



©CIRAS TOULOUSE - 2018

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Introduction

Parution d'un nouveau manuel	9
Présentation du programme	10

Chapitre 1 : Aérodynamique, Mécanique du vol et Vol Spatial

I. Comment vole un avion ?.....	12
A. Les Caractéristiques d'une Aile :.....	12
B. L'écoulement de l'air autour du profil.....	13
C. Les forces aérodynamiques.....	14
D. Portance et trainée.....	14
E. L'angle d'incidence	16
II. Coefficients aérodynamiques – Polaire – Finesse	21
A. Etude du coefficient de portance	21
B. Etude du coefficient de trainée.....	22
C. La polaire d'une aile.....	24
D. La finesse	26
III. Le Bilan des forces	28
IV. Les Gouvernes principales : Tangage-Roulis-Lacet.....	30
A. L'Axe de Tangage (Montée/Descente)	30
B. L'Axe de Roulis (Inclinaison).....	34
C. L'axe de Lacet (Symétrie du vol).....	37
V. Les Gouvernes secondaires (Becs/Volets)	39
VI. Le Facteur de charge.....	40
VII. Le décollage et l'atterrissage.....	42
A. Le décollage	42
B. L'atterrissage	43
VIII. L'aérostation	44
A. La poussée d'Archimède	44
B. Les ballons à air chaud	45
C. Les ballons à gaz.....	45
D. Contrôle de la trajectoire.....	45
IX. Le vol spatial.....	46
A. Gravitation et pesanteur	46

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B.	Trajectoire de lancement et mise en orbite	46
C.	Vol orbital et spatial.....	48
D.	Lanceurs et satellites.....	49
X.	Quelques notions d'anglais	51

Chapitre 2 : Connaissance des aéronefs

Introduction : La Classification des aéronefs :	58
--	----

A. Les Aérostats.....	58
B. Les Aérodynes	59

Partie 1 : Les Cellules.....	62
-------------------------------------	----

I. La Composition générale des aéronefs.....	62
II. L'aérodynamique des cellules	63
A. Les ailes	63
B. L'empennage.....	66
III. Le train d'atterrissage :.....	68
IV. Les commandes de vol.....	70
A. La gouverne de profondeur.....	70
B. Les ailerons	70
C. La gouverne de direction.....	71

V. La Structure d'une cellule.....	72
A. Les Forces et les contraintes s'exerçant sur un avion en vol	72
B. La Structure et La Construction	73

Partie 2 : Les Groupes Motopropulseurs (G.M.P.)	78
--	----

I. L'Hélice.....	78
A. La Composition	78
B. Le Fonctionnement	79
C. Les différents types d'hélices	79
II. Les moteurs à pistons	80
A. La Composition	80
B. Le fonctionnement d'un moteur thermique	81
C. L'Alimentation en carburant.....	82
D. L'Elaboration du mélange air-essence	82

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

E. L'Allumage	82
III. Les turboréacteurs	83
A. Le principe de fonctionnement.....	83
B. Le Principe du Réacteur à simple flux	84
C. Le Turboréacteur à double flux.....	84
D. Le Turbopropulseur	85
E. Le Turbomoteur	85
F. Le Statoréacteur	86
Partie 3 : Les Instruments de bord.....	87
I. Les instruments barométriques	88
A. L'Anémomètre (Airspeed Indicator).....	88
B. L'Altimètre (Altimeter)	89
C. Le Variomètre (Vertical Speed Indicator)	90
II. Les instruments gyroscopiques.....	91
A. L'indicateur de virage (Turn and Bank indicator)	91
B. La Bille	92
C. L'horizon artificiel (Artificial Horizon)	93
D. Le conservateur de cap ou directionnel (Heading Indicator)	94
E. Le compas (Magnetic Compass) (Instrument non gyroscopique)	95
Partie 4 : English vocabulary	96
I. Aircraft composition.....	96
II. Aircraft types	96
III. Wings position.....	97
IV. Wings angle	97
V. Wings shapes	98
VI. Tails designs.....	99
VII. Landing gear ; Wheel Layouts	100
VIII. Engines	101

Chapitre 3 : Météorologie

I. L'atmosphère	104
A. Qu'est-ce que l'atmosphère ?.....	104

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B.	La Composition de l'atmosphère	105
C.	L'atmosphère standard	105
II.	La pression et le vent.....	106
A.	La Pression de l'atmosphère.....	106
B.	La Mesure de la pression atmosphérique.....	107
C.	Les Champs de pression	108
D.	Les Calages altimétriques.....	109
E.	La Mesure, la direction et l'observation du vent	110
III.	Les perturbations et les fronts	111
A.	Les Masses d'air.....	111
B.	Les nuages associés aux fronts	111
IV.	Les nuages	112
A.	La température	112
B.	Variations de température	112
C.	Echanges thermiques.....	113
D.	L'eau dans l'atmosphère	114
E.	Les Changements d'états	114
	114
F.	Les Phénomènes de Condensation / Evaporation	115
G.	Les Phénomènes de Solidification / Fusion	115
H.	La Surfusion.....	115
I.	La Trainée de condensation	115
J.	La formation et la classification des Nuages.....	116
K.	La formation et la classification des Précipitations.....	119
V.	Les phénomènes climatiques dangereux pour l'aéronautique.....	121
A.	La Brume.....	121
B.	La Brume sèche.....	121
C.	Le Brouillard	121
D.	Le Givrage.....	122
E.	Les cumulonimbus	124
F.	Les Phénomènes météorologique locaux.....	125
VI.	Les informations météorologiques	128

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

A.	Le METAR.....	128
B.	Le TAF	130
C.	Les cartes TEMSI	131
D.	La Carte des vents et des températures prévues.....	132
VII.	English Vocabulary.....	133

Chapitre 4 : Navigation, Réglementation et Sécurité

Partie 1 : La Réglementation.....	137
I. Organismes chargés de la Réglementation.....	137
II. Licences et Brevets.....	138
A. Les différentes Licences et Brevets :	139
III. Certification, équipement et entretien des aéronefs	140
A. Certification et immatriculation.....	140
B. Signalisation des aéronefs	142
C. Autres équipements et sécurités	143
IV. Facteurs humains et accidents.....	144
A. Les règles de bon sens de la réglementation aérienne	144
B. Les effets de l'altitude	144
C. Les effets des accélérations	145
Partie 2 : Préparer sa Navigation	146
I. La mesure du temps :	146
A. Le Mouvement de la Terre autour du Soleil	146
II. Se repérer sur la Terre.....	148
A. Les parallèles	148
B. Les méridiens.....	149
C. Les Cartes	150
III. Les zones aéronautiques	153
A. VFR (Visual Flight Rules) ou « Vol à vue ».....	153
B. Les espaces contrôlés.....	154
C. Les services de la circulation aérienne	155
Partie 3 : Préparer son trajet.....	156
I. Préparer son vol	156

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

A.	La Carte VAC.....	156
B.	L'Aérodrome	157
II.	Préparation de la navigation :	159
A.	Log de Navigation	159
B.	Les routes et les caps.....	160
1.	La Direction	160
C.	Quelques Définitions	161
III.	Prépare ton vol.....	162
A.	Mesure de la distance.....	162
B.	Choix de l'altitude	163
C.	Calcul du carburant.....	165
IV.	Méthodes de navigation :	165
A.	Le cheminement à vue.....	165
B.	L'estime	166
C.	Le cheminement radionavigation.....	166
D.	Le VOR (VHF OMNI RANGE)	166
E.	L'ADF (Automatic Direction Finder)	168
F.	Le GPS (Global Positioning System):.....	168
V.	Règles de vol.....	169
A.	Le Circuit d'aérodrome.....	170
B.	Communication en cas de panne radio	170
VI.	Avant le départ le pilote doit consulter.....	171
A.	Les NOTAM (Notice To AirMen)	171
B.	Les cartes TEMSI (WINTEM) ainsi que des messages météo TAF et METAR. 171	
C.	Les conditions VMC (Visual Meteorological Conditions).....	173
D.	Le Plan de vol.....	174
E.	Le Moyen de contrôle de la circulation aérienne	174
F.	La Mesure des vitesses	176
G.	Calcul du cap magnétique	177

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Chapitre 5 : Histoire et Culture de l'Aéronautique et du Spatial

INTRODUCTION : Frises historiques	179
I. Du Mythe à la réalité	183
II. Le Choix du ‘plus léger que l’air’.....	186
Les Ballons dirigeables.....	186
III. Les Temps Héroïques (1890-1913).....	189
Les premiers vols.....	189
IV. La Première Guerre Mondiale (1914-1918).....	194
A. Les Farman et Caudron pour la « Reconnaissance ».....	195
B. Les Morane, Neuport, Fokker (allemand) et Spad pour la « Chasse ».....	195
C. Les Voisin et Breguet pour le « Bombardement ».....	195
Les AS de la Première Guerre Mondiale :.....	198
V. L’Entre Deux-Guerre (1919-1939).....	200
Les grands Raids :	200
L’aviation commerciale.....	205
VI. La Deuxième Guerre Mondiale (1939-1945) :	210
Les principaux avions Français de l’époque :	210
VII. L’Aviation de 1945 à nos jours.....	216
L’aviation militaire :	216
L’aviation commerciale :	219
VIII. La Conquête Spatiale	224

Annexes

SIGLAISON AERONAUTIQUE ANGLO-FRANCAISE	230
Liste de vocabulaire exigible	232
Vocabulaire aéronautique exigible	238
Elaboration du manuel BIA	244

Préambule

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Parution d'un nouveau manuel

Depuis la réforme du Brevet d'Initiation Aéronautique (BIA) de 2015, il est important pour les formateurs du BIA de l'académie de Toulouse de se réapproprier le nouveau référentiel. Après avoir réalisé un état des lieux des supports « officiels » des formations existantes, les animateurs du CIRAS Toulouse ont interpellé l'inspecteur d'académie sur le besoin d'un manuel commun à tous. Ce dernier, conscient de ce manque et convaincu de l'importance d'un tel outil, annonce la mise en chantier de ce projet en Juin 2016 lors d'une remise de certificats de formation BIA à l'ENAC.

Suite à cette décision, le coordinateur du CIRAS, Didier Vanderperre, inspecteur de l'éducation Nationale, confie à Monsieur Christian Oules et Monsieur Philippe Le Bris, animateur CIRAS, la responsabilité de la réalisation de ce manuel.

Après une année de travail en lien avec les supports existants ainsi que ceux réellement utilisés par les formateurs BIA, un groupe de travail est réuni. Lors de la première réunion, les formateurs confirment le besoin d'avoir une base commune pour élaborer leurs cours et surtout un outil de référence à remettre aux jeunes. S'appuyant sur la base des cours du site de l'académie de Lille, utilisée par tous, le groupe, constitué d'enseignants, de formateurs de l'ENAC, de l'Armée de l'Air (CIIRAA) et de l'association Un Morceau de Ciel Bleu, commence alors le travail d'élaboration du manuel.

Pour tous, ce manuel doit être ludique, didactique et utilisable par les collégiens et les lycéens. Il doit être le reflet de la formation en appuyant, comme le stipule le référentiel, chacun des points de chaque module.

De ce fait, à la suite d'une année d'expérimentation en 2017-2018, le manuel est corrigé grâce aux retours de tous ses utilisateurs. Pour cette rentrée 2018-2019, cet outil, ayant montré sa pertinence et son utilité auprès des jeunes et de leurs formateurs, est validé et mis à la disposition de chacun.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

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 :

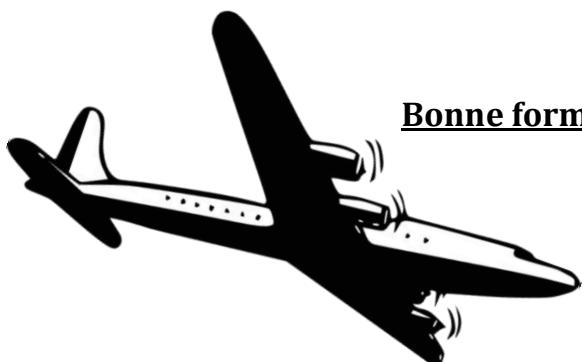
- **Aérodynamique, Mécanique du Vol et Vol Spatial**
- **Connaissance des Aéronefs**
- **Météorologie**
- **Navigation, Sécurité et Réglementation**
- **Histoire et Culture de l'Aéronautique et du Spatial**

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.

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 !

Chapitre 1 : AÉRODYNAMIQUE, MECANIQUE DU VOL ET VOL SPATIAL



Contenu du chapitre :

- I. Comment vole un avion ?
- II. Le décrochage - La polaire - La finesse
- III. Le Bilan des forces
- IV. Les Gouvernes principales
- V. Les Gouvernes secondaires
- VI. Le Facteur de charge
- VII. Le décollage et l'atterrissage
- VIII. L'Aérostation
- IX. Le Vol Spatial
- X. Quelques bases d'anglais

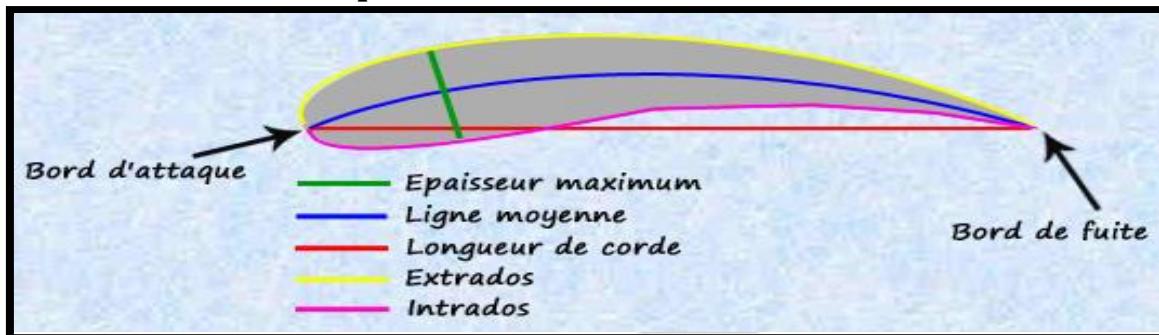
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

I. Comment vole un avion ?

Le vol d'un avion est le résultat de l'interaction entre ses surfaces portantes et l'air.

Ses principales surfaces portantes sont **les Ailes**.

A. Les Caractéristiques d'une Aile :

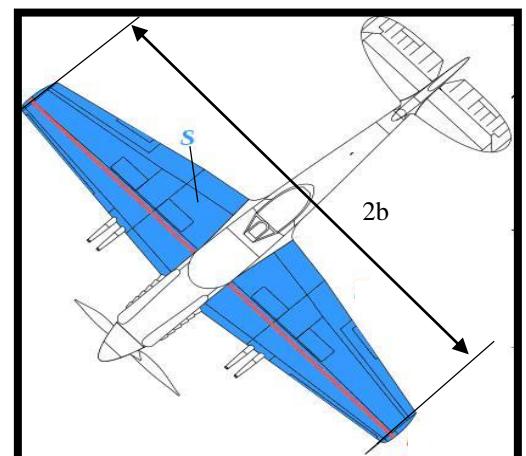


- **Profil** : Coupe verticale de l'aile
- **Corde de profil** : Ligne joignant le bord d'attaque au bord de fuite
- **Profondeur** : Longueur de la corde de profil, notée **c**
- **Epaisseur** : Distance maximum entre l'Extrados et l'Intrados
- **Envergure** : Distance entre les extrémités des deux ailes, notée **2b**
- **Surface alaire** : Surface totale de la voilure, y compris celle qui traverse le fuselage, notée **S**
- **Allongement** : Grandeur sans unité qui traduit l'effilement de l'aile, notée **A**

$$A = \frac{(2b)^2}{2s} = \frac{2b}{C_{moy}} = \frac{\text{Envergure}}{\text{Corde Moyenne}}$$

A vaut environ :

- 5 pour un avion de combat
- 10 pour un avion de transport
- 25 pour un planeur.

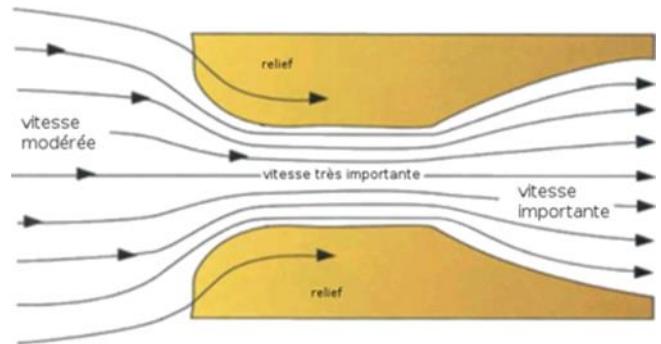


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. L'écoulement de l'air autour du profil

Pour étudier le vol d'un avion dans l'air, il est équivalent de considérer l'avion immobile et l'air qui se déplace. On s'intéresse alors à la trajectoire de minces filets d'air, appelés lignes de courant. La vitesse de l'avion est remplacée par le vent relatif, qui souffle dans le sens opposé : $\vec{V_{vent}} = -\vec{V_{avion}}$.

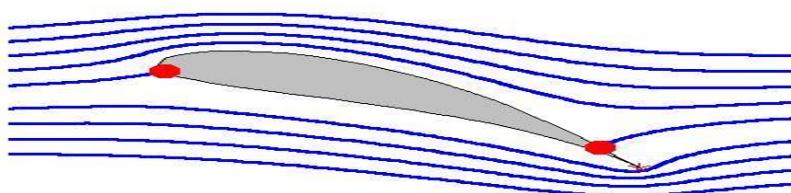
Commençons par l'**effet Venturi**. Lorsque la section se rétrécit, la vitesse des filets d'air augmente et ils ont tendance à se rapprocher les uns des autres. Cet effet s'inverse lorsque la section augmente. Vous pouvez vérifier cela en pinçant l'extrémité du tuyau d'arrosage de votre jardin.



Il est utilisé en aéronautique pour :

- *Le mélange air/essence dans les carburateurs*
- *Expliquer les dépressions sur l'extrados et les surpressions sur l'intrados*
- *Expliquer les effets de Foehn en montagne*
- *Pour « coller au sol » les formules 1*

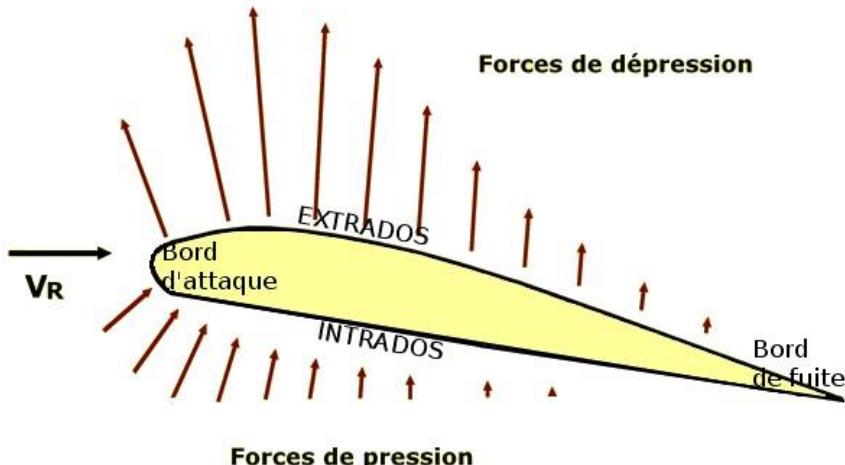
Préalablement à cela, **Daniel Bernoulli**, grand physicien du 18^{ème} siècle, a démontré que dans un fluide en écoulement, plus la vitesse du fluide est élevée et plus la pression y est faible et inversement. En résumé : c'est comme sur le grand-huit, la hauteur jouant le même rôle que la pression !



Dans le cas d'un profil d'aile, la présence de l'**extrados** engendre un surplus de vitesse qui crée une **dépression**. Côté **intrados**, c'est l'inverse : il y a une diminution de la vitesse et apparition d'une **surpression**.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. Les forces aérodynamiques



La somme des forces pressantes sur toute la surface du profil est une **force aérodynamique**, dirigée vers le haut (et légèrement vers l'arrière). C'est cette force qui maintient l'avion en vol.

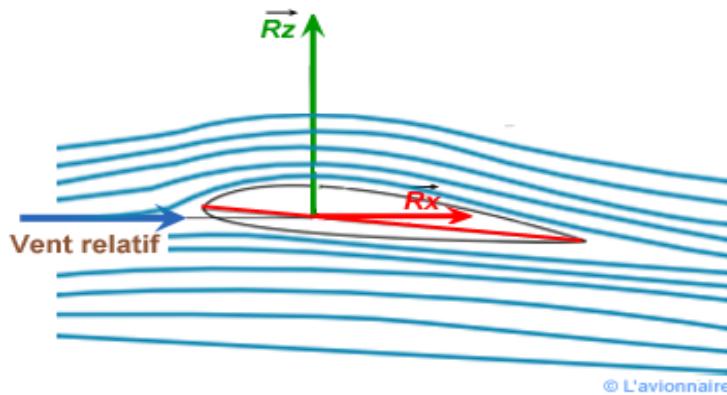
Cette force, la sustentation ou portance, est générée pour environ 2/3 par l'extrados de l'aile et pour environ 1/3 par l'intrados.

Le point où s'appliquent les forces aérodynamiques est appelé **centre de poussée (CP)**. Il avance lorsque l'incidence augmente.

D. Portance et trainée

La force aérodynamique qui s'exerce sur un profil est décomposée en deux termes :

- L'un parallèle au vent relatif : c'est la **trainée R_x** , qui s'oppose à l'avancement de l'avion
- L'autre perpendiculaire au vent relatif : c'est la **portance R_z** , qui porte ou sustend l'avion.



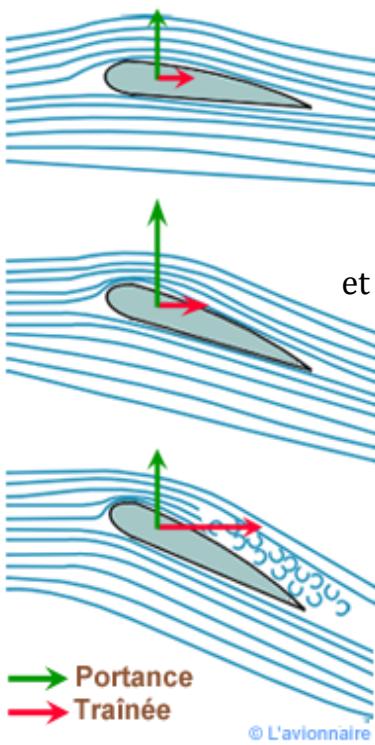
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Un constructeur d'avion cherche à obtenir la plus grande portance possible (pour maximiser la charge emportée) et la plus faible trainée possible (celle-ci s'oppose au mouvement de l'avion et augmente la consommation de carburant).

Deux relations jumelles permettent de calculer les valeurs de la portance et de la trainée en newton (N).

$$R_z = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot S \cdot C_z \quad \text{et} \quad R_x = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot S \cdot C_x$$

Avec :



* ρ = Masse volumique de l'air (en kg.m⁻³)

* S = Surface alaire de l'avion (en m²)

* V = Vitesse de l'avion par rapport à l'air (en m.s)

* C_z = Coefficient de portance du profil (dépend du profil et de l'incidence, sans unité)

* C_x = Coefficient de trainée du profil (dépend du profil et de l'incidence, sans unité)

ρ diminue avec l'altitude → la portance en particulier diminue avec l'altitude.

Si on double la vitesse, on multiplie par 4 la portance et la trainée et inversement.

La notion de trainée induite sera développée plus loin.

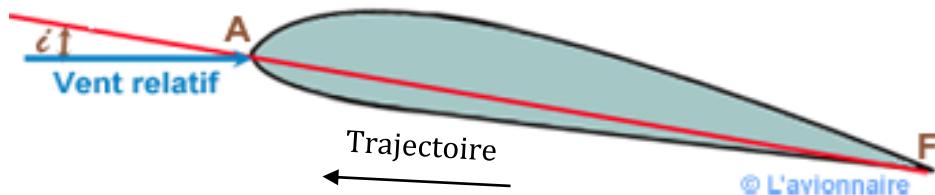
Pour un avion de transport civil :

- En croisière → $C_z \approx 0,5$
→ $C_x \approx 0,02$
- Au décollage → $C_z \approx 2$
→ $C_x \approx 0,2$

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

E. L'angle d'incidence

C'est l'angle **i** compris entre la corde de profil de l'aile et la trajectoire de l'avion. Il varie au cours du vol.

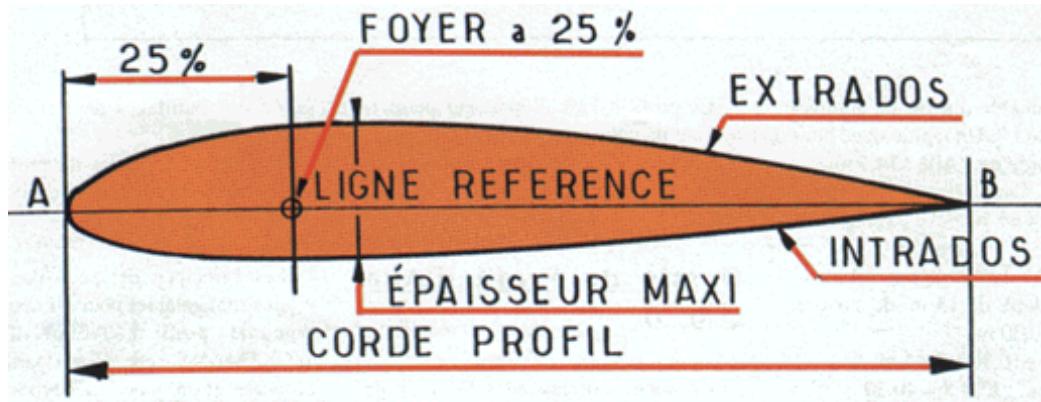


La Portance ainsi que la Trainée varient avec l'incidence du profil.

Il existe un point fixe sur le profil, quel que soit l'angle d'incidence.

C'est le foyer F.

Le foyer est le point du profil où s'appliquent les variations de portance due à une variation d'incidence.



F est situé derrière le bord d'attaque, à une distance correspondant à 25% de la corde du profil.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Exemples de profils

Biconvexe symétrique

intrados et extrados convexes symétriques par rapport à la corde.
ligne moyenne rectiligne et confondue avec la corde.

Faible trainée

Utilisé pour les empennages verticaux et horizontaux, pour la voltige.



Biconvexe dissymétrique

courbure de l'extrados plus accentuée que l'intrados.
La ligne moyenne est à simple courbure (intrados et extrados convexes)

profils les plus employés pour avion de loisir.
portance élevée, même avec une incidence faible,
grande stabilité.

permet de ne pas décrocher, même avec un angle d'incidence élevé.



Plan creux

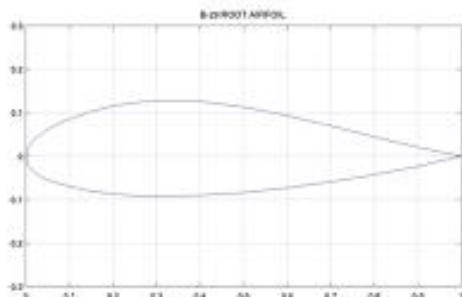
extrados convexe + intrados concave
profils très porteurs à faible vitesse, mais trainée importante.

type de profil très utilisé autrefois pour les planeurs

La ligne moyenne est à simple courbure
permet aussi un angle d'incidence avant décrochage le plus grand possible



Exemples de profils : B29



Bombardier

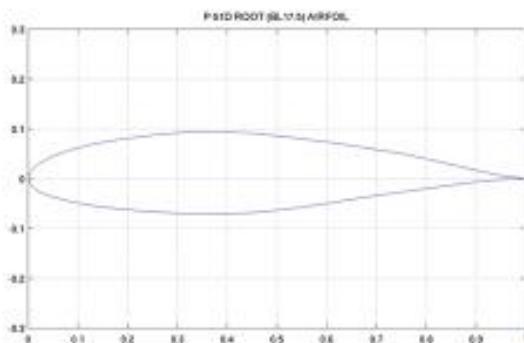
9000 kgs de bombes à 8000 kms

Volets Fowler

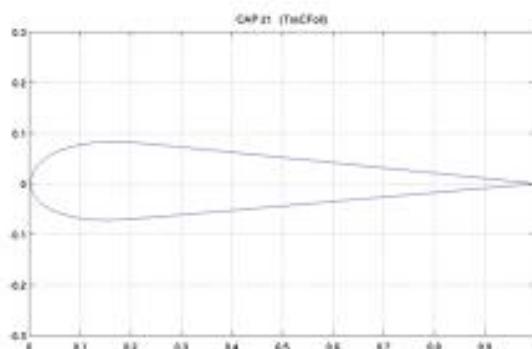


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Exemples de profils P51D



Exemples de profils CAP21



Avion de Voltige
Profil biconvexe quasi-symétrique =>
bonne portance en vol dos + faible
trainée

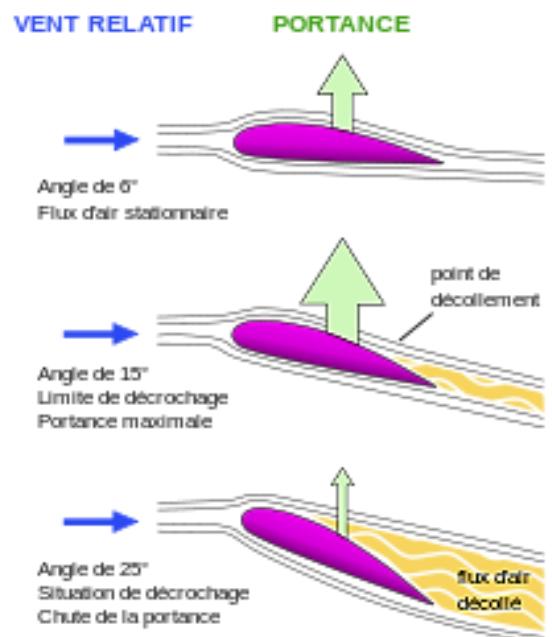
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

F. Le décrochage

Si l'on incline l'aile au-delà d'un certain angle d'incidence, **environ de 20°**, l'écoulement de l'air devient tourbillonnaire sur l'extrados car les filets n'ont plus suffisamment d'énergie pour coller au profil de l'aile.

Résultat :

Une diminution rapide et importante de la portance (et une augmentation de la trainée)



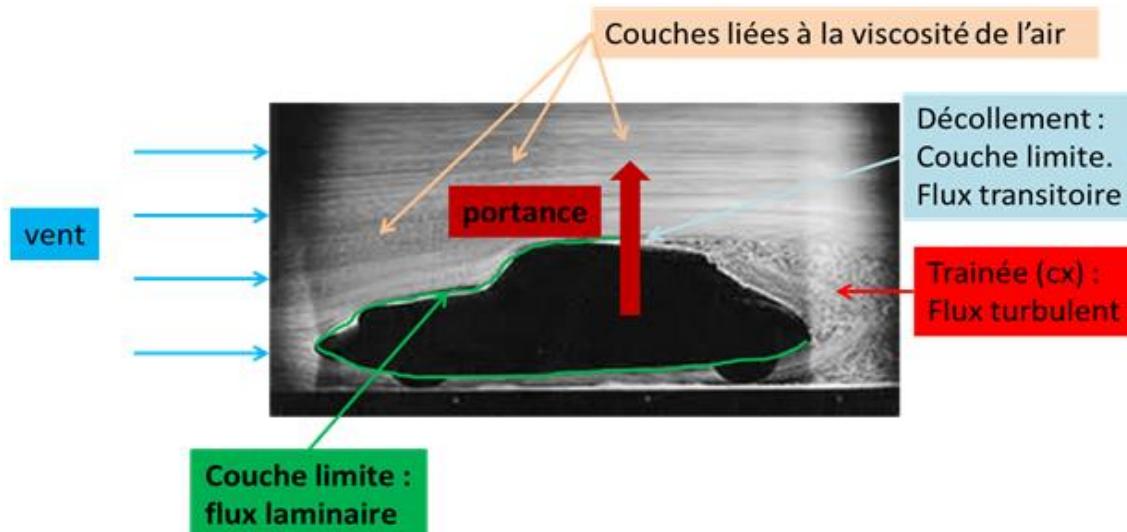
L'écoulement d'un flux est laminaire lorsque toutes les molécules s'écoulent dans la même direction.

Lorsqu'un aéronef vole, une couche d'air d'une épaisseur de plusieurs millimètres, reste au contact de la surface de l'aile.

Cette couche s'appelle la **couche limite**. Tant que celle-ci est « collée » à la surface de l'aile et s'écoule le long de celle-ci, la portance est maximum.

C'est la vitesse de déplacement de cette couche limite sur l'extrados et l'intrados qui crée les phénomènes de dépressions et de surpressions (Bernoulli/Venturi).

Ci-dessous, la visualisation de ce phénomène sur le châssis d'une voiture (une DS) en soufflerie



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

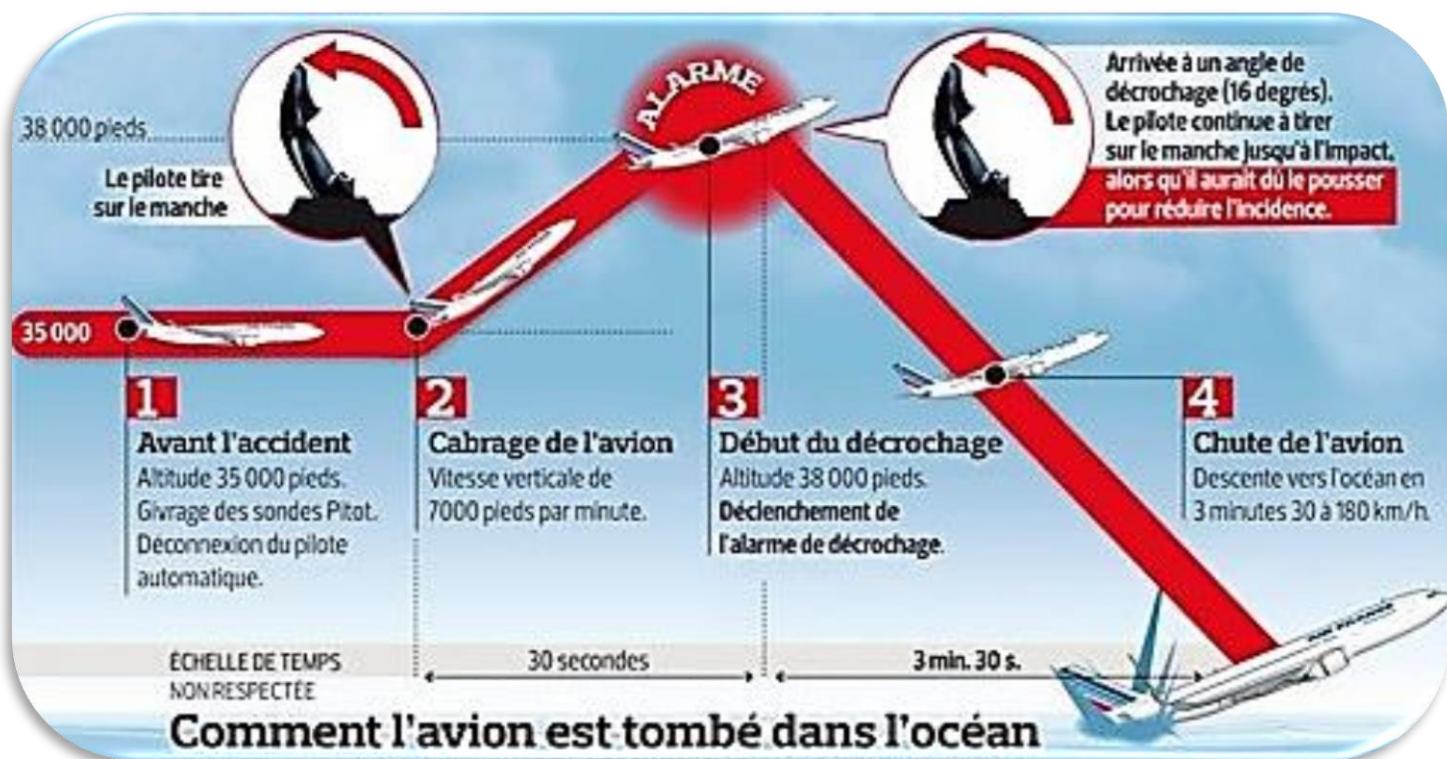
Le décrochage se traduit alors par un avancement du centre de poussée (CP) et donc une abattée (basculement de l'avion vers l'avant). Si le décrochage est dissymétrique (il n'apparaît que sur une aile), alors il y a mise en vrille.

L'approche du décrochage se traduit par des vibrations dans le manche (buffeting) car la gouverne de profondeur est située dans l'écoulement tourbillonnaire.

La vitesse de décrochage varie avec :

- La masse
- L'inclinaison
- Le facteur de charge
- L'altitude

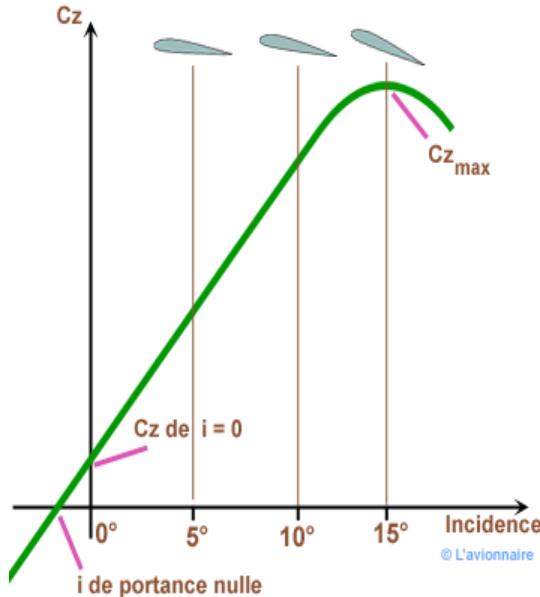
Il existe des avertisseurs sonores de décrochage (un capteur mesure directement l'incidence de l'aile et signale le dépassement de la valeur admissible).



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

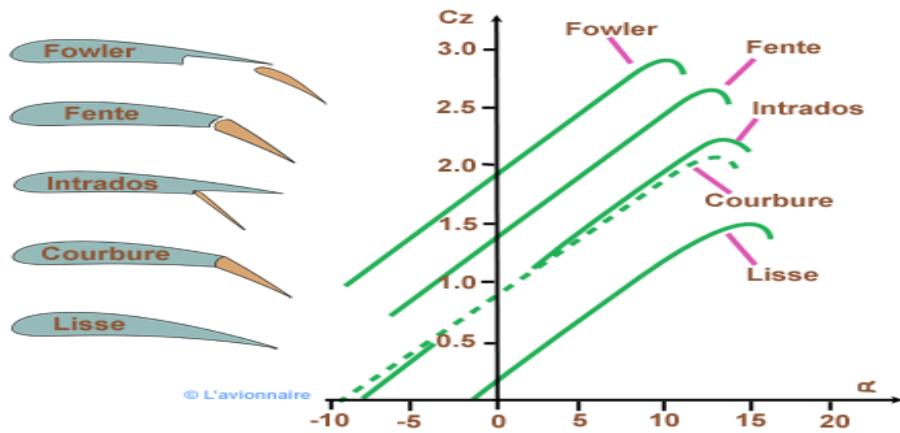
II. Coefficients aérodynamiques - Polaire - Finesse

A. Etude du coefficient de portance



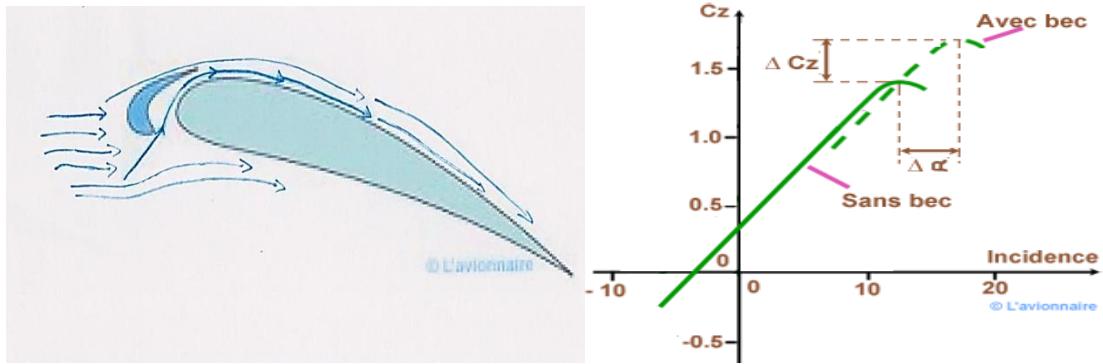
Le coefficient de portance, C_z , augmente régulièrement avec l'incidence et atteint une valeur maximale (notée $C_{z_{\max}}$) puis chute brutalement : c'est le décrochage.

Le décollage et l'atterrissage se font par nécessité à vitesse réduite. Pour conserver une portance suffisante, il est nécessaire d'augmenter C_z (c'est le rôle des **volets**) et de retarder au maximum le décrochage (c'est le rôle des **becs**). Becs et volets constituent les dispositifs **hypersustentateurs**.



A noter que les volets augmentent également la surface alaire.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



Les becs permettent de redonner de l'énergie à l'écoulement sur l'extrados et ainsi de repousser l'angle d'incidence du décrochage.

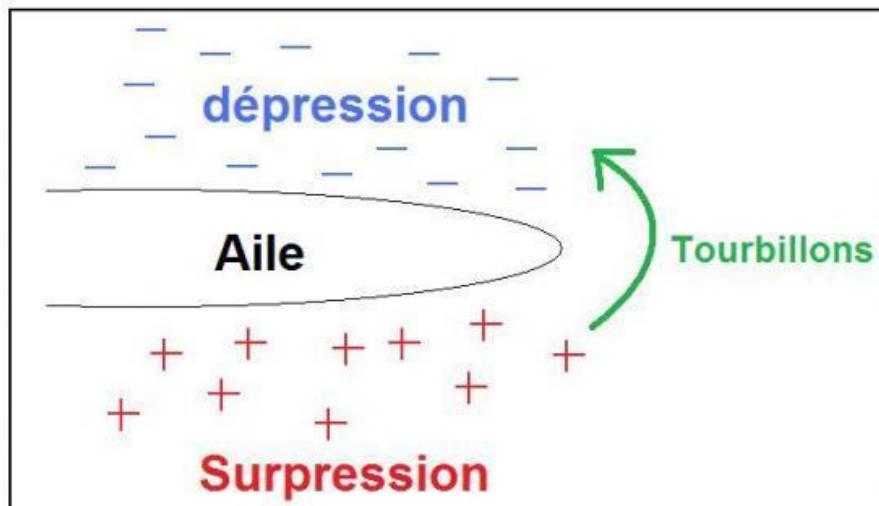
B. Etude du coefficient de trainée

3 phénomènes contribuent au coefficient de trainée :

- **La trainée induite**
- **La trainée de frottement**
- **La trainée de profil.**

1. Trainée induite

La surpression d'intrados et la dépression d'extrados engendrent, en bout d'ailes, un mouvement de l'air de **l'intrados vers l'extrados**.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Cet enroulement intrados/extrados de l'air forme alors des **turbillons marginaux**, ainsi qu'une **turbulence de sillage**.



Pour réduire les tourbillons marginaux, on installe, en bouts d'ailes, des pièces appelées **winglets**.



La trainée induite est due aux tourbillons marginaux, qui modifient localement l'incidence. Elle augmente avec le carré de la portance et diminue lorsque l'allongement de la voilure augmente.

2. Trainée de frottement

Elle a pour origine les frottements visqueux entre l'écoulement et la surface de la voilure. Elle peut augmenter notablement si l'état de surface de l'aile se dégrade (salissures, givre, ...) et réduire ainsi les performances de l'avion.

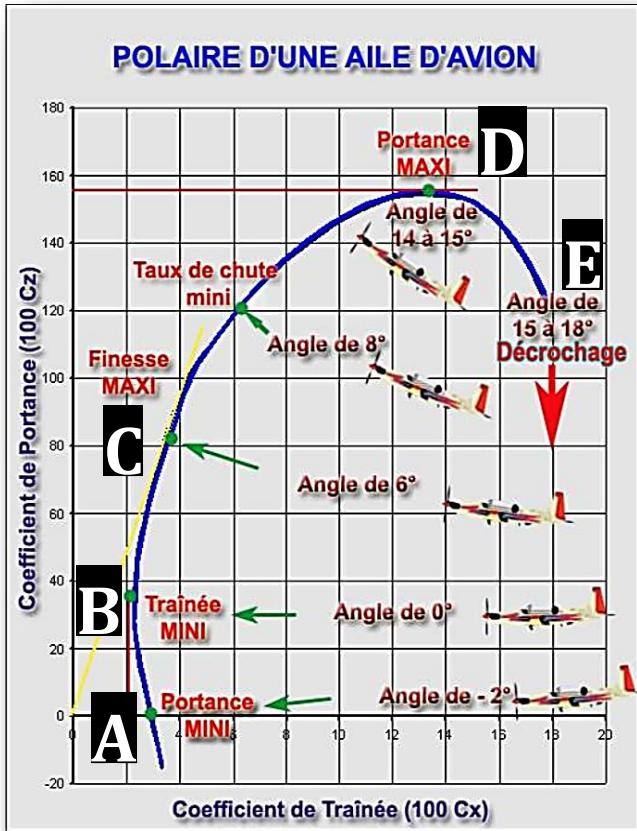
Il est essentiel sur un planeur de veiller à la propreté de l'aile.

3. Trainée de profil

Cette dernière composante a pour origine l'apparition d'un décollement de l'écoulement sur l'extrados et d'une zone tourbillonnaire. La trainée de profil augmente donc fortement lorsqu'on s'approche du décrochage.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. La polaire d'une aile



La courbe qui représente l'évolution de la résultante aérodynamique (évolution en fonction de la portance et de la trainée en fonction de l'angle d'incidence) se nomme : **Polaire de l'aile**

Elle donne les valeurs du coefficients de portance Cz en fonction de celles du coefficients de trainée Cx pour un angle d'incidence donné. En pratique, on représente 100 Cx pour dilater la courbe.

C'est une « carte d'identité » aérodynamique de l'aile qui indique ses caractéristiques.

Les points caractéristiques d'une polaire sont :

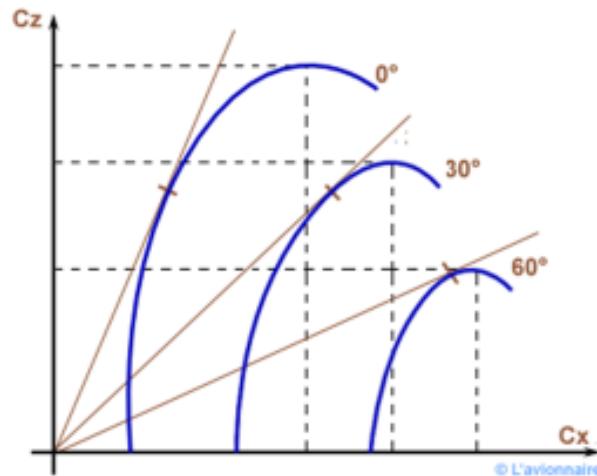
- A : Une portance nulle
- B : Une trainée minimale
- C : Une finesse maximale (C_z/C_x maxi)
- D : Une portance maximale
- E : Un décrochage

A noter : La polaire de l'avion complet inclut les contributions du fuselage, des empennages et du train d'atterrissement à la portance et surtout à la trainée.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Il existe deux types de polaires :

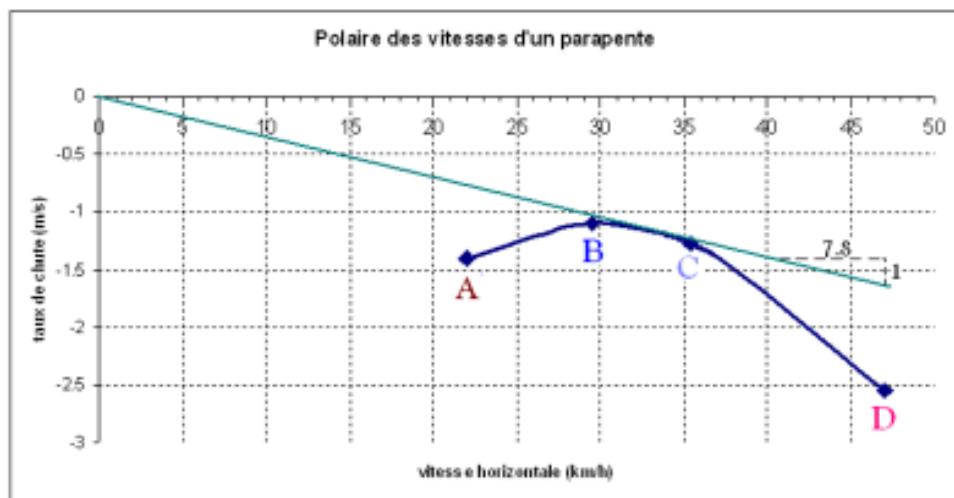
Polaire de Eiffel



C_z = coefficient de portance de l'aile,
fonction de sa forme (qui change avec
les volets, becs, etc.) et de l' incidence

C_x = coefficient de trainée de l'aile,
fonction de sa forme (qui change avec
les volets, becs, etc.) et de l' incidence

Polaire des vitesses



Polaire des vitesses d'un parapente

A : vitesse de décrochage

B : Taux de chute mini

C : Finesse max (7,8)

D : vitesse max accélérée

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. La finesse

La finesse rend compte de la « **capacité à planer** » d'un aéronef.

Il existe deux types de finesse :



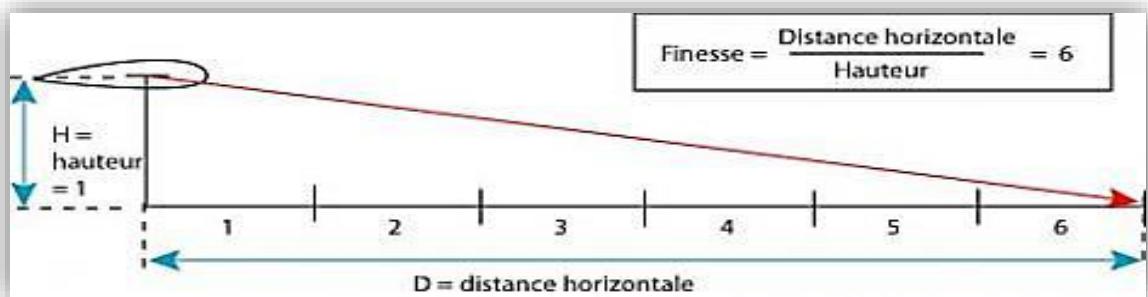
La finesse Air (par rapport à la masse de l'air)

La finesse Sol (par rapport à terre), nous concernant ici.

C'est la distance horizontale parcourue en vol plané et la perte de hauteur de l'appareil.

$$\text{Finesse} = \frac{\text{Distance Horizontale}}{\text{Distance Verticale}} = \frac{\text{Vitesse horizontale}}{\text{Vitesse verticale}} = \frac{\text{Portance}}{\text{Trainée}} = \frac{C_z}{C_x}$$

Plus ce nombre est élevé, plus cette aile porte bien, pour une traînée minimale.



La finesse représente donc « *combien de fois* » un aéronef peut parcourir sa hauteur.

Il existe un angle d'incidence pour laquelle la finesse est maximale.

Pour un avion de tourisme : la finesse maximale est de **10**

Pour un avion de transport civil moderne : elle est de **22**

Pour un planeur : elle est de **40** voire de **70** pour les plus performants, grâce à l'allongement très important de l'aile et l'absence de rugosités sur celle-ci.

A noter :



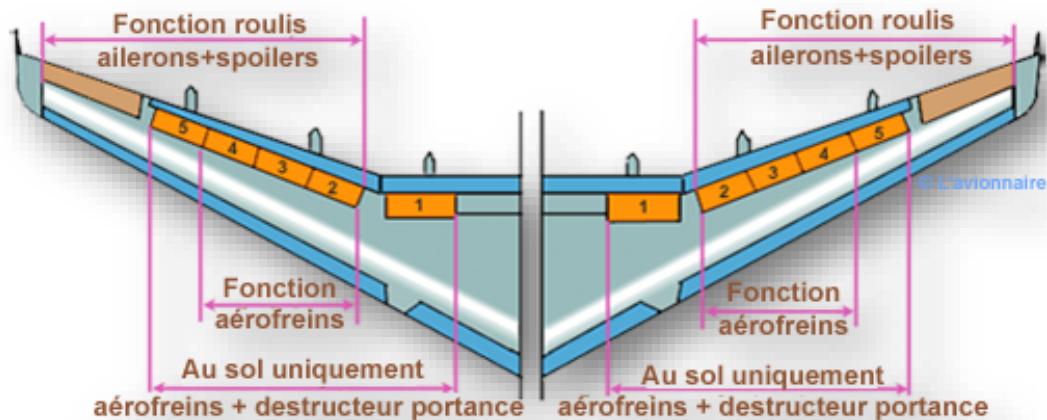
Les Aérofreins sont des panneaux encastrés dans la voilure (ou le fuselage), dont la sortie dans l'écoulement de l'air, permet d'augmenter la traînée.

En vol, ils permettent de diminuer la vitesse et d'augmenter le taux de chute (en diminuant la finesse).

Au sol, ils contribuent au freinage afin de diminuer la longueur de roulage sur la piste.

Les Spoilers sont des panneaux d'extrados qui sont utilisés symétriquement en fonction Aérofrein ou Dissymétriquement en fonction Gauchissement.

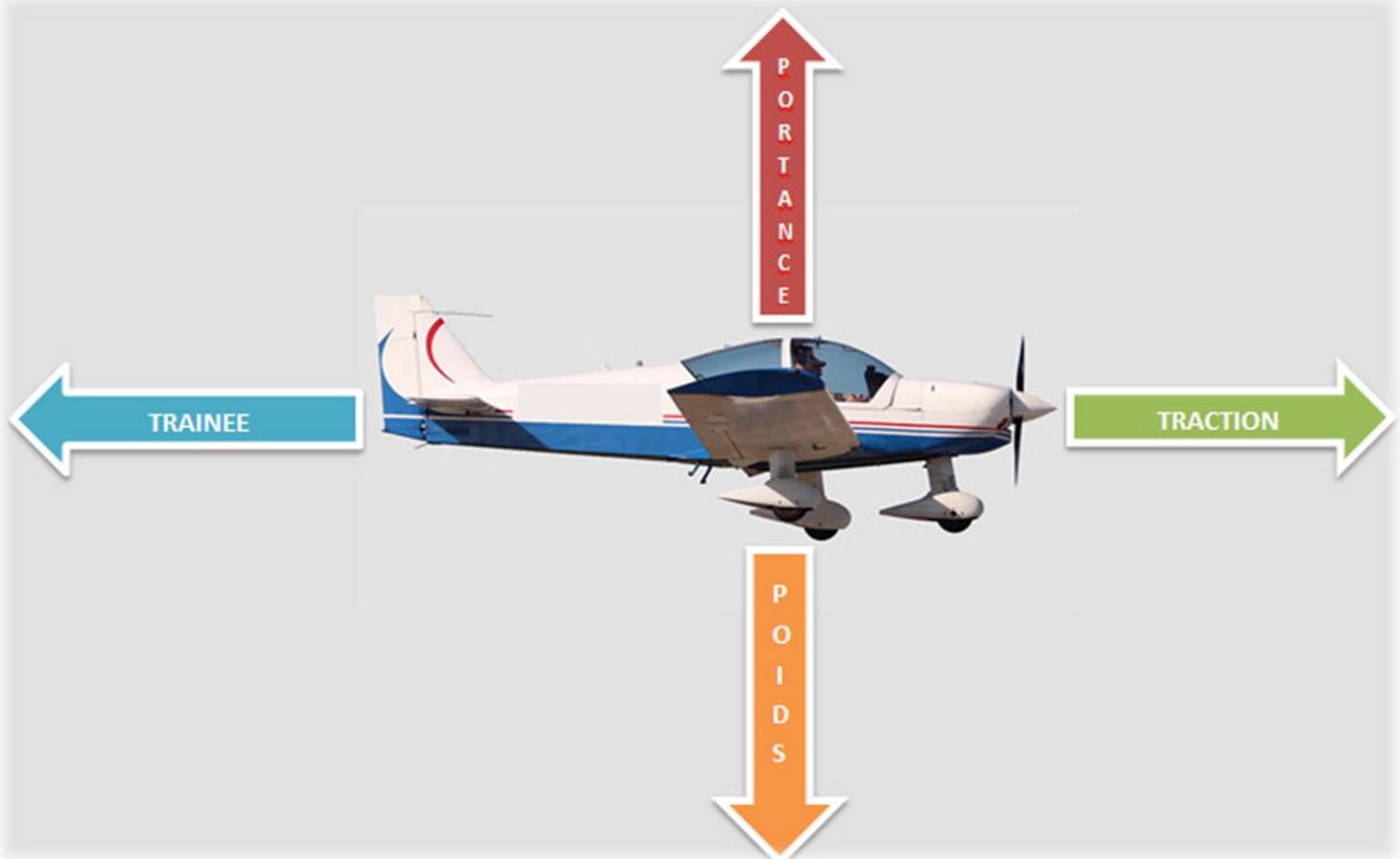
(Destruction de la portance sur l'aile intérieure au virage)



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Le Bilan des Forces

Le vol d'un aéronef est soumis à 4 forces :



➤ **La traction** (avion à hélice) ou **la poussée** (avion à réaction) permet à l'avion de progresser dans l'air. La manette des gaz permet d'agir sur l'intensité de cette force.

➤ **La traînée** correspond à la force parallèle et opposée à l'écoulement.

➤ **Le poids** de l'aéronef, force verticale orientée vers le bas, appliquée au centre de gravité.

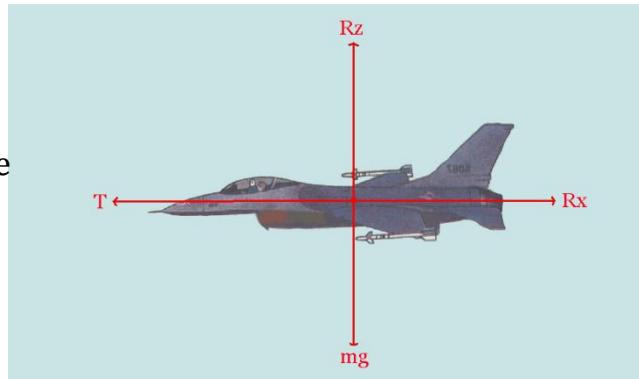
➤ **La portance**, force perpendiculaire à la trajectoire, appliquée au centre de poussée.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Ces forces évoluent selon les phases de vol :

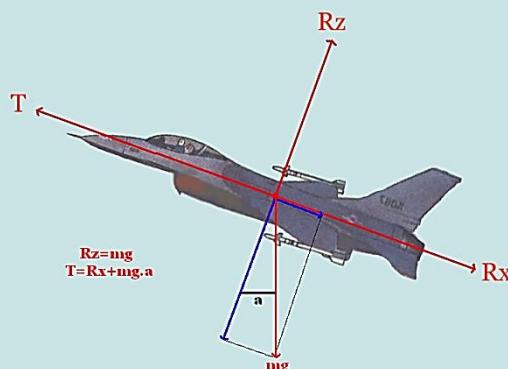
En palier :

La portance équilibre le poids.



La traction équilibre la traînée.

En montée :



La portance équilibre la grande composante du poids.

La traction équilibre la trainée + la petite composante du poids

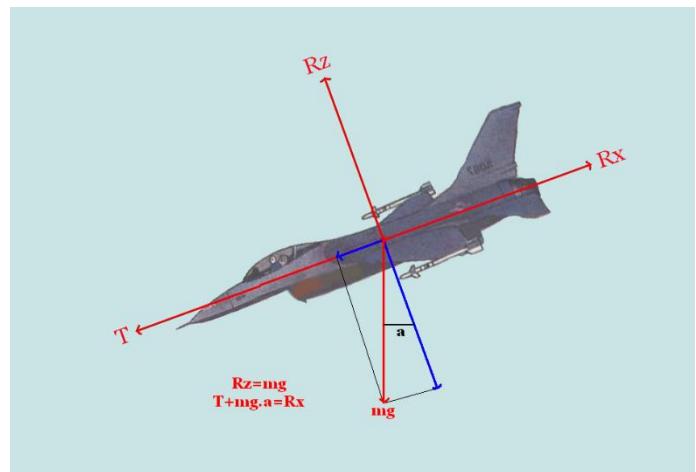
La traction doit être plus importante qu'en palier.

En descente :

La portance équilibre la grande composante du poids.

La traction + la petite composante du poids équilibrivent la trainée.

La traction doit donc être moins importante qu'en palier.



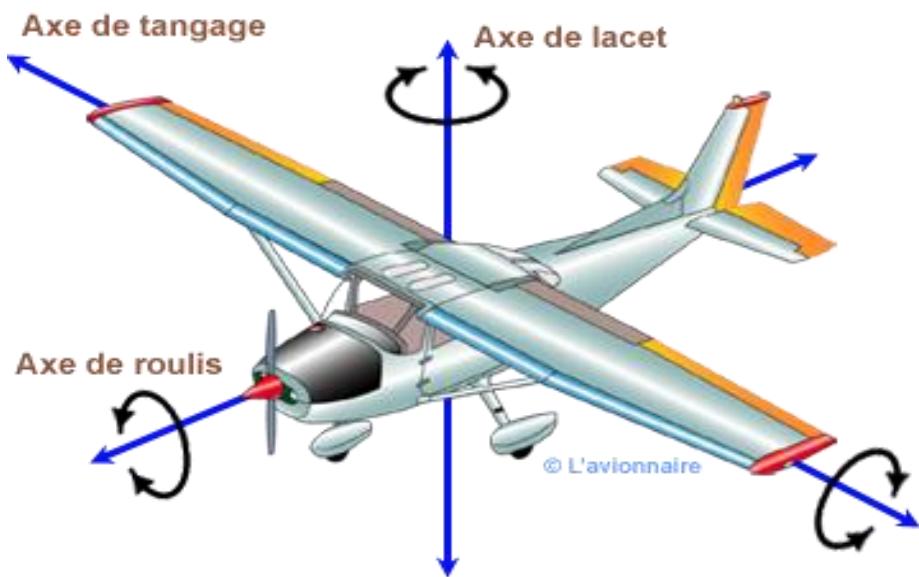
Dans le cas du planeur $T=0$. La pente de descente est alors égale à la finesse.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

IV. Les Gouvernes principales : Tangage-Roulis-Lacet

Pour diriger l'avion : on utilise des efforts aérodynamiques créés sur de petites surfaces que l'on appelle **Gouvernes**.

Ceci va permettre de provoquer des rotations sur 3 axes de l'avion :

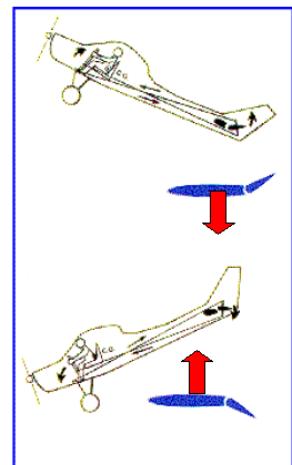


A. L'Axe de Tangage (Montée/Descente)

Déplacement du manche d'avant en arrière.

- Pousser le manche vers l'avant fait descendre la gouverne de profondeur qui porte davantage.

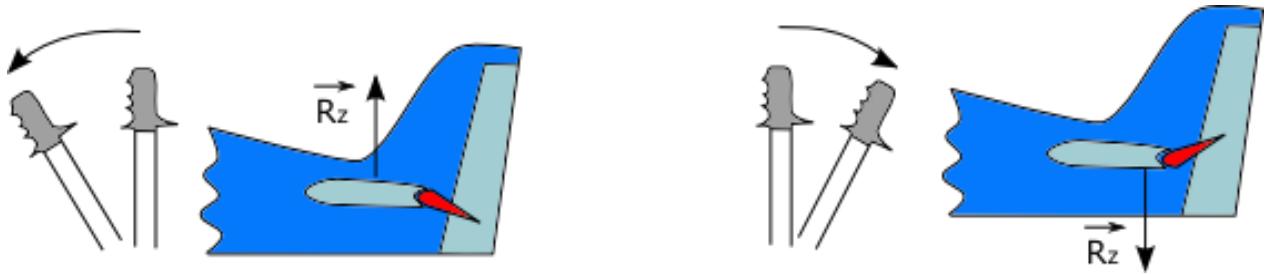
De ce fait, l'avion pique.



- Tirer le manche vers l'arrière fait monter la gouverne de profondeur qui porte moins.

De ce fait, l'avion cabre.

