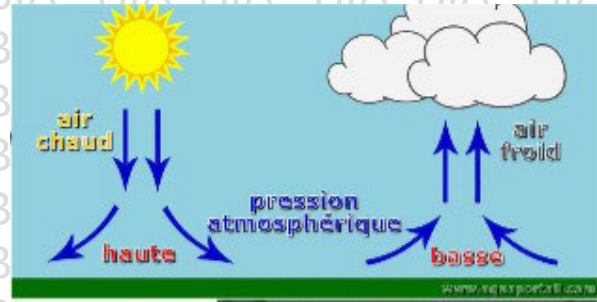


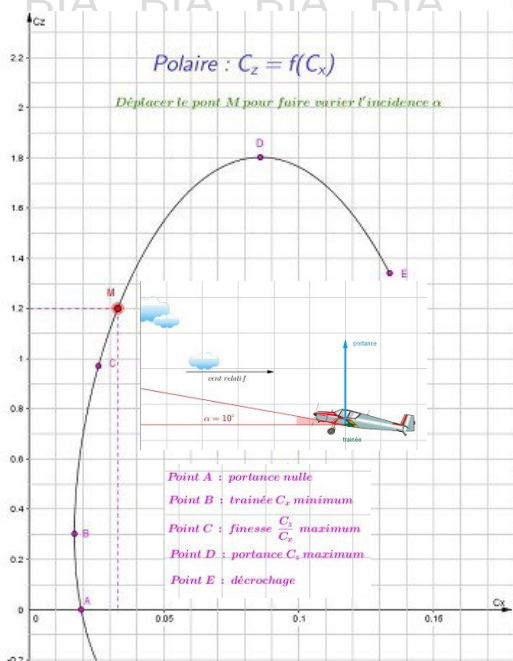
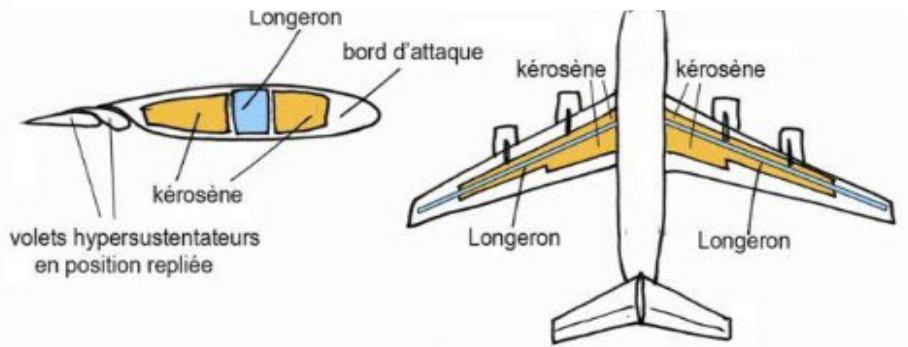
TROUVEZ VOTRE VOIE !



BIA



Collège E. J. Lapassat Session 2026-2027



Bessie Coleman (1892-1926), première pilote afro-américaine de l'histoire de l'aviation mondiale. C'est en France qu'elle a appris à voler et a obtenu son brevet de pilotage 1921.

– Brevet Initiation Aéronautique – BIA –



BIA : Brevet d'Initiation à l'Aéronautique – Initie les élèves aux principales disciplines de l'aéronautique et leur en donne un aperçu réaliste et simple.

La préparation vise à développer les connaissances et les compétences en :

- Météorologie,
- Aérodynamique (aérostatique et principes du vol),
- Étude des aéronefs (et engins spatiaux),
- Navigation, Réglementation, Sécurité des vols,
- Histoire (et culture de l'aéronautique)
- Anglais aéronautique.

Épreuve du BIA : 2h30 (100 questions à choix multiples) + 30 min facultatives en Anglais

Diplôme du BIA : Note > 50 / 100 avec mention possible pour les meilleures notes

Le BIA en 2026-2027 :

- 40h de formation en classe (1 h hebdomadaire de 12h30 à 13h30 + 2h30 selon le planning des mercredi **12h30 → 15H - sous réserve**)
- 20h de travail à la maison minimum (1h par semaine recommandée).
- Des sorties sur le terrain.
- Épreuve du BIA en mai ou juin **2027** (5 domaines + anglais)
- 1 vol d'initiation (selon la convention signée avec l'aérodrome et pour un montant à régler au nom de l'aérodrome)

Modalités / Contraintes :

- Passage prioritaire à la cantine,
- Possibilité de manger un repas sorti du sac pour les externes, et surtout le mercredi
- Accès au simulateur durant les séances du BIA.
- Travail régulier,
- Écoute en classe et respect des autres,
- Accepter de ne pas être en réussite dès le début,
- Poser fréquemment des questions, participer activement, ne pas rester sans comprendre,
- Récupérer les cours en cas d'absence,
- Prendre régulièrement des notes sur le dossier élève,
- S'entraîner fréquemment sur l'application mobile gratuite
(**Quiz BIA de Victor Echo sous Android OU BIA Quiz de Bernard Aoun sur Itune**),
- Préparer en autonomie des fiches de révisions (Résumé).
- Se présenter à l'examen le 2027 à

Objectifs :

- Donner du sens aux apprentissages des autres disciplines,
- Susciter de l'intérêt pour l'aéronautique,
- En donner plus aux élèves qui en veulent plus,

Rappel :

Le retour des élèves, les mercredis après midi à 15h00, **est sous la responsabilité des parents** (pas de transport scolaire le mercredi après midi).

Pour certaines sorties proches, le dépôt et le retour des élèves sera **sous la responsabilité des parents** directement sur place (le lieu sera précisé).



