

MANUEL DU BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



AIRFRANCE 



Préambule

Voici la 3ème édition du manuel BIA élaboré sous la direction du CIRAS de Toulouse et auxquels ont contribué des formateurs de l'Education Nationale, de l'association Un Morceau de Ciel Bleu, de l'ENAC et de l'armée de l'Air.

Comme dans les versions précédentes, le texte est limité au strict nécessaire, ce qui laisse une grande liberté pédagogique au formateur.

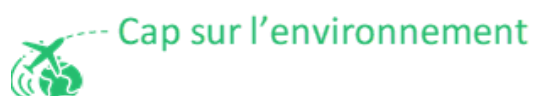
Chacun des 5 chapitres est structuré en 3 ou 4 parties indépendantes, correspondant à une session de formation d'environ 2 heures, incluant éventuellement visionnage de vidéos, lectures de documents, cartes, ... et présentations de maquettes, instruments, pièces, ...

Le vocabulaire anglais est ventilé intégralement au sein de chaque chapitre.

Le cours de cette année présente une nouveauté avec l'introduction de **certains aspects environnementaux relatifs au monde de l'aviation**.

Le secteur aérien a un impact avéré sur l'environnement et ses acteurs en ont conscience : on évalue aujourd'hui que l'aérien représente **2,5% des émissions mondiales de CO2, et 4% du réchauffement climatique**. Toutefois, c'est un secteur en constante évolution, qui met beaucoup de moyens en œuvre pour réduire au maximum son empreinte écologique, et ce **sur tous les plans** : conception, exploitation, maintenance, recyclage et réutilisation des matériaux...

Dans l'édition BIA, nous avons introduit des pastilles informative sur la transition écologique dans l'aérien. Vous les reconnaîtrez grâce aux logos « Cap sur l'environnement » disséminés dans les cours.



La plupart des figures sont en principe libres de droit et appartiennent à leurs auteurs respectifs. Merci de nous signaler toute omission.

Nous remercions en particulier chaleureusement D. Vioux, webmaster du site « www.lavionnaire.fr », qui nous a autorisés à reproduire ses schémas. Nous incitons tous les candidats et les passionnés à consulter son remarquable site.

Présentation du programme

Afin d'acquérir les connaissances nécessaires pour se présenter à l'examen du BIA (Brevet d'Initiation Aéronautique), des cours sur les 5 thématiques, ci-dessous, seront dispensés par des intervenants connaissant le monde de l'aéronautique.

Voici les cinq thématiques:

- **Aérodynamique, aérostatique et principes du vol**
- **Etude des aéronefs et des engins spatiaux**
- **Météorologie et aérologie**
- **Navigation, réglementation, sécurité des vols**
- **Histoire et culture de l'aéronautique et du spatial**

En plus de celles-ci, vous retrouverez, à la fin de chaque chapitre, des notions d'anglais reprenant les éléments principaux vus dans la thématique, ainsi que plusieurs pastilles sur la transition écologique.

S'appuyant sur le nouveau programme BIA (2015) de l'Education Nationale, ce document est un complément des cours dispensés en classe ainsi qu'au travail personnel.

Il reprend simplement l'ensemble des notions mais n'est en aucun cas suffisant pour acquérir les connaissances pour se présenter à l'examen.

Soyez curieux et développez votre passion pour l'aéronautique ! Cela vous procurera une énorme satisfaction.



Bonne formation à tous et bon vol !

Rédacteur principal

P. Le Bris (CIRAS Toulouse, Association Un Morceau de Ciel Bleu)

Relecture et mise à jour

J.C Oules (animateur CIRAS)

J.P Celton (Enseignant ENAC)

Contributions

Enseignants de l'Education Nationale

J.C. Kraemer - F. Robert - C. Pineau - F. Henaut

CIIRAA (Armée de l'Air)

P. Ballester (Responsable BIA Lycée Paul Riquet)



Groupe BIA AF Environnement - **Membres de l'association Aérien Ambassadeurs** **Avenir**

A. Rancher - D. Godelu A. Villevieille - M. Maillet - E. Rougon

Mise en forme et maquettage du manuel

Raphaël Le Bris (Association Morceau de Ciel Bleu)

Sommaire

Chapitre 1 : Étude des aéronefs et des engins spatiaux	1
Partie 1 : La Classification des aéronefs.....	3
I. Les familles d'aéronefs	3
A. Les Aérostats.....	3
B. Les Aérodynes	4
II. La Composition générale des aéronefs.....	7
III. Les véhicules aérospatiaux ou spatiaux	8
A. Les lanceurs.....	8
B. Les satellites	9
Partie 2 : Les Cellules.....	11
I. La Structure d'une cellule.....	11
A. Les Forces et les contraintes s'exerçant sur un avion.....	11
B. Les matériaux	12
C. La structure du fuselage	14
D. Structure de la voilure	16
II. La voilure	16
A. Emplanture.....	17
B. Géométrie.....	17
. Géométrie.....	17
C. Caractéristiques	19
D. Le Dièdre.....	19
III. Empennages et gouvernes.....	20
A. L'empennage	20
B. La gouverne de profondeur	22
C. Les ailerons.....	22
D. La gouverne de direction.....	22
IV. Le train d'atterrissage :	23
Partie 3 : Les Groupes Motopropulseurs (G.M.P.).....	26
I. L'Hélice	26
A. La Composition	26
B. Le Fonctionnement.....	27
C. Les différents types d'hélices.....	28
II. Les moteurs à pistons	28
A. La Composition	28
B. Le fonctionnement d'un moteur thermique.....	29

C.	L'Alimentation en carburant.....	30
D.	L'Elaboration du mélange air-essence	30
E.	L'Allumage	31
III.	Les turboréacteurs.....	31
A.	Le principe de fonctionnement	31
B.	Le Principe du Réacteur à simple flux.....	32
C.	Le Turboréacteur à double flux	32
IV.	Les autres turbomachines.....	33
A.	Le Turbopropulseur	33
B.	Le Turbomoteur.....	34
C.	Le Statoréacteur.....	35
Partie 4 :	Les Instruments de bord.....	36
I.	Les instruments barométriques.....	37
A.	L'Anémomètre (Airspeed Indicator) ou Badin	37
B.	L'Altimètre (Altimeter)	38
C.	Le Variomètre (Vertical Speed Indicator).....	39
II.	Les instruments gyroscopiques	41
A.	L'indicateur de virage (Turn and Slip Indicator)	41
B.	La Bille	42
C.	L'horizon artificiel (Artificial Horizon ou Attitude Indicator)	43
D.	Le conservateur de cap ou directionnel (Heading Indicator ou Directional Gyro Indicator DGI)	44
E.	Le compas (Magnetic Compass) (Instrument non gyroscopique)	45
III.	Les autres instruments.....	46
A.	Les instruments de radionavigation	46
B.	Les instruments de contrôle.....	46
C.	Les EFIS (Electronic Flight Information Systems).....	46
Complément :	English vocabulary	47
I.	Aircraft types.....	47
II.	Aircraft composition and structure	49
III.	Landing gear ; Wheel Layouts	50
IV.	Wings and controls	51
Wings angle	52	
Wings shapes	53	
Tails designs.....	54	
V.	Engines.....	56

Chapitre 2 : Aérodynamique, aérostatique et principes du vol	61
Partie 1 : Aérodynamique :	63
I. Comment vole un avion ?.....	63
A. Les Caractéristiques d'un profil d'aile :	63
B. L'écoulement de l'air autour du profil.....	63
C. L'angle d'incidence.....	64
D. Les forces aérodynamiques.....	65
E. Portance et trainée	65
F. Foyer	67
G. Exemples de profil	67
II. Etude de la polaire.....	69
A. Etude du coefficient de portance.....	69
B. Le décrochage	69
C. Etude du coefficient de trainée	70
D. La polaire d'une aile	73
E. La finesse	74
III. Caractéristiques d'une voilure	75
A. Caractéristiques géométriques.....	75
B. Becs et volets.....	77
C. Autres dispositifs.....	79
Partie 2 : Etude du vol stabilisé :.....	81
I. Les forces en jeu	81
A. En palier	82
B. En montée	82
C. En descente.....	82
II. Tangage-Roulis-Lacet	83
A. L'Axe de Tangage.....	83
B. L'Axe de Roulis	88
C. L'axe de Lacet.....	90
III. Le Facteur de charge	92
A. En vol longitudinal.....	92
B. En virage symétrique.....	93
C. Facteur de charge et vitesse de décrochage.....	93
IV. Le décollage et l'atterrissage.....	94
A. Le décollage	94
B. L'atterrissage	95
Partie 3 : Aérostation et vol spatial :	96

I. L'aérostation.....	96
A. La poussée d'Archimède.....	96
B. Les ballons à air chaud	97
C. Les ballons à gaz	97
D. Contrôle de la trajectoire.....	97
II. Le vol spatial	98
A. Trajectoire de lancement et mise en orbite	98
B. Vol orbital et spatial	100
Complément : English vocabulary.....	101
I. Aerodynamics.....	101
II. Mechanics of flight	102
Chapitre 3 : Météorologie et aérologie	105
Partie 1 : Température, pression et vent.....	107
I. L'atmosphère.....	107
A. Qu'est-ce que l'atmosphère ?	107
B. La Composition de l'atmosphère.....	108
C. L'atmosphère « standard » ou de référence.....	108
II. La température et les échanges thermiques.....	109
A. La température.....	109
B. Variations de température.....	109
C. Echanges thermiques.....	110
III. La pression et le vent.....	111
A. La Pression de l'atmosphère	111
B. La Mesure de la pression atmosphérique	112
C. Les Champs de pression	112
D. Les Calages altimétriques.....	114
E. La Mesure, la direction et l'observation du vent.....	115
IV. Les perturbations et les fronts.....	117
A. La circulation atmosphérique.....	117
B. Les Masses d'air	118
C. Les fronts.....	119
Partie 2 : Nuages et précipitations	120
I. L'eau dans l'atmosphère	120
A. Humidité	120
B. Autres phénomènes.....	121
C. La Trainée de condensation	122
II. Formation des nuages.....	122

A. Cas de la stabilité :.....	124
B. Cas de l'instabilité :.....	125
III. Classification des nuages.....	125
A. Noms des nuages.....	126
B. Les nuages associés aux fronts.....	127
IV. Les précipitations.....	127
A. La formation des précipitations.....	127
B. La classification des précipitations.....	128
Partie 3 : Les phénomènes dangereux pour l'aéronautique.....	130
I. Brumes et brouillards.....	130
A. La Brume.....	130
B. La Brume sèche.....	130
C. Le Brouillard.....	130
II. Le givrage.....	131
A. Catégories de givrage.....	131
B. La Prévention / l'Élimination.....	133
III. Les cumulonimbus.....	134
IV. Les phénomènes météorologiques locaux.....	135
A. L'effet de Foehn.....	135
B. La Brise.....	136
C. Les ondes orographiques et la turbulence.....	137
D. Le Jet-stream ou Courant Jet.....	138
E. Les vents locaux.....	139
Partie 4 : L'information météorologique.....	140
I. Les cartes.....	140
A. Carte TEMSI- (TEMps Significatif).....	140
B. La Carte des vents et des températures prévues.....	142
II. Les messages.....	143
A. METAR : (METeorological Aerodrome Report ou METeorological Airport Report).....	143
B. Le TAF (Terminal Area Forecast).....	145
III. Le dossier météo.....	145
English vocabulary.....	147
Weather Vocabulary.....	147
Weather map and wind strength.....	150
Chapitre 4 : Navigation, réglementation, sécurité des vols.....	151
Partie 1 : Réglementation et sécurité.....	153

I. Organismes chargés de la Réglementation	153
II. Licences et Brevets	154
III. Certification, équipement et entretien des aéronefs.....	156
A. Certification et immatriculation	156
B. Signalisation des aéronefs	158
C. Autres équipements et sécurités.....	159
IV. Facteurs humains et accidents.....	160
A. Les règles de bon sens de la réglementation aérienne	160
B. Les effets de l'altitude	161
C. Les effets des accélérations	162
Partie 2 : Circulation aérienne	163
I. Les zones aéronautiques.....	163
A. VFR (Visual Flight Rules) ou « Vol à vue »	163
B. Rappel sur les niveaux de vol.....	164
C. Les espaces contrôlés	165
D. Les services de la circulation aérienne	168
E. Les Moyens de contrôle de la circulation aérienne	169
II. L'Aérodrome	171
A. Aérodrome contrôlé / non contrôlé.....	171
B. Les installations	171
III. Règles de vol.....	173
A. Règles de priorité	173
B. Le Circuit d'aérodrome	174
C. Communication en cas de panne radio.....	174
D. Hauteurs de survol.....	175
Partie 3 : Principes et outils de la Navigation	177
I. La mesure du temps.....	177
A. Le Mouvement de la Terre autour du Soleil	177
II. Se repérer sur la Terre	178
A. Les parallèles	179
B. Les méridiens.....	180
C. Les Cartes	180
III. Déclinaison et dérive	185
A. La déclinaison	185
B. Cap, route et dérive	186
IV. Méthodes de navigation :	187
A. Le cheminement à vue.....	187

B. L'estime	188
C. La radionavigation	188
Partie 4 : Préparer son vol.....	192
I. Préparation de la navigation	192
A. La Carte VAC.....	192
B. Mesure de distance	193
C. Estimation des vitesses sol.....	195
D. Log de Navigation.....	197
E. Calcul du carburant	198
II. Avant le départ.....	198
A. Les NOTAM (Notice To AirMen).....	198
B. Les cartes météo	198
C. Le Plan de vol	200
D. Les documents à emporter.....	200
English vocabulary	202
Chapitre 5 : Histoire et culture de l'aéronautique et du spatial.....	206
Partie 1 : Les débuts.....	208
I. Du mythe à la réalité.....	208
II. Les aérostats	210
A. Les ballons.....	210
B. Les ballons dirigeables.....	211
III. Les pionniers de l'aviation (1890-1907)	213
IV. Les premiers records (1908-1913)	217
Partie 2 : D'une guerre à l'autre	221
I. La Première Guerre Mondiale (1914-1918)	221
A. Les missions aériennes	222
B. Les principaux évènements.....	223
C. Les As de la Première Guerre Mondiale :	225
D. Le bilan	226
II. L'Entre-Deux-Guerres (1919-1939)	227
A. Les grands Raids :	227
B. L'Aéropostale	232
C. Les débuts de l'aviation commerciale	235
III. La Deuxième Guerre Mondiale (1939-1945) :	237
A. L'avant-guerre	237
B. Les principaux évènements.....	239
C. Les As	242

D. Le bilan	243
Partie 3 : De 1945 à nos jours	246
I. Le « mur » du son	246
II. L'aviation militaire.....	247
III. L'aviation commerciale	249
IV. Les hélicoptères et les avions expérimentaux	253
A. Les hélicoptères	253
B. Les avions expérimentaux.....	253
Partie 4 : La conquête de l'espace.....	256
I. Les précurseurs	256
II. De Spoutnik à Apollo (1957-1972)	257
III. De Skylab à l'ISS (1973- aujourd'hui)	259
Pour s'entraîner:	262

Chapitre 3 : METEOROLOGIE ET AEROLOGIE



Ce chapitre est divisé en 4 parties :

Partie 1 : Température, pression et vents

Partie 2 : Nuages et précipitations

Partie 3 : Les phénomènes dangereux pour l'aéronautique

Partie 4 : L'information météorologique

Contenu du Chapitre :

Partie 1 : Température, pression et vent

- I. L'atmosphère
- II. La température et les échanges thermiques
- III. La pression et le vent
- IV. Les perturbations et les fronts

Partie 2 : Nuages et précipitations

- I. L'eau dans l'atmosphère
- II. Formation des nuages
- III. Classification des nuages
- IV. Les précipitations

Partie 3 : Les phénomènes dangereux pour l'aéronautique

- I. Brume et brouillard
- II. Givrage
- III. Les cumulonimbus
- IV. Les phénomènes météorologiques locaux

Partie 4 : L'information météorologique

- I. Cartes
- II. Messages
- III. Le dossier météo

Complément : English vocabulary

Partie 1 : Température, pression et vent

I. L'atmosphère

A. Qu'est-ce que l'atmosphère ?



L'atmosphère est l'enveloppe gazeuse qui entoure la Terre, sur quelques centaines de Kilomètres (80 à 120 km).

