

## DÉFINITION DE LA TEMPÉRATURE

*C'est le niveau énergétique de molécules agitées et précipitées les unes contre les autres.*

## ECHELLES DE TEMPERATURES

|  | Echelle CELCIUS   | Echelle KELVIN  | Echelle FAHRENHEIT |
|--|---|---|--------------------|
| Ebullition de l'eau-----                             | 100°C   | 373°K-----  | 212°F              |
| Point triple de l'eau (liquide, gazeux, solide)----- | 0°C-----  | 273°K-----  | 32°F               |
| ZÉRO ABSOLU (absence de chaleur)-----                | -273°C-----   | 0°K   |                    |
|  | 80°<br>60°<br>40°<br>20°<br>0°<br>-20°<br>-40°<br>-60°<br>-80°<br>-100°<br>-120°<br>-140°<br>-160°<br>-180°<br>-200°<br>-220°<br>-240°<br>-260° | 353°<br>333°<br>313°<br>293°<br>253°<br>233°<br>213°<br>193°<br>173°<br>153°<br>133°<br>113°<br>93°<br>73°<br>53°<br>33°<br>20° |                    |

$T°F = 1,8 \text{ } ^\circ\text{C} + 32$

$T°K = 273,15 + T°C$

## QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS UN CORPS

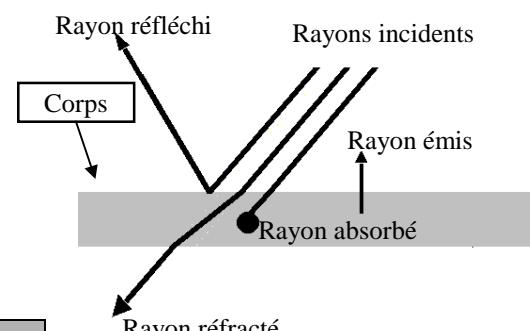
C'est la quantité d'énergie absorbée par un corps porté à température. Cette quantité dépend :

- de la température du corps : la quantité de chaleur est ***proportionnelle*** à la température
- de la nature du matériau : un kilogramme d'eau contient ***plus*** de chaleur qu'un kilogramme d'air à la même température.

## ECHANGES THERMIQUES

## A/ PAR RAYONNEMENT :

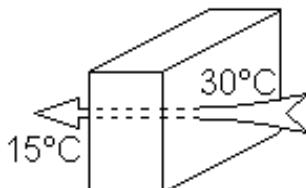
***transformation en quantité de chaleur, des rayons de lumière visibles ou invisibles et absorbés par un corps***



Tout corps chaud ( $T > 0 \text{ } ^\circ\text{K}$ ) émet un rayonnement visible ou invisible

## RAYONNEMENT SOLAIRE :

| Ultraviolets<br>1 à 3% du rayonnement | Rayons visibles | Infrarouges<br>1 à 3% du rayonnement |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
|                                       |                 |                                      |



L'échange de chaleur :

- est proportionnel à la ***différence*** de température entre les deux points du corps
- dépend du matériau : l'air est un ***mauvais*** conducteur de la chaleur
- l'eau est un ***bon*** conducteur de la chaleur

C/ PAR CONVECTION : la convection se traduit par les échanges thermiques au sein d'un liquide ou d'un gaz par ***déplacement*** de particules (par exemple le vent). Ce phénomène tend à augmenter l'échange thermique par conduction en maintenant une ***différence*** de température entre les corps en contact.



## MESURE DE LA TEMPÉRATURE

La mesure de la température s'effectue avec un **thermomètre à alcool**. Le principe consiste à mesurer le volume d'alcool qui varie (dilatation ou rétraction) en fonction de la quantité d'énergie calorifique qu'il absorbe. Le thermomètre ne mesure donc en fait que sa propre température, et, pour que cette dernière corresponde à celle de l'air ambiant, la mesure doit s'effectuer à l'abri des convections (vent, courants d'air) et rayonnements (lampe, soleil...)

**Thermomètre à maxima** : indique la température maximale à laquelle a été porté le thermomètre

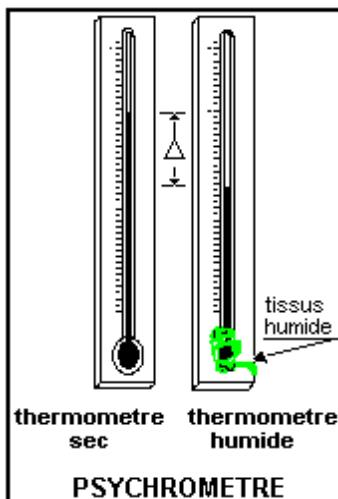
**Thermomètre à minima** : indique la température à laquelle a été porté le thermomètre

**Thermomètre à maxima et minima** : indique les températures maximale et minimale atteintes

## MESURE DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

La pression atmosphérique est la pression statique "Ps" exercée par la masse de la colonne d'air pesante sur une surface horizontale. Cette pression est égale à celle exercée par une colonne de mercure de hauteur "h" **d'un manomètre en "U"** appelé **baromètre à mercure**.

La pression peut également se mesurer par une **capsule anéroïde** (même principe que l'altimètre). L'unité de mesure est l'hectopascal (symbole : hPa)



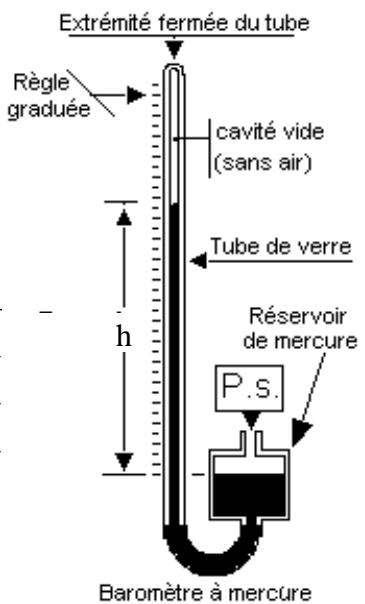
## MESURE DE L'HUMIDITE RELATIVE

On appelle humidité relative ou degré hygrométrique (HR%) :

*la proportion entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et la quantité maximale que peut contenir ce même volume d'air.*

**Hygromètre à cheveux** : appareil de mesure dans lequel un faisceau de cheveux se raccourci par sécheresse ou s'allongeant par humidité. Sous l'effet des variations de longueur de ce cheveu, une aiguille dépendante devant un écran gradué.

**Psychromètre** : ensemble de deux thermomètres dont l'un est humidifié. La différence entre les températures des deux thermomètres permet de calculer le degré hygrométrique



## L'ABRI MÉTÉOROLOGIQUE

Il permet de mettre à l'abri du vent et des rayons solaires, les instruments de mesure de pression, température et hygrométrique. D'une hauteur de **1,50 m** environ, on l'installe sur un sol non réfléchissant et à l'écart de toute construction artificielle ou d'arbre.

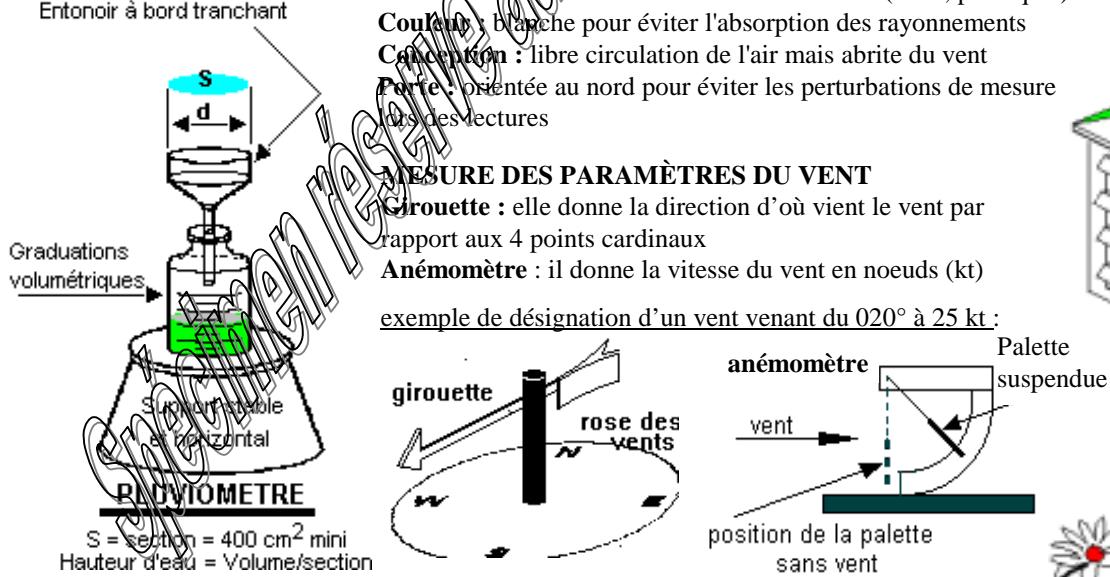
Entonnoir à bord tranchant

**Matière** : facilement conductrice de la chaleur (bois, plastique)

**Couleur** : blanche pour éviter l'absorption des rayonnements

**Conception** : libre circulation de l'air mais abrite du vent

**Porte** : orientée au nord pour éviter les perturbations de mesure lors des lectures

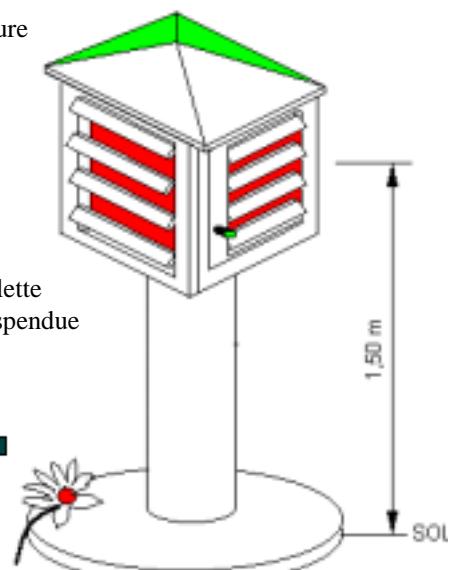
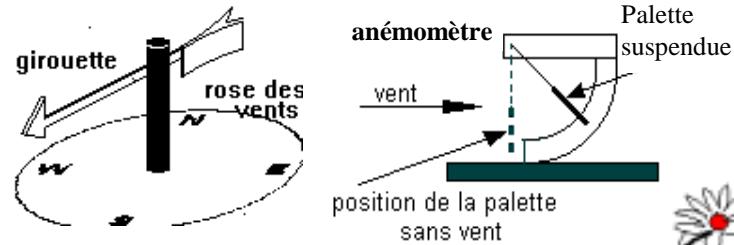