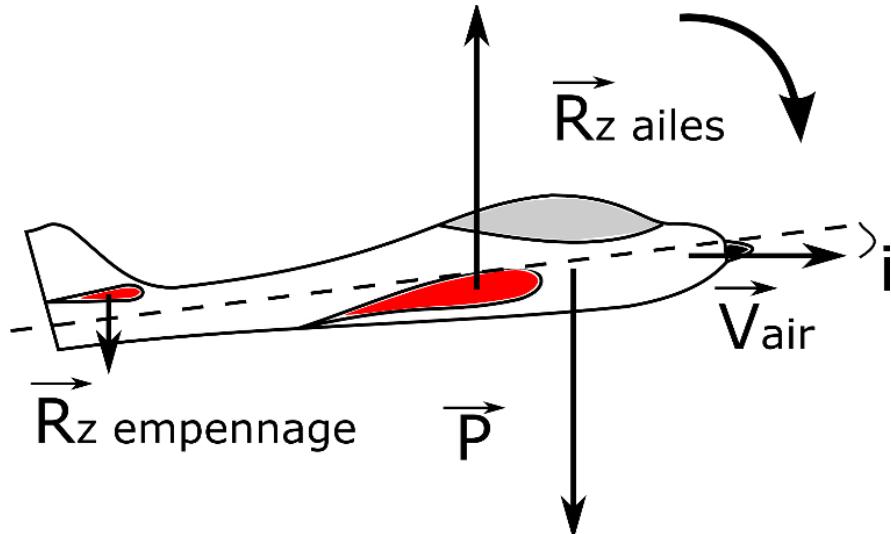
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



1) Stabilité

L'avion est **stable** si en cas de perturbation (une rafale verticale de vent par exemple), il revient de lui-même à l'équilibre.

Pour cela, **il faut que le foyer¹ (F) avion soit situé en arrière du centre de gravité.**



Rafale => Incidence ↗ => portance ↗ => moment piqueur => incidence ↘

Dans le cas contraire, l'avion pique encore plus du nez et c'est le décrochage !

Le foyer de l'avion est situé un peu en arrière du foyer de la voilure principale, du fait de la contribution de l'empennage horizontal.

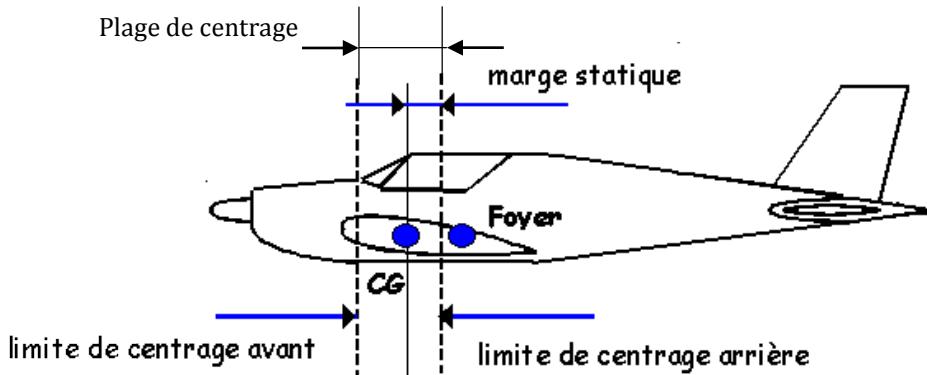
¹ Point d'application des variations de portance. Il s'agit d'une donnée aérodynamique dont la position est pratiquement fixe (25% de la corde à partir du bord d'attaque.)

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2) Centrage

Le Centre de Gravité (CG) d'un avion n'est pas fixe, il dépend notamment du plan de chargement et de la consommation d'essence durant le vol, il faut donc établir un calcul de chargement pour équilibrer l'avion en vol.

La règle absolue de la stabilité est que CG doit toujours être en avant de F ! La distance FG est appelée marge statique, elle doit toujours être supérieure à 5% de la corde moyenne (centrage arrière).



Plus G est en avant de F (centrage avant), plus l'avion est **stable** mais moins il est **maniable** (il réagit plus lentement aux commandes) et **manœuvrable** (les efforts au manche sont plus importants). De plus, la déportance de l'empennage peut être trop importante (risque d'atteindre la butée, augmentation de la trainée de l'empennage et par conséquent une consommation d'essence ou de kéroène importante).

	Zone avant de la plage	Zone arrière de la plage
Stabilité	AUGMENTE	DIMINUE
Manoeuvrabilité	DIMINUE	AUGMENTE
Braquage de la gouverne de profondeur	PLUS IMPORTANT	MOINS IMPORTANT
Trainée	AUGMENTE	DIMINUE
Consommation	AUGMENTE	DIMINUE

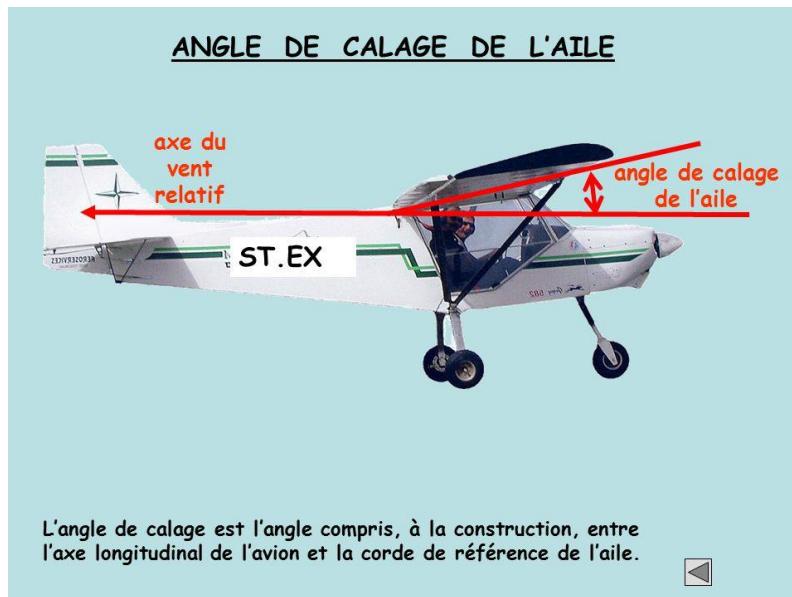
NB : les avions de chasse sont instables pour être plus maniables, mais les commandes de vol électriques corrigent en temps réel (vous le faites aussi inconsciemment sur votre vélo qui est instable en roulis).

A noter :

La relation assiette = pente + incidence
(Pour un avion entier)



L'incidence de l'avion est différente de celle de l'aile du fait du calage non nul de cette dernière.

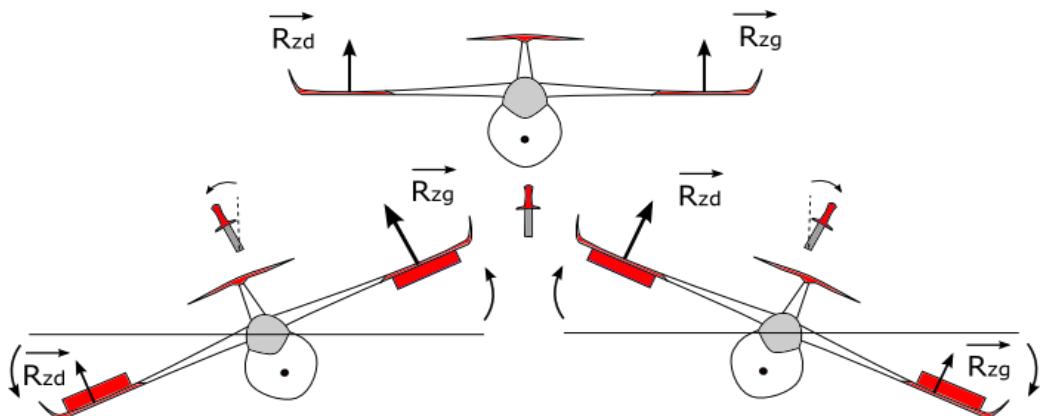


L'objectif est de voler en croisière avec une assiette presque nulle (pour le confort des passagers et du personnel navigant) et d'avoir une portance non nulle au décollage (car l'assiette est nulle).

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. L'Axe de Roulis (Inclinaison)

Déplacement du manche de droite à gauche.



- Pousser le manche à gauche fait monter l'aileron gauche vers le haut et l'aileron droit vers le bas.

Alors la portance de l'aile gauche diminue et la portance de l'aile droite augmente.

Ceci provoque une inclinaison de l'avion vers la gauche.

- Pousser le manche à droite fait monter l'aileron droit vers le haut et l'aileron gauche vers le bas.

Alors la portance de l'aile droite diminue et la portance de l'aile gauche augmente.

Ceci provoque une inclinaison de l'avion vers la droite.

Il existe des effets secondaires à cette inclinaison. L'un d'entre eux implique que lorsque la portance de l'aile montante augmente, la trainée augmente ce qui produit alors une rotation autour de l'axe de Lacet.



Le nez de l'appareil part à l'extérieur du virage,
on parle de *lacet inverse*.

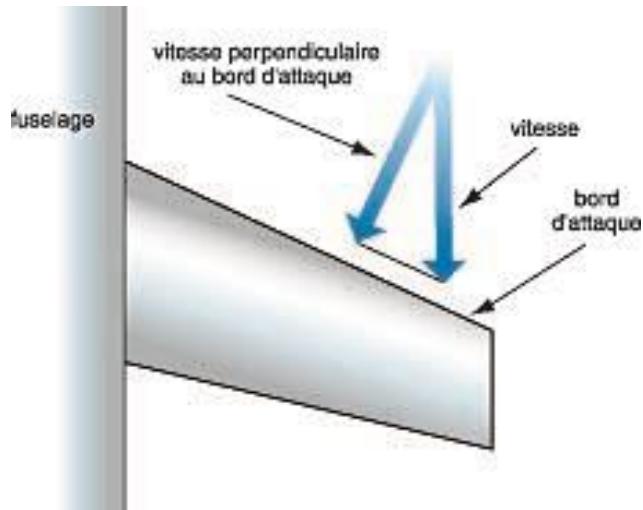
Cet effet peut être annulé avec un braquage dissymétrique des ailerons ou en utilisant les spoilers comme gouverne de gauchissement.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Un avion est stable en roulis si sous l'effet d'une perturbation (une rafale de vent latérale par exemple), cela génère un moment de roulis dans le sens opposé.

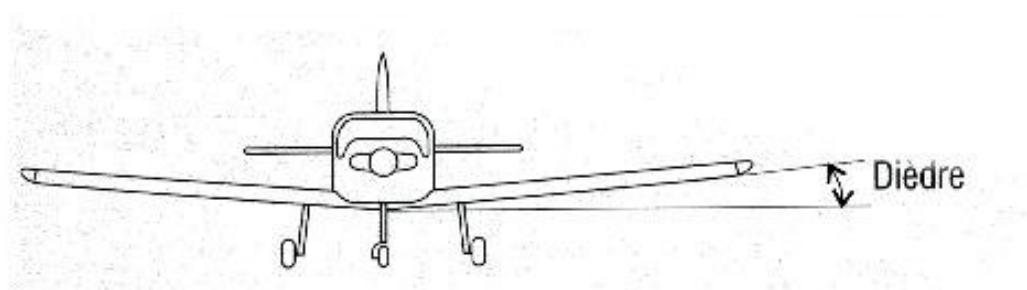
La stabilité en roulis dépend des facteurs suivants :

➤ **La flèche de la voilure**



En cas de vent latéral venant de la droite, l'aile droite verra une composante perpendiculaire au bord d'attaque plus importante que l'aile gauche et portera plus, d'où un mouvement de roulis vers la gauche.

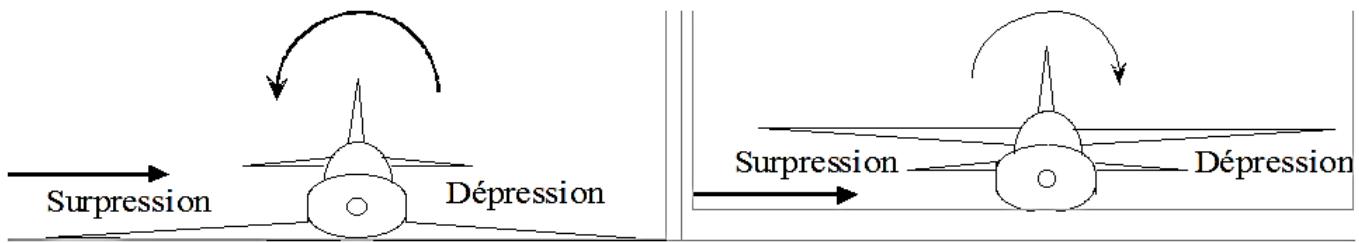
➤ **Le dièdre de la voilure**



Un vent venant de la droite aura tendance à soulever l'aile droite.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

➤ La position de l'aile par rapport au fuselage



C'est l'effet masque du fuselage qui génère une surpression du côté du vent. Le roulis engendré dépend de la position de l'aile.

Si la stabilité en roulis est trop importante, l'avion réagira trop lentement aux commandes. En général on associe la forme, la position et le dièdre de la manière suivante :

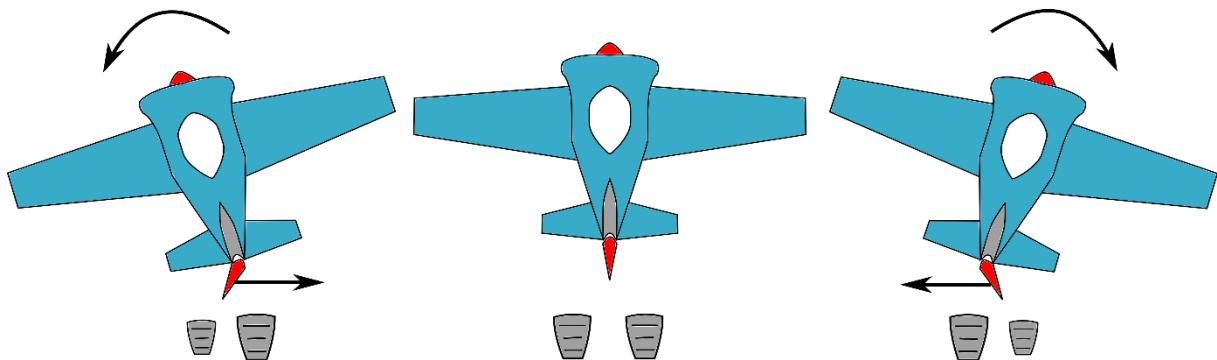
Type d'aile	Position	Dièdre
Droite	Haute	Environ nul
Droite	Basse	Positif
En flèche	Basse	Faiblement positif
En flèche	Haute	Fortement négatif

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. L'axe de Lacet (Symétrie du vol)

Manœuvre des palonniers (pédales).

- En appuyant sur le palonnier côté gauche, la gouverne de direction part vers la gauche.
- En appuyant sur le palonnier côté droite, la gouverne de direction part vers la droite.



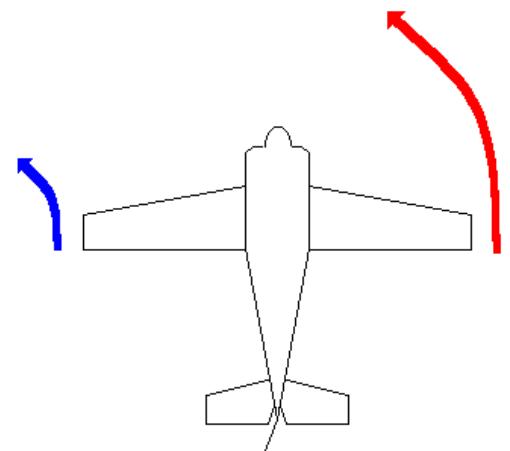
→ Cette action crée alors des forces aérodynamiques permettant de faire tourner l'avion autour de l'axe de Lacet.

On ne peut pas sur un avion effectuer un virage à plat comme sur une automobile (du moins pas sur une durée et dans un espace raisonnable). Les forces aérodynamiques latérales sont trop faibles sur un avion moderne, 15% de la portance au plus). Il faut donc mettre du manche à droite ou à gauche et ainsi incliner la portance, créant une force latérale suffisante.

Lors du virage, il est nécessaire de « mettre du pied » du côté où l'on tourne afin de compenser le Lacet inverse.

Donc :

- **Virage à droite = Manche + Palonnier à droite**
- **Virage à gauche = Manche + Palonnier à gauche**



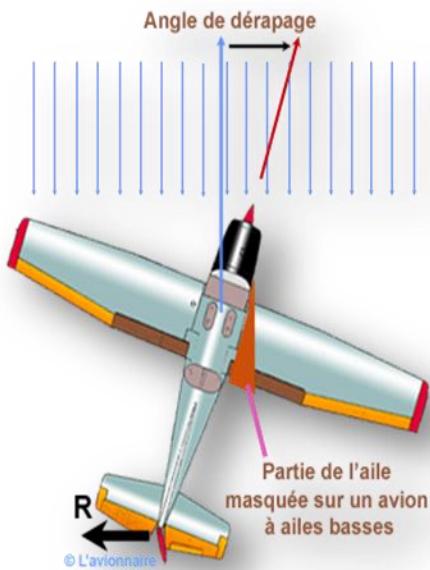
En parallèle, il faut mettre un peu plus d'incidence pour compenser l'inclinaison de la portance et un peu plus de poussée pour compenser l'augmentation résultante de la trainée.

L'aile à l'extérieur du virage parcourt plus de chemin que l'aile à l'intérieur : elle vole plus vite, sa portance augmente donc.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Quand l'avion vire à gauche, l'aile droite parcourt un plus grand chemin et va plus vite. Elle porte donc davantage et ceci incline l'avion vers la gauche.

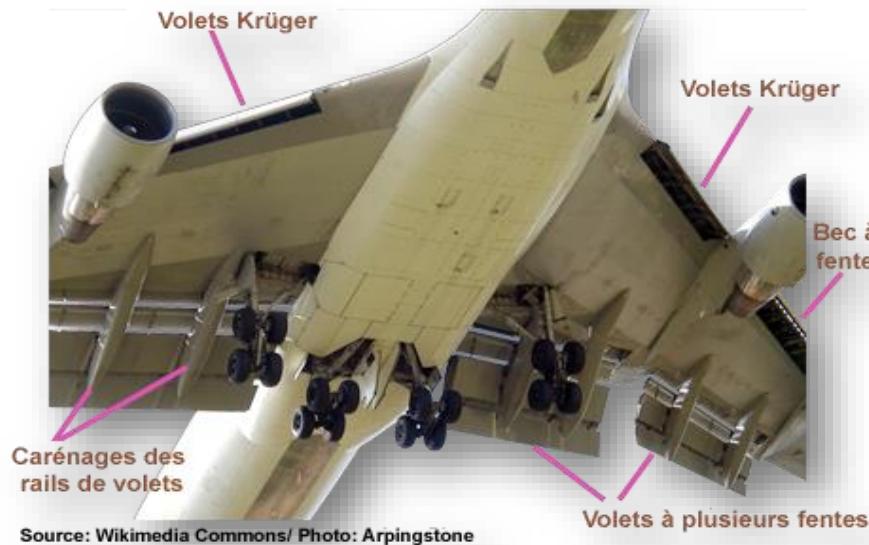
En cas de vent latéral en particulier, l'axe de l'avion n'est plus aligné avec la trajectoire. L'angle ainsi formé s'appelle **l'angle de dérapage** ou dérapage tout court. La trainée augmente fortement avec le dérapage.



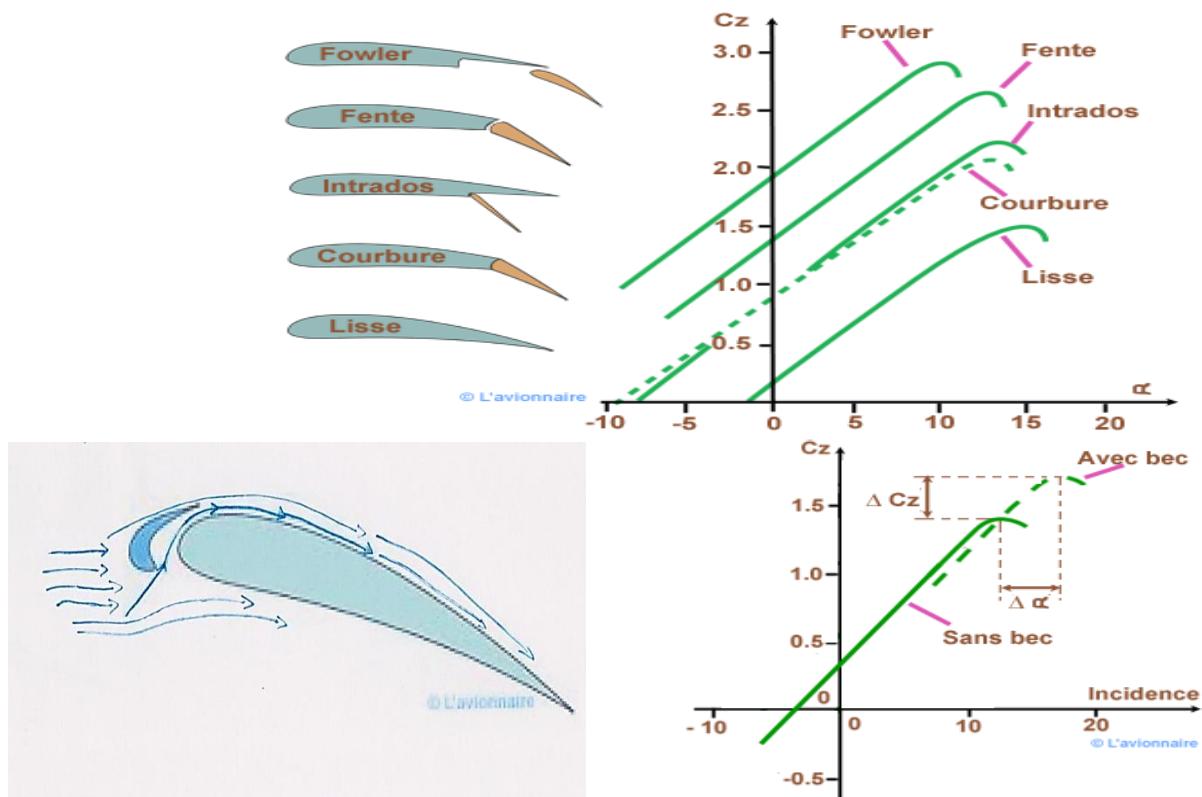
La stabilité en lacet est assurée par la présence de la dérive, ou empennage vertical à l'arrière de l'appareil : **c'est l'effet girouette**. Le vent venant de la gauche sur la figure ci-dessus génère un effort latéral vers la droite qui remet l'axe de l'avion dans la direction du vent.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

V. Les Gouvernes secondaires (Becs/Volets)



- Ils permettent de voler à basse vitesse lors du décollage et de l'atterrissage en augmentant le coefficient de portance C_z et également le coefficient de trainée C_x . Cela retarde alors le décrochage en incidence.
- La diminution de vitesse est compensée par une augmentation de la surface alaire et/ou une augmentation du C_z (volet) ou un retard au décrochage (becs)



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VI. Le Facteur de charge

Le facteur de charge = grandeur qui traduit l'effort appliqué à la structure de l'aéronef.

Il correspond donc au rapport entre la charge totale supportée par la structure d'un appareil et le poids réel de cet appareil.

$$\text{Facteur de charge (vertical)} = \frac{\text{Poids apparent}}{\text{Poids réel (gravité)}} = \frac{\text{Portance}}{\text{Poids}}$$

Le nombre obtenu est sans unité mais il s'exprime en « **G** »

Un avion subit un facteur de charge positif quand la portance est orientée dans le sens habituel, vers le dessus de l'avion, et négatif dans le sens contraire.

Le pilote et ses passagers subissent le même facteur de charge que l'avion lors d'une évolution :

→ facteur de charge supérieur à 1
= sensation de tassement

→ facteur de charge proche de 0
= sensation d'apesanteur
(Ex : Avion Zéro G)

→ facteur de charge négatif = sensation d'être projeté vers le haut



La plupart des avions légers peuvent supporter des facteurs de charge de + 4 à - 2

Les avions de voltige sont certifiés pour des facteurs de charge de + 6 à - 4

Ces valeurs sont des limites, qui figurent dans le manuel de vol de chaque avion.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Facteur de charge et vitesse de décrochage

Dans tous les cas, l'avion doit voler au-dessus de la vitesse de décrochage, qui est une **vitesse minimale**.

La vitesse de décrochage évolue selon la racine carrée du facteur de charge :

$$V_{\text{décrochage}} = V_{\text{palier}} \cdot \sqrt{n}$$

Facteur de charge en palier

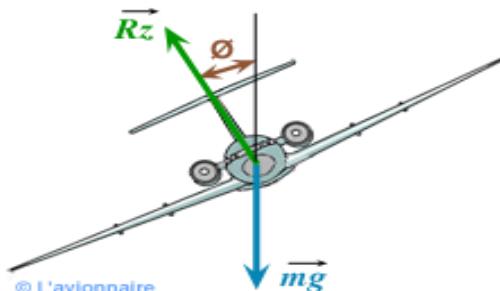
La portance est égale au poids : le facteur de charge est de 1

Facteur de charge en montée / descente rectiligne

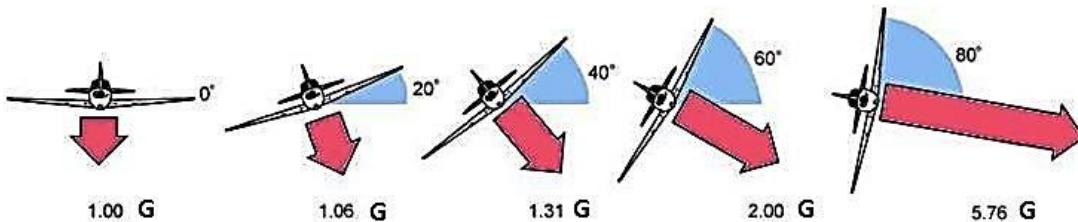
La portance est inférieure au poids : le facteur de charge est inférieur à 1

Facteur de charge en virage

La portance doit augmenter pour équilibrer le poids et donc maintenir le vol en palier, c'est-à-dire à altitude constante.



Le facteur de charge en virage augmente avec l'inclinaison : $n = \frac{1}{\cos \Phi}$



Ex : Lors d'un virage à 60°, le facteur de charge est égal à 2 G.

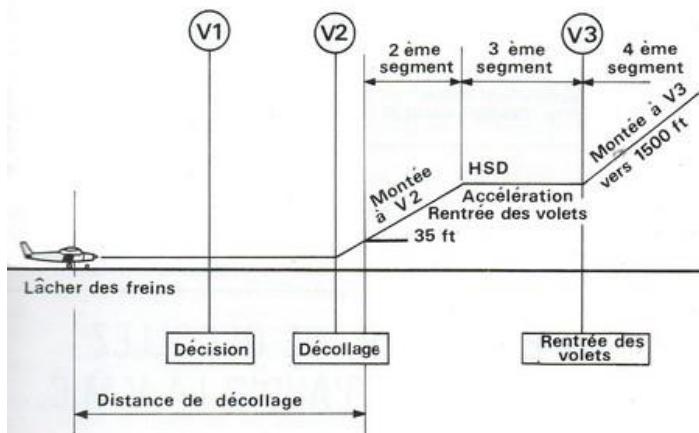
Cela signifie que l'appareil doit supporter deux fois le poids de l'avion, et les occupants ont la sensation de peser deux fois leur poids.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VII. Le décollage et l'atterrissage

A. Le décollage

Le décollage se fait en 4 étapes :



1. Pendant la phase de roulement, l'avion accélère sur la piste afin d'atteindre une vitesse, lui permettant d'assurer sa sustentation par une portance suffisante.
2. Lorsque la vitesse de décollage est atteinte, le pilote effectue la rotation pour placer l'avion à l'assiette de montée.

Cela augmente la portance par augmentation de l'incidence.

3. L'avion quitte le sol et continue à accélérer vers sa vitesse de montée tout en prenant de l'altitude.
4. Le décollage se termine au **passage de la hauteur de 15 m (50 Ft)** par rapport au sol pour les avions à hélice.

A SAVOIR :

Le décollage d'un avion se fait toujours face au vent pour décoller sur une distance plus courte.

L'utilisation des volets permet de diminuer la vitesse nécessaire au décollage.

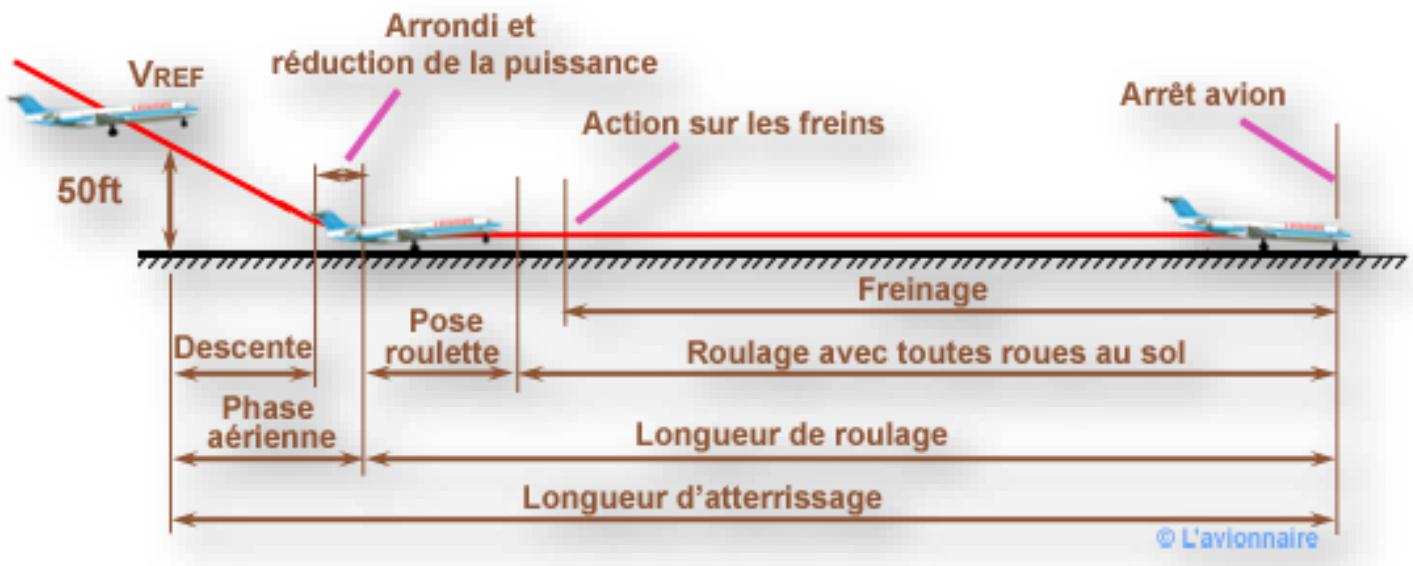
La longueur de roulage, nécessaire au décollage, augmente avec l'altitude et la température.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. L'atterrissage

L'atterrissage se fait en 5 étapes :

1. L'avion descend sur une pente finale stabilisée à la vitesse d'atterrissage.



2. Près du sol, le pilote « arrondit », c'est-à-dire qu'il cabre l'avion pour réduire la pente de descente afin de venir tangenter (toucher) le sol.
3. En même temps, il réduit complètement la puissance des moteurs. La vitesse décroît, ce qui réduit doucement la portance.
4. Le pilote relève le nez de l'avion pour que le train d'atterrissage principal prenne contact avec le sol en premier.
5. Enfin arrive la phase de décélération qui permet de réduire la vitesse sur la piste avant de se diriger vers le parking.

A SAVOIR :

L'atterrissage d'un avion se fait face au vent pour atterrir sur une plus courte distance.

L'utilisation des pleins volets et des becs permet de réduire la vitesse d'approche.

La distance d'atterrissage augmente avec l'altitude et la température.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VIII. L'aérostation

A. La poussée d'Archimède

« Tout corps plongé dans un fluide (c'est-à-dire un liquide ou un gaz) subit une poussée verticale, dirigée de bas en haut, égale au poids du fluide déplacé ».

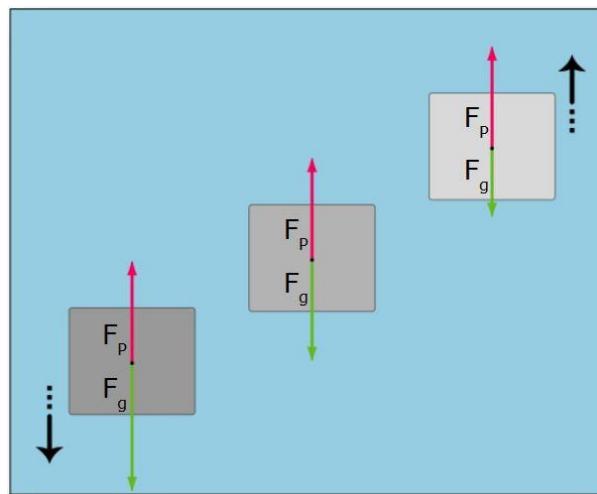
$$\vec{\pi} = - \rho_{fluide} \cdot Volume \cdot \vec{g}$$

Cette loi a été énoncée par le savant grec **Archimède** (287 – 212 av. J.C.)

La légende dit qu'il en prit brutalement conscience dans son bain, s'élançant alors dans la rue en criant « *Eurêka ! Eurêka !* »



Si le corps est moins dense que le fluide, la poussée d'Archimède est supérieure au poids. Le corps monte.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Les ballons à air chaud

L'air chaud est moins dense que l'air froid. Si la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'enveloppe est suffisante, la poussée d'Archimède est supérieure au poids total du ballon et il s'élève.

La température est contrôlée par des brûleurs

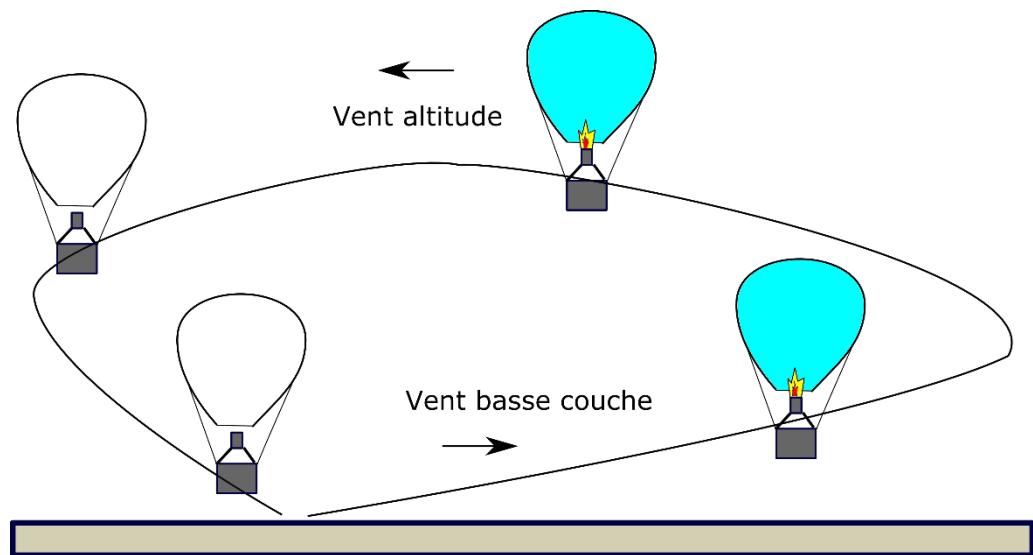
C. Les ballons à gaz

Le dihydrogène et surtout l'hélium (non inflammable) sont moins denses que l'air.

D. Contrôle de la trajectoire

Le contrôle du mouvement vertical se fait avec les brûleurs, le lest et la soupape. La masse volumique de l'air diminuant avec l'altitude, il existe un plafond pour lequel la poussée d'Archimède est égale au poids total du ballon.

Le mouvement horizontal se fait au gré des vents. La différence de vent à différentes altitudes permet un certain contrôle de la trajectoire.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

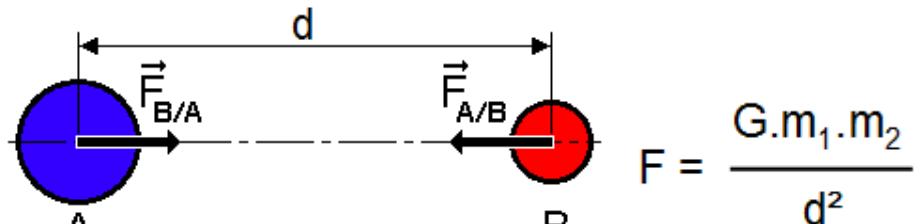
IX. Le vol spatial

En ce qui concerne le vol spatial, il existe des contraintes liées à l'espace :

- 1) **Le vide** : pression nulle à l'extérieur d'une enceinte pressurisée → Conception des structures.
- 2) **L'absence d'air et donc d'oxygène** → Mode de propulsion spécifique

A. Gravitation et pesanteur

Newton démontra que deux corps de masse m_1 et m_2 situés à une distance d l'un de l'autre sont soumis à une **force F , dite de gravitation**



G est une constante

C'est ce qui fait que tout corps à la surface de la Terre ayant une certaine masse sera attiré vers le centre de la Terre par une force qu'on nomme poids, avec la relation :

$$P = m \cdot g$$

- P = poids (en Newton)
- m = masse (en kg)
- g = intensité de la pesanteur exprimée en mètre par seconde par seconde (m/s^2).

L'accélération de la pesanteur à la surface de la terre est de 9.81 m/s^2 et décroît avec l'altitude h .

g a une valeur six fois plus faible sur la Lune.

B. Trajectoire de lancement et mise en orbite

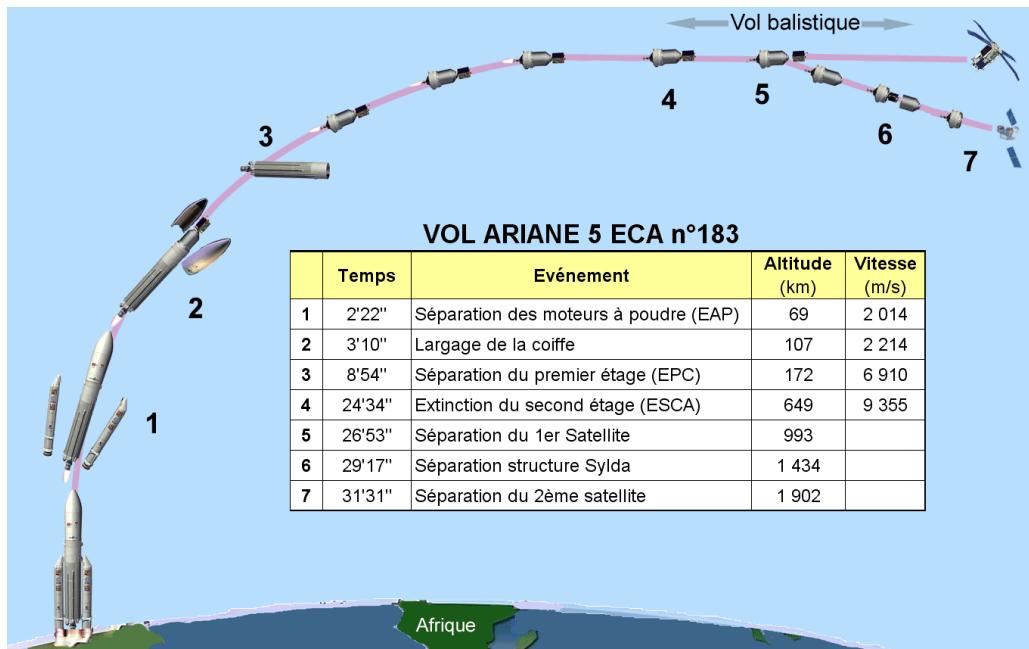
Pour lancer un projectile depuis la Terre, il est indispensable de lui donner une vitesse initiale.

Plus on augmente cette vitesse initiale et plus le mobile ira haut et loin.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

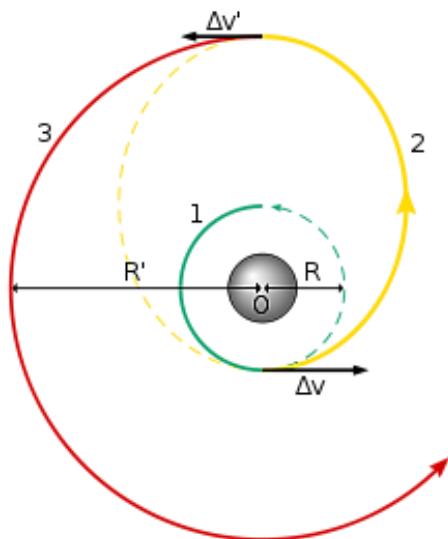
Dans le cas de trajectoire au départ du sol, il faudrait une vitesse extrêmement élevée (plus de 7 km/s !) pour pouvoir mettre un satellite en orbite autour de la Terre.

La solution consiste à utiliser un lanceur qui fournit l'énergie nécessaire, et amène le satellite au point d'injection, à vitesse et à altitude prévues. Le satellite est alors mis en orbite basse circulaire autour de la Terre.



Les propres moteurs du satellite (de faible puissance) permettent d'augmenter sa vitesse et de se positionner sur une orbite elliptique, ou orbite de transfert.

Dès que l'apogée² est atteinte, une nouvelle augmentation de vitesse permet de stabiliser le satellite sur l'orbite définitive.



² Point extrême de l'orbite elliptique d'un astre ou d'un corps céleste artificiel par rapport au centre de la Terre.

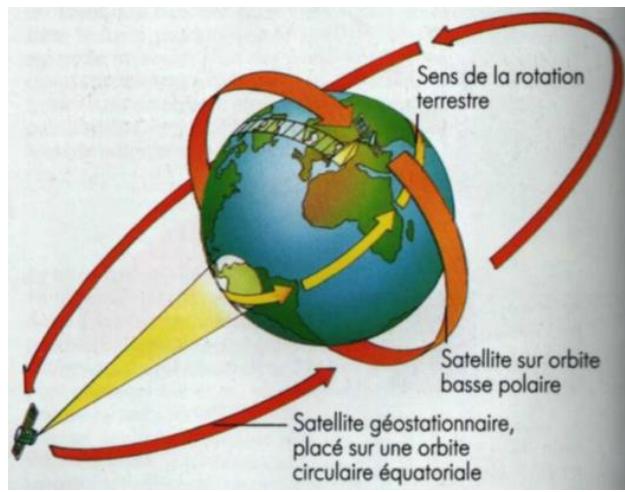
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. Vol orbital et spatial

L'orbite d'un satellite dépend de sa mission :

- Un satellite de communication doit survoler en permanence la même région, il sera donc immobile par rapport à la Terre et décrira une orbite circulaire, dans le plan équatorial situé à environ 36000 km d'altitude.

C'est l'**orbite géostationnaire**.

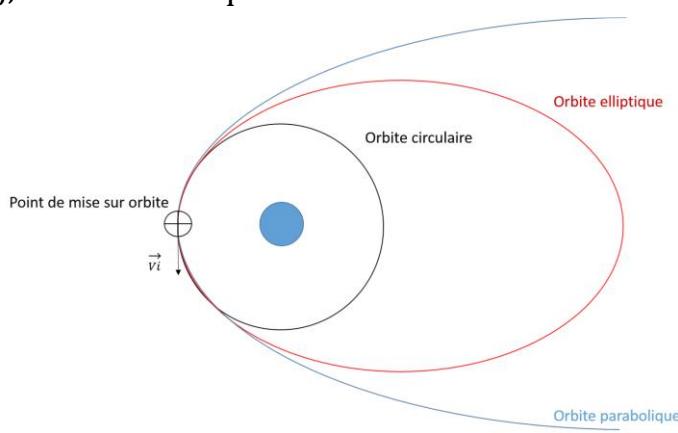


- Un satellite d'observation (SPOT par exemple) doit survoler un site terrestre donné au cours d'orbites successives, dans les mêmes conditions d'éclairage. Ces orbites passent donc par les pôles à une altitude d'environ 820 km.

C'est l'**orbite héliosynchrone**.

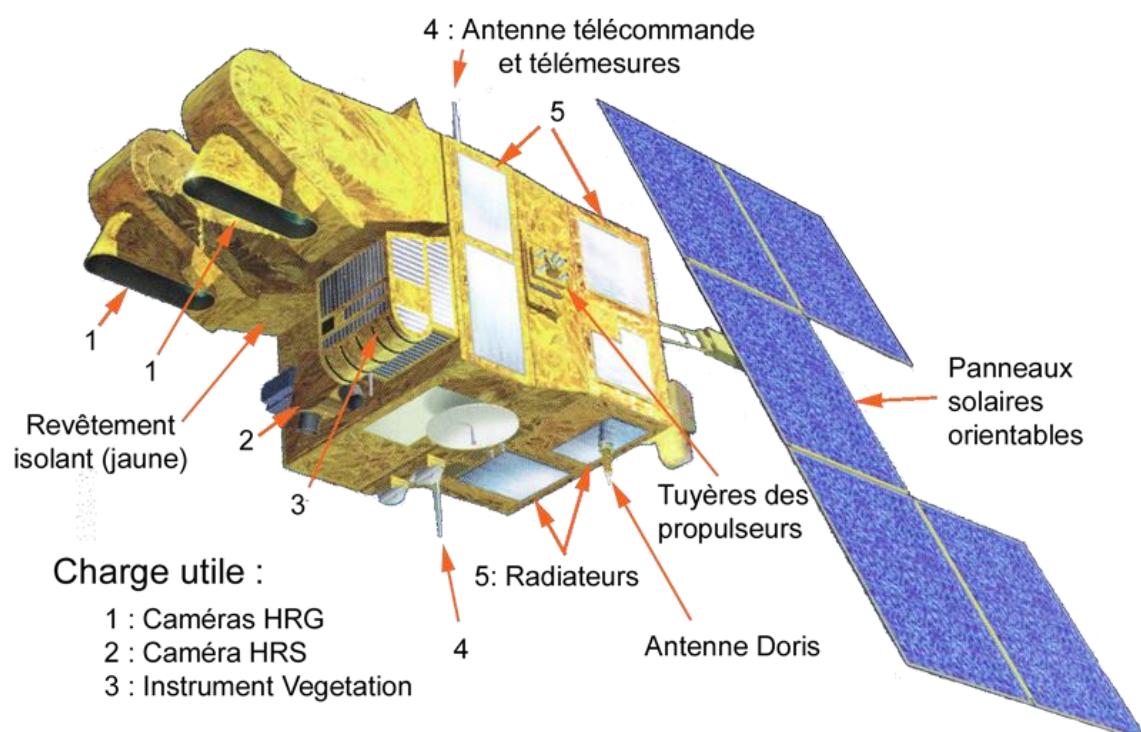
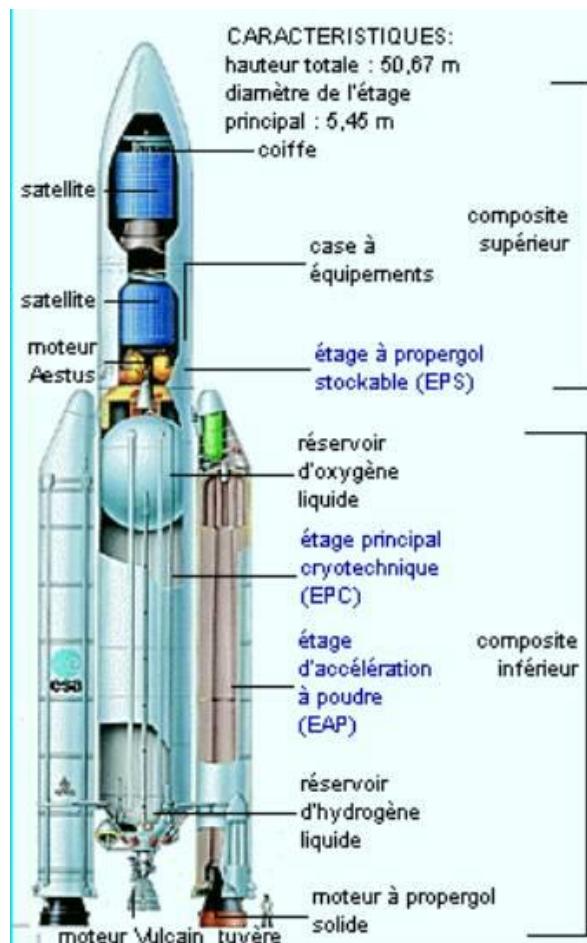
Il existe des vitesses « remarquables » au point d'injection qui déterminent la nature de la trajectoire.

La vitesse minimale pour une trajectoire circulaire est de 7,75 km/s. Entre 7,75 et 11,2 km/s, la trajectoire est elliptique. Au-delà de 11,2 km/s (**vitesse de libération**), le satellite quitte l'attraction terrestre et devient une sonde spatiale.

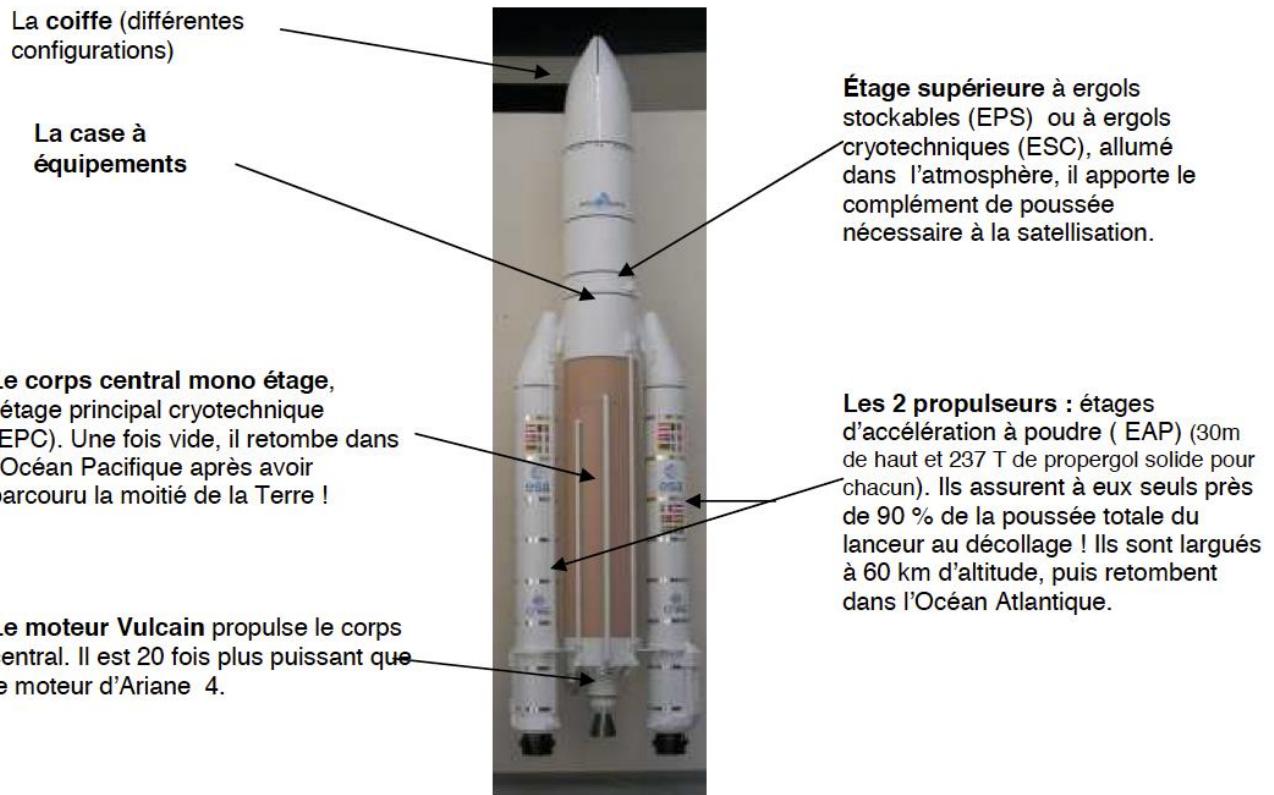


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. Lanceurs et satellites

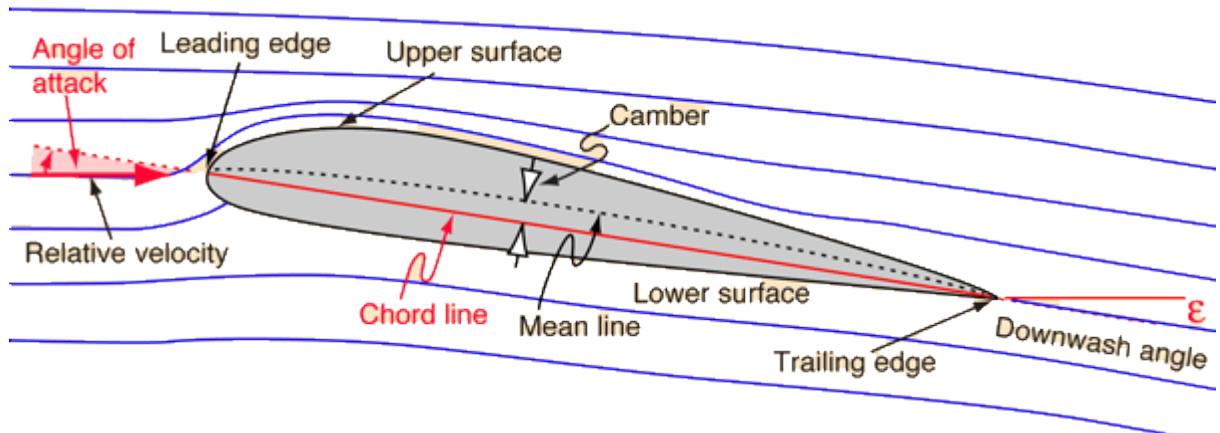
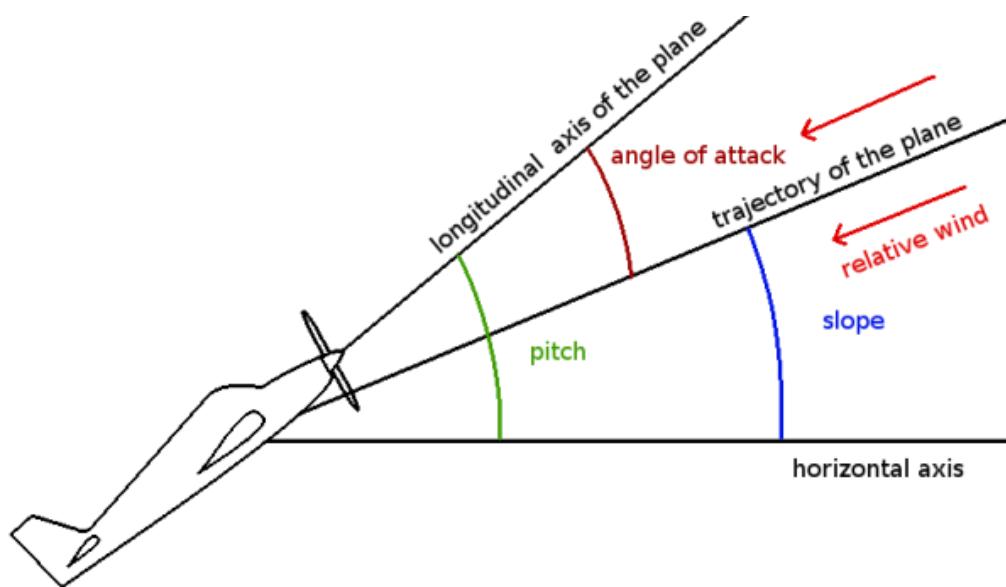
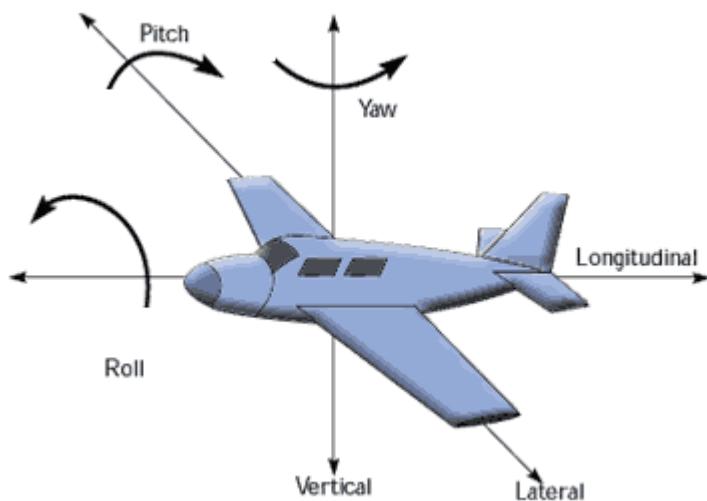


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

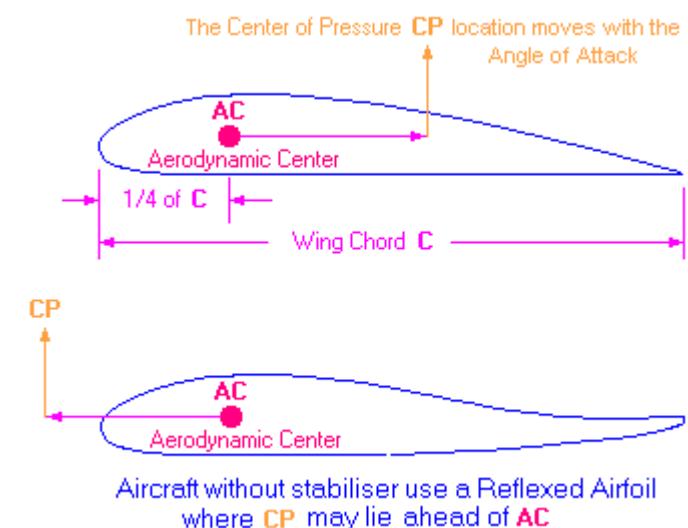
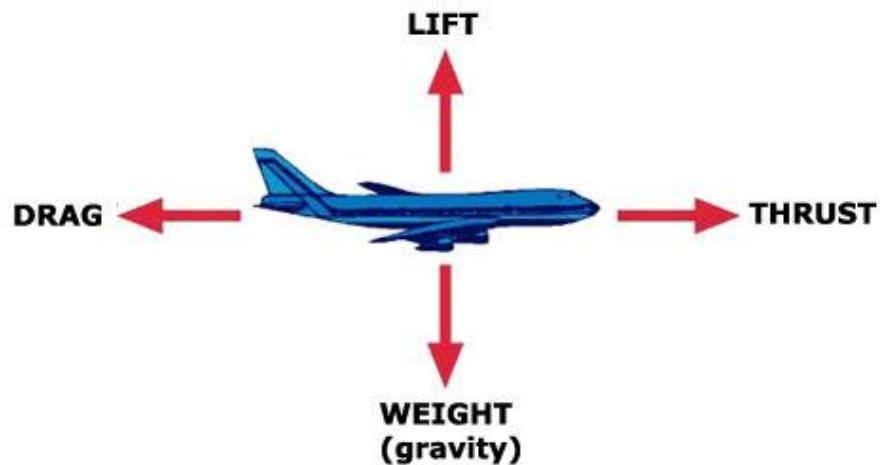


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

X. Quelques notions d'anglais



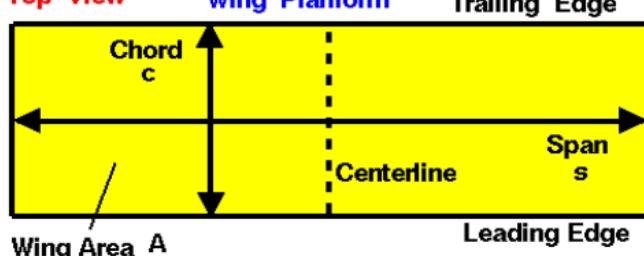
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



Wing Geometry Definitions

Glenn
Research
Center

Top View

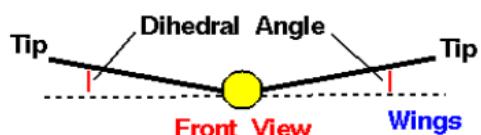
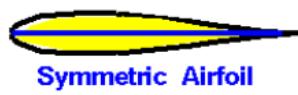
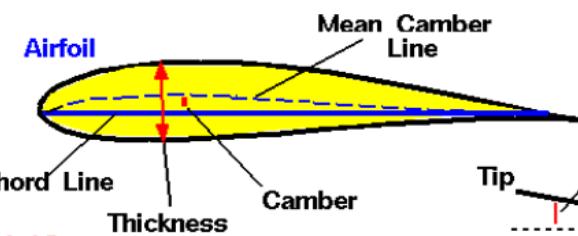


Aspect Ratio = AR

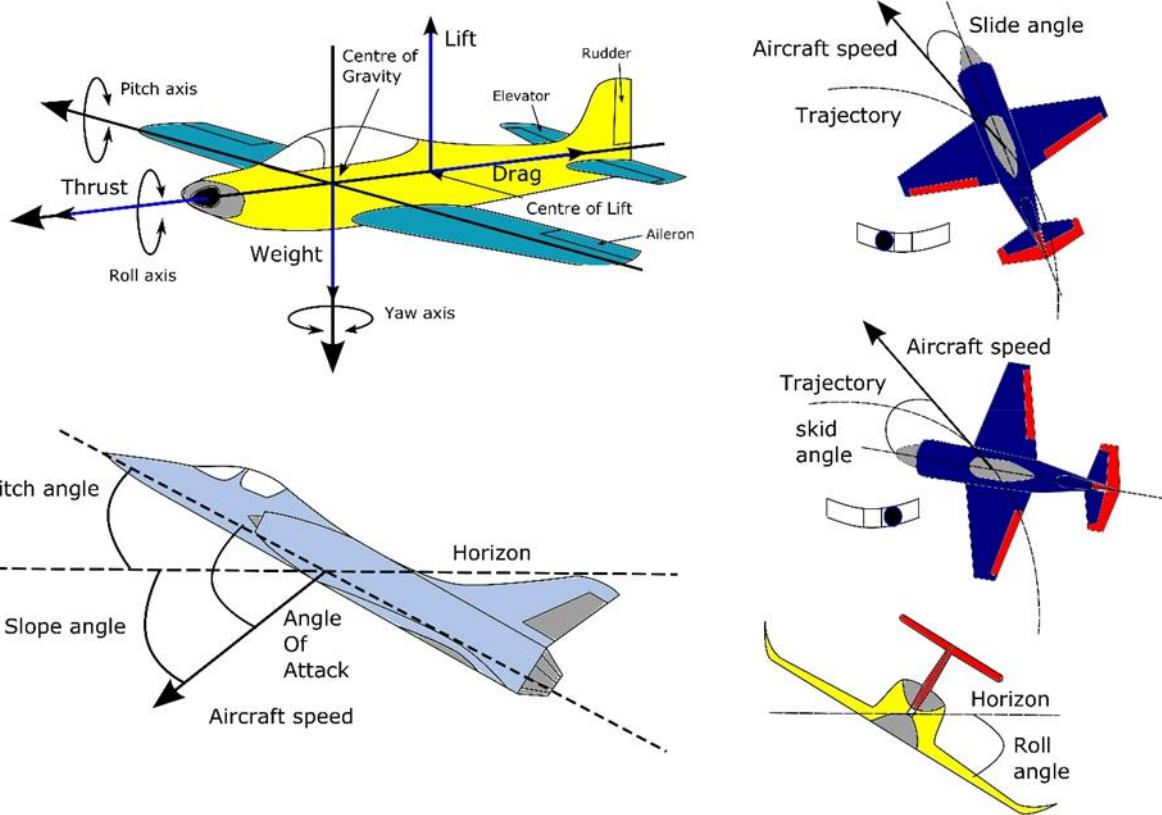
$$AR = \frac{s^2}{A}$$

$$AR = \frac{s}{c} \text{ for rectangle}$$

Side View

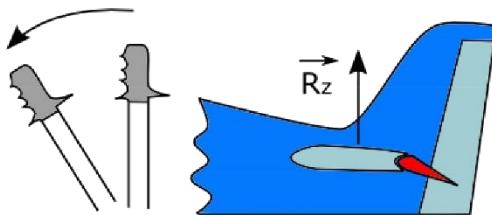


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



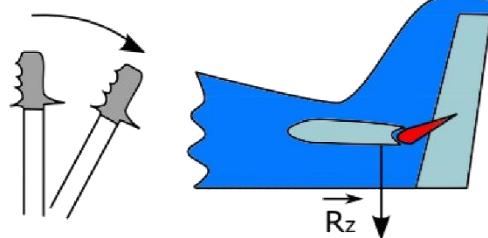
Pitch movement control

pushing the stick



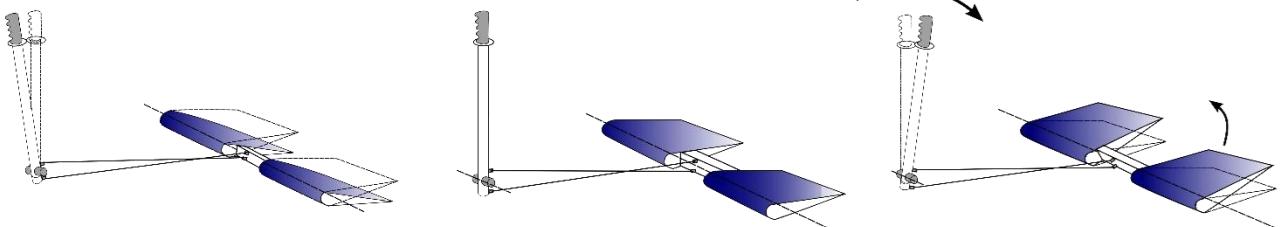
The elevators go down and the nose goes up.

pulling the stick



The elevators go down and the nose goes up.