Elle est divisée en plusieurs couches d'épaisseur variable dont les limites ont été fixées en fonction de l'altitude. Sous l'exosphère on distingue principalement quatre couches qui sont de haut en bas :

:

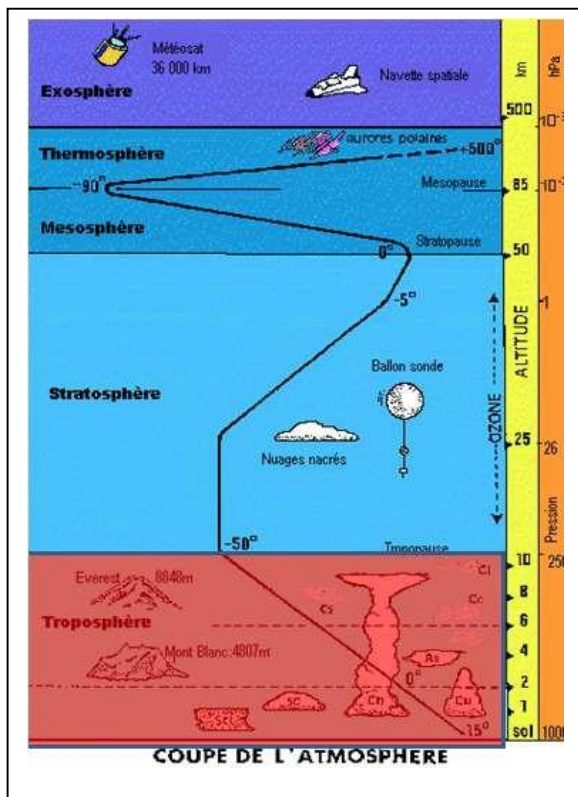


Figure 3.1.

- 1. La thermosphère :** Elle est la couche comprise entre 80 et 500 km. C'est dans cette couche que se trouve la station spatiale internationale (380 km) et les satellites en orbite « basse » (GPS, SPOT,...).
- 2. La mésosphère :** Elle est comprise entre 50 km et 80 Km. Au plus haut la température est de moins 100° C. Dans cette zone, la plupart des météorites brûlent en entrant dans l'atmosphère.
- 3. La stratosphère :** Elle s'étend de la Tropopause (10 km de haut) jusqu'à 50 km de haut. Elle contient la majeure partie de la couche d'ozone.
- 4. La troposphère :** Elle démarre à la surface de la Terre jusqu'à une hauteur de **11 Km** dans la zone tempérée. Cette limite est appelée la tropopause.

A de rares exceptions près (supersoniques, certains jets d'affaires), les avions commerciaux évoluent dans la troposphère.

Les phénomènes météorologiques sont localisés dans la troposphère.

B. La Composition de l'atmosphère

L'air atmosphérique est un mélange d'air sec, de vapeur d'eau et de poussières.

L'air sec (99,97 %) est composé des gaz suivants :

■ Diazote (N ₂)	78%
■ Dioxygène (O ₂)	21%
■ Argon (Ar)	0,9%

auxquels s'ajoutent des traces d'hélium, dioxyde de carbone, dihydrogène.

C. L'atmosphère « standard » ou de référence

Pour les besoins de l'aéronautique, il a été nécessaire de « figer » l'atmosphère en **une atmosphère moyenne, dite International Standard Atmosphere ou ISA.**

Cela permet de décrire les performances des aéronefs et de les localiser dans le plan vertical. On retiendra :

Température au niveau du sol : 15°C

Pression au niveau de la mer : 1013,25 hPa

La **masse volumique** (notée ρ) vaut 1,225 kg/m³ au niveau du sol. Elle **décroit avec l'altitude.**

La tropopause est fixée à 11 km. **La température y décroît de 6,5° tous les 1000 m soit 2° tous les 1000 ft.** Au-delà, la température est constante et égale à - 56,5°C.

II. La température et les échanges thermiques

A. La température

En France, la mesure des températures est établie en **degré Celsius noté °C**.

NB : L'unité internationale de température est le Kelvin : $K = °C + 273,5$

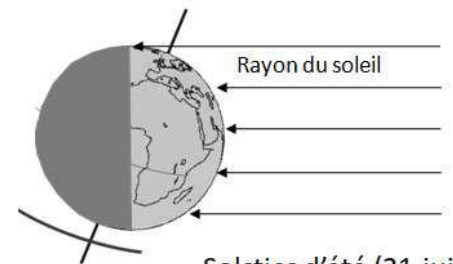
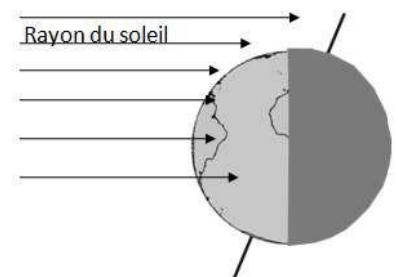
Le zéro absolu, ou 0 K correspond donc à $- 273,15°C$.

B. Variations de température

Les variations annuelles: la durée d'ensoleillement varie en fonction de la position de la Terre sur son orbite et de l'angle d'incidence des rayons solaires (axe de la terre incliné de $23°27'$ sur l'orbite). Il y a un décalage d'environ 1 mois par rapport aux solstices.

L'amplitude annuelle varie avec la latitude.

Solstice d'hiver (21 Décembre)



Solstice d'été (21 juin)

Figure 3.2.

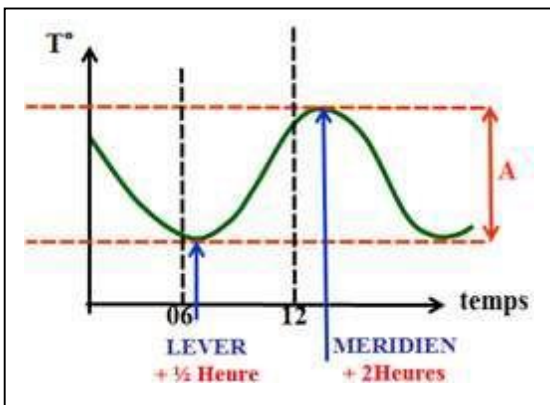


Figure 3.3.

Les variations quotidiennes :

Au cours de la journée la température passe par une valeur minimum (environ 1/2 heure après le lever du soleil) et par un maximum (2 heures après le passage du soleil à la verticale du lieu). Il existe également des variations locales liées à la nature du sol ou la nébulosité.

C. Echanges thermiques

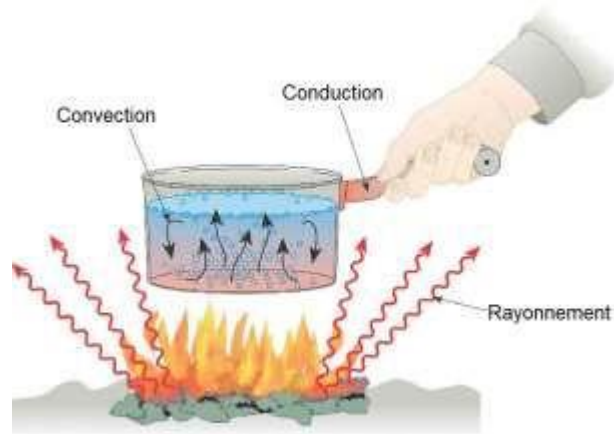


Figure 3.4.

Il existe 3 formes d'échanges thermiques :

- La **conduction**, par contact matériel
- La **convection** (mouvement vertical) ou l'advection (mouvement horizontal), par brassage de fluide, liquide ou gazeux
- Le **rayonnement**, par émission et la propagation d'ondes électromagnétiques (lumière visible ou infrarouge).

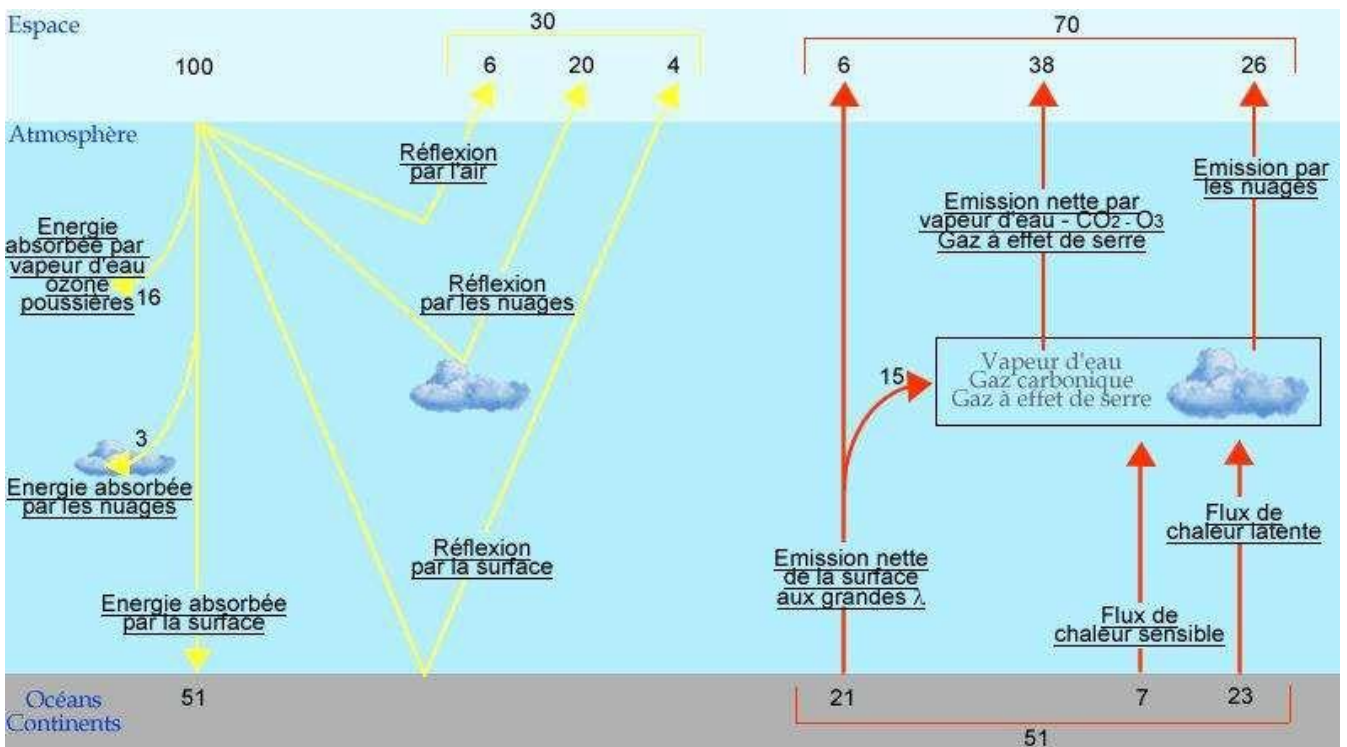


Figure 3.5.

Le rayonnement solaire est partiellement absorbé par la surface de la Terre, qui le rediffuse sous forme d'infrarouges vers les basses couches de l'atmosphère.

III. La pression et le vent

$$P = \frac{\text{Force}}{\text{Surface}} = \frac{F}{S}$$

A. La Pression de l'atmosphère

La force « F » exercée par le gaz sur une surface « S », placée dans ce gaz, est due aux chocs des molécules, sur la surface.

Plus la pression du gaz est élevée et plus cette force sera importante.

Sur Terre, la pression est principalement due **au poids** de l'air situé au-dessus de nous.

La pression se mesure en Pascal (Pa) mais, en météorologie, on utilise plutôt **l'hecto Pascal (hPa) ou le bar.** (1 hPa = 100 Pa et 1000hPa = 1 bar)

La pression diminue quand on s'élève en altitude. Pour les altitudes inférieures à 10 000 ft, on retiendra un gradient de :

- 1hPa pour 28 ft / 8,5 m

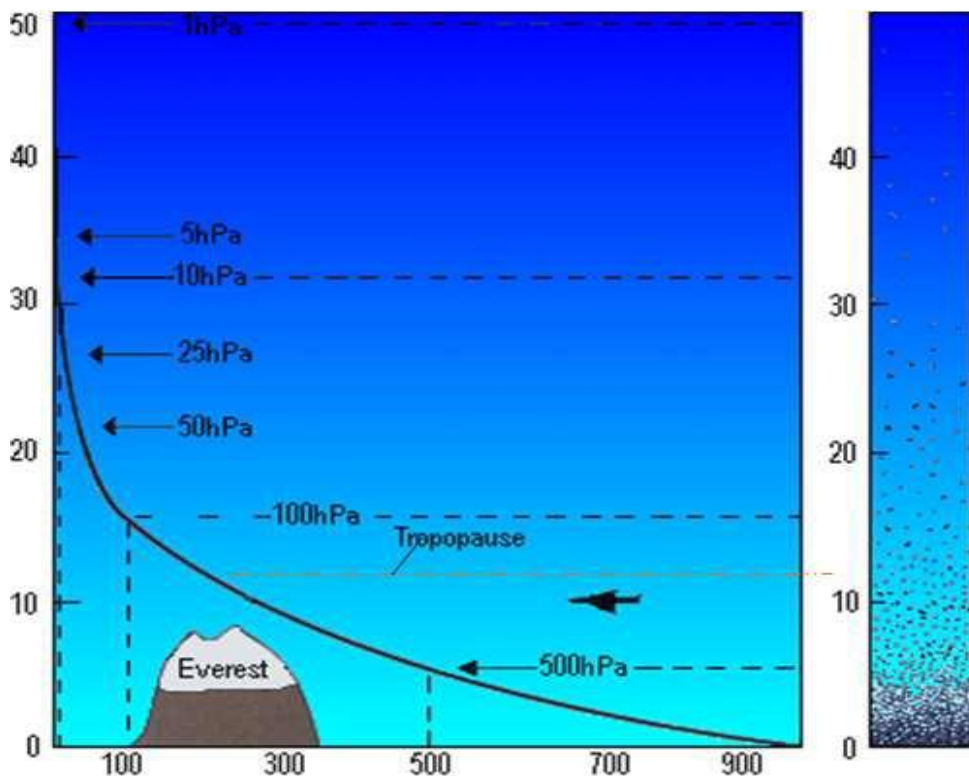


Figure 3.6.