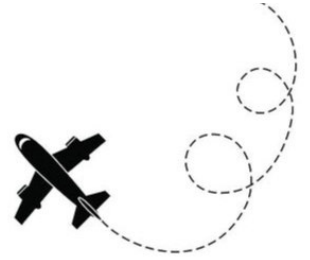
**Bon vol à tous :)
Mme. TAVIOT / Mme NIVON / Mme SAINT-ANDRE / Mme GRUFFAT
M. MARQUIAND et M. SAVANCHOMKEO
équipe du BIA
Collège E.J Lapassat à Romans sur Isère**

Planning

Jeudi 17 Septembre 2026	17h30 – 18h30 Salle polyvalente	Réunion d'informations du BIA Équipe du BIA
Mercredi 23 Septembre 2026	12h30 – 15h00 Salle 106	Cours de BIA M. SAVANCHOMKEO
Mercredi 07 Octobre 2026	12h30 – 15h00 Salle 106	Cours de BIA M. SAVANCHOMKEO
Vacances de la Toussaint		
Mercredi 04 Novembre 2026	12h30 – 15h00 Salle 106	Cours de BIA M. SAVANCHOMKEO
Mercredi 18 Novembre 2026	12h30 – 15h00 Salle 106	Cours de BIA M. SAVANCHOMKEO
Mercredi 02 Décembre 2026	12h30 – 15h00 Salle 106	Cours de BIA M. SAVANCHOMKEO
Mercredi 16 Décembre 2026	12h30 – 15h00 Salle 106	Cours de BIA M. SAVANCHOMKEO
Vacances de Noël		

Bon vol à tous :)
Mme. TAVIOT / Mme NIVON / Mme SAINT-ANDRE / Mme GRUFFAT
M. MARQUIAND et M. SAVANCHOMKEO
équipe du BIA
Collège E.J Lapassat à Romans sur Isère

- CONVERSIONS DES UNITÉS - RÉSUMÉ



Longueur :

1 mètre = 3,28 ft (feet/pieds)

1 ft (feet/pied) = 0,3048 m

1 Nautical mile (NM/MN) = 1 852 m = 1,852 km

- pour convertir des **m** en **ft**, on **multiplie par 3** et l'on **ajoute 10%** (600m = 600 x 3 = 1800 + 180 = 1980 ft),

- pour convertir des **ft** en **m**, on **divise par 3** et on **enlève 10%** (6000ft = 6000 / 3 = 2000 - 20 = 1980 m),

Approximation rapide : Il faut 1 mètre pour 3 pied (1m ≈ 3 pieds)

Vitesse :

1 mètre / seconde = 3,28 ft/s

1 ft/s = 0,3048 m/s

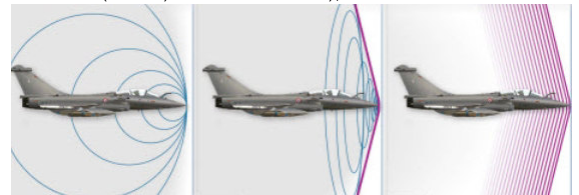
1 kt (nœud/knot) = 1 NM / h = 1 852 m / h = 0,5 m / s = 100 ft / min

- pour convertir les **Kt** en **Km/h**, **multiplier les Kt par 2** et **enlever 10%** (ex : 45 Kt donne 90 - 9 soit 81 Km/h),

- pour convertir les **Km/h** en **Kt**, **ajouter 10%** et **diviser par 2** (ex : 68 Km/h donne (68 + 6) / 2 soit 37 Km/h),

Mach 1 = 1200 km/h (La vitesse du son ne dépend que de la température)

Vitesse du son ≈ 340 m/s ≈ 1200 km/h (en atmosphère standard)



Taux de chute en f / min = Vs (vitesse sol) en Kt x plan (%)

- exemple : Vs = 60 Kt, plan 5%, soit taux de chute 60 x 5 = 300 ft/ min (sans vent)

Fly Level (FL – Altitude de vol) :

FL 100 = 10 000 ft = 3 048 m

Masse :

1 kg = 2,2 lb (livre)

Pression :

1 013hPa (hecto Pascal) = 1013 mmb (millibar)

100 pascal = 1 hp (hecto pascal)

Force (ou poussée) :

1 N (Newton) = 1 kg.m.s²

Température :

0° C (Celsius) = 273,15 K (Kelvin)

Atmosphère standard (au niveau de la mer) :

- température **15° C**

- pression **1013 hPa**

- gradient vertical de température, **-2° par 1000 ft** ou **-6,5° par 1000m** (de 0 à 11 000m)

- variation de pression, **-1 hPa tous les 28 ft** (ou 8,5 m)

! IMPORTANT

- FORMULES - RÉSUMÉ

Pression (P):

$$P = F \text{ (force) } / S \text{ (surface) }$$

Pression dynamique (Pd):

$$Pd = 1/2 \cdot \rho \cdot V^2$$

Pd = Pression totale – Pression statique

Portance (Rz):

$$Rz = 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot Cz = mg$$

ρ = Masse volumique de l'air (diminue en montant en altitude)

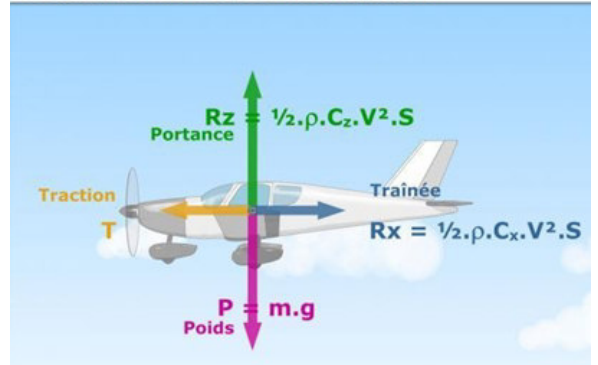
S = Surface alaire (surface totale de la voilure + fuselage)

V^2 = Vitesse²

Cz = Coefficient de portance (valeur fixe dépendant de l'aéronef)