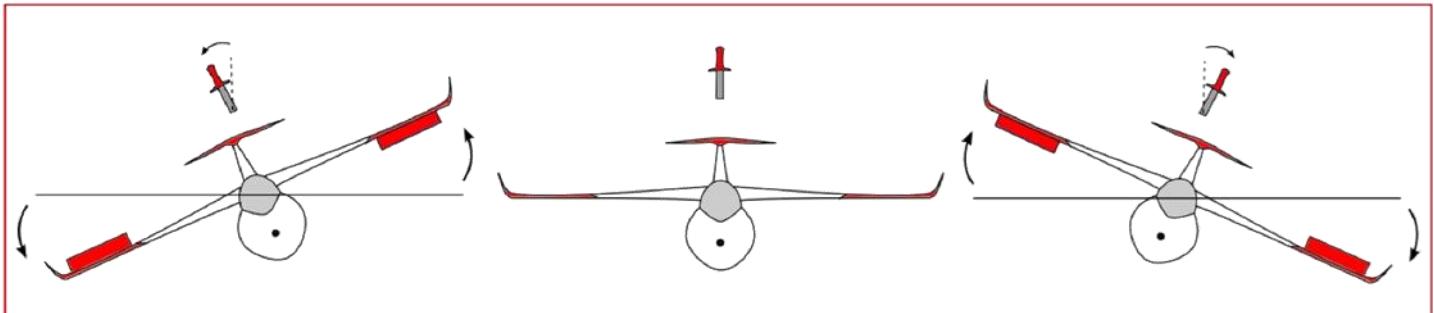
The elevators move in a symmetrical movement.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

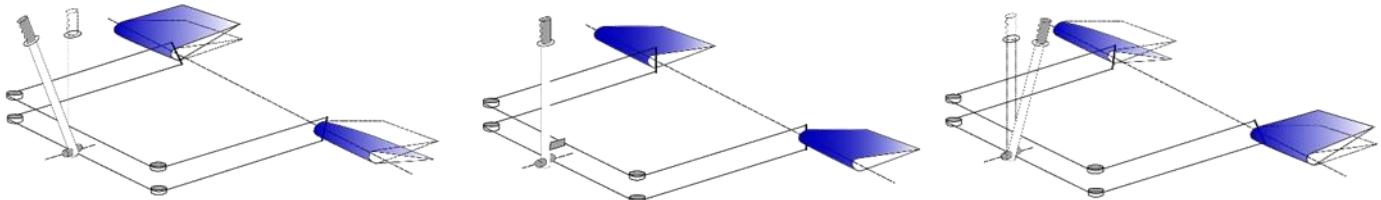
Roll movement control

Pulling the stick to the left



The right aileron goes up and the left aileron goes down. The left aileron goes up and the right aileron goes down.
The plane rolls to the right.
The plane rolls to the left.

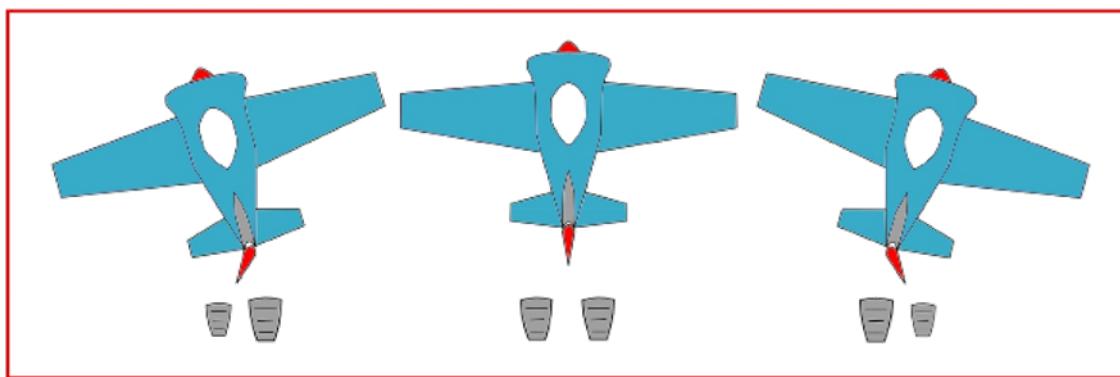
The ailerons move in a disymmetrical movement.



Yaw movement control

Pushing the rudder pedal to the right

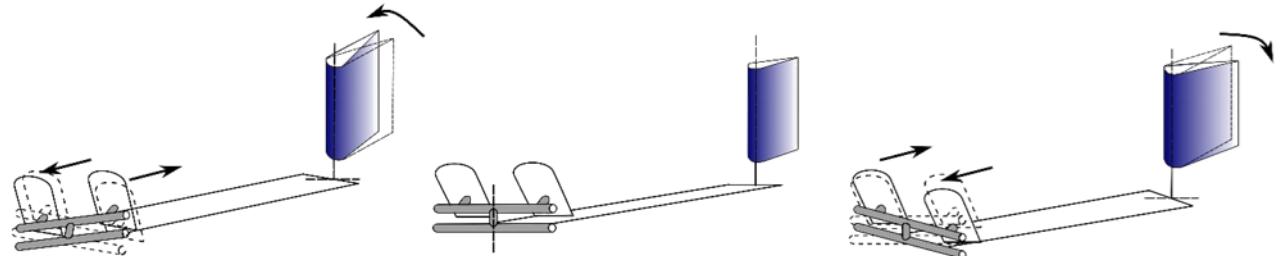
Pushing the rudder pedal to the left



The rudder moves to the left.

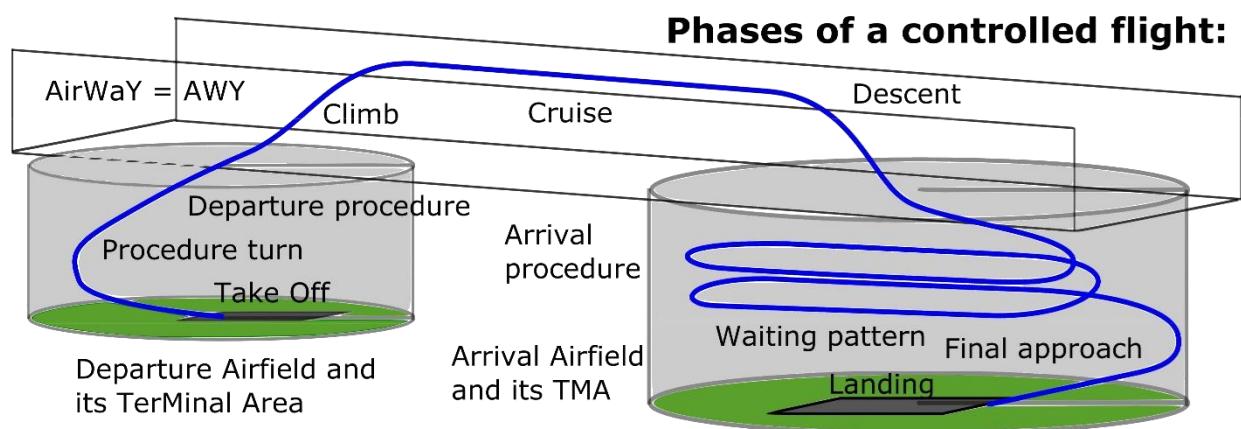
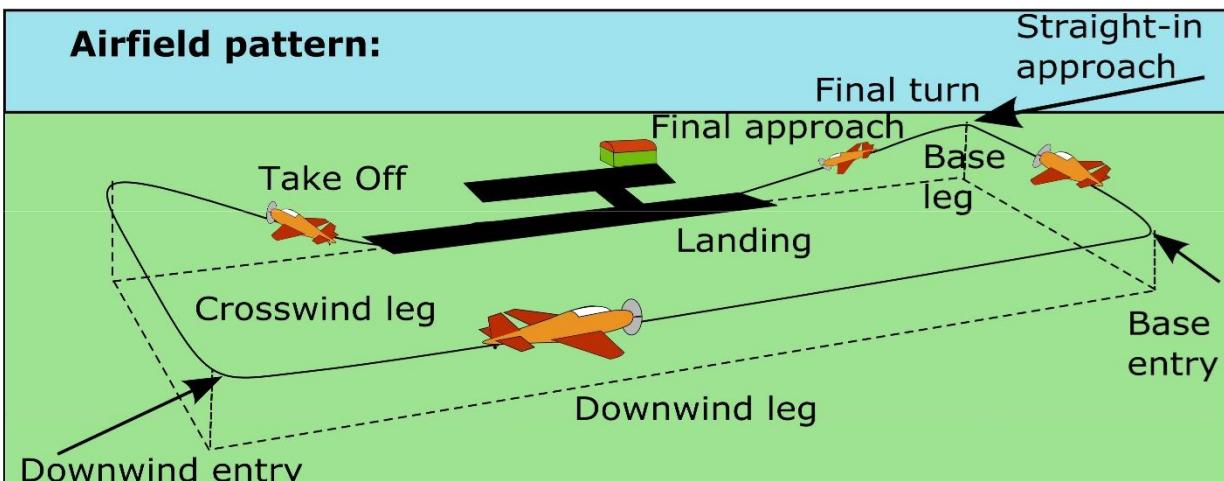
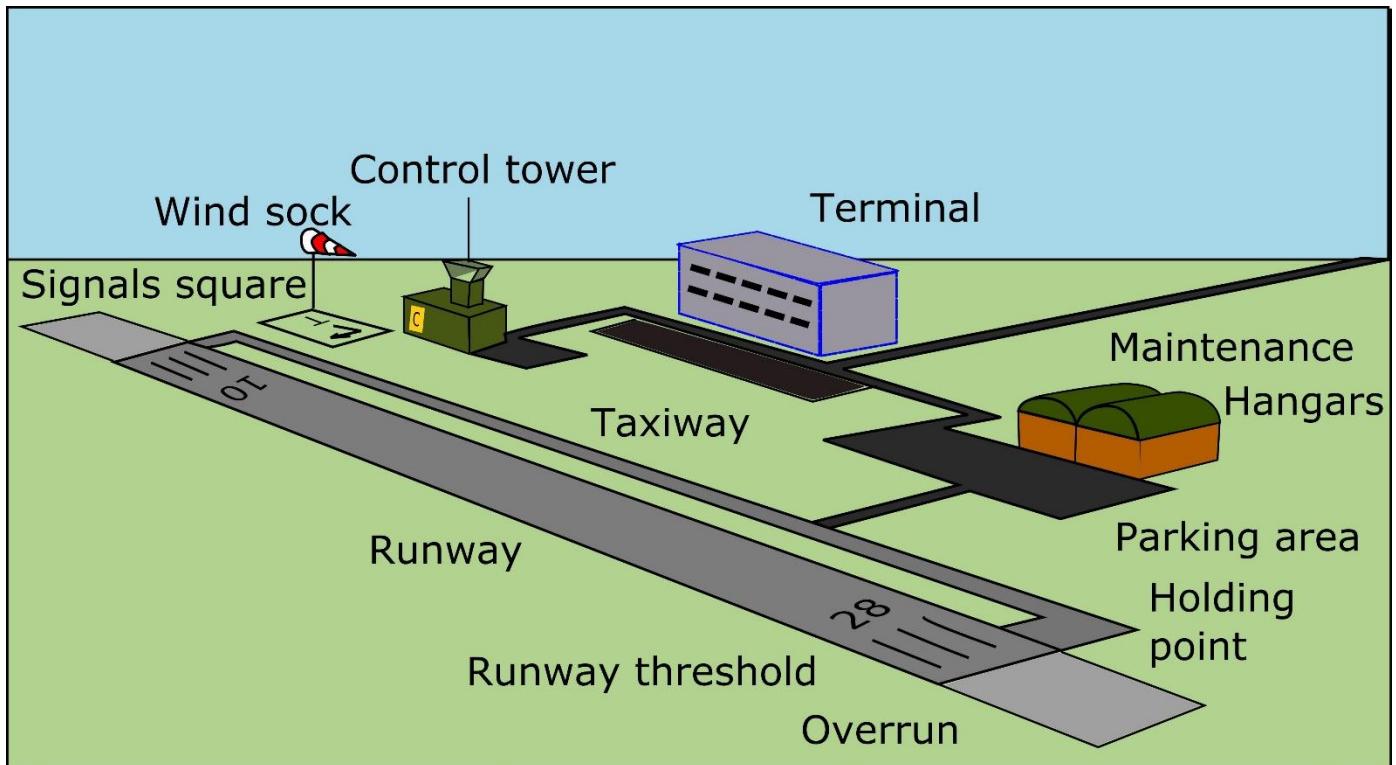
The rudder moves to the right.

The rudder pedals move together in the opposit way.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

AIRPORT



Chapitre 2 : CONNAISSANCE DES AERONEFS



Ce chapitre est divisé en 3 parties (ainsi qu'une partie anglaise) :

Partie 1 : Les Cellules

Partie 2 : Les GMP

Partie 3 : Les Instruments de bord

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Contenu du Chapitre :

Introduction : La Classification des Aéronefs

Partie 1 : Les Cellules

- I. Composition générale des aéronefs
- II. L'aérodynamique des cellules
- III. Le train d'atterrissage
- IV. Les commandes de vol
- V. Structure d'une cellule

Partie 2 : Les groupes motopropulseurs (GMP)

- I. L'hélice
- II. Les moteurs à pistons
- III. Les turboréacteurs, Les turbopropulseurs, Les statoréacteurs

Partie 3 : Les Instruments de bord

- I. Les instruments barométriques
- II. Les instruments gyroscopiques

Partie 4 : English vocabulary

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Introduction : La Classification des aéronefs :

On classe les aéronefs en deux grandes catégories :

- **les Aérostats** (« plus léger que l'air »)
- **les Aérodynes** (« plus lourd que l'air »)

A. Les Aérostats

1. Les Ballons



Le Ballon Captif



Le Ballon à air chaud

2. Le Dirigeable



Le Ballon à gaz (Hélium)



A structure Souple ou Rigide

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Les Aérodynes

1. Les Non Motorisés



Le modèle réduit



Le Cerf-Volant



Le Planeur / Planeur Ultra Léger (PUL)



Le Parachute



Le Parapente



Le Deltaplane

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Les Motorisés

a. A voilure fixe



Le Modèle Réduit

Les Ultra légers motorisés (ULM) - 6 CLASSES



La Classe 1 : Paramoteur



La Classe 2 : Pendulaire



La Classe 3 : Multi-axes

A cela se rajoute :

La Classe 4 : Autogire

(voir page 61)

La Classe 5 : Aérostat

(voir page 58)

La Classe 6 : Hélicoptère

(voir page 61)

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Les Avions



L'Avion à Hélice



L'Avion à Réaction

b. A voilure tournante (giravions) :



L'Autogyre



L'Hélicoptère

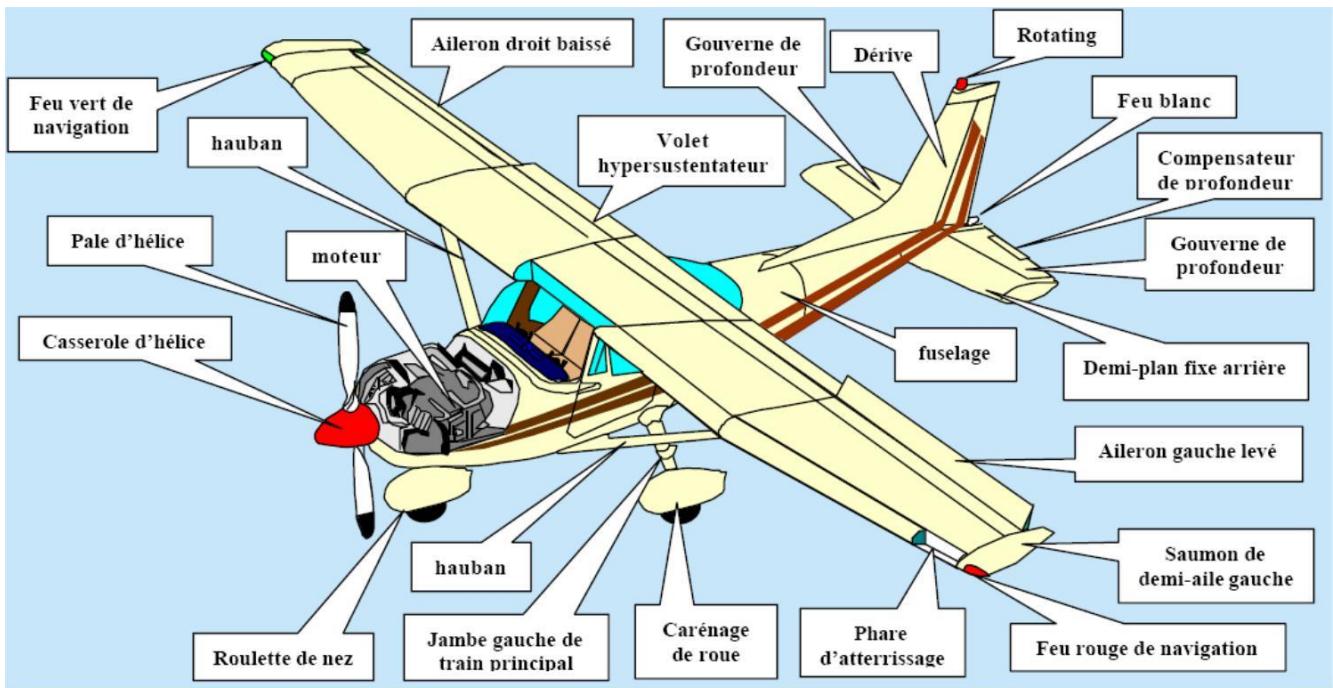


La Classe Hybride

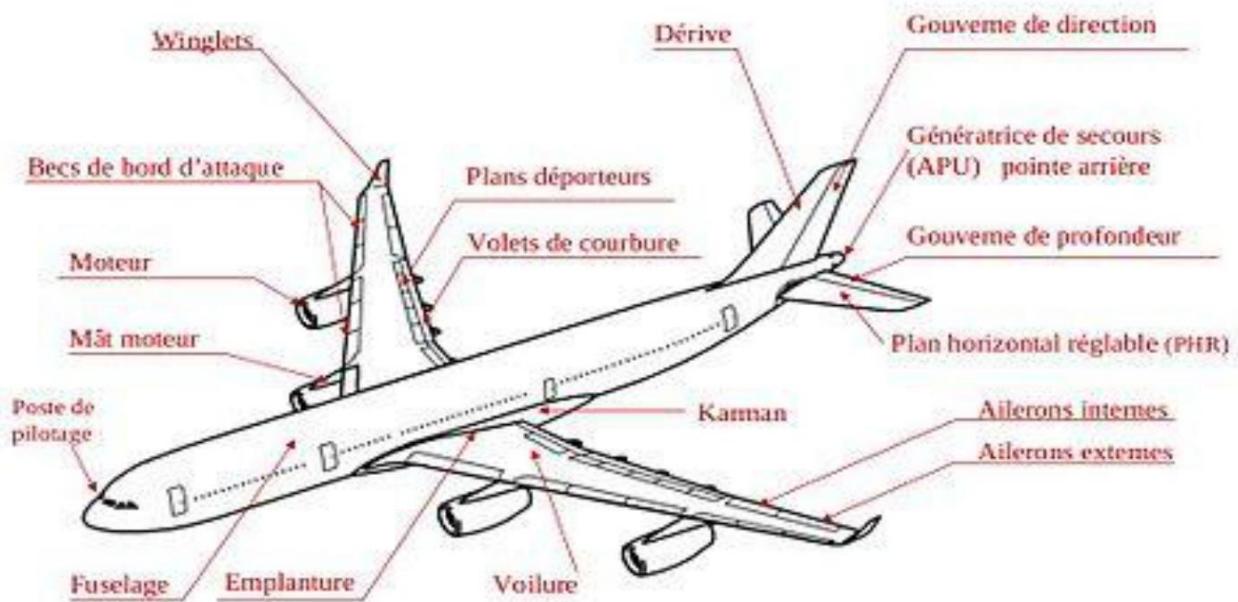
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Partie 1 : Les Cellules

I. La Composition générale des aéronefs



COMPOSANTES D'UN AVION



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

II. L'aérodynamique des cellules

A. Les ailes

L'ensemble de la voilure est constitué de deux ailes qui sont ancrées sur le fuselage.

Celles-ci sont conçues pour résister aux efforts que peuvent générer les différentes forces appliquées à l'aéronef, aussi bien en vol qu'au sol.

En fonction de leurs ancrages sur le fuselage, les ailes peuvent être :



« Hautes »



« Médianes »



« Basses »

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

1. La Forme des ailes :



Les Ailes « Droites »



Les Ailes « Trapézoïdales »



Les Ailes « Delta »



Les Ailes « En Flèche »

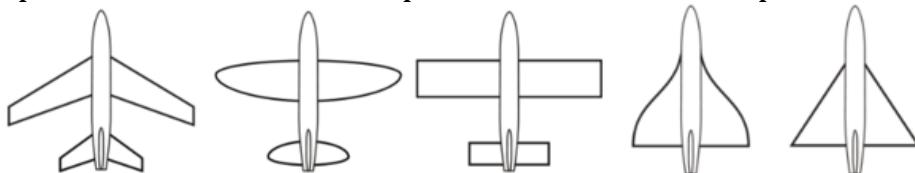


Les Ailes « Elliptiques »

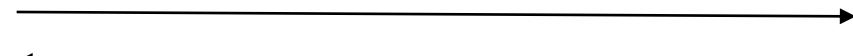


Les Ailes « Biplan »

Celle-ci permettra à l'avion d'être plus ou moins stable ou plus ou moins maniable



Maniabilité -



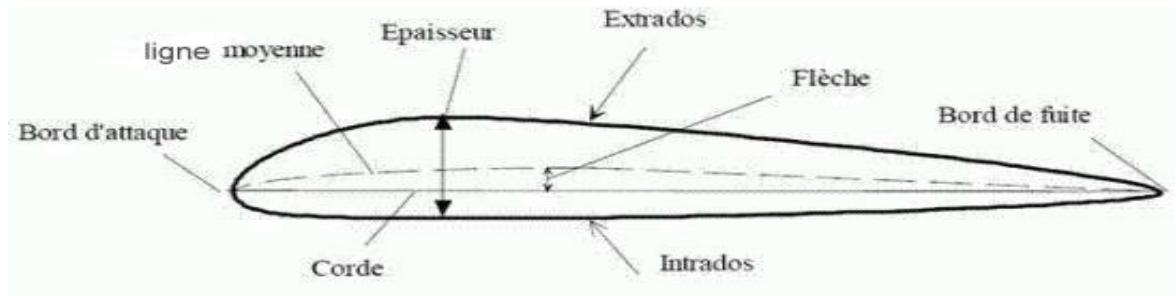
Maniabilité +

Stabilité -

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Les différentes parties d'une aile

Dans les ailes, on peut loger du carburant, y mettre des gouvernes (ailerons), des becs et volets, les aérofreins, les moteurs, le train d'atterrissage



Les Parties Principales sont :

- **L'Emplanture** : Partie qui assure la jonction avec le fuselage
- **Le Karman** : Partie améliorant l'écoulement de l'air à l'emplanture
- **Le Saumon** : Partie se trouvant en bout d'aile
- **L'Extrados** : Partie supérieure de l'aile
- **L'Intrados** : Partie inférieure de l'aile
- **Le Bord d'Attaque** : Partie avant de l'aile
- **Le Bord de Fuite** : Partie arrière de l'aile

Le Dièdre



Positif

Le saumon est plus haut que l'emplanture

Négatif

Le saumon est plus bas que l'emplanture



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. L'empennage

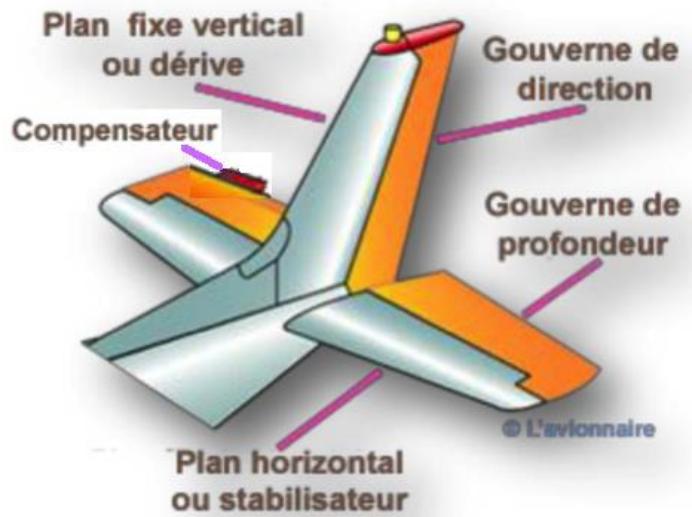
Sa fonction principale est de supporter deux des trois ensembles de gouvernes de l'avion.

Empennage Vertical

Il se trouve à l'arrière du fuselage et se compose d'un plan fixe (dérive) et de la gouverne de direction (mobile).

Empennage Horizontal

Il se trouve aussi à l'arrière du fuselage et est généralement posé sur l'empennage vertical.



Les principaux types d'empennages :



Le plus répandu :

**Empennage
« Classique »**



**Empennage
« Cruciforme »**

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



Empennage « en T »



Empennages en V
(Papillon)

On trouve des empennages horizontaux à l'avant de l'avion

On parle alors de configuration « canard »



© www.motors.all-free-photos.com

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Le train d'atterrisseage :

Il permet à l'avion de quitter et de retrouver le sol « en douceur ». Il est « fixe » ou « rentrant ». Celui-ci peut être constitué de roues, de flotteurs, de skis ou de patins.

Il se compose :

- d'un train principal : sous les ailes pour les avions légers et sous le fuselage pour un gros porteur
- d'un train auxiliaire qui peut être :

- Une roulette de nez (**train tricycle**)
- Une roulette de queue (**train classique**)

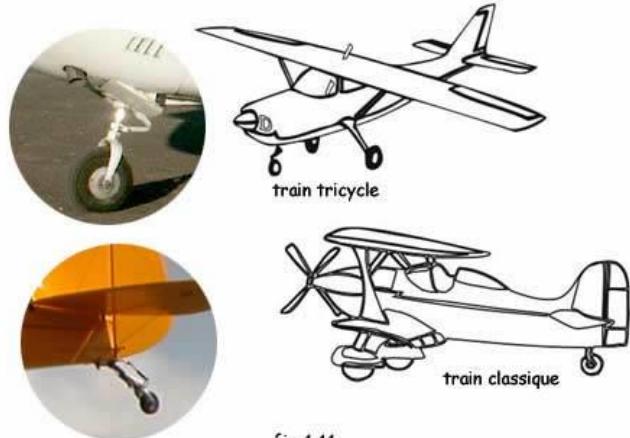


fig.1.11

Dans les deux cas, la roulette est commandée par les palonniers et permet de diriger l'avion au sol.

Certains avions n'ont qu'un train principal situé sous le fuselage (**train monotrace**). L'équilibre latéral peut être assuré par des balancines en bout d'ailes.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En fonction de la charge que l'avion doit supporter on utilisera :



Une Roue Simple



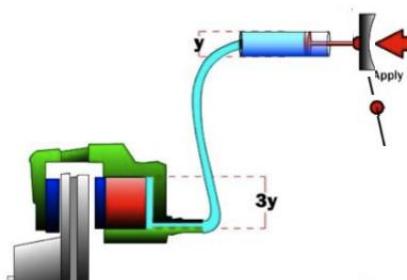
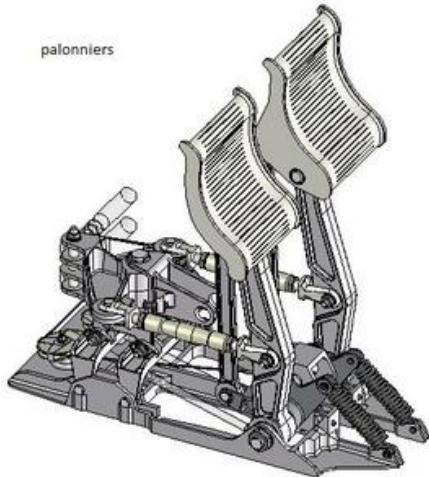
Un Boggie



Un Diabolo

Le train possède, en général, des dispositifs amortisseurs pour absorber l'impact à l'atterrissement.

Les freins sont disposés sur le train principal et se commandent le plus souvent avec les palonniers (haut du palonnier).



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

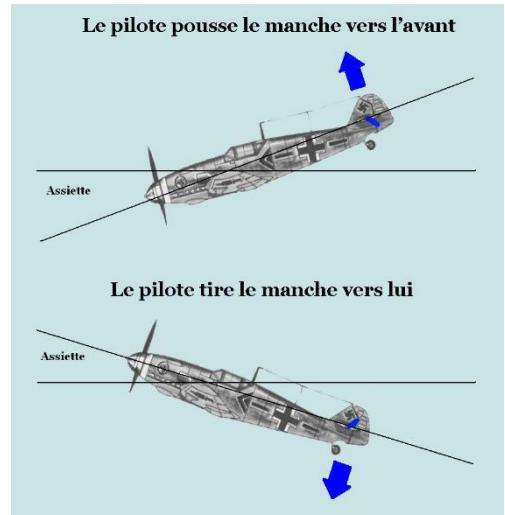
IV. Les commandes de vol

Une gouverne est une surface mobile située sur des éléments de structure (voilure, empennage), qui permet de créer les forces nécessaires pour modifier l'attitude de l'avion.

A. La gouverne de profondeur

Située sur l'empennage horizontal, elle permet de contrôler la montée ou la descente de l'avion.

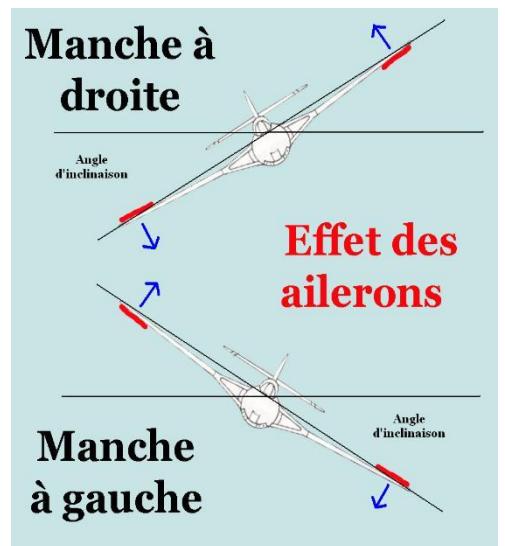
C'est le **tangage** (modification de l'assiette).



B. Les ailerons

Situés à l'extrémité de chaque aile, ils permettent de contrôler la mise en virage modifiant légèrement la géométrie des ailes de l'avion.

C'est le **roulis** (gauchissement de l'aile).

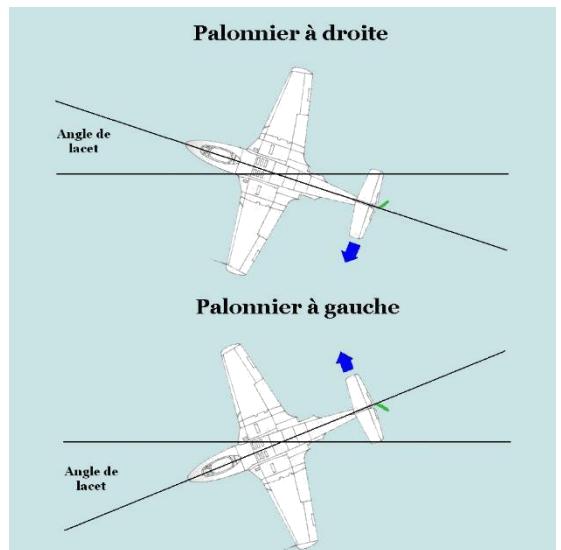


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. La gouverne de direction

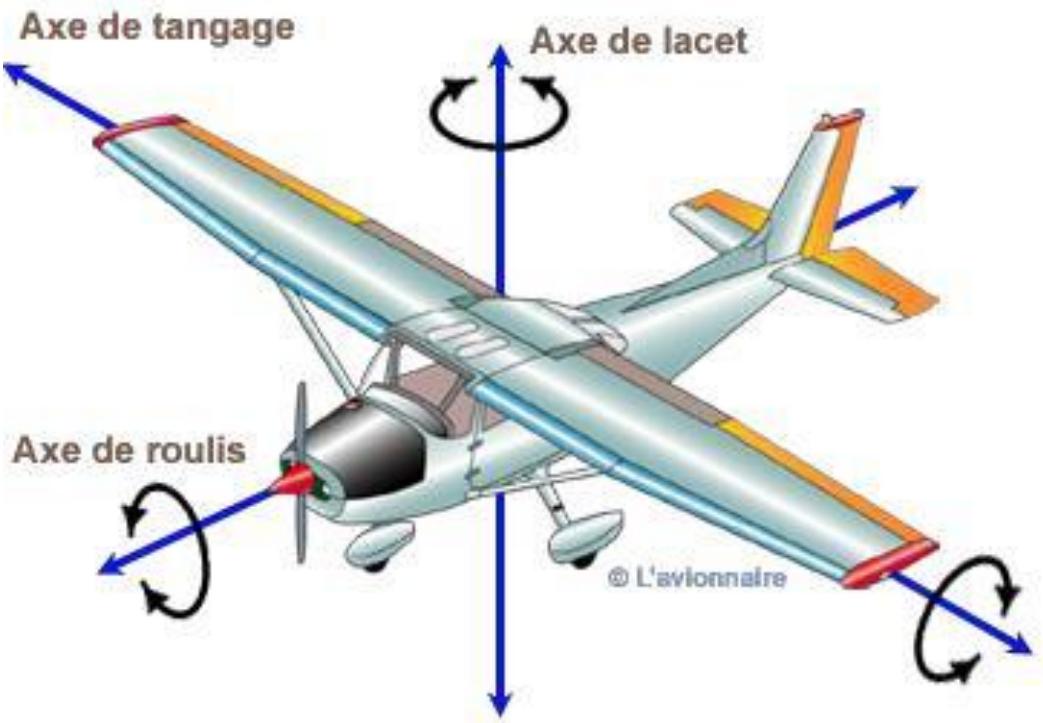
Située sur l'empennage vertical, elle permet le contrôle du virage en agissant sur la gouverne de direction grâce aux palonniers.

C'est **le lacet** (Manœuvre des palonniers)



Au sol, les palonniers permettent au pilote de guider l'appareil. Comme nous l'avons vu précédemment, le haut des palonniers d'actionner les freins lors du roulage sur la piste.

Récapitulatif :



La transmission des manœuvres des pilotes aux commandes se fait soit de façon mécanique (câbles, poulies, ...) soit de façon électrique (Airbus, Rafale,...).

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

V. La Structure d'une cellule

A. Les Forces et les contraintes s'exerçant sur un avion en vol

Les principales forces agissant sur un aéronef sont :

- le poids de l'appareil
- la portance et la traînée sur les ailes
- les efforts aérodynamiques sur les gouvernes
- la poussée ou la traction des moteurs

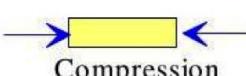
Mais rappelons-nous qu'il en existe une multitude d'autres...

Ces forces provoquent des contraintes dans les différentes parties d'un système.

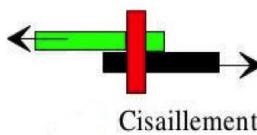
On distingue principalement les contraintes suivantes :



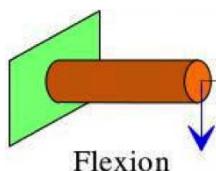
Exemples : les câbles, les bielles des commandes de vol, les éléments de structure, le revêtement de l'aile, les boulons, les pales de l'hélice, les tubes et les fixations du bâti moteur...



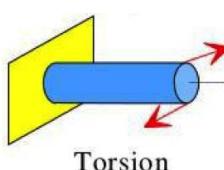
Exemples : les bielles du moteur, les commandes de vol, les éléments de structure du fuselage et de l'aile, les tubes du bâti moteur...



Exemples : le revêtement du fuselage, les fixations, les charnières, les boulons, les éléments encastrés comme les nervures ou les pales de l'hélice près du moyeu.



Exemples : les longerons, les nervures, les jambes de train d'atterrissement, les guignols, le pied de manche, les pales d'hélice...



Exemples : les axes de palonniers, le train d'atterrissement à lame lors du freinage et les éléments de structure comme le fuselage, les ailes, les ailerons, l'empennage...

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. La Structure et La Construction

1. Matériaux

a) Bois

Principalement utilisé dans les débuts de l'aviation, le bois reste encore utilisé dans l'aviation « légère ».



Les variétés de bois sont choisies en fonction de leurs caractéristiques :

- **Pièces maîtresses** : On utilise du bois dur provenant principalement de :



Spruce (Canada / Norvège)

Léger (densité de 0,45)

*Tronc très droit et sans nœud
Souple et bonne tenue à la compression*



Epicéa (Europe)

Tronc long avec peu de nœuds

- **Pièces secondaires** : On utilise du bois tendre et léger provenant principalement de :



Sapin (Amérique du nord / Europe / Asie)

Densité de 0,50

Facile à raboter et à coller



Pin d'Orégon ou Douglas (Canada / USA)

Excellentes qualités mécaniques

- **Patins et fixation de trains** : On utilise du bois provenant principalement de :



Frêne (Europe)

Plus lourd (0,69)

Bonne élasticité et possibilité de réaliser des formes courbes.



Hêtre (Amérique du nord / Europe / Asie)

*Bois dur aux bonnes caractéristiques mécaniques.
Ne se fissure pas.*

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

b) Toiles

- Dans les débuts : Lin et coton
- Aujourd'hui : Dacron



Si le bois et la toile permettent de construire des avions qui peuvent atteindre des vitesses de 300 Km/h, l'utilisation du métal va rendre les avions plus solides et plus rapides.

c) Métaux

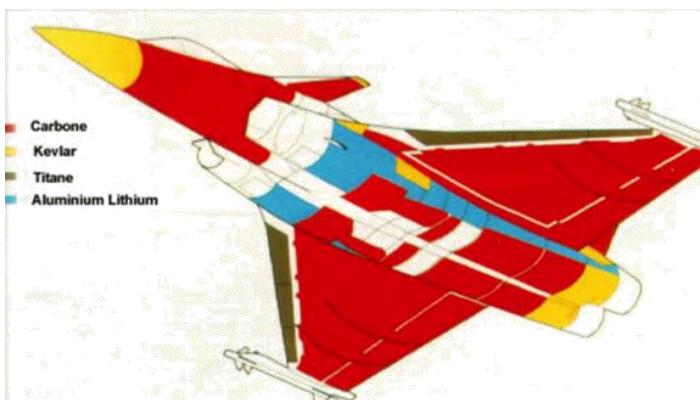
Le matériau utilisé à la base est un alliage d'aluminium et de cuivre appelé **duralumin**. D'autres alliages comme le **Zicral**, le **Duralinox**, des alliages de **Magnésium**, de **Titane**, ... vont rapidement entrer dans la fabrication des avions.



Le premier avion en métal est un avion allemand, le Junkers J9 en 1918.

d) Composites

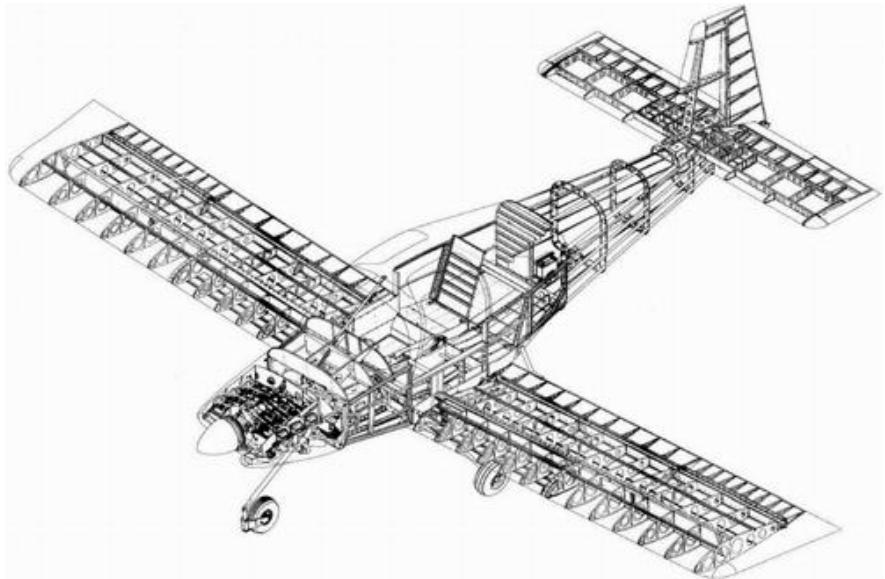
Apparus dans les années 60, les matériaux composites (fibres de verre, aramides, de carbone, de bore,...) sont de plus en plus utilisés sur les avions pour leur faible masse volumique, leur capacité à réaliser des pièces de formes les plus diverses et leurs excellentes caractéristiques mécaniques.



Exemple des matériaux utilisés sur un Rafale

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Eléments de structures principales



Construction du fuselage

a) Treillis

Il s'agit de « longerons » assemblés entre eux par des « traverses » pour donner la forme souhaitée.

Elles peuvent être collées si elles sont en bois ou alors soudées pour les parties métalliques.

Le revêtement est souple (toile ou tôle mince).



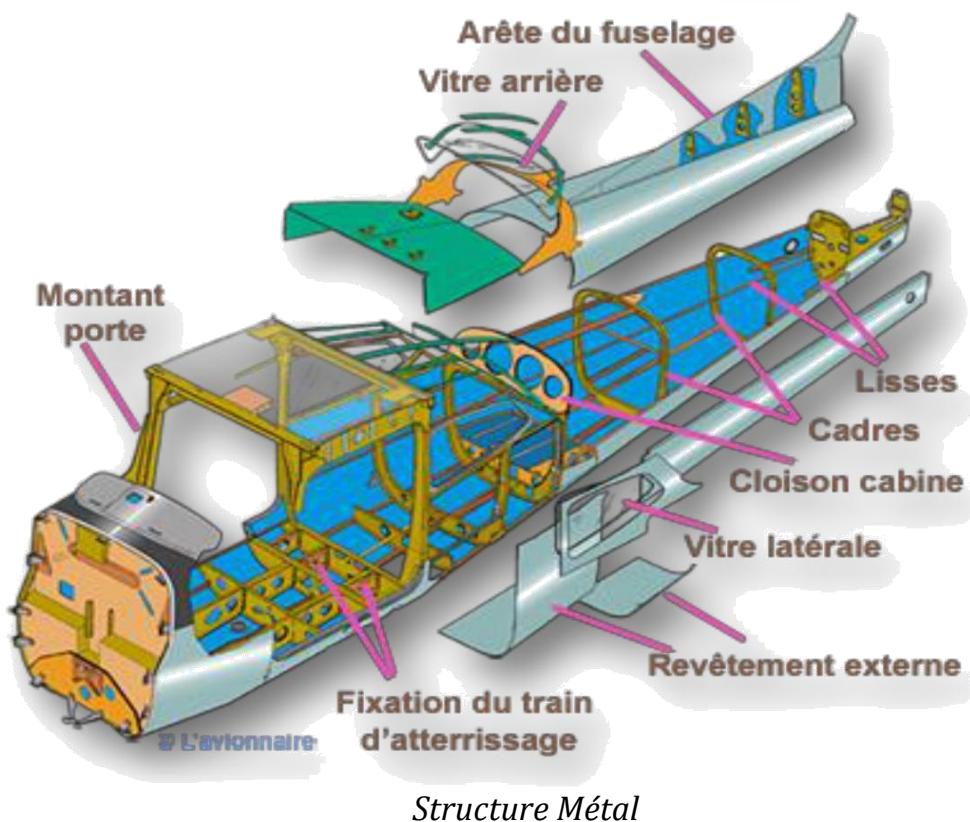
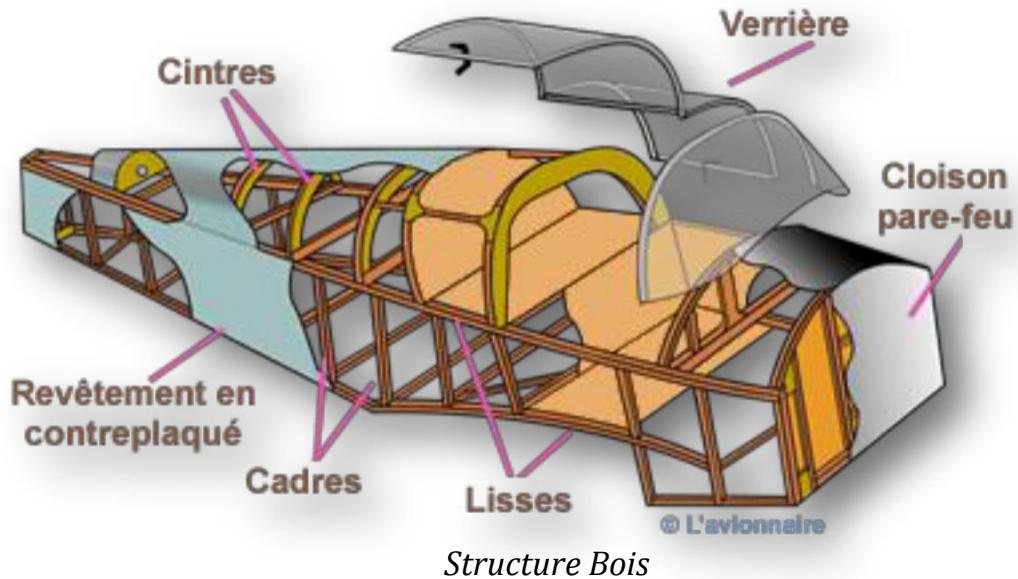
Le Vickers Wellington

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

b) Caisson semi-monocoque

Il s'agit de « cadres » assemblés entre eux par des « lisses » pour donner la forme souhaitée.

Les cadres absorbent les efforts de torsion, les lisses ceux de flexion.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

c) Caisson monocoque

Il peut ne pas y avoir de longerons et pas de lisses, le revêtement est alors directement vissé ou riveté sur les cadres et donc participe à la transmission et l'absorption des efforts.



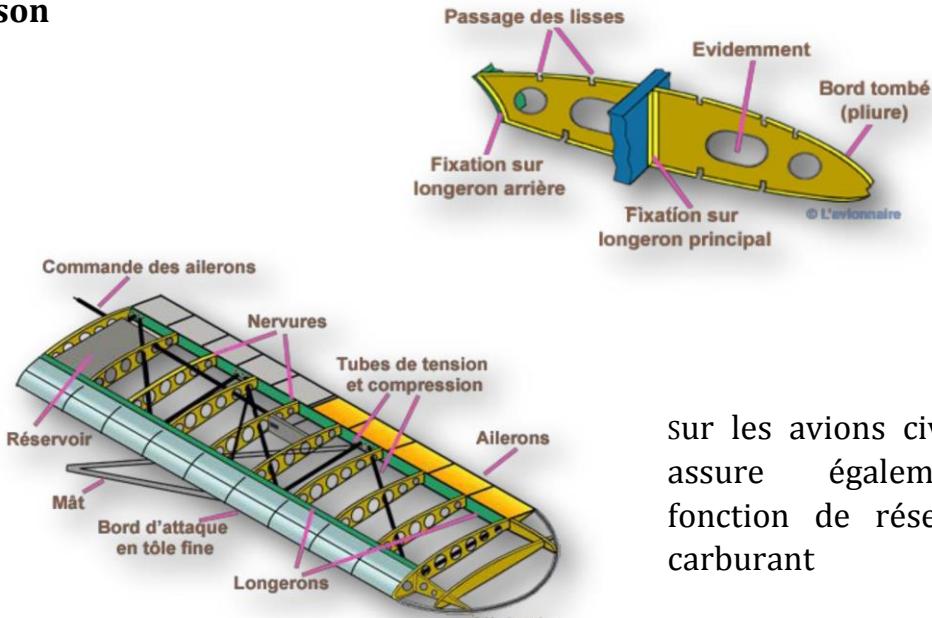
Construction d'une aile

a) Treillis (pour les nervures)

Plutôt utilisés pour les avions en bois et toile



b) Caisson



Le carburant contribue à la rigidité de l'aile.

sur les avions civils, l'aile assure également la fonction de réservoir de carburant

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

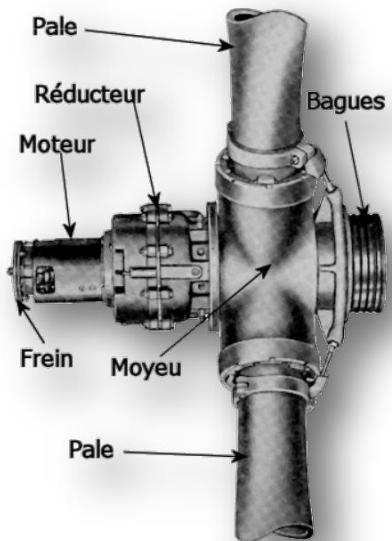
Partie 2 : Les Groupes Motopropulseurs (G.M.P.)

I. L'Hélice

C'est un dispositif qui permet de transformer l'énergie mécanique, fournie par le moteur, en force tractive ou propulsive utilisé par l'avion pour se déplacer.

A. La Composition

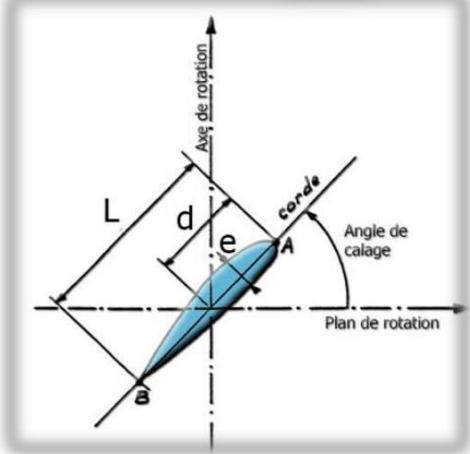
L'hélice se compose de :



- D'un moyeu centré sur l'arbre de sortie du moteur
- De deux ou plusieurs pales

→ La distance parcourue par l'hélice le long de son axe de rotation en un tour est appelé **Pas**.

→ L'angle formé par la corde de profil de l'hélice et le plan dans lequel tourne la pale est appelé **Calage**.



Note

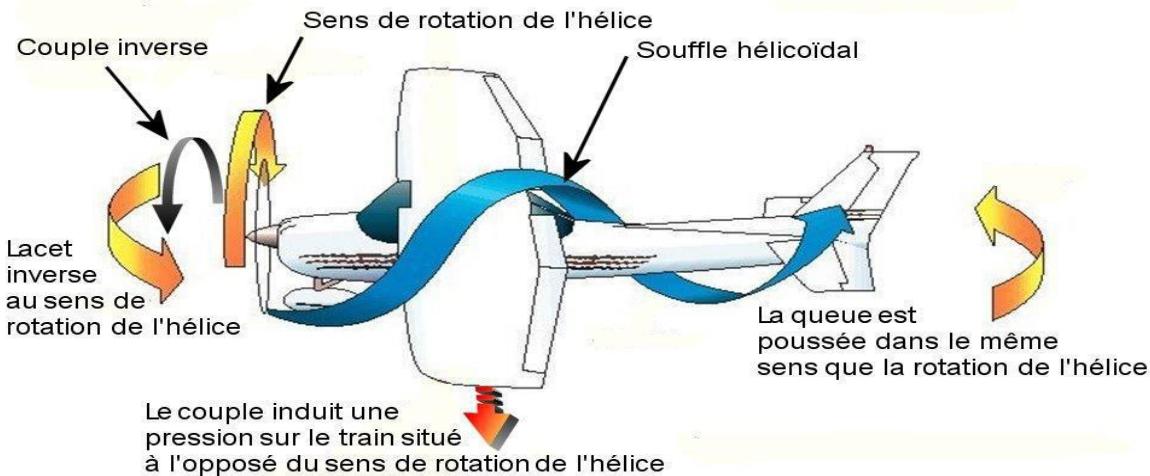
Le Calage est un Angle

Le Pas est une Distance

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Le Fonctionnement

Le fonctionnement d'une hélice est le même que celui de l'aile d'un avion.



Le vent relatif V_r est issu :

- du déplacement de l'avion (vitesse avion)
- de la rotation de l'hélice (vitesse de rotation)

C. Les différents types d'hélices

Il en existe deux types :

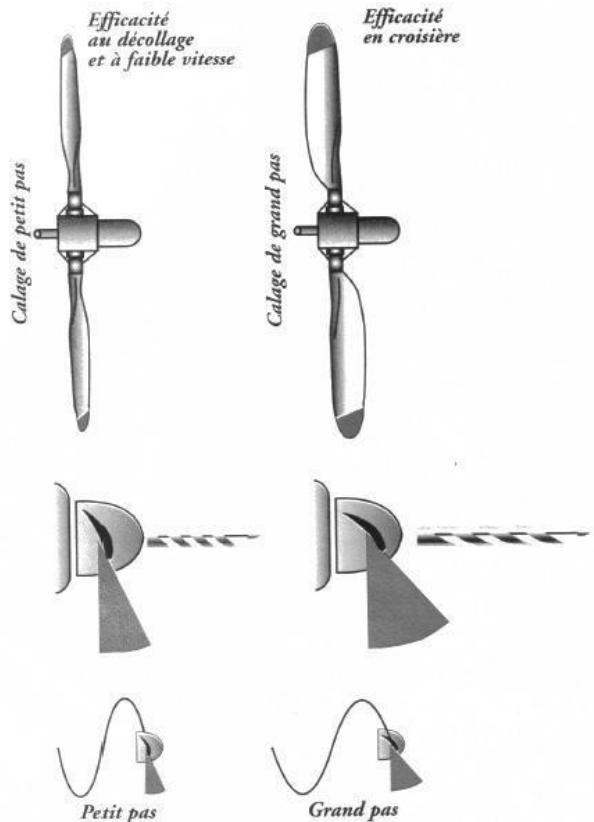
1) L'hélice à calage fixe

Cette hélice est surtout équipée sur les aéronefs de tourisme. Elle est, en général, en bois multicouche avec un bord d'attaque renforcé par une lame en laiton ou en alliage d'aluminium (plus lourde).

Ce type d'hélice a l'inconvénient de ne pas permettre d'adapter la vitesse en fonction des phases du vol.

2) L'hélice à calage variable (ou pas variable)

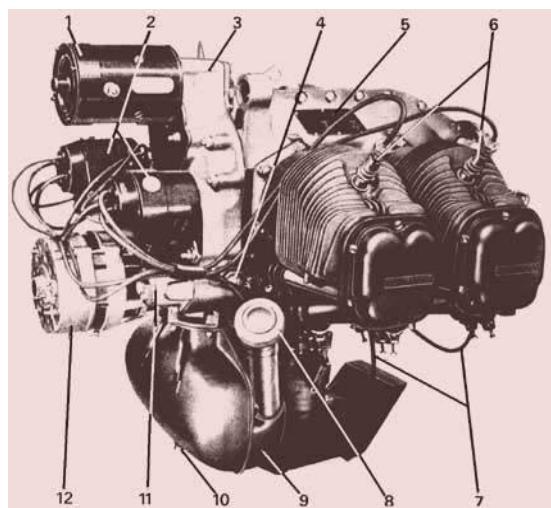
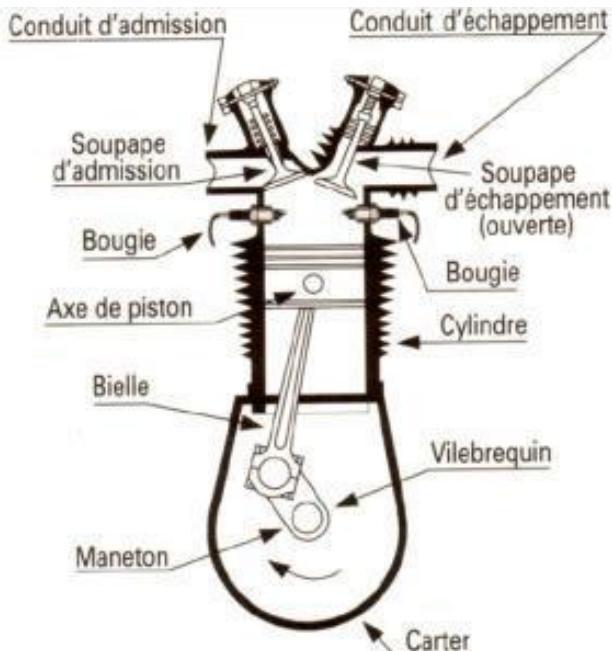
Ayant plusieurs phases dans le vol d'un avion, il est nécessaire de faire varier l'angle de calage des pales de l'hélice pour avoir toujours le régime optimal du moteur. Le pilote peut alors, grâce à un mécanisme, changer le calage des pales pour que la vitesse de rotation de l'hélice (donc du moteur) reste constante.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

II. Les moteurs à pistons

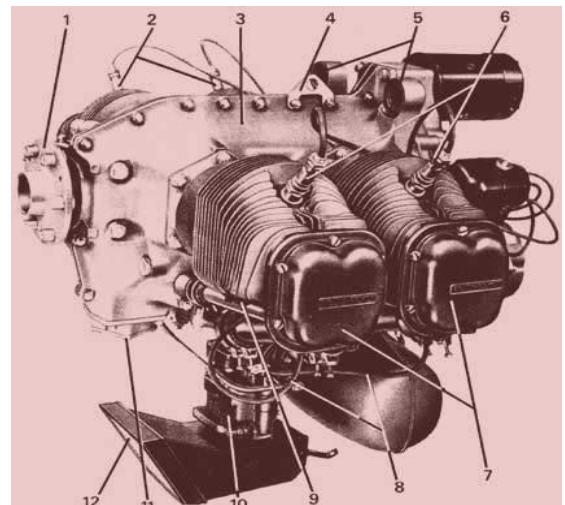
A. La Composition



Moteur d'avion léger à 4 cylindres

← Avant

Arrière →



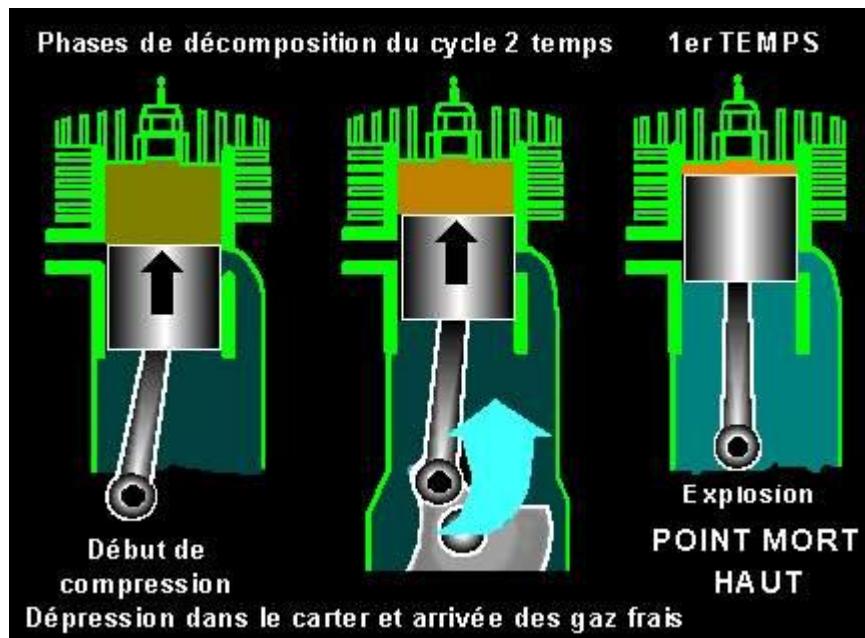
L'ensemble est composé de :

- **D'un cylindre** très souvent muni **d'ailettes** pour le refroidissement (assuré par l'air) et dont la partie supérieure est fermée par **une culasse** et la base inférieure par **un carter**.
- **La culasse** est dotée de dispositifs appelés **soupapes** qui permettent l'admission des gaz frais et l'échappement des gaz de combustion, et d'un dispositif créant l'inflammation du mélange carburant/air : **les bougies**.

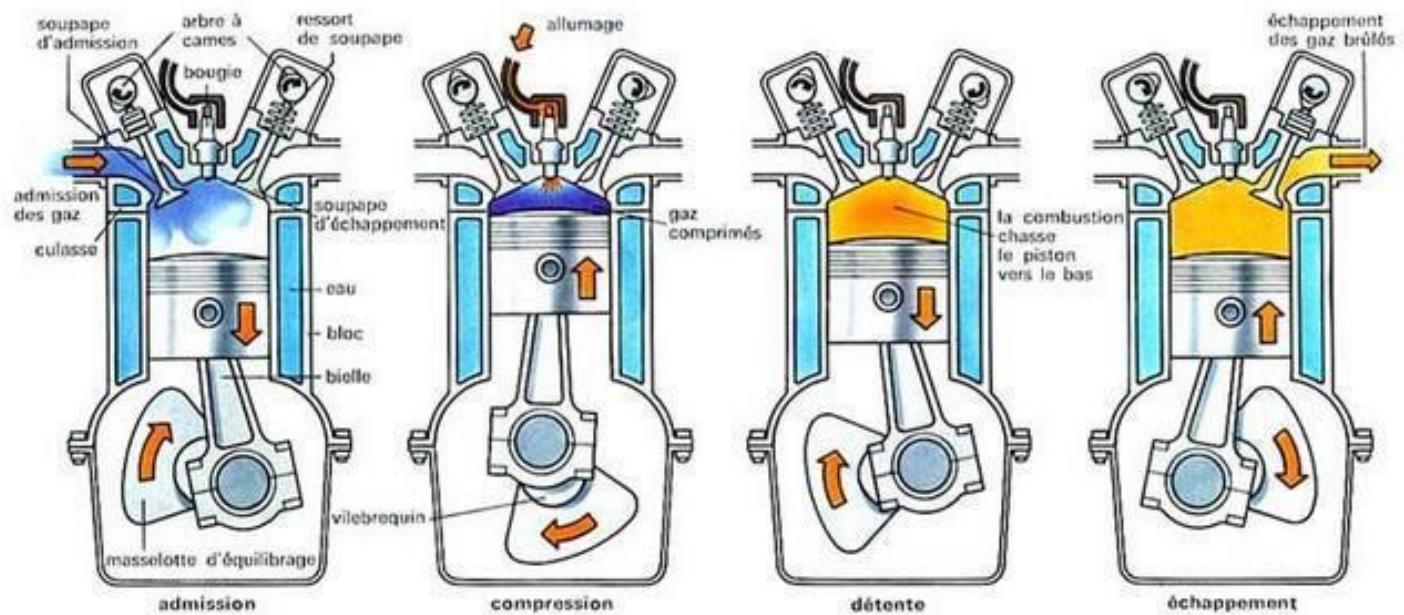
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Le fonctionnement d'un moteur thermique

1) Moteur à deux temps



2) Moteur à quatre temps



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

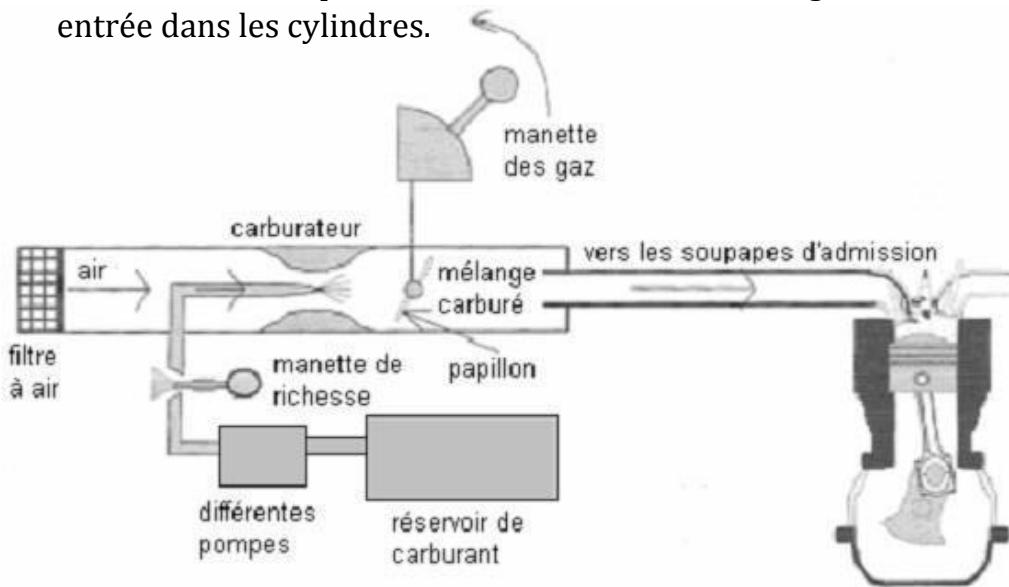
C. L'Alimentation en carburant

Pour que l'essence parvienne des réservoirs jusqu'au dispositif de mélange, on utilise **une pompe mécanique** entraînée par le moteur, doublée **d'une pompe électrique de secours** que l'on mettra en fonction à la demande (par exemple au décollage)

D. L'Elaboration du mélange air-essence

Deux procédés sont utilisés :

- **L'injection**, qui consiste à vaporiser de fines gouttelettes d'essence directement dans la chambre du cylindre.
- **La carburation**, qui assure l'élaboration du mélange air-essence avant son entrée dans les cylindres.



