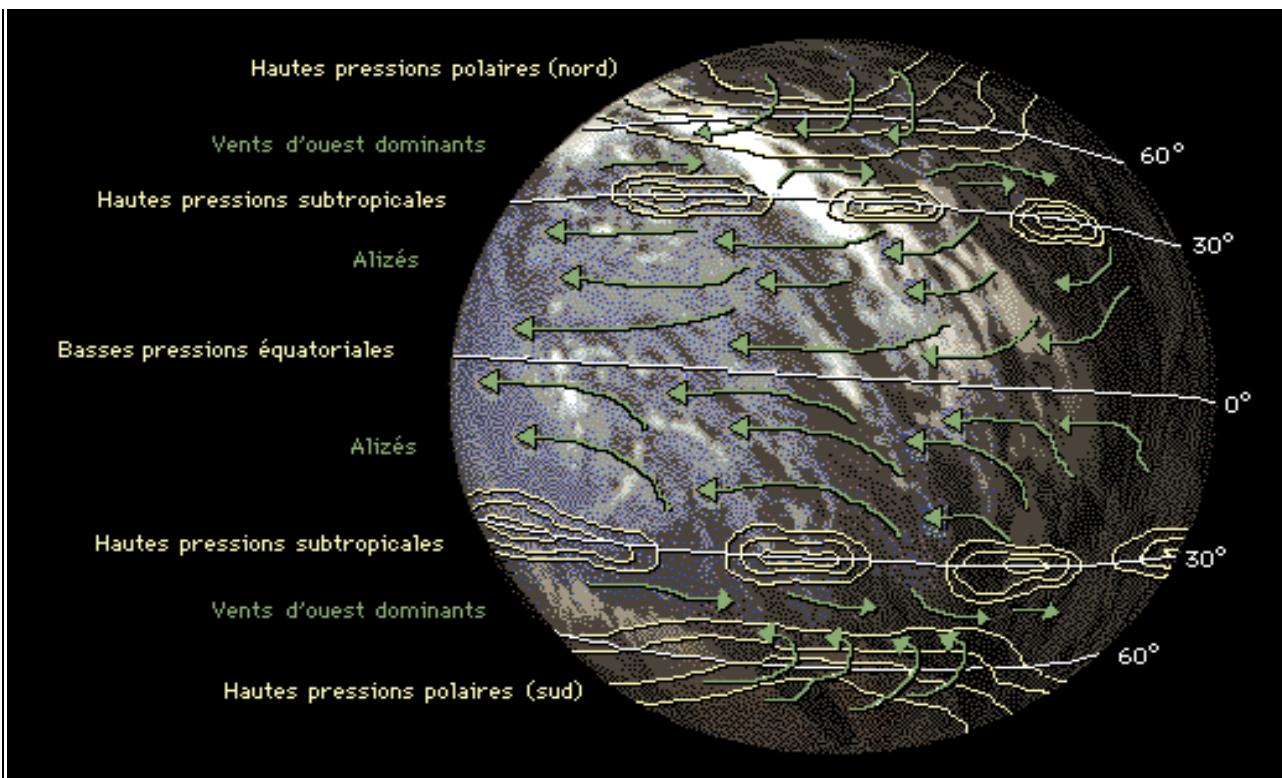


Conduction et rayonnement sont, de toute façon, bien insuffisant pour transférer les quantités gigantesque de chaleur nécessaire au rétablissement du déséquilibre entre pôles et équateur. Sur la Lune par exemple où ce sont les seuls moyens d'échange, les températures varient de **+ 200° à - 100°**.

Mais la Terre possède une atmosphère et des océans. Même si l'eau et l'air sont eux également mauvais conducteurs ils peuvent se déplacer. L'air peut même transporter de l'eau sous forme de vapeur, liquide ou gelée.







Les échanges thermiques se font effectivement par l'intermédiaire de ces grandes masses fluides qui se déplacent constamment de l'équateur vers les pôles et des pôles vers l'équateur. C'est la **convection**. (Déplacement vertical)

Les courants froids (Labrador) ou chaud (Gulf Stream) sont très lents. Ils n'assurent qu'une petite partie du transport.

L'essentiel passe par l'atmosphère: les masses d'air équatoriales montent vers les pôles, les masses d'air polaires descendent vers l'équateur. Serais-ce l'explication du vent ?

Les vents dominants seraient donc nord et sud; or si l'on considère les moyennes des vents à la surface de notre globe, on constate que les vents de nord et de sud n'y figurent pas, mais que les vents sont d'est ou d'ouest!