En tenant compte de la rotation de la Terre – **Force de Coriolis**- la direction du vent est déviée vers la droite dans l'hémisphère Nord et vers la gauche dans l'hémisphère Sud.

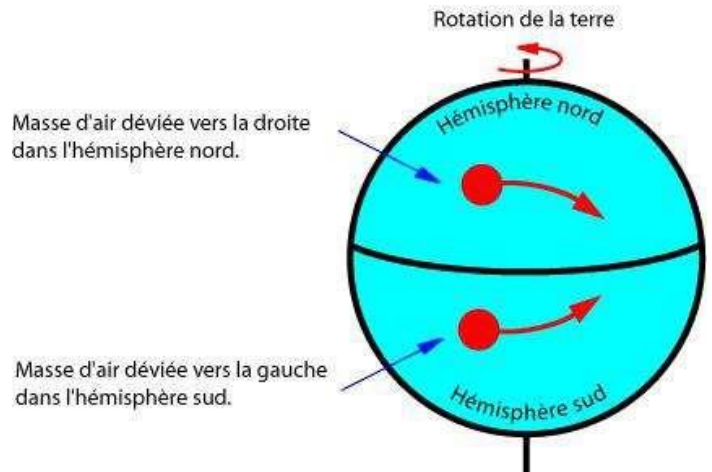


Figure 3.9.

Cela fait que :

- Dans l'hémisphère Nord, le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone et en sens contraire autour d'une dépression : règle de **Buys-Ballot**.
- Dans l'hémisphère Sud, c'est l'inverse

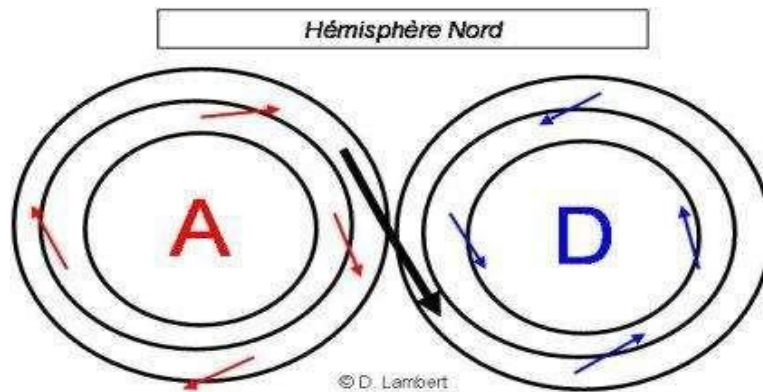


Figure 3.10.

Les frottements réduisent la vitesse du vent près de la surface et en conséquence la déviation due à la force de Coriolis diminue lorsque l'altitude diminue.

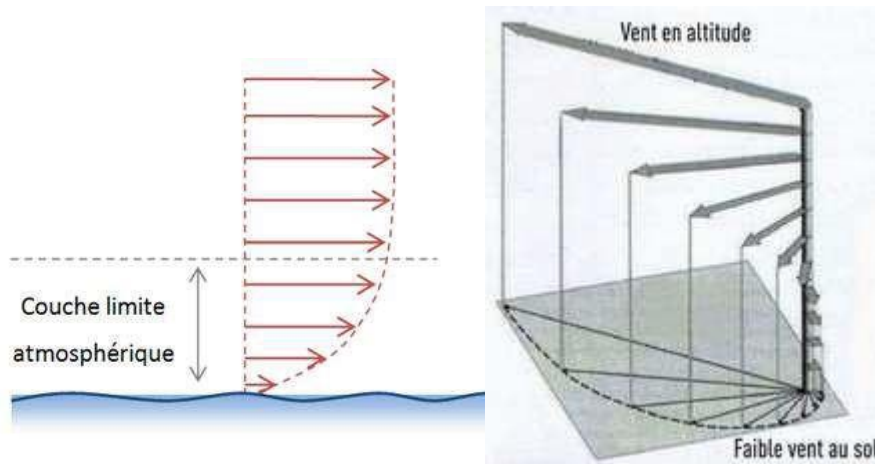


Figure 3.11.

D. Les Calages altimétriques

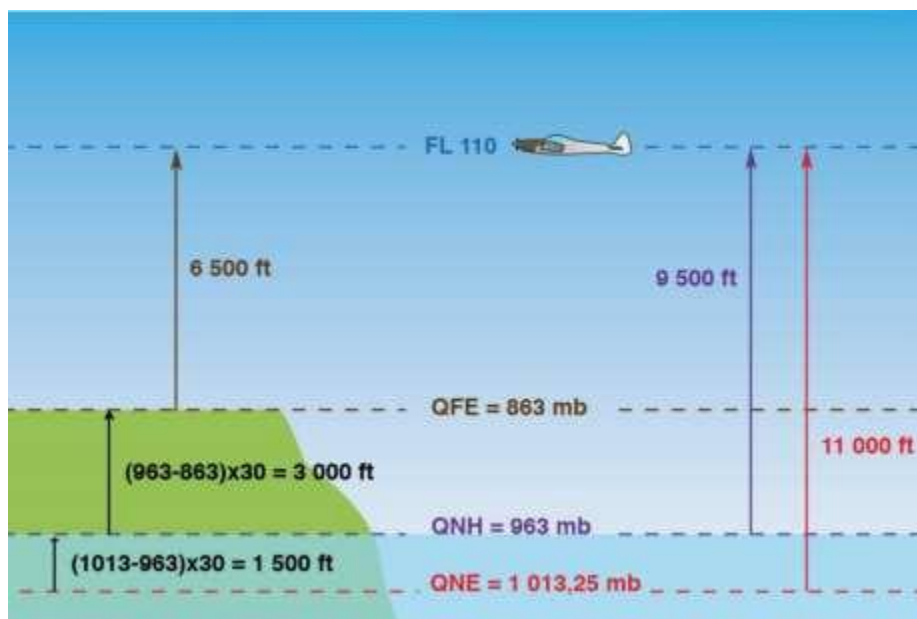


Figure 3.12.



QFE : Pression atmosphérique au niveau de l'aérodrome.

L'altimètre calé au QFE indique la hauteur entre l'aérodrome et l'avion.



QNH : Pression atmosphérique au niveau de la mer.

L'altimètre calé au QNH indique l'altitude de l'avion par rapport à la mer.

B. La Mesure de la pression atmosphérique

La pression atmosphérique se mesure à l'aide d'un baromètre :

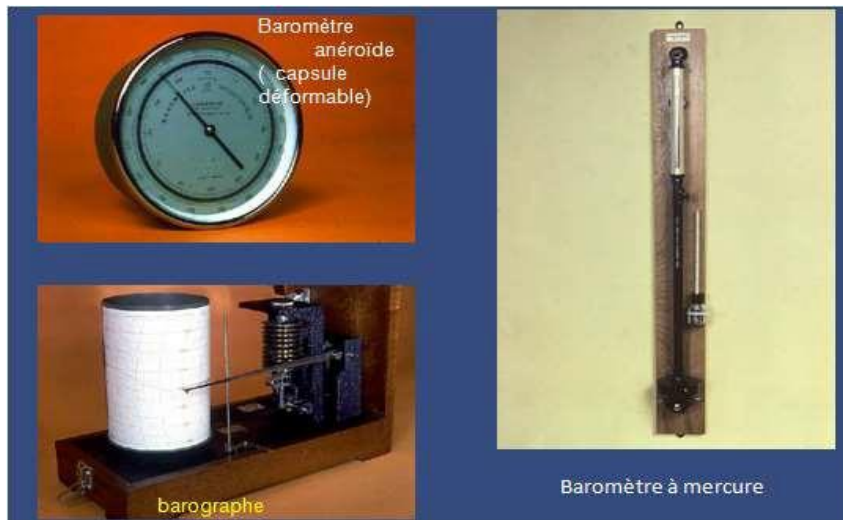


Figure 3.7.

C. Les Champs de pression

Anticyclone : zone de hautes pressions

(Symbole A ou H),

Dépression : zone de basses pressions

(Symbole D ou L),

Marais : zone sans variation de pression significative (souvent proche de 1013 hPa),

Isobares : lignes qui relient les points de pressions égales.

Dorsale : crête de hautes pressions

Talweg : vallée de basses pressions

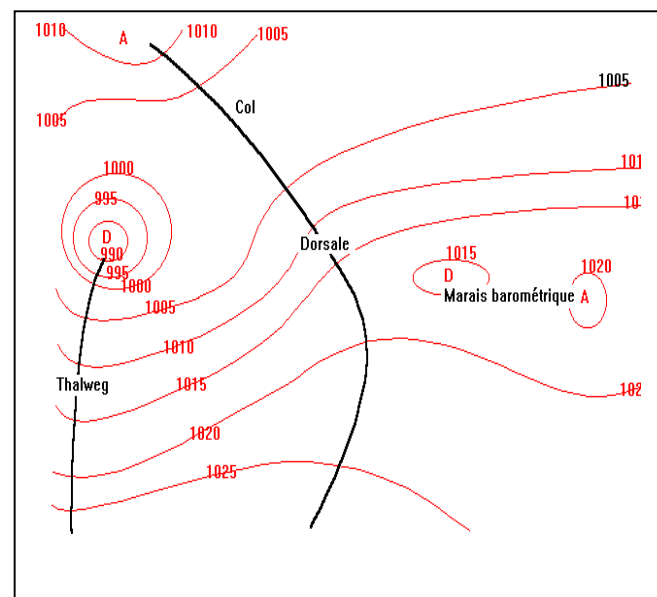


Figure 3.8.

Les différences de pressions sont à l'origine du vent. Celui-ci circule toujours des hautes pressions vers les basses pressions

Le vent est d'autant plus fort que les variations de pression sont importantes (plus les lignes isobares sont resserrées, plus le vent sera fort).



1013 hPa (QNE) : Pression atmosphérique standard au niveau de la mer.
Le calage 1013 est utilisé pour voler en niveau de vol (Flight Level).

E. La Mesure, la direction et l'observation du vent

L'unité internationale de la vitesse est le **m/s** mais en aéronautique on utilise le nœud (**kt**).

Le nœud correspond à un mille nautique par heure.

$$1\text{kt} = 1,852 \text{ km/h} \approx 0,5 \text{ m/s}$$

La direction du vent indique toujours la provenance du vent.

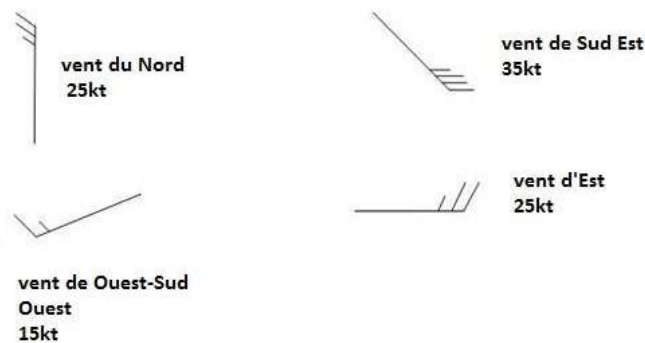
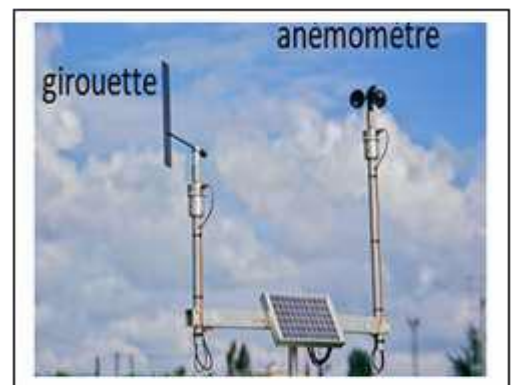


Figure 3.13.

La direction du vent est observée par une girouette (exprimée en degrés et mesurée dans le sens des aiguilles d'une montre) et sa vitesse par un anémomètre.



Sur un aéroport, on utilise une manche à air (chaque bande rouge ou blanche symbolise **5 kt** de vent).

Le déséquilibre thermique entre l'équateur et les pôles entraîne la formation de 3 **cellules de convection**, l'air chaud ascendant étant remplacé par de l'air froid. Il en résulte :

- la formation d'un anticyclone aux pôles, une dépression au niveau du 60^{ème} parallèle
- un anticyclone aux environs du 30^{ème} parallèle
- une dépression près de l'équateur.

Combiné à la force de Coriolis, ceci explique la **circulation générale de l'air** à la surface du globe.

B. Les Masses d'air

Une masse d'air est une grande étendue d'air dans laquelle la température et l'humidité varient peu. Aux latitudes entre 40° et 50°, on assiste à la rencontre entre deux masses d'air : l'une est d'origine polaire, elle est froide, tandis que l'autre est d'origine tropicale, elle est donc chaude.

Lorsqu'elles se rencontrent, **ces deux masses d'air ne se mélangent pas**. On observe l'inclusion d'une masse d'air tropical dans la masse d'air polaire. Cette inclusion est limitée par deux surfaces appelées fronts.

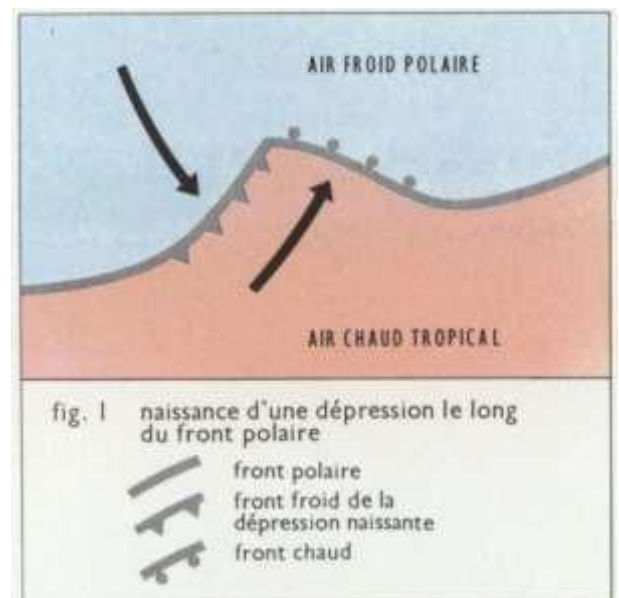


Figure 3.17.

C. Les fronts

Un front est la surface de séparation entre la masse d'air froide et la masse d'air chaude.

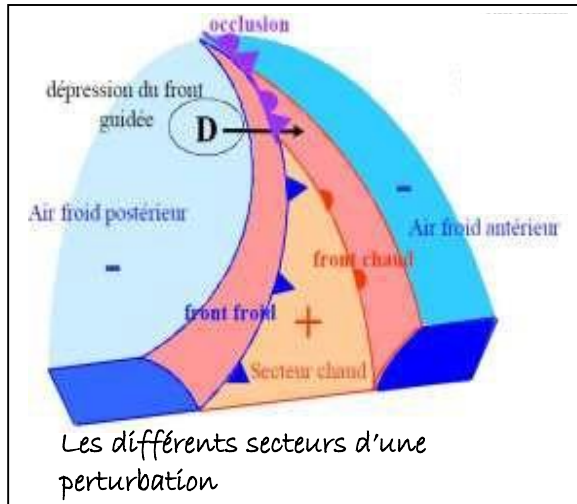


Figure 3.18.