Attention : Un givrage provoquerait un arrêt du moteur.

Pour éviter le givrage du carburateur, qui peut boucher le conduit d'admission du mélange air-essence, l'air extérieur est chauffé ou/et on peut utiliser un système de réchauffage du carburateur



La commande qui permet de faire varier la pression du mélange air-essence entrant dans les cylindres est la **manette des gaz**.

E. L'Allumage

Il réside de la production d'une étincelle permettant de démarrer la combustion du mélange.

Il est réalisé par une bougie alimentée par une magnéto. Pour des raisons de sécurité le système est doublé (2 bougies par cylindre et 2 magnétos).

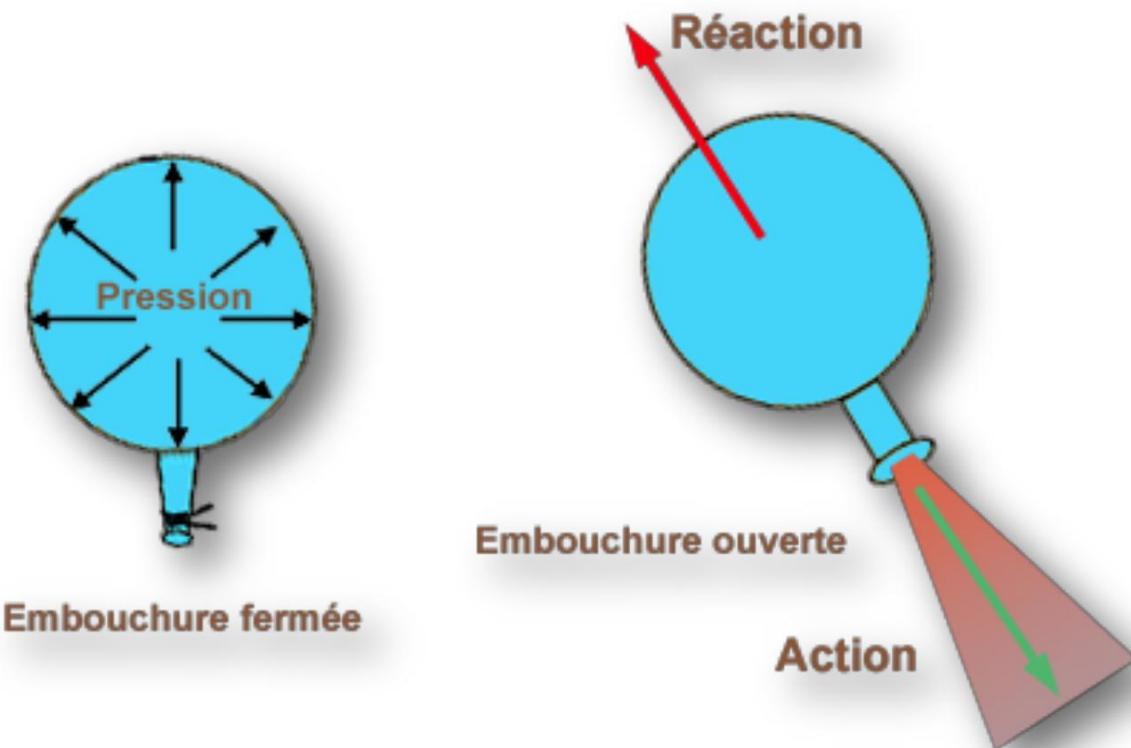
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Les turboréacteurs

A. Le principe de fonctionnement

Lorsque l'on gonfle un ballon, la pression de l'air à l'intérieur du ballon est supérieure à la pression de l'air à l'extérieur.

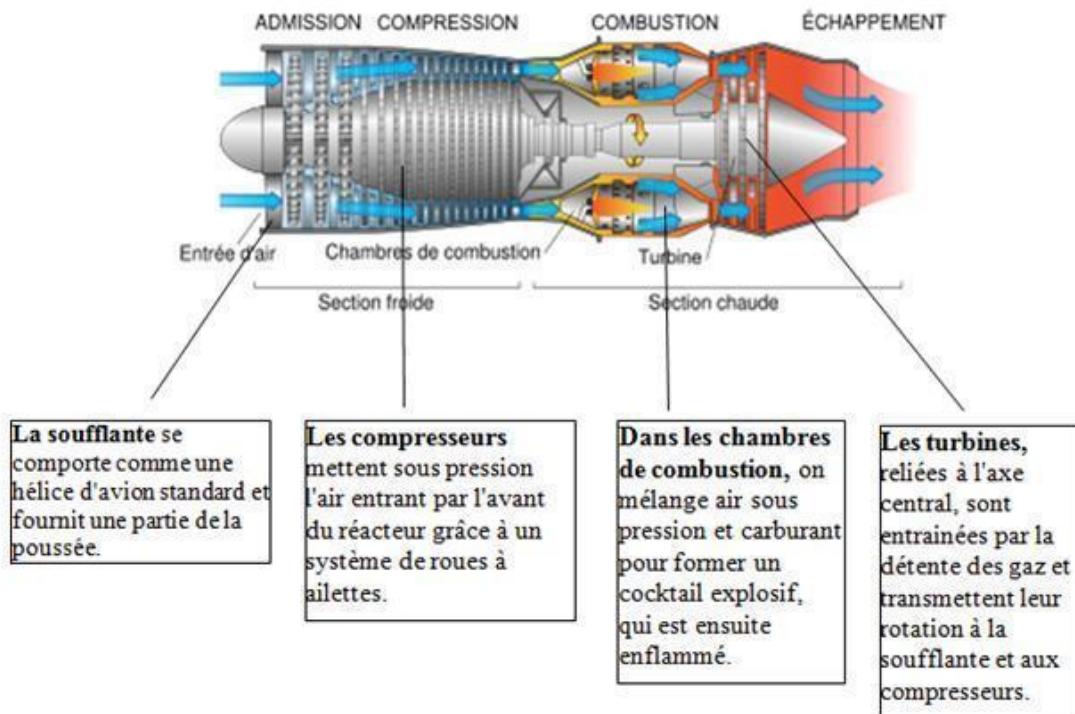
Si on libère l'embouchure du ballon, alors l'air à l'intérieur du ballon va être éjecté et, par réaction, créer une force de même direction mais de sens opposé à la vitesse d'éjection.



Un turboréacteur fonctionne sur le même principe : il comprime l'air et ensuite l'éjecte à grande vitesse de façon contrôlée.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

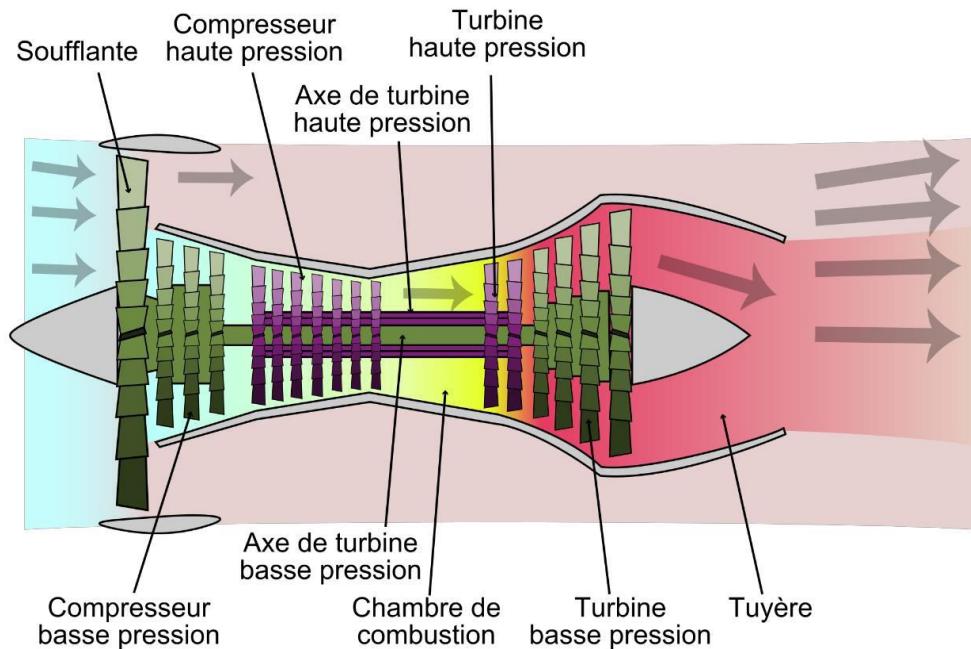
B. Le Principe du Réacteur à simple flux



C. Le Turboréacteur à double flux

C'est le type de réacteur que l'on trouve sur la plupart des avions de ligne aujourd'hui.

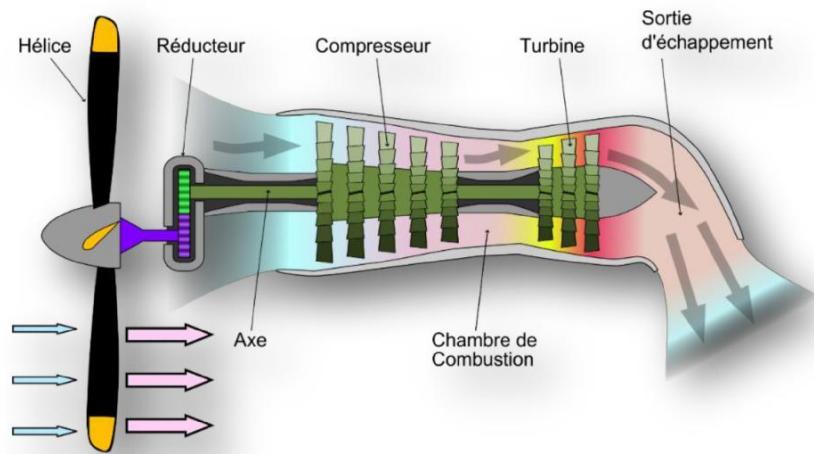
Dans ce réacteur, deux débits d'air le traversent et le flux secondaire ne traverse pas la chambre de combustion.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. Le Turbopropulseur

Dans le Turbopropulseur, comme dans un Turboréacteur, l'air est aspiré par l'avant puis il est comprimé dans le compresseur avant de traverser les chambres de combustion. Mais cette fois, la turbine de sortie prélève la majeure partie de l'énergie des gaz pour faire tourner une hélice et le compresseur.



Ce type de propulsion est utilisé pour des avions dont la vitesse est au maximum de 800 Km/h.

E. Le Turbomoteur

Utilisé sur hélicoptère, c'est un Turbopropulseur dont le réducteur entraîne non plus l'hélice mais une boite de transmission commandant à la fois le rotor principal et le rotor anti couple.

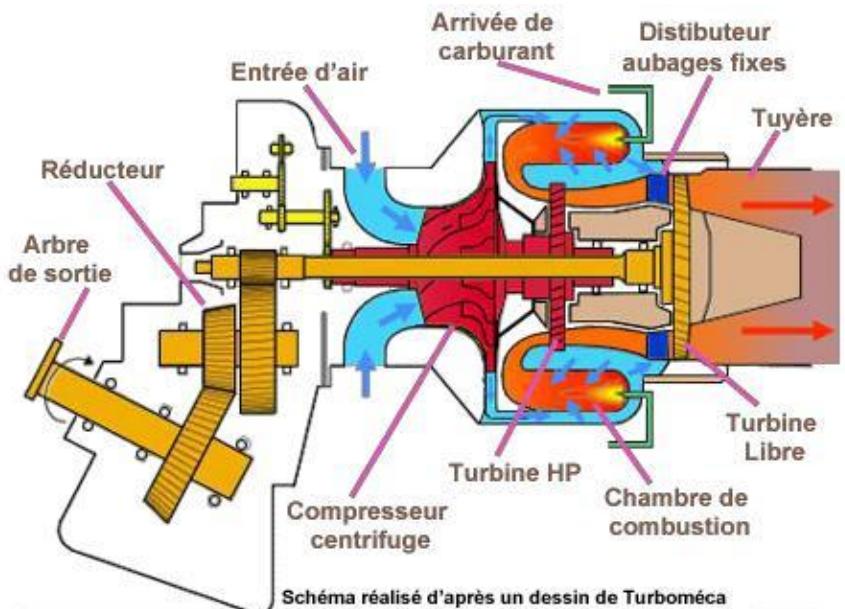
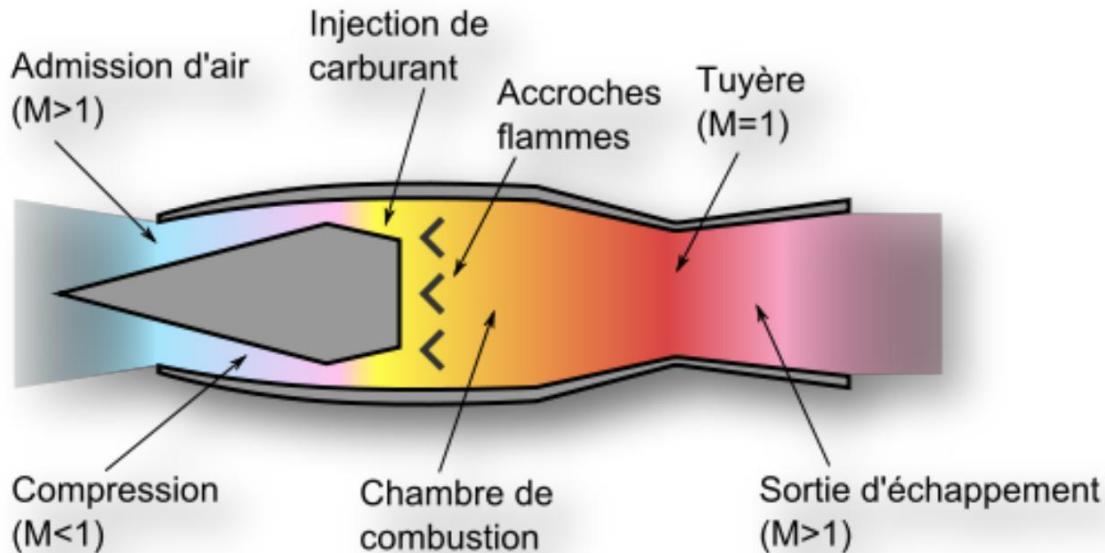


Schéma réalisé d'après un dessin de Turboméca

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

F. Le Statoréacteur

Un Statoréacteur est un système de propulsion qui utilise le cycle thermodynamique classique : compression/combustion/détente, et pour lequel la poussée est produite par éjection de gaz issu de la combustion d'un carburant, généralement le kérósène.



La totalité des gaz est convertie en poussée efficace puisqu'il n'y a aucune turbine à actionner, donc le rendement est maximal. Toutefois, le Statoréacteur ne peut fonctionner à faible vitesse puisque pour obtenir une pression dynamique élevée, il est nécessaire d'avoir une très grande vitesse.

Ce type de propulsion est aujourd'hui surtout utilisé sur propulser des missiles.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Partie 3 : Les Instruments de bord

Présentation d'un tableau de bord

Chaque avion à un tableau de bord spécifique, pourtant on y retrouve certains instruments que l'on peut classer en trois grandes familles :

- Les instruments de conduite (altimètre, variomètre, anémomètre, horizon artificiel, conservateur de cap, indicateur de virage)
- Les instruments de contrôle (pressions, températures, charges, moteur)
- Les instruments de navigation (Radio, GPS, VOR-ILS, ADF, DME)

On retrouve sur tous les appareils une « norme » de couleur :

- Le blanc pour les utilisations particulières
- Le vert pour les utilisations normales
- Le jaune pour les utilisations avec précautions
- Le rouge pour les utilisations interdites



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

I. Les instruments barométriques

A. L'Anémomètre (Airspeed Indicator)

1. Présentation

L'appareil indique la vitesse de l'avion par rapport à l'air. Il peut être gradué en **Kt** ou en **km/h**. Il possède un trait rouge ainsi que trois arcs colorés qui correspondent à des vitesses caractéristiques :



Arc blanc : Zone d'utilisation des volets, allant de la vitesse de décrochage volets sortis à la vitesse maximale d'utilisation des volets
(**VFE** : Velocity Flaps Extended).

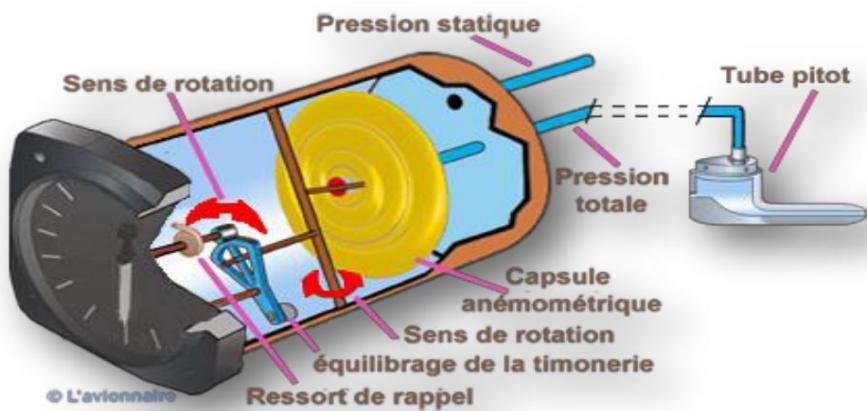
Arc vert : Vitesse normale d'utilisation sans volet, allant de la vitesse de décrochage en lisse à la vitesse à ne pas dépasser lors de mauvaises conditions atmosphériques
(**VNO** : Velocity Normal Operating).

Arc jaune : Zone interdite lors de mauvaises conditions atmosphériques.

Trait rouge : Vitesse à ne jamais dépasser
(**VNE** : Velocity Never Exceed)

2. Principe de fonctionnement

Il mesure la différence entre la pression totale Pt et la pression statique Ps et la convertit en vitesse.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. L'Altimètre (Altimeter)

1. Présentation

L'altimètre indique l'altitude en pieds (ft - 1ft = 0,3 m) ou en mètres.



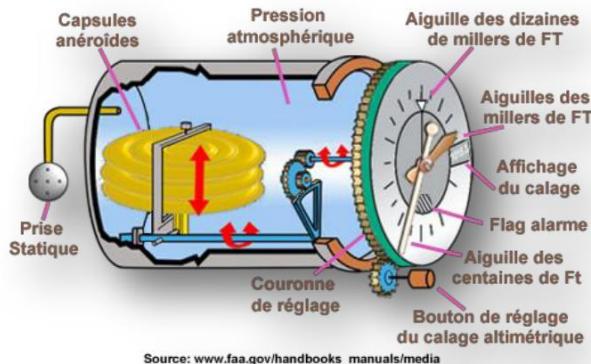
C'est un instrument barométrique. Il indique l'altitude de l'avion par rapport à une référence choisie (par rapport au niveau de la mer **QNH** : au sol on se règle par rapport à l'altitude de l'aérodrome).

La petite aiguille indique les milliers de ft, la grande aiguille indique les centaines de ft.

2. Principe de fonctionnement

La pression atmosphérique diminue lorsque l'altitude augmente.

Par simple mesure de la pression atmosphérique, on peut déduire l'altitude de l'avion.



3. Les différentes références altimétriques

Le niveau de la mer (calage QNH) : l'altimètre indique une altitude.

La piste (calage QFE) : l'altimètre indique une hauteur par rapport à l'aérodrome.

La pression 1013,25 hPa (calage standard) : l'altimètre indique un niveau de vol.

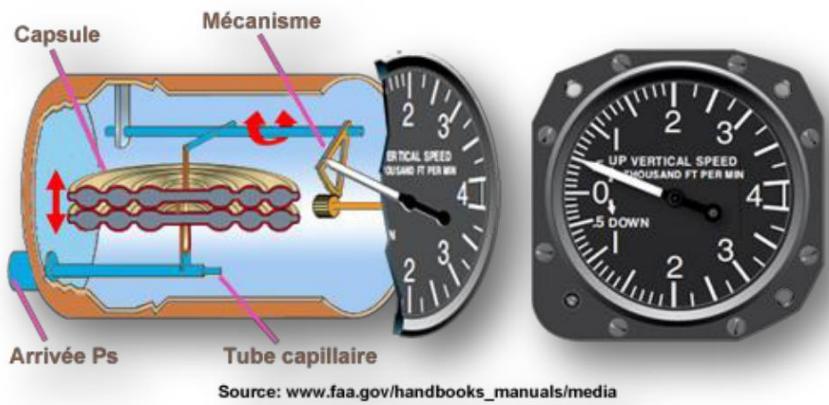
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. Le Variomètre (Vertical Speed Indicator)

1. Présentation

Le variomètre est aussi un instrument barométrique qui mesure une vitesse verticale de montée ou de descente.

Il est gradué en **ft/min** ou parfois en **m/s** ($1\text{m.s} = 200 \text{ ft.min}$).



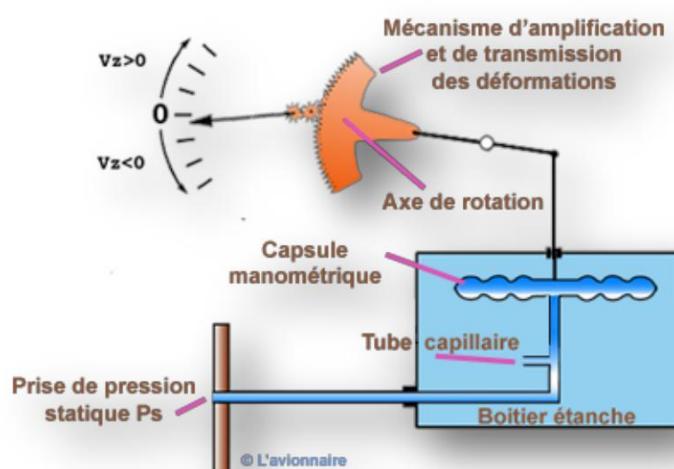
2. Principe de fonctionnement

L'appareil mesure la différence entre la pression atmosphérique et la pression de l'air à l'intérieur d'une capsule.

En vol horizontal (palier), les pressions sont équilibrées et l'aiguille indique zéro.

L'avion monte, la pression atmosphérique diminue, mais comme la pression à l'intérieur de la capsule met un temps à s'équilibrer on peut mesurer cette différence de pression.

Le variomètre est utile au pilotage pour déterminer soit une vitesse ascensionnelle V_z supérieure à 0, soit un taux de descente V_z inférieure à 0, il est possible de l'utiliser également pour contrôler le vol en palier, même si cela est très difficile uniquement avec le Variomètre car il a un délai de réaction important.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

II. Les instruments gyroscopiques

A. L'indicateur de virage (Turn and Bank indicator)

1. Présentation

Il est souvent associé à la bille et indique le sens si le virage est un virage taux 1 (360° en 2 minutes). Ceci est valable uniquement si la bille est maintenue au centre (symétrie du vol maintenue).

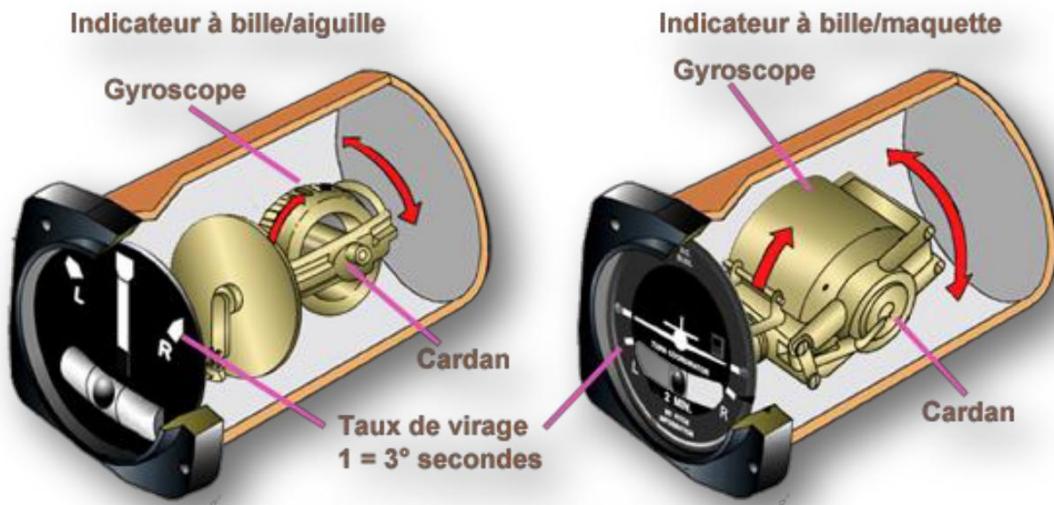


2. Principe de fonctionnement

L'indicateur de virage indique le sens et le taux du virage.

Il est associé à un gyroscope dont la référence est la verticale.

Exemple : Pour un virage effectué au taux 1, l'avion tourne de 180° en 1 min (3° par seconde)



Source: www.faa.gov/handbooks_manuals/media

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. La Bille

1. Présentation

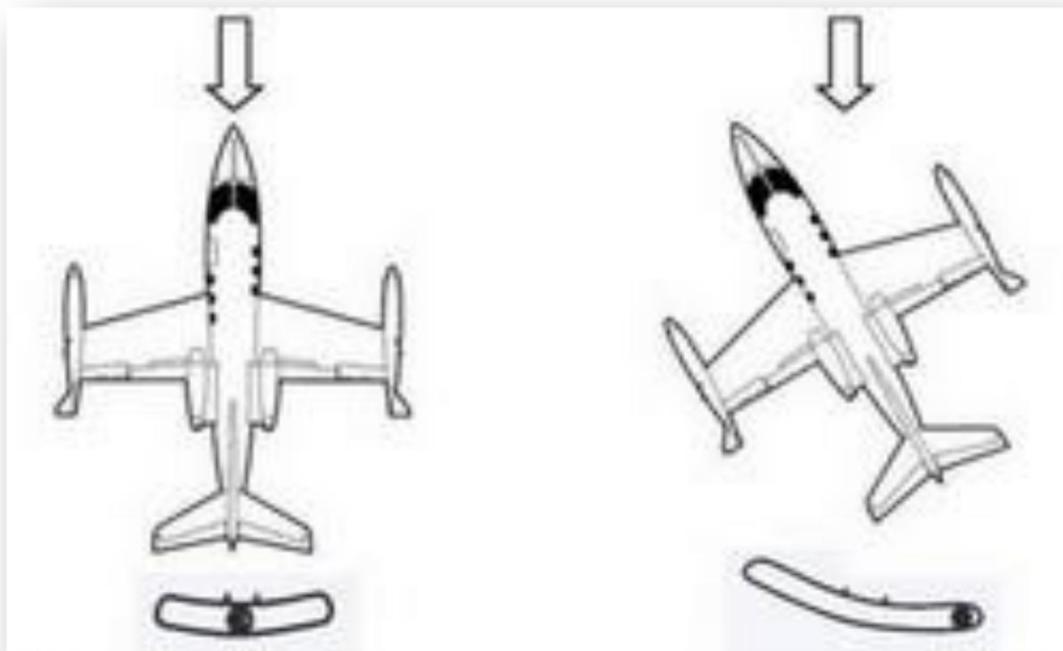
Elle ne fait partie ni des instruments barométriques, ni des instruments gyroscopiques mais se trouve associée à l'indicateur de virage. C'est pour cela que nous en parlons ici.



Par effet inertiel, elle renseigne le pilote sur la symétrie du vol. Pouvant être associée à un brin de laine sur la verrière, un pendule dans l'habitacle, elle permet de voir si l'axe de l'avion est parallèle au vent relatif.

2. Principe de fonctionnement

De par sa masse, la bille est constamment soumise aux forces résultantes des accélérations subies par l'avion dans le plan transversal. Le tube, étant lié à l'avion, la bille, agissant comme un pendule, indiquera la direction de la verticale apparente.



C. L'horizon artificiel (Artificial Horizon)

1. Présentation

Il permet de restituer au pilote la position de « l'horizon naturel » lorsque celui-ci n'est pas visible : vol de nuit, trop de nuage, altitude importante...

Le pilote voit alors l'assiette et l'inclinaison de l'avion.

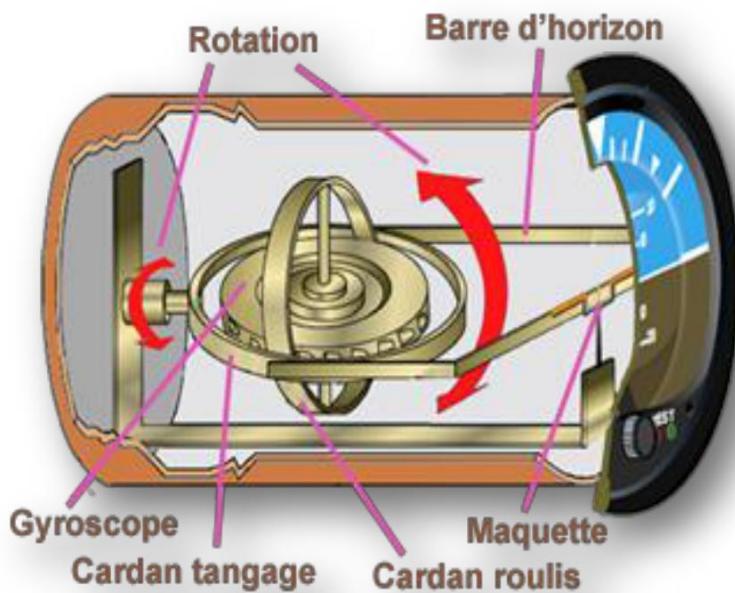


Il est constitué d'une :

- Maquette centrale qui représente un avion
- Sphère intérieur sur laquelle figure la ligne d'horizon en blanc, le ciel en bleu et la terre en marron.
- Couronne des valeurs d'inclinaison (10° , 20° , 30° ...)

2. Principe de fonctionnement

Lors d'un mouvement de l'avion, c'est l'ensemble avion-maquette qui se déplace autour de la sphère et de la couronne, ces dernières étant rendues fixes dans l'espace, par la toupie d'un gyroscope.



Source: www.faa.gov/handbooks_manuals/media

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. Le conservateur de cap ou directionnel (Heading Indicator)

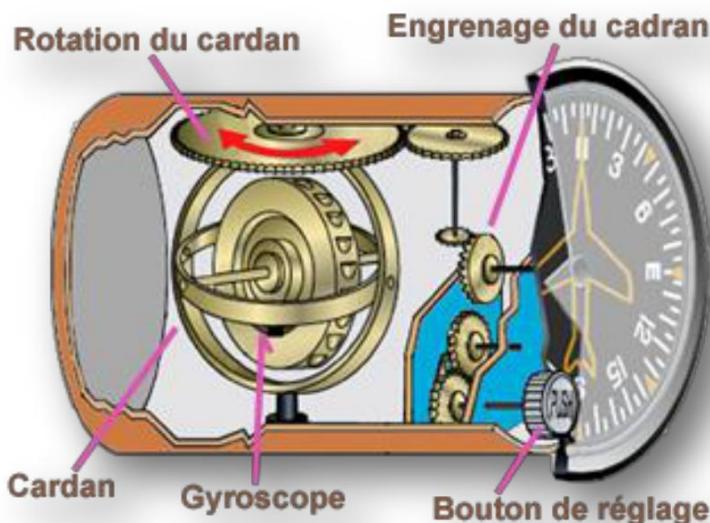
1. Présentation

Il donne aussi le cap magnétique mais permet d'éviter les erreurs du compas
(Masses métalliques proches, virages, atmosphère turbulent, accélérations, ...)



2. Principe de fonctionnement

C'est un instrument gyroscopique qui permet de conserver une direction fixe dans l'espace et donc de s'orienter.



Cependant, au bout d'un certain temps, le gyroscope du directionnel peut perdre sa référence d'orientation.

Cela oblige donc à se recaler sur la référence du compas, tous les quarts d'heure à l'aide de la molette.

Cette opération se fait en ligne droite et à vitesse constante.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

E. Le compas (Magnetic Compass) (Instrument non gyroscopique)

1. Présentation

Il s'agit d'une boussole qui permet de mesurer l'orientation de l'avion par rapport au Nord magnétique (cap magnétique).



Pour chaque compas installé, il y a une « table de dérivation » (ou « table de dérivation compas ») affichée sous le compas, permettant de tenir le cap magnétique.

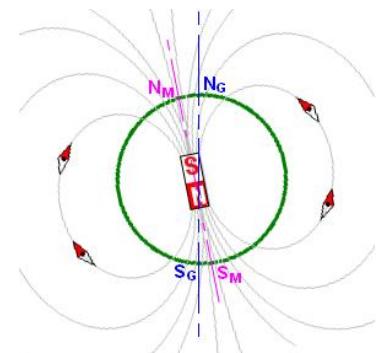
Une graduation de 0 à 360 degrés tourne devant une ligne de foi figurant l'axe de l'Aérodyne, ce qui permet au pilote de savoir le cap magnétique suivi.

Il indique en permanence la direction du Nord magnétique, quel que soit la route suivie par l'avion.

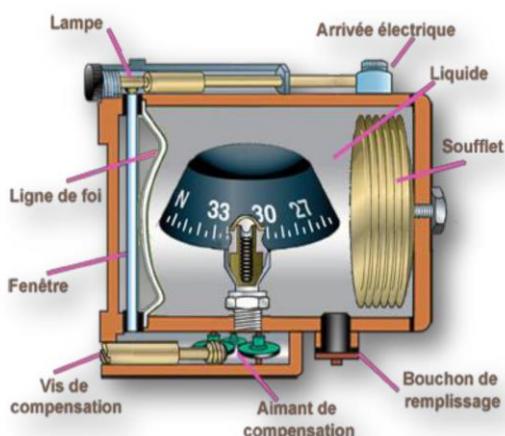
Remarques :

- L'angle séparant l'axe passant par le nord magnétique et celui passant par le nord géographique s'appelle la déclinaison.

- Celui que fait l'aiguille du compas par rapport à l'horizontale s'appelle l'inclinaison. (En France, aux alentours de 50° N, l'inclinaison est d'environ 65°)



2. Principe de fonctionnement



Il se compose d'un plateau circulaire gradué en degré, associé à un aimant orienté sur l'axe Nord-sud.

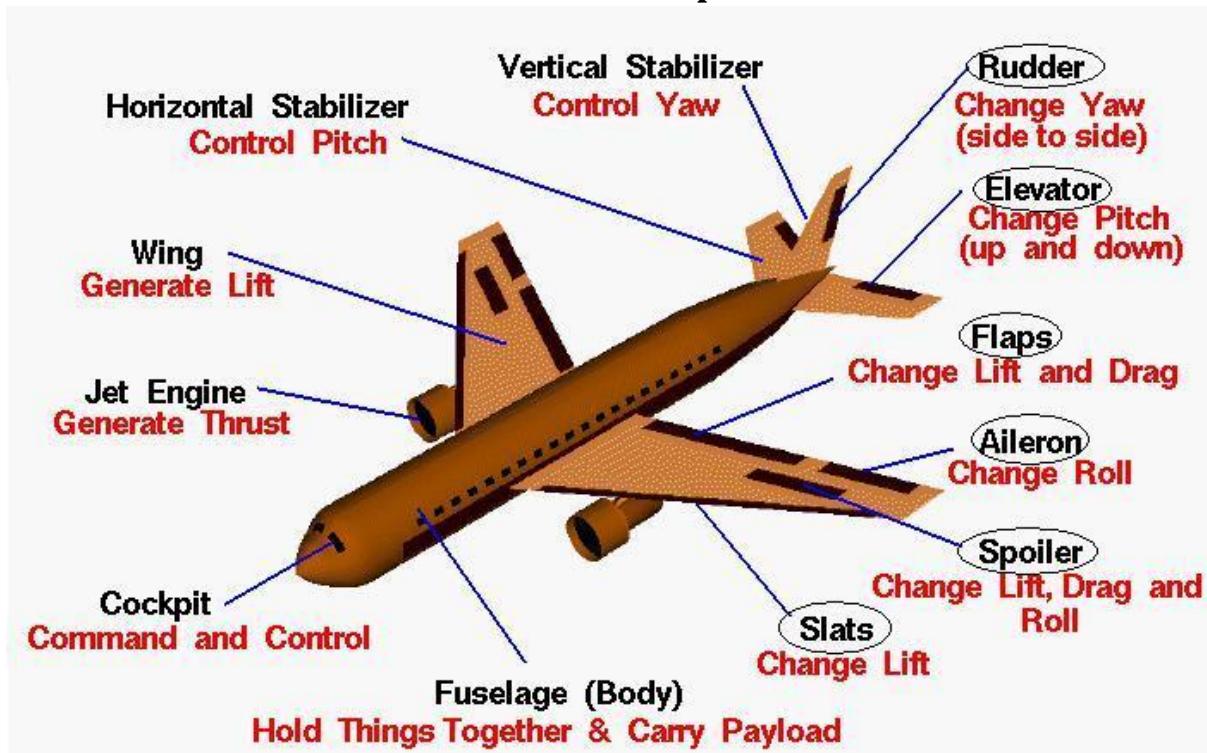
L'ensemble est posé sur un pivot et baigne dans un liquide amortisseur qui limite les oscillations.

Certaines directions particulières sont repérées par des lettres : N (nord) 360°, E (est) 90°, S (sud) 180°, W (ouest) 270°.

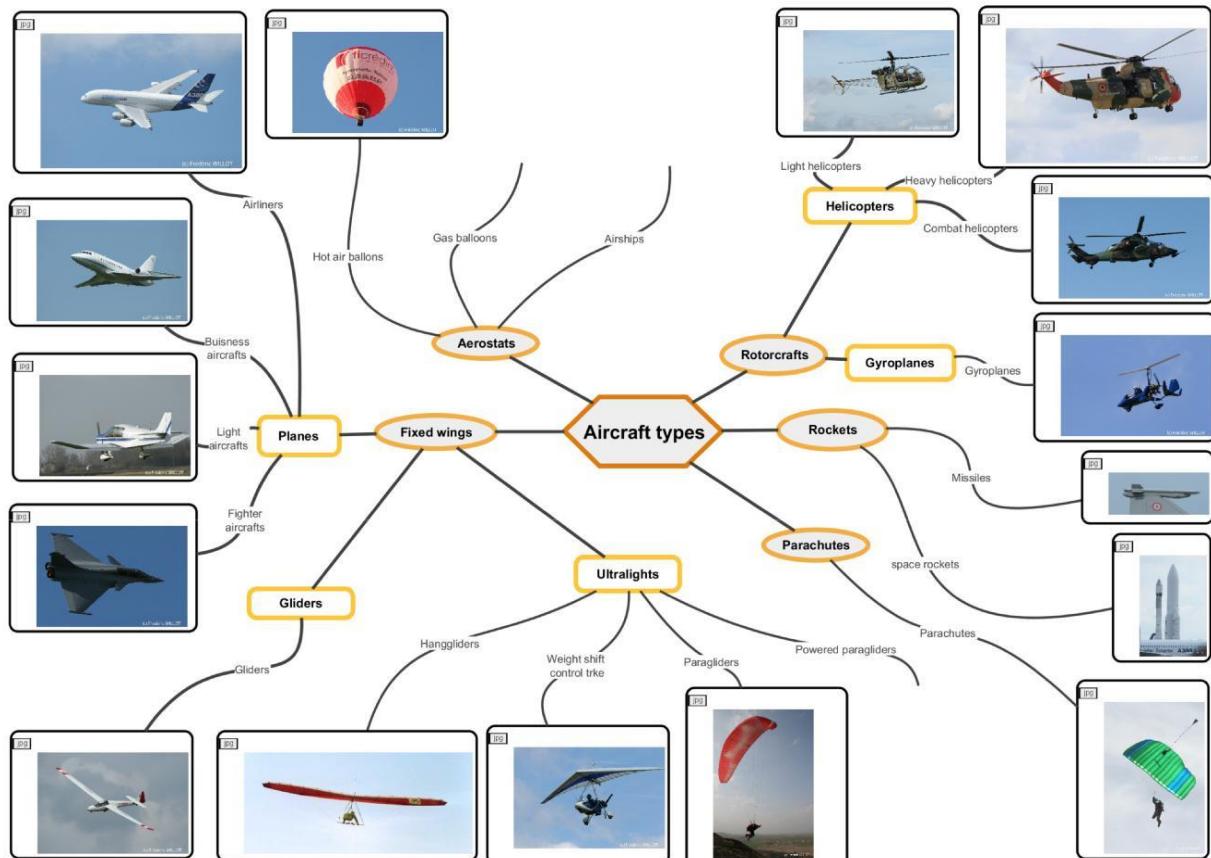
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Partie 4 : English vocabulary

I. Aircraft composition



II. Aircraft types



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Wings position



High wing



Mid wing



Low wing



Shoulder wing

IV. Wings angle



Dihedral wings



Anhedral wing



Inverted gull wing

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

V. Wings shapes



(c) Frédéric WILLOT

Straight wings



(c) Frédéric WILLOT

Tapered wings



(c) Frédéric WILLOT

Swept wings



(c) Frédéric WILLOT

Elliptic wings



(c) Frédéric WILLOT

Delta wings



(c) Frédéric WILLOT

Cropped delta wings and canard



(c) Frédéric WILLOT

← Biplane

Triplane →



(c) Frédéric WILLOT

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VI. Tails designs



Low-set



Mid-set



High-set



T-Tail



Canard



V-Tail



Twin
fin
designs



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VII. Landing gear ; Wheel Layouts



Twin wheels
Nose gear of a Rafale



Single wheel
Nose gear / Main gear
of a Typhoon



6 wheels
Bogie of an B777

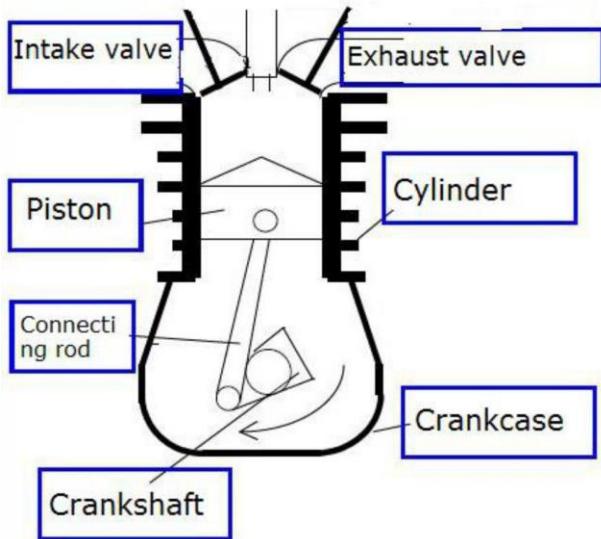


Monotrace
Landing gear of a Harrier fighter jet.

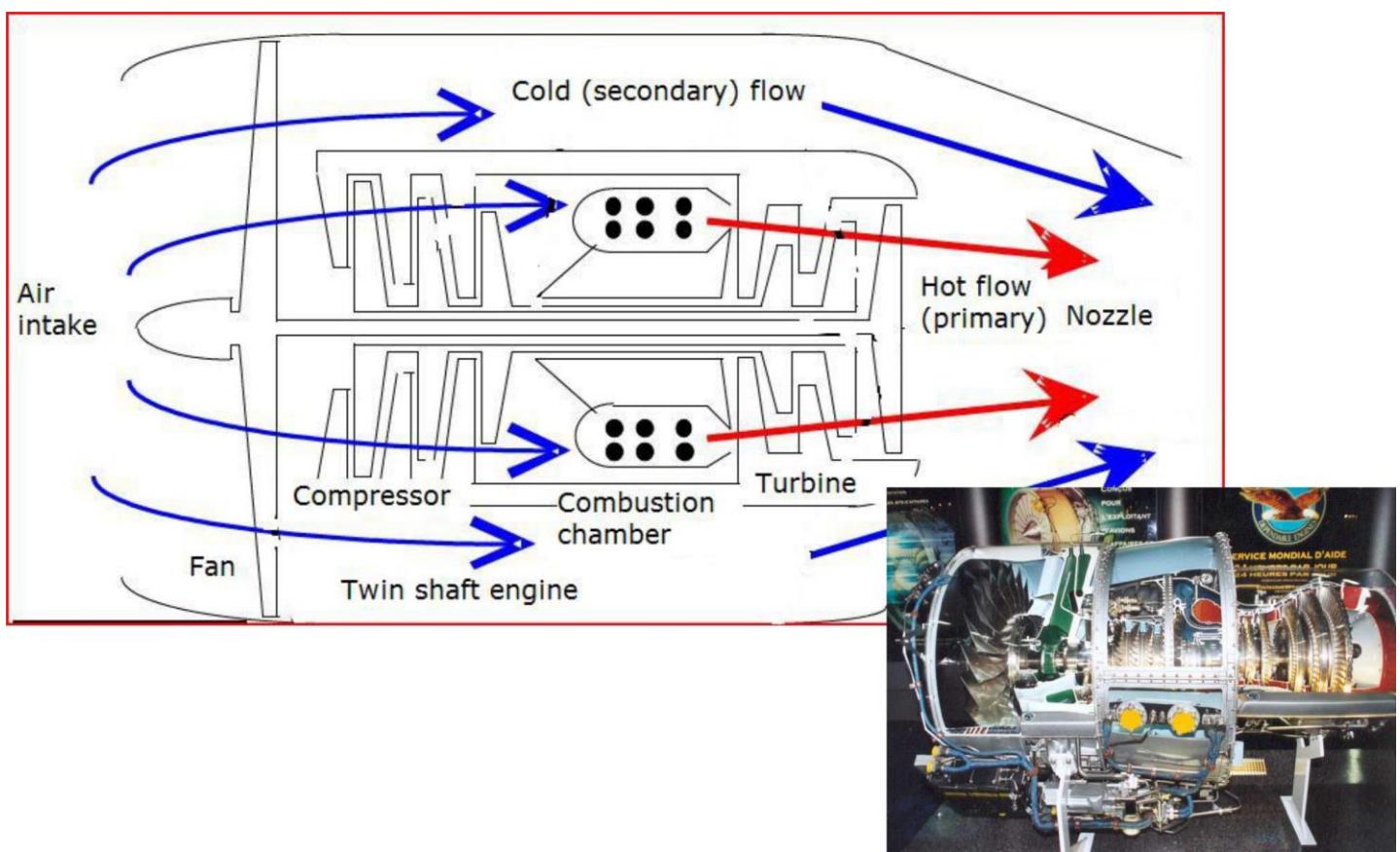
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VIII. Engines

Piston Engine

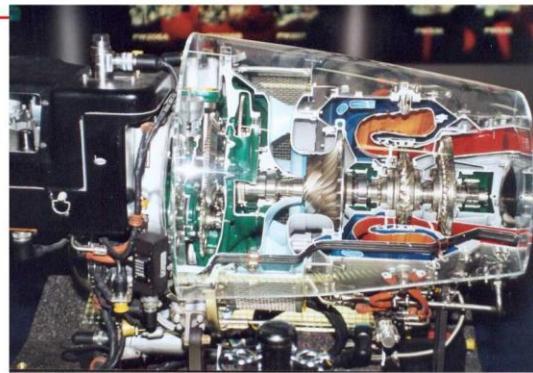
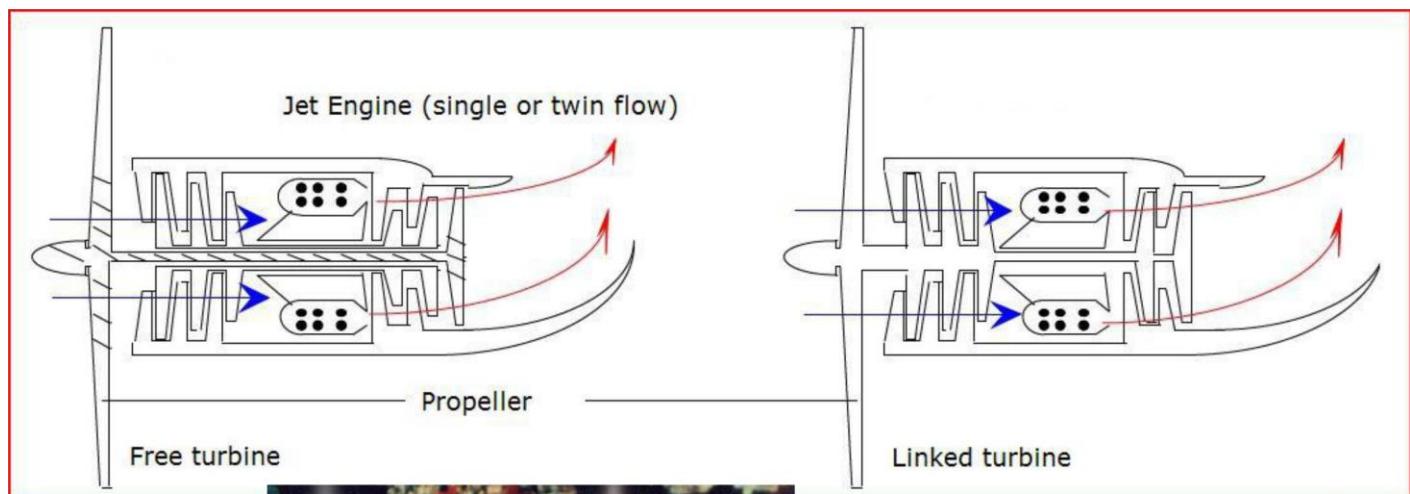


Jet Engine

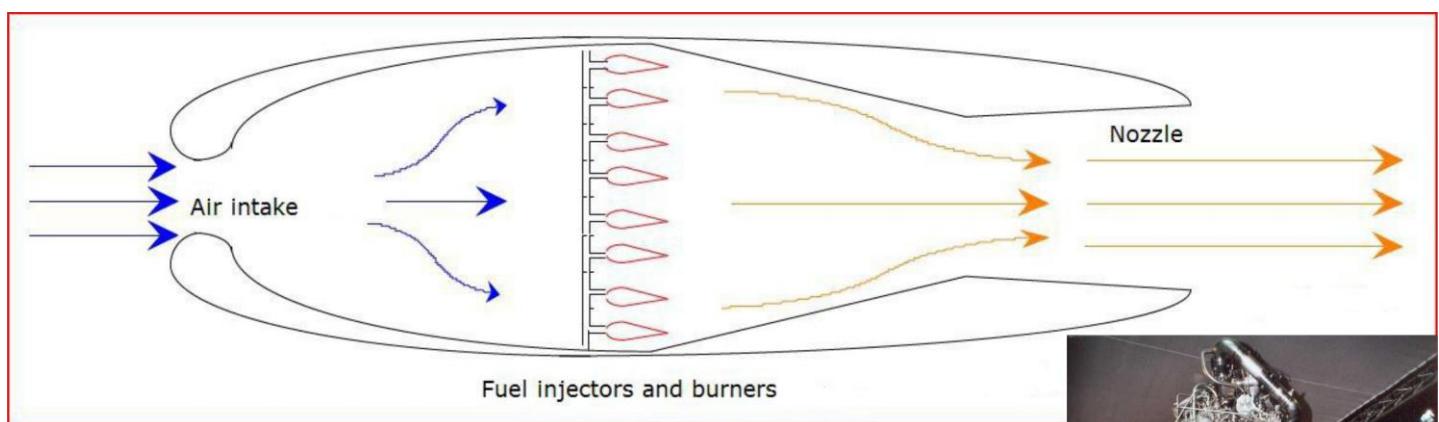


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Turboprop Engine



Ramjet and Rocket Engine



Chapitre 3 : METEOROLOGIE



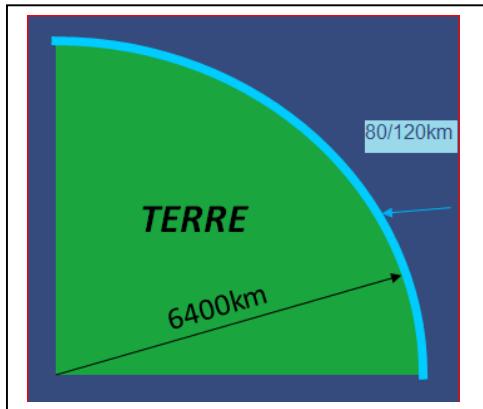
Contenu du chapitre :

- I. L'atmosphère
- II. La pression et le vent
- III. Les perturbations et les fronts
- IV. Les nuages
- V. Les phénomènes climatiques dangereux pour l'aéronautique
- VI. Les informations météorologiques
- VII. English Vocabulary

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

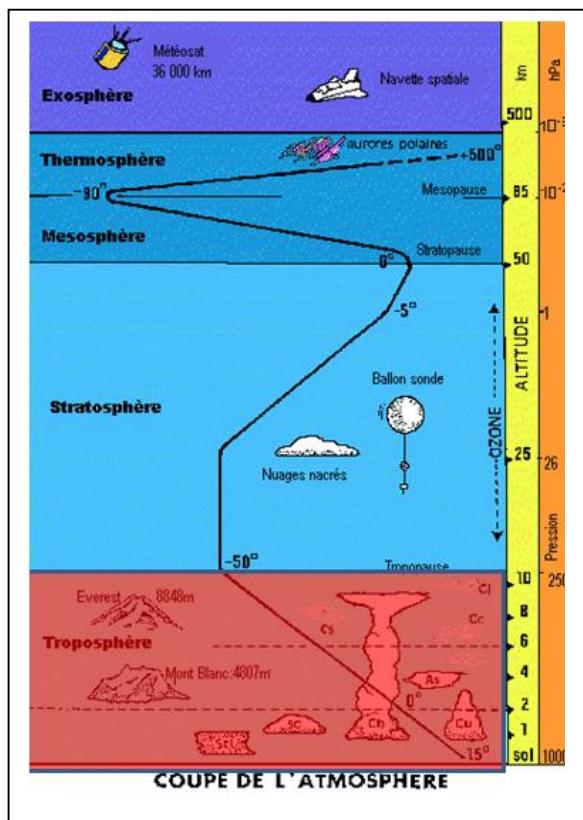
I. L'atmosphère

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 :



- La thermosphère** : Elle est la couche comprise entre 80 et 500 km. C'est dans cette couche que se trouve la station orbitale (380 km).
- 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.
- 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.
- 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 les avions commerciaux évoluent dans la troposphère.(Concorde...).

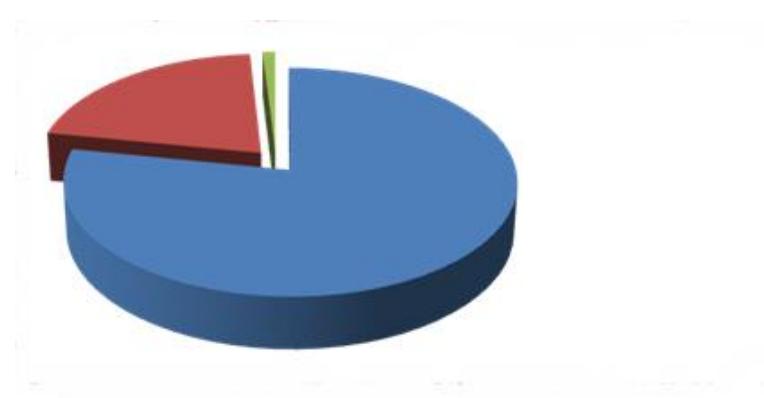
NB : Dans la troposphère, intéressée principalement par les phénomènes météorologiques, la température varie en moyenne de 15° au niveau du sol jusqu'à -56° à la tropopause. **On retiendra les valeurs moyennes de - 6,5° tous les 1000 m ou -2° tous les 1000 ft.**

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

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** 78%

■ **Dioxygène (O)** 21%

■ **Argon (Ar)** 0,9%

(+ Quelques traces de gaz rares : **Hélium, Dioxyde de carbone, Dihydrogène**).

L'atmosphère, comme tout gaz, peut être décrite par un certain nombre de paramètres :

- La température,
- La pression,
- L'humidité,
- Le vent.

C. L'atmosphère standard

Pour les besoins de l'aéronautique, il a été nécessaire de « figer » l'atmosphère en une **atmosphère moyenne, dite « standard 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°
Pression au niveau de la mer : 1013,25
hPa

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

II. La pression et le vent

A. La Pression de l'atmosphère

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

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

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

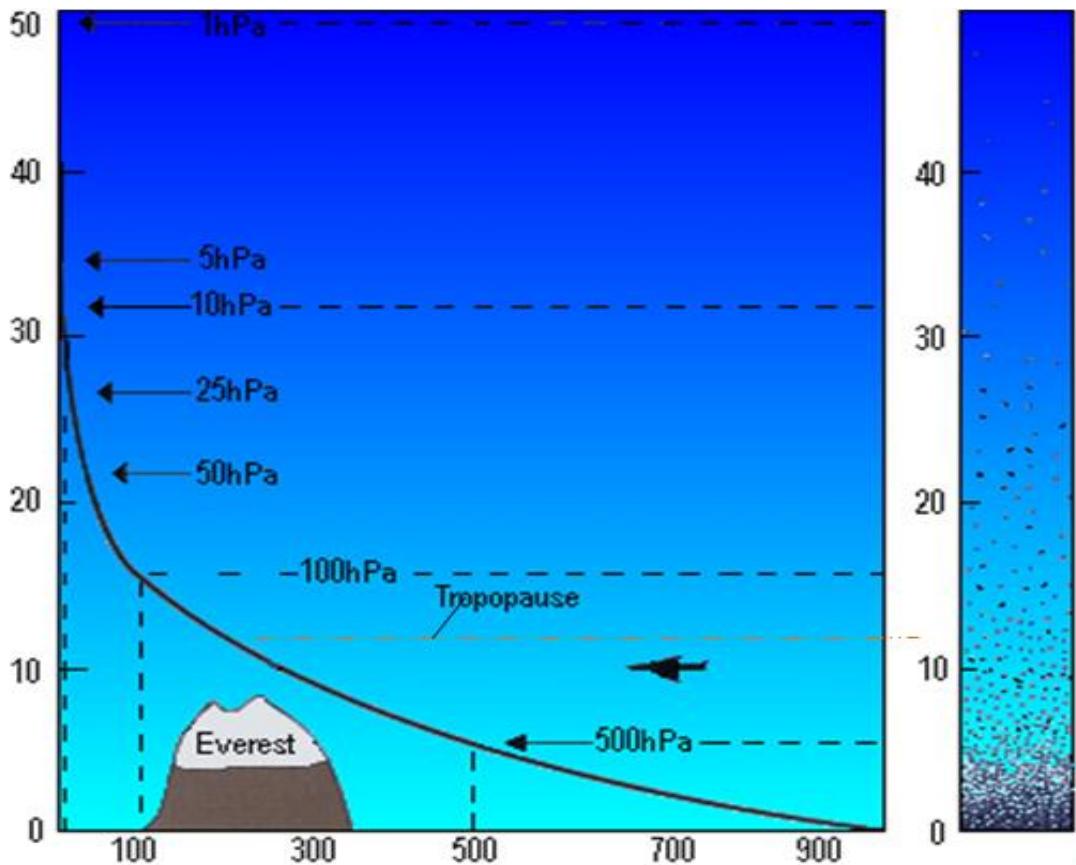
Sur Terre, la pression est principalement due **au poids** de l'air situé au-dessus de nous.

La pression se mesure en Pascal (Pa) mais, en météorologie, on utilise plutôt **l'Hecto Pascal**

(hPa) ou le bar. ($1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa} / 1000 \text{ hPa} = 1 \text{ bar}$)

La pression diminue quand on s'élève en altitude. On retiendra un gradient moyen de :

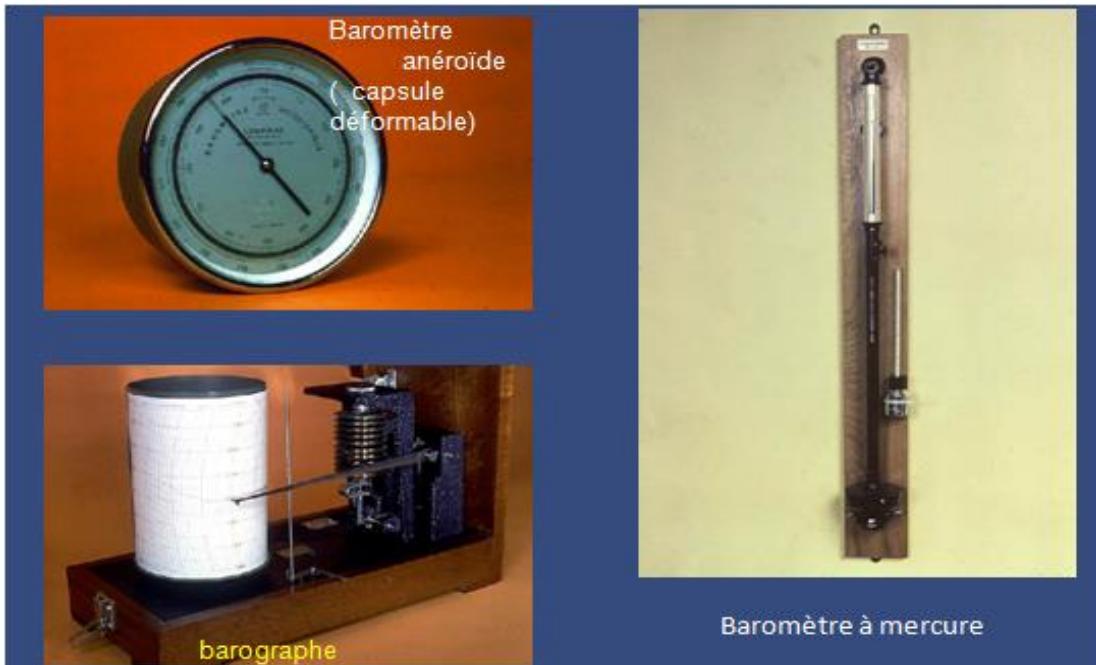
- 1hPa pour 28 ft



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. La Mesure de la pression atmosphérique

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



L'expérience de Torricelli

The illustration on the left depicts the historical experiment by Evangelista Torricelli. Two men are shown: one holding a long glass tube upright while the other holds a bowl of mercury at the open end. The tube is then inverted into a larger container of mercury, demonstrating that the air pressure supports a column of mercury 760 mm high. The diagram on the right shows a cross-section of a barometer tube. The top part is labeled "Vide" (empty) and the bottom part where the mercury is contained is labeled "Mercure". A red arrow indicates the height of the mercury column as "760 mm". Arrows also point downwards from the top and bottom levels, labeled "Pression atmosphérique" (atmospheric pressure). The text at the bottom left reads "Traité des baromètres, thermomètres et notiomètres" and the text at the bottom right reads "Quelle que soit la taille du tube, la hauteur de mercure au niveau de la mer est toujours de 760 mm".

© Météo-France

Traité des baromètres, thermomètres et notiomètres

Quelle que soit la taille du tube, la hauteur de mercure au niveau de la mer est toujours de 760 mm

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

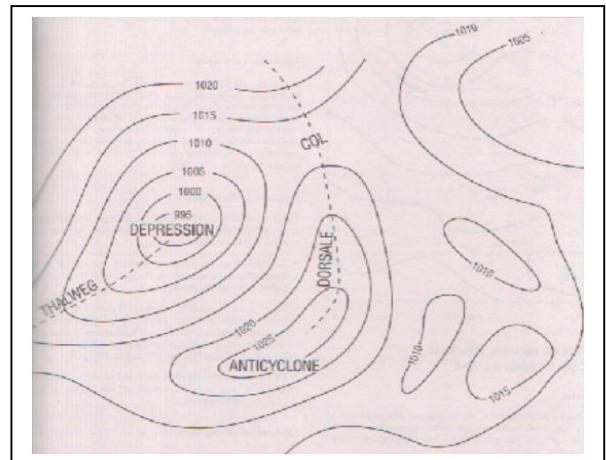
C. Les Champs de pression

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.

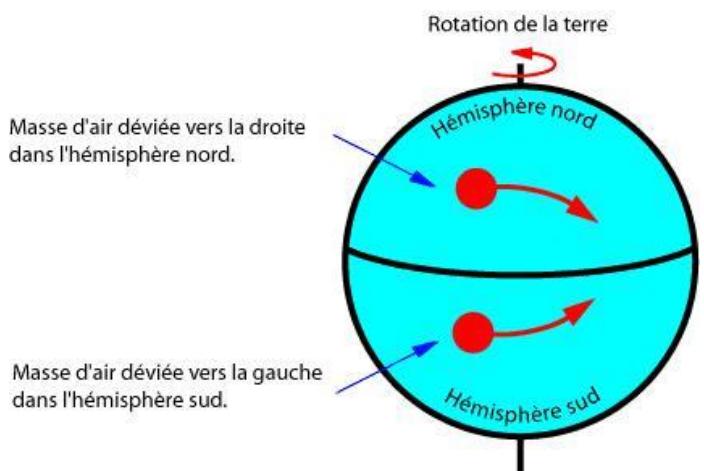


Ces différentes pressions créent des forces qui mettent l'air en mouvement :

C'est le vent.

Le vent circule toujours des hautes pressions vers les basses pressions

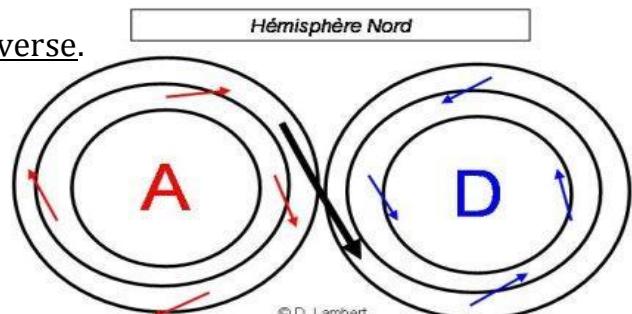
Le vent est d'autant plus fort que les variations de pression sont importantes (plus les lignes Isobares sont serrées, plus le vent sera fort).