## MESURE DES PARAMÈTRES DU VENT

**Girouette** : elle donne la direction d'où vient le vent par rapport aux 4 points cardinaux

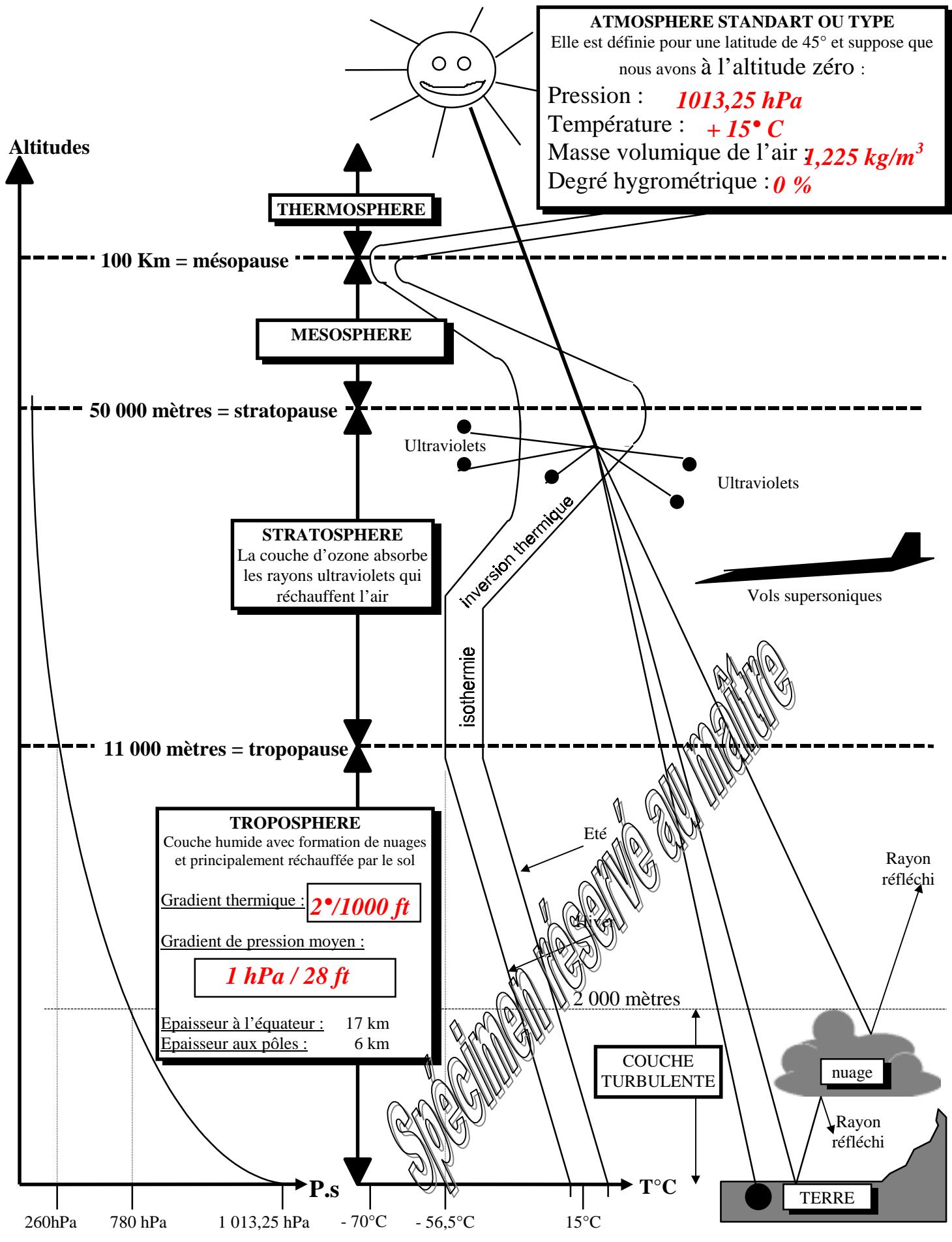
**Anémomètre** : il donne la vitesse du vent en noeuds (kt)

exemple de désignation d'un vent venant du 020° à 25 kt :



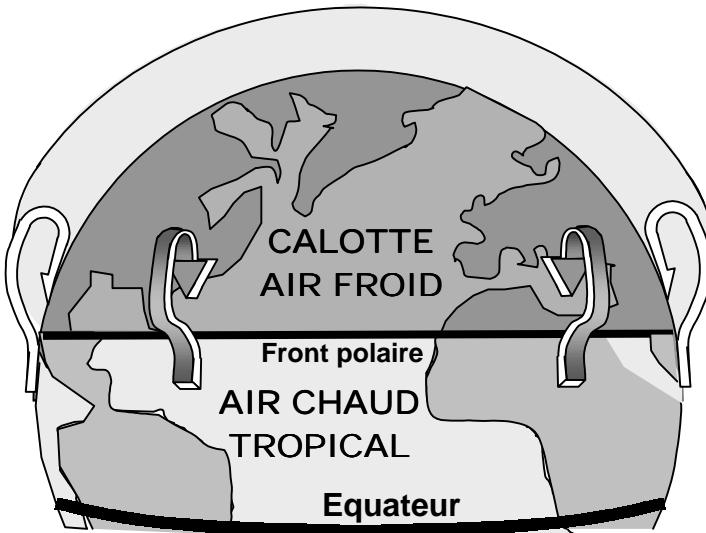
## LES INSTRUMENTS ENREGISTREURS :

ils permettent d'enregistrer les valeurs mesurées sur une période de temps (Barographie, thermographie.....)

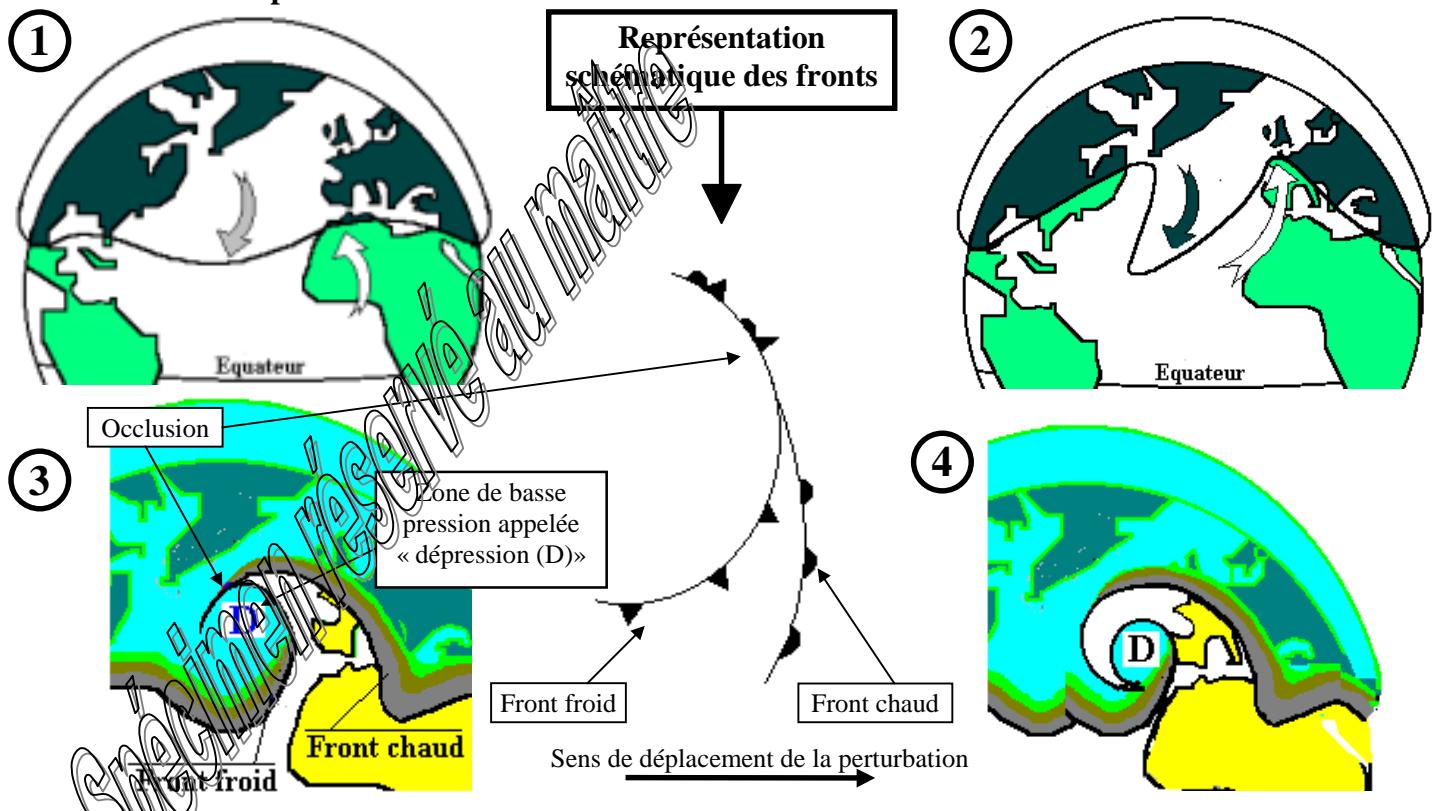


Les masses d'air en basses altitudes sont chauffées différemment en fonction :

- Latitude
- Saisons

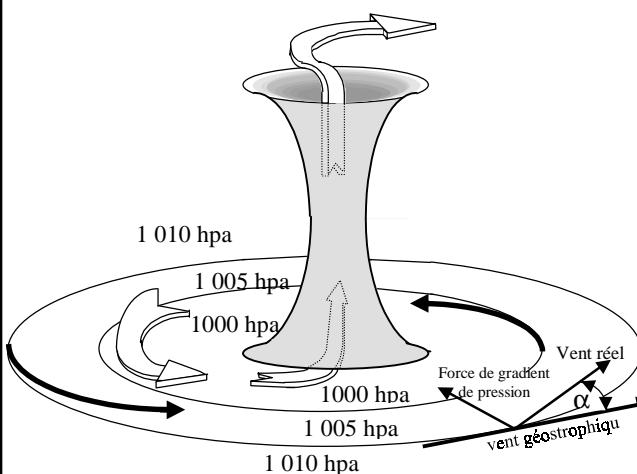


Ces différences de températures, associées à des phénomènes liés à la rotation de la terre, sont à l'origine de mouvements de convection à l'échelle de la planète. C'est ainsi que les masses d'air se déplacent d'Ouest en Est aux latitudes tempérées Est d'Ouest aux régions équatoriales et polaires. On constate également que les masses chaudes s'élèvent au dessus des masses froide par lesquelles elles sont soulevées. C'est ainsi que l'on assiste à la naissance d'une **perturbation** :



On appelle « front froid » la surface séparant une masse d'air chaud de la masse d'air froid quelle précède

On appelle front chaud la surface séparant une masse d'air froid de la masse d'air chaud qu'elle précède



On appelle "vent" le **déplacement horizontal** d'une masse d'air

Par réduction de pression au niveau de la mer on distingue les champs horizontaux de hautes pressions (pressions supérieures à 1013 hPa) appelés anticyclones et champs dépressionnaires (pressions inférieures à 1013 hPa). Ces champs sont représentés par des lignes d'égal pression appelées "lignes isobares".

Les différences de "potentiels pressions" sont à l'origine d'une force perpendiculaire aux isobares et ayant pour effet de conduire la masse d'air suivant cet axe. En réalité, le déplacement de la masse d'air (vent) est dépendante de son frottement sur le sol et de la rotation de la terre. Pratiquement, l'on retiendra que le vent se déplace parallèlement aux **isobares** (lignes d'égal pression) avec une tendance à converger vers le centre de la dépression (angle  $\alpha$ ) :

1/ Dans l'hémisphère NORD :

- Autour d'un anticyclone "A", les vents tournent dans le sens **des aiguilles d'une montre**
- Autour d'une dépression "D", les vents tournent en sens **inverse des aiguilles d'une montre**

2/ dans l'hémisphère sud, le sens de ces circulations sont **Inversées**

3/ La force du vent est proportionnelle au **Gradient de pression** (cet à dire au resserrement des lignes isobares)

### LES VENTS DOMINANTS EN FRANCE

La situation la plus fréquente se caractérise par une dépression au nord-ouest de l'Islande et un anticyclone aux alentours des Açores. Les vents seront donc plus généralement de type Ouest-Est avec des déviations dues au relief (montagnes).