Au lieu de se lancer dans des explications fumeuses, liées au mouvement rotatif de la Terre, de ses aspérités irrégulières qui perturbent de façon aléatoires son atmosphère, de la différence de température entre ses océans et ses continents, nous devons chercher des explications un tantinet plus rationnelles.

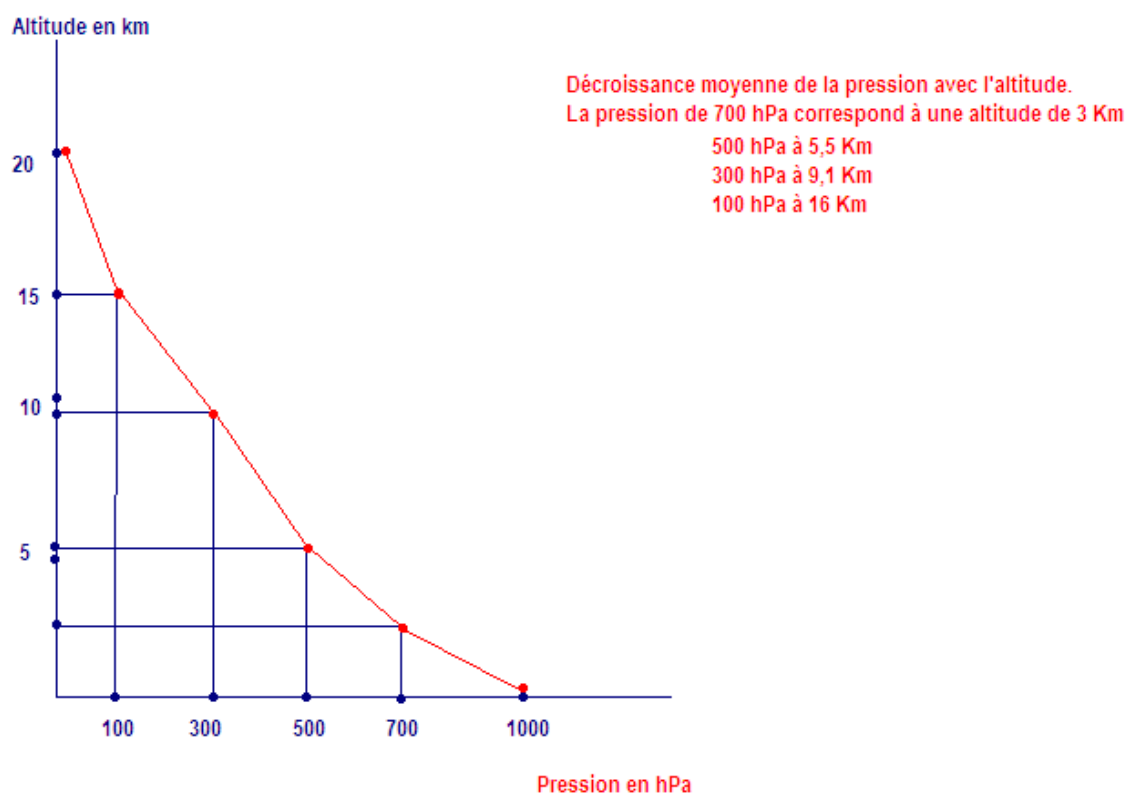
Il nous faut nous intéresser à cet air qui compose notre atmosphère, aux masses qui le constituent, à la façon dont elles se déplacent et se transforment.

L'air est constitué d'oxygène et d'azote et contient une grande quantité d'eau, sous forme gazeuse, donc invisible, ou sous forme liquide ou solide, ce sont les nuages. Rappelons ici que la quantité d'eau contenue dans notre

troposphère, est très importante. Si vous avez chez vous un hygromètre vous remarquerez qu'il indique très souvent des taux supérieurs à 60%.