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

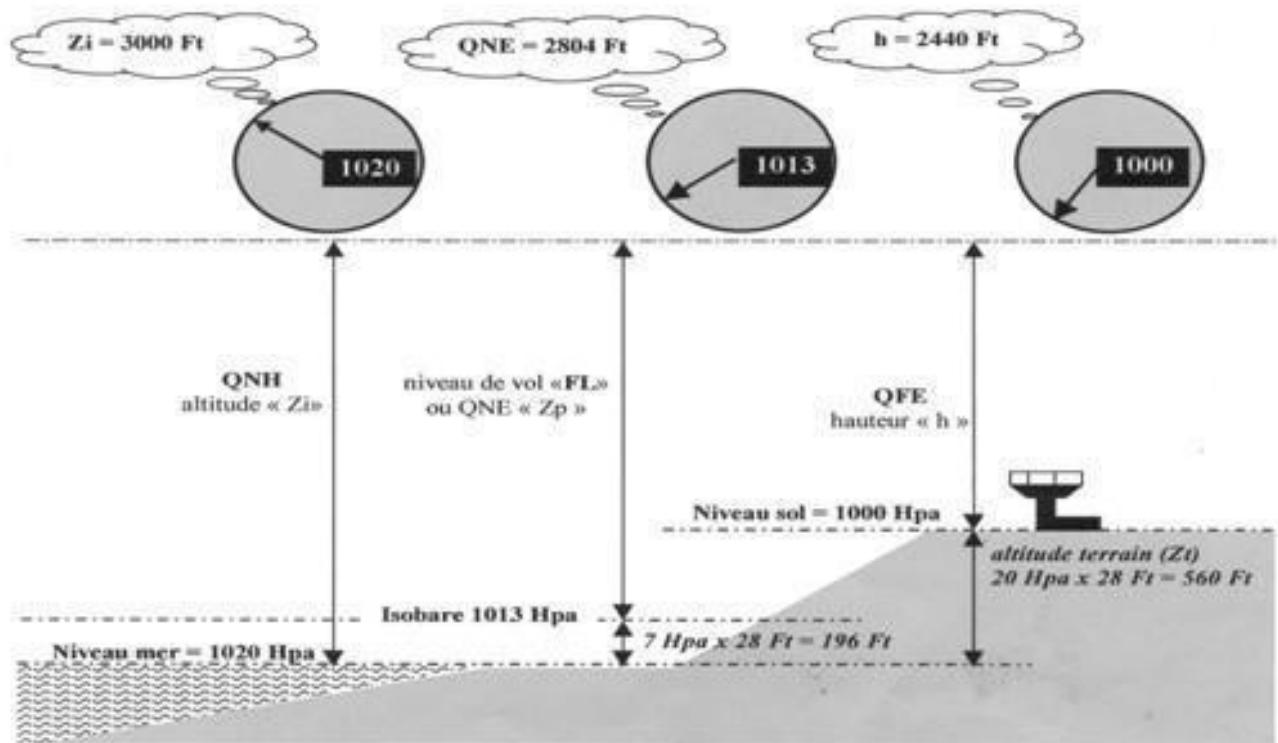
Cela fait que :

- 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.
- Dans l'hémisphère Sud, c'est l'inverse.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. Les Calages altimétriques



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.



1013 (QNE) : Pression atmosphérique standard au niveau de la mer.

Le calage 1013 est utilisé pour voler en niveau de vol (FL).

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

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 noeud (**kt**).

Le noeud correspond à un mille nautique par heure.

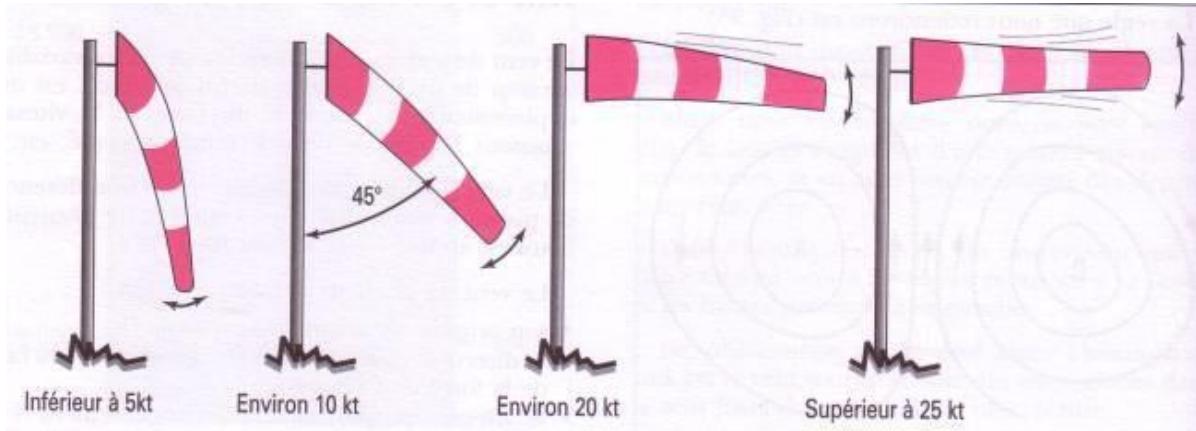
Donc : $1\text{ NM} = 1852\text{m}$

$1\text{ kt} = 1,852 \text{ Km/h}$

La direction du vent indique toujours la direction d'où il vient.

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

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



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

Au sol en station météorologique on utilise un anémomètre.



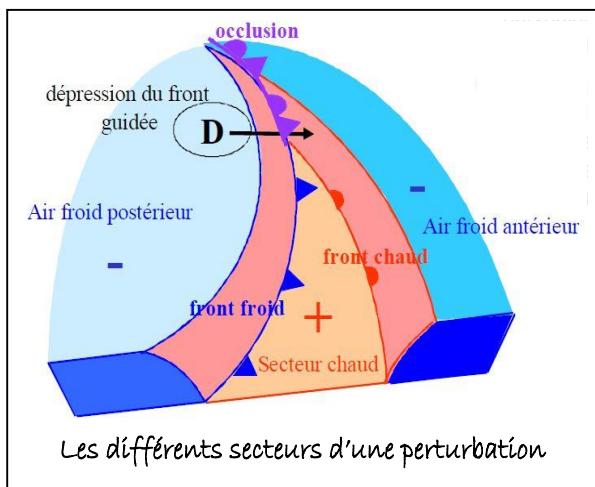
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Les perturbations et les fronts

A. 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 et sèche. Tandis que l'autre est d'origine tropicale, elle est donc chaude et humide. 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.

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



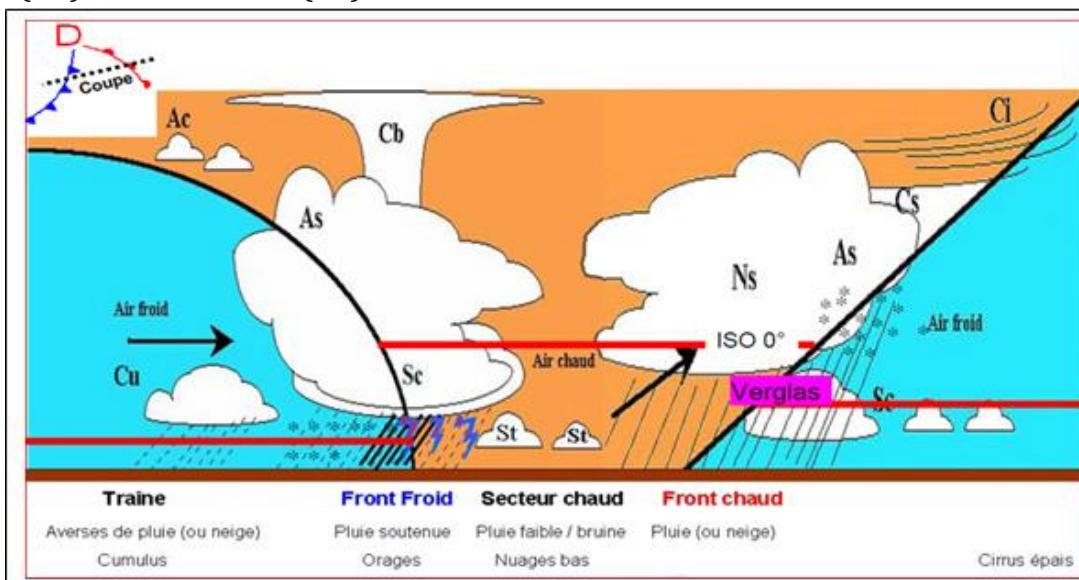
- **Le front chaud** : l'air chaud repousse l'air froid devant lui et passe au-dessus.

- **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.

B. Les nuages associés aux fronts

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



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

IV. Les nuages

A. La température

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

Dans la **troposphère**, la température diminue lorsque l'altitude augmente (- 56,5°C au niveau de la **tropopause**).

Bien que cette variation ne soit pas linéaire, on retiendra en première approximation **une diminution de -6,5°C pour 1000 m ou -2°C pour 1000 ft**.

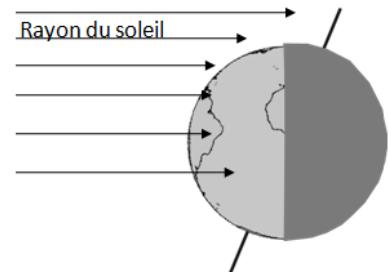
NB :

- D'autres unités existent comme Le Kelvin (K) : (0K= -273,15°C)
- A -273°C, il n'y a plus de mouvement des molécules.

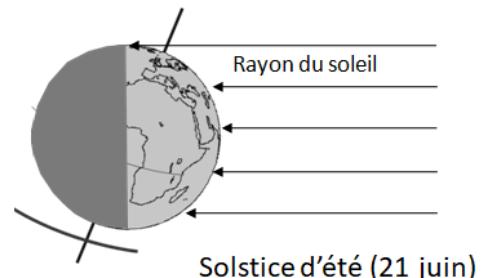
B. Variations de température

Les variations saisonnières : 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).

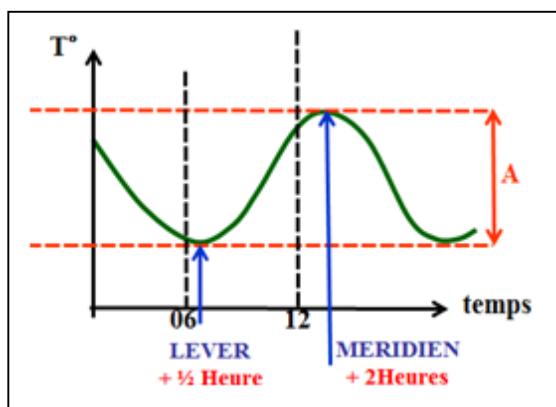
Solstice d'hiver (21 Décembre)



Les variations annuelles : L'amplitude annuelle varie avec la latitude.



Solstice d'été (21 juin)



Les variations quotidiennes :

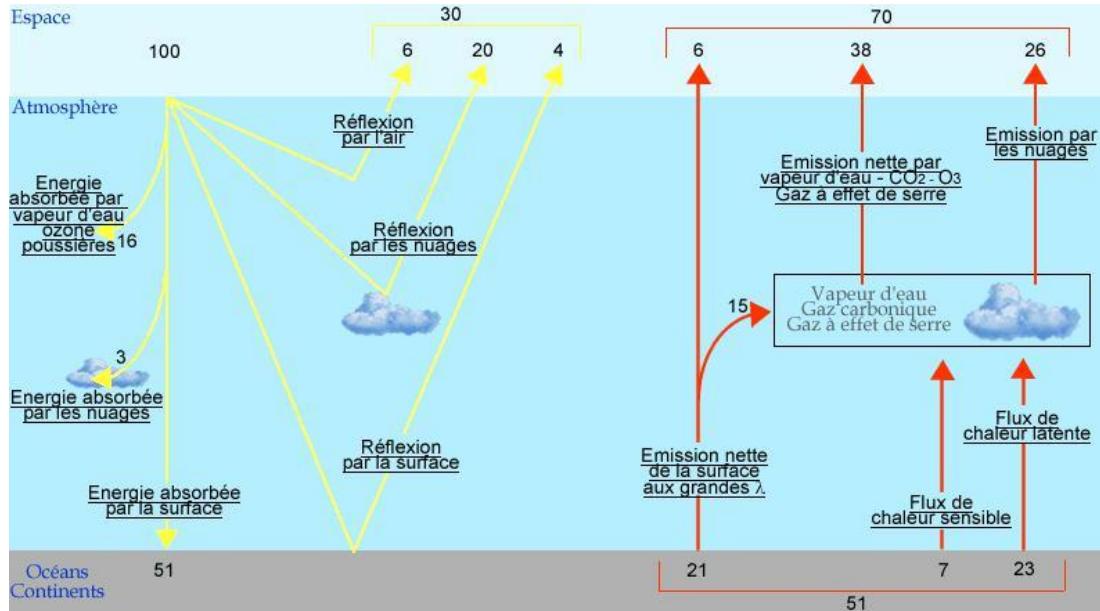
Au cours de la journée la température passe par une valeur minimum (1/2 heure après le lever du soleil) et par un maximum (2 heures après le passage du soleil à la verticale du lieu).

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

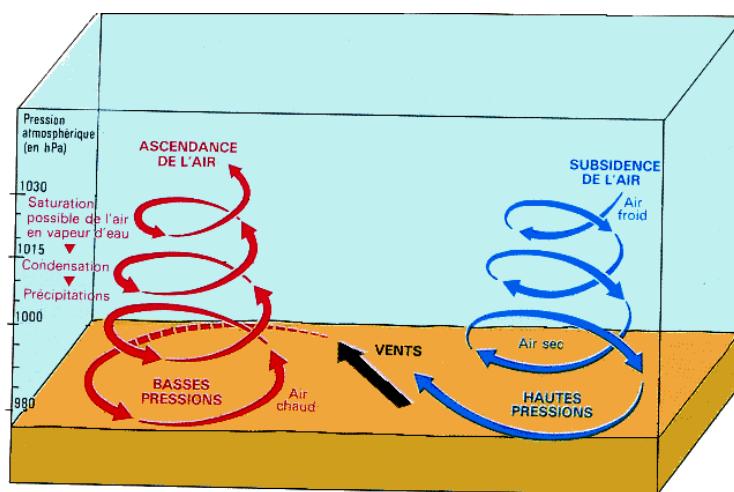
C. Echanges thermiques

Le rayonnement solaire, bien qu'un peu absorbé par la couche d'ozone et par la troposphère, reste suffisamment intense pour réchauffer la surface de la Terre.

Réchauffée, la Terre rediffuse sa chaleur par **rayonnement** en direction de l'air situé dans les basses couches



Une bulle plus légère que l'air se forme alors et se détache du sol, pour s'élever par **convection** à travers les couches situées au-dessus d'elle. L'air soulevé est remplacé par un volume égal, venant des couches voisines plus froides. Cet air renouvelé se réchauffe, à son tour, et ainsi s'établit des **courants verticaux ascendants et descendants de convection**.



Au sommet de la colonne d'air chaud se développe parfois un **Cumulus**

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. L'eau dans l'atmosphère

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

- Etat Solide
- Etat Liquide
- Etat Gazeux

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.

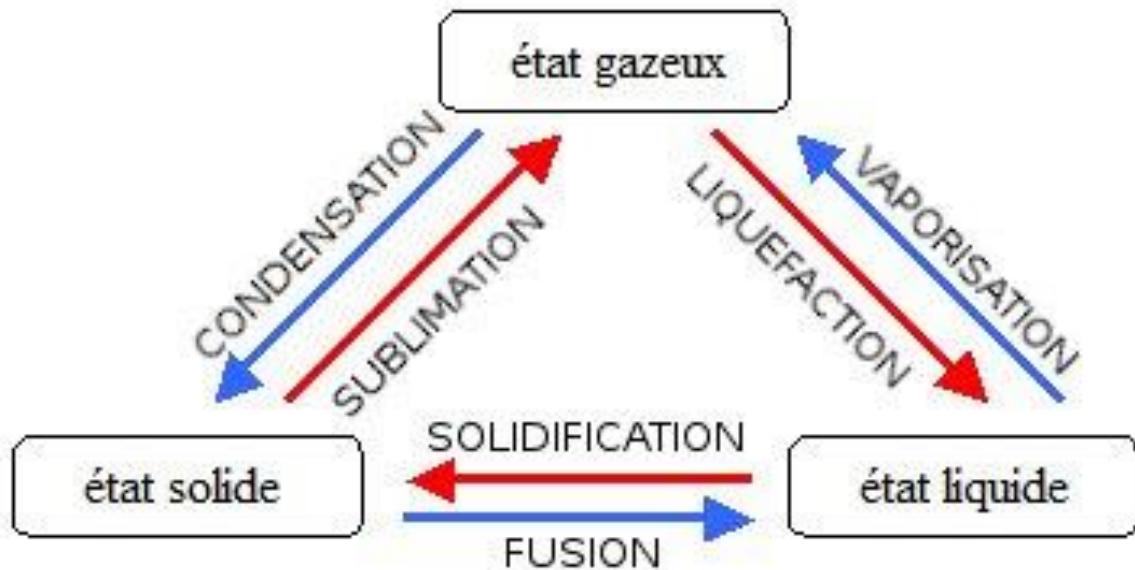
L'Humidité : Quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air.

L'Humidité relative : $\frac{\text{vapeur d'eau réelle}}{\text{Vapeur d'eau maximum}}$ → $\frac{\text{Température}}{\text{Point de Rosée}}$

Lorsque l'humidité relative atteint 100%, on se trouve à l'état de saturation.

Le Point de rosée : Température à laquelle doit être refroidit l'air pour que l'humidité relative atteigne 100%.

E. Les Changements d'états



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

F. Les Phénomènes de Condensation / Evaporation

Lorsque la température de l'air baisse au-dessous du point de rosée, **la condensation intervient**. De fines gouttelettes d'eau se forment alors autour de poussières diverses en suspension dans l'air.

Le phénomène inverse est **l'évaporation**.

G. Les Phénomènes de Solidification / Fusion

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

NB : Les changements d'état précités s'accompagnent aussi de transferts de chaleur (absorption de chaleur de la glace au gaz et libération à l'inverse).

H. La Surfusion

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.

I. 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.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

J. La formation et la classification des Nuages

1. Formation

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

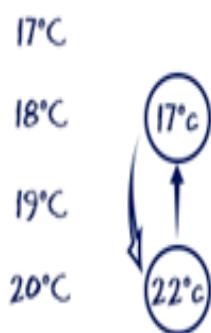
Lorsque la température diminue, la quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir l'air diminue également, donc l'humidité relative augmente.

Lorsque l'humidité relative atteint 100%, la condensation apparaît autour de minuscules particules solides.

Leur forme dépendra du caractère **STABLE** ou **INSTABLE** de la masse d'air.

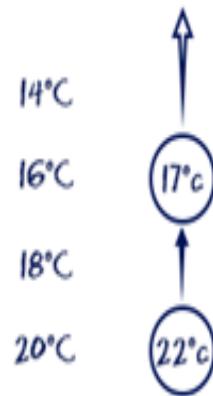
2. Stabilité - instabilité

Hypothèse 1 : le soulèvement d'une Particule génère un refroidissement Par détente « adiabatique »



Massé d'air stable

Hypothèse 2 : L'atmosphère autour de la particule conserve son gradient vertical

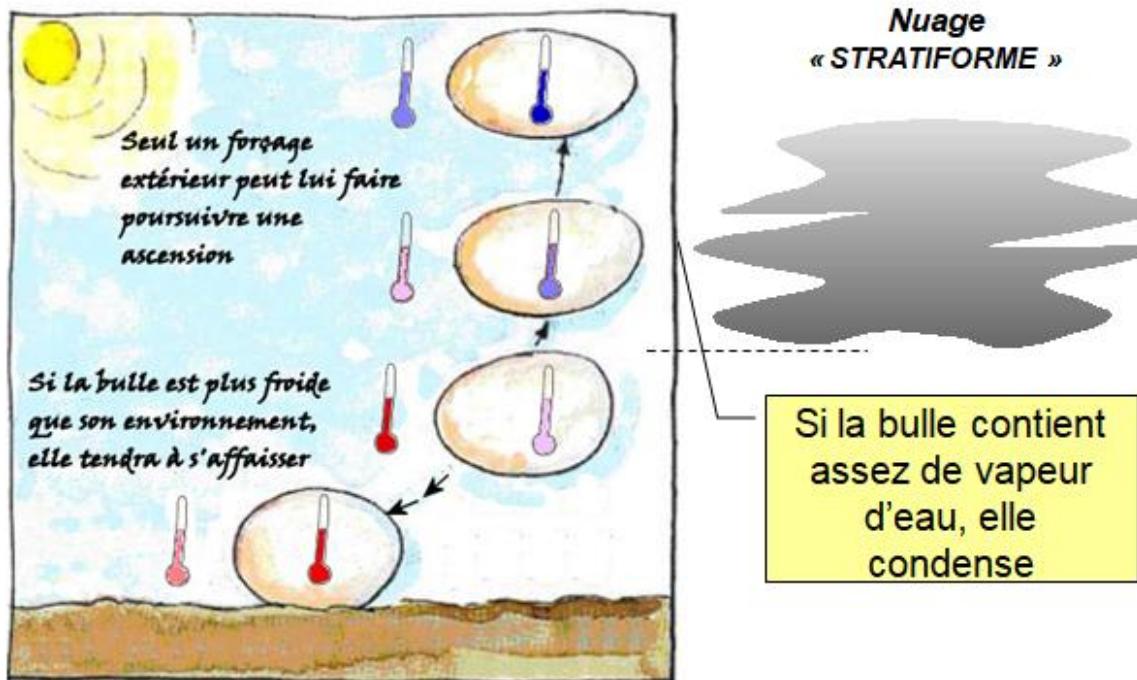


Massé d'air instable

NB : adiabatique = sans échange de chaleur avec l'extérieur.

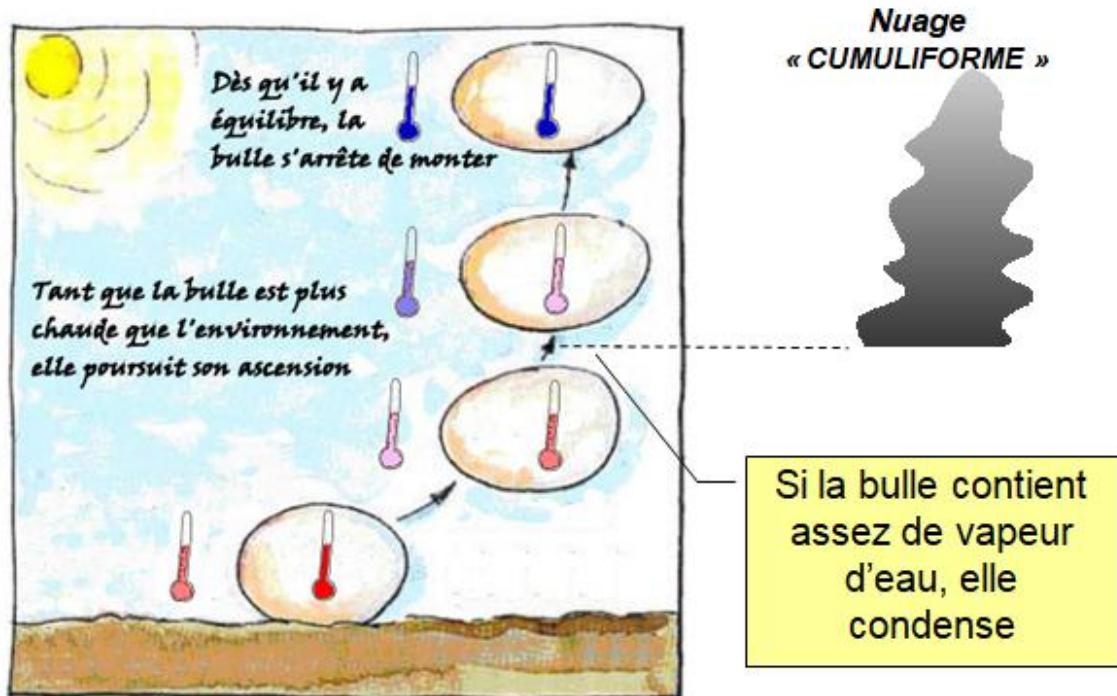
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

a) Cas de la stabilité :



Nuage
« STRATIFORME »

b) Cas de l'instabilité :



Nuage
« CUMULIFORME »

Si la bulle contient
assez de vapeur
d'eau, elle
condense

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

3. Classification

Préfixe « Cirro »

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 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

	STRATUS LYR	CUMULUS CUF	NIMBUS
8 à 18 km	Cirrus CI		
supérieur	Cirrostratus CS	Cirrocumulus CC	
4 à 8 km	Altostatus AS	Altocumulus AC	
moyen			Nimbostratus NS
2 km	Stratocumulus SC		
inférieur	Stratus ST	Cumulus CU	
surface			Cumulonimbus CB

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

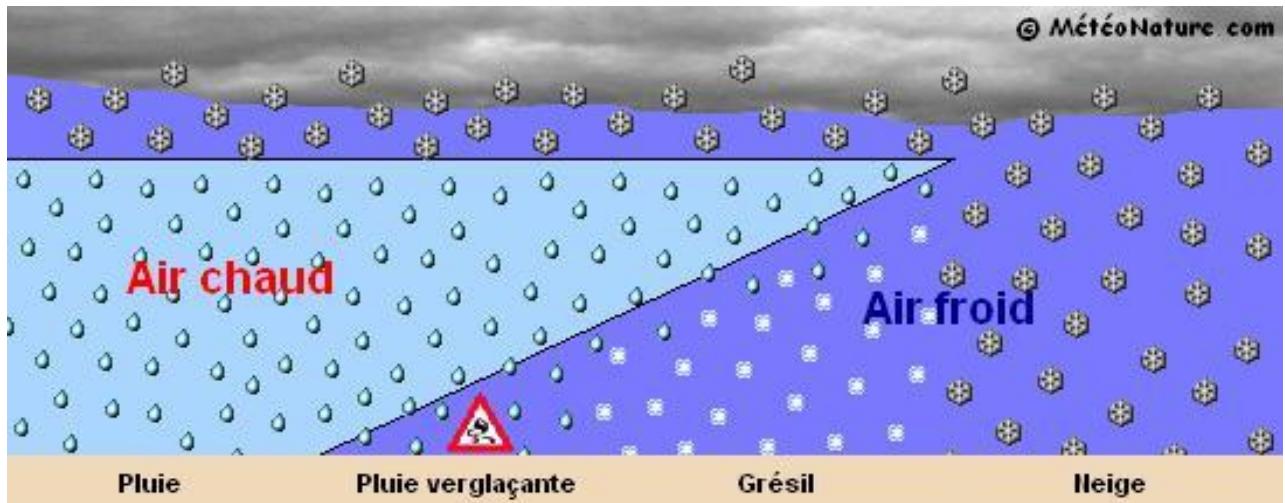
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

K. La formation et la classification des Précipitations

1. Formation

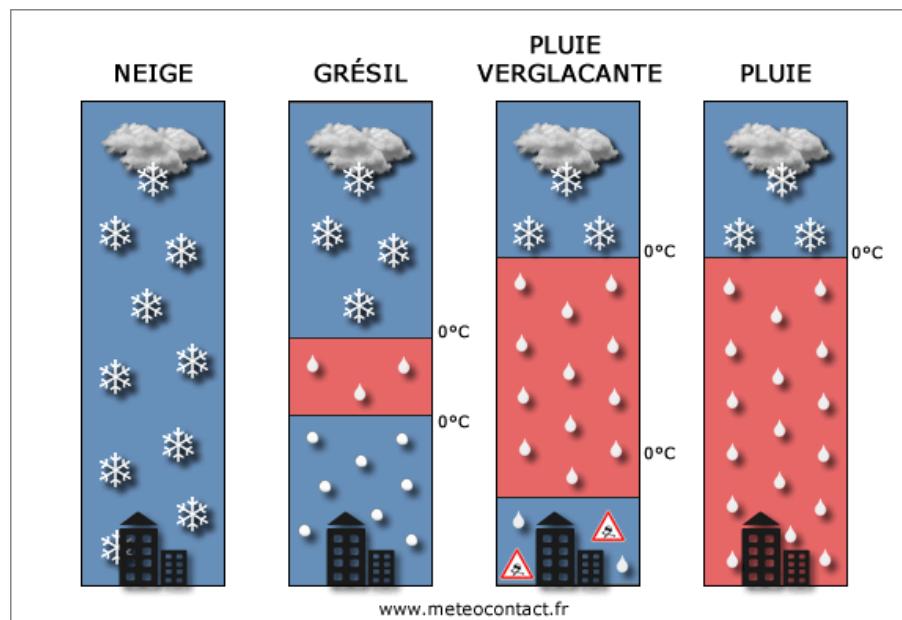
Dans la partie du nuage où la température est négative, coexistent des cristaux de glaces et des gouttelettes d'eau surfondues.

Par transfert de vapeur d'eau et par choc, les éléments constitutifs du nuage grossissent et, sous l'effet de leur poids, ils précipitent.



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.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Classification



- **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.

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

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

V. Les phénomènes climatiques dangereux pour l'aéronautique

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.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. 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
- peut étouffer le moteur (lors du givrage du carburateur)

1. Sortes de givrage

a) 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). 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.

b) 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.

c) 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.

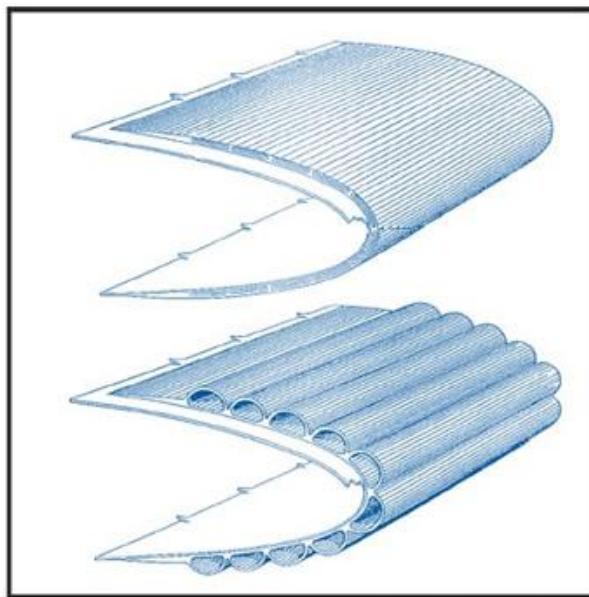
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. La Prévention / l'Elimination

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



- b) **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).



Goodrich pneumatic boots

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

E. Les cumulonimbus

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



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.
- **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

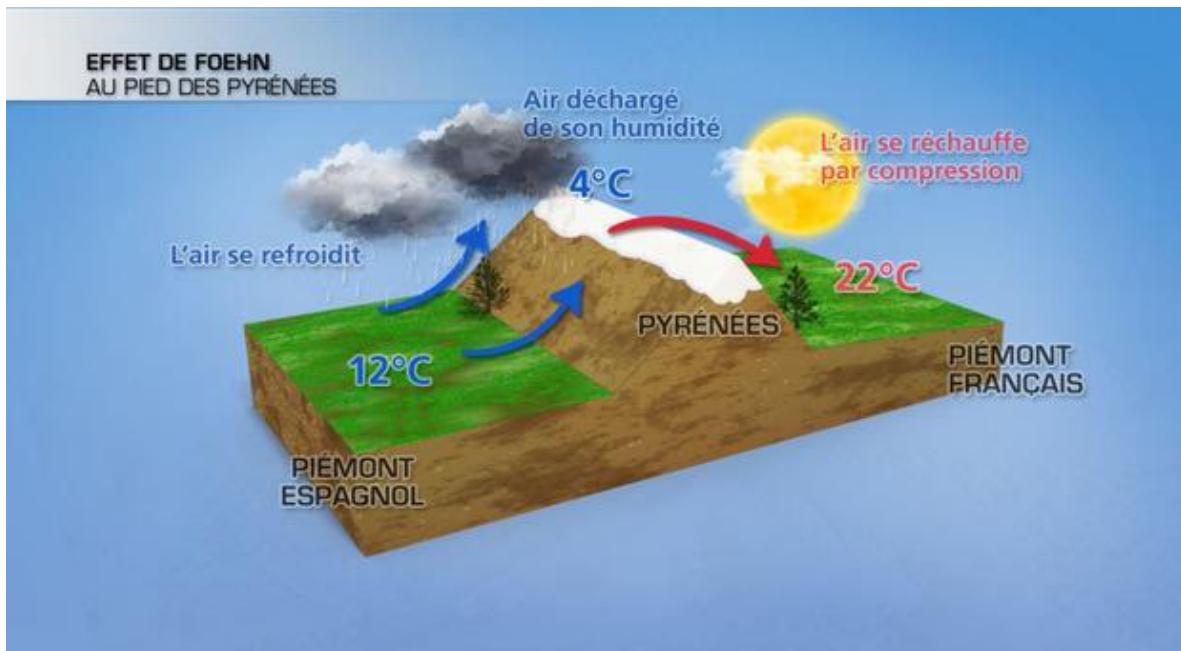
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

F. Les Phénomènes météorologique locaux

1. 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.



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.**

2. La Brise

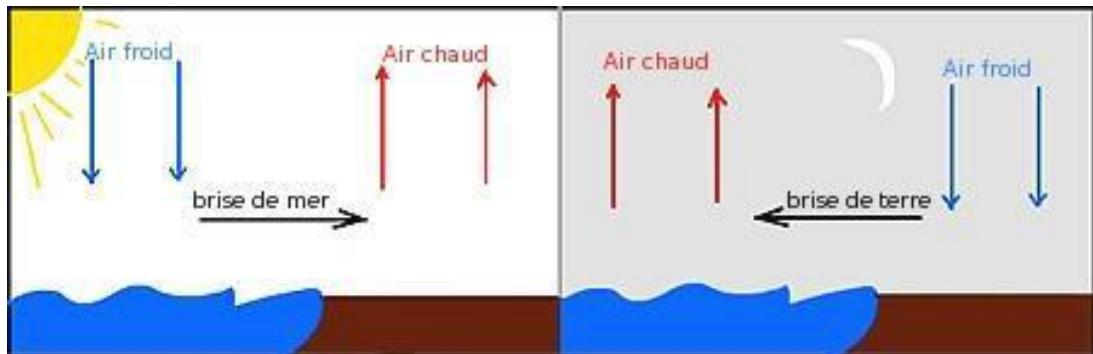
C'est un vent local régulier qui s'établit près des lacs, de la mer, des montagnes et dans les vallées.

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.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

3. 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 :

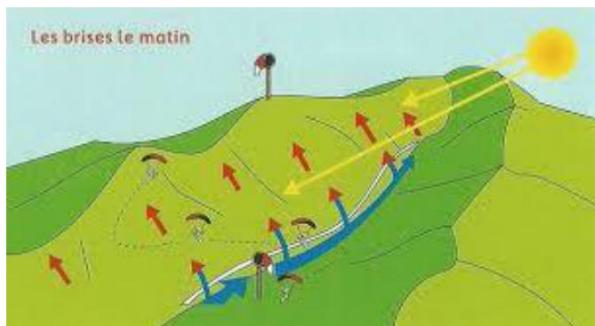


a) **De jour : C'est la Brise de mer** : Sous l'effet du rayonnement solaire, la surface de la terre se réchauffe plus vite que la masse d'eau.

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.

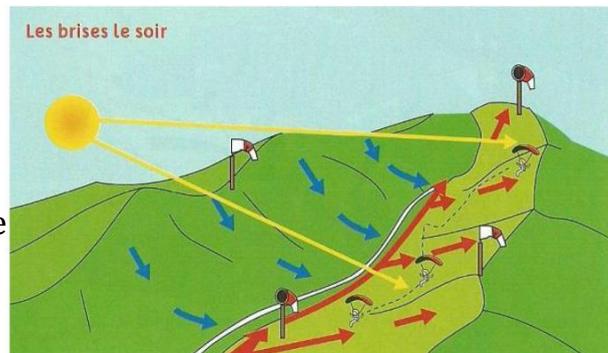
b) **De nuit : C'est la Brise de terre** : La masse d'air, en contact avec le sol, se refroidit plus rapidement que celle en contact avec la mer et provoque alors le phénomène inverse de la brise de mer.

4. La brise en région montagneuse :



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) **De nuit**, le phénomène inverse se produit.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

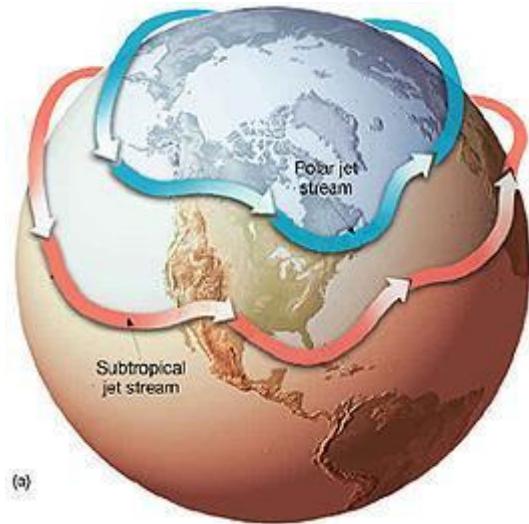
5. Le Jet-stream ou Courant Jet

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.

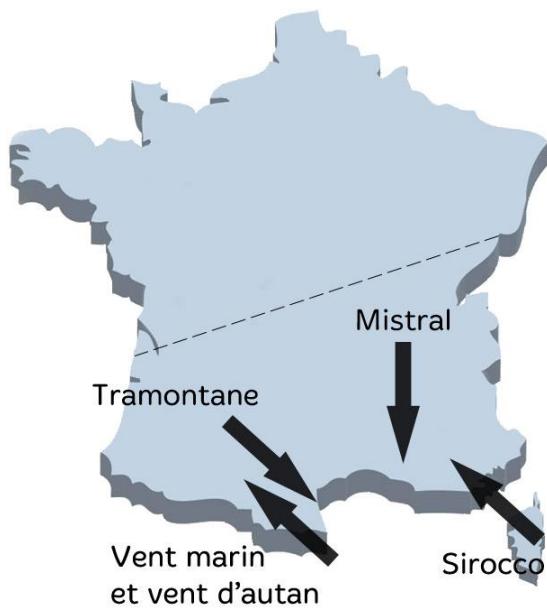
Le Jet-stream entoure le globe terrestre, et souffle d'Ouest en Est, selon la rotation de la terre.

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.



6. Les vents locaux



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VI. Les informations météorologiques

Il existe de nombreux moyens pour le pilote de connaître la météo.

Comme par exemple : les différents messages, l'exposé verbal du météorologue (téléphone) ou encore les cartes d'observation et de prévision, éditées régulièrement, dont le pilote doit connaître les caractéristiques.

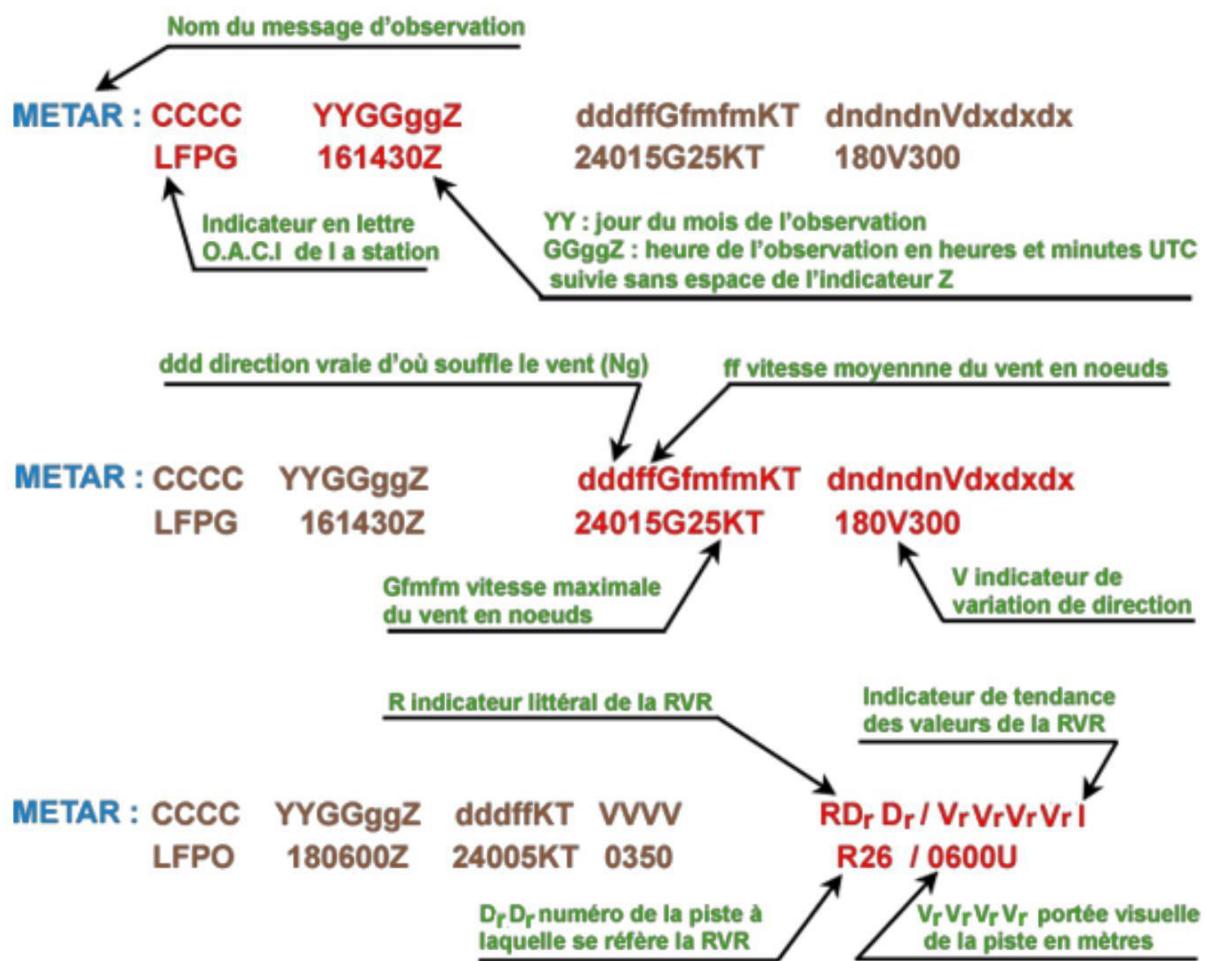
On distingue :

A. Le METAR

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

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



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

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 qualificatifs d'intensité s'appliquant à toutes les formes combinées.	MI	Mince	DZ	Bruine	BR	Brume (Vis \geq 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 \leq 6 SM)	+FC	Nuage en entonnoir (tornade ou trombe marine)
	DR	Chasse basse	SG	Neige en grains				
- Faible	BL	Chasse élevée	IC	Cristaux de glace (Vis \leq 6 SM)	DU	Poussière (Vis \leq 6 SM)	FC	Nuage en entonnoir
	SH	Averse(s)						
Modérée (aucun signe)	TS	Orage(s)	PL	Grésil ou granules de glace	SA	Sable (Vis \leq 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 \leq 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)		

On peut noter que l'indicateur de la RVR peut prendre trois valeurs qui qualifient l'évolution :

- U = Up (Amélioration)
- D = Down (Détioration)
- N = Neutral (Stable)

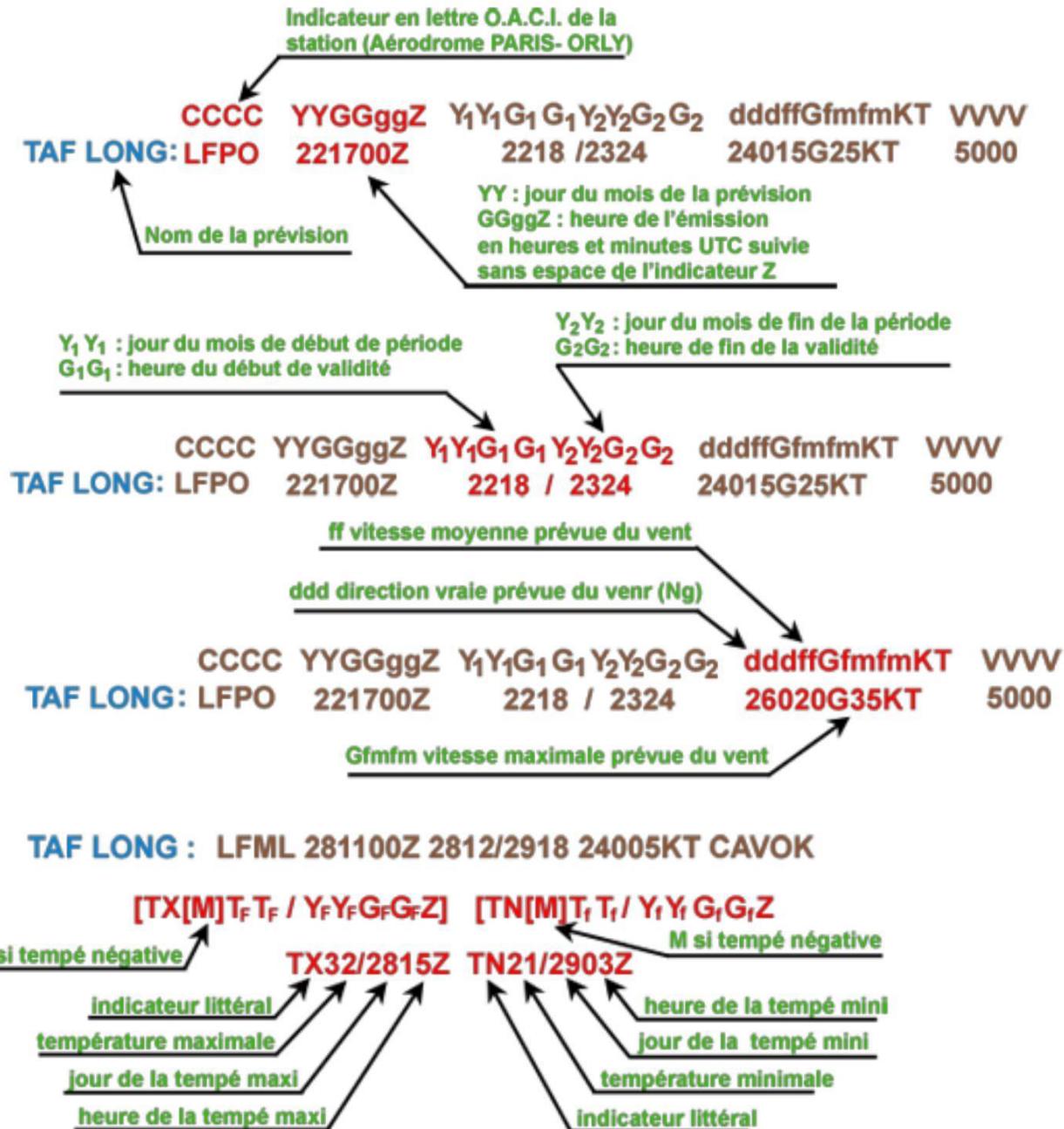
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Le TAF

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 son début de validité.

La syntaxe ressemble aux METAR mais ils sont organisés différemment.



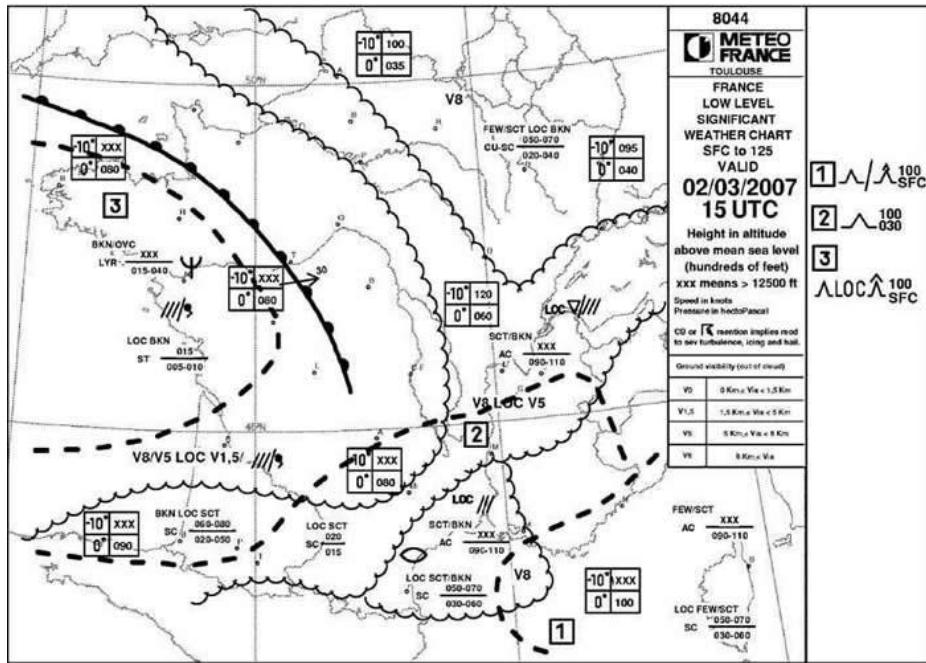
Toutes les heures des METAR ou des TAF sont données en heures UTC

(il faut donc ajouter 2h en été et 1h en hiver).

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. Les cartes TEMSI

Les cartes TEMSI (Temps Significatif) sont des cartes météorologiques de la France, valables pour un niveau de vol précis, leur validité est de 3 heures et elles sont disponibles 4 heures avant leur début de validité.



Elles impliquent 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)	CAT Turbulence en atmosphère claire (Clear air turbulence)
▽	Averse* (Shower)	↖ Ligne de grains forts (Severe line squall)
△	Grêle (Hail)	R Orage (Thunderstorm)
+	Givrage faible* (Light icing)	□ Ondes orographiques marquées (Marched mountain waves) - MTW
Ψ	Givrage modéré (Moderate icing)	9 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)	
S	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

Tableau des symboles →

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. La Carte des vents et des températures prévues

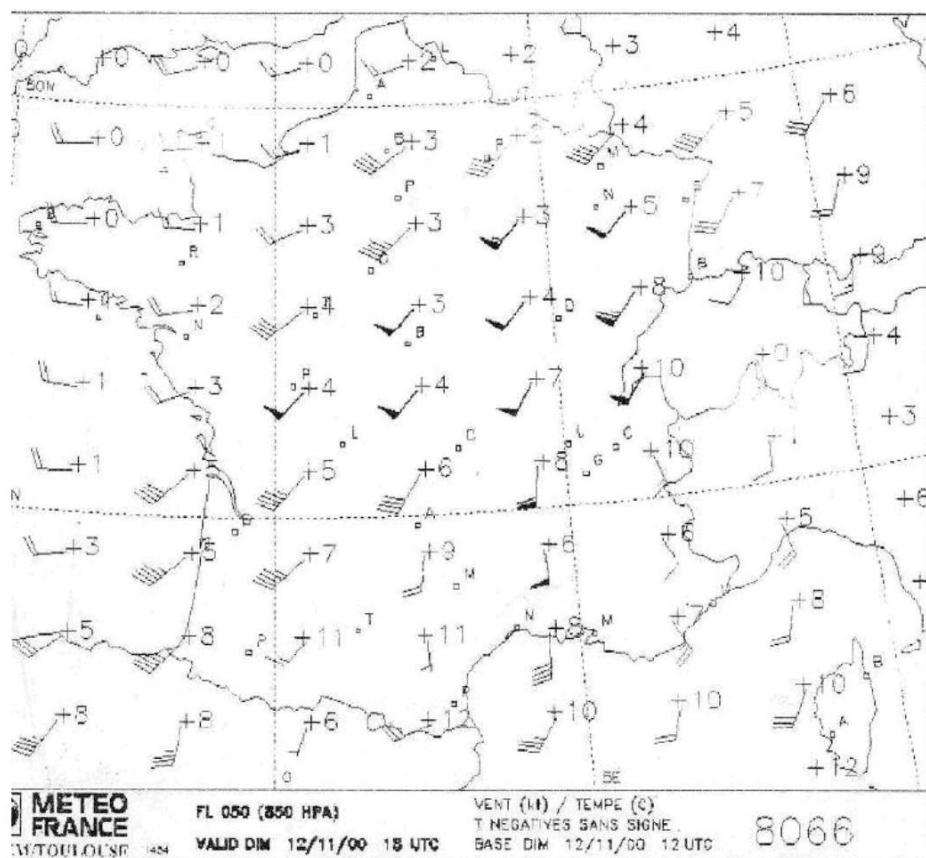
Ces cartes fournissent la force du vent et les températures prévues à différents niveaux de vol.

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.



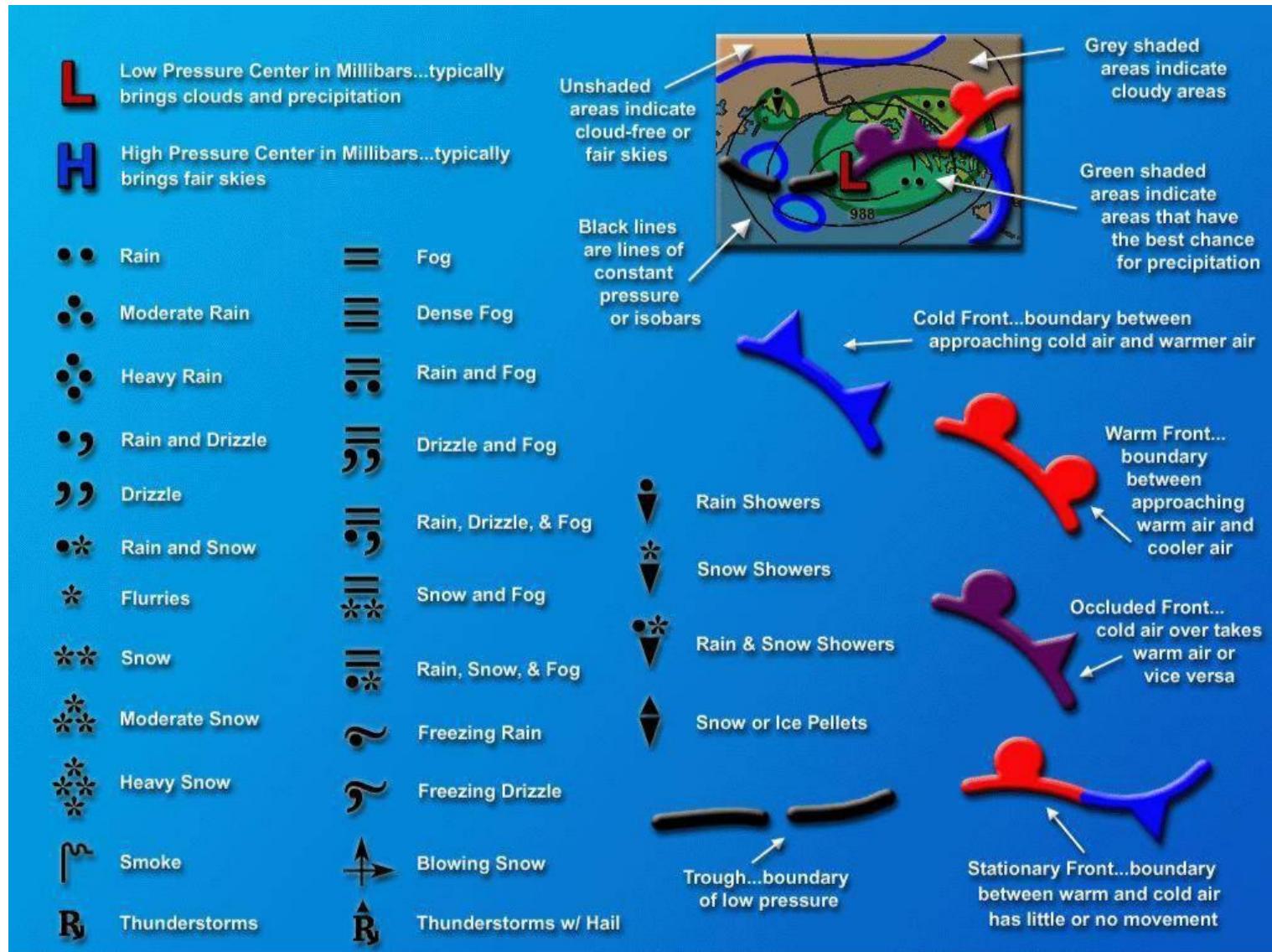
Légende des vents

	5 kt		15 kt
	10 kt		50 kt

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

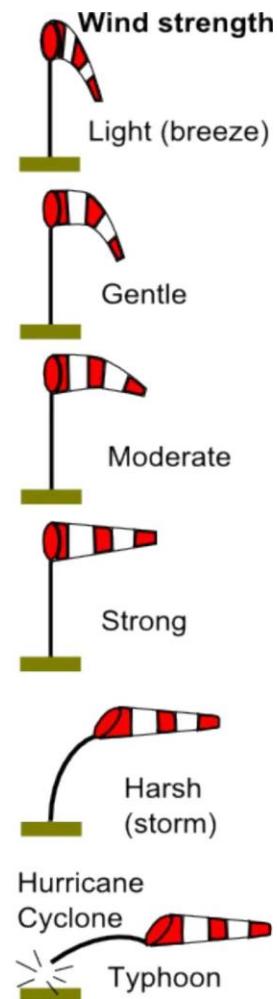
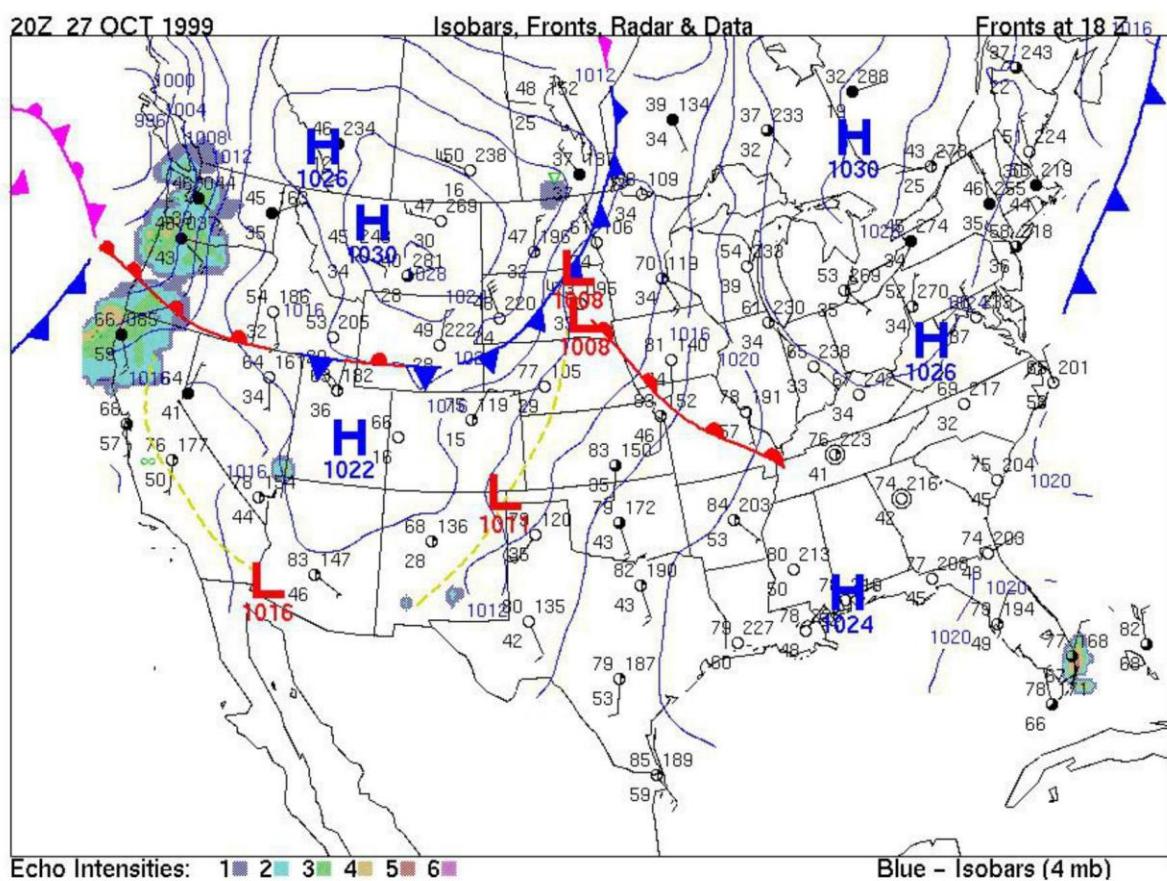
VII. English Vocabulary

Weather Vocabulary



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Weather map and wind strength



Chapitre 4 : NAVIGATION, SECURITE ET REGLEMENTATION



Ce chapitre est divisé en 3 parties (ainsi qu'une partie anglaise) :

Partie 1 : La Règlementation

Partie 2 : Préparation de la Navigation

Partie 3 : Préparer son trajet

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Contenu du Chapitre :

Partie 1 : La Réglementation

- I. Organismes chargés de la Réglementation
- II. Licence et Brevets
- III. Certification, équipement et entretien des aéronefs
- IV. Facteurs humains et accidents

Partie 2 : Préparation de la Navigation

- I. La mesure du temps
- II. Se repérer sur la terre
- III. Les zones aéronautiques

Partie 3 : Préparer son trajet

- I. Préparer son vol
- II. Préparer sa navigation
- III. Préparer son vol
- IV. Méthodes de navigation
- V. Règles de vol
- VI. Avant le départ le pilote doit consulter

Partie 4 : English vocabulary

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Partie 1 : La Réglementation

I. Organismes chargés de la Réglementation

Passant des avions de loisirs, réservés à quelques pilotes, à un moyen de transport pour des passagers de plus en plus nombreux, l'aviation a dû développer des règles et donc des organismes de régulation pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

Il existe aujourd'hui plusieurs niveaux de régulation :

- Mondiale : Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI).

C'est la convention de Chicago du 7 décembre 1944 est à l'origine de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (OACI).

Elle a pour but de définir les règles de circulation des aéronefs au niveau international.



Les langues reconnues comme langues aéronautiques internationales sont par ordre :

L'Anglais, le Français, l'Espagnol, le Russe et le Chinois.

Le représentant français de l'OACI est le ministre chargé de l'aviation civile.

Il a aussi la tutelle de la Direction Générale de l'aviation Civile (DGAC).

- Continentale : European Aviation Safety Agency (EASA)



C'est le niveau pour les décisions pour la sécurité aérienne en Europe.

Elle est basée à **Cologne (Allemagne)**.

- Nationale : Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC)

C'est le niveau de décisions pour la sécurité aérienne en France.

Elle gère la sécurité et la sûreté du transport aérien et le contrôle aérien dans l'espace aérien français.

Elle assure les examens des personnels navigants professionnels, des pilotes privés et forme des cadres de l'Aviation Civile par l'intermédiaire de l'ENAC.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Les services rendus :

- **Contrôle** : Assurer un écoulement sûr, rapide et régulier du transport aérien tout en évitant les collisions.
- **Information** : Informer les pilotes en fournissant tous les renseignements utiles au bon déroulement du vol.
- **Alerte** : Pouvoir déclencher des moyens de Recherche et de Sauvetage si nécessaire.

Les aéronefs civils sont alors soumis aux règles de la Circulation Aérienne Générale (CAG) tandis que les aéronefs militaires sont soumis à d'autres règles, qui dépendent notamment de leurs missions.

Il existe aussi des relais sur la réglementation au niveau du Conseil National des Fédérations Aéronautiques Sportives (CNFAS) qui regroupe l'ensemble des fédérations et la formation Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS) qui regroupe les entreprises françaises du secteur.

II. Licences et Brevets

Tout pilote doit posséder un Brevet et une Licence pour voler.

Un Brevet

Diplôme attestant que le pilote a suivi une formation et satisfait aux tests.



Une Licence

Titre provisoire permettant d'exercer les acquis du Brevet.

Elle se renouvelle par un test et/ou la justification d'une pratique.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

A. Les différentes Licences et Brevets :

- ✓ **BIA** → Le Brevet d'Initiation Aéronautique s'effectue dans le cadre un établissement scolaire ou avec ou dans une structure reconnue par le CIRAS (*ENAC, associations aéronautique, aéro-club, ...*). Il comporte une initiation **théorique** et une initiation **pratique** en aéro-club mais ne permet pas à son titulaire de piloter seul à bord. Ce Brevet permet également d'obtenir des bourses pour poursuivre sa formation vers le **Brevet de Base** ou la **Licence de Pilote Privé** (*Private Pilot Licence*).
- ✓ **BB ou LAPC (Light Aircraft Pilot Licence)** → Le Brevet de Base donne la possibilité aux candidats de voler seuls dans les 30 km autour d'un aérodrome. Le BB peut se préparer dès 15 ans et est en général une étape vers le PPL.
- ✓ **PPL** → La Licence de Pilote Privée (Private Pilot Licence), permet de voler seul ou avec des passagers sans limitation de distance. Pour l'obtenir, il faut être âgé de 17 ans, réussir les examens théoriques et avoir accompli au minimum 45 heures de vol dont 10h au moins en solo. Cette qualification ne permet pas d'être rémunéré pour son travail de pilote.
- ✓ **CPL** → la Commercial Pilot Licence donne la possibilité de faire du transport à but commercial. Une fois son PPL en poche, il est possible de continuer sa formation pour faire de sa passion un métier en devenant commandant de bord sur avion. Il faut avoir déjà effectué 200 heures de vol et plusieurs habilitations (vol de nuit notamment) le jour de l'examen pratique. Cette qualification permet d'être rémunéré pour son travail de pilote.
- ✓ **ATPL** → il s'agit de la Licence de Pilote de Ligne (Airline Transport Pilot Licence). Elle permet d'occuper le poste de commandant de bord pour le transport aérien public. Il s'agit de la licence de plus haut niveau en aéronautique.