#### Le "Mistral"

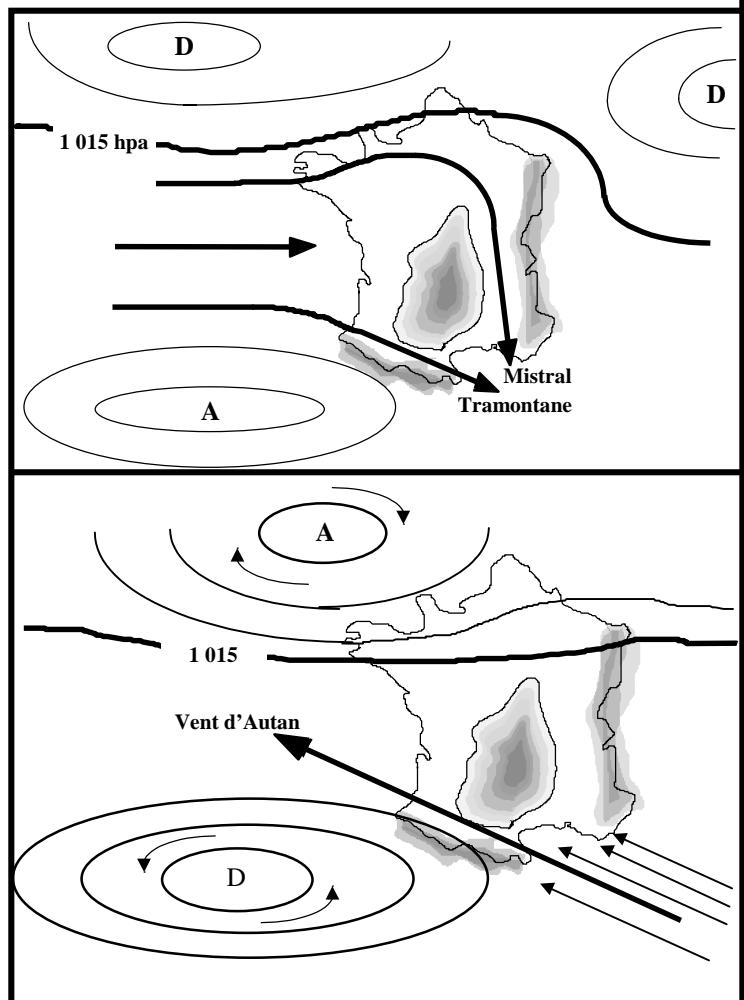
vent violent venant du **nord**. Il peut dépasser 100 km/h et être ressenti jusqu'à 3000 m d'altitude environ. Sa force est particulièrement intense au niveau de l'étranglement entre les **Alpes et le Massif Central**

#### La "Tramontane" :

vent orienté du **Nord-Ouest** vers le **Sud-Est**, elle prend naissance dans les mêmes conditions que le mistral.

### LES VENTS D'AUTANT

Ils prennent naissance pour une **situation inverse** à celle favorisant le Mistral et la Tramontane. Ils sont orientés du **Sud-Est vers le Nord-Ouest**



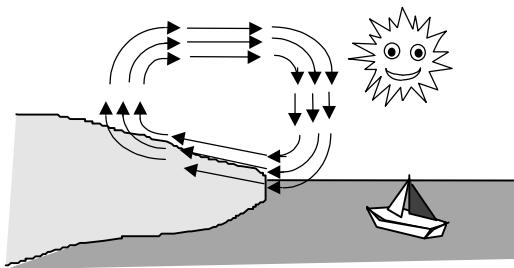
Les brises sont des vents d'origine thermique, indépendants de la circulation générale de l'atmosphère et intéressant les basses couches de la troposphère.

### LES BRISES HORIZONTALES

La variation de température de l'eau étant plus faible et moins rapide que celle de la surface de la terre :

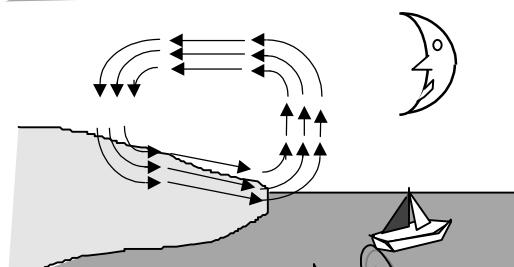
#### DE JOUR → LA BRISE DE MER

De jour, sous l'effet du rayonnement solaire, la surface de la terre se réchauffe plus vite que la masse d'eau. L'air au contact du sol s'élève en faisant place à une dépression qui "aspire" l'air plus froid situé au dessus de la mer. Le vent au sol ou brise de mer est donc orienté de la mer vers la terre



#### DE NUIT → LA BRISE DE TERRE

De nuit, la masse d'air en contact avec le sol se refroidit plus rapidement que celle en contact avec la mer. On assiste à l'effet inverse à la brise de terre, c'est à dire à un vent au sol ou brise de terre orienté de la terre vers la mer



### LES BRISES EN RÉGIONS MONTAGNEUSES

#### DE JOUR

##### 1) BRISE DE PENTE MONTANTE

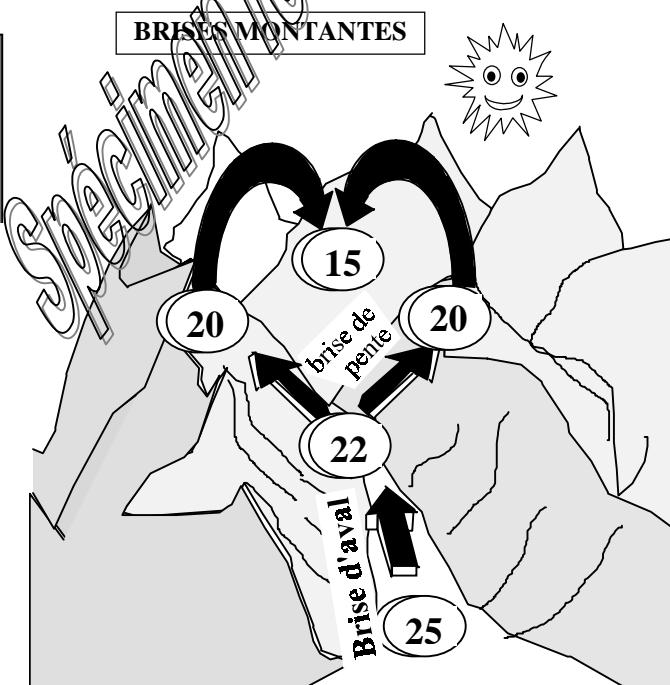
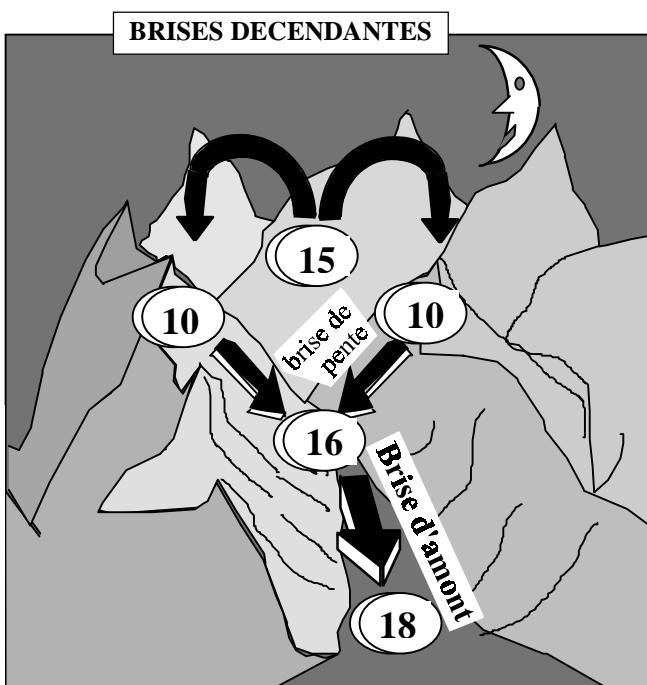
L'air au contact des pentes ensoleillées s'échauffe plus que l'air situé à même altitude au dessus de la vallée. L'air chaud s'élève le long de la pente (brise montante) tandis que l'air au dessus de la vallée s'effondre.

##### 1) BRISE D'aval

L'air au fond de la vallée étant plus chaud remonte vers l'amont; c'est la brise de vallée montante ou brise d'Aval

#### DE NUIT

On assiste aux effets inverses : l'air refroidi s'écoule le long de la pente (brise de pente descendante) et alimente la brise de vallée descente appelée brise d'amont



## EQUATION DES GAZ PARFAITS

L'air a la propriété de répondre à la loi des gaz parfaits qui s'écrit :

$$P \cdot V = R \cdot T$$

avec P = pression, V = volume, T = température, R = constante

La conservation de cette égalité se traduit par :

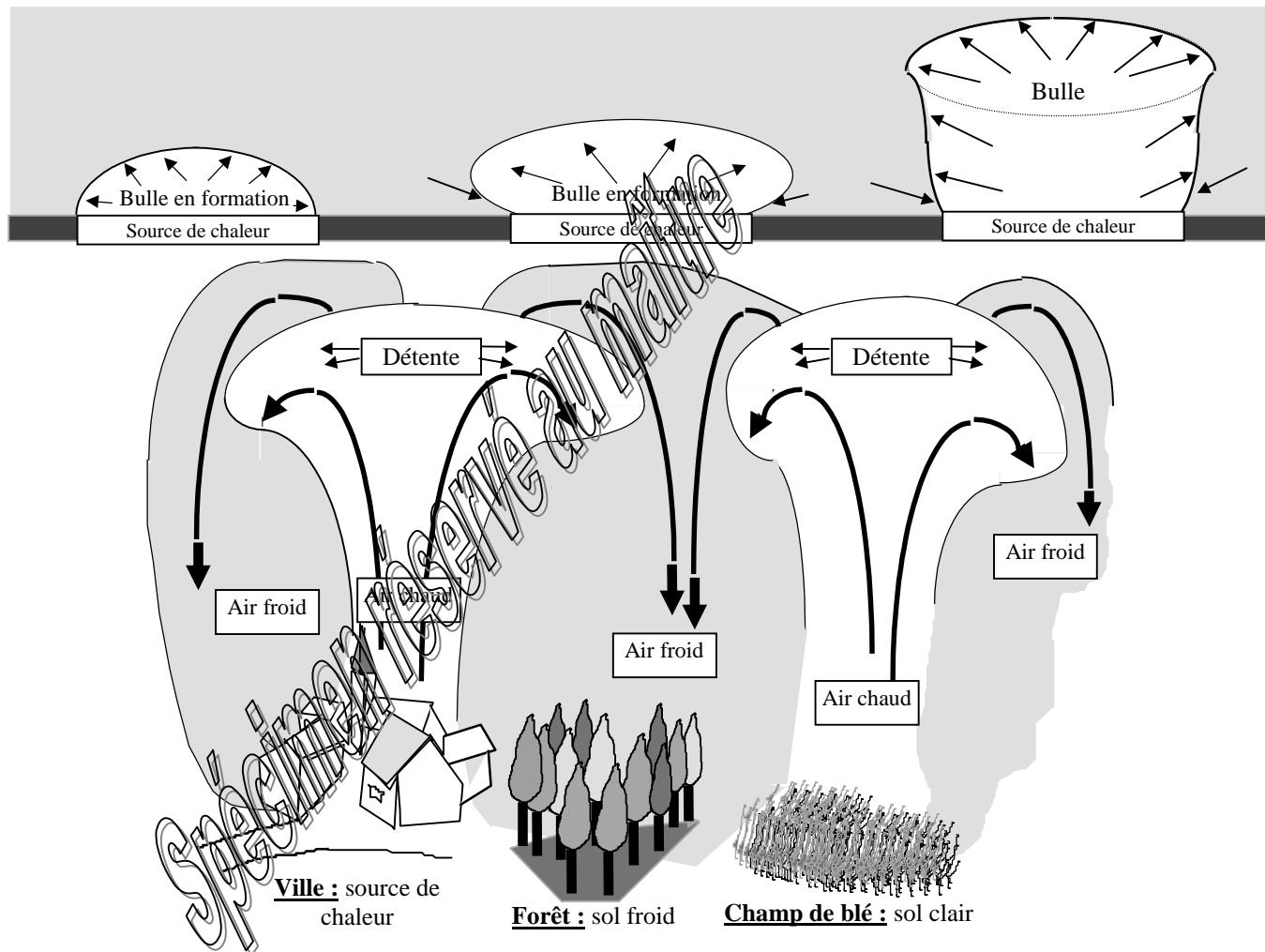
1/ la compression (augmentation de pression) provoque *l'échauffement du gaz (air)*

2/ la détente (diminution de la pression) provoque *refroidissement du gaz (air)*

Ces variations thermiques sont à l'origine de mouvements verticaux de masses d'air, mouvements que l'on appelle *ascendance*. On constate :

La masse d'air la plus chaude *monte*. Son déplacement s'appelle *ascendance* thermique

La masse d'air la plus froide *descends*



Lorsque l'air chaud monte, la pression diminue, et par conséquent l'air se *refroidit*

Ce *refroidissement* est appelé : *refroidissement adiabatique* car il s'effectue sans échange de chaleur avec une autre masse d'air .