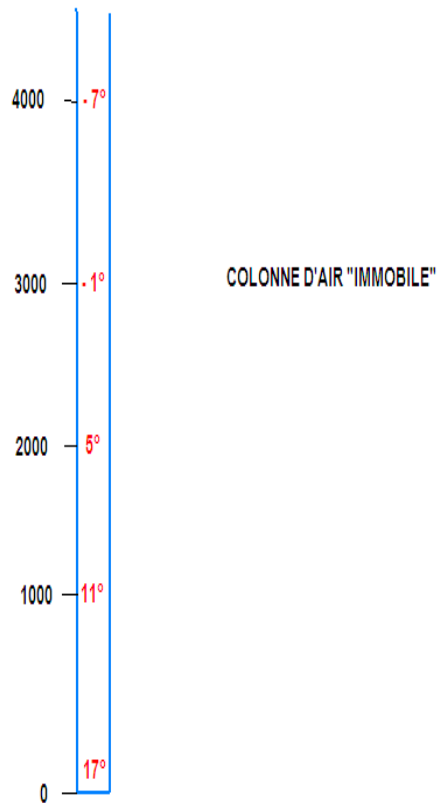
On estime que dans les bons jours le soleil prélève la valeur d'un verre d'eau par heure et par mètre carré d'océan! Ce sont donc des milliards de tonnes d'eau qui se trouve en suspension.

L'air, d'autre part, pèse un certain poids. C'est la pression atmosphérique, qui diminue avec l'altitude, mais de moins en moins vite car l'air est compressible et il y a donc un certain « tassement » dans les basses couches.



La température de l'air diminue également avec l'altitude, environ de 6°C par Km. C'est le **gradient vertical thermique**.

## GRADIENT VERTICAL THERMIQUE



En résumé, une particule d'air immobile prise en un point quelconque de l'atmosphère est définie par :

- sa température.
- sa pression.
- la quantité d'eau qu'elle contient.

Mais cette particule est rarement immobile ! Et lorsqu'elle bouge, ses caractéristiques se modifient. L'air en mouvement subit donc des transformations qui lui confèrent différents « états ». Ce sont dans ces « états » que se trouve la clef de toute la suite.



## LES ETATS DE L'AIR.

Abandonnons nos fidèles navires et partons en montagne pour une ballade studieuse! Et observons ce qui se passe quand le vent arrive au pied de la montagne et que l'air est contraint de s'élever pour la franchir.

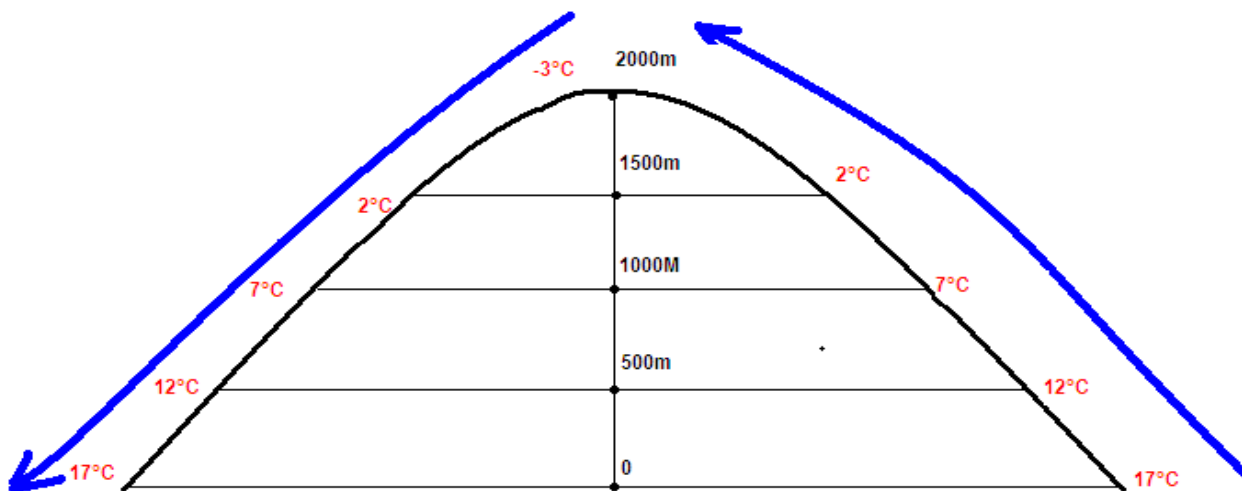
### 1<sup>er</sup> cas:

-L'air qui arrive au pied de la montagne contient de l'eau uniquement sous forme de vapeur et en très petite quantité. Supposons que sa température soit de 17° C.

-En s'élevant l'air se détend il est moins comprimé. Cette détente entraîne son refroidissement à la manière de l'air qui sort d'un pneu de vélo que l'on dégonfle.

Ce refroidissement est de l'ordre de 1°C par 100m. Au sommet l'air sera donc à 17° - (20 fois 1°) Soit: - 3°.

Le phénomène inverse se produit lors de la descente de l'air sur l'autre versant. Il reprend ses degrés perdus.