- **Le front chaud** : l'air chaud repousse l'air froid devant lui et passe au-dessus.
- **Le front froid** : l'air froid postérieur pousse l'air chaud devant lui et au-dessus de lui.
- Le front froid se déplace plus vite que le front chaud. **L'occlusion** se produit lorsque le front froid rattrape le front chaud, le rejetant en altitude.

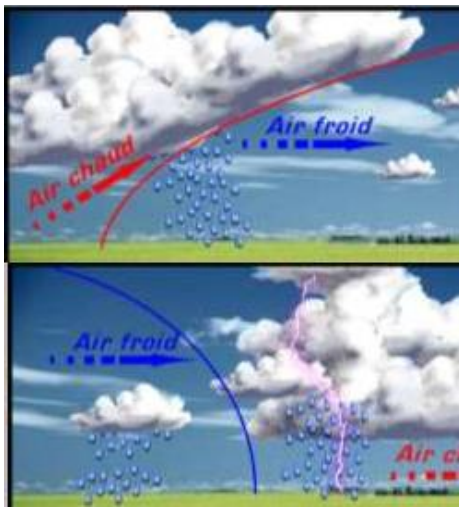


Figure 3.19.

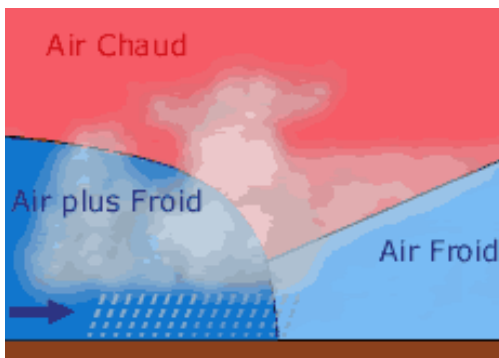


Figure 3.20

Partie 2 : Nuages et précipitations

I. L'eau dans l'atmosphère

L'eau dans l'atmosphère existe sous trois états :

- Etat solide : glace, givre, neige
- Etat liquide : pluie, brouillard
- Etat gazeux : vapeur d'eau (invisible)

A. Humidité

La vapeur d'eau est de l'eau à l'état gazeux contenue dans l'air. Pour un volume donné, plus la température est élevée, plus l'air peut contenir de la vapeur d'eau :

- 0°C : 5 g eau maxi/ kg air
- 20°C : 15 g eau maxi/ kg air
- 30°C : 22 g eau maxi/ kg air

L'Humidité est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air.

L'humidité relative = degré hygrométrique = $\text{masse de vapeur d'eau réelle} / \text{masse de vapeur maximale}$

Elle se mesure à l'aide d'un **hygromètre** ou d'un **psychromètre**. Un hygromètre est un condensateur dont la capacité varie avec l'humidité relative. Un psychromètre est composé de 2 thermomètres dont l'un baigne dans de l'air saturé.



Figure 3.21.

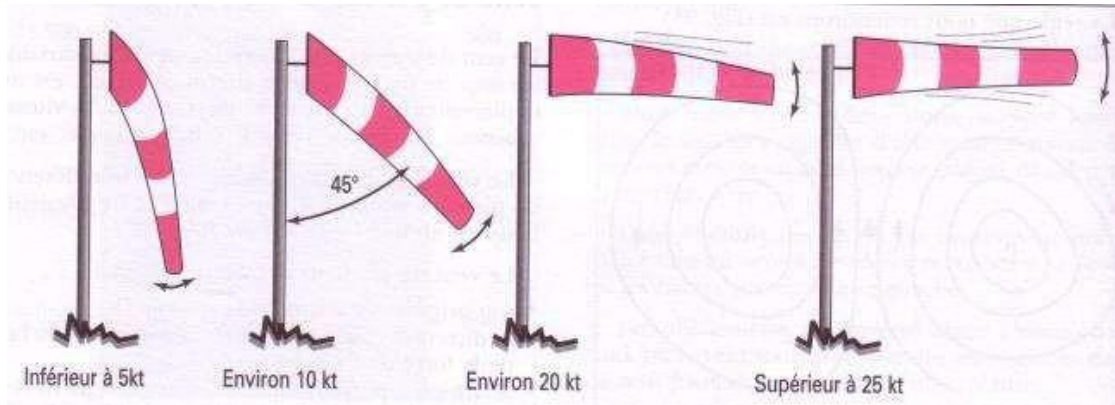



Figure 3.14.

Le vent, en altitude, est mesuré grâce au suivi radar des trajectoires de ballons sondes ou alors par des images satellites.

 Cap sur l'environnement

L'étude des données relatives au vent (METARs, WINTeMs...) est un excellent outil pour optimiser la consommation de carburant d'un vol. Lorsqu'ils en ont la possibilité, les pilotes choisissent judicieusement leur niveau de vol afin de profiter d'un maximum de vent arrière, ou dans le cas contraire pour limiter au maximum le vent de face.

L'exemple ci-dessous concerne un vol de Paris à Dijon. Les cartes sont des prévisions de la direction et de l'intensité du vent pour deux altitudes différentes (FL50 et FL100) :

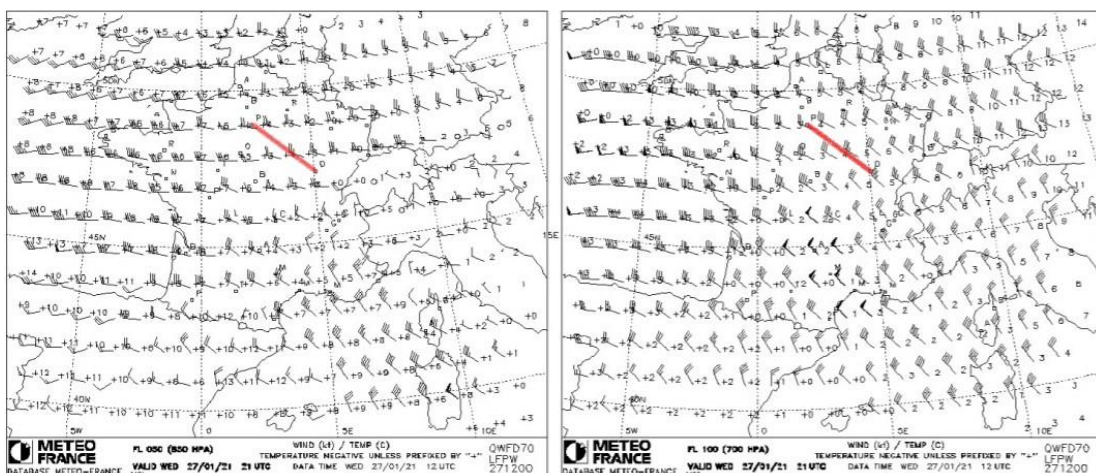


Figure 3.15.

Le Point de rosée est la température à laquelle doit être refroidi l'air pour que l'humidité relative atteigne 100%. **Plus la température mesurée se rapproche du point de rosée, plus l'humidité relative augmente.**

Lorsque la température diminue et atteint le point de rosée, l'humidité relative est de 100%, on se trouve à l'état de **saturation : la condensation intervient**. De fines gouttelettes d'eau se forment alors autour de poussières diverses en suspension dans l'air.



Figure 3.22.

Une autre façon d'atteindre la saturation est d'enrichir l'air ambiant en vapeur d'eau (présence d'une étendue d'eau ou d'une surface humide, transport d'air humide par le vent).

B. Autres phénomènes

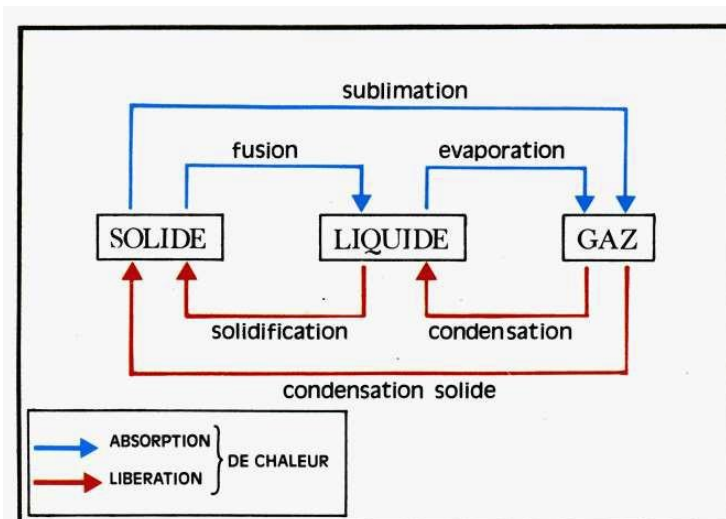


Figure 3.23.

L'énergie qu'il faut fournir (ou qui est restituée) pour faire changer d'état 1 kg d'eau s'appelle la **chaleur latente**.

L'étude de ces deux cartes montre que le vent moyen sur le trajet Paris-Dijon est le suivant :

- 320°/25 kts au FL50
- 320°/35 kts au FL100

Ainsi, en décidant de voler au FL100 plutôt qu'au FL50, le pilote gagnera 10 kts de vent arrière. Pour un avion léger, cela représente une économie de carburant d'environ 10% !

IV. Les perturbations et les fronts

A. La circulation atmosphérique

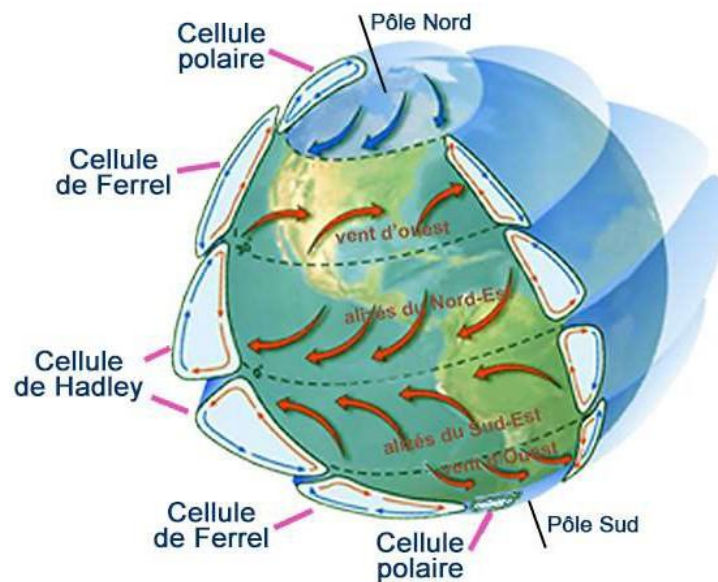


Figure 3.16.

L'eau refroidie en dessous de 0°C **se solidifie** (neige, glace). L'inverse est **la fusion**.

Dans l'atmosphère, les gouttelettes d'eau restent souvent liquides dans des conditions de température et de pression où l'eau devrait être à l'état solide. Elles sont **en état de surfusion**.

Le phénomène est courant dans le brouillard ainsi que dans les nuages où l'on observe des gouttelettes d'eau surfondues jusqu'à des températures de -40°C.

C. La Trainée de condensation

Elle est créée par la condensation de la vapeur d'eau émise par les moteurs d'avion à très haute altitude.

Les gouttes d'eau en suspension deviennent alors des petits cristaux de glace, donnant naissance à des traînées blanches derrière l'avion.



Figure 3.24.

II. Formation des nuages

On appelle nuage l'ensemble des gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace en suspension dans l'atmosphère.

Le sol est réchauffé par le rayonnement solaire et chauffe à son tour l'air en contact avec lui.

L'air chaud est moins dense que l'air froid. Par conséquent, une bulle d'air réchauffé se forme et se détache du sol, pour s'élever (poussée d'Archimède) à travers les couches situées au-dessus d'elle. L'air soulevé est remplacé par de l'air venant des couches voisines plus froides qui se réchauffe, à son tour, et ainsi s'établissent des **courants verticaux ascendants et descendants de convection**.

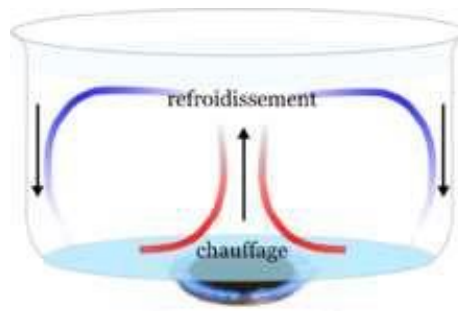


Figure 3.25.

En se soulevant, la bulle d'air se détend (car la pression diminue) et donc se refroidit (on parle de **détente adiabatique**, c'est-à-dire **sans échange de chaleur avec l'extérieur**).

Lorsque la température diminue, la quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir l'air diminue également, donc l'humidité relative augmente.

Lorsque l'humidité relative atteint 100%, la condensation apparaît autour de minuscules particules solides. Notons que du fait de la chaleur latente, **ceci a pour effet de refroidir plus lentement la bulle d'air** lors de son ascension.

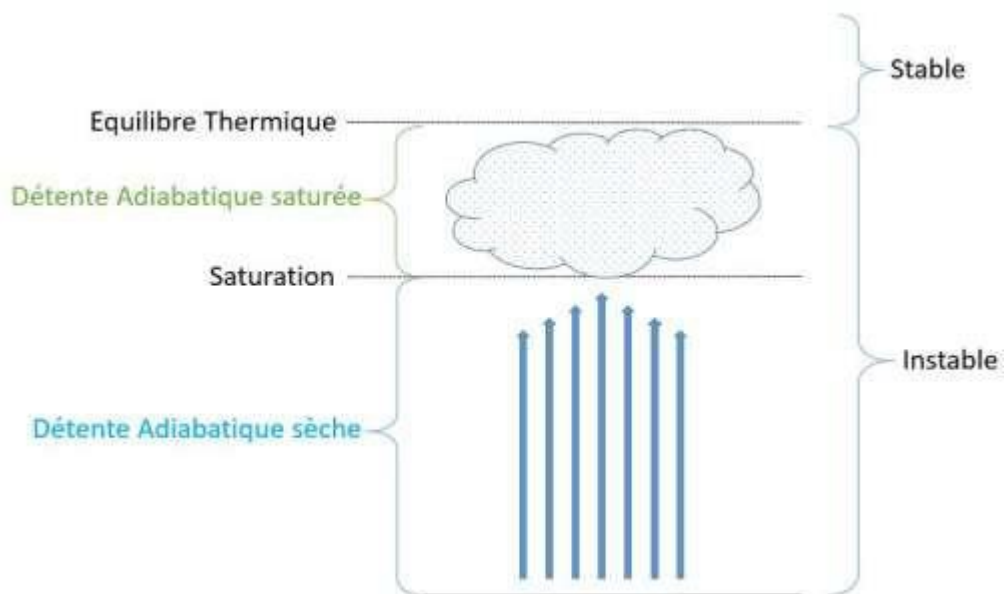


Figure 3.26.

Les nuages se forment par le refroidissement de l'air qui monte.