L'équilibre de l'avion en vol palier

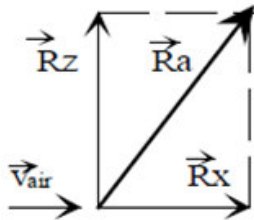


Trainée (Rx) $\Rightarrow$ Résistance à l'avancement de l'aéronef :

$$Rx = 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot Cx = T$$

Résultante aérodynamique (Ra):

$$Ra = 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot Cr$$



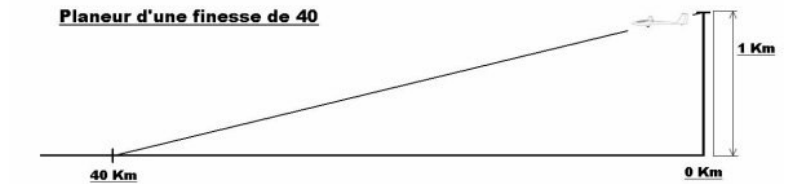
Allongement (λ):

$$\lambda = \text{Envergure}^2 / S$$

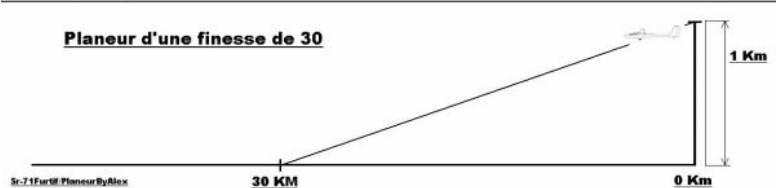
Finesse (f):

$$f = Cz / Cx = Rz / Rx = \text{Distance horizontale} / \text{Hauteur verticale} = Vx / Vz$$

Planeur d'une finesse de 40



Planeur d'une finesse de 30

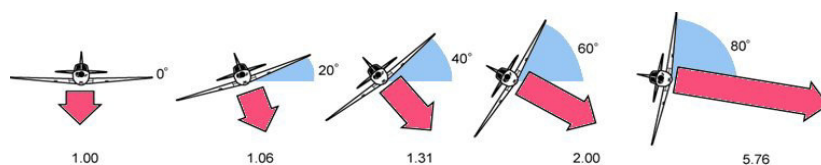


Facteur de charge :

Facteur de charge (montée descente) = Poids apparent / poids réel = Portance / poids

Facteur de charge (virage) = $1 / \cos(\text{inclinaison})$

$\Leftarrow$ Toujours supérieur à 1



A - Plus lourds que l'air (Aérodynes)

A1 - Non motorisés

- Modèles réduits
- Cerfs-volants
- Planeurs ultra légers (PUL)
 - parachutes
 - parapentes
 - deltaplanes
- Planeurs



A2 - Motorisés

- Modèles réduits

A2-1 A voilure fixe

- Avions
- Ultra légers motorisés (ULM => masse inférieure à 450 kg)



pendulaires



paramoteurs

Multi-axes

A2-2 A voilure tournante (giravions)

- Autogires
- Hélicoptères
- Hybrides



Classification des ULM

	Classe 1 paramoteurs	Classe 2 pendulaires	Classe 3 multiaxes	Classe 4 autogires	Classe 5 dirigeables		Classe 6 hélicoptères
					Motif d'exemption des règles européennes : 5 h) de l'annexe I (y compris ULM de série)		
monoplace	300 kg ¹ 60 kW	300 kg ¹ 60 kW 65 km/h	330 kg ¹ 65 kW 70 km/h	330 kg ¹ 85 kW (3)	1200 m ³ air chaud 400 m ³ autre gaz	2000 m ³ air chaud 900 m ³ autre gaz	330 kg ¹ 85 kW (4)
biplace	450 kg ² 75 kW	450 kg ² 75 kW 65 km/h	500 kg ² 80 kW 70 km/h	500 kg ² 105 kW (3)			500 kg ² 105 kW (4)

Plus légers que l'air (Aérostats)

Ballons

- Captifs ou libres
- A air chaud
- A gaz (hélium)