### Conclusion:

- les variations de température se font sans échange avec l'entourage. Ni perte ni gain de température sont constatés. Il s'agit de variation « **adiabatique** ».

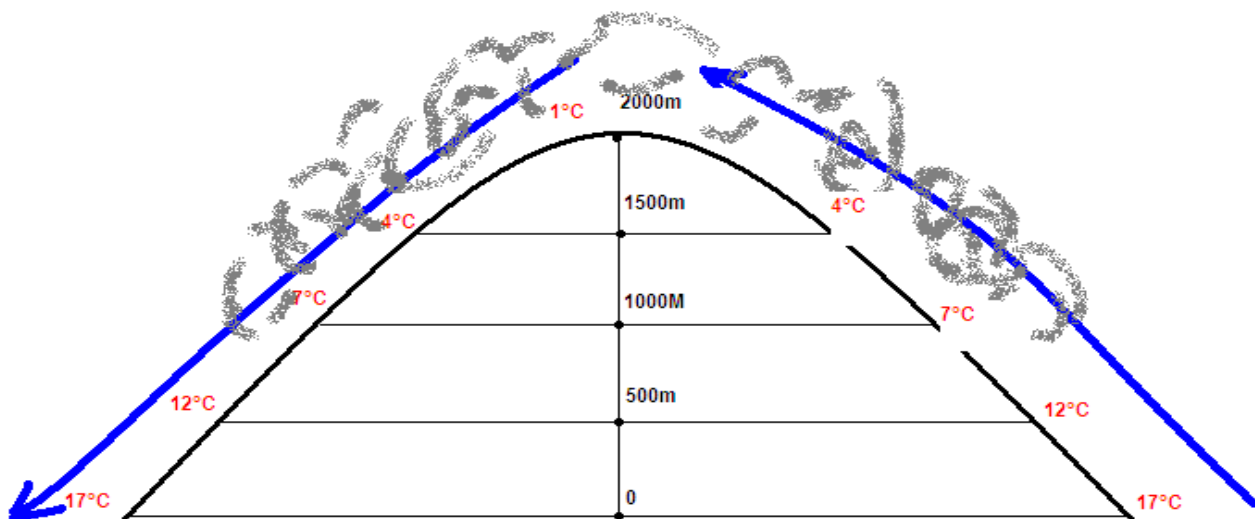
- La variation de la température de l'air ne contenant de l'eau que sous forme de vapeur est 1°C par 100m (**gradient adiabatique sec**)

- Le gradient vertical de l'air en mouvement nettement plus important que celui de l'air immobile: 10°C par Km au lieu de 6°C par Km.

## 2<sup>ème</sup> Cas:

Cette fois l'air contient une plus grande quantité de vapeur d'eau. A 1000 m la température a baissé à 7°C et tout à coup tout se brouille, il y a apparition de nuages. L'air refroidi ne peut contenir autant de vapeur d'eau que l'air chaud, à 7°C la **saturation** est atteinte et il ya condensation.

Cette condensation a pour effet de ralentir le processus de refroidissement de l'air observé dans le premier cas. La condensation libère de la chaleur, celle qui avait entraîné naguère son évaporation. (**Chaleur latente**). Les variations de température se font désormais entre l'air et l'eau liquide ou solide qu'il transporte selon un gradient qui est compris entre 0,5°C et 0,8°C par 100 m.



Dans notre schéma si nous supposons ce gradient à 0,6°C, au sommet de la montagne l'air est donc à 1°C donc moins froid que dans notre 1<sup>er</sup> cas.

En redescendant, il se comprime se réchauffe, les gouttelettes d'eau s'évaporent, il redevient limpide, sa température croit de nouveau selon un gradient adiabatique sec et au pied de la montagne il est de nouveau à 17°C.

Conclusion:

- Le refroidissement provoque la condensation.
- En montant l'air saturé se refroidit moins vite que l'air limpide.

Remarques: La condensation peut avoir d'autres causes que le refroidissement par élévation. Elle peut être due au rayonnement, c'est le cas la nuit, ou au contact avec une surface froide tels les brouillards d'**advection**

(déplacement horizontal de la masse d'air par opposition à convection déplacement vertical) comme les brumes de mer.