Pour la pratique de toutes ces disciplines il est obligatoire d'avoir obtenu un certificat médical d'aptitude par un médecin agréé aéronautique.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Certification, équipement et entretien des aéronefs

- ➔ Pour les ULM et le vol libre, les machines sont pas obligatoirement certifiées et peuvent être entretenues par leurs propriétaires.
- ➔ Pour les avions, planeurs et hélicoptères, les machines doivent être homologuées et l'entretien fait l'objet d'un suivi (suivant les heures de vol et les indications portées sur le carnet de vol de l'appareil).

A. Certification et immatriculation

La certification des machines est assurée par la DGAC qui délivre un certificat de navigabilité.

Hormis les machines de vol libre, tous les appareils doivent être immatriculés.

En Europe l'immatriculation comporte 5 caractères.



Le premier désigne le pays (F- pour la France)

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Alphabet aéronautique international :

Alphabet	Code international	Alphabet	Code international
A	Alpha	N	November
B	Bravo	O	Oscar
C	Charlie	P	Papa
D	Delta	Q	Quebec
E	Echo	R	Roméo
F	Foxtrot	S	Sierra
G	Golf	T	Tango
H	Hotel	U	Uniform
I	India	V	Victor
J	Juliett	W	Whisky
K	Kilo	X	X-Ray
L	Lima	Y	Yankee
M	Mike	Z	Zulu

Pour éviter des erreurs de compréhension à la radio, les pilotes utilisent cet alphabet aéronautique qui associe un mot à chaque lettre.

La lettre qui suit le pays désigne le type d'avion :

- ✈ F-AZ → Aéronef de collection
- ✈ F-B et F-G → Avion et hélicoptère
- ✈ F-C → Planeur
- ✈ F-W → Prototype
- ✈ F-Z → Aéronef des douanes

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Signalisation des aéronefs

1. Le Vol de nuit

Le vol de nuit nécessite une qualification spéciale.

L'avion doit posséder un équipement minimum en instruments et en éclairage de bord.

Il doit être équipé de feux de signalisation en vol de nuit :

- Un feu vert en bout d'aile droite
- Un feu rouge en bout d'aile gauche
- Un feu blanc derrière
- Un feu à éclat (MTO)

Exercice de bon sens

Je pilote un avion en vol de nuit et j'aperçois les feux d'un autre avion.
Pour les cas ci-dessous, préciser sa trajectoire.



La nuit aéronautique

- Pour les latitudes comprises entre 30° et 60° , la nuit aéronautique commence 30 minutes après le coucher du soleil, et fini 30 minutes avant le lever du soleil.



Jusqu'à 30 minutes après le coucher du soleil je peux encore voler en condition

VFR de jour

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Survol maritime

En cas de survol d'une étendue d'eau, chaque occupant de l'aéronef doit avoir un gilet de sauvetage.

Il existe deux situations de vol :

- A plus de 50 NM des côtes et quelle que soit l'altitude (avoir un gilet)
- A plus de 100 NM des côtes pour un monomoteur et 200 NM pour un multi/moteurs, il doit en plus emporter des canots de sauvetage pour tous les occupants, un équipement de secours médical et de survie ainsi qu'une balise de détresse flottante et étanche.

C. Autres équipements et sécurités

1. Le Parachute

Il est indispensable pour la pratique de la voltige et dans les planeurs qui ne sont pas moto planeur.

2. L'oxygène

Z > 3800 m (FL 125) pour t > 30 min

Z > 4400 m (FL 145) quelle que soit la durée

Pour les appareils pressurisés : Z cabine ≤ 2500 m et équipement individuel de secours en cas de dépressurisation.

3. L'Autonomie en carburant

Pour entreprendre un vol, il faut emporter une quantité de carburant correspondant à la mise en route, au roulage, la montée, le vol, la descente et l'arrivée, en tenant compte du vent et des dernières conditions météorologiques.

D'après la dernière réglementation du 26 Juin 2016 :

- A défaut de connaître le vent, il faut prévoir une quantité nécessaire sans vent plus 10% à laquelle s'ajoutent 30 minutes de réserve de jour, ou 45 minutes de nuit.
- En local, à vue du terrain, la réserve finale doit être de 10 minutes.
- En local hors vue du terrain, la réserve finale doit être de 30 minutes de jour

En aucun cas, on ne peut poursuivre un vol avec moins de 15 minutes d'autonomie.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

IV. Facteurs humains et accidents

A. Les règles de bon sens de la réglementation aérienne

Un avion ne devra pas être piloté de façon négligente ou imprudente pouvant entraîner un risque pour le pilote et ce qui l'entoure.

Aucun pilote ne prendra les commandes d'un avion sous l'emprise de l'alcool, de narcotique ou de stupéfiants susceptible de compromettre ses facultés. Il est interdit d'absorber de l'alcool 8 heures avant le vol. Le taux d'alcoolémie est de 0,2gr sur des vols non commerciaux sur des aéronefs complexes.

On ne pilote pas si l'on est fatigué ou stressé car cela peut entraîner des erreurs de jugements ou des altérations des réflexes.

B. Les effets de l'altitude

Pour une personne voyageant en avion, la pratique de la plongée sous-marine avec palier de décompression à la remontée (plus de 5 m), demande un repos de 24h avant de voler.

La pression de l'air diminue, à mesure que l'on monte en altitude, il en est de même de la pression partielle d'oxygène dans l'air respiré.

Cela entraîne une diminution de l'apport en oxygène dans les tissus (et au cerveau).

L'hypoxie est surtout ressentie lors de la montée. Plus on monte, plus les effets sont importants. Un sujet normal commence à ressentir les effets vers 10000 ft environ (soit 3000 m).

Récapitulatif d'effets ressentis pour différentes altitudes :

12 000 ft : Maux de tête, fatigue

18 000 ft : Maux de tête, fatigue, somnolence, perturbation visuelles, trouble du comportement, perte de coordination

22000 ft : Palpitation, hyperventilation, collapsus, perte de connaissance

25000 ft : Convulsion, collapsus, perte de connaissance

A 25000 ft : le temps de conscience utile (durée pendant laquelle un individu conserve ses facultés mentales) est de 2min.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Le barotraumatisme, dû à la baisse de pression ambiante lorsque l'avion prend de l'altitude, provoque une expansion des gaz présents dans les cavités corporelles.

Cela entraîne :

- Une compression de l'oreille interne qui peuvent donner des otites et provoquer des vertiges
- Des problèmes de dents en cas de carie ou de plombages maltraités (problème d'étanchéité).
- Des problèmes de sinus

Toutes les accélérations ressenties (sur les trois axes du pilote) sont susceptibles d'induire **des illusions sensorielles**, mais seules les accélérations radiales (facteur de charge) risquent de provoquer des effets physiologiques importants.

C. Les effets des accélérations

Cela se traduit :

A +2g : Sensation de compression, tête et membres lourds, mobilité réduite.

A +3g : Augmentation des fréquences cardiaques et respiratoires.

A +4G : Perte de la vision périphérique, altération de la vision centrale (voile gris).

A +5g : Perte de la vision centrale (voile noir).

Equilibration → Ensemble des moyens permettant à un organisme vivant de trouver ou de maintenir son équilibre physique)

Le système visuel a pour représentation dans l'espace une référence verticale (axe de l'horizon).

Ce système ne perçoit pas les mouvements que l'on fait mais les mises en mouvements (accélérations).

Dans le corps, les muscles, les articulations, les tendons et la peau qui sont dotés de détecteurs nerveux donnent aussi au cerveau, des renseignements sur les efforts, la position des membres, la vitesse et l'accélération.

Tout cela joue un rôle très important dans le pilotage, même si le pilote n'en a pas conscience.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Partie 2 : Préparer sa Navigation

Avant le décollage il est nécessaire de préparer sa navigation.

Pour cela, le pilote utilise :

- des cartes aéronautiques
- la documentation du terrain de départ et d'arrivée (plus des déroutements)
- les NOTAM et les prévisions météorologiques
- la documentation de l'avion pour les calculs de performances (montée, descente, vitesse de croisière ...) et consommation en carburant.

Il faut en plus déposer un plan de vol pour :

- Vol IFR (vol contrôlé).
- Vol VFR de nuit en voyage.
- Vol VFR avec franchissement de frontière.
- Vol avec un survol maritime (au sens réglementaire).
- Vol contenant un survol de zones inhospitalières.
- Vol passant par des régions ou des zones désignées par le ministère.

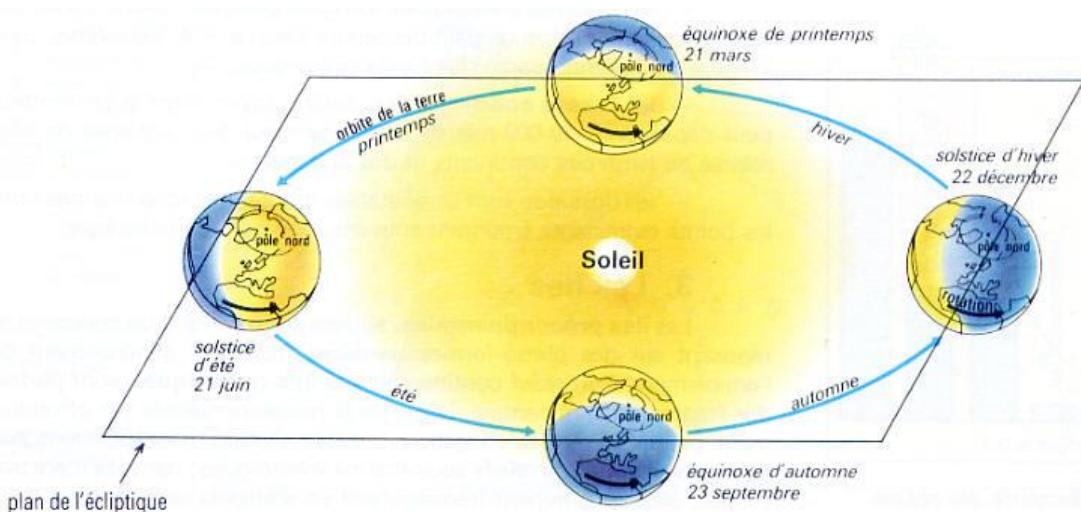
Cela permet bénéficier de façon optimale des services du contrôle aérien.

I. La mesure du temps :

A. Le Mouvement de la Terre autour du Soleil

Le rythme des saisons ainsi que l'alternance jour-nuit découlent du mouvement de révolution de la Terre autour du soleil et du mouvement de rotation

de la Terre
autour de son
axe Nord-Sud
incliné de 23°
par rapport à
la normale au
plan de
l'orbite Terre-
Soleil
(écliptique).



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

La Terre tourne sur elle-même d'Ouest en Est, de 15° correspondant à une heure, sachant que 1° équivaut à 4 minutes.

- **L'Heure UTC :**

En tous points de la terre, il est 12h00 UTC lorsque le soleil passe au méridien de Greenwich.

- **L'Heure locale :**

En un point, il est 12h00, heure locale, lorsque le soleil passe au méridien de ce point.

- **L'Heure locale légale :**

Cette heure est décidée par le gouvernement de chaque pays pour faciliter des échanges économiques avec des pays voisins.

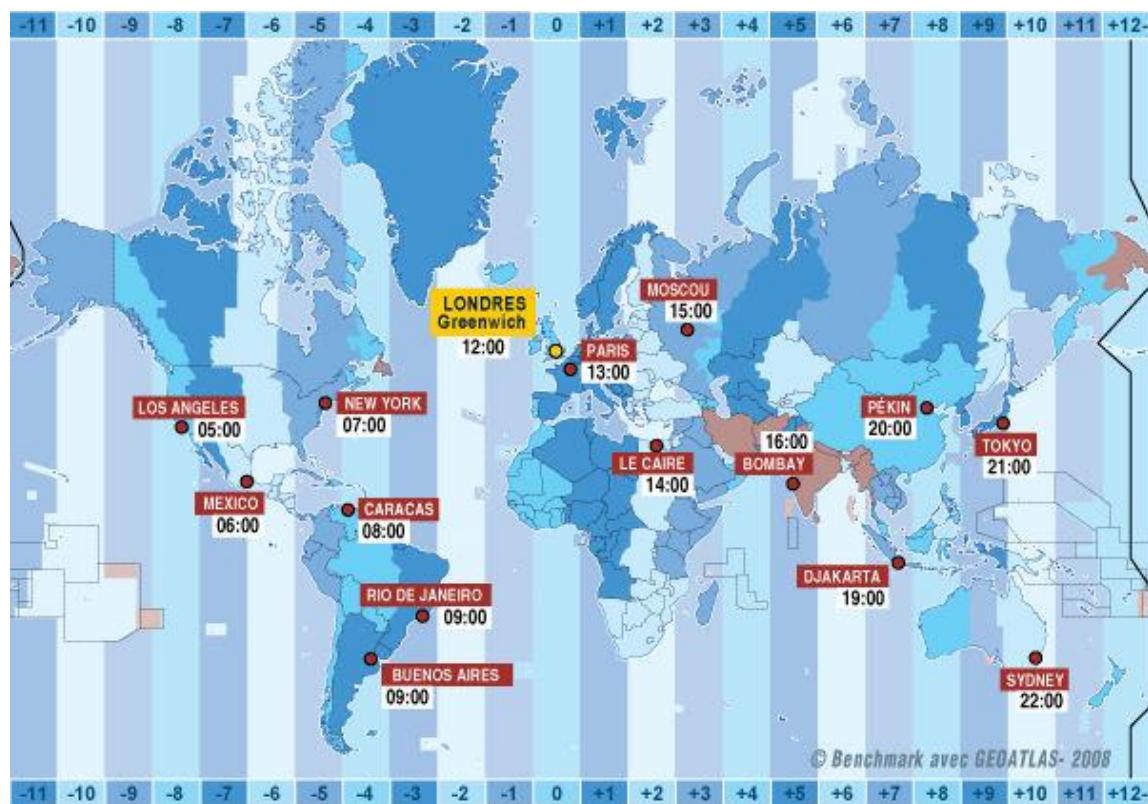
Ex : France = TU + I comme Allemagne en hiver.

- **L'Heure du Fuseau :**

L'heure du fuseau a été créé afin d'avoir la même heure sur une grande étendue.

On a divisé la terre en 24 fuseaux de 15° de différence de longitude chacun ($15^\circ \times 24 = 360^\circ$).

Elle est constante à l'intérieur d'un même fuseau.

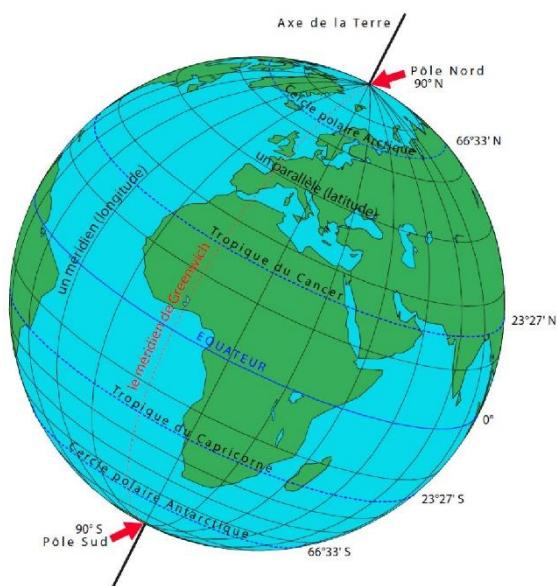


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

II. Se repérer sur la Terre

Pour pouvoir définir la position d'un point sur la surface de la Terre, l'Homme a élaboré un système de référence géographique : **les parallèles et les méridiens.**

A. Les parallèles



Pour pouvoir déterminer la position d'un point dans l'axe nord/sud, il faut déterminer des **parallèles**.

L'équateur est le grand cercle de la sphère terrestre perpendiculaire à la ligne des pôles.

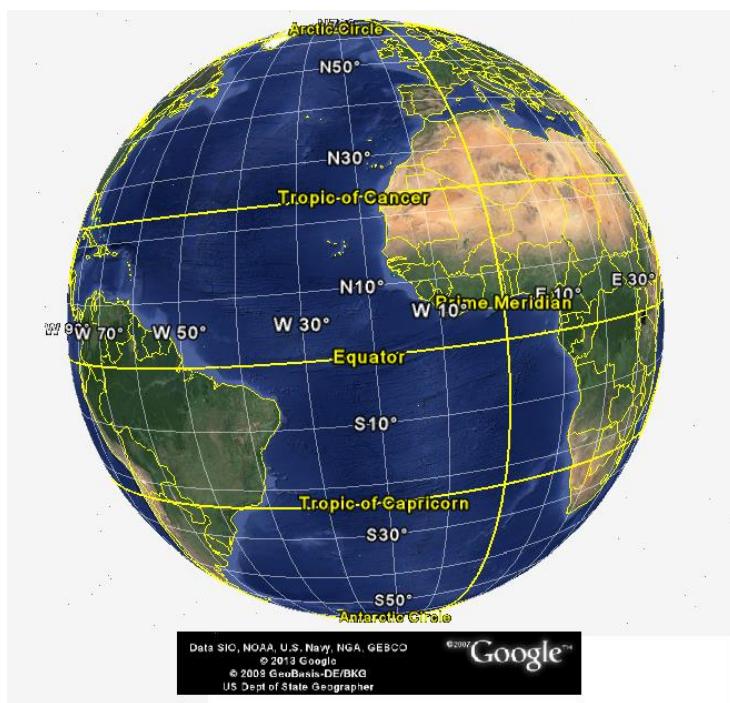
A partir de celui-ci, on a tracé des parallèles sur la sphère terrestre.

On peut donc repérer un point, à la surface de la Terre, selon qu'il se trouve sur un parallèle situé au nord ou au sud de l'équateur.

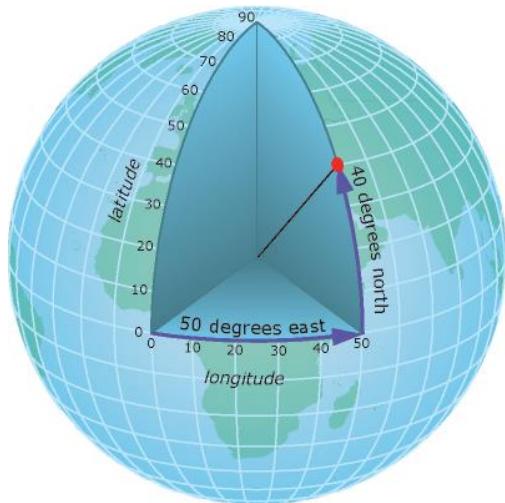
L'angle entre la position du point et l'équateur s'appelle la **latitude**.

On indique une latitude en écrivant N ou S selon le fait que nous soyons au nord ou au sud de l'équateur.

La latitude varie de 0° à 90° (indiquée par 2 chiffres)



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



Coordonnées géographiques de Toulouse, France

Latitude : $43^{\circ}36'15''$ Nord

Longitude : $001^{\circ}26'37''$ Est

L'altitude par rapport au niveau de la mer : 150 m

B. Les méridiens

Ce sont des demi-cercles sur la surface de la Terre qui rejoignent les deux pôles.

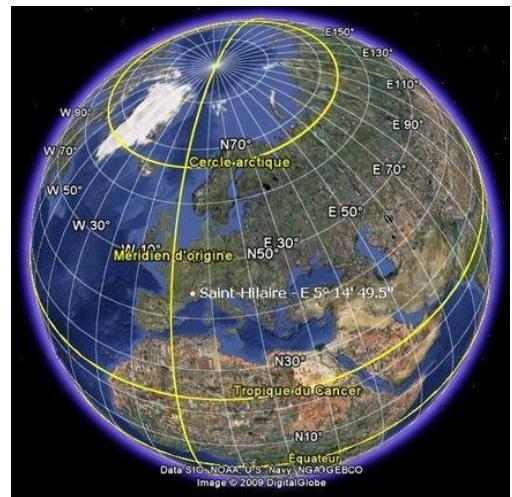
Les méridiens se comptent **en degrés**.

Il a donc été nécessaire de déterminer un méridien de référence. Il a été convenu que ce serait le méridien qui passe par l'observatoire de Londres, à Greenwich.

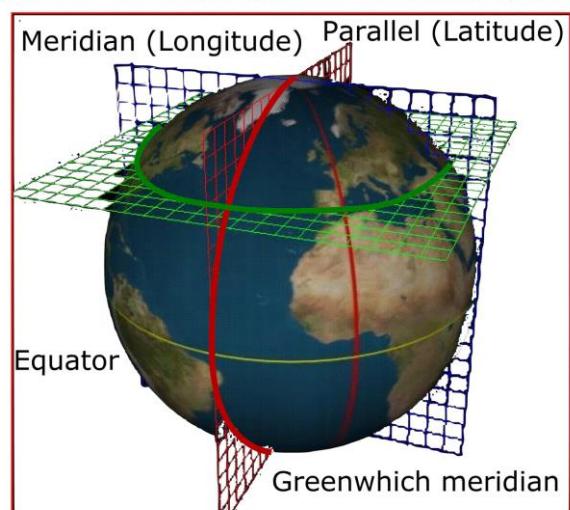
On peut donc repérer un point, à la surface de la terre, selon qu'il se trouve sur un méridien à l'est (E) ou à l'ouest (W) du méridien d'origine (Greenwich).

L'angle entre le méridien du point et celui de référence est appelé **longitude**.

Les longitudes varient donc de 0° à 180° (3 chiffres).



Il est à noter que les grands cercles sont les méridiens et l'équateur. En effet, ils contiennent dans leur plan le centre de la Terre. Les autres cercles sont des petits cercles.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

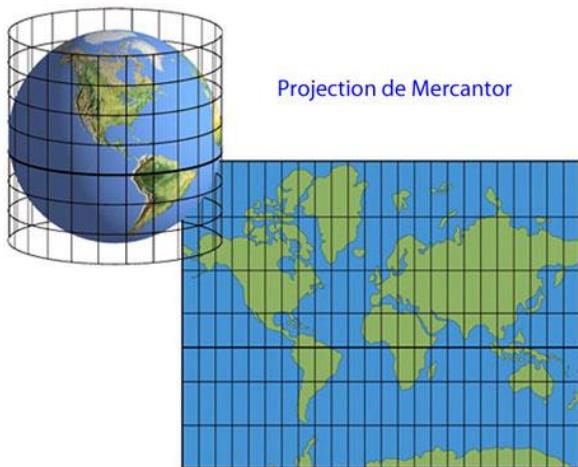
C. Les Cartes

Les cartes ont pour but de représenter la terre de façon plane alors que celle-ci est sphérique.

Pour la navigation VFR les cartes doivent être conformes (un angle sur la Terre = un angle sur la carte)

Pour réaliser ces cartes, il existe 2 grands types de projection :

1. La projection Mercator



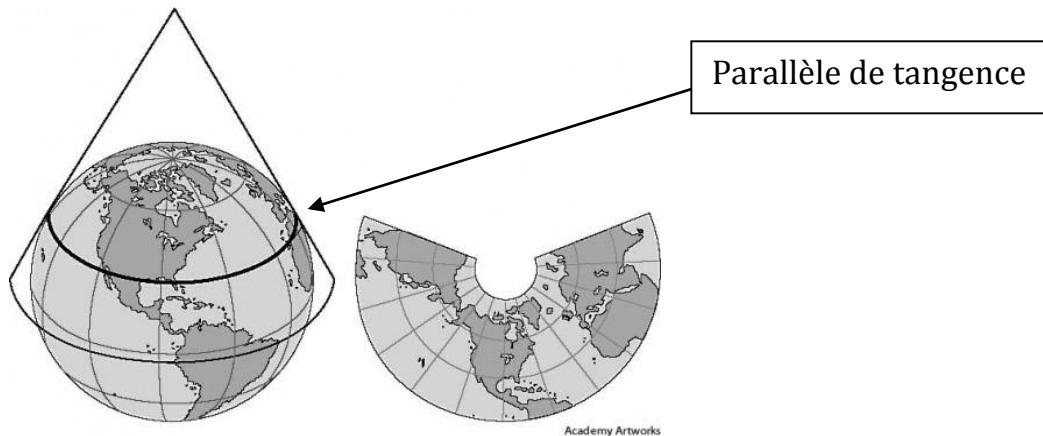
La projection de Mercator a pour avantage d'être **conforme**, c'est-à-dire qu'un angle à la surface de la Terre correspond au même angle sur la carte.

L'échelle se dilate lorsqu'on va vers les pôles et les continents sont déformés (le Groenland semble plus gros que l'Amérique du Sud alors qu'en réalité c'est l'inverse).

Cette carte permet de naviguer entre l'Equateur et les Latitudes de 60° N/S environ.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. La projection Lambert



La projection Lambert a l'avantage de restituer plus fidèlement les proportions des continents. L'échelle se dilate lorsque l'on s'éloigne du parallèle de Tangence.

Cette carte est utilisée pour naviguer à des Latitudes élevées (sauf près des pôles).

1. Les Unités de distances

Le mille nautique (NM) :

Cette longueur équivaut à la longueur d'un arc de cercle à la surface du globe qui a un angle de 1 (60 minutes) centré sur le centre de la Terre.

$$1 \text{ NM} = 1,85 \text{ Km}$$

Le Pied Foot / Feet (Ft) :

Pour transformer les mètres en pieds, on multiplie par **10/3**

Pour transformer les pieds en mètres, on multiplie par **3/10**

$$1 \text{ Ft} = 0,30 \text{ m}$$

L'Echelle d'une carte :

$$\text{Echelle} = \frac{\text{ab Carte}}{\text{AB terre}}$$

Les deux distances sont exprimées dans la même unité.

On exprime l'échelle sous forme $E = 1 / \text{Nombre}$

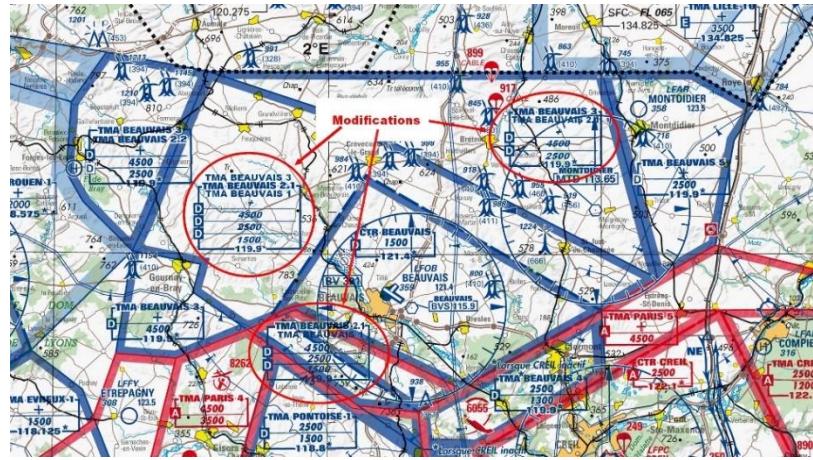
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

3. Les principales cartes

- La Carte OACI :

C'est une carte au 1/500 000^e (échelle : 1cm = 5 Km)

Il faut 4 cartes (une Nord-Ouest, Nord-Est, Sud-Ouest, Sud-Est) pour couvrir toute la France.

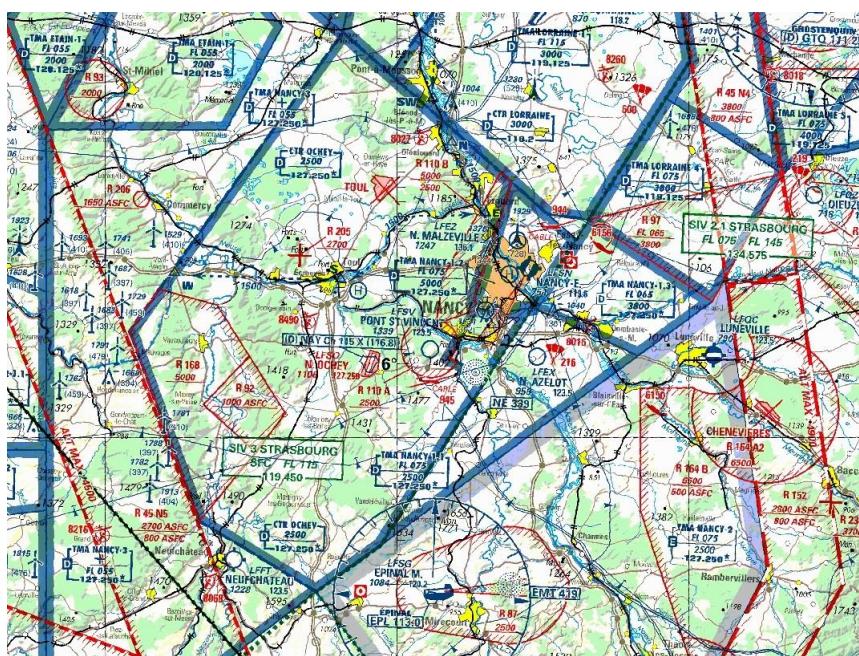


- La Carte SIA (France) :

Chaque pays édite ses cartes

C'est une carte au 1/1000000^e (échelle 1cm=10km)

Il faut 2 cartes (Nord et Sud) pour couvrir la France.



Cette carte fait apparaître :

- la terre (peu de détails du relief, des cours d'eau et des forêts)
- les principales routes et voies ferrées
- des zones aéronautiques
- des itinéraires aéronautiques
- les aérodromes et aéroports

Elle permet une première approche de la navigation et un suivi des zones en vol mais

ce n'est pas la carte principale utilisée pour naviguer à vue.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

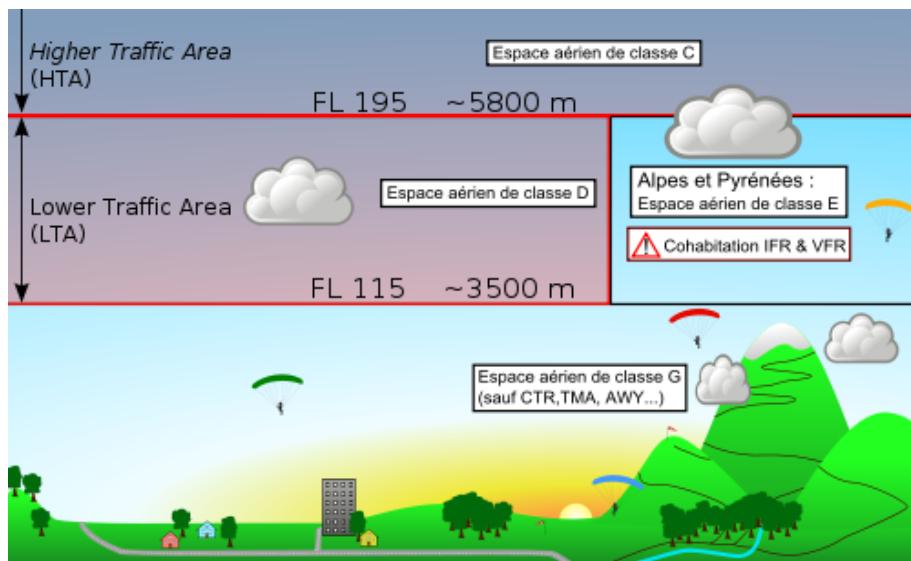
III. Les zones aéronautiques

L'espace aérien est découpé en **2 sous espaces** :

- L'espace supérieur ($Z > FL 195$)
- L'espace inférieur ($Z < FL 195$)

FL = Flight Level (Niveau de vol)

Fl 195 : Je lis 19500 Ft sur mon altimètre calé à **1013 hPa**



L'espace supérieur est réservé au vol aux instruments (Vol IFR : Instrument Flight Rules).

L'espace inférieur est divisé en espaces :

- Contrôlés
- Non contrôlés
- A statut particulier

Selon les espaces il est possible d'y évoluer en IFR, en VFR (Visual Flight Rules) ou les deux.

A. VFR (Visual Flight Rules) ou « Vol à vue »

C'est une pratique qui nécessite des conditions météo permettant de conduire son vol en toute sécurité en appliquant la règle fondamentale « Voir et éviter ».

Ces conditions sont :

- une visibilité minimale.
- une distance minimale par rapport aux nuages.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Les espaces contrôlés

L'Espace aérien français est divisé en plusieurs classes d'espaces : A, C, D, E et G (les espaces de classes B, et F n'existent pas en France).

L'Espace aérien français est divisé en 2 grandes régions :

- L'Espace supérieur (à partir du **FL 195**) il est classé **C** sur tout le territoire.
- L'Espace inférieur (du sol au **FL 195**)

Dans l'Espace supérieur, les aéronefs sont nécessairement en espace contrôlé (de classe C). Dans cette partie de l'espace on ne trouve, en général, que des avions de ligne ou militaires.

Dans l'espace inférieur on trouve plusieurs catégories d'espaces aériens :

Pour le vol VFR :

De la plus contraignante à la moins contraignante A -> G

- **Classe A** : interdite aux VFR
- **Classe C** : séparation avec les IFR. Information trafic avec les IFR et VFR. Contact radio obligatoire. Visibilité minimale : 8 Km. Distance par rapport aux nuages : 1,5 Km horizontalement et 300m verticalement.
- **Classe D** : Information trafic avec IFR et les VFR. Contact radio obligatoire. Visibilité minimale : 8 Km. Distance par rapport aux nuages : 1,5 Km horizontalement et 300m verticalement.
- **Classe E** : Information trafic avec les IFR et les VFR. Contact radio NON obligatoire. Visibilité minimale : 8 Km. Distance par rapport aux nuages : 1,5 Km horizontalement et 300m verticalement.
- **Pas de classe F en France**
- **Classe G** : Vol non contrôlé. Visibilité minimale : 1,5 Km.

On trouve aussi des zones soumises à restrictions (aussi signalées et indiquées par une lettre) :

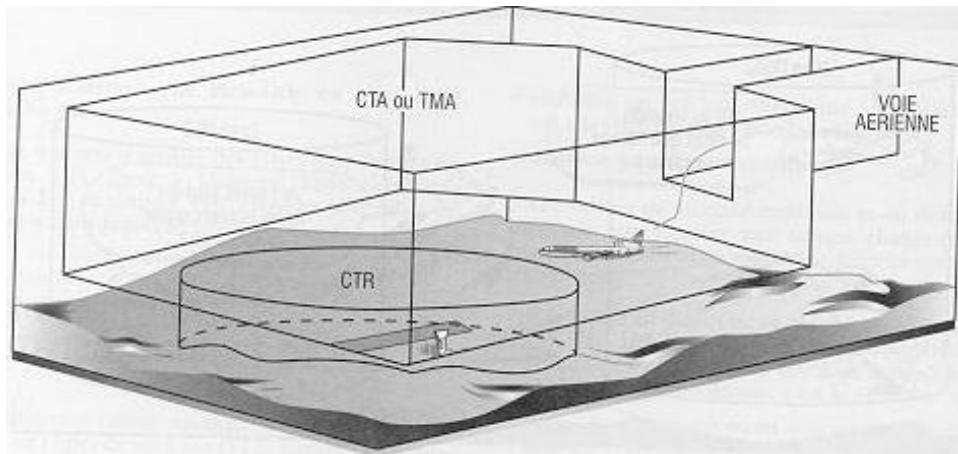
P : Prohibited (Zones interdites à tout aéronef)

D : Dangerous (Zones dangereuses à survoler)

R : Restricted (Zones à entrée restreinte sous certaines conditions)

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Parmi les espaces contrôlés de l'espace inférieur on distingue plusieurs types de zone :



- les **Airway (AWY)** : Ce sont des sortes de couloirs aériens dans lesquels les avions transitent entre les aéroports.
- les **Terminal control Area (TMA)** : Ce sont des zones autour de l'aéroport, dans lesquels sont comprises les trajectoires de montée, de descente et d'attente des avions.
- Les **Control Traffic Region (CTR)** : Ils comprennent les trajectoires de décollage et d'approche finale des avions opérant sur l'aéroport.

C. Les services de la circulation aérienne

- **le service du contrôle est chargé :**

- d'empêcher les abordages (en vol)
- d'empêcher les collisions (au sol)
- de régler la circulation aérienne

- **le service d'information de vol :**

- est chargé de fournir les avis et renseignements utiles à la bonne exécution des vols.

- **le service d'alerte :**

- est chargé de déclencher la mise en œuvre et de coordonner les secours lorsqu'un aéronef a besoin d'assistance. La fréquence de détresse internationale est 121,5 MHz.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Partie 3 : Préparer son trajet

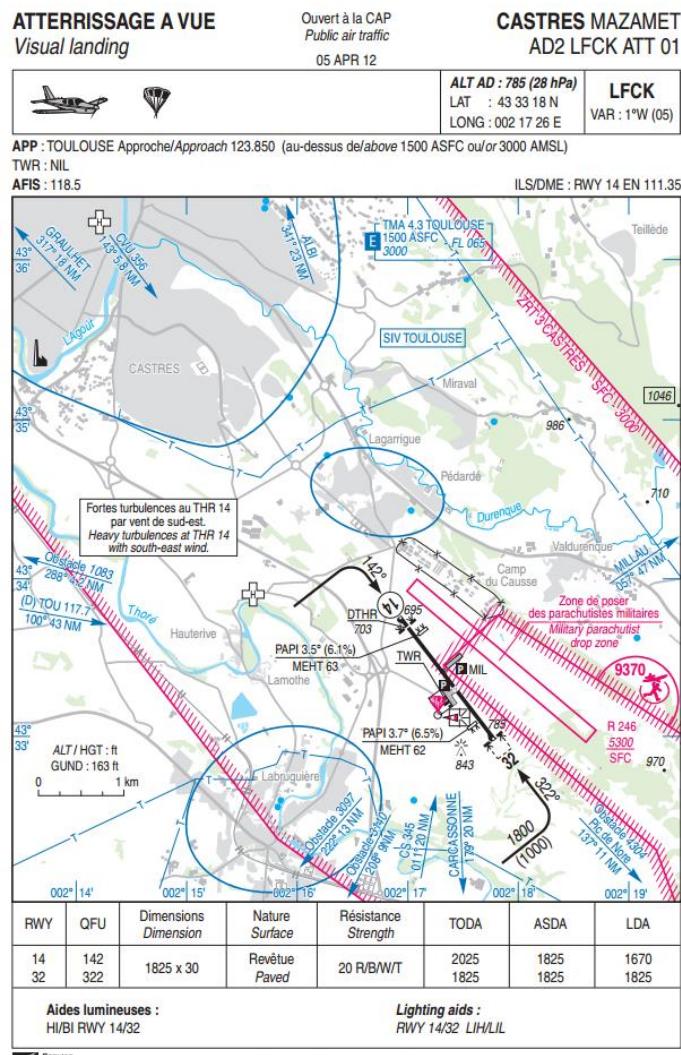
Les points les plus importants de la préparation du vol sont la visualisation et l'étude des procédures du départ, du trajet et de l'arrivée.

I. Préparer son vol

Pour la procédure de départ et d'arrivé il faut consulter la carte VAC (Visual Approach Chart).

A. La Carte VAC

C'est la carte d'un aérodrome qui permet au pilote d'avoir l'ensemble des informations sur celui-ci.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. L'Aérodrome

On appelle aérodrome contrôlé, un aérodrome où le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré.

La circulation des aéronefs, au sol et en vol, est soumise à une autorisation délivrée par un contrôleur.



La piste de décollage et d'atterrissement est caractérisée par son numéro de piste.

Ce numéro correspond à son orientation magnétique en dizaine de degrés, arrondis au plus proche. (*Ex : une piste orientée au 052 magnétique est numérotée 05*).

On y trouve, en plus de la piste ou des pistes, des taxiways, une tour de contrôle, des parkings, des hangars, des terminaux, des installations de maintenance et une aire à signaux.

Les Signaux visuels au sol :



Atterrissage interdit

Précautions spéciales à l'atterrissement

Direction d'atterrissement
←

Virage à droite après décollage et avant atterrissage

Piste ou voie de circulation fermée

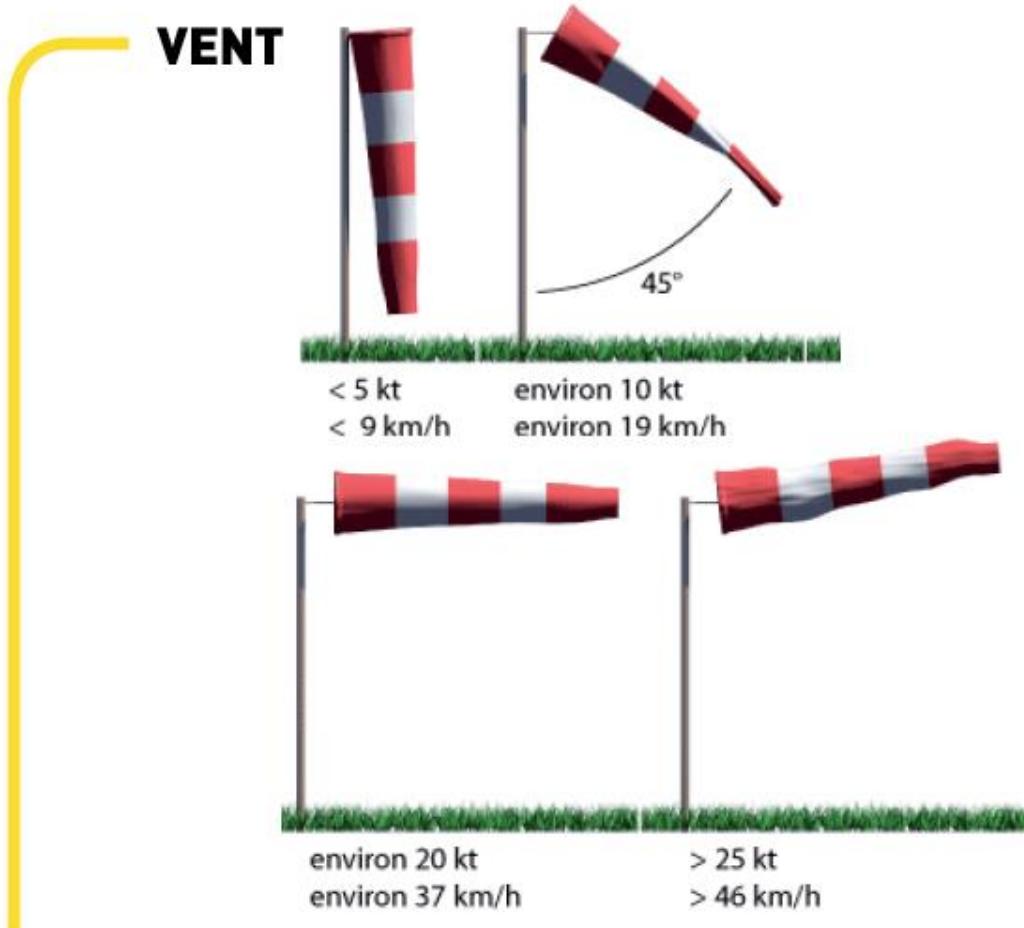
Atterrissage, décollage et circulation uniquement sur pistes et taxiways

Vols de planeurs en cours

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Lorsqu'un avion arrive sur un aérodrome non contrôlé, il survole l'aire à signaux, grand carré qui contient des indications pour les appareils en vol, sous forme de panneaux de signalisation.

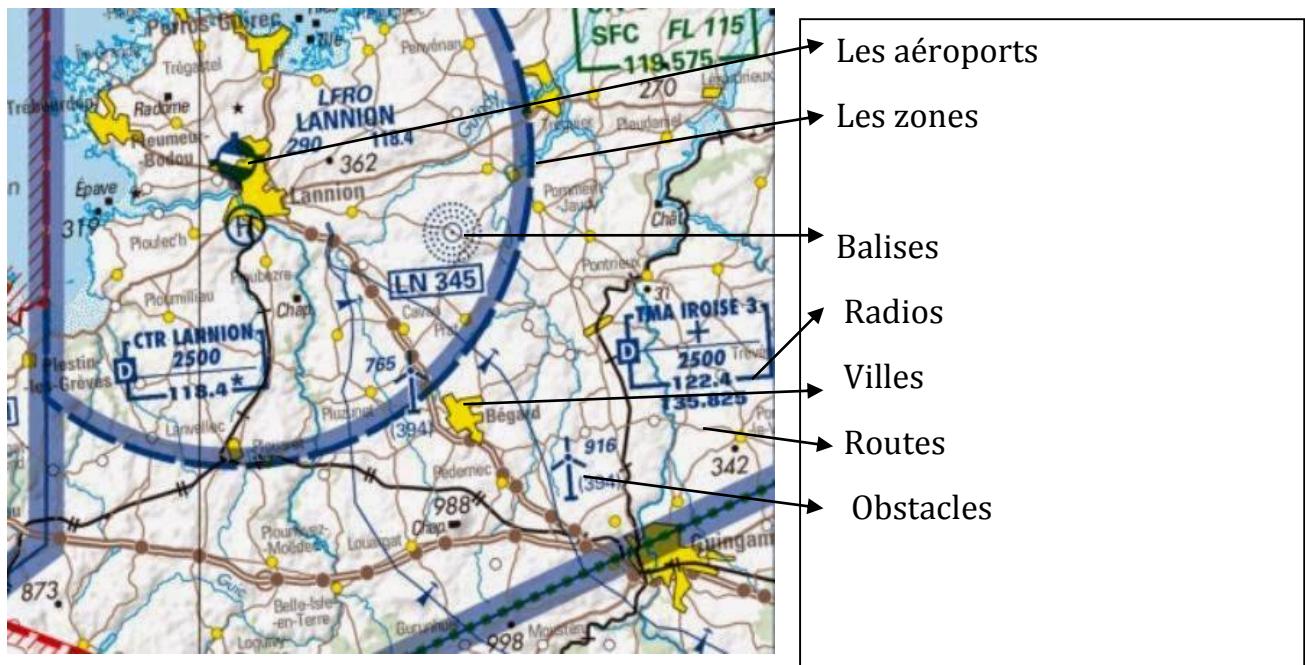
A côté de l'aire à signaux, se trouve la manche à air qui permet de déterminer la piste en service (décollage et atterrissage face au vent).



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

II. Préparation de la navigation :

Le pilote prépare sur vol en VFR sur une carte au 1/500 000ème. Sur cette carte sont représentées toutes les informations pour un vol VFR.



A. Log de Navigation

Lexique:

Let's fly from Limoges to Poitier.

Fill out the navigation log in French and [in English](#).

Déclinaison
Declination
or Variation

Navigation log													
Coordonnées <i>Coordinates</i>	Vitesse propre <i>True Speed</i>	Altitude <i>Altitude</i>	Vent / Wind		Vitesse sol <i>Ground Speed</i>	Route vraie <i>True Track</i>	Derive <i>Drift Angle</i>	Cap vrai <i>True Heading</i>	Dm <i>VAR</i>	Distance <i>Magnetic Heading</i>	Distance <i>Distance</i>	Temps de vol <i>Flying Time</i>	Fuel <i>Fuel</i>
			Direc <i>Direction</i>	Vitesse <i>Speed</i>								E W	Nm
Limoges 45°51'42" N 001°10'52" E	140 <i>knots</i>	2000 pieds <i>feet</i>	360°	25 kt	120 kt	320°	-7°	327°	- 5°	332°	58 Nm	29 mn	
Poitier 46° 35' 15" N 000° 18' 24" E													

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. Les routes et les caps

1. La Direction

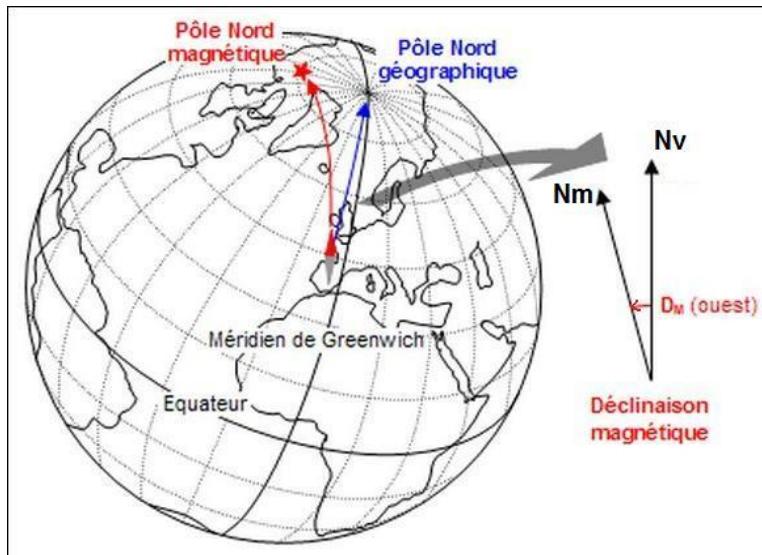
Une direction est toujours comptée dans le sens des aiguilles d'une montre à partir d'une origine (nord vrai – nord magnétique).

Les angles sont compris entre 0 et 360° (Toujours 3 chiffres – Ex : Cap vrai 005°)

2. Les différents « Nord »

Le Nord vrai : Pôle Nord géographique

Toute direction mesurée par rapport au Nord vrai est dite « vraie ».



(Ex : Cap vrai – Route vrai)

Le Nord magnétique : Il existe un champ magnétique terrestre.

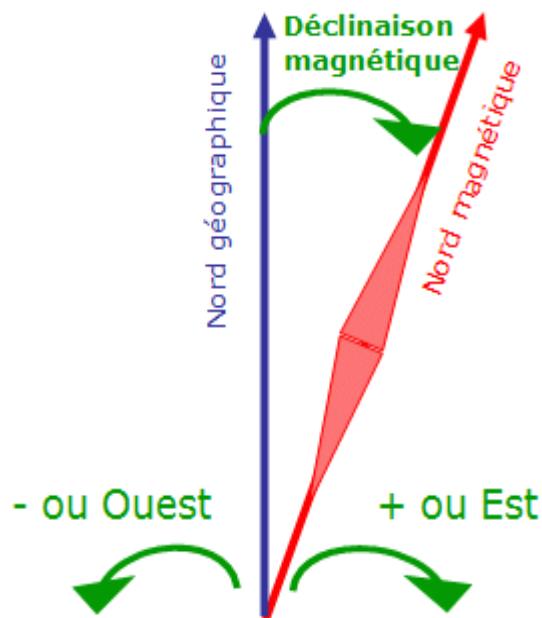
Tout se passe comme si la Terre contenait un aimant gigantesque, passant par son centre, mais dont l'axe ne coïnciderait pas exactement avec la ligne des pôles géographiques.

Le pôle nord (magnétique) se trouve aux environs du nord du Canada) 86°N – 136° Ouest en 2015.

Toute direction mesurée par rapport au nord magnétique est dite « magnétique »
(Ex : Cap magnétique / Route Magnétique).

Déclinaison magnétique (DM) : Angle entre le Nord vrai et le Nord magnétique.

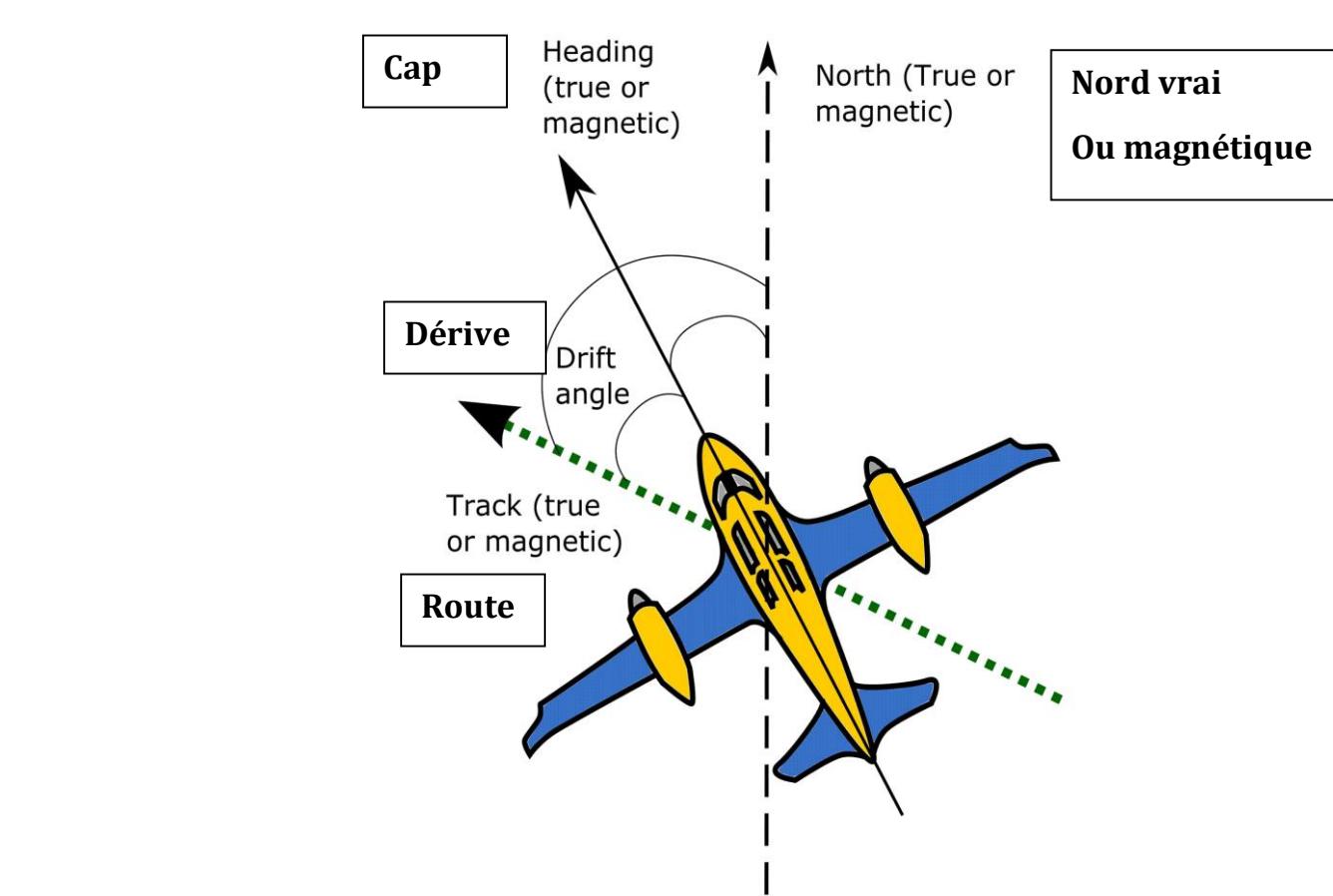
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



- ➔ Dm est EST ou positive si le Nord magnétique est à l'est du Nord vrai.
- ➔ Dm est Ouest ou négative si le Nord magnétique est à l'Ouest du Nord vrai.

C. Quelques Définitions

- **Cap** : Angle entre le Nord et l'axe de l'avion
- **Route** : Angle entre le Nord et la trajectoire au sol de l'avion
- **Dérive** : Angle entre le Cap et la route



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Prépare ton vol

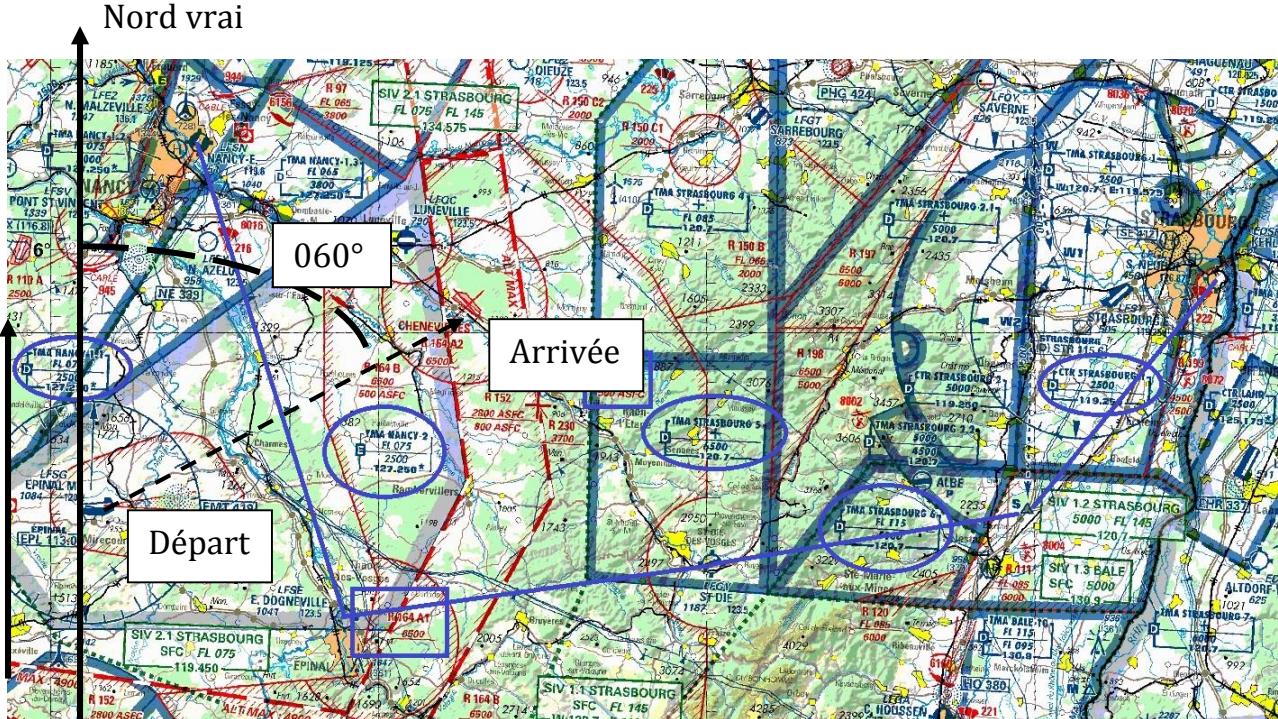
A. Mesure de la distance

Je prends la distance entre 2 points sur le méridien.

Tracé d'une route sur une carte :

M
e
s
u
r
e
r
d
i
s
t
a
n
c
e

2
5
M
m



Route Vrai = 060°



1° = 60 NM

→ Report de la distance le long d'un Méridien

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Le tracé fait apparaître :

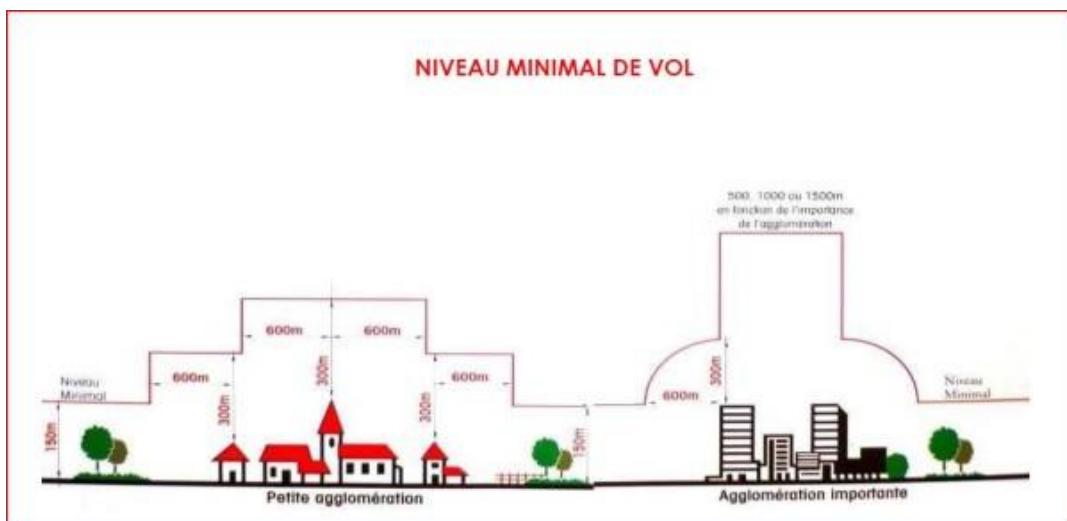
- La route à suivre
- Le cap magnétique permettant de la suivre entre 2 points (il est calculé à partir de la DM lue sur la carte)
- L'altitude de vol prévue
- Une altitude de sécurité

On devra y rajouter :

- Le temps sans vent entre 2 points
- Des repères de temps permettant de contrôler la route au fur et mesure de la navigation

B. Choix de l'altitude

Elle se fait en fonction, des hauteurs de survol minimales, des espaces aériens, des reliefs.



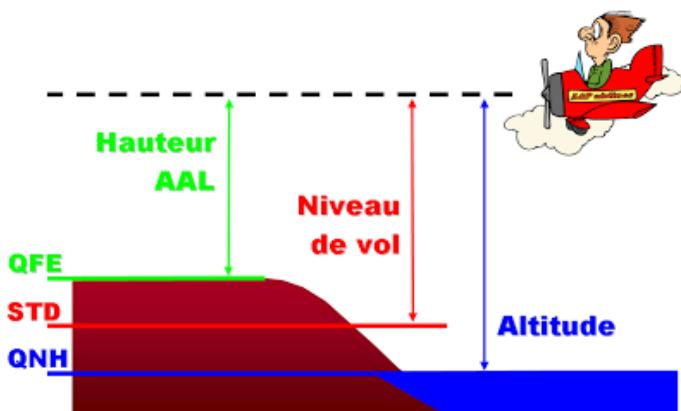
1. Le calage altimétrique

On utilise plusieurs références pour l'altitude :

le QFE : 0 Ft (Quand je suis sur la piste mon altimètre indique 0)

le QNH : 0Ft au niveau local de la mer (il permet de lire l'altitude du terrain par rapport au niveau de la mer)

le calage 1013 (dit standard) : $p = 1013,25 \text{ hPa}$ (Utilisé en vol au dessus 3000 Ft - permet d'afficher le niveau de vol).

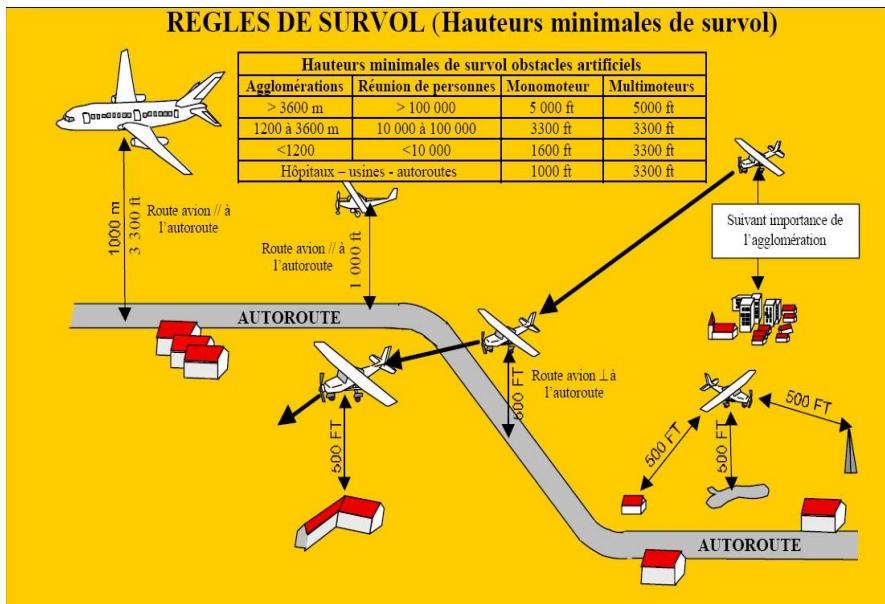


*Il est à noter que l'on utilisera le plus souvent **AGL** (Above the Ground Level) ou **ASFC** (Above the SurFaCe) à la place de **AAL**.*

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. La Hauteur de survol

Il existe des hauteurs minimales de vol :



Aucun survol VFR n'est effectué :

- Au-dessus des zones à forte densité (villes et rassemblements de personnes en plein air) à moins de 300 m (1000 ft).
- Au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef.