Dirigeables

- A structure souple ou rigide
- Propulsés

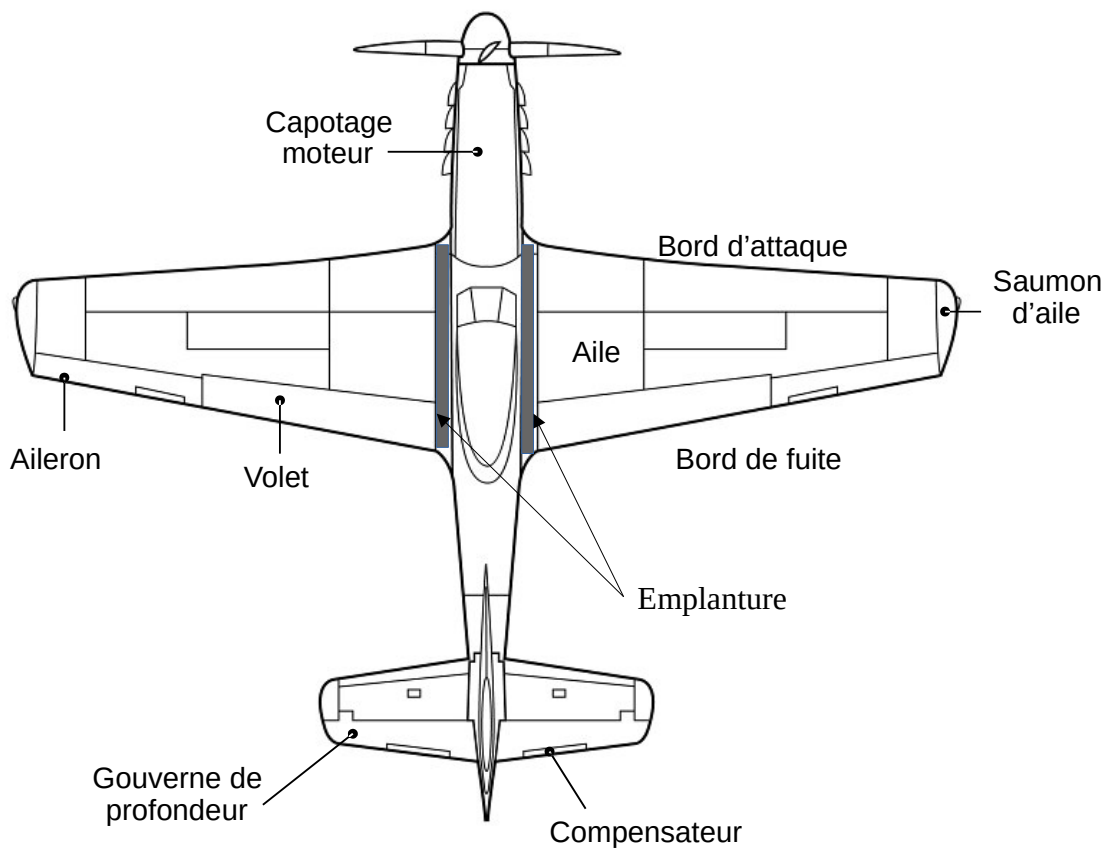
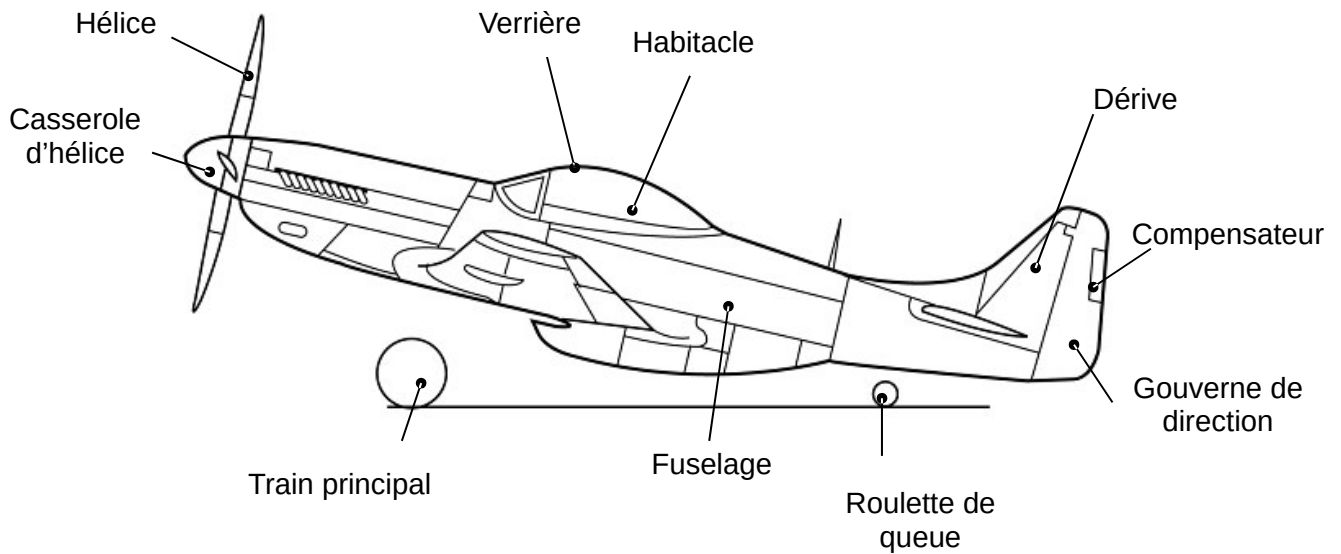


Résumé



**Pour aller
Plus loin !**

Classification des aéronef (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/e01/>
et
<https://youtu.be/DBO3T6NN0YQ>

**Pour aller
Plus loin !**Description d'un avion (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/e14/>

La voilure est constituée de **deux ailes** ancrées sur le fuselage. Elles génèrent une force aérodynamique portante qui permet la sustentation de l'aéronef.

En fonction de la façon dont elle est ancrée sur le fuselage elle est dite :



Aile haute



Aile médiane



Aile basse

On peut y loger une partie du carburant.

On y ancre : un des ensembles de gouvernes : les ailerons

Si nécessaire : les dispositifs hypersustentateurs (becs et volets),

les aérofreins,

les moteurs,

le train d'atterrissage.

Ses **différentes parties** sont :

l'emplanture : partie qui assure la jonction avec le fuselage

le saumon : partie la plus extérieure de l'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

Elle peut avoir un **dièdre** :