La forme du nuage dépendra du caractère **STABLE** ou **INSTABLE** de la masse d'air environnante.

Hypothèse 1 : l'air ambiant se refroidit moins vite que la bulle d'air

Hypothèse 2 : l'air ambiant se refroidit plus vite que la bulle d'air

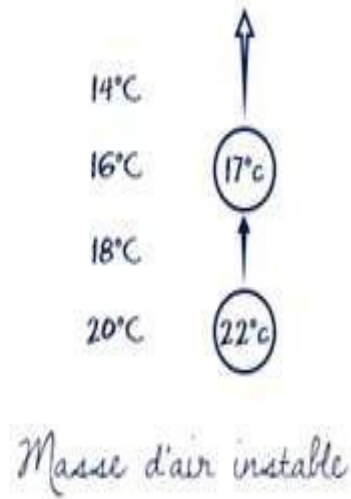
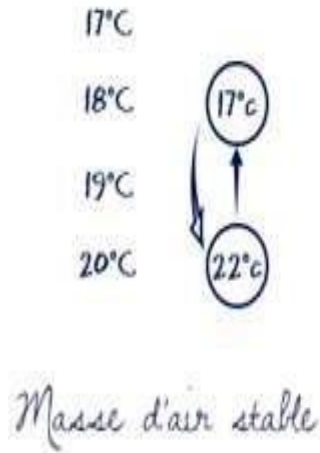


Figure 3.27.

A. Cas de la stabilité :

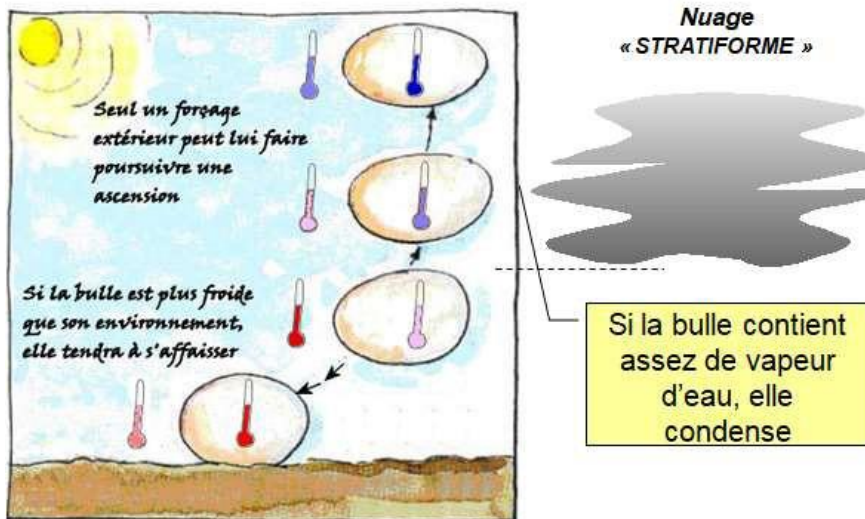


Figure 3.28.

B. Cas de l'instabilité :

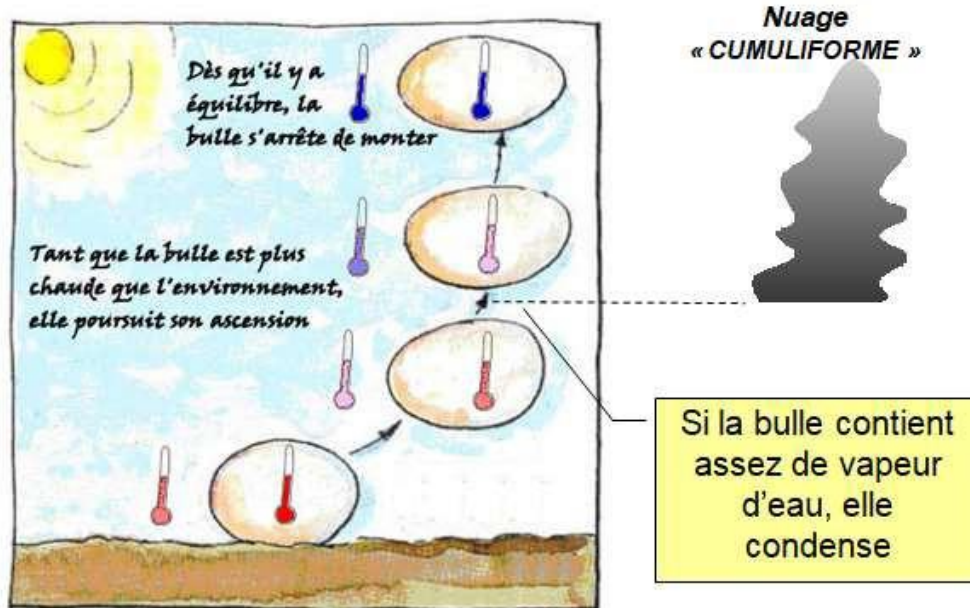


Figure 3.29.

NB Il existe d'autres mécanismes de formation des nuages, tels que le soulèvement orographique (passage d'un relief), le soulèvement frontal (air chaud qui s'élève au-dessus de l'air froid) ou le mélange de masses d'air de températures et d'humidité différentes. Le principe reste le même : en montant, l'air humide se détend, se refroidit et se condense.

III. Classification des nuages

L'organisation Météorologique Mondiale (OMM) a été créée en 1950 et siège à Genève. Elle gère en particulier la classification des nuages et l'Atlas de la Météorologie, créé en 1956 et révisé en 2017.

A. Noms des nuages

Il existe 10 genres de nuages.

Préfixe « Cirro » (glace)

Les nuages dont la base est située au-dessus de 6 Km de hauteur sont constitués de cristaux de glace

Préfixe « Alto »

Les nuages dont la base est située entre 2 et 6 km de hauteur sont constitués de cristaux de glace et/ou de gouttelettes d'eau liquide :

Pas de préfixe

Les nuages dont la base est située entre le sol et 2 km de hauteur sont constitués d'eau liquide

3 critères : l'étage, la forme et l'épaisseur

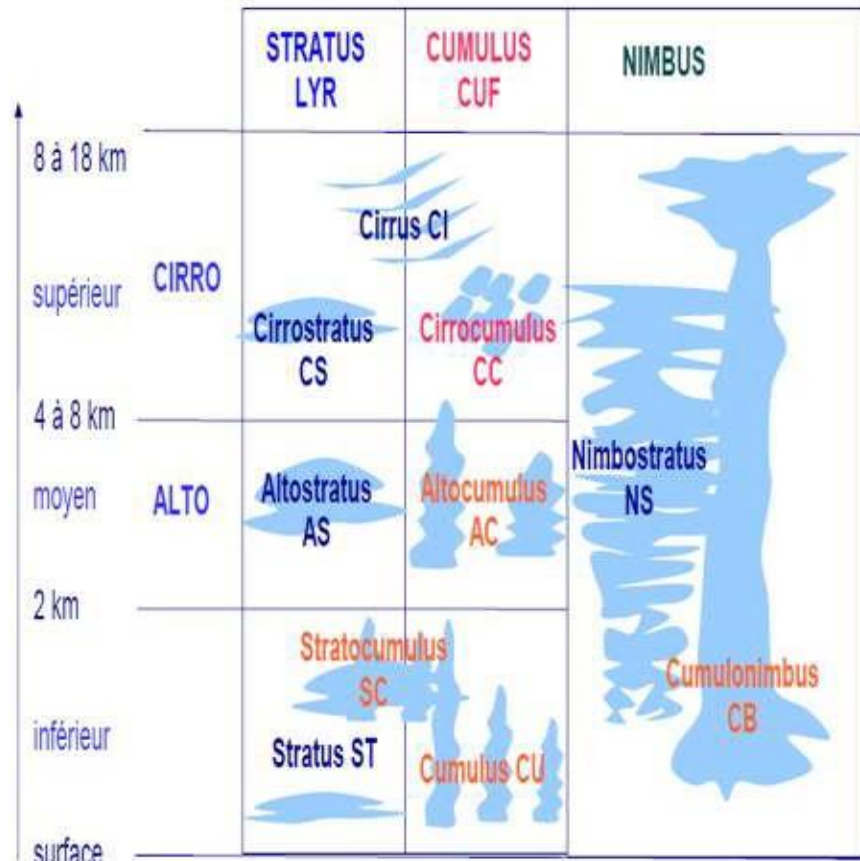


Figure 3.30.

« Stratus » = en couche, étendu (atmosphère stable)

« Cumulus » = amas moutonneux (atmosphère instable)

« Cirrus » = en filament

Certains nuages peuvent présenter une grande extension verticale : Ce sont les nuages caractéristiques de la précipitation et du mauvais temps : **Préfixe ou terminaison « nimbus »** (signifie porteur de pluie).

Les différents nuages peuvent être visualisés sur les sites suivants :

meteofrance.com ou cloudatlas.wmo.int

B. Les nuages associés aux fronts

Cirrus (Ci), Alto Stratus (As), Nimbo Stratus (Ns), Strato cumulus (Sc), Cumulo nimbus (Cb), Alto cumulus (Ac).

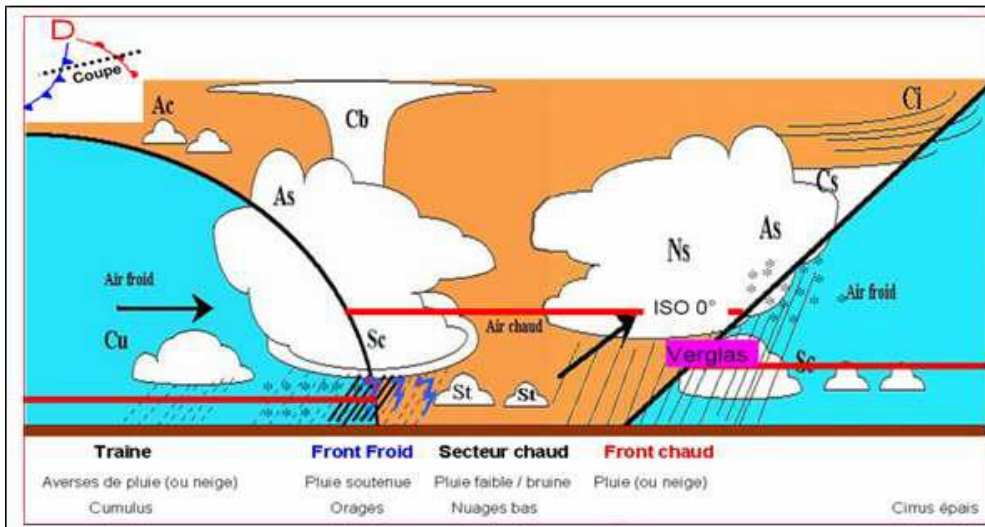


Figure 3.31.

IV. Les précipitations

A. La formation des précipitations

Dans la partie du nuage où la température est négative, coexistent des cristaux de glaces et des gouttelettes d'eau surfondues.

Par transfert de vapeur d'eau des gouttelettes vers les cristaux (effet Bergeron) et/ou par choc (coalescence), les éléments constitutifs du nuage grossissent et, sous l'effet de leur poids, ils précipitent.

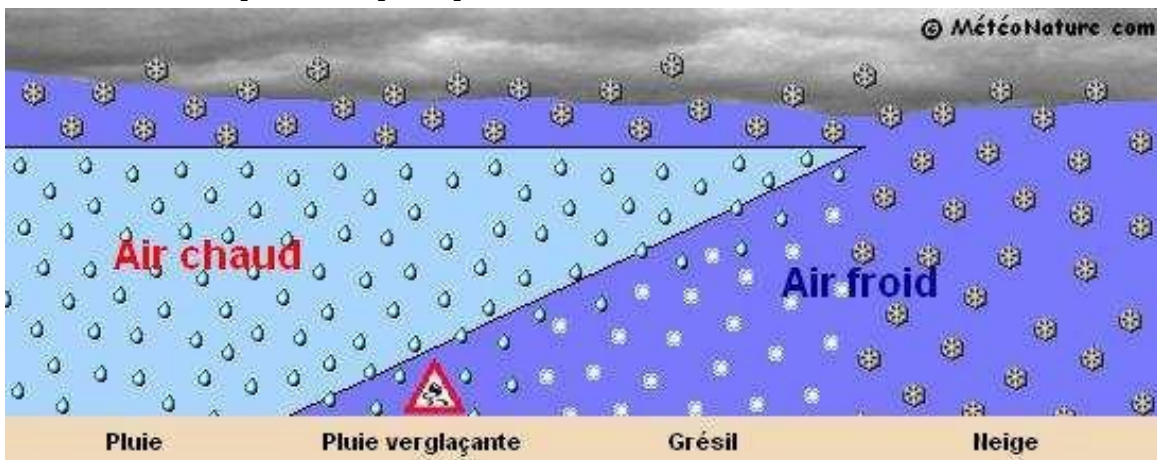


Figure 3.32.

Toute précipitation commence par un flocon de neige.

Si ce flocon, en tombant arrive dans une couche où la température est supérieure à 0°C, il se transforme en une goutte de pluie.

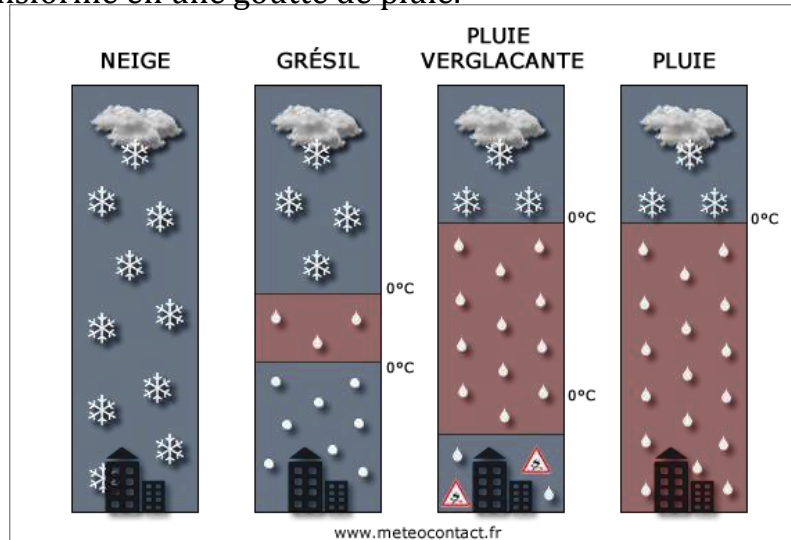


Figure 3.33.

B. La classification des précipitations



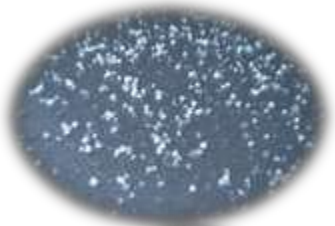
- **La bruine** : Très fines gouttelettes d'eau d'un diamètre inférieur à 0,5 mm, très rapprochées les unes des autres, et provenant des nuages bas (stratus, stratocumulus) ainsi que du brouillard.



- **La pluie** : Gouttelettes de plus grandes dimensions que la bruine provenant des nuages plus épais et de plus grandes étendues (altostratus, nimbostratus).