A l'inverse, lorsque l'air froid descend, il se *réchauffe* . Ce *réchauffement*

est appelé *réchauffement adiabatique* car il s'effectue sans échange de chaleur avec une autre masse d'air .

Ils sont le résultat d'une condensation de l'humidité par refroidissement. Ce refroidissement peut se réaliser suivant 3 modes :

- par échanges thermiques : rayonnement solaire et échange avec une autre surface
- par mélange de 2 masses d'air : rencontre turbulente entre deux masses d'air de Températures différentes
- par détente de la masse d'air : transformations adiabatiques par variation de pression

Ils se définissent comme : nappes de fines gouttelettes en suspension dans l'air et en contact avec le sol. On dit qu'il y a brouillard lorsque la visibilité horizontale est inférieure à 1 km et brume lorsque la visibilité horizontale est comprise entre 1 et 2 km

### BRUME SÈCHE

Formée de particules solides microscopiques en suspension dans l'air (poussières, sel, fumées....), l'humidité relative ne dépassant pas 60%

### BRUME HUMIDE

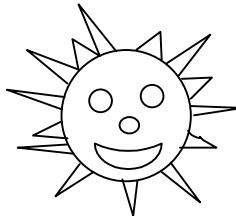
Visibilité horizontale entre 1 et 2 km Formée de fines gouttelettes d'eau, il se produit par de fortes humidités relatives proches de 100 %

### BROUILLARD DE RAYONNEMENT

Phénomène local apparaissant en situation anticyclonique. Il se produit par ciel clair (sans nuages), généralement de nuit et par vent calme de 2 à 5 kt. Il est dû au refroidissement de l'air (sans apport d'humidité) en contact avec un sol plus froid. Son épaisseur peut varier de 1 à 100 m, généralement de 50 à 100m. De jour, si le sol ne se réchauffe pas suffisamment il peut persister toute la journée. Inversement, il peut naître qu'en fin de nuit (aux températures les plus basses) et ne persister que jusqu'en tout début de matinée.

### BRUME SÈCHE

Campagne 0,05 à 0,15 mg/m<sup>3</sup>  
Grandes villes 0,40 à 0,75 mg/m<sup>3</sup>  
Bassins industriels 3,00 à 100,00 mg/m<sup>3</sup>



### Evolution journalière du brouillard de rayonnement

Il apparaît le soir par refroidissement de l'air  
Il se dissipe en journée par réchauffement de l'air

### BROUILLARD D'ADVECTION

Il est dû au refroidissement d'une masse d'air humide en mouvement (vent de 5 à 15 kt) passant sur une surface de sol plus froid (Masse d'air tropical se déplace vers de plus hautes latitudes). Il peut se produire par vent fort (5 à 15 kt) de nuit comme de jour et son épaisseur atteint 100 à 300 mètres. Il peut persister plusieurs jours sans variation diurne

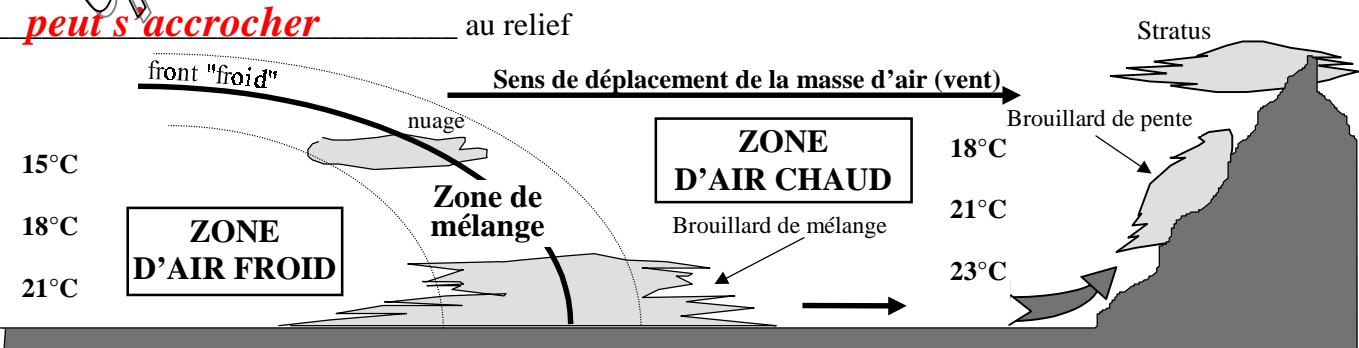
### BROUILLARD DE MÉLANGE

Il est dû au mélange de deux masses d'air de température différentes et non saturées mais d'humidités relatives importantes. Il se forme dans la zone de mélange située de part et d'autre de la surface de contact (front) des deux masses d'air.

### BROUILLARD DE PENTE

Il se forme dans une masse d'air calme humide et qui remonte la pente d'un terrain. Cette masse d'air se refroidit adiabatiquement, ce qui conduit à la condensation.

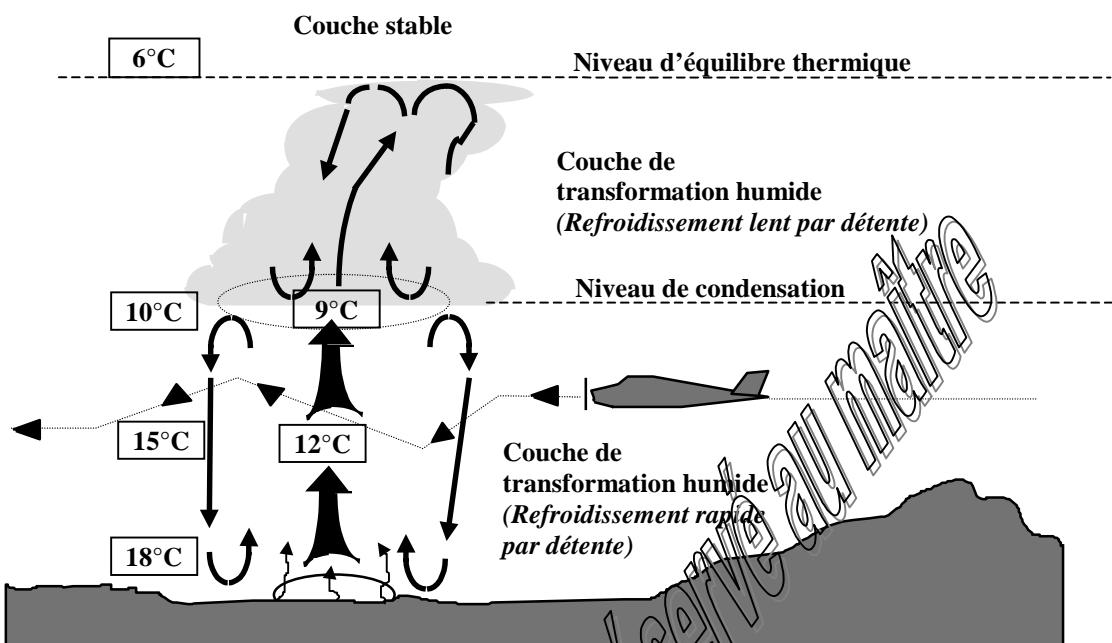
Ce brouillard peut évoluer en un nuage appelé stratus. Il est dangereux pour l'aéronautique car il peut s'accrocher au relief



Les nuages cumuliformes ou nuages de la famille des cumulus, sont des nuages de caractère instable et à développement vertical. Ils se forment par condensation de l'humidité de l'air lors d'un refroidissement adiabatique obtenu par élévation d'une masse d'air selon 3 modes possibles :

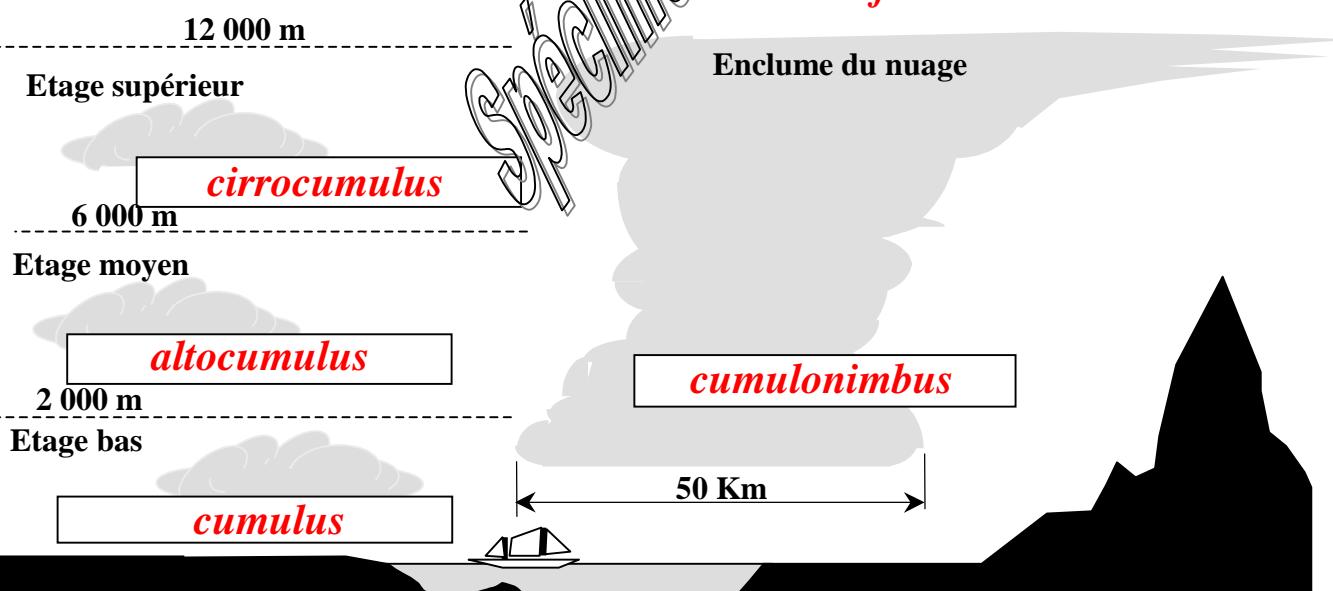
- ascendances thermiques convection verticale d'air chaud se refroidissant
- ascendance orographique contournement vertical du relief par la masse d'air en mouvement (vent)
- ascendance synoptique soulèvement d'une masse d'air chaud par une masse d'air froid se glissant en dessous

**Stabilité et instabilité :** les mouvements verticaux représentent des turbulences pouvant être dangereuses pour l'aviation. Le sommet du nuage correspond à l'altitude à laquelle cessent les mouvements verticaux.