positif si le saumon est plus haut que l'emplanture

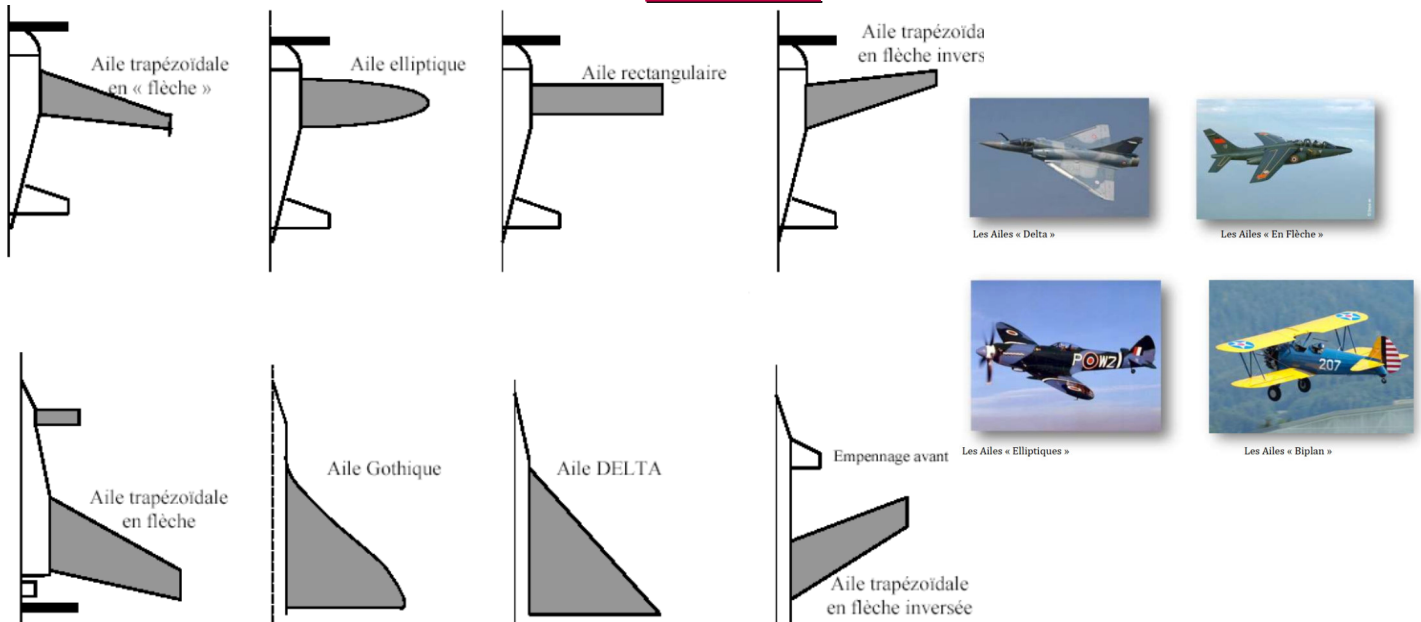


négatif dans le cas contraire

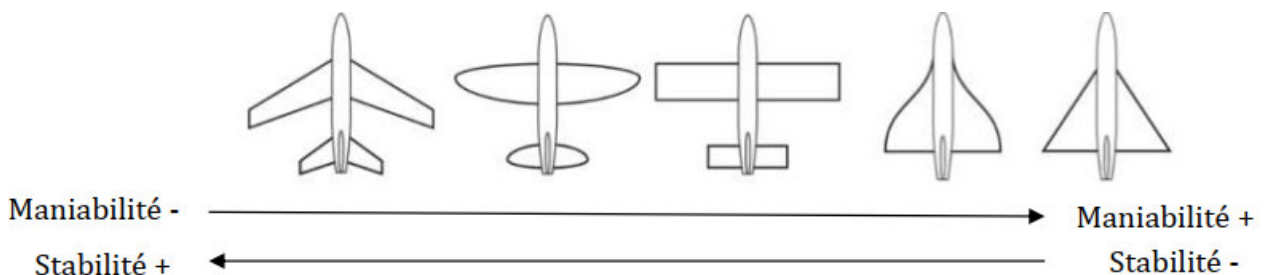


La voilure est de **forme** et de **profil** très variables.

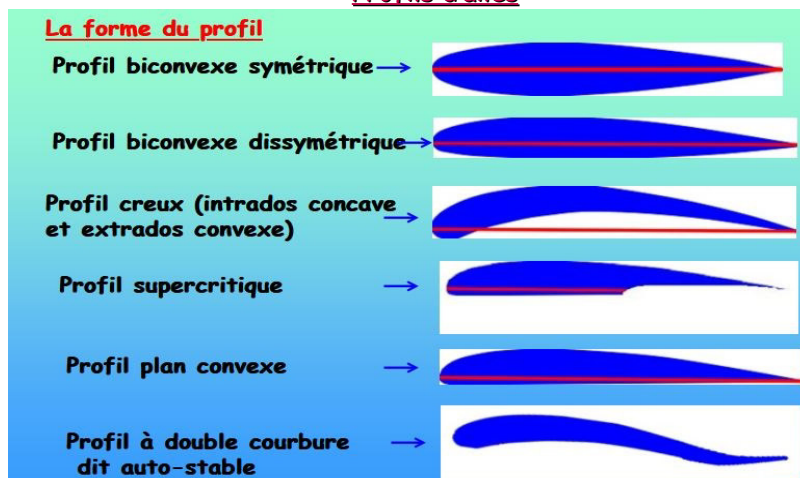
Formes d'ailes



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



Profils d'ailes



Forme de la voilure (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/p10/>

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

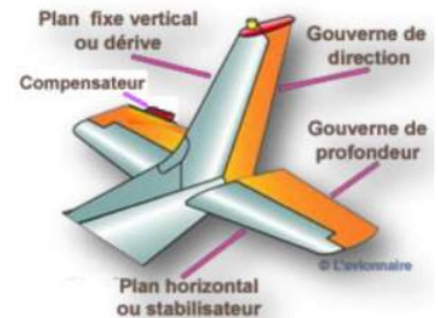
Empennage vertical

Il se trouve à l'arrière du fuselage.

Il se compose d'un plan fixe (dérive) et de la gouverne de direction.

Empennage horizontal

Il se trouve le plus souvent à l'arrière du fuselage.



Il est quelquefois sur l'empennage vertical et dans ce cas on parlera d'empennage :



cruciforme lorsqu'il est au milieu



en T s'il est au sommet

Il se compose d'un plan fixe et de la gouverne de profondeur.

Sur certains avions, il est constitué d'une seule surface entièrement mobile; on dit alors qu'il est "monobloc".

Lorsque l'empennage horizontal est placé à l'avant de l'appareil, on parle d'une formule "canard".



Empennage papillon

Deux surfaces obliques remplacent les empennages traditionnels et assurent de manière combinée les fonctions de gouverne de profondeur et de direction.



**Pour aller
Plus loin !**

Configuration de la voilure (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/p11/>

Il permet à un avion de quitter et de retrouver le sol "en douceur".

Il peut être fixe ou rentrant. Il est constitué de roues, de flotteurs, de skis ou de patins.

Il se compose :

- d'un **train principal** :

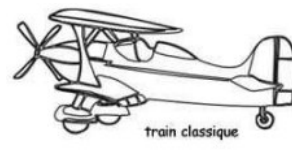
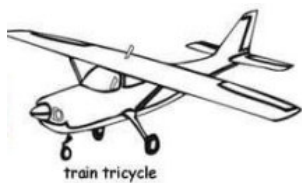
les roues des avions légers sont en général sous les ailes.

les roues des gros porteurs sont en général sous le fuselage.

- d'un **train auxiliaire** pouvant consister en :

une roulette de nez :

train tricycle



une roulette de queue :

train classique



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

Certains avions n'ont qu'un train principal situé sous le fuselage, il est alors appelé monorail.

L'équilibre latéral est dans ce cas assuré par des balancines situées en bout d'ailes.