- **La neige** : Cristaux de glace dont la plupart sont ramifiés parfois étoilés. Pour des températures comprises entre 0° et -10°, les cristaux sont transformés en flocons dont le diamètre est compris entre 0,5 et 2,5 cm. Celle-ci possède la même origine que la pluie.



- **La grêle** : Globules de glace de dimensions importantes allant de quelques mn à quelques cm de diamètre, provenant des nuages à fortes extensions verticales (Cumulonimbus).



- **Les averses** : Précipitations brutales, intenses, très localisées et de courte durée. Elles proviennent des nuages instables à fortes extensions verticales (Cb, Ns ou gros Cu)

On distingue les averses de pluie, de neige et de grêle.

Partie 3 : Les phénomènes dangereux pour l'aéronautique

I. Brumes et brouillards

A. La Brume

Suspension, dans l'atmosphère, de microscopiques gouttelettes d'eau, réduisant la **visibilité entre 1 et 5 km**.



B. La Brume sèche



Elle est constituée de particules solides (sable, poussières ...) en suspension dans l'air, non saturé d'humidité.

Cette perturbation peut être due à des caractéristiques spécifiques du paysage (Exemple : Les tempêtes de sable dans le désert), ou à des phénomènes liés à la civilisation, à la technologie et aux activités économiques.

C. Le Brouillard

Suspension, dans l'atmosphère, de petites gouttelettes d'eau ou cristaux de glace, réduisant la visibilité à moins de 1 km.

Le brouillard se forme principalement par refroidissement d'une masse d'air humide.



Le refroidissement conduit à la saturation puis à la condensation.

Les conditions favorables à la formation de brouillard sont la présence d'une forte humidité, une baisse de température et peu de vent.

On distingue le brouillard :

- **de rayonnement** (réchauffement de la rosée du matin)
- d'évaporation (arrivée d'air froid et sec sur une étendue d'eau)
- d'advection (arrivée d'air chaud et humide sur un sol froid)
- de pente (soulèvement d'air humide)
- de mélange (de 2 masses d'air de températures différentes par brassage)

II. Le givrage

C'est la formation, plus ou moins rapide, d'un dépôt de glace sur certaines parties de l'avion.

Ce dépôt de glace :

- alourdit l'avion
- modifie l'écoulement de l'air autour de l'avion et influe sur les performances de l'appareil
- peut bloquer les gouvernes, volets, sondes Pitot, ...
- peut étouffer le moteur (lors du givrage du carburateur)

A. Catégories de givrage

1. Le givre

Il se forme très rapidement lorsque l'avion vole dans une zone de pluie surfondue (eau liquide à une température où elle devrait être solide, entre 0 et -15°C).



Ce phénomène se produit notamment au niveau d'un front froid. L'avion qui traverse cette zone apporte à toutes les gouttes qu'il touche, l'énergie suffisante pour qu'elles passent directement à l'état solide. L'avion se couvre alors de glace en très peu de temps (bords d'attaque, hélices,... mais également dans certaines conditions la motorisation). Ce risque est indiqué sur les cartes et messages météorologiques.

2. Le verglas

Congélation de pluie ou de bruine (gouttes assez grosses), surfondues ou non, sur une surface ou à l'impact d'un obstacle (en et hors nuage). Dépôt transparent qui se forme rapidement, pouvant atteindre des épaisseurs importantes sur toute la surface de l'avion.



3. La gelée blanche :

La gelée blanche est une condensation directe de l'état gazeux à solide (elle n'est pas liée à un état de surfusion). Peut intervenir au sol après une nuit froide ou si l'avion traverse un air chaud après être sorti d'un air froid (condensation directe). Givrage faible pouvant diminuer la portance au décollage et gêner la visibilité sur le pare-brise.



B. La Prévention / l'Élimination

1. **Au sol** : Dégivrage de l'avion avant son départ ainsi que l'application d'un liquide de protection efficace sur une courte durée.



Figure 3.34.

2. **En vol** : Anticipation et traitement du phénomène par la mise en marche de systèmes antigivrages de certaines parties de l'avion (chauffage du pare-brise, des pâles d'hélices, des tubes Pitot, gonflage des boudins de bord d'attaque).

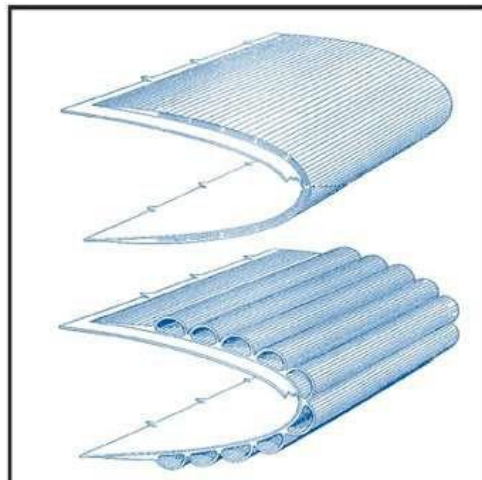


Figure 3.35.

III. Les cumulonimbus

C'est le nuage le plus dangereux pour l'avion
(y compris pour les gros avions de ligne) :

Il se forme dans les fronts froids toute l'année
 Ou au printemps et en été après un fort
 échauffement du sol.

Celui-ci provoque :

- **Du Vent** : Il est très violent et très irrégulier La direction peut changer brutalement. Les rafales peuvent atteindre 30 à 40 kt avec risque de cisaillement.

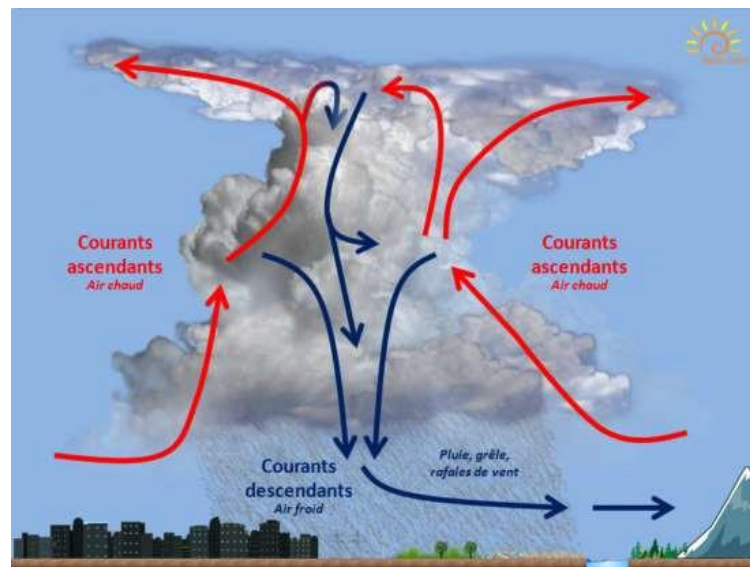


Figure 3.36.

- **Des Grains** : Vents violents accompagnés d'averses intenses,
- **Des Averses de pluie** : Elles sont très violentes et réduisent complètement la visibilité,
- **De la Turbulence** : Les vents verticaux peuvent avoisiner les 90 km / h,
- **De la Grêle** : Elle réduit la visibilité et peut endommager la cellule de l'avion,
- **De la Foudre** : Elle peut endommager les moyens de radionavigation.

Et même parfois l'avion en lui-même !

21-08-15 - Atlanta



IV. Les phénomènes météorologiques locaux

A. L'effet de Foehn

C'est un phénomène, spécifique aux régions montagneuses, qui explique le temps privilégié de certaines régions (Languedoc Roussillon, Alpes du sud, Alsace....) ainsi que le temps humide d'autres régions (Limousin, Vosges,....).

Il s'agit du franchissement d'un obstacle (montagne) par de l'air humide.

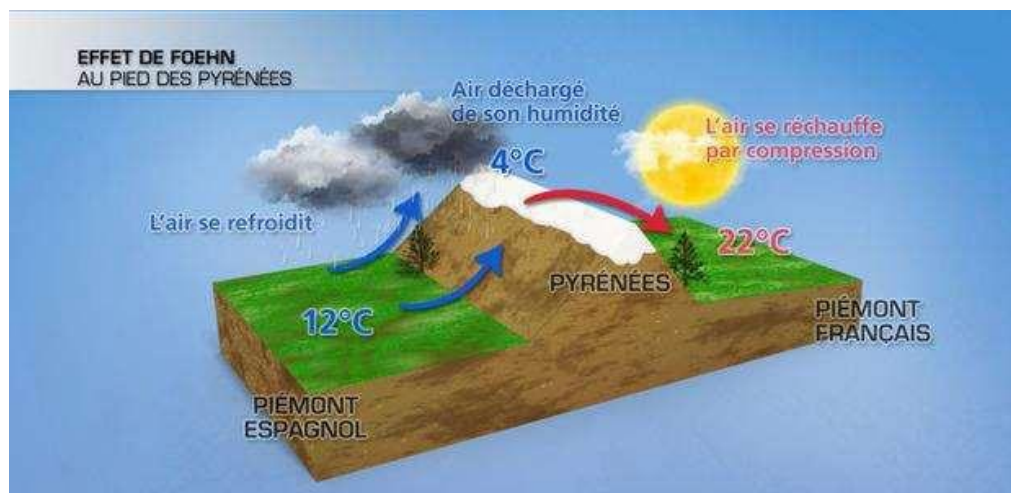


Figure 3.37.

L'air humide est soulevé par le relief, se détend et se refroidit jusqu'à la saturation (= la formation de nuages) et jusqu'à la formation de pluies ou de neiges.

De l'autre côté du relief, l'air descendant s'est déchargé de toute son humidité. Sa descente a alors pour effet de le réchauffer.

Le passage du relief assèche et réchauffe la masse d'air : **c'est l'effet de Foehn.**

B. La Brise

C'est un vent local régulier qui s'établit près des lacs, de la mer, des montagnes et dans les vallées.

Il est provoqué par les différences de températures entre les masses d'air dans les basses couches de la troposphère et il suit un cycle jour/nuit.

1. La Brise en région côtière

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

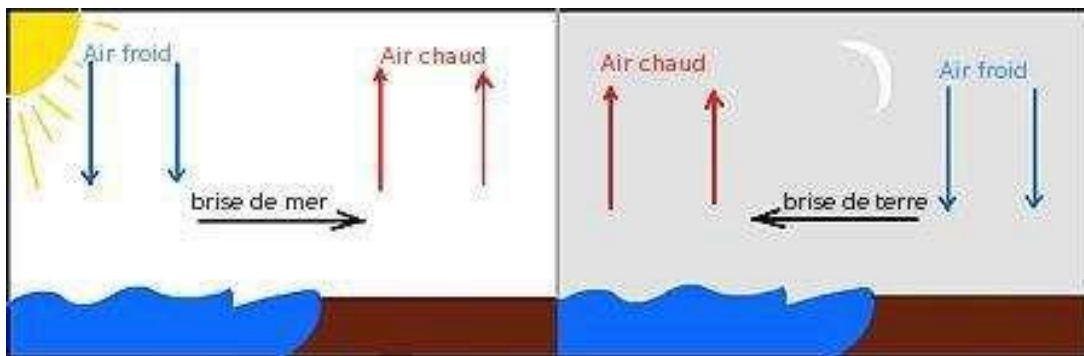


Figure 3.38.

- a) De jour : la Brise de mer :** 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. Elle dure du milieu de matinée jusqu'en fin d'après-midi.

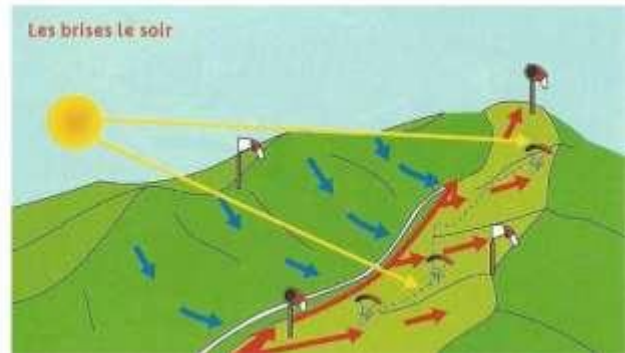
- b) De nuit : la Brise de terre :** La masse d'air, en contact avec le sol, se refroidit plus rapidement que celle en contact avec la mer et provoque alors le phénomène inverse de la brise de mer. On la retrouve en fin de soirée.

2. La brise en région montagneuse (ou brise de pente) :



a) **De jour**, l'air, au contact des versants ensoleillés, s'échauffe et s'élève le long des pentes.

Pour compenser l'air emprunté au fond de la vallée, un vent s'établit, remontant la vallée.



b) **En soirée et de nuit**, le phénomène inverse se produit.

Figures 3.39. et 3.39.bis

C. Les ondes orographiques et la turbulence

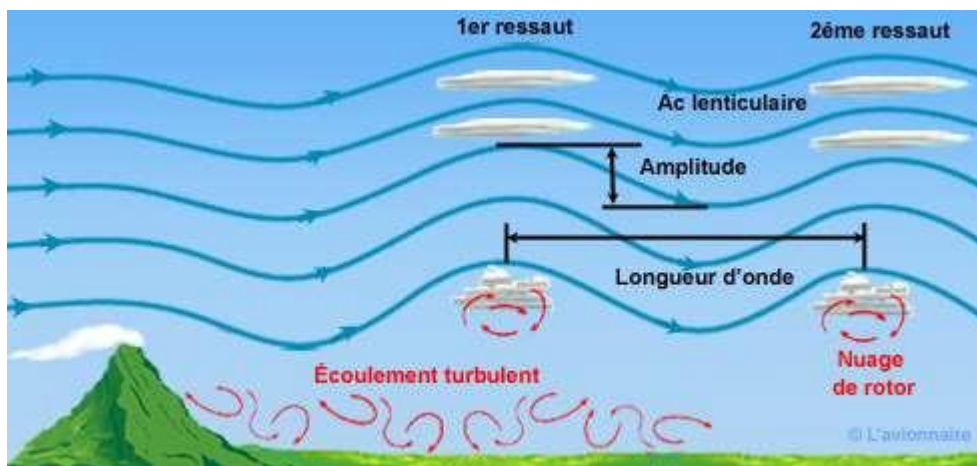


Figure 3.40.

La turbulence se développe également :

- sous les cumulus
- au contact de deux masses d'air
- en air clair (Clear Air Turbulence ou CAT, signalée sur les cartes météo) en présence de forts gradients de température et de pression

D. Le Jet-stream ou Courant Jet

Courant d'air très rapide de quelques centaines de km de large, et de seulement quelques km d'épaisseur, situé à environ 10 km d'altitude.

Le Jet-stream entoure le globe terrestre, et souffle d'Ouest en Est selon la rotation de la terre. Il se situe au niveau de la tropopause, à la jonction des cellules de convection (voir figure 3.15.)