**Classification des nuages cumuliformes :** ils se classent suivant leur Altitude et extension verticale

Les nuages de l'étage bas ( **cumulus** ) se composent de gouttelettes d'eau tandis que ceux de l'étage supérieur ( **cirrocumulus** ) se composent de cristaux de glace en suspension. Les nuages de l'étage moyen ( **altocumulus** ) se composent de gouttelettes en surfusion (état instable)

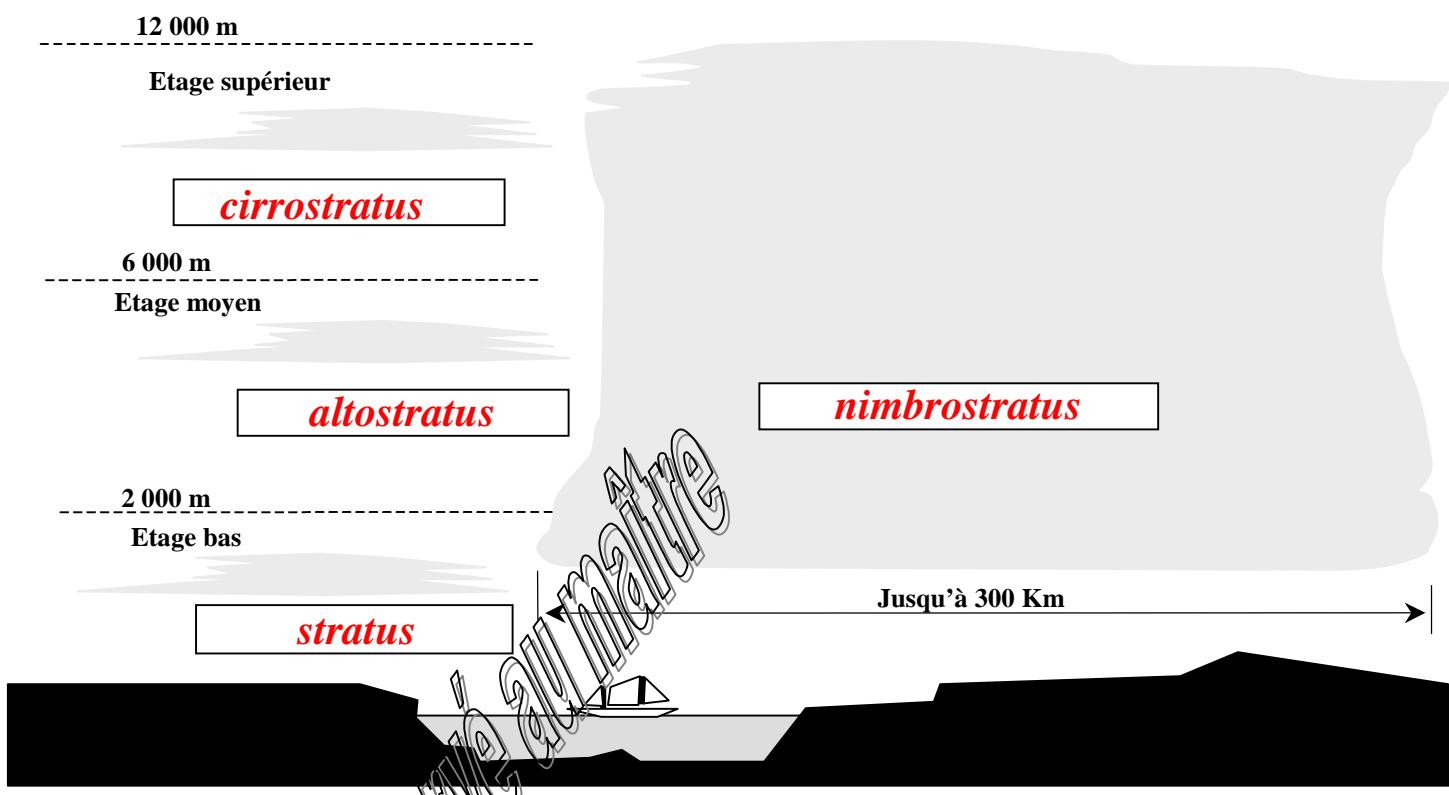


Les nuages stratiformes ou nuages de la famille des stratus, sont des nuages filandreux de caractère stable et à développement horizontal. Ils se forment par condensation de l'humidité de l'air lors du refroidissement d'une masse d'air selon 3 modes possibles :

- échanges thermiques par rayonnement solaire ou par conduction
- échanges thermiques par mélange de deux masses d'air
- faible ascendance synoptique ou orographique soulèvement de la masse d'air par une masse d'air plus froide ou contournement vertical d'obstacle

**Classification des nuages stratiformes** : ils se classent suivant leur altitude et extension horizontale

Les nuages de l'étage bas ( stratus ) se composent de fines gouttelettes d'eau tandis que ceux de l'étage supérieur ( cirrostratus ) se composent de cristaux de glace en suspension. Les nuages de l'étage moyen ( altostratus ) se composent de gouttelettes en surfusion (état intermédiaire)



## LES CIRRUS



Les cirrus sont des nuages hauts altitude ( 5 à 11 km). Ils sont donc exclusivement constitués de cristaux de glace et se présentent sous la forme de surfaces minces et de filaments sinueux.

Leur formation est rapide et ils sont souvent annonciateurs de l'approche d'un front chaud ou d'une tempête.

**DÉFINITION**

Hydrométéores composés d'éléments d'un diamètre égal ou supérieur à 100 microns. Cette dimension correspond à une masse de 1/1 000 000 de gramme, masse suffisante et nécessaire pour que la particule puisse acquérir une vitesse de chute propre au cours de laquelle elle se développera en collectant les particules en suspension dans les étages inférieurs, jusqu'à parfois atteindre 4 à 5 cm.

**PRÉCIPITATIONS PROVENANT DE NUAGES A EXTENSION HORIZONTALE**

**La bruine** : Chute de très fines gouttelettes d'un diamètre inférieur à 0,5 mm et provenant de nuages bas à extension horizontale (nuages stratiformes). genre stratus et strato-cumulus). Ce type de précipitation occasionne une faible visibilité persistante dans les basses couches sur plusieurs dizaines de Km. On l'appelle communément la "crasse"

**La pluie** : De plus grande intensité que la bruine, les gouttelettes de 3 à 4 millimètres proviennent de nuages plus épais et de plus grande étendue. du genre altostratus et nimbrostratus.

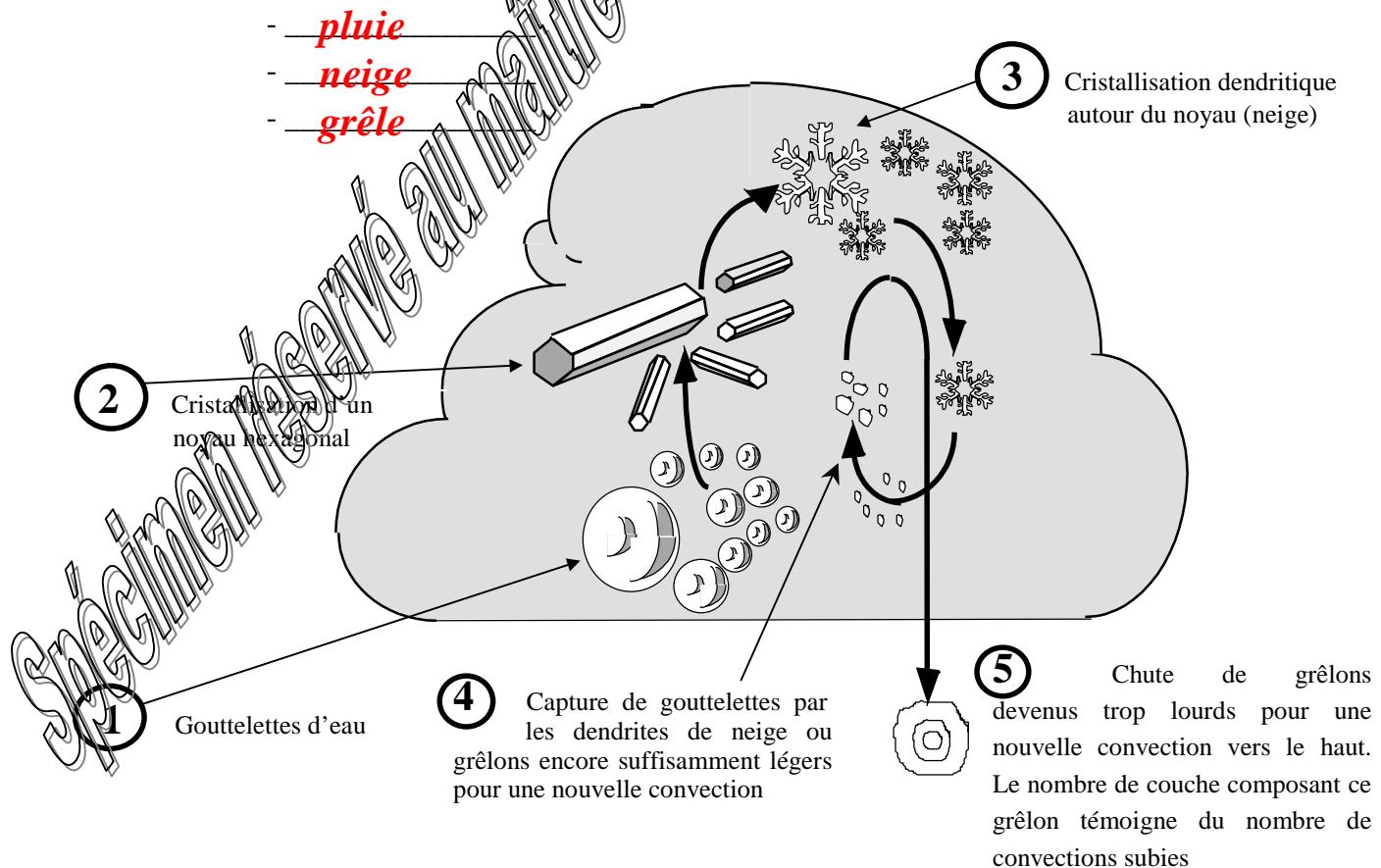
**La pluie surfondue** : Pluie de même origine que la précédente, mais dont les gouttelettes sont portées à température négative. Ces gouttelettes, à l'état instable de surfusion, se cristallisent au contact d'une surface (avion ou surface du sol) donnant un dépôt rapide d'une couche de verglas.

**La neige** : Troisième stade de la pluie, mêmes nuages et mêmes localisations, elle se caractérise par une température négative ayant provoqué la cristallisation des gouttelettes

**PRÉCIPITATIONS PROVENANT DE NUAGES A EXTENSION VERTICALE**

**La grêle** : Elle provient de nuages instables comme le cumulonimbus ou le cumulus à forte extension verticale d'au moins 5 000 mètres

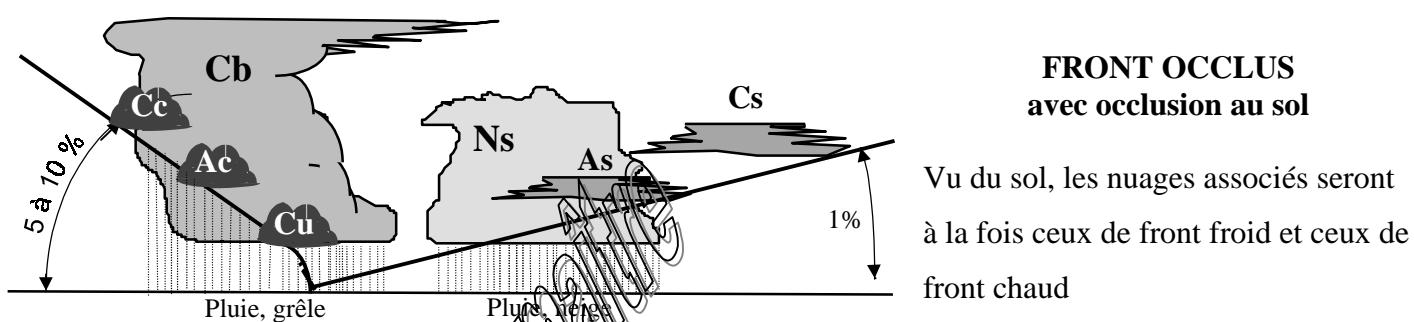
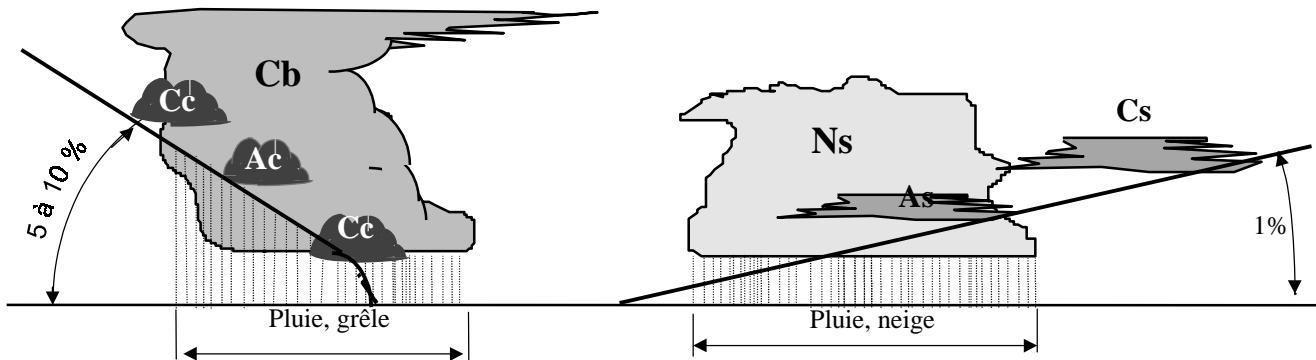
**Les averses** : Ce sont des précipitations brutales, intenses, très localisées et de courte durée. Elles proviennent de nuages instables et de très forte extension verticale. On distingue les averses de :