En fonction de la charge à supporter on utilisera :

une roue simple



un diabol



un boggy

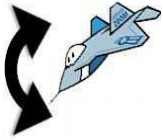


Le train est en général monté sur des dispositifs **amortisseurs** destinés à absorber l'impact à l'atterrissage. Les **freins** sont disposés sur le train principal. La commande des freins est le plus souvent montée sur les palonniers.



Trains d'atterrissage (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/e15/>
<https://engelaero.wordpress.com/e16/>

Une gouverne est une **surface mobile** située sur certains éléments de structure (voilure, empennages), permettant de créer les forces nécessaires pour **modifier l'attitude** de l'avion.

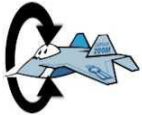


La gouverne de profondeur ⇒ TANGAGE

Elle est située sur l'empennage horizontal.

Elle permet le contrôle en **tangage**

(modification de **l'assiette**)

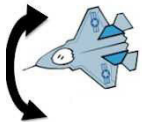


Les ailerons

Ils sont situés à l'extrémité de chaque aile.

Ils permettent le contrôle en **roulis**

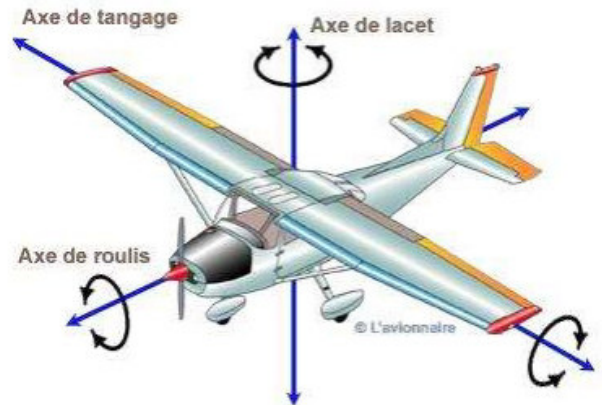
(modification de **l'inclinaison**)



La gouverne de direction

Elle est située sur l'empennage vertical.

Elle permet le contrôle en **lacet**.



Compensateur

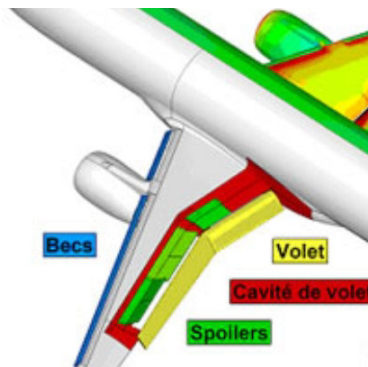
C'est une petite surface qui s'apparente à une mini-gouverne placée à l'extrémité de la gouverne principale. Elle est réglable du cockpit à l'aide d'un volant. Son rôle est d'annuler l'effort aux commandes produit lors d'un changement de trajectoire.

Gouvernes secondaires



Becs et Volets

Ils permettent de voler à basse vitesse pour les besoins de l'atterrissage et du décollage. Pour maintenir la portance constante, la diminution de vitesse est compensée par une **augmentation de la surface alaire et/ou une augmentation de la courbure**.



Aérofrenins/Spoilers

En vol, ils permettent de **diminuer la vitesse** et d'augmenter le taux de chute.

Au sol, ils contribuent au freinage afin de diminuer la longueur de roulement.



**Pour aller
Plus loin !**

Dispositifs hypersustentateurs (vidéo)

<https://youtu.be/aRuh1osGSJ8>

Situées dans le **poste de pilotage** elles permettent d'**actionner** les gouvernes.

A- Le manche à balais (souvent un volant) se manipule avec les mains.

→ **Action latérale (droite - gauche)**

Le **braquage du manche à droite** commande le mouvement :

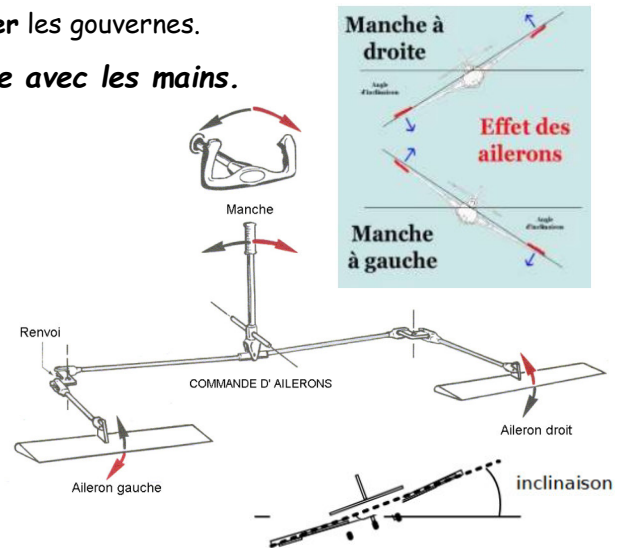
- de l'aileron droit vers le haut
- de l'aileron gauche vers le bas

⇒ **inclinaison à droite**

Le **braquage du manche à gauche** commande le mouvement :

- de l'aileron droit vers le bas
- de l'aileron gauche vers le haut

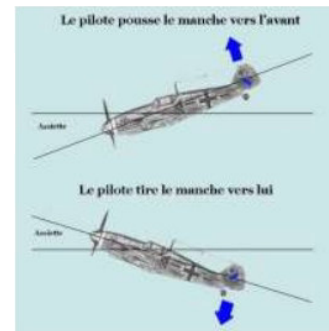
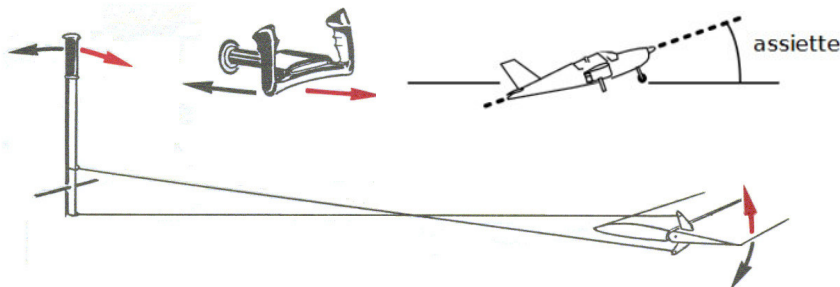
⇒ **inclinaison à gauche**



→ **Action longitudinale (avant - arrière)**

Le **braquage du manche vers l'avant** commande le mouvement de la gouverne de profondeur vers le bas. Ceci entraîne une modification de l'assiette à **piquer**.