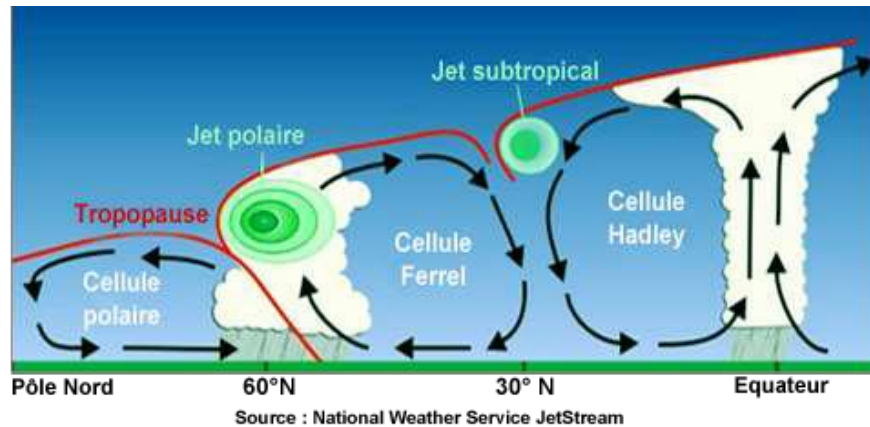


Figure 3.41.

La vitesse des vents à l'intérieur est d'environ 200 à 300 km/h.
Les pilotes de ligne l'utilisent pour économiser du carburant.

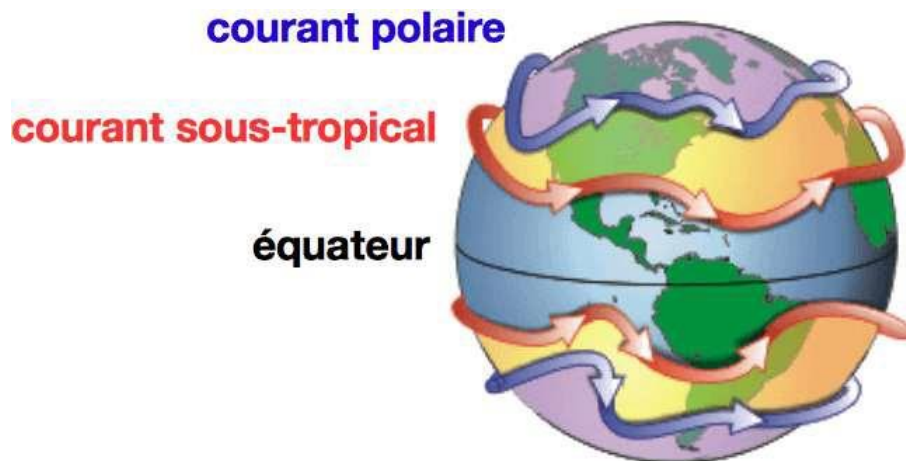


Figure 3.42.

E. Les vents locaux



Figure 3.43.

Partie 4 : L'information météorologique

I. Les cartes

A. Carte TEMSI- (TEMps Significatif)

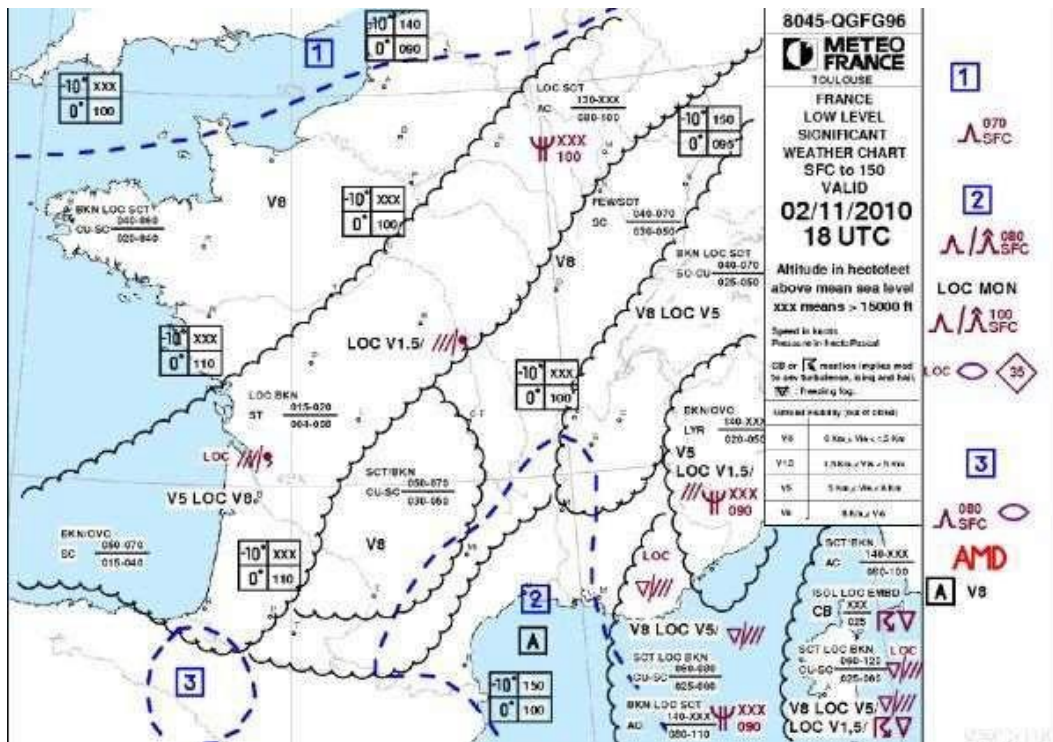


























Figure 3.44.

Les cartes TEMSI (Temps Significatif) sont des cartes météorologiques de la France (il en existe pour l'Europe Occidentale), valables pour un niveau de vol précisé, leur validité est de 3 heures et elles sont disponibles 4 heures avant leur début de validité.

Elles indiquent notamment :

- la nature de l'emplacement des fronts
- les nuages présents ainsi que la couverture nuageuse
- l'orientation et la vitesse du vent
- les risques de givrage et de turbulence
- la température du point de rosée

 METEO FRANCE		CARTES DE PRÉVISION DU TEMPS SIGNIFICATIF	
SYMBOLES DU TEMPS SIGNIFICATIF			
	Pluie (Rain)		Brume sèche de grande étendue (Widespread haze)
	Bruine (Drizzle)		Turbulence modérée (Moderate turbulence)
	Pluie se congelant (Freezing rain)		Turbulence forte (Severe turbulence)
	Neige* (Snow)		Turbulence en atmosphère claire (Clear air turbulence)
	Averse* (Shower)		Ligne de grains forts (Severe line squall)
	Grêle (Hail)		Orage (Thunderstorm)
	Givrage faible* (Light icing)		Ondes orographiques marquées (Marked mountain waves) - MTW
	Givrage modéré (Moderate icing)		Cyclone tropical (Tropical cyclone)
	Givrage fort (Severe icing)		Chasse-neige élevée de grande étendue (Widespread blowing snow)
	Brume de grande étendue (Widespread mist)		
	Brouillard étendu* (Widespread fog)		
	Fumée de grande étendue (Widespread smoke)		
	Forte brume de sable ou de poussière (Severe sand or dust haze)		
	Tempête de sable ou de poussière de grande étendue (Widespread sandstorm or duststorm)		

* Ces symboles ne sont pas utilisés pour les vols à haute altitude

Figure 3.45.

La nébulosité est codée comme-suit :

0/8	SKY Sky Clear	
1-2 /8	FEW	
3-4/8	SCT Scattered	
5-7/8	BKN Broken	
8/8	OVC Overcast	

B. La Carte des vents et des températures prévues

Ces cartes fournissent la force du vent et les températures prévues à différents niveaux de vol.

Il y a 4 cartes par jour : 00h, 06h, 12h, 18h (*en Temps Universel*)

La température est inscrite avec un signe + (si elle est positive). Si elle est négative, il n'y aura pas de symbole devant. Par exemple :

- sur la carte, on lit +3. La température est donc de +3°C.

- sur la carte, on lit 1. La température est donc de -1°C.

Les flèches indiquent la direction du vent et le nombre de barbules, la vitesse.

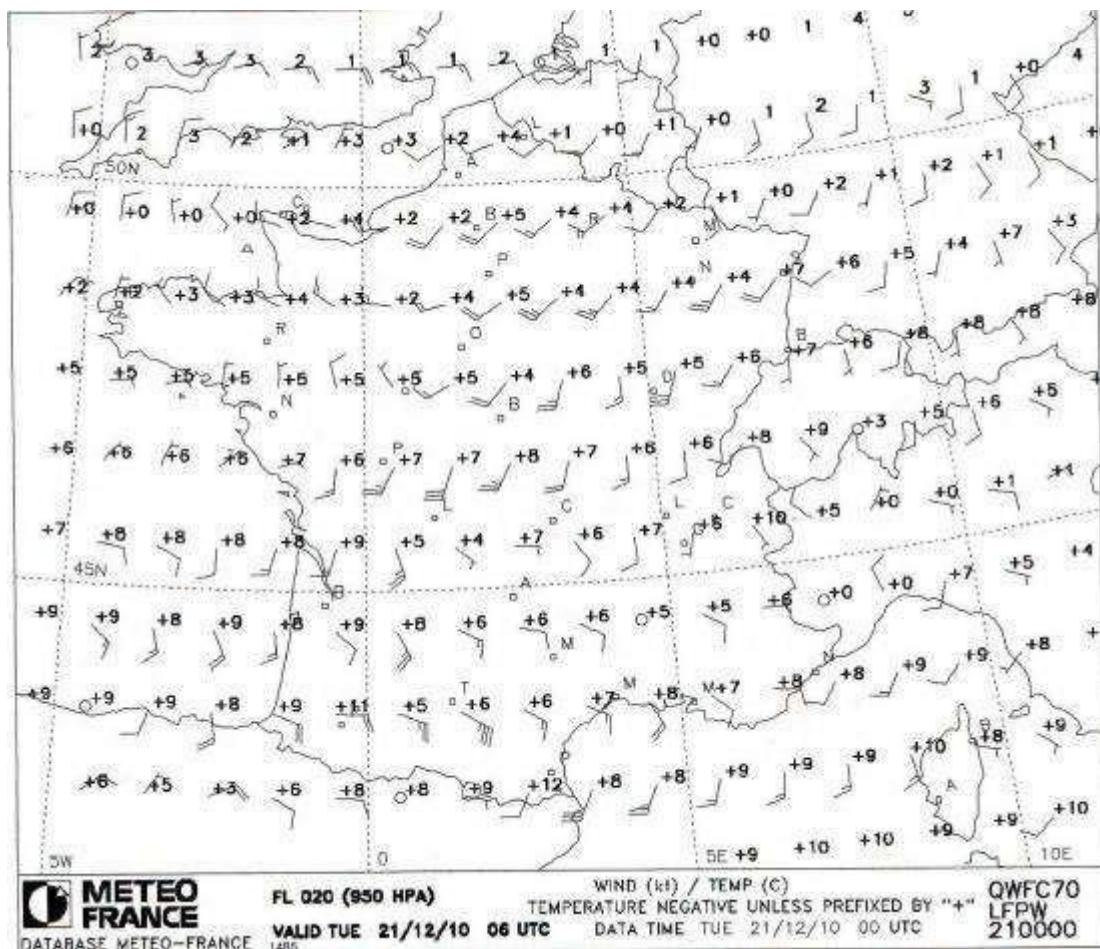


Figure 3.46.

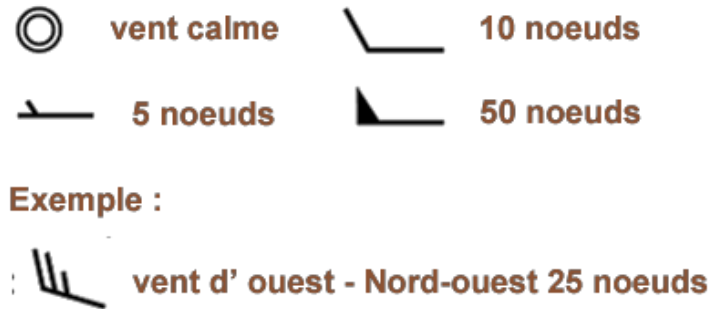


Figure 3.47.

II. Les messages

A. **METAR** : (METeorological Aerodrome Report ou METeorological Airport Report)

C'est un message d'observation météorologique du temps sur un Aéroport.

Il est donc très fiable. Il est réédité toutes les heures ou toutes les demi-heures.
C'est un message codé, toujours organisé de la même façon

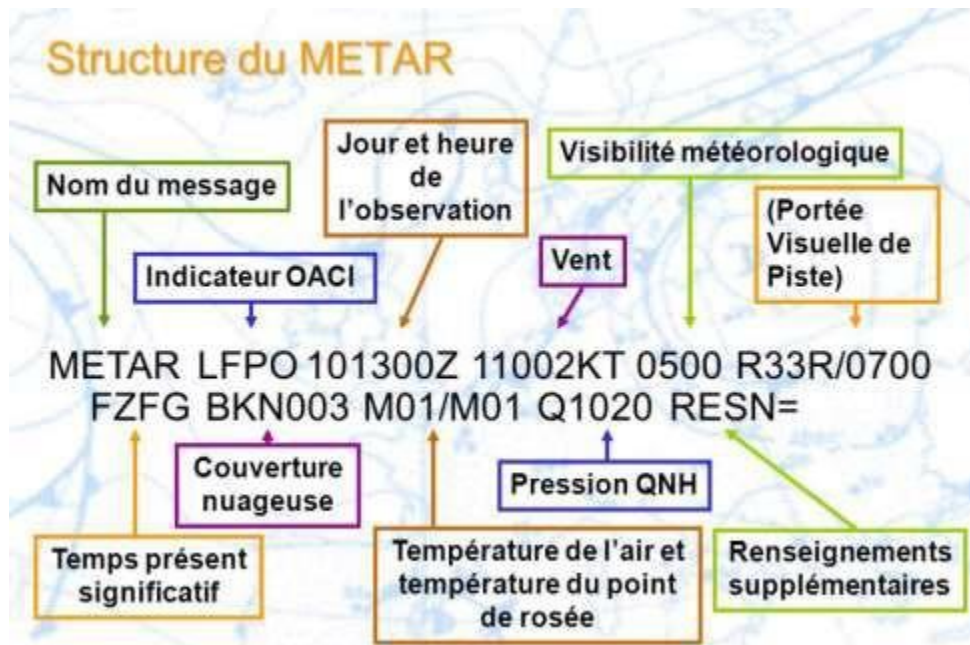


Figure 3.48.

Celui-ci possède quelques codes principaux :

QUALIFICATIF		PHÉNOMÈNE MÉTÉOROLOGIQUE			
INTENSITÉ OU PROXIMITÉ 1	DESCRIPTEUR 2	PRÉCIPITATIONS 3		PHÉNOMÈNES D'OBSCURCISSEMENT 4	AUTRE 5
Note : Pour les précipitations, les quali- ficatifs d'intensité s'appliquent à toutes les formes combinées.	MI Mince	DZ Bruine	BR Brume (Vis ≥ 5/8 SM)	PO Tourbillons de poussière/sable	
	BC Bancs	RA Pluie	FG Brouillard (Vis < 5/8 SM)	SQ Grain(s)	
	PR Partiel	SN Neige	FU Fumée (Vis ≤ 6 SM)	+FC Nuage en entonnoir (tromade ou trombe marine)	
	DR Chasse basse	SG Neige en grains			
- Faible	BL Chasse élevée	IC Cristaux de glace (Vis ≤ 6 SM)	DU Poussière (Vis ≤ 6 SM)	FC Nuage en entonnoir	
	SH Averse(s)				
Modérée (aucun signe)	TS Orage(s)	PL Grésil ou granules de glace	SA Sable (Vis ≤ 6 SM)	SS Tempête de sable (Vis < 5/8 SM) (+SS Vis < 5/16 SM)	
		GR Grêle			
+ Forte	FZ Verglaçant(e)	GS Neige roulée	HZ Brume sèche (Vis ≤ 6 SM)	DS Tempête de poussière (Vis < 5/8 SM) (+DS Vis < 5/16 SM)	
VC Voisinage		UP Précipitation inconnue (AWOS seulement)	VA Cendre volcanique (quelle que soit la visibilité)		

Figure 3.49.