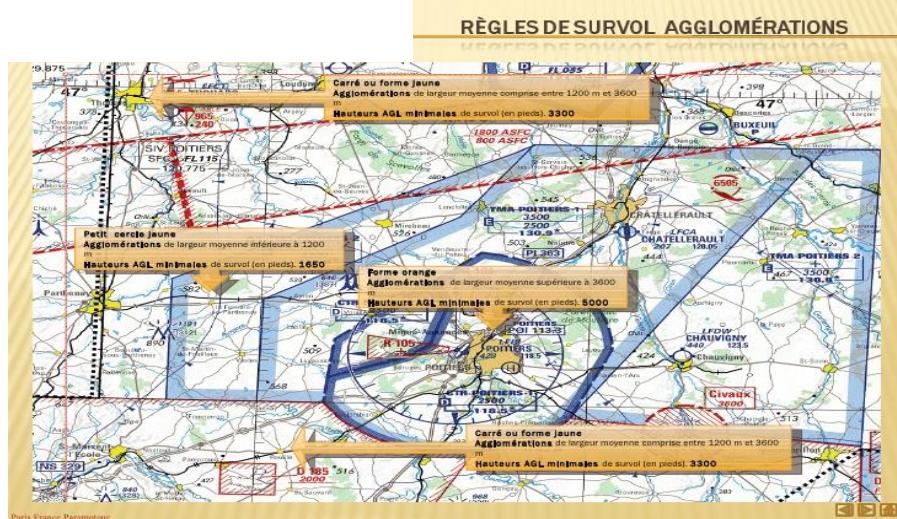
Dans les autres endroits que ceux spécifiés ci-dessus, un vol VFR ne doit pas être effectué à une hauteur inférieure à 150 m (500 ft) au-dessus du sol ou de l'eau.

Les cartes aéronautiques précisent par des pictogrammes spécifiques les hauteurs minimales de survol.

Vol VFR en-dessous de 300 m (1000 ft), au-dessus d'une usine isolée, d'un hôpital ou centre de repos, ou parallèlement à une autoroute.

Pour les hauteurs de survol, il y a aussi des points ou zones avec ces symboles qui nécessitent une hauteur de 1000ft.

Parc ou réserve naturelle <i>Park or nature reserve</i>	Étendus Large
Installations portant une marque distinctive <i>Site with special marking</i>	Très petits Small



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

C. Calcul du carburant

Les consommations de l'avion sont indiquées sur le manuel de vol de la machine.

Pour le roulage, le décollage, le circuit d'arrivée et le retour au parking on considère une quantité forfaitaire.

La quantité de carburant est calculée à partir du temps de vol (conso en l/h pour telle vitesse et telle altitude).

Le calcul se fait en tenant compte du vent ou en ajoutant 10% à la quantité calculée.

La quantité de minimum de carburant à emporter est majorée de + 20 mn 30 minutes de jour (ou 45 minutes de nuit) de réserve au calcul de consommation réalisée ci-dessus.

IV. Méthodes de navigation :

A. Le cheminement à vue

Il consiste à suivre les lignes naturelles caractéristiques du relief (cours d'eau, voies ferrées, des routes ...



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

B. L'estime

Suivre un cap donné pendant un temps donné pour naviguer entre 2 points (on utilise le **cap et la montre**). Durant le vol on utilise des repères intermédiaires de contrôle (estimation et correction du vent).



C. Le cheminement radionavigation

Il s'agit de l'utilisation du VOR et d'utiliser un QDM ou un QDR pour aller de balises en balises.

D. Le VOR (VHF OMNI RANGE)

C'est un moyen de Radionavigation (magnétique) quelques fois implanté sur un aérodrome, le plus souvent en campagne, aux points clés des régions de contrôle.



La station sol émet un signal dans toutes les directions.

Le VOR matérialise dans l'espace les 360°, directions d'une rose centrée sur la station et calée sur le nord magnétique.

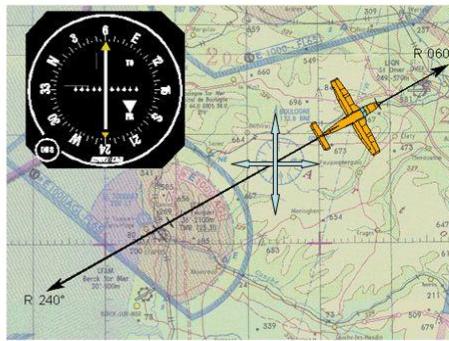
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VOR - Utilisation pratique

Se diriger vers la station



S'éloigner de la station



**Cap avion ≈ affichage OBS (QDM)
Indication TO**

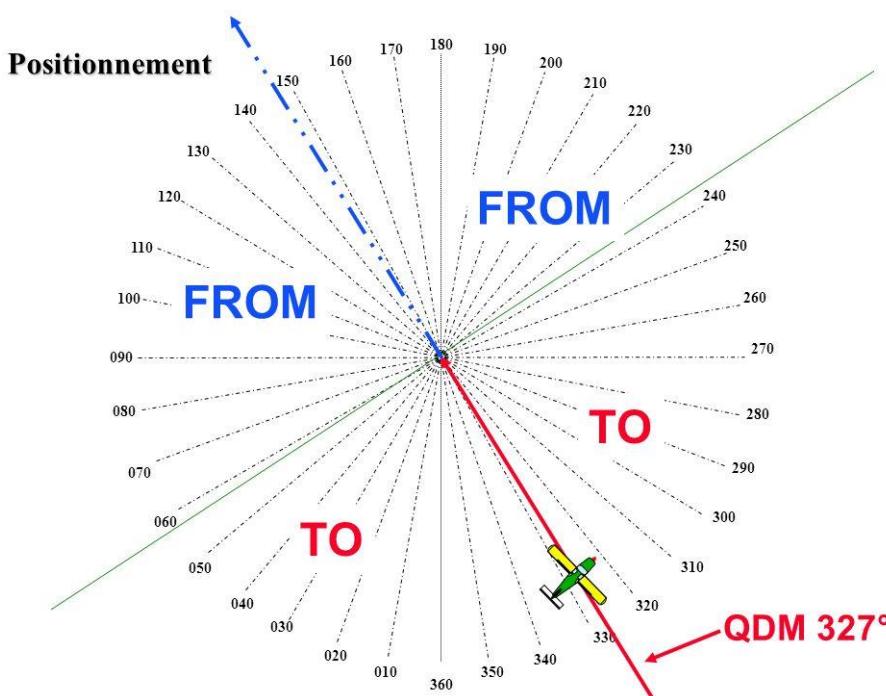
Le **QDM** est le relèvement magnétique de la station par l'aéronef ou la route magnétique à suivre pour rejoindre la station.

**Cap avion ≈ affichage OBS (QDR)
Indication FROM**

Le **QDR** est un relèvement magnétique relevé par une station. C'est l'angle mesuré à la station entre le Nord magnétique et l'avion.

Cet indicateur permet de situer l'aéronef par rapport à une route sélectionnée (ex : 060°) QDM.

Le récepteur de bord permet de matérialiser les informations sur la position de l'avion. Le bouton « OBS » permet de sélectionner la route choisie en faisant tourner la couronne graduée.



La barre de tendance donne la position de l'aéronef par rapport à la route :

- barre à gauche, je tourne à gauche pour revenir sur ma route
- barre à droite, je tourne à droite pour revenir sur ma route jusqu'à ce que ma barre de tendance soit centrée.
- Le triangle "TO ou FROM" m'indique si j'ai passé la station ou non.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

E. L'ADF (Automatic Direction Finder)

C'est un moyen de Radionavigation implanté à proximité de certains aérodromes.



La balise au sol émet des signaux

A bord de l'avion, l'aiguille du radiocompas indique la direction de la balise, on appelle ça : **un Gisement**.



Relèvement Magnétique = CAP Magnétique + gisement

F. Le GPS (Global Positioning System):

C'est un instrument permettant, à l'aide de signaux émis par plusieurs satellites, de connaître à bord de l'avion, sa position (latitude, longitude et altitude).



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

V. Règles de vol

**Le pilote en VFR est responsable de l'anti-abordage et de l'anti-collision :
Voir et Eviter.**

Les règles pour prévenir les collisions :

Règles de priorité de passage

- **Priorité en fonction des machines** (sauf clairance contraire) :
 - Les ballons
 - Les planeurs
 - Les dirigeables
 - Les aéronefs motopropulsés
- En outre, les aéronefs motopropulsés doivent céder le passage : Aux avions remorquant des aéronefs ou autres objets, aux aéronefs effectuant un ravitaillement en vol, aux formations de plus de deux aéronefs.

Un aéronef en vol a toujours la priorité sur un aéronef au sol.

Le dépassement d'un aéronef s'effectue toujours sur la droite.

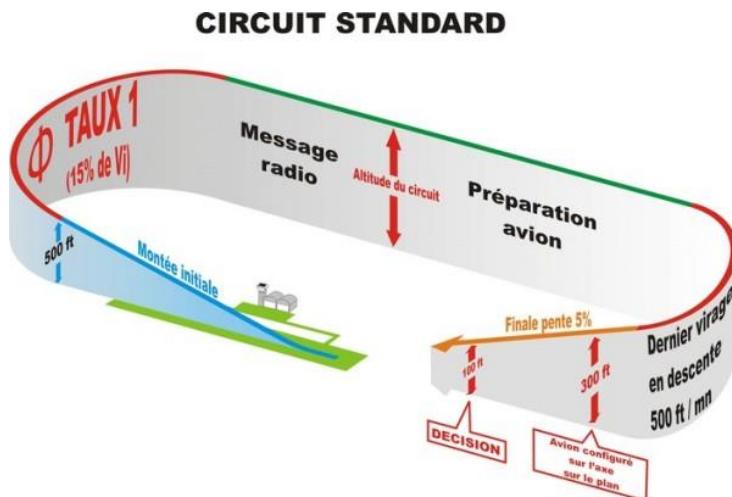
En cas de rapprochement de face, chaque appareil effectue un virage à droite.

Lorsque deux aéronefs se préparent à atterrir, c'est celui qui est le plus bas, qui est prioritaire.

Un aéronef à l'atterrissage ou en approche finale ne doit pas franchir le seuil de piste tant que l'aéronef qui le précède n'a pas franchi l'extrémité de piste ou amorcé un virage.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

A. Le Circuit d'aérodrome



Le tour de piste est le premier vol réalisé par un jeune pilote. Le sens peut se faire à droite ou à gauche selon le terrain et une altitude de 1000 ft/sol (cela est indiqué sur la carte VAC)

Taux 1 : 360° / 2mn en virage

B. Communication en cas de panne radio

Si la radio n'est plus utilisable, la tour peut communiquer avec le pilote avec des signaux lumineux.

Si l'avion est en vol :

- **Fusée rouge** : interdiction d'atterrir
- **Feu vert continu** : autorisé à atterrir
- **Feu rouge continu** : cédez le passage à un autre aéronef
- **Eclats verts** : revenez pour atterrir
- **Eclats blanc** : atterrissez et dégager la piste
- **Eclats rouges** : aérodrome dangereux, n'atterrissez pas

Si l'avion est au sol :

- **Feu vert continu** : autorisé à décoller
- **Feu rouge continu** : arrêtez-vous
- **Eclats verts** : autorisé à circuler
- **Eclats blanc** : rentrez au parking
- **Eclats rouges** : dégagez la piste

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VI. Avant le départ le pilote doit consulter

A. Les NOTAM (Notice To AirMen)

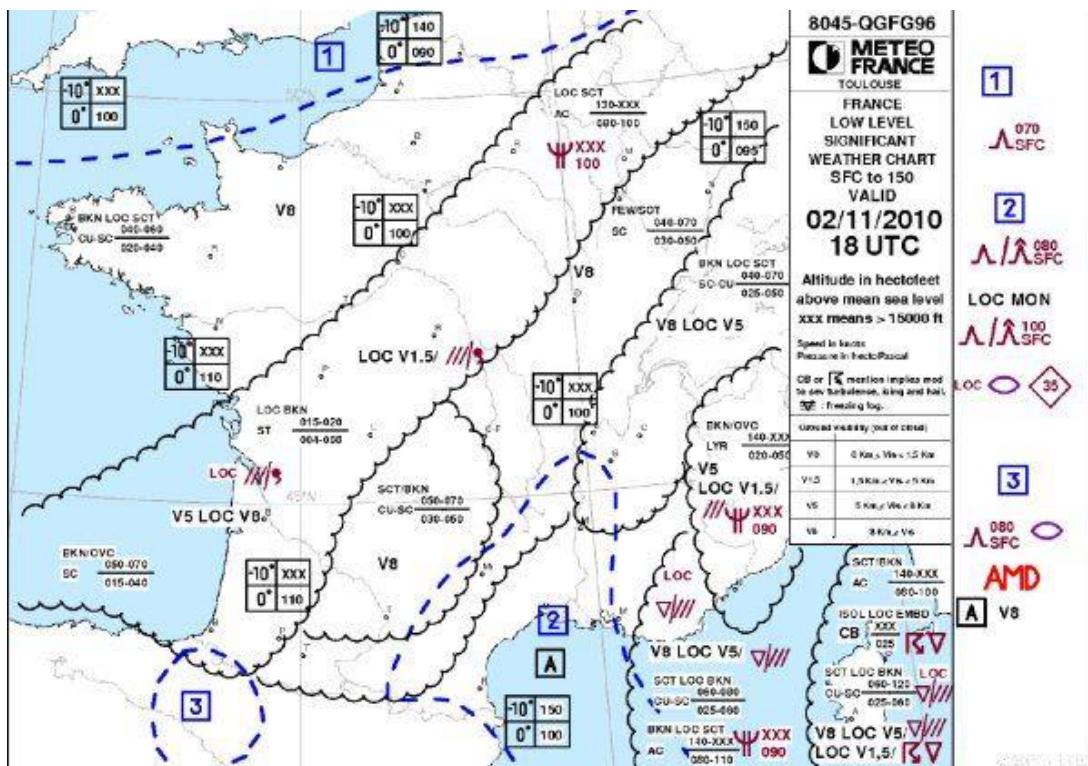
Ce sont des informations publiées sur des sites spécialisés à destination des équipages. Elles permettent d'informer de danger particuliers ou de modifications provisoires des procédures.

Exemple :

LFRW-AVRANCHES LE VAL SAINT PERE
LFFA-W0136/17
Q)LFRR/QWPLW/IV/ M/AW/000/140/4840N00124W005
A) LFRW AVRANCHES LE VAL SAINT PERE
B) 201705250000 C) 201705292359
D) SR-SS
E) PARACHUTAGES SUR AD AVRANCHES :
- PSN : 483939N 0012421W
- INFO : RENNES INFO 126.950MHZ.
F)SFC G)FL140

B. Les cartes TEMSI (WINTEM) ainsi que des messages météo TAF et METAR.

1. Carte TEMSI- (TEMps SIgnificatif)



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Message TAF (TYPES OF AERONAUTICAL FORECASTS)

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

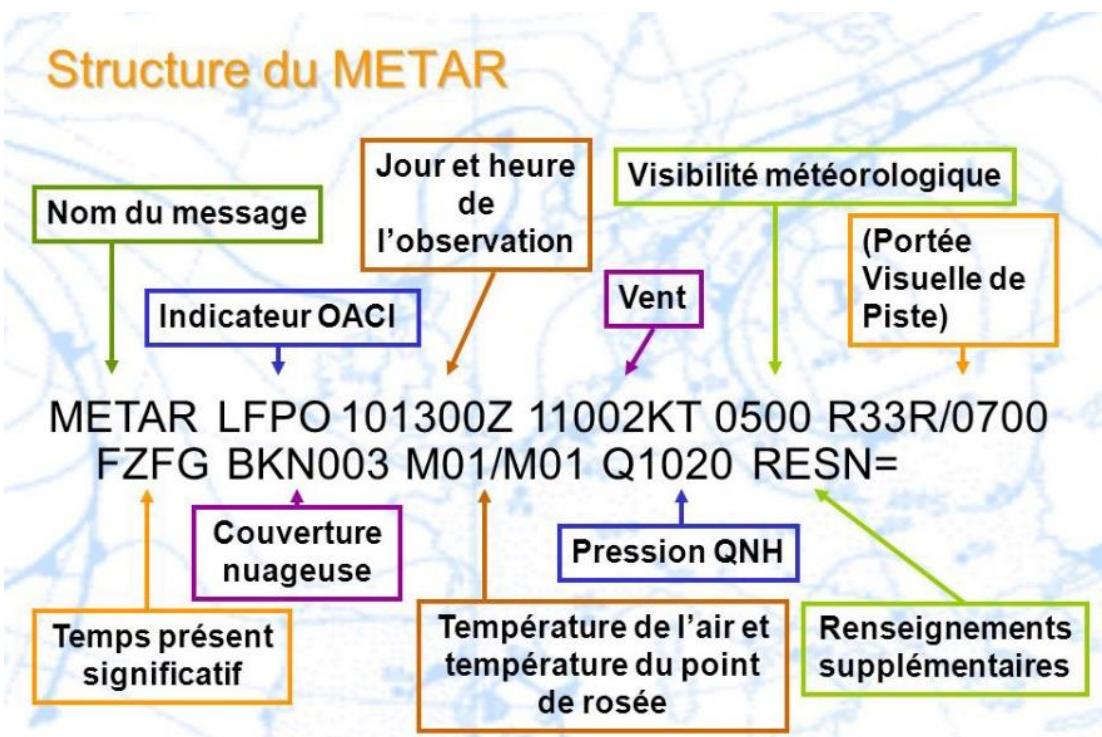
La prévision concerne Lyon Bron, il a été émis le 14 à 8h (heure Zoulou ou UTC)

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

3. METAR : (METeorological Aerodrome Report mais parfois défini par METeorological Airport Report) <https://fr.wikipedia.org/wiki/METAR> cite note-2



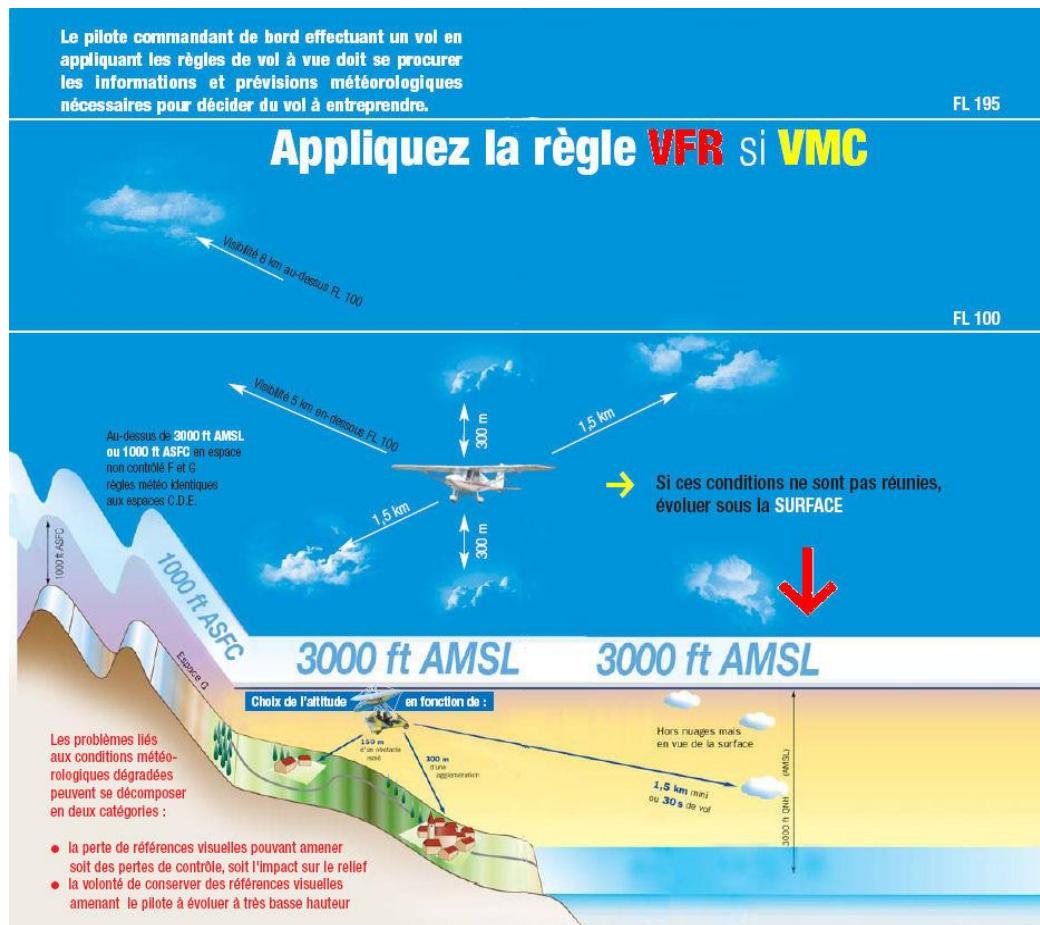
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

» Abréviations de temps significatif dans les codes METAR, SPECI, TAF

Intensité ou proximité	Descripteur	Précipitations	Obscurcissement	Autres phénomènes
- : faible + : forte VC : au voisinage	MI : mince PR : partiel BC : bancs DR : chasse-poussière sable neige basse BL : chasse-poussière sable neige élevée SH : averse(s) TS : orage FZ : se congelant	DZ : bruine RA : pluie SN : neige SG : neige en grains IC : cristaux de glace PL : granules de glace GR : grêle GS : grésil et/ou neige roulée	BR : brume FG : brouillard FU : fumée VA : cendres volcaniques DU : poussière généralisée SA : sable HZ : brume sèche	PO : tourbillons de poussière-sable SQ : grains FC : nuages en entonnoir (trombe terrestre ou trombe marine) SS : tempête de sable DS : tempête de poussière
Pas de symbole : modéré				

C. Les conditions VMC (Visual Meteorological Conditions)

1. Conditions minimales pour voler à vue (VFR)



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

D. Le Plan de vol

Pour pouvoir gérer le trafic, de façon optimale, les services de la circulation aérienne exigent le dépôt d'un plan de vol dans les cas suivants :

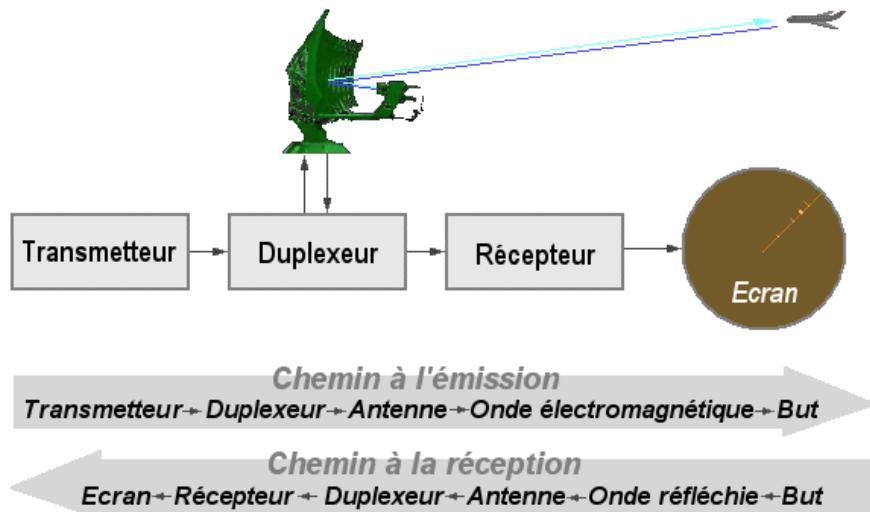
- Vol IFR (vol contrôlé).
- Vol VFR de nuit en voyage.
- Vol VFR avec franchissement de frontière.
- Vol avec un survol maritime (au sens réglementaire).
- Vol contenant un survol de zones inhospitalières.
- Vol passant par des régions ou des zones désignées par le ministère.

E. Le Moyen de contrôle de la circulation aérienne

1. Le radar primaire

C'est un système dont dispose les contrôleurs aériens pour détecter un avion et déterminer sa position par rapport à une station au sol.

Ce système n'a besoin d'aucun dispositif particulier à bord de l'avion.



Au sol, une antenne parabolique tourne sur elle-même en émettant des impulsions radioélectriques.

Lorsqu'une impulsion atteint les surfaces de l'avion, elle revient en écho à l'émetteur.

Le temps d'aller-retour, ainsi que l'orientation de l'antenne lors de la réception, permet de situer l'écho, et de visualiser l'avion sur l'écran du radar.

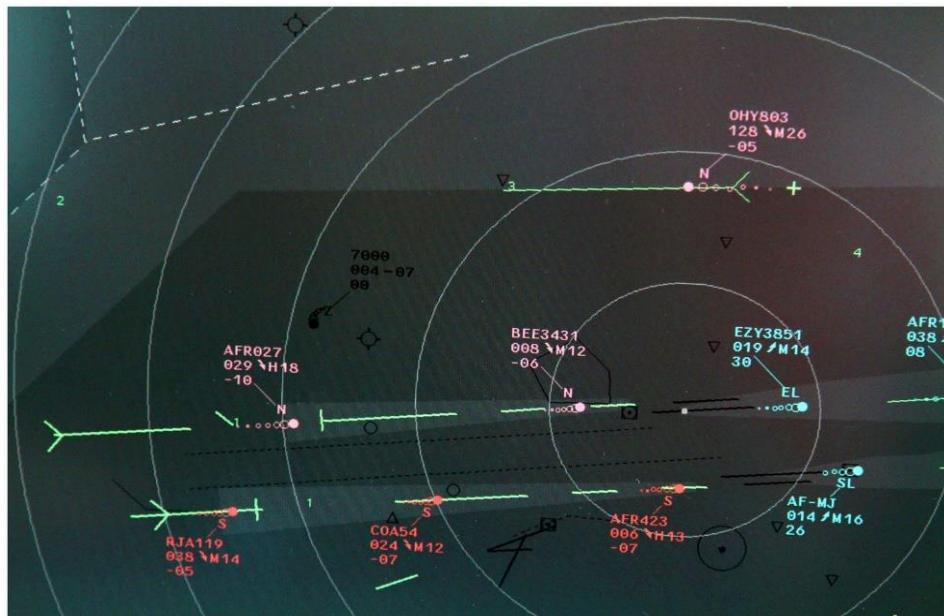
Ce radar est utilisé essentiellement pour les approches.

Le but est de repérer tous les mouvements dans un espace aérien.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Le radar secondaire

Il est généralement associé au radar primaire et permet l'identification des différents aéronefs.



Le radar envoie à l'avion une interrogation à laquelle le transpondeur de bord fournit une réponse sur l'appareil (identification, altitude, ...)

Cette réponse apparaît sur le scope radar sous la forme d'un écho, auquel est associée une étiquette qui retranscrit les 4 chiffres que le pilote a affichés sur son transpondeur à la demande du contrôleur.

CCF 321 <0772>	310	LGL	DIN	SB	ID
tomcat		02 08	23 08	31 08	i 3 03 01
C550 373 EDDK LFRT					
ok8 now 350					
1958	0807	120.15			

Le radar secondaire est destiné au contrôle « en route » d'une portée de 250 NM.

En cas de difficultés, le pilote affiche, de sa propre initiative, un code signifiant sa difficulté :

- **7500 (détournement)**
- **7600 (panne radio)**
- **7700 (détresse)**

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

F. La Mesure des vitesses

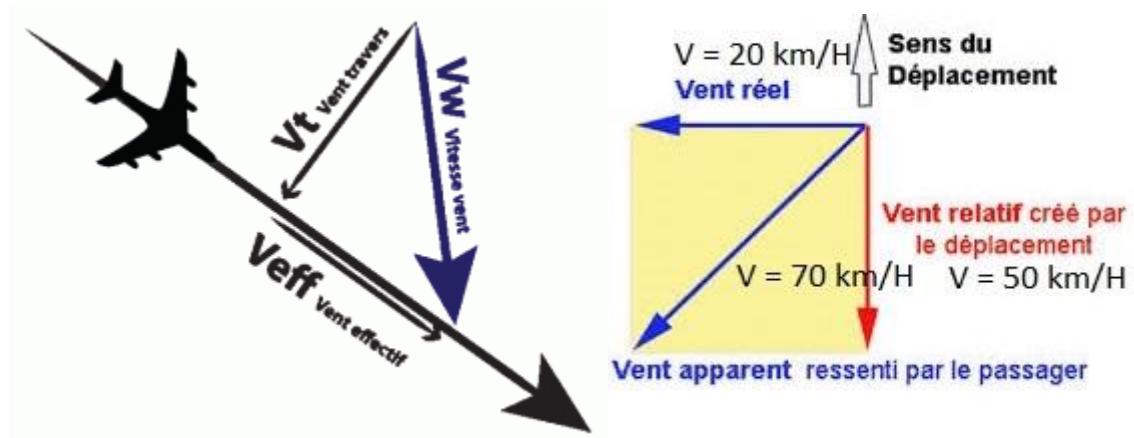
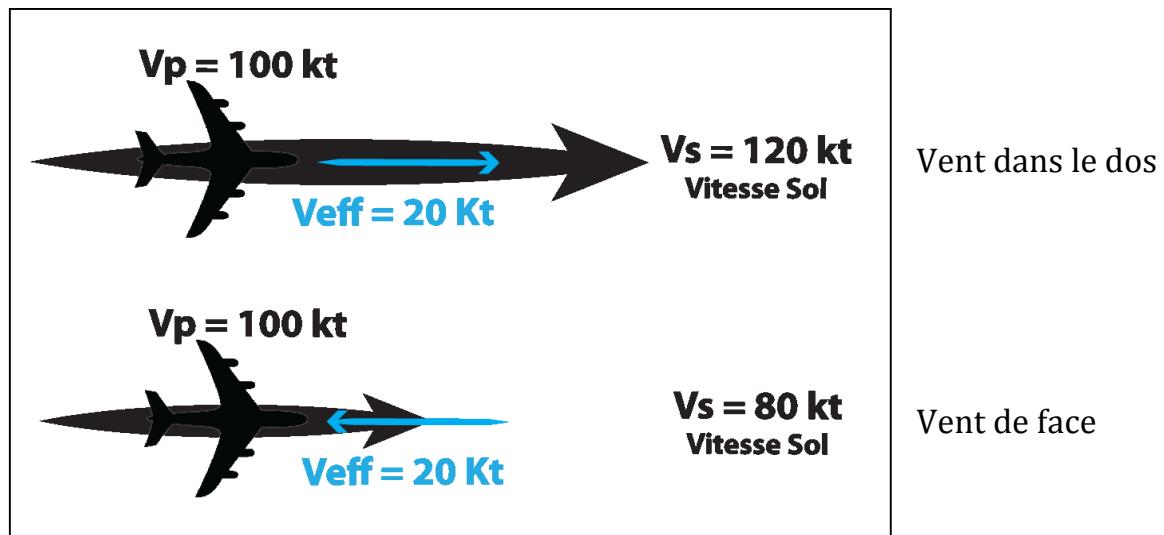
Pour rappel : Un Nœud (kt) = 1 NM / heure soit = 1,85 Km/h

- **La Vitesse propre :** C'est la vitesse de l'avion par rapport à la masse d'air

La masse d'air, étant en mouvement par rapport au sol, on définit également :

- **La Vitesse sol :** C'est la vitesse de l'avion par rapport au sol

Vitesse sol = Vitesse propre (+ ou -) Vent de face = Retrait de vitesse à l'avion
 v
 Vent arrière = Ajout de vitesse à l'avion.



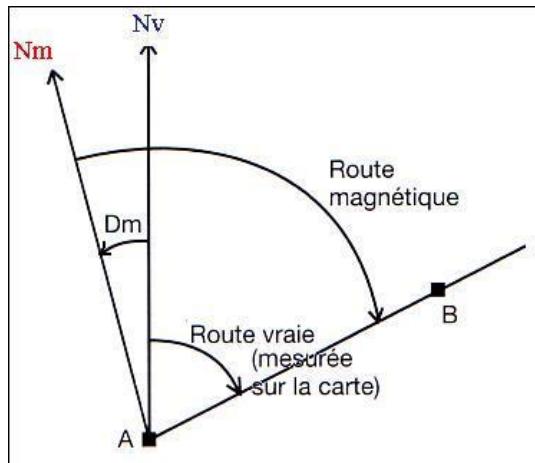
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Le vent vient de ma droite : J'ai une dérive gauche (-)

Le vent vient de ma gauche : J'ai une dérive droite (+)

Route = CAP + Dérive

G. Calcul du cap magnétique



L'angle orienté entre la direction du nord vrai et celle du nord magnétique en un point donné de la surface de la terre est appelé déclinaison magnétique (ou déclinaison) et on le note D_m . Cet angle est positif si la déclinaison est vers l'est et négatif si elle est vers l'ouest.
 $R_v = R_m + D_m$

Il faut déduire du calcul de la route magnétique (la force du vent, angle et vitesse de l'avion)

$$R_v = C_v + X$$

Chapitre 5 : HISTOIRE ET CULTURE DE L'AERONAUTIQUE ET DU SPATIAL.



Contenu du chapitre :

- I. Du mythe à la réalité
- II. Le choix du 'plus léger que l'air'
- III. Les temps héroïques (1890-1913)
- IV. La Première Guerre Mondiale (1914-1918)
- V. L'Entre Deux-Guerres (1919-1939)
- VI. La Deuxième Guerre Mondiale (1939-1945)
- VII. L'Aviation de 1945 à nos jours
- VIII. La Conquête de l'Espace

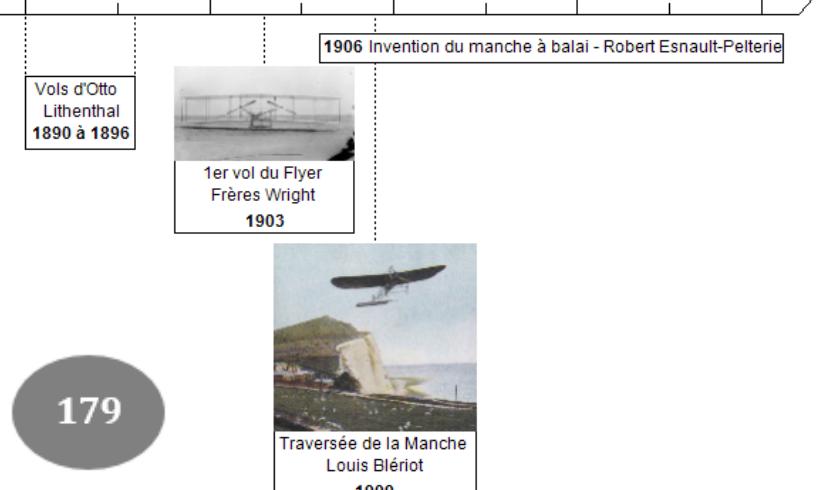
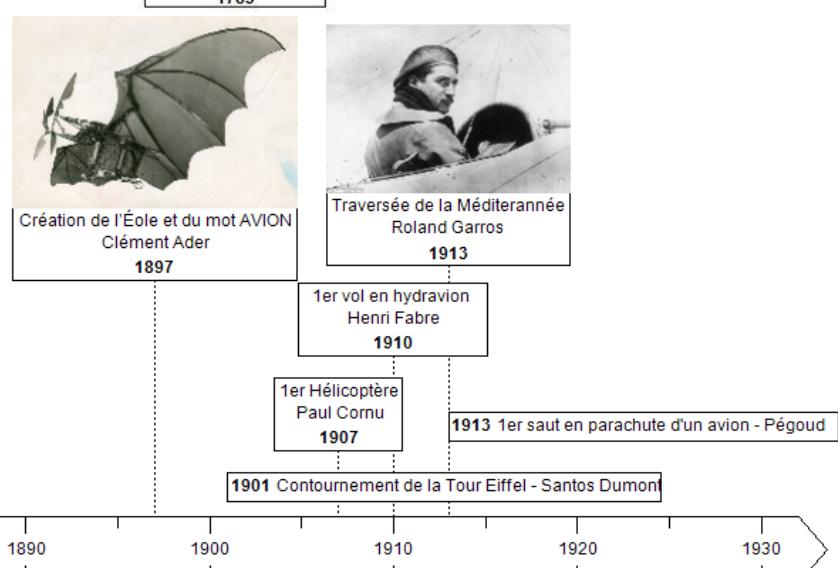
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

INTRODUCTION : Frises historiques

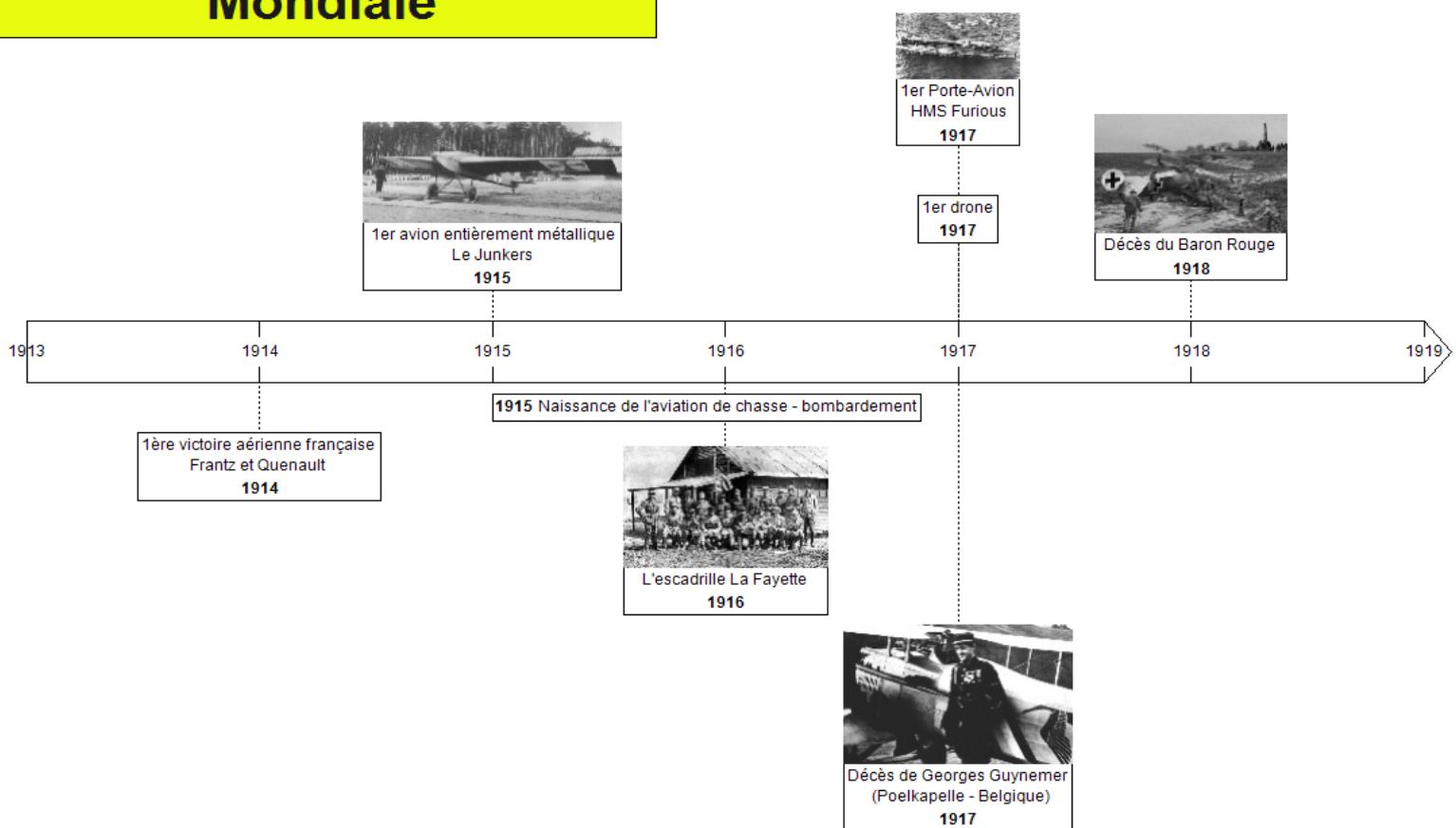
Les plus légers que l'air



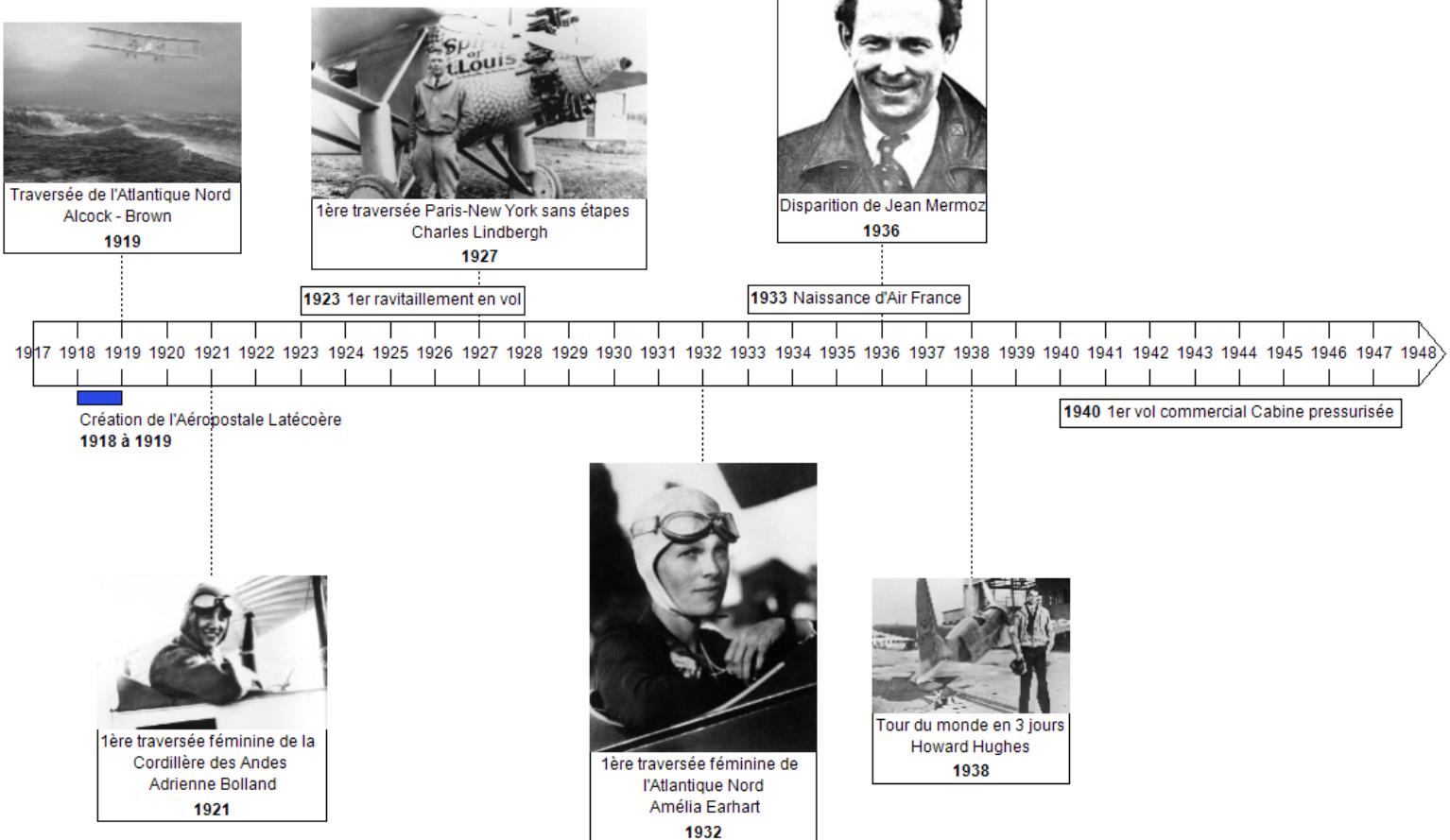
Les lourds que l'air



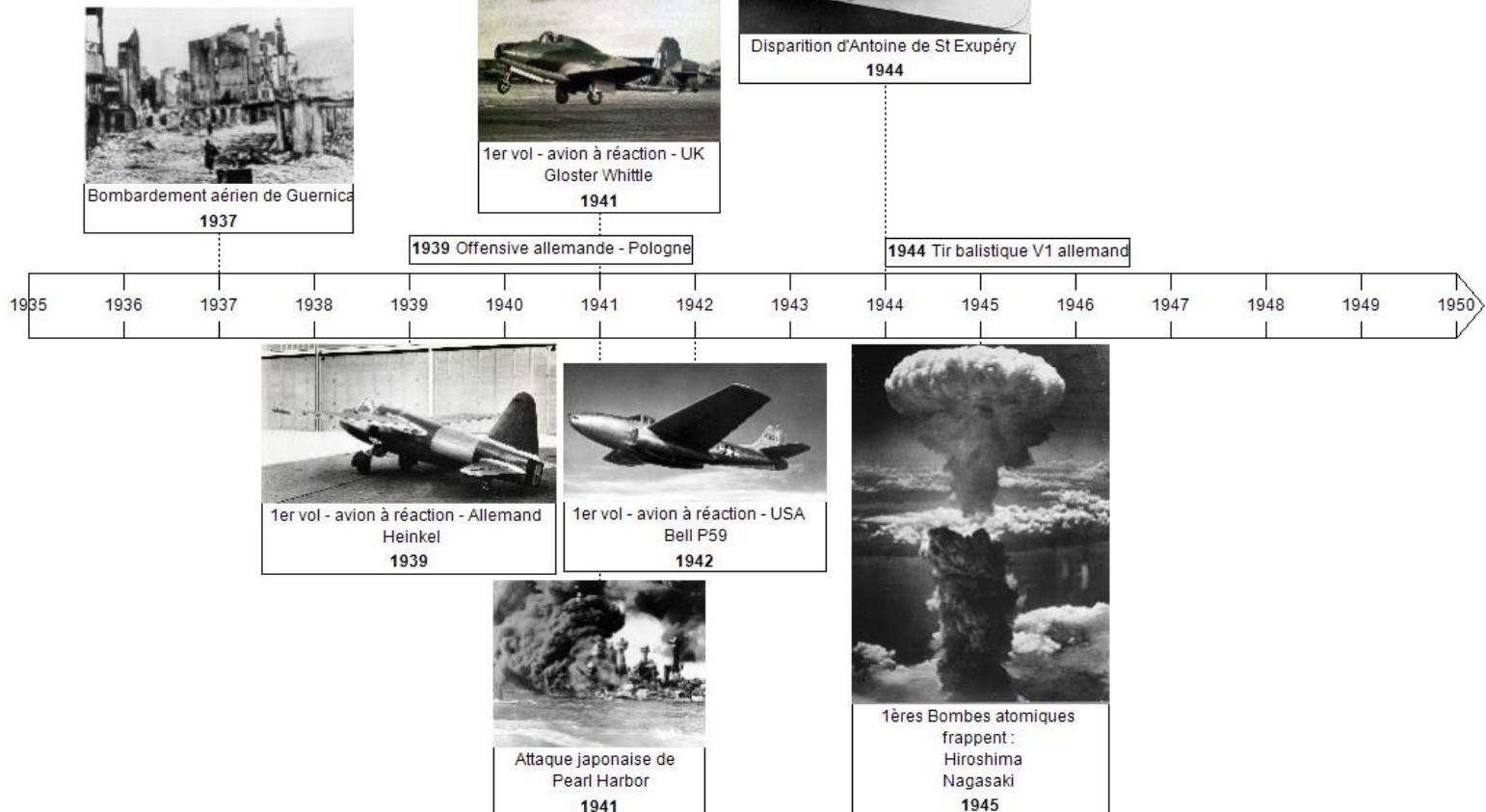
Première Guerre Mondiale



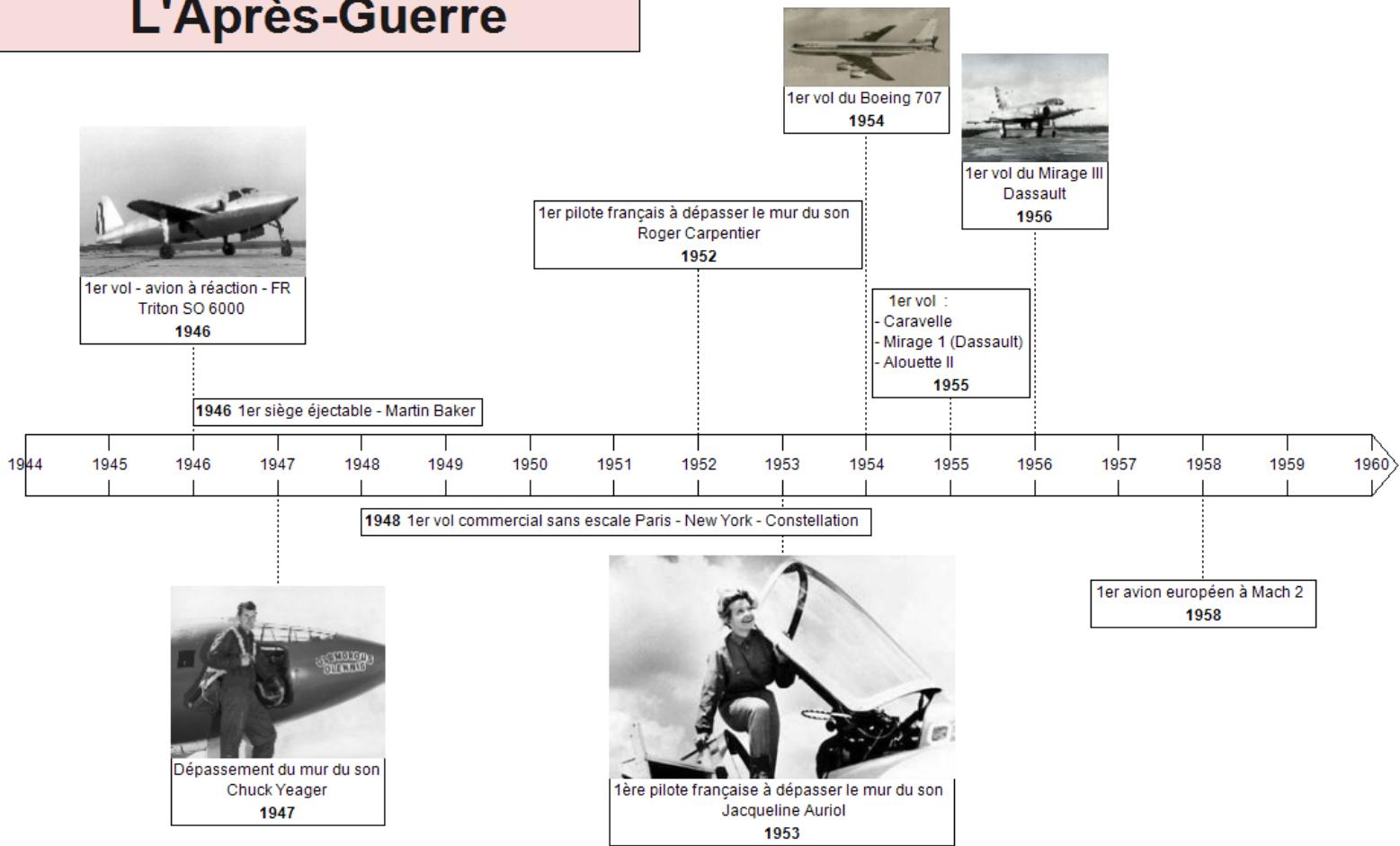
L'Entre-deux-guerres Aviation Commerciale



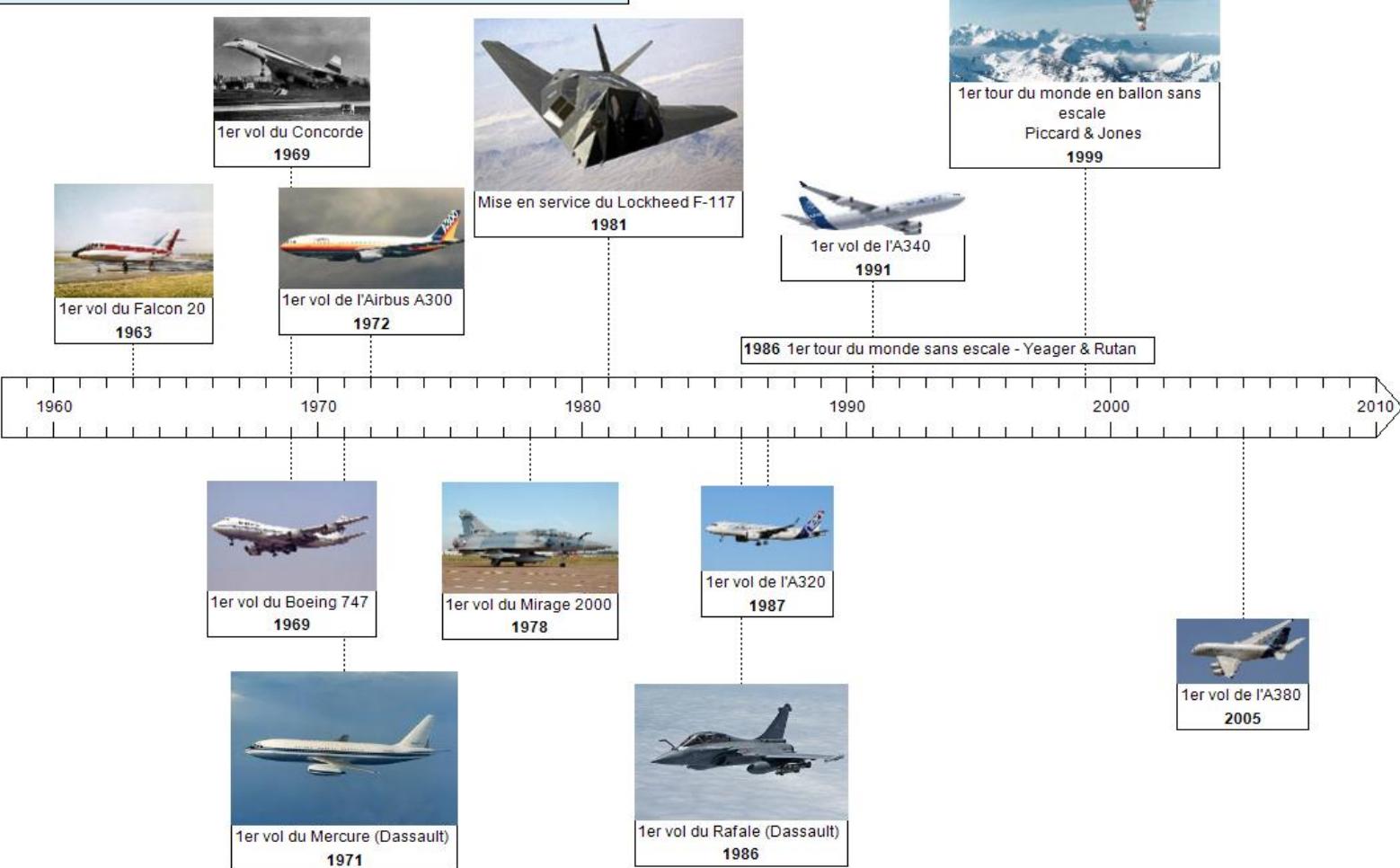
Seconde Guerre Mondiale



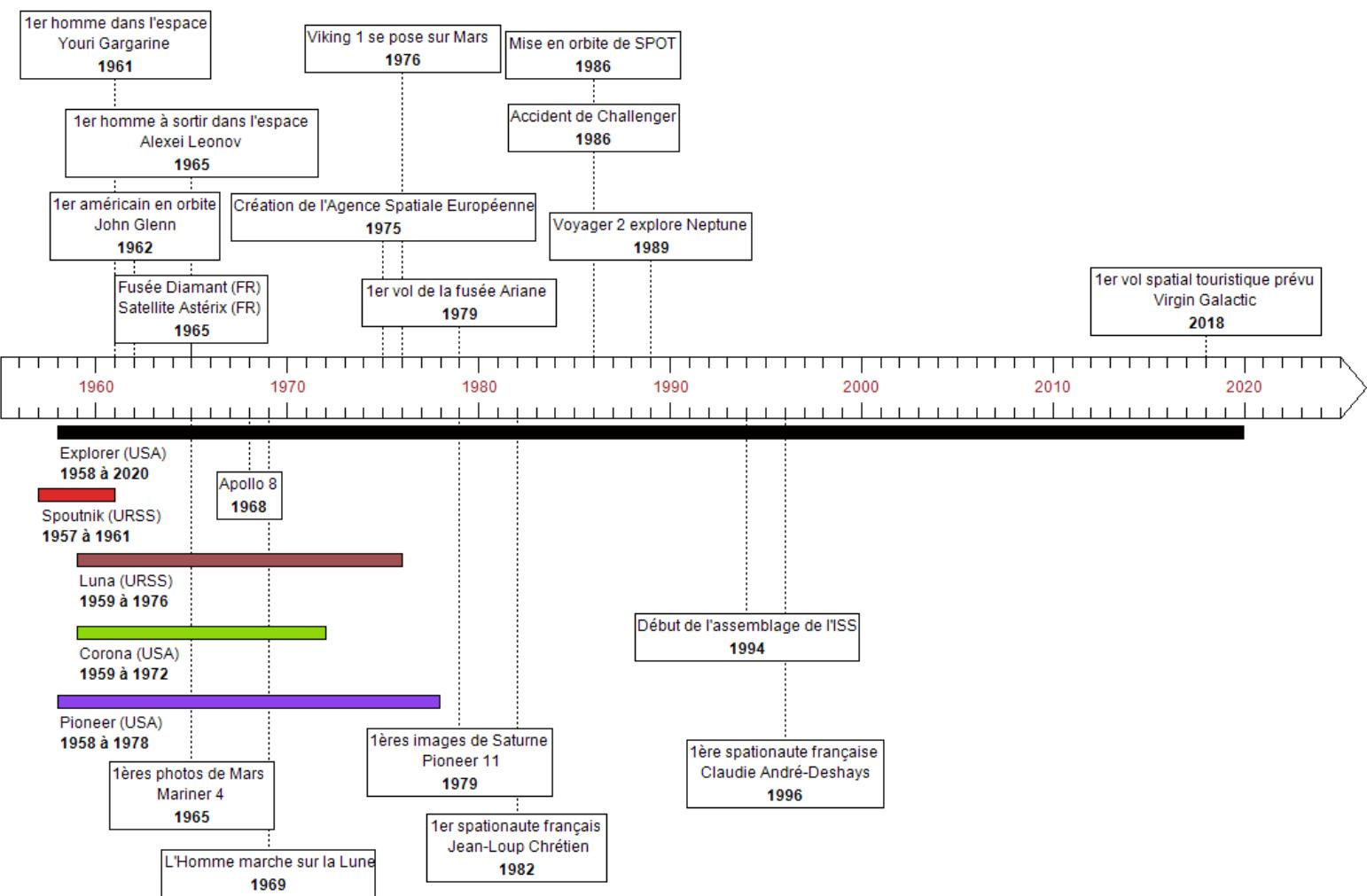
L'Après-Guerre



De 1960 à nos jours



Histoire de l'Espace



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

I. Du Mythe à la réalité

L'idée de naviguer ou de s'élever dans les airs est aussi ancienne que l'humanité.

Les dieux messagers des mythologies antiques comme **Mercure** pour les Romains (ou **Hermès** pour les Grecs) sont représentés avec des ailes.



La légende la plus connue est celle de **Dédale et d'Icare**.

Pour s'enfuir du labyrinthe où ils sont enfermés, Dédale a l'idée de fabriquer des ailes imitant celle des oiseaux, confectionnées avec de la cire et des plumes.

Une fois celles-ci confectionnées, Dédale met en garde son fils Icare de s'approcher trop près du soleil ainsi que de voler au-dessus de l'eau car ceci était trop dangereux.



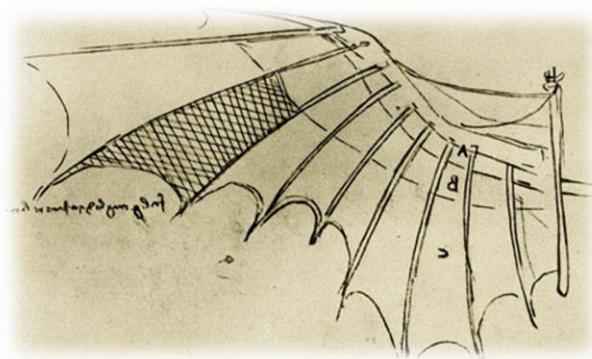
Malheureusement, Icare oublie cet interdit : Il prend trop d'altitude ce qui fait fondre la cire de « ses ailes ». Il meurt précipité dans la mer.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Les années 1500 : Apparition des premières études sur le vol des oiseaux.

Léonard de Vinci conçoit, dessine des machines volantes, proche de l'avion, de l'hélicoptère et du parachute et l'hélice.

Pourtant il ne fera aucune tentative pour les réaliser.



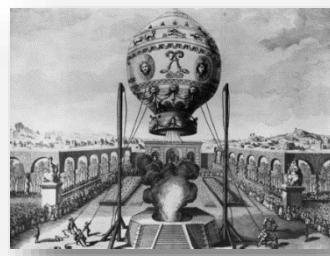
Les années 1600 : Le philosophe **Descartes** ne croit pas que l'homme puisse voler par ses propres moyens. Il pense que l'homme manque de force et ne dispose pas de moyens assez puissants pour s'élever dans les airs.



Mais de nombreux téméraires vont tenter leur chance ...

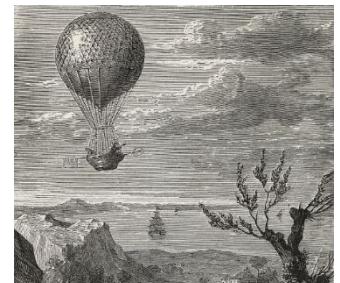
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Le 19 Septembre 1783 : Les frères Montgolfier font la démonstration que l'on peut s'élever dans les airs avec le premier ballon captif à Air chaud.



En 1783 : Pilâtre de Rozier et le Marquis d'Arlandes réalisent le premier vol libre en ballon.

C'est aussi l'année du premier vol d'un ballon à hydrogène qui dure plus de 2h à 3000 mètres d'altitude.



En 1785 : Blanchard à bord de son ballon, réalise la Traversée de la manche.



Dans les années 1700 : Les chercheurs s'orientent dans deux directions qui vont progressivement se combattre ...

- Les partisans des plus légers que l'air qui sentent bien que leur rêve de s'élever dans les airs est réalisable ...
- Les partisans des plus lourds que l'air qui veulent voler comme les oiseaux ... Mais malheureusement, ils ne trouveront pas de sitôt le moteur dont ils ont besoin pour mener à bien leurs projets.

En Décembre 1856 : Apparition du premier signe que l'on peut faire voler un « plus lourd que l'air ». En effet, en Bretagne, sur la plage de Saint Anne-la-palud, **Jean Marie Le Bris** va réussir à faire s'élever son planeur l'Albatros.

Sa machine décolle, posée sur une charrette, face au vent et tirée par un cheval.



Il invente alors le contrôle du vol en agissant sur l'incidence des ailes.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

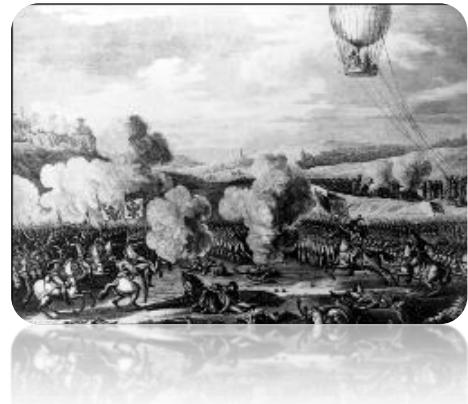
II. Le Choix du 'plus léger que l'air'

En 1783 : Début de l'aventure avec le ballon en papier et gonflé à l'air chaud.

Le 15 juin 1785 : **Pilatre de Rozier** se tue dans l'incendie de son ballon.

C'est la première catastrophe aérienne !

En 1794 : Le ballon est utilisé, à des fins militaires, comme moyen d'observation lors de la bataille contre les troupes anglo-hollandaises.

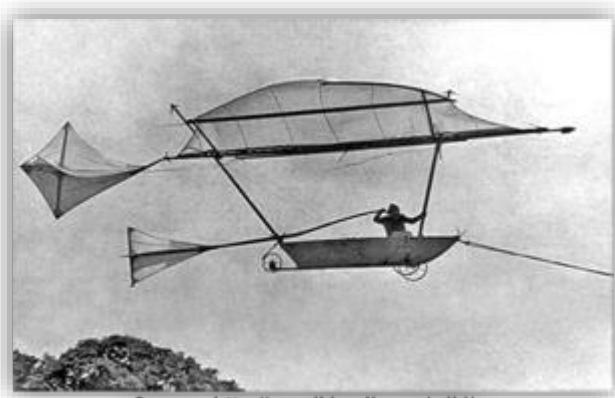


Les Ballons dirigeables

L'inconvénient principal du ballon est l'absence de moyen de pilotage.

Un ballon est entraîné par le vent et donc circule à la même vitesse et dans la même direction que lui.

Au 19^{ème} siècle : le Baron anglais Cayley, conçoit un dirigeable propulsé par des moteurs à vapeur et muni d'un gouvernail de direction. Mais l'absence de moteur plus léger et puissant freina l'évolution des dirigeables.



Source: <http://en.wikipedia.org/wiki/>

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1884 : Vol du dirigeable « La France » de **Charles Renard**.

Il est actionné par un moteur électrique qui entraîne une hélice placée à l'avant de l'appareil.

En 1898 : **Santos-Dumont** adapte un moteur à essence sur un dirigeable.

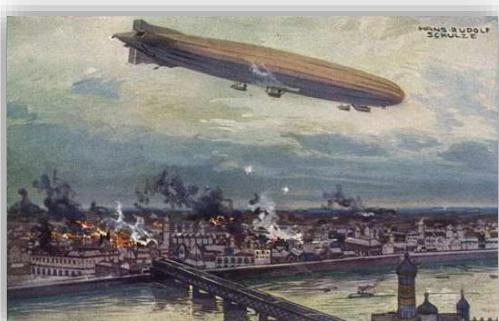
En 1901 : Il contourne la Tour Eiffel avec son **Santos Dumont VI** !