Le **braquage du manche vers l'arrière** commande le mouvement de la gouverne de profondeur vers le haut. Ceci entraîne une modification de l'assiette à **cabrer**.

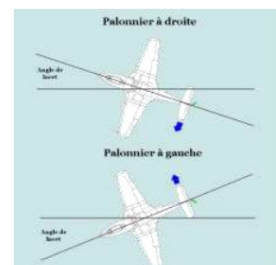
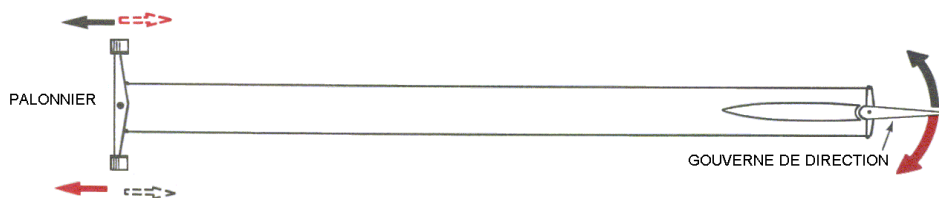


B - Le palonnier

Se manipule avec les pieds. Action latérale (droite, gauche).

Le **braquage du palonnier vers la droite** commande le mouvement de la gouverne de direction vers la droite. Ceci entraîne une **rotation à droite** autour de l'axe de lacet.

Le **braquage du palonnier vers la gauche** commande le mouvement de la gouverne de direction vers la gauche. Ceci entraîne une **rotation à gauche** autour de l'axe de lacet.



Transmission des consignes de pilotage

- Transmission mécanique (Souples par câbles, poulies, renvois et guignols, ou rigides, par tubes...).
- Transmission électrique. C'est celle qu'utilisent les Airbus.



Les commandes (vidéo)
<https://youtu.be/a1QV0qPpj6k>

Bois, toiles et dérivés

Bois

Principalement utilisés dans les débuts de l'aviation.

Encore utilisés dans l'aviation légère.

Les essences sont choisies en fonction de leurs caractéristiques :

pièces maîtresses : spruce et épicéa.

pièces secondaires : sapin et pin d'Oregon.

patins, fixation de trains : frêne et hêtre.

Toiles : Lin et coton dans les débuts, dacron aujourd'hui.



Métaux

Zical , Duralinox, Aciers, Alliages de Magnésium, Alliages de Titane, Monel, Duralumin, Alpax



Résines

Produits liquides constitués d'une "base" et d'un "durcisseur" qui, mélangés en proportion adéquate, permettent un durcissement irréversible sous certaines conditions de température.

Tissus de fibre

Tissus réalisé à partir de fibres de verre, carbone ou bore.

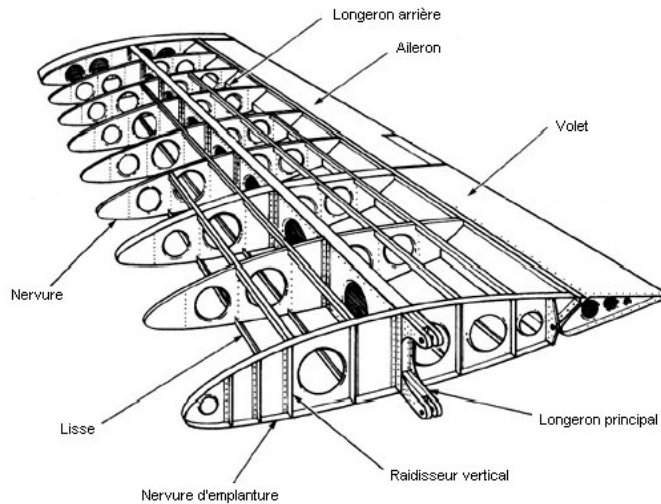
Matériaux composites

On désigne sous ce nom des matériaux constitués par l'assemblage de matériaux de base (résines et tissus de fibres). On obtient ainsi des propriétés mécaniques et physiques performantes.



Construction d'une aile

Longerons et nervures constituent le squelette de la voilure, sur lequel est fixé le revêtement.

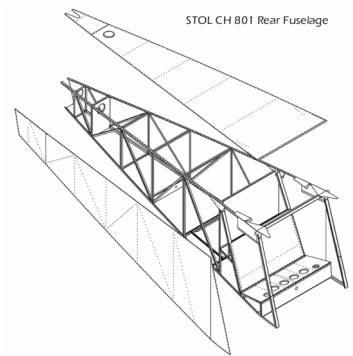


Construction du fuselage

Treillis :

Il s'agit de "longerons" assemblés entre eux par des "traverses" pour donner la forme souhaitée. Ces poutres, longerons, traverses et entretoises peuvent être en bois et dans ce cas ils seront collés, ou métalliques et là ils seront soudés.

Le revêtement est souple (toile ou tôle mince). Il est **non travaillant**.



Caisson semi-monocoque :

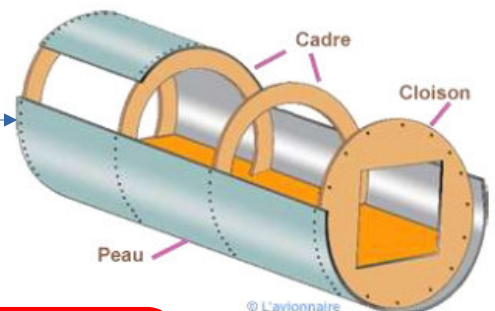
Il s'agit de "cadres" assemblés entre eux par des "longerons" et agrémentés de "lisses" pour donner la forme souhaitée. Les cadres absorbent les efforts de torsion, les longerons ceux de flexion.