A noter que CAVOK signifie Ceiling and Visibility OK soit :

- Visibilité dominante supérieure à 10 km
- Pas de nuages sous 1500 m
- Pas de précipitations, orages, cumulonimbus ou cumulus bourgeonnant

B. Le TAF (Terminal Area Forecast)

C'est un message de **prévision** météorologique.

Il existe des TAF courts (valable 9h) ou des TAF longs (valables 24h). Ils sont disponibles 1h avant leur début de validité. Il peut être accompagné d'un SIGMET, signalant les phénomènes dangereux.

La syntaxe ressemble aux METAR mais ils sont organisés différemment.

Toutes les heures des METAR ou des TAF sont données en heures UTC (il faut donc ajouter 2h en été et 1h en hiver).

```
LFLY 140800Z 1409/1418 32010KT 9999 SCT025CB BKN050 TEMPO 0911 7000  
SCT015 BKN040 BECMG 1113 SCT050=
```

La prévision concerne Lyon Bron, il a été émis le 14 à 8h (heure Zoulou ou UTC)

Le message est valable de 9h à 18h UTC avec un vent 320 pour 10Kt avec une visibilité supérieure à 10 Km. 3 à 4 octas par Cb à 2500 pied, 5 à 7 octas à 5000 pieds.

Baisse temporaire de la visibilité à 7000 mètre entre 9h et 11h

Evolution progressive entre 11h et 13h, 3 à 4 octas à 5000 pieds

III. Le dossier météo

Lors de tout vol en aviation légère et commerciale, le pilote doit réglementairement préparer un dossier météorologique et l'embarquer à bord. Ce dossier comprend la situation générale, les prévisions nationales et locales, les différents messages utiles.

Toutes les données nécessaires sont accessibles sur le site Aeroweb (aviation.meteo.fr)

En vol VFR, avant de décider de partir, je dois avoir en mémoire les 5 éléments suivants :

- La visibilité
- La base des nuages
- La nébulosité des nuages
- La direction et la vitesse du vent

- Les phénomènes dangereux

En vol, le pilote se doit d'observer régulièrement le ciel et si nécessaire s'informer par radio (AFIS, contrôle, VOLMET).

English vocabulary

Weather Vocabulary

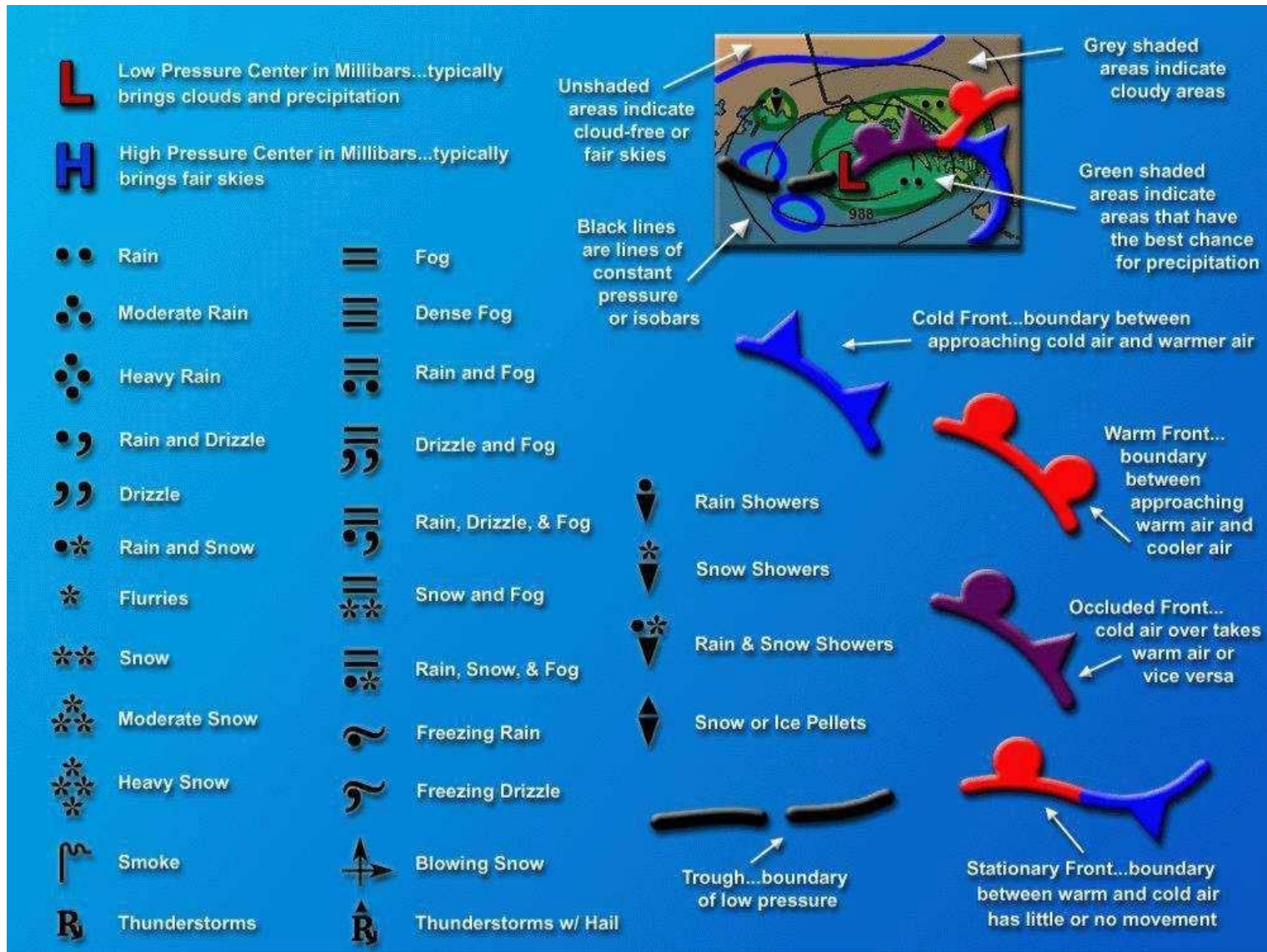


Figure 3.50.

Bank	Banc	BC
Becoming	Devenant	BECMG
Breeze	Brise	BR
Broken	Fragmenté	BKN
Blowing	Chasse Elevée	BL
Blowing Snow	Chasse Neige Elevé	BLSN
Mist	Brume	BR
Clear Air Turbulence	Turbulence En Atmosphère Claire	CAT

Ceiling And Visibility Ok	Plafond Et Visibilité Ok	CAVOK
Contrails	Trainées de condensation	
Cumulonimbus	Cumulonimbus	CB
City	Ville	CIT
Cloud	Nuage	CLD
Clear	Clair	CLR
Coast	Sur Les Côtes	COT
Dew Point	Point De Rosée	DP
Low Drifting	Chasse Basse	DR
Duststorm	Tempête De Poussière	DS
Dust (Widespread)	Poussière (Etendue)	DU
Drizzle	Bruine	DZ
Embedded	Noyé	EMBD
Funnel Cloud	Trombe Terrestre Ou Marine	FC
Forecast	Prévision	FCST
Few	Peu	FEW
Fog	Brouillard	FG
From ... Till	Depuis Jusqu'à	FM TL
Frequent	Fréquent	FRQ
Smoke	Fumée	FU
Freezing Rain	Pluie Verglaçante	FZ
Gust	Rafale	G XXkt
Hail	Grêle	GR
Fine Hail	Grésil	GS
High Pressure Centre	Anticyclone	H
Heavy	Fort	HVY
Haze	Brume Sèche	HZ
Icing	Givrage	IC
Intermittent	Par Intermittence	INTER
Intensively	S'intensifiant	INTSF
Isol	Isolément	ISOL
Low Pressure Centre	Dépression	L
Inland	Dans Les Terres	LAN
Locally	Localement	LOC
Line Squall	Ligne De Grains	LSQ
Layer	En Couches	LYR
Maritim	En Mer	MAR
Meteorological Report	Message D'observation Régulière	METAR
Shallow	Mince	MI
Moderate	Modéré	MOD
Mountain	Au-Dessus Des Montagnes	MON

Moving	En Mouvement	MOV
Mountain Waves	Ondes Orographiques	MTW
No Significant Change	Pas De Changement Significatif (Dans Les 2 Heures)	NOSIG
No Significant Cloud	Pas De Nuage Significatif	NSC
No Significant Weather	Pas De Temps Significatif Prévu	NSW
Obscure	Obscurci (Nuages)	OBSC
Occasionnaly	Occasionnellement	OCNL
Overcast	Couvert	OVC
Pellet	Granules De Glace	PE
Dust Devils	Tourbillons De Poussière	PO
Rain	Pluie	RA
Ragged	Déchiqueté	RAG
Recent	Récent	RE
Runway Visual Range	Portée Visuelle De Piste	RVR
Sand	Sable	SA
Scattered	Epars	SCT
Surface	En Surface, Au Sol	SFC
Snow Grains	Neige En Grains	SG
Shower	Averse	SH
Significant Meteorology Report	Phénomènes Significatifs (Dangereux)	SIGMET
Sky Clear	Ciel Clair	SKC
Snow Flurries	Bourrasques De Neige	SN
Special Report	Message D'observation Special	SPECI
Squall	Grains	SQ
Sandstorm	Tempête De Sable	SS
Stationary	Stationnaire	STNR
Terminal Aerodrome Forecast	Bulletin De Prévision Aérodrome	TAF
Tropical Cyclone	Cyclone Tropical	TC
Towering Cumulus	Cumulus Bourgeonnant	TCU
Temporary	Temporairement	TEMPO
Significant Weather	Temps Significatif (Prévision)	TEMSI
Tendency	Tendance	TEND
Thunderstorm	Orage	TS
Volcanic Ashes	Cendres Volcaniques	VA
Valley	Dans Les Vallées	VAL
Vicinity	Aux Environs	VC
Variable	Variable	VRB
Vertical Visibility	Visibilité Verticale	VV
Weakening	S'affaiblissant	WKN
Wind Shear	Cisaillement De Vent	WS

Weather map and wind strength

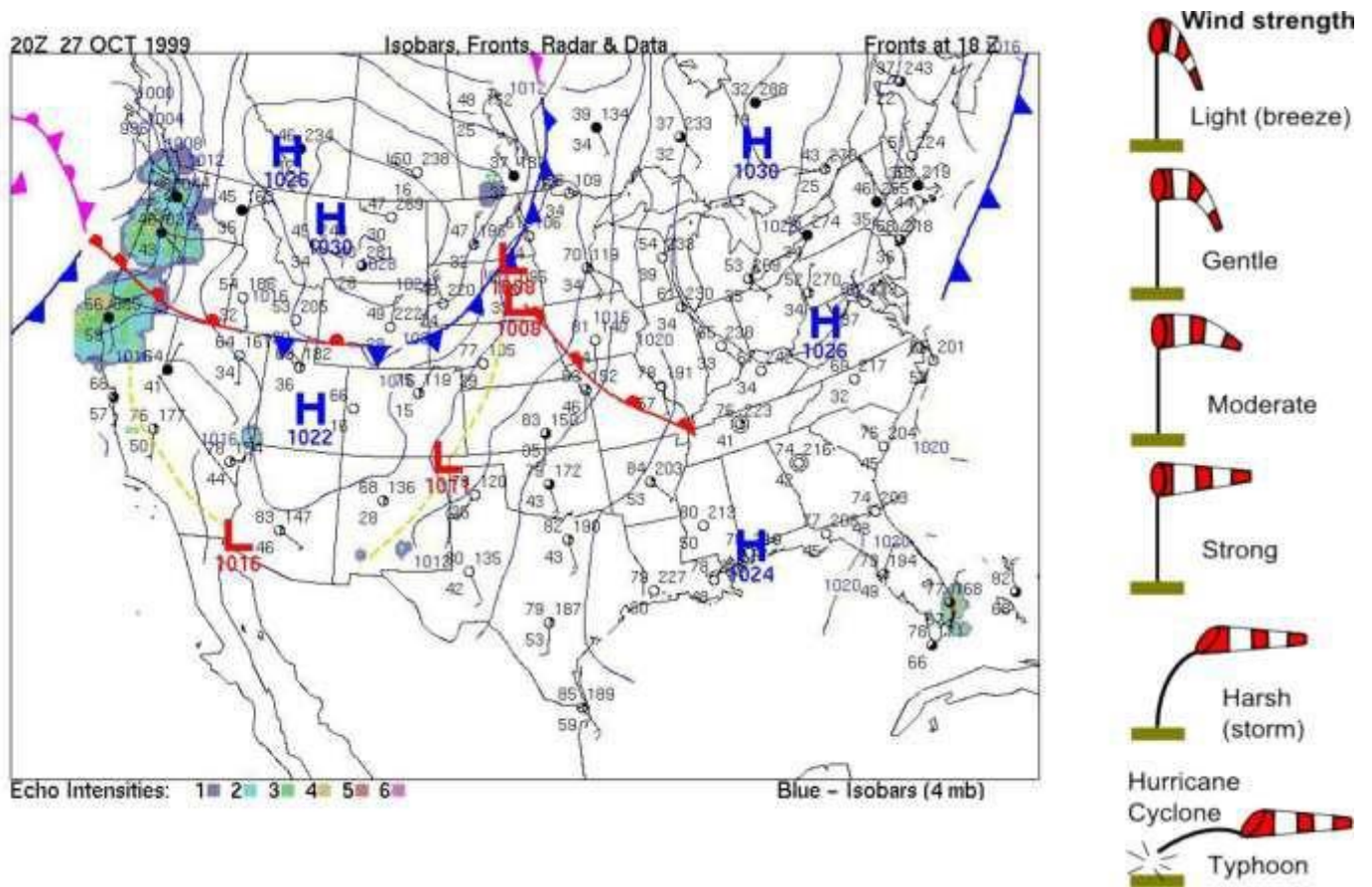


Figure 3.51.

Pour s'entraîner:

Il existe sur internet des sites qui vous permettront de vous entraîner à l'examen du BIA. L'examen étant un QCM, plus on en fait, plus cela entre dans la tête.

Utiliser les ressources du site du CIRAS de Montpellier (vidéo, supports pédagogique)
<http://www.ac-montpellier.fr/pid35970/ressources-pour-les-eleves-et-les-professeurs.html>

Pour les annales, voici le site le plus complet:
<http://aero-scolaire.ac-orleans-tours.fr/php5/ciras.htm>

Autres ressources utiles :

- Le site <http://www.test3000.net/>
- L'application **QuizBIA** (disponible sur le Play Store – Android pour le smartphone)