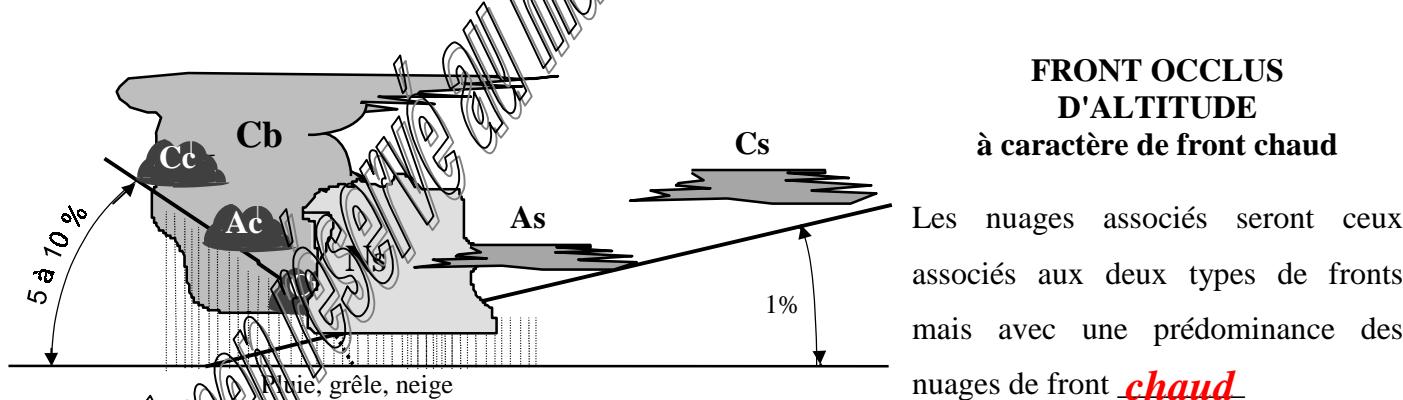
Le front froid présente une pente plus importante que celle du front chaud :

Les nuages associés au front froid seront des nuages à fort développement vertical et par conséquent de caractère instable et de la famille des cumuliformes

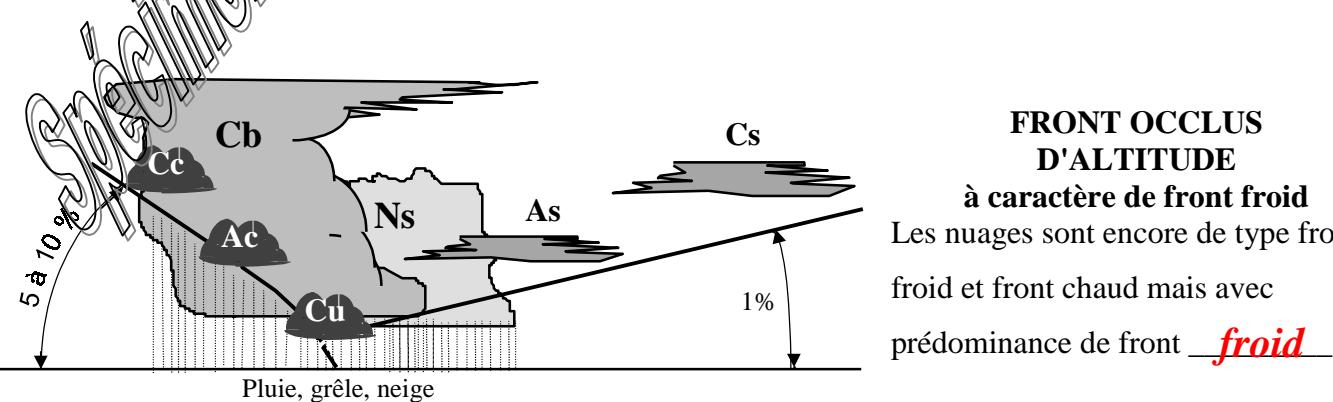
Les nuages associés au front chaud seront des nuages à fort développement horizontal et par conséquent de caractère stable et de la familles des stratiformes



Vu du sol, les nuages associés seront à la fois ceux de front froid et ceux de front chaud



Les nuages associés seront ceux associés aux deux types de fronts mais avec une prédominance des nuages de front chaud



Les nuages sont encore de type front froid et front chaud mais avec prédominance de front froid

## DÉFINITIONS RELATIVES A UN OBSTACLE NATUREL :

- On appelle versant "au vent", le versant orienté vers le vent
- On appelle versant "sous le vent", le versant à l'abri du vent

## MÉCANISME AÉROLOGIQUE

## DU COTE PENTE AU VENT :

la masse d'air remonte la pente et se refroidit adiabatiquement. Si cet air est humide, cela se traduit par la formation de nuages orographiques qui s'accrochent au relief

## DU COTE PENTE SOUS LE VENT :

## TROU DE FOEHN :

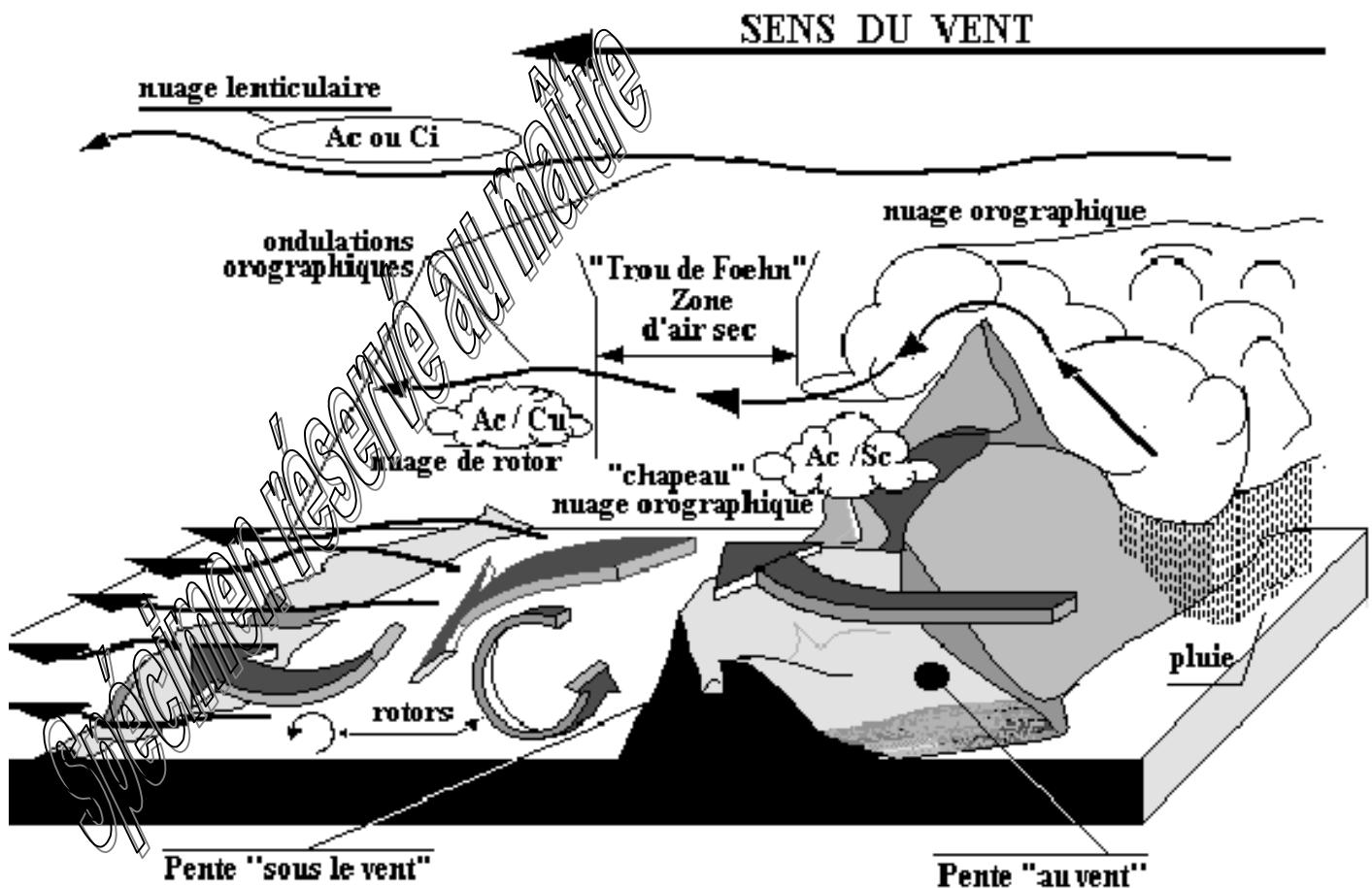
après l'obstacle, la masse d'air redescends et se réchauffe adiabatiquement faisant place à une zone de ciel clair (effet de Foehn).

## TURBULENCES :

La zone de pente sous le vent est le siège de tourbillons à axes horizontaux et appelés rotors, mouvements verticaux qui peuvent atteindre jusqu'à 8 m/s. Ces turbulences peuvent se remarquer par la présence de nuages de type Cumulus fractus

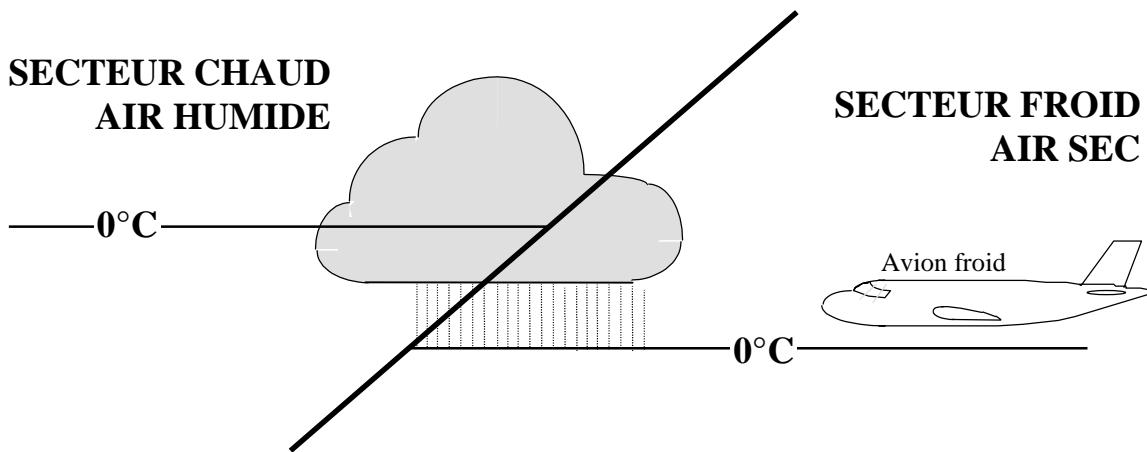
## ONDULATIONS :

Plus loin et plus haut, parfois même jusqu'à la tropopause, les rotors font progressivement place aux ondulations qui s'estompent avec l'éloignement. Ces ondulations se signalent souvent par des nuages lenticulaires de type altocumulus ou cirrus.