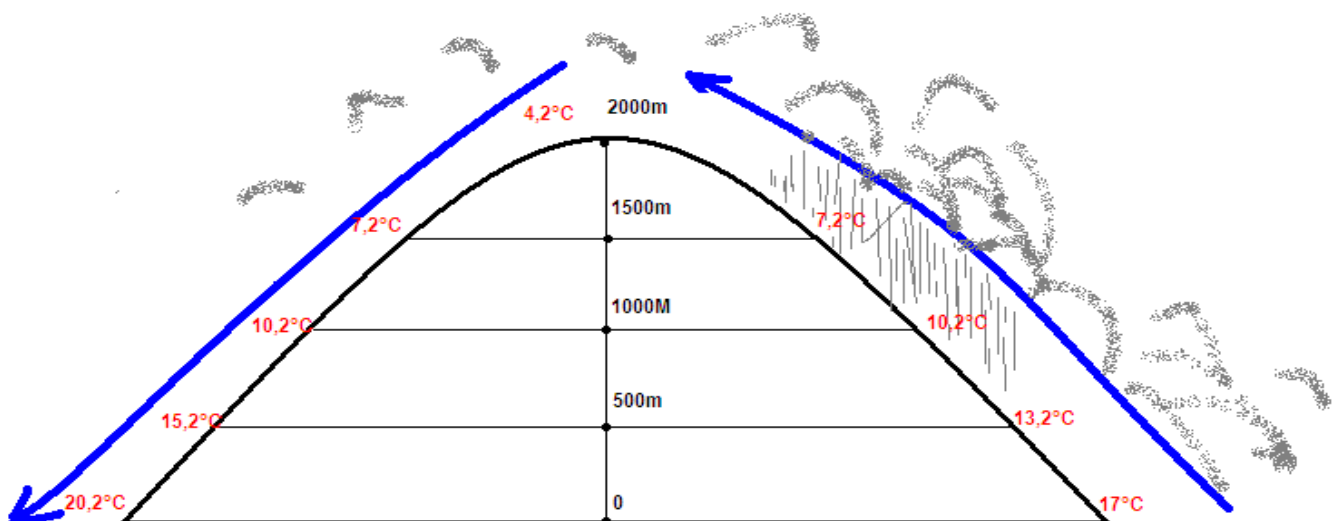
Si l'on observe notre montagne on voit que le nuage a une base très nette à 1000 m .Il est immobile alors que le vent le traverse, en réalité ce n'est jamais le même nuage, les gouttelettes d'eau qui le composent se renouvellent sans cesse. Les nuages de notre ciel qui ont la même origine ont tous leur base au même niveau et l'on peut deviner qu'un nuage n'est pas une « balle de coton » bien stable mais bien un agglomérat en perpétuel renouvellement avec des particules montantes et descendantes, les unes se condensant les autres s'évaporant.

### 3<sup>ème</sup> cas:

Notre air contient cette fois une grande quantité d'eau. La condensation survient très vite, dès 200 m, soit à une température de 15°C. Au sommet l'air est donc à 4,2°C.

Mais un avatar s'est produit, au cours de l'ascension, il a plu. En descendant sur l'autre versant l'air se réchauffe comme nous l'avons vu dans les exemples précédents selon un gradient adiabatique saturé. Mais cet air contient moins d'eau, il y a donc moins de gouttelette à évaporer. Après 1000 m de descente l'évaporation est totale. L'air continue donc à se réchauffer selon un gradient adiabatique sec (1°C/100m). Au pied de la montagne l'air est à 20,2°C!

C'est l'effet de foehn. La chaleur libérée par la condensation n'est consommée qu'en partie par l'évaporation, l'excédent contribue à augmenter la température de l'air.



Remarque générale: Si dans nos exemples, l'air abordant la montagne avait été beaucoup plus froid, par exemple 6°C au lieu des 17, la condensation se produisant plus tôt soit à 300m, sa température serait alors de 3°C ; tenant compte d'une décroissance selon le gradient adiabatique saturé à 800 m notre air est à 0°C. On pourrait penser alors que notre eau va se transformer en glace. Ce n'est pas le cas; cette transformation s'effectue très progressivement et n'est complète que pour une température de - 40°C. C'est l'état de « **surfusion** ». Cet état est très instable, et il suffit d'un simple choc pour que les gouttelettes d'eau surfondues se transforment immédiatement en glace. Ce sont les brouillards givrants.

Nous en savons maintenant assez pour aborder l'histoire nettement plus compliquée et fertile en rebondissement des masses d'air qui évoluent en atmosphère libre et dont le comportement est à l'origine de notre météo quotidienne.

C'est ce que nous verrons dans le prochain dossier. Celui-ci vous sera proposé dans un temps nécessaire et suffisant à la digestion de celui-là.