En 1906 : l'Allemagne développe des dirigeables de grandes tailles grâce au **Baron Von Zeppelin**.



Ces Graf-Zeppelin, longs de 236 m, sont constitués de cinq ballons enfermés dans une carcasse en aluminium, recouverte de toiles et actionnée par cinq moteurs de 530 CV. Ceux-ci pouvaient emporter 24 passagers dans un confort digne des grands bateaux de croisières à travers le monde.



Lors de la première guerre mondiale, le Zeppelin est utilisé par l'Allemagne pour bombarder Londres.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1910 : C'est la première traversée de la manche en dirigeable.

En 1930 : Le dirigeable Anglais R101 s'écrase tuant ses 48 passagers.

En 1937 : Nouvel incident encore dû à l'hydrogène et à l'électricité statique, qui va provoquer dans le New Jersey devant les caméras :

La catastrophe du Zeppelin « Hindenburg ».

36 des 97 passagers à bord de l'appareil vont périr dans les flammes.



Cet accident spectaculaire et dramatique marquera la fin des vols de dirigeables jusqu'à un redémarrage récent.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

III. Les Temps Héroïques (1890-1913)

Les premiers vols

Avec les ballons, l'idée que pour évoluer dans l'air il fallait être « plus léger que celui-ci », retarda la progression des travaux sur le « plus lourd que l'air ».

Même si **Jean-Marie Le Bris** réussit à faire décoller son planeur, le manque de moteurs adaptés (moteurs à vapeur très lourd et de faible puissance) ne permet pas de développer une machine capable de décoller et se poser.

En 1890 : L'Aéroplane entre dans l'histoire de l'aviation avec le décollage sur 50 m de l'Eole de **Clément Ader**.



Entre 1890-1896 : **Otto Lilienthal** réalise plus de 2000 vols avec ses planeurs.

En 1897 : **Clément ADER** réalise une évolution de l'Eole équipée de deux moteurs, et celle-ci va s'élever sur 200 m.

Son appareil porte le nom d'A.V.I.O.N (N°3)

Avion = Appareil Volant Imitant un Oiseau Naturel

L'avion est né et, avec lui, va pouvoir commencer le développement de l'Aviation.

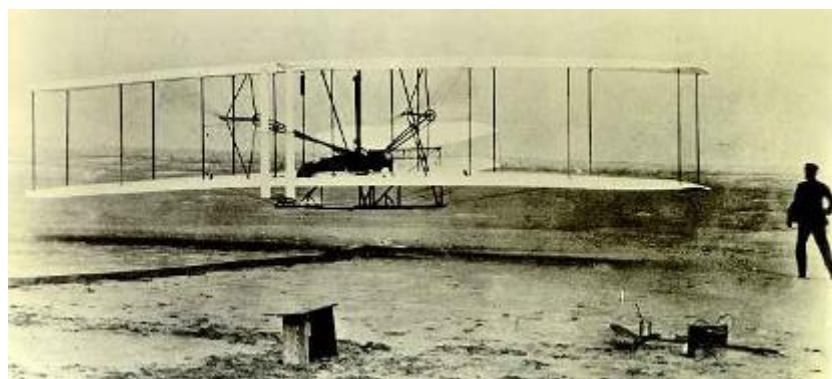
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

De 1898 à 1903 : L'ingénieur français **Octave Chanute** va développer des planeurs.

Sa route va croiser aux Etats-Unis celle de deux frères, fabricants de bicyclettes : **Orwille et Wilbur Wright**.



En 1903 : Flyer (la machine volante) des **frères Wright**, réalise son premier vol.



Elle est équipée d'un moteur de 12 CV.

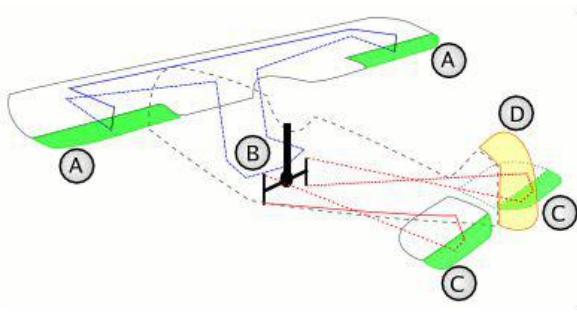
En 1904 : les **frères Wright** réalisent le premier vol en circuit fermé.

En 1906 : **Santos Dumont** avec son avion « 14 BIS », muni d'un train d'atterrissement (deux roues de bicyclette), réalise un vol de 220m à 5m au-dessus du sol.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

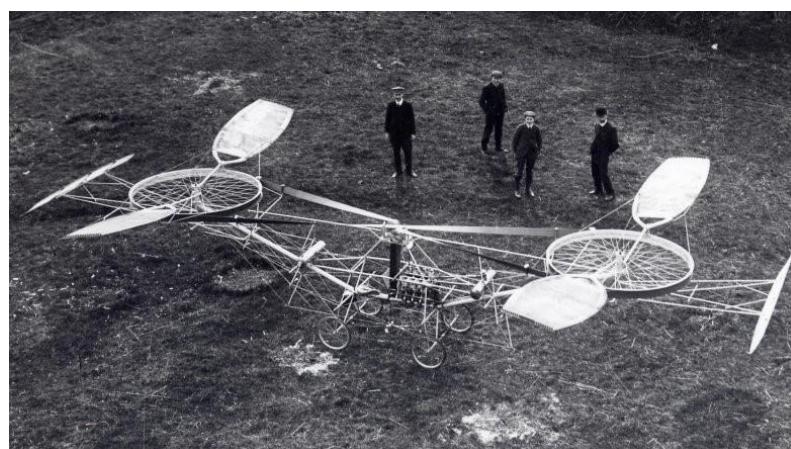
En 1906 : le français **Robert Esnault-Pelterie** invente le « manche à balai » qui commande les ailerons et les gouvernes de profondeur. **Louis Blériot** invente un dispositif similaire surnommé « la cloche ».



Pas d'image connue côté Esnault-Peleterie

La cloche de Blériot

En 1907 : **Paul Cornu** réalise le premier hélicoptère.



En 1908 : **Henri Farman**, sur un avion de **Gabriel Voisin**, réalise le premier kilomètre en circuit fermé.

C'est aussi **Farman** qui réalise la même année, le premier vol avec un passager.

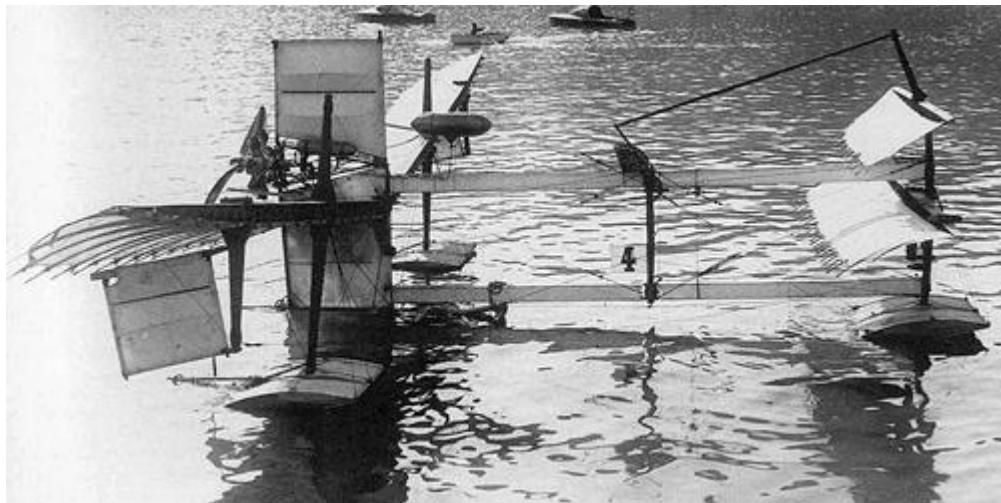


En 1909 : **Louis Blériot**, avec son Blériot XI, un monoplan de sa fabrication, réalise la traversée de la manche.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1910 : Henri Fabre fabrique le premier hydravion.



En 1913 : Roland Garros traverse la Méditerranée avec un Morane type H.

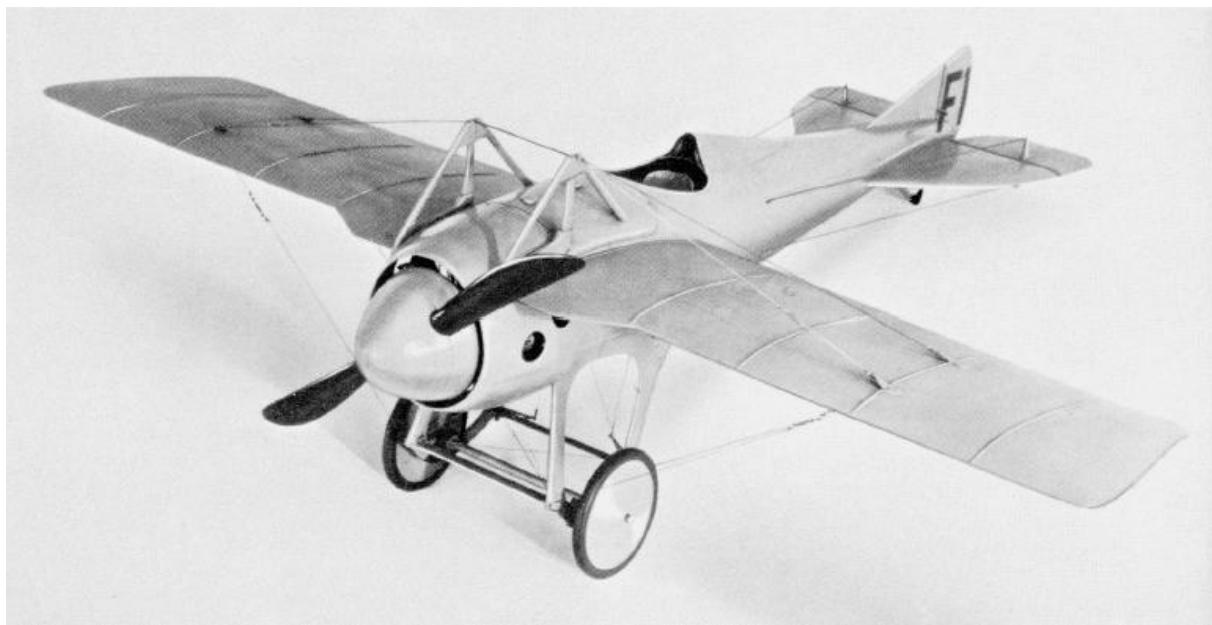


En 1913 : l'aviateur Pégoud, saute de son monoplan Blériot en parachute.

C'est le premier saut en parachute d'un avion.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Toujours en 1913 : l'ingénieur **Déperdussin** permet d'atteindre les 200 Km/h avec son avion très moderne (aile basse, aucun haubanage et un moteur de 160 cv).



Tandis qu'**Igor Sikorsky**, fabrique en Russie le premier quadrimoteur, le Bolchoï.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

IV. La Première Guerre Mondiale (1914-1918)

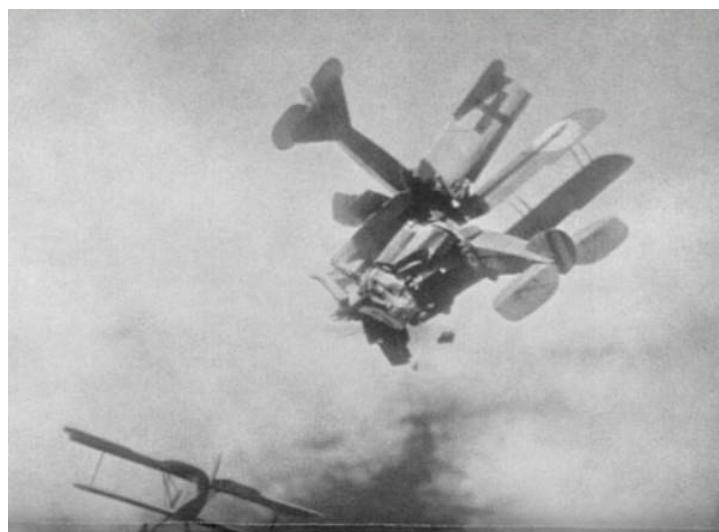
En 1914 : Début de la guerre, les avions militaires sont peu nombreux et servent surtout à l'observation, la surveillance et pour le renseignement.

L'avion est un moyen, plus pratique que le ballon captif, pour voir de l'autre côté de la colline.

De Février à Décembre 1916 : La bataille de Verdun fait rage pendant 10 mois et les militaires commencent à voir les possibilités offertes par l'aviation.

« Balayez-moi le ciel ! Je suis aveugle ! ».

Et dès lors, l'aviation se procure une place importante dans le conflit (chasse, bombardement) et dans tous ceux qui se dérouleront par la suite.



La construction d'avion s'intensifie alors en France :

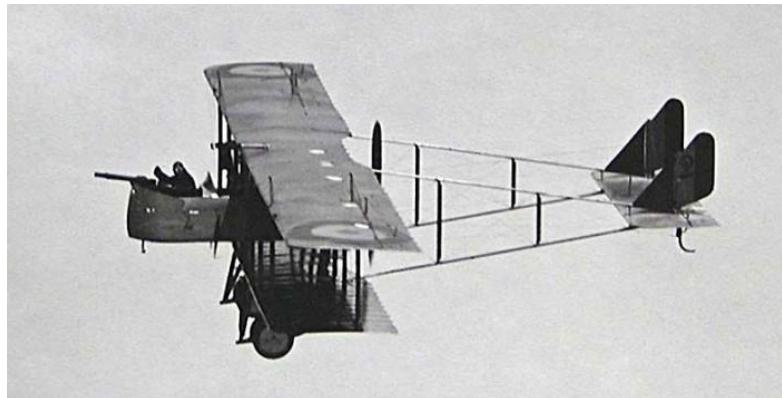
En 1914 : 148 Avions

En 1918 : 3608 Avions

Ceux-ci auront alors des missions spécifiques

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

A. Les Farman et Caudron pour la « Reconnaissance »



Farman MF-11

B. Les Morane, Neuport, Fokker (allemand) et Spad pour la « Chasse »



Spad XIII

C. Les Voisin et Breguet pour le « Bombardement »



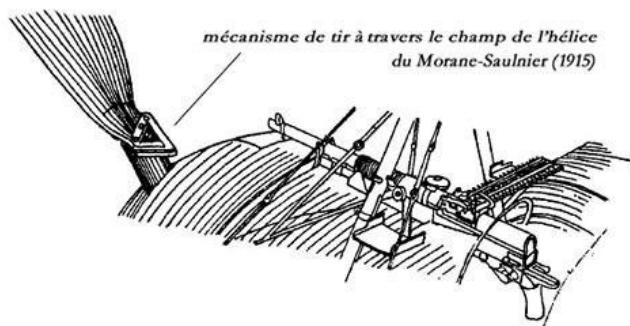
Breguet XIV

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1914 : Le sergent **Joseph Frantz** et son mécanicien-mitrailleur, le caporal **Louis Quenault**, à bord de leur biplan Voisin, croisent la route d'un Aviatik allemand qu'ils parviennent à abattre, remportant ainsi la première victoire aérienne de l'histoire.

(A l'époque on se tire dessus à la carabine).

En 1915 : **Roland Garros** réalise le premier tir avec une mitrailleuse à travers l'hélice de son Morane (balles déviées).



En 1915 : Le premier vol d'un **avion entièrement métallique**, le Junkers J1 (allemand).



En 1916 : Des pilotes volontaires américains se sont regroupés dans une nouvelle escadrille baptisée « Lafayette » en souvenir de l'aide des Français pour l'indépendance de ce pays.

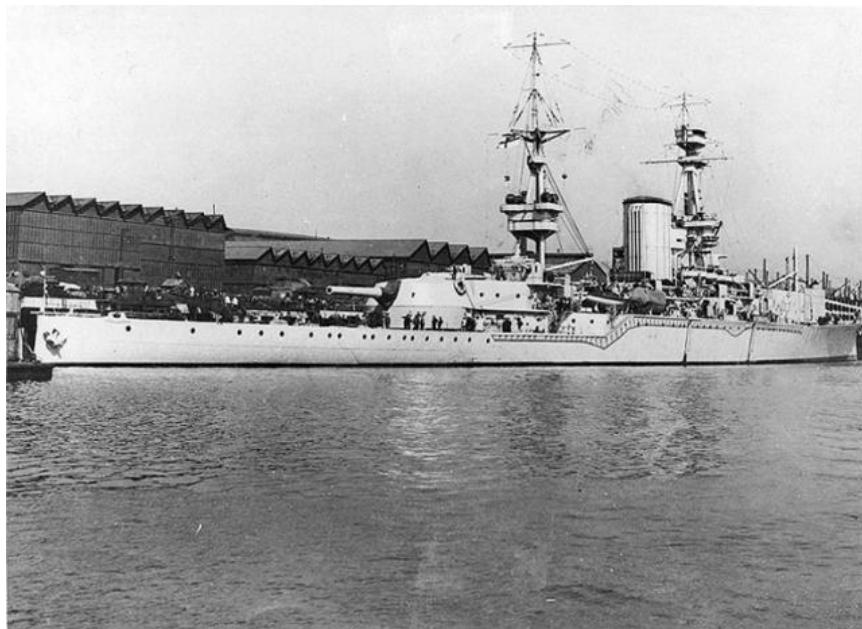


BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1916 : **Marcel Bloch** (qui deviendra plus tard **Marcel Dassault**) conçoit la meilleure hélice de l'époque (l'Eclair).



En 1917 : Un chasseur anglais décolle du pont de l'HMS Furious.



C'est le premier « porte-avion » de l'histoire.

En 1917 : L'armée française regroupe les meilleurs pilotes au sein d'une même escadrille « Les cigognes ».

Ces pilotes d'élites sont appelés des « AS ».

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Les AS de la Première Guerre Mondiale :

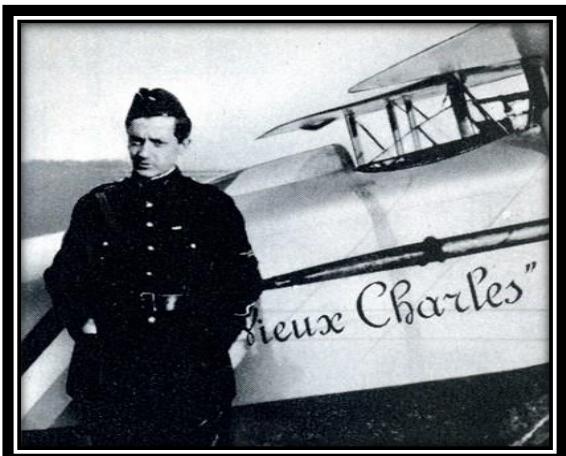


France



René Fonck

75 victoires



Georges

Guynemer

54 victoires



Charles

Nungesser

45 victoires

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE



Allemagne



Rittmeister Manfred von Richthofen

- The Red Baron -

Fokker DR I (triplane)
Jasta 11, JG1, January 1917

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

V. L'Entre Deux-Guerre (1919-1939)

Après la Première Guerre Mondiale, l'aviation, qui s'est bien développée, se tourne vers de nouveaux défis.

C'est l'époque des Grands Raids, du développement des lignes aériennes pour transporter le courrier puis les Hommes.

Les grands Raids :

En 1919 :

- **Roget et Coli** partent de Paris pour rejoindre Kenitra au Maroc.
- **Alcock et Brown** traversent l'Atlantique Nord de Terre Neuve à l'Irlande.
- **Poulet** part de paris pour rejoindre Rangoon.

En 1921 : Adrienne Bolland traverse la Cordillères des Andes avec son Caudron G3.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Témoignage de cette jeune femme :

« J'ai volé pendant un certain temps, sans rien dans la tête que la peur. De plus, j'avais horriblement froid. Mes moyens ne m'avaient pas permis de m'équiper convenablement et je m'étais couverte tant bien que mal avec un pyjama, une combinaison de coton et un matelas de vieux journaux. J'avais les doigts gelés, malgré le papier-beurre dont j'avais essayé de les envelopper. Pas d'inhalateur, bien sûr, et le col, avec sa statue du Christ, était à 4 080 mètres. Je devais passer vers 4 200. Je volais depuis près de trois heures. J'avais beau avoir pour neuf heures d'essence, je n'en menais pas large. Tout à coup, sur ma droite, j'aperçois des cours d'eau qui coulaient dans l'autre sens. Et tout de suite après, la plaine, avec une grande ville presque droit devant moi. Santiago ? Ce n'était pas certain, mais des villes de cette importance, il me semblait qu'il ne devait pas y en avoir des quantités au Chili.

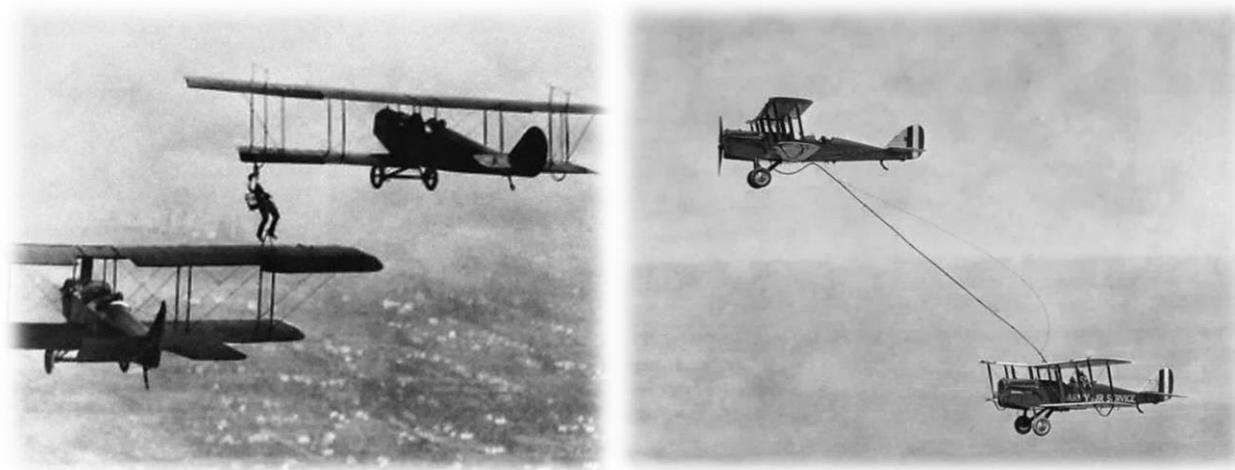
Le temps de me poser la question et j'étais dessus. On m'avait dit que l'aérodrome était à 7 kilomètres de la ville. Je fais un virage à gauche et j'aperçois, sur le terrain, des points qui brillaient sous le soleil. En m'approchant, j'ai compris : on m'attendait avec la musique militaire...

Avec mes doigts raides, j'ai eu l'impression que je n'arriverais jamais à me poser sans casse. Mais tout s'est passé on ne peut mieux. On avait étendu sur le terrain trois drapeaux : celui d'Argentine (d'où je venais), celui du Chili et le drapeau français. J'ai touché, hélice calée, au beau milieu de nos couleurs. Je ne l'avais pas fait exprès, mais tout le monde a crié au miracle : « Quelle précision ! ». »

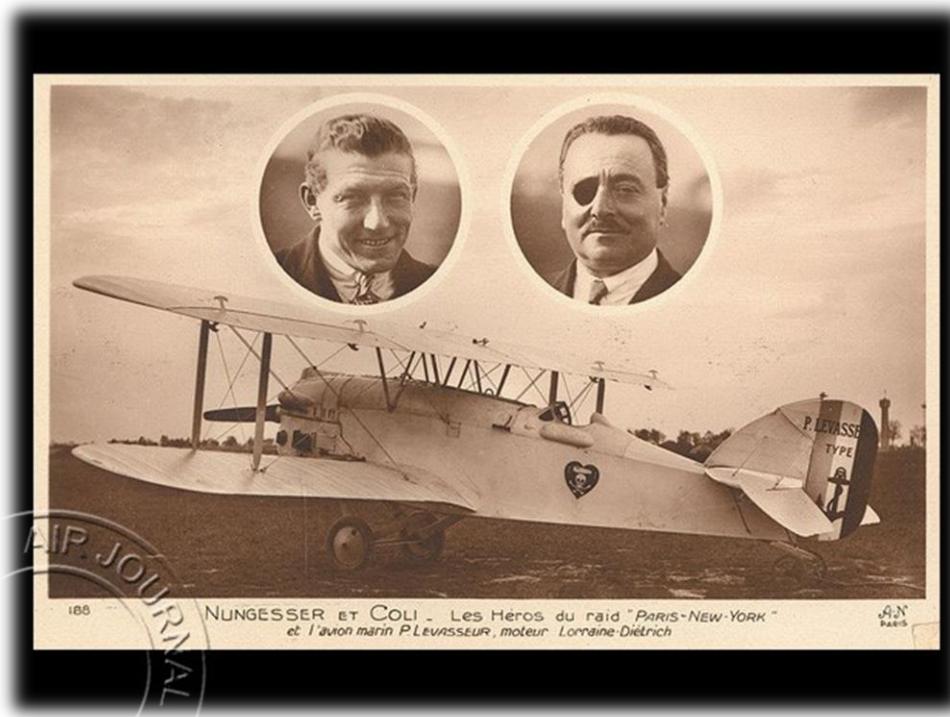
BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1923 : La Traversée du continent américain (4088 Km).

C'est aussi le premier ravitaillement en vol réussi.



En 1927 : Nungesser et Coli tentent la traversée de l'Atlantique Nord sans escale à bord de leur biplan Levasseur. Ils disparaissent en mer.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Quelques jours plus tard, **Charles Lindbergh** relie New York à Paris avec :

Le « Spirit of St Louis »



En 1930 : **Coste et Bellonte** avec le Breguet 19 « Point d'interrogation » traversent l'Atlantique Nord de Paris à New York.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1932 : Une femme réussie la traversée de l'Atlantique Nord à son tour.

C'est **Amélia Earhart**.



En 1938 : **Howard Hughes** fait le tour du monde en 3 jours 19 heures et 24 mn aux commandes d'un Lockheed Electra.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

L'aviation commerciale

1. Transport de courrier : l'Aéropostale

Au lendemain de la Première Guerre, la France a énormément d'avions dont elle ne sait que faire.

Pierre Georges Latécoère a l'idée d'utiliser ces avions pour transporter le courrier dans les colonies française.

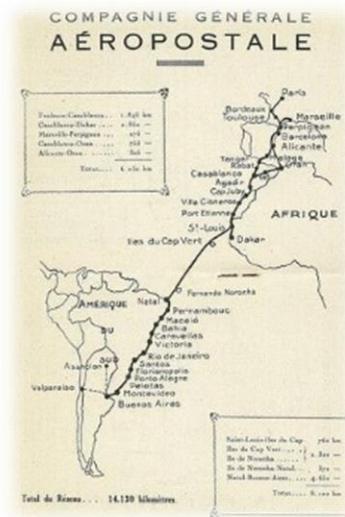


Avec le pilote **Lemaître**, il réalise un vol de Toulouse à Rabat avec une escale à Barcelone Alicante et Malaga.

Celui-ci porte au **Maréchal Lyautey**, qui le reçoit sur le champ d'aviation, le Journal "Le Temps", arrivé le matin à Toulouse avec un bouquet de violettes.

La Ligne est alors née très rapidement, et va se développer dans toute l'Afrique du Nord, Dakar puis vers l'Argentine.

Des pilotes aventuriers vont écrire sa légende : **Guillaumet, Mermoz, St Exupéry...**



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1928 : Mermoz traverse l'Atlantique Sud avec un Hydravion (Latécoère 28) pour le premier vol commercial qui va jusqu'à Buenos Aires.



A partir de 1929 : Le courrier est acheminé de Buenos Aires à Santiago du Chili en passant les Andes.



Lors d'une de ses parieuses traversées, **Guillaumet** est obligé de se poser en catastrophe dans les Andes.

Devant les éléments déchainés, il passe 48h, blottit entre les sacs de courriers dans les restes de l'avion. Puis il marche, durant 5 jours, dans la neige et le froid avant d'être retrouvé, épuisé et gelé !

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Dans son livre « Terre des hommes » : **Saint Exupéry** rapporte la phrase de son ami lors de leurs retrouvailles : « *Ce que j'ai fait, je te le jure, jamais aucune bête ne l'aurait fait* ».

En 1933 : l'Aéropostale se regroupe avec plusieurs petites compagnies pour créer la compagnie Air France.

En 1936 : Mermoz disparaît aux commandes de son Latécoère 300 (croix du sud). Son dernier message : « *Coupons... moteur... arrière droit* »



C'est la fin d'une époque et de l'aventure de l'Aéropostale.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Le transport de passagers

A partir de 1930 : Toutes les grandes explorations sont terminées.

Presque toutes les liaisons ont été faites. L'aviation a perdu un peu de son caractère aventureux et héroïque pour devenir une routine.

L'Explorateur est remplacé par le Commandant de bord.

Les avions deviennent plus puissants et les performances s'améliorent encore.

On assiste à la mise en place de l'aviation commerciale.

Dès 1919 : Les techniques ont suffisamment évolué pour permettre d'envisager une exploitation commerciale des avions.

Le Farman Goliath F 60 relie Paris à Londres avec 11 passagers.



En 1926 : Aux Etats-Unis, **Juan Trippe** crée la PanAm.

Cette compagnie va révolutionner le monde du transport aérien (conception du B 747 avec Boeing).



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

A la même époque, **Howard Hughes**, aviateur, constructeur aéronautique, homme d'affaires et producteur de film, rachète la compagnie TWA.

En 1933 : Air France voit le jour, avec le regroupement de cinq compagnies Françaises (l'Aéropostale, Air Union, Farman, C.I.D.N.A et Air Orient).

En 1935 : Naissance d'un avion de légende, le DC3 Dakota.

Il sera construit en 10 000 exemplaires jusqu'aux années 1970 !

C'est un avion rentable pour les compagnies aériennes, capable de transporter 21 passagers à travers les Etats-Unis en faisant une seule escale.



Lors de la 2^{ème} guerre mondiale, il devient C-47 et sera mobilisé sur tous les champs de batailles.

En 1938 : Boeing sort le B 307 Stratoliner, premier appareil à cabine pressurisée.

A partir de ce moment, les avions peuvent voler au-dessus des turbulences météorologiques (6000 m), rendant le voyage plus calme et plus sûr.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VI. La Deuxième Guerre Mondiale (1939-1945) :

En 1934 : L'Armée de l'Air est créée. Elle était avant intégrée dans l'Armée de Terre.

En 1935 : L'Armée de l'Air Française possède 1500 avions et L'Armée de l'Air Allemande 0 !

Deux ans plus tard la France est passée à 1800 avions et l'Allemagne 5000 avions !

Les principaux avions Français de l'époque :

1. Les chasseurs



Dewoitine D-520



Morane-Saulnier MS 406

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

2. Les bombardiers



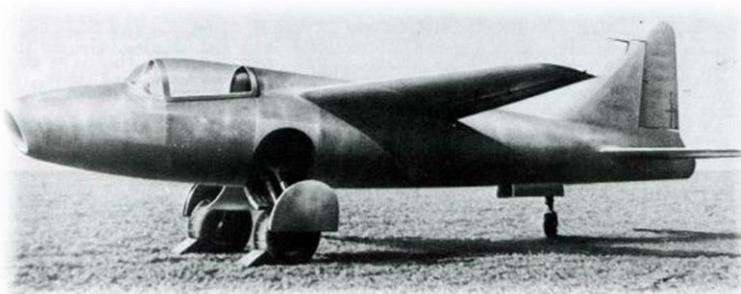
Bloch 200 et Potez 54

En 1937 : Lors de la Guerre Civile en Espagne, la légion Condor de la Luftwaffe d'Hitler, bombarde la ville de Guernica.

Cette « démonstration de force » de l'aviation Allemande se soldera par 2000 morts et la ville rasée !



En 1939 : L'Allemagne fait voler le Heinkel 178, le premier avion à réaction.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1940 : L'Allemagne envahit la France, la Belgique et la Hollande grâce à sa supériorité sur terre et dans le ciel.

C'est aussi la bataille d'Angleterre qui voit s'affronter sur les côtes de la Manche, la Lufwaffe Allemande et la chasse Anglaise composée :



Spitfire



L'Hurricane

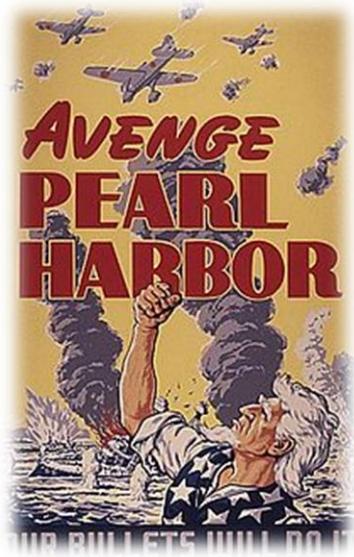
L'Angleterre stoppe l'aviation Allemande lors de la Bataille d'Angleterre.

L'aviation prend alors un rôle prépondérant dans le conflit, avec un développement important des bombardiers stratégiques.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1941 : L'aéronavale japonaise lance une attaque surprise sur la base américaine de Pearl Harbor à Hawaii.



Cette attaque, plonge les USA dans la Deuxième Guerre Mondiale.

En 1942 : La première action contre le Japon est le Raid Doolittle (bombardement de Tokyo avec des B-25 partis du porte-avion USS Hornet).



Ce raid fut « une piqûre de moustique » pour les Japonais mais montra l'importance des porte-avions dans le conflit.



Les pertes importantes de bombardiers :

- Halifax, Lancaster (Anglais)
- B17, B24 (Américains)

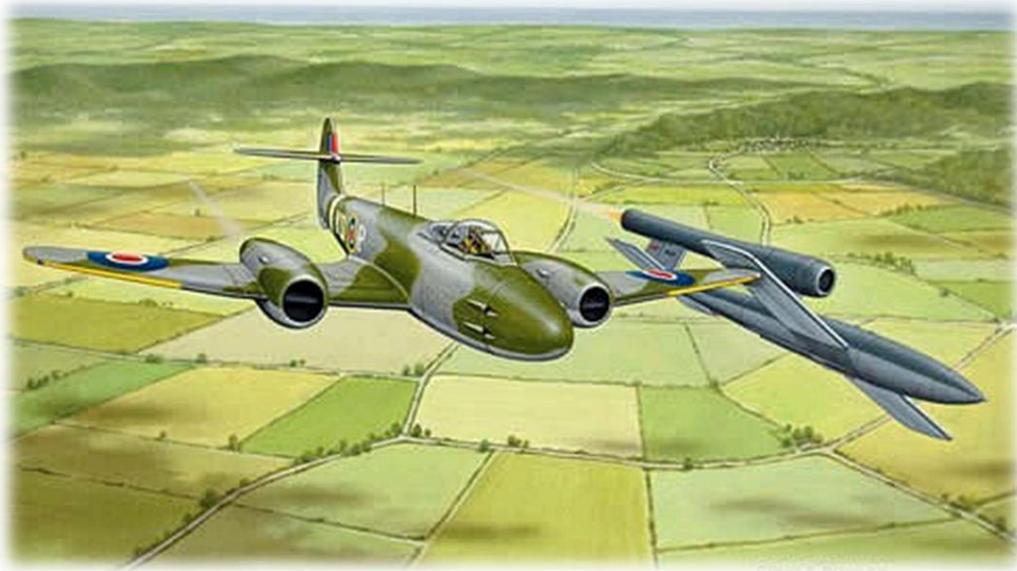
Ceci amène les USAAC à développer des avions de chasse d'escorte.

En 1944 : Les Allemands mettent en service le premier chasseur à réaction, le Me 262.

Cet avion révolutionnaire atteint 860 Km/h, soit 100 km/h de plus que l'appareil allié qui vole le plus vite.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Les Anglais développent alors le chasseur à réaction « Gloster Meteor » pour intercepter les « bombes volantes » V1 qui ravagent Londres.



Les avions à réactions commencent à se développer.

En 1944 : Disparition en mission **d'Antoine de St Exupéry** aux commandes de son P38 Lightning au-dessus de la Corse.



Le 6 juin 1944 : Débarquement des troupes alliées en Normandie, avec la participation de 11.000 avions dont 2.400 avions de transports, de troupes et 860 planeurs.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Le 6 Août 1945 : Une forteresse volante B-29 "Enola Gay" pilotée par **Paul W Tibbets** va larguer la première bombe atomique "Little Boy" sur la ville de Hiroshima.

Une 2^{ème} bombe sur Nagasaki mettra un terme à ce conflit interminable avec le Japon.



Comme lors de la Première Guerre, des pilotes hors du commun marqueront l'histoire (les AS).

En France, c'est **Pierre Clostermann**, vu ici dans son Hawker Tempest, qui a raconté ses missions dans son livre *Le grand cirque*.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

VII. L'Aviation de 1945 à nos jours

Après la deuxième guerre mondiale, les avions à réactions sont militaires et volent à 900 Km/h.

Les pilotes qui ont atteint cette vitesse rapportent que l'avion est instable et que les commandes ne répondent plus.

Pour symboliser que le passage de Mach 1, la vitesse du son (approximativement 100 Km/h) est un mur à franchir :

On parle de « mur du son ».

L'aviation militaire :

En 1947 : La Société Bell-Aircrafts (USA) s'y attaqua et travailla sur une série d'essais, conjointement avec l'US Air-Force.

L'avion fabriqué, pour cette tentative, était le Bell X-1, avion entièrement métallique et très robuste.

Pour le dessiner, les ingénieurs s'inspirèrent d'une balle de fusil, ce qui lui apporta un aérodynamisme certain.

Il était pressurisé et il disposait de systèmes très sophistiqués pour toutes sortes de mesures. Il est largué d'un B-29 modifié.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Le 14 octobre 1947 : Chuck Yeager aux commandes de son Bell X1, grimpe à 12000m et passe le mur du son. (*Voir le film L'étoffe des héros*).

En 1946 : Côté français, le premier avion à réaction voit le jour, il s'agit du SO-6000 Triton conçu en cachette pendant l'occupation allemande.

En 1949 : Développement du premier chasseur à réaction de conception française (**Dassault Ouragan**).



En 1949 : l'ingénieur français **René Leduc** réalise le premier avion à tuyère thermopropulsive.

Le statoréacteur est né !

Il équipera par la suite le SR 71.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1952 : Roger Carpentier est le premier pilote français à passer le mur du son en piqué sur un Mystère II.

En 1953 : Développement du premier avion militaire de série à passer le mur du son en palier, c'est le Super sabre F-100 américain de North American.



En 1961 : Les français réalisent le premier avion de combat, capable de passer Mach 2 : le Mirage III de Dassault.



En 1978 : Dassault fait le premier vol du Mirage 2000.



En 1986 : c'est le premier vol du Rafale.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

L'aviation commerciale :

En 1939 : Lockheed débute le développement du Constellation sous l'impulsion **Howard Hughes**, patron de la TWA.

En 1945 : La TWA reçoit son premier Constellation. Son premier vol est un Washington DC - Paris avec une escale en Irlande (manque d'autonomie de l'appareil).



En 1954 : Avec le super Constellation, les avions à hélice transportent plus de passagers et emportent plus de carburant, ce qui permet de faire des vols transatlantiques sans escale.

Mais déjà tous ces avions à hélices (Breguet deux ponts, B 377 Stratocruiser, ...) sont dépassés car ceux-ci trop couteux et plus assez rapide pour des passagers toujours trop pressés.

Les britanniques sortent le quadrireacteur De Havilland DH-106 Comet qui connaît une série d'accidents (cellule mal conçue).



En 1954 : Pour répondre à cette demande Boeing sort le B 707.



Cet avion va révolutionner le transport aérien et sera construit en 9000 exemplaires ! Sa forme est celle de quasiment tous les avions de transport de passagers depuis lors. (Ailes en flèche, réacteurs séparés et disposés sous la voilure).

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1955 : La France réalise son premier avion de ligne à réaction : La Caravelle, dont les deux réacteurs sont accrochés à l'arrière de l'appareil, ce qui sera repris par de nombreux constructeurs.

L'appareil sera produit en 280 exemplaires et sera exploité par Air inter (jusqu'en 1991)



En 1963 : Dassault développe un avion d'affaire en appliquant des solutions techniques éprouvées sur ses avions militaires. Il reprend aussi l'idée de Sud Aviation pour la Caravelle des moteurs à l'arrière de l'appareil.



Dans un premier temps baptisé Mystère 20, il portera le nom de **Falcon 20**, plus facile à prononcer pour les Américains.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1968 : C'est la course à l'avion supersonique ! Et ce sont les russes avec le Tupolev 144 qui réalise le premier vol.



En 1973 : Un accident, retarde sa mise en service. Un autre accident, en 1978, réduit l'utilisation des appareils produits au transport de fret et de passagers dans l'espace soviétique.

En 1969 : C'est le premier vol d'essai du Concorde à Toulouse-Blagnac avec **André Turcat** aux commandes.

C'est le début de l'exploitation d'avions supersoniques pour le transport de passagers.



En 1976 : Les vols commerciaux débutent.

En 2003 : Ils se terminent.

Le coût du carburant, de l'entretien et l'accident de l'an 2000, ont eu raison du bel oiseau blanc.

Il reste le seul avion supersonique à avoir eu 27 ans exploitation commerciale.

En 1969 : Le Boeing 747 vole pour la première fois.

Les premiers exemplaires seront livrés un an plus tard à Air France pour la ligne Paris – New York.

Pour lutter contre la concurrence américaine, les Européens créèrent Airbus-Industries, consortium qui regroupe la France, l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Espagne et l'Italie.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1972 : C'est le premier vol du A300 qui lance l'histoire d'Airbus.



En 1987 : Airbus lance le A 320, le premier avion à commandes de vol électriques.



En 1991 : Création de l'A340 quadriréacteur

En 2005 : Création de l'A380, très gros porteur

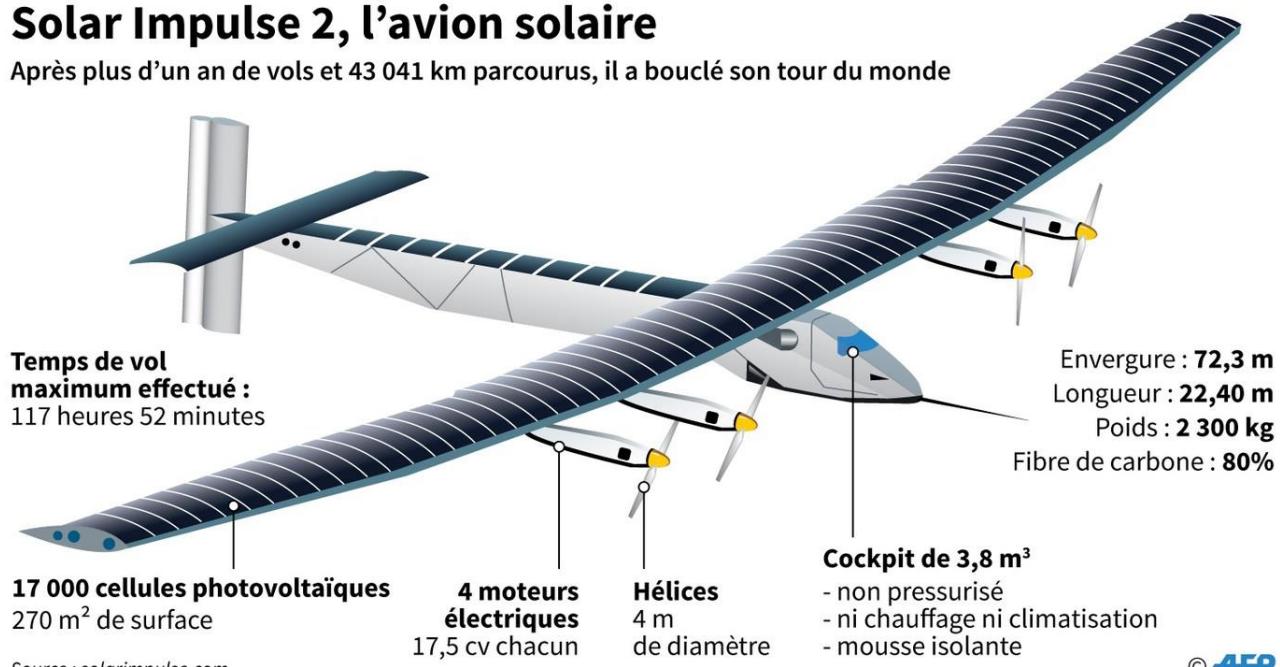
En 2013 : C'est le premier vol du A 350, avion réalisé en grande partie en matériaux « composites (fibres de carbone).

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

La propulsion électrique et solaire se développe et redécouvre les défis du passé : faire le tour de la terre avec le Solar Impulse II.

Solar Impulse 2, l'avion solaire

Après plus d'un an de vols et 43 041 km parcourus, il a bouclé son tour du monde



© AFP

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

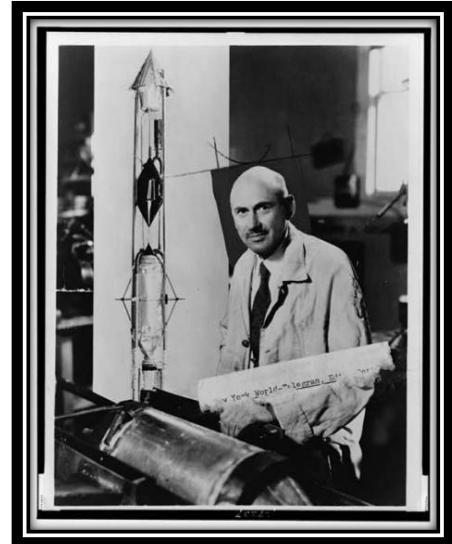
VIII. La Conquête Spatiale

En 1903 : Constantin Tsiolkovski, scientifique russe, décrit le principe d'une fusée assez puissante pour se libérer de l'attraction terrestre et atteindre d'autres planètes.

Il aborde alors la forme de la chambre de combustion, le guidage de la trajectoire de la fusée, ...

Tous ses principes seront repris par la suite.

« La Terre est le berceau de l'Humanité, mais on ne passe pas sa vie dans un berceau. »



En 1930 : Wernher von Braun, pionnier de l'astronautique poursuit ses recherches pour le régime Nazi.

On lui doit la conception des fusées V2.

En 1942 : La première fusée de grande taille est lancée d'Allemagne.

Récupéré par les américains après la défaite allemande de la 2^{ème} Guerre Mondiale, il développe pour l'armée américaine, des missiles balistiques.

Avec le lancement de la course à l'Espace avec l'Union Soviétique, il devient l'un des principaux responsables de la NASA et travaille sur le développement de la fusée Saturn V.



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1957 : Les Russes lance le premier satellite artificiel, « Spoutnik 1 » qui tourne autour de la terre.



Il s'en suivra « Spoutnik 2 » ainsi que la chienne **Laïka** à bord.

En 1961 : Youri Gagarine à bord de Vostok 1 est le premier homme dans l'espace.

Une fois de plus les Russes battent les Américains.



En Juillet 1962 : Le premier satellite américain « Telstar »

Ce satellite sera l'inspiration du personnage emblématique de Star Wars : R2-D2



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En Mai 1961 : Le Premier astronaute Américain:
Alan Shepard.

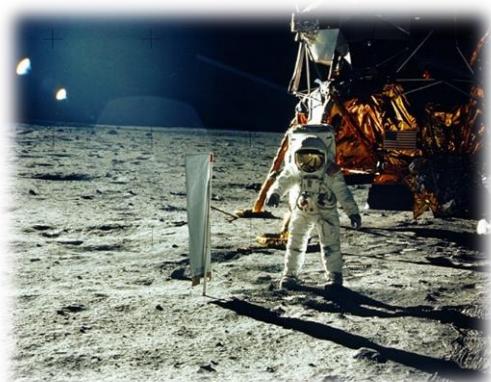
Il partira avec le Premier Programme spatial américain : **Mercury**



En Juin 1963 : La 1ère Femme (Russe) mise en orbite dans Vostok 6 : Valentina Teresshkova.



En 1969 : Le programme Apollo permet la conquête de la lune.



Apollo 11: **Neil Armstrong** est le premier homme à marcher sur la lune.

« C'est un petit pas pour l'homme, mais un pas de géant pour l'humanité »



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En Novembre 1965 : Diamant A : Première fusée Française à avoir lancé le premier satellite (Astérix)



En Décembre 1972 : Dernier alunissage : Apollo 17



En Décembre 1979 : Le Premier vol Ariane (lanceur Européen)



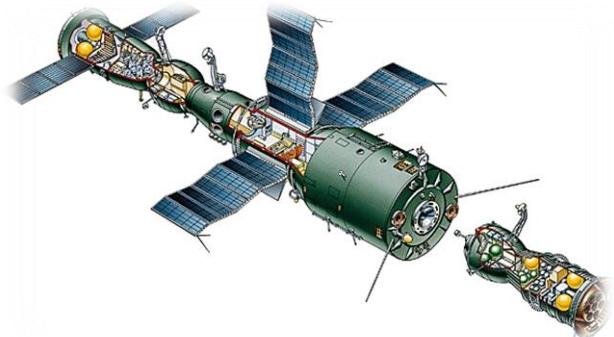
En Avril 1981 : La Première navette spatiale américaine : Colombia



En Juillet 2011 : Elle finira sa carrière.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En Juin 1982 : Le Premier Astronaute Français: **Jean Loup Chrétien** rejoint la station Russe « Saliout 7 » à bord de Souyouz T6.



En 1986 : Explosion en vol de la Navette Challenger



En Aout 1996 : La première Française dans l'espace : **Claudie André-Haigneré**



BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

En 1998 : Lancement du 1er élément de la Station Spatiale Internationale (ISS)



En 2003 : Destruction de la Navette Columbia lors de sa rentrée dans l'atmosphère.



Des entreprises états-unies développent des lanceurs privés et le tourisme spatial semble être pour bientôt, grâce à des engins en partie réutilisables.

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

SIGLAISON AERONAUTIQUE ANGLO-FRANCAISE

Sigle	Anglais	Français
ADF	Automatic Direction Finder	Radiocompas
APU	Auxiliary Power Unit	Groupe Auxiliaire de Puissance(GAP)
ATC	Air Traffic Control	Contrôle de la circulation aérienne
BKN	BroKeN	Fragmentés (5-7 octas)
CAT	Clear Air Turbulence	Turbulence en ciel clair
CAVOK	Ceiling And Visibility OK	Plafond et visibilité OK
CVR	Cockpit Voice Recorder	Enregistreur de conversations de poste de pilotage
DZ	Drizzle	Bruine
EGT	Exhaust Gaz Temperature	Température des gaz d'échappement
FCST	ForeCaST	Prévu (temps)
FDR	Flight Data Recorder (the black box)	Enregistreur des paramètres de vol (Boîte noire)
FEW	FEW	Peu ou quelques (1 à 2 octas)
FG	FoG	Brouillard
FM	From	A partir de
FZ	FreeZing	Surfondé, se congélan
GR	hail	Grêle
HZ	HaZe	Brume sèche
ILS	Instrument Landing System	Système d'atterrissement aux instruments
KT	KnoT	Nœud

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

LOC	LoCally	Localement
LYR	LaYeR	En couches
METAR	METeorologic Al Report	Message d'observation régulière
NOSIG	No significant change in next two hours	Pas de changement significatif au cours Des 2 heures à venir
NSC	No Significant Cloud	Pas de nuages (0 octa) (remplace SKC En 2010)
OVC	OVerCast	Couvert (bouché 8 octas)
PROB	PROBably	Probablement
RA	RAin	Pluie
RPM	Révolutions Per Minute	Tours par minutes
SCT	SCaTtered	Epars (3-4 octas)
SH	SHower	Averse
SHSN	SHower SNow	Averse de neige
SIGMET	SIGNificant METeorology	Phénomènes significatifs
SKC	SKy Clear	Ciel clair (remplacé par NSC en 2010)
SN	SNow	Neige
TAF	Terminal Area Forecast	Bulletin de prévision d'aérodrome
TEMPO	Temporarily	Temporairement
TEMSI		Temps significatif
TS	ThunderStorm	Orage
UTC	Universal Time Coordinated	Temps universel coordonné
VALID	Validity	Validité

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Liste de vocabulaire exigible

Français	Anglais
Aéofreins	Airbrakes
Aileron	Aileron
Aile	Wing
Ailette d'extrémité d'aile (<i>ou penne</i>)	Winglet
Allumage	Ignition
Altimètre	Altimeter
Altitude	Altitude
Amortir	To damp
Anémomètre ou Badin	Airspeed indicator
Approche	Approach
Arrière (vers l'arrière de l'appareil)	Aft
Atterrir	To land
Autorisation (<i>clairance</i>)	Clearance
Autorisé (<i>pour une option</i>)	Cleared (for something)
Avertisseur de décrochage	Stall warning indicator, stick shaker
Avion à réaction	Jet aircraft
Avion à train classique	Taildragger, tail-dragger, tailwheel aircraft
Avion à train tricycle	Nose wheel or tricycle landing gear plane
Avion canard (<i>ou plan canard</i>)	Canard plane
Avion pressurisé	Pressurized aircraft
Bec (<i>de bord d'attaque</i>)	Slat (<i>of the leading edge</i>) or slot
Bielle	Connecting rod
Bimoteur	Twin-engine aircraft

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Bloc moteur (Groupe Moto Propulseur)	Powerplant - Engine
Boîte de vitesse (ou réducteur)	Gear box
Bord d'attaque	Leading edge
Bord de fuite	Trailing edge
Bougie	Spark plug
boulon	bolt
boussole ou compas	compass
brouillard	fog
bruine	drizzle
brûleur	burner
brume	mist
cabine (<i>ou habitacle</i>)	cabin (or cockpit)
cap	heading
carter	crankcase
cisaillement (<i>de vent</i>)	windshear
commande (<i>une</i>)	a control
commande d'aérofreins	airbrakes lever
commandes de vol	flight controls
compenser	to trim
compte-tours	tachometer
couche	layer
cylindre	Cylinder
décoller	to take off
déraper	to skid
dérive (<i>au sens d'objet</i>)	vertical fin [or tail]

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Dérive (écart entre cap et route)	Drift
Diffuseur	Diffuser
Dispositif [système]	Device
Ecoulement de l'air (vent relatif)	Airflow
Empennage	Empennage
Enregistreur de vol (données)	Flight data recorder
Equipage	Crew
Essuie-glace	Windshield (or windscreen) wiper
Facteur de charge	Load factor
Feu tournant, feu anticollision, strob	Rotating light, beacon light, rotating beacon
Flotteurs	Float
Fuselage	Fuselage
Glisser	To slip - to slide
Gouverne de profondeur	Elevator
Habitacle	Cockpit
Hauteur	Height
Hélice	Propeller
Hélice à vitesse constante	Constant speed propeller
Hydravion à coque	Flying boat
Hydravion à flotteurs	Seaplane
Indicateur de virage (bille-aiguille)	Turn and slip indicator (turn coordinator)
Informer le contrôle aérien	To advise ATC (Air Traffic Control)
Inverser (la poussée)	To reverse (thrust)
Inverseur de poussée	Reverser or thrust reverser
Lacet	Yaw
Levier	Lever

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Lisse [dans la structure de l'aile]	Stringer
Longeron	Spar
Manche à air	Wind sock, wind cone
Manche à balai – [volant]	Stick – control column – [control wheel]
Moteur	Engine
Mouvement	Motion
Nervure	Rib
Nez	Nose
Nœud	Knot
Nuage	Cloud
Orifice (ou entrée) d'admission	Inlet
(Pédale de) palonnier	Rudder pedal
Palonnier(s) – gouverne de direction	Rudder
Pare-brise	Windshield (or windscreen)
Partie d'un avion	Part of an airplane
Patins ou skis	Skids
Phare de roulage	Taxi light
Pieds par minute	Ft/min (feet/minute)
Pilote automatique	The autopilot, the automatic pilot (ap)
Piste (d'aéroport)	Runway
Plafond	Ceiling
Plan fixe horizontal	Horizontal stabilizer
Portance	Lift
Poussée	Thrust

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Pousser sur le manche	To push the stick forward
Prendre un cap	To set a heading
Profil	Airfoil
Propulser	To propel
Queue	Tail
Radio compas	Automatic direction finder (adf)
Rafale	Gust
Réacteur	Reactor, jet engine
Refroidissement par air	Air cooling
Réservoir (<i>d'essence</i>)	(fuel) tank
Revêtement (<i>d'aile</i>)	Skin
Rivet	Rivet
Roulette de nez	Nose wheel
Roulette de queue	Tail wheel
Roulis	Roll
Route magnétique	Magnetic road
S'aligner	To line up
Saumon [<i>d'aile</i>]	Wing tip
Scruter le ciel	To scan the sky
Se déplacer (<i>au sol</i>)	To taxi
Sortir le train	To extend the gear
Soufflante (conduit de)	(duct) fan
Soupape (d'admission, d'échappement)	(intake, exhaust) valve
Système de commandes de vol électrique	A fly-by-wire (fbw) flight-control system
Tableau de bord	Instrument panel
Tangage	Pitch
Tôle ou feuille (<i>d'aluminium</i>)	(aluminium) sheet

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Tour de contrôle	Airport control tower
Tr/min (<i>tour par minute</i>)	Rpm (round per minute)
Train (<i>d'atterrissement</i>) fixe	Fixed gear
Train (<i>d'atterrissement</i>) principal	Main (<i>landing</i>) gear
Train (<i>d'atterrissement</i>) tricycle	Tricycle landing gear
Train d'atterrissement	Landing gear - [undercarriage]
Train rentrant	Retractable gear
Traînée	Drag
Traînée de condensation	Contrails
Transpondeur	Transponder
Tuyère	Nozzle
Variomètre	Vertical speed indicator
Vent arrière	Tailwind
Vent de face (<i>ou vent contraire</i>)	Headwind
Vent de travers	Crosswind
Verrière	Canopy
Vilebrequin	Crankshaft
Vis	Screw
Vitesse de croisière	Cruising speed
Volant	Steering wheel
Volet (<i>hypersustentateur</i>)	Flap
Volet compensateur	Trim tab
Volet à fente	Slotted wing flap (or slot flap)

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Vocabulaire aéronautique exigible

Anglais	Français
A control	Commande (une)
A fly-by-wire (FBW) flight-control system	Système de commandes de vol électrique
Aft	Arrière (vers l'arrière de l'appareil)
Aileron	Aileron
Air cooling	Refroidissement par air
Airbrakes	Aérofreins
Airbrakes lever	Commande d'aérofreins
Airflow	Ecoulement de l'air (vent relatif)
Airfoil	Profil
Airport control tower	Tour de contrôle
Airspeed indicator	Anémomètre ou badin
Altimeter	Altimètre
Altitude	Altitude
Approach	Approche
Automatic direction finder (ADF)	Radio compas
Bolt	Boulon
Burner	Brûleur
Cabin (or cockpit)	Cabine (ou habitacle)
Canard plane	Avion canard (<i>ou plan canard</i>)
Canopy	Verrière
Ceiling	Plafond
Clearance	Autorisation (clairance)
Cleared (for something)	Autorisé (<i>pour une option</i>)
Cloud	Nuage

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Cockpit	Habitacle
Compass	Boussole ou compas
Connecting rod	Bielle
Constant speed propeller	Hélice à vitesse constante
Contrails	Traînée de condensation
Crankcase	Carter
Crankshaft	Vilebrequin
Crew	Equipe
Crosswind	Vent de travers
Cruising speed	Vitesse de croisière
Cylinder	Cylindre
Device	Dispositif [système]
Diffuser	Diffuseur
Drag	Traînée
Drift	Dérive (<i>au sens d'écart entre cap et route</i>)
Drizzle	Bruine
Elevator	Gouverne de profondeur
Empennage	Empennage
Engine	Moteur
(Duct) fan	Soufflante (conduit de)
Fixed gear	Train (<i>d'atterrissement</i>) fixe
Flap	Volet (<i>hypersustentateur</i>)
Flight controls	Commandes de vol
Flight data recorder	Enregistreur de vol (<i>données</i>)

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Float	Flotteurs
Flying boat	Hydravion à coque
Fog	Brouillard
Ft/min (feet/minute)	Pieds par minute
Fuselage	Fuselage
Gear box	Boîte de vitesse (ou réducteur)
Gust	Rafale
Heading	Cap
Headwind	Vent de face (ou vent contraire)
Height	Hauteur
Horizontal stabilizer	Plan fixe horizontal
Ignition	Allumage
Inlet	Orifice (ou entrée) d'admission
Instrument panel	Tableau de bord
Jet aircraft	Avion à réaction
Knot	Nœud
Landing gear - [undercarriage]	Train d'atterrissage
Layer	Couche
Leading edge	Bord d'attaque
Lever	Levier
Lift	Portance
Load factor	Facteur de charge
Magnetic road	Route magnétique
Main (<i>landing</i>) gear	Train (<i>d'atterrissage</i>) principal
Mist	Brume
Motion	Mouvement
Nose	Nez

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Nose wheel	Roulette de nez
Nose wheel or tricycle landing gear plane	Avion à train tricycle
Nozzle	Tuyère
Part of an airplane	Partie d'un avion
Pitch	Tangage
Power plant	Bloc moteur (groupe moto propulseur)
Pressurized aircraft	Avion pressurisé
Propeller	Hélice
Reactor, jet engine	Réacteur
Retractable gear	Train rentrant
Reverser or thrust reverser	Inverseur de poussée
Rib	Nervure
Rivet	Rivet
Roll	Roulis
Rotating light, beacon light, rotating beacon	Feu tournant, feu anticollision, strobe
Rpm (round per minute)	Tr/min (tour par minute)
Rudder	Palonnier(s) - (<i>gouverne de direction</i>)
Rudder pedals (<i>rudder bar</i>)	(<i>pédale ou commande de</i>) palonniers
Runway	Piste (<i>d'aéroport</i>)
Screw	Vis
Seaplane	Hydravion à flotteurs
Sheet (<i>aluminium sheet</i>)	Tôle ou feuille (<i>d'aluminium</i>)
Skids	Patins ou skis

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Skin	Revêtement (<i>d'aile</i>)
Slat (<i>of the leading edge</i>)	Bec (<i>de bord d'attaque</i>)
Slotted wing flap (or slot flap)	Volet à fente
Spark plug	Bougie
Spar	Longeron
Stall warning indicator, stick shaker	Avertisseur de décrochage
Stick – control column – [control wheel]	Manche à balai – [volant]
Stringer	Lisse [dans la structure de l'aile]
Tachometer	Compte-tours
Tail	Queue
Tail wheel	Roulette de queue
Taildragger, tail-dragger, tailwheel aircraft	Avion à train classique
Tailwind	Vent arrière
(Fuel) tank	Réservoir (<i>d'essence</i>)
Taxi light	Phare de roulage
The autopilot, the automatic pilot (AP)	Pilote automatique
Thrust	Poussée
To advise ATC (Air Traffic Control)	Informer le contrôle aérien
To damp	Amortir
To extend the gear	Sortir le train
To land	Atterrir
To line up	S'aligner
To propel	Propulser
To push the stick forward	Pousser sur le manche
To reverse (thrust)	Inverser (la poussée)
To scan the sky	Scruter le ciel
To set a heading	Prendre un cap

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

To skid	Dérapер
To slip / to slide	Glisser
To take off	Décoller
To taxi	Se déplacer (<i>au sol</i>)
To trim	Compenser
Trailing edge	Bord de fuite
Transponder	Transpondeur
Tricycle landing gear	Train (<i>d'atterrissement</i>) tricycle
Trim tab	Volet compensateur
Turn and slip indicator (turn coordinator)	Indicateur de virage (bille-aiguille)
Twin-engine aircraft	Bimoteur
(Intake, exhaust) valve	Soupape (d'admission, d'échappement)
Vertical fin [or tail]	Dérive (au sens d'objet)
Vertical speed indicator	Variomètre
Wind sock, wind cone	Manche à air
Windshear	Cisaillement (<i>de vent</i>)
Windshield (or windscreen)	Pare-brise
Windshield (or windscreen) wiper	Essuie-glace
Winglet	Ailette d'extrémité d'aile (<i>ou penne</i>)
Wing	Aile
Wing tip	Saumon [d'aile]
Yaw	Lacet

BREVET D'INITIATION AERONAUTIQUE

Elaboration du manuel BIA



Coordination

CIRAS Toulouse

Philippe Le Bris (animateur CIRAS, Association Un Morceau de Ciel Bleu)

Apports techniques et éducatifs

Enseignants de l'Education Nationale

F. Robert et C. Pineau - Lycée Saint Joseph de Toulouse

J.C Kraemer - Lycée Pierre Aragon de Muret

B. Depommer - Lycée Edmond Rostand de Luchon

F. Henaut - Collège A Faumier d'Alban

Référent BIA de l'ENAC

J.P Celton

Co-animateur du groupe BIA du CIIRAA (Armée de l'Air)

P. Ballester

Aide à la réflexion

J.C Oules (animateur CIRAS) S. Valenza (enseignant Collège de l'Isle sur Tarn)

Collaboration

Académie de Montpellier

Mise en forme et maquettage du manuel

Raphaël Le Bris (Association Morceau de Ciel Bleu)