**LE GIVRAGE**

- Alourdissement de l'avion
- Déformation des profils aérodynamiques :
  - diminution de la portance et augmentation de la traînée
- Obstruction des capteurs et mise hors service des instruments correspondant
- blocage de commandes
- Réduction du rendement hélice et apparition de vibrations dangereuses
- Baisse de puissance moteur
- Givrage des vitres interdisant la visibilité à l'extérieur

**LES FONTS ACTIFS**

- Perturbations violentes dangereuses pour la structure
- appareil sensible en roulis et tangage
- Risque de rencontre avec des orages orographiques
- Risque de givrage
- atterrissage délicat

**CUMULONIMBUS et ORAGES**

Orages d'origines thermiques, orographiques ou frontaux.

Cumulonimbus visibles ou cachés dans la masse de nuages.

- Perturbations convectives dangereuses pour la structure et le contrôle du vol :
  - Rafales verticales rendant l'avion instable en roulis et tangage
  - Rafales au sol rendant l'atterrissage impossible sans risques de retournement
  - Foudroiement de l'appareil (rare), et éblouissement du pilote
  - Déreglement du compas magnétique
  - mise hors service des appareils de radio et radionavigation
  - Crête pouvant détériorer l'appareil
  - risque de givrage

**NUAGES BAS**

Stratus et nuages orographiques pouvant s'accrocher au relief

**BRUMES ET BROUILLARDS**

Il réduit considérablement la visibilité et sa formation peut être soudaine

1/ Le service météorologique annonce une température de 27°Celsius. La température absolue en Kelvin est de :

- 246
- 300
- 77
- 57

2/ L'unité de pression utilisée dans le système international et en aéronautique est :

- le pascal
- le newton
- le millimètre de mercure
- l'isobare

3/ les météorologistes mesurent la vitesse du vent avec :

- une girouette
- un machmètre
- tachymètre
- un anémomètre

4/ Le degré hygrométrique est :

- le degré de température utilisé dans l'échelle de mesure Kelvin
- le degré de température utilisé dans l'échelle de mesure Celsius
- le rapport entre la masse d'humidité contenue dans l'air et la masse d'humidité que peut contenir l'air
- la différence de température entre les deux thermomètres d'un hygromètre

5/ Quel instrument permet de mesurer l'humidité de l'air ?

- Le psychrographe
- L'hygromètre
- Le thermomètre sec
- Le pluviomètre

6/ L'appareil servant à mesurer la direction du vent s'appelle :

- une rose des vents
- un anémomètre
- une girouette
- un transmissomètre

7/ L'élément sensible d'un hygromètre est :

- une capsule anéroïde
- deux thermomètres, l'un humide et l'autre sec
- un cheveu
- une éponge

8/ L'atmosphère est composée de plusieurs couches atmosphériques. celle qui intéresse plus particulièrement les phénomènes météorologiques, s'appelle :

- troposphère
- stratosphère
- tropopause
- mésosphère

9/ La surface atmosphérique se situant vers 11000 m d'altitude est appelée :

- troposphère
- ionosphère
- stratosphère
- tropopause

10/ Aux latitudes moyennes et en conditions moyennes, on trouve la tropopause à une altitude d'environ :

- 8 000 m
- 11 000 m
- 17 000 m
- 20 000 m

11/ La pression atmosphérique provient :

- du poids de la vapeur d'eau contenue dans l'air
- du poids de la masse d'air située au-dessus du lieu d'observation
- du vent
- de l'échauffement de l'air par le soleil

12/ Selon l'atmosphère standard, le gradient de température en s'élevant en altitude est de :

- 2 °C par 1000 m
- 2°C par 1000 pieds
- + 2 °C par 1000 m
- + 2°C par 1000 pieds

13/ Au voisinage du niveau de la mer, la pression atmosphérique :

- augmente d'environ 1 hPa quand on s'élève de 28 ft
- diminue de 28 hPa quand on s'élève de 1ft
- diminue d'environ 1 hPa quand on s'élève de 28 ft
- diminue de 28 hPa quand on s'élève de 1ft

14/ A 5 000ft d'altitude selon l'atmosphère standard :

- la température est de + 15°C
- la température est de - 17,5°C
- la température est de + 5°C
- la température est de + 25°

15/ Dans une couche d'air, l'expression « inversion de température » signifie que la température :

- diminue quand l'altitude augmente
- est fluctuante
- est stable
- augmente quand l'altitude augmente

16/ A 5000 ft d'altitude selon l'atmosphère standard :

- la température est de + 15°C et la pression de 1013,25 hPa
- la température est de - 17,5°C et la pression de 700 Hpa
- la température est de + 5°C et la pression de 850 Hpa
- la température est de + 25°C et la pression de 750 Hpa

17/ Un aérodrome se trouve à 850 m d'altitude. Le QFE y sera inférieur au QNH de :

- 20 hpa
- 50 hpa
- 100 hpa
- 200 hpa

18/ Qu'est-ce qu'un front ?

- une étroite zone de transition entre une dépression et un anticyclone
- une ligne d'orages
- une étroite zone de transition entre deux masses d'air de températures différentes
- une large zone de pression atmosphérique uniforme et infranchissable

19/ Le symbole ci-contre sur une carte de météorologie, signifie :



- un front froid
- un front chaud
- l'absence de vent
- une courbe isobare

20/ Au voisinage d'un front chaud :

- l'air froid s'élève au-dessus de l'air chaud.
- l'air chaud s'élève au-dessus de l'air froid.
- l'air froid s'avance en repoussant l'air chaud devant lui.
- l'air chaud s'affaisse sous l'air froid.

21/ On appelle « anticyclone » une zone :

- de basses pressions
- d'égales pressions
- de vent faible
- de hautes pressions

22/ Un vent fort apparaît lorsque :

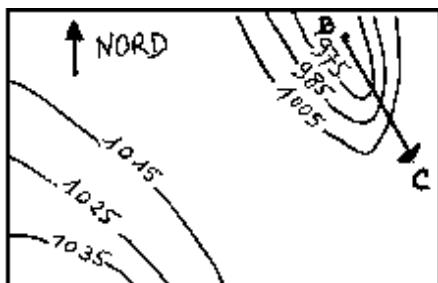
- les isobares sont éloignées
- les isobares sont resserrées
- les isothermes sont éloignés
- les isothermes sont resserrés et les isobares éloignées

23/ Le symbole ci-contre indique un vent du :



- a) 90° force 25 km/h      b) 270° force 25 km/h  
c) 27° force 25 kt      d) 90° force 25 kt

24/ Dans la situation décrite par la carte isobare jointe, un avion se rendant de B à C rencontrera :



- a) Des vents forts de sud-ouest  
b) des vents modérés du sud-est  
c) des vents forts de nord-ouest  
d) des vents faibles d'ouest

25/ Un vent du 225° souffle :

- a) vers le Sud-ouest      b) du Sud-est  
c) vers le Sud-est      d) du sud-ouest

26/Les vents dominants en France sont :

- a) le mistral qui est un vent du Sud et le vent d'Autan qui est un vent de Ouest  
b) la tramontane qui est un vent du Nord-Ouest et le vent d'autan qui est un vent du Nord  
c) le mistral qui est un vent du Sud, la tramontane qui est un vent du Nord-Ouest et le vent d'Autan qui est un vent du Sud-Est  
d) le mistral qui est un vent du Nord, la tramontane qui est un vent du nord-ouest et le vent d'Autan qui est un vent du Sud-Est

27/ Sur une carte météorologique la ligne qui relie tous les points d'égal pression est une ligne est :

- a) isogone      b) isotherme  
c) isobare      d) isobale

28/ Sur une carte des vents et températures, les lignes qui relient les points d'égal pression sont très proches les unes des autres. Vous en déduisez que :

- a) Les vents sont forts  
b) Les vents sont faibles et qu'il va pleuvoir  
c) Les vents sont forts et qu'il va pleuvoir  
d) La température va augmenter durant les prochaines heures

29/ A une altitude voisine du niveau de la mer, une pression atmosphérique de 1005 hPa signifie une zone :

- a) anticyclonique      b) de dépression  
c) de givrage probable      d) de crête

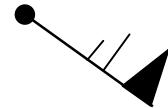
30/A une altitude voisine du niveau de la mer, une pression atmosphérique de 1035 Hpa signifie :

- a) une zone anticyclonique  
b) une dépression.  
c) une pression normalement moyenne  
d) qu'il existe un risque important de givrage

31/ Quelle est la bonne description du vent représenté ainsi sur une carte TEMSI ?

Nord

- a) Vent du 315° de 31 noeuds  
b) Vent du 135° de 61km/h  
c) Vent du nord-est de 35m/s  
d) Vent du I35° de 65 noeuds



32/ Dans l'hémisphère nord, quand le pilote vole avec le vent de face, les hautes pressions sont :

- a) devant lui      b) derrière lui  
c) à sa droite      d) à sa gauche

33/ Comment appelle-t-on une zone où la pression atmosphérique varie peu au sein d'une surface géographique importante ?

- a) anticyclone.  
b) marée barométrique.  
c) col barométrique.  
d) marais barométrique.

34/ Dans l'hémisphère nord, comment souffle le vent par rapport aux centres de hautes et basses pressions ?

- a) le vent souffle des basses pressions vers les hautes pressions.  
b) le vent tourne autour d'une dépression dans le sens des aiguilles d'une montre.  
c) le vent tourne autour d'une dépression dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.  
d) il n'y a pas de vent.

35/ Dans l'hémisphère nord on constate que les vents associés à une dépression :

- a) se déplacent de l'ouest vers l'Est  
b) se déplacent de l'Est vers l'ouest  
c) tournent dans le sens horaire autour de centre de cette dépression  
d) tournent dans le sens anti-horaire autour de centre de cette dépression

36/ On appelle « dorsale » :

- a) une crête de hautes pressions prolongeant un anticyclone  
b) une vallée de basses pressions prolongeant un anticyclone  
c) le centre d'un anticyclone  
d) une région dépourvue de nuages

37/ En ce qui concerne la circulation atmosphérique générale, la France est le plus souvent assujettie à :

- a) un anticyclone dont la position moyenne est sur l'Islande et une dépression aux Açores.  
b) une dépression dont la position moyenne est sur l'Islande et un anticyclone aux Açores.  
c) une dépression dont la position moyenne est sur la Mer du Nord et un anticyclone sur l'Espagne.  
d) une dépression sur la Bretagne et un anticyclone sur la Côte d'Azur.

38/ L'Autan est un vent souvent fort :

- a) de secteur nord soufflant dans la vallée du Rhône.  
b) de secteur ouest soufflant au Sud de la Corse.  
c) de secteur sud-est soufflant entre Carcassonne et Toulouse.  
d) ce n'est pas un vent.

**39/ L'été, la brise de mer s'installe :**

- a) dans l'après-midi
- b) au lever du soleil
- c) la nuit
- d) le soir

**40/ Une brise de vallée :**

- a) se renforce là où la vallée se resserre
- b) n'est jamais turbulente
- c) est plus forte sur les sommets
- d) se rencontre en plaine

**41/ La brise de mer :**

- a) Se lève le soir et se dirige vers la terre
- b) Ne peut apparaître par temps gris
- c) Résulte d'une dépression diurne sur la mer
- d) S'accompagne presque toujours d'entrées maritimes dangereuses pour la circulation aérienne

**42/ à l'approche de la nuit, en l'absence de tout gradient de vent (pas de vent), on peut s'attendre en bord de mer à rencontrer :**

- a) une brise de mer
- b) une brise de terre
- c) une brise montante
- d) aucune des réponses ci-dessus n'est exacte

**43/ La nuit, en l'absence de tout gradient de vent (pas de vent), on peut s'attendre en bord de mer à rencontrer :**

- a) un fort Mistral sur l'Atlantique
- b) une brise de terre
- c) une brise de mer
- d) aucune des réponses ci-dessus n'est exacte

**44/ L'ensemble des mouvements verticaux de l'air, ascendants et descendants, dus au réchauffement diurne du sol est appelé :**

- a) conduction
- b) coalescence
- c) subsidence
- d) convection

**45/ La turbulence d'origine thermique résulte de :**

- a) la stabilité de l'atmosphère
- b) l'humidité de l'air
- c) l'échauffement du sol
- d) l'échauffement des couches supérieures de l'atmosphère

**46/ Après le coucher du soleil, dans la plupart des cas, les très basses couches de l'atmosphère sont :**

- a) très stables
- b) en instabilité absolue
- c) avec un gradient thermique vertical proche de l'atmosphère standard
- d) en instabilité conditionnelle

**47/ La transformation de l'état de l'eau lorsqu'elle passe de l'état gazeux à l'état liquide s'appelle :**

- a) sublimation.
- b) condensation.
- c) évaporation.
- d) fusion

**48/ Le refroidissement d'une masse d'air provoque :**

- a) Une baisse de la pression atmosphérique
- b) Une condensation de la vapeur d'eau
- c) Une hausse de l'humidité relative de l'air
- d) Une diminution de la tension de vapeur d'eau

**49/ Le risque de brouillard par Saturation de l'air est d'autant plus grand que les deux températures du psychromètre sont :**

- a) voisines
- b) éloignées
- c) l'une positive et l'autre négative
- d) toutes deux négatives

**50/ La cause principale de la formation d'un nuage est :**

- a) l'augmentation de la pression atmosphérique
- b) le refroidissement d'une masse d'air humide
- c) le réchauffement d'une masse d'air humide
- d) la proximité d'une zone de basses pressions

**51/ Pour amener une masse d'air à saturation en humidité, il faut :**

- a) augmenter sa température
- b) diminuer sa température
- c) diminuer sa pression
- d) les propositions « b » et « c » sont exactes

**52/ Un arbre situé à 1 km est visible alors qu'un immeuble situé à 1,5 km ne l'est pas :**

- a) il y a de la brume
- b) il y a du brouillard
- c) la visibilité est insuffisante pour effectuer un vol VFR
- d) les réponses a- et c- sont exactes

**53/ Vous notez une visibilité horizontale en surface de 1,4 km. Il ne pleut pas et ne neige pas non plus. En météorologie, on dit alors qu'il y a :**

- a) de la brume
- b) de la bruine
- c) du brouillard
- d) du brouillard dense

**54/ La cause la plus fréquente de formation des nuages dans l'atmosphère est :**

- a) un soulèvement d'un ensemble de particules d'air humide.
- b) un affaissement d'un ensemble de particules d'air humide.
- c) un réchauffement de l'air en altitude, au niveau des nuages.
- d) le changement de saison.

**55/ Un altocumulus est un nuage :**

- a) de l'étage inférieur de l'atmosphère
- b) de l'étage moyen de l'atmosphère
- c) de l'étage supérieur de l'atmosphère
- d) à grande extension verticale

**56/ On appelle "Stratus" :**

- a) un nuage isolé, à base horizontale, dont le sommet, d'un blanc éclatant a souvent l'aspect d'un chou-fleur.
- b) un nuage semblable à de fins cheveux blancs et dont l'altitude est très élevée.
- c) un nuage uniforme, gris et dont la base souvent située près du sol est rendue floue par la brume ou le brouillard.
- d) une accumulation de neige sur plusieurs couches

**57/ Les stratus sont des nuages :**

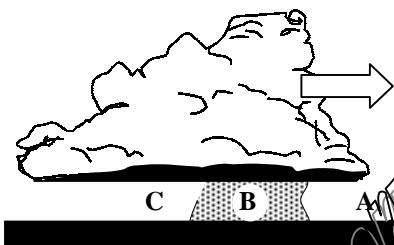
- a) dangereux à cause des turbulences et précipitations qui lui sont associées
- b) dangereux par la faible hauteur de leur base
- c) permettent le vol à voile grâce aux ascendances qui leur donne naissance
- d) de grande étendue verticale

- 58/ Un des groupes ne comporte que des nuages stables, lequel ?  
 a) St, Cb, Ac, Ci  
 b) As, Cs, St, Ci  
 c) Cu, Cc, Sc, Ac  
 d) Ns, Cb, Ci, Ac

- 59/ Les nuages instables sont :  
 a) cumulonimbus, cumulus, nimbostratus  
 b) altostratus, cumulus, nimbostratus  
 c) cumulonimbus, cumulus, stratocumulus  
 d) cumulonimbus, stratus, cirrus

- 60/ L'un des groupes de nuages ci-après ne contient que des nuages stables. Lequel :  
 a) Stratus, cumulonimbus, altocumulus, cirrus  
 b) Altostratus, cirrostratus, stratus, cirrus  
 c) Cumulus, cirrocumulus, stratocumulus, altocumulus  
 d) Nimbostratus, cumulonimbus, cirrus, altocumulus

- 61/ Vous observez le nuage ci-dessous, un groupe de personnes situées au point "A" peut s'attendre dans un proche avenir à recevoir :  
 a) une averse de grêle ou une averse de pluie  
 b) de la pluie surfondue  
 c) une petite pluie fine pouvant durer toute la journée sans interruption  
 d) aucune des propositions ci-dessus n'est exacte



- 62/ L'orage est caractéristique  
 a) du nimbostratus.  
 b) du cumulonimbus.  
 c) du stratus.  
 d) de l'altostratus.

- 63/ La grêle provient du nuage suivant :  
 a) stratus  
 b) cumulonimbus  
 c) altostratus  
 d) cirrostratus

- 64/ Sous quels nuages peut-on observer des averses ?  
 a) gros cumulus, cumulonimbus.  
 b) nimbus, nimbostratus.  
 c) stratus, stratocumulus.  
 d) cirrus, cirrocumulus.

- 65/ Les nuages d'orage sont :  
 a) les stratus  
 b) les cirrus  
 c) les cumulonimbus  
 d) les cumulus

- 66/ La lecture sur une carte TEMSI des symboles ci-dessous, signifie :  
 a) Forte pluie se congelant  
 b) Averses de neige  
 c) Brume sèche avec turbulence faible  
 d) Brouillard avec givrage faible



- 67/ Sur une carte Temsi, quelle est la signification de ce symbole :  
 a) turbulence en ciel clair  
 b) averse de neige  
 c) montagne russe  
 d) givrage fort

- 68/ La surface séparant une masse d'air froid d'une masse d'air chaud, au voisinage de laquelle on observe des précipitations, est appelée :  
 a) dorsale  
 b) système nuageux.  
 c) thalweg.  
 d) surface frontale.

- 69/ Les nuages annonçant l'arrivée d'un front chaud sont généralement des :  
 a) stratus  
 b) cumulus  
 c) cirrus  
 d) strato-cumulus

- 70/ L'apparition dans le ciel de nuages du type Cirrus annonce :  
 a) l'arrivée d'une masse d'air chaud  
 b) un réchauffement par rayonnement des basses couches de l'atmosphère  
 c) un changement de temps dans les heures qui suivent  
 d) la mise en place d'un air stable pour plusieurs jours

- 71/ On appelle "traîne", une zone :  
 a) s'étendant à l'avant d'un front froid et se caractérisant par des nuages bas de type stratus.  
 b) de perturbations avec fortes averses et située entre un front froid et un front chaud  
 c) calme située à l'arrière d'un cumulonimbus et se caractérisant par des nuages bas de type stratus  
 d) s'étendant à l'arrière d'un front

- 72/ L'occlusion est une zone :  
 a) généralement peu active  
 b) avec orages fréquents mais toutefois avec une visibilité correcte  
 c) toujours sans nuages  
 d) nuageuse, pluvieuse et risque de plafond bas

- 73) D'après le schéma ci-contre, indiquez la position des différents fronts constitutifs de la perturbation B, C et D  
 a) Front froid - front chaud - front occlus  
 b) Front occlus - front chaud - front froid  
 c) Front chaud - front froid - front occlus  
 d) Front chaud - front occlus - front froid



- 74/ Dans la zone de convergence des trois fronts (A) sur le croquis, on observera :  
 a) Un ciel de front  
 b) Un ciel de corps  
 c) Un ciel de marge  
 d) Un ciel de traîne

- 75/ dans une perturbation, le secteur nuageux appelé «traîne» est situé :  
 a) à l'avant d'un front chaud.  
 b) à l'arrière d'un front chaud.  
 c) à l'avant d'un front froid.  
 d) à l'arrière d'un front froid.

76/ Un planeur se dirige vers une montagne, vent de face, et s'approche d'un nuage isolé, ressemblant à un cumulus. Son variomètre indique soudain - 7m/sec.

Cela s'explique par :

- a) L'effet de fœhn
- b) L'instabilité de l'atmosphère
- c) L'entrée dans un courant de rotor
- d) Une forte convection thermique

77/ En plaine, les conditions favorables à la pratique du vol à voile sont réunies dans le cas suivant :

- a) Couverture végétale variée, bon ensoleillement, instabilité modérée de l'atmosphère
- b) Beau temps sec et froid, vent du nord-est modéré
- c) Temps chaud, atmosphère instable, formation de gros cumulus dès le matin
- d) Atmosphère stable, couverture végétale variée, voile de Stratus

78/ On peut parcourir de très longues distances en planeur en exploitant les phénomènes suivants :

- a) Brise de pente
- b) Couche d'inversion
- c) Rue de nuages
- d) Ligne de grains

79/ Au sol, l'altimètre est calé de manière à ce qu'il indique zéro. Dans la fenêtre des pressions on peut lire :

- a) 760
- b) 1013
- c) le QNH
- d) Le QFE

| Réponses QCM Aérologie - Météorologie |     |    |     |    |     |    |     |    |     |
|---------------------------------------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
| N°                                    | Rép | N° | Rép | N° | Rép | N° | Rép | N° | Rép |
| 1                                     | b   | 21 | d   | 41 | b   | 61 | a   |    |     |
| 2                                     | a   | 22 | b   | 42 | b   | 62 | b   |    |     |
| 3                                     | d   | 23 | d   | 43 | b   | 63 | b   |    |     |
| 4                                     | c   | 24 | a   | 44 | d   | 64 | a   |    |     |
| 5                                     | b   | 25 | d   | 45 | c   | 65 | c   |    |     |
| 6                                     | c   | 26 | d   | 46 | a   | 66 | d   |    |     |
| 7                                     | c   | 27 | d   | 47 | b   | 67 | d   |    |     |
| 8                                     | a   | 28 | a   | 48 | c   | 68 | d   |    |     |
| 9                                     | d   | 29 | b   | 49 | a   | 69 | c   |    |     |
| 10                                    | b   | 30 | a   | 50 | b   | 70 | a   |    |     |
| 11                                    | b   | 31 | d   | 51 | d   | 71 | d   |    |     |
| 12                                    | b   | 32 | d   | 52 | d   | 72 | c   |    |     |
| 13                                    | c   | 33 | d   | 53 | a   | 73 | c   |    |     |
| 14                                    | c   | 34 | c   | 54 | a   | 74 | b   |    |     |
| 15                                    | d   | 35 | d   | 55 | b   | 75 | d   |    |     |
| 16                                    | c   | 36 | a   | 56 | c   | 76 | c   |    |     |
| 17                                    | c   | 37 | b   | 57 | b   | 77 | a   |    |     |
| 18                                    | c   | 38 | c   | 58 | b   | 78 | c   |    |     |
| 19                                    | b   | 39 | a   | 59 | c   | 79 | d   |    |     |
| 20                                    | b   | 40 | a   | 60 | b   |    |     |    |     |