Le revêtement préalablement mis en forme, est vissé ou riveté sur cette coque et participe à la transmission des efforts. Il est **travaillant**.



Caisson monocoque :

Il n'y a plus de longerons ni de lisses.
Le revêtement est directement vissé ou riveté sur les cadres et participe à la transmission et à l'absorption des efforts.

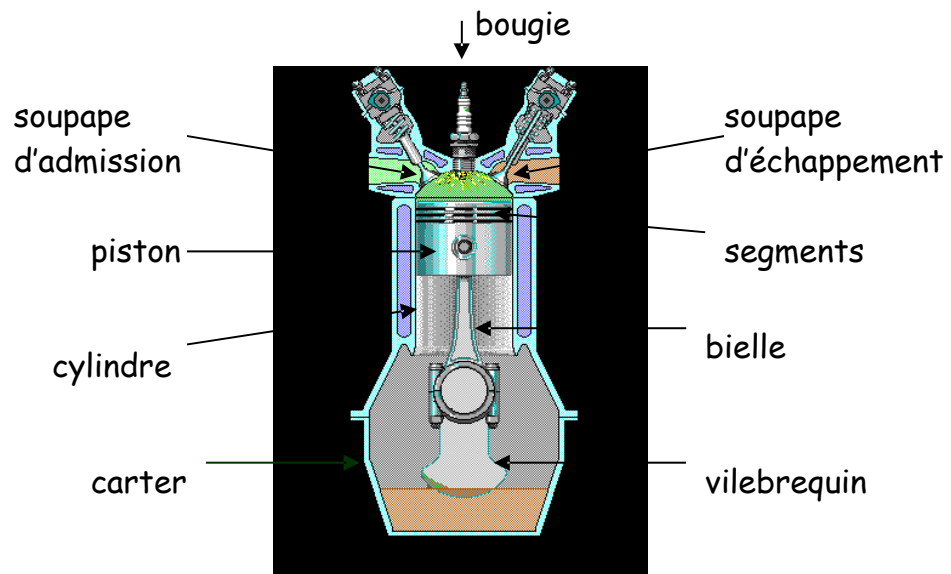


**Pour aller
PLUS loin !**

Structure des avions (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/e18/>

Description :

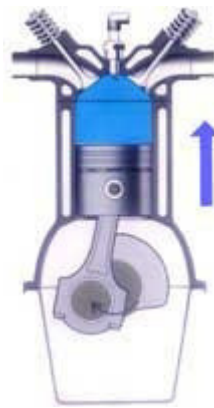
:



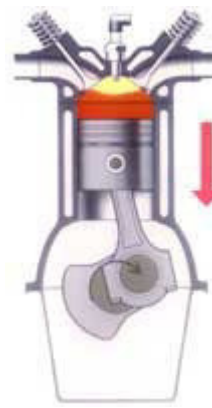
Fonctionnement :



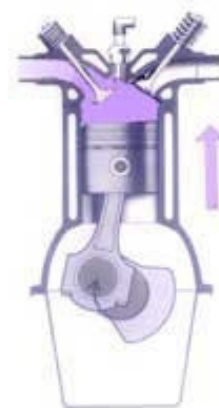
admission



compression

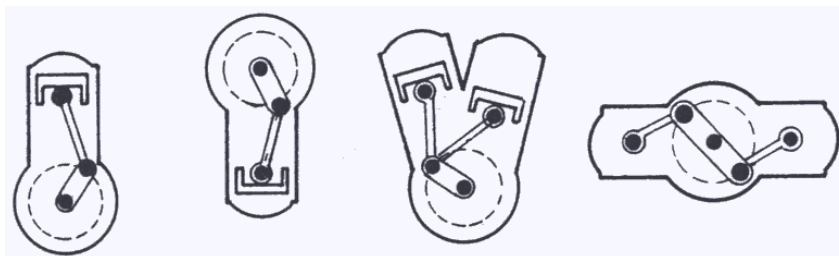


combustion



échappement

Montage des cylindres :



en V

à plat

en étoile

Très varié...



Sources : <https://coursdubia.pagesperso-orange.fr/>

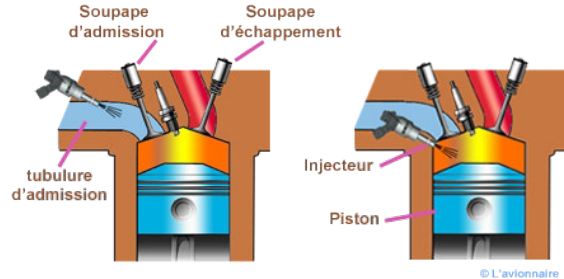
Alimentation en carburant :

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.

Élaboration du mélange air-essence :

Deux procédés sont utilisés pour produire un mélange air - essence qui permette l'inflammation dans les cylindres :

- l'**injection**, qui consiste à injecter de très fines gouttelettes (brumisation) d'essence dans la canal d'admission vers les cylindres, en amont de la soupape d'admission.



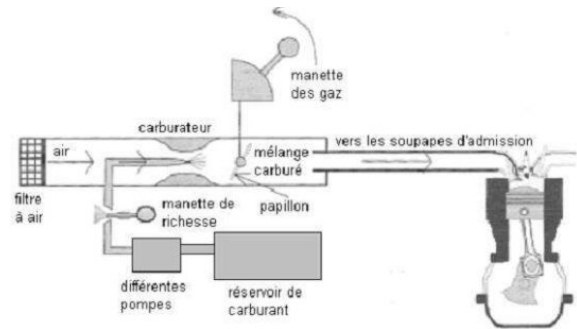
- la **carburation**, qui assure l'élaboration du mélange air - essence dans le carburateur, avant son admission dans les cylindres.

Le carburateur est sujet au **givrage**, qui peut obstruer complètement le conduit d'admission du mélange air - essence, et provoquer l'arrêt du moteur.

Pour éviter le givrage lorsque le risque d'apparition existe, il faut actionner le

réchauffage carburateur.

L'air extérieur est alors préalablement réchauffé par circulation autour de l'échappement pour arriver au carburateur avec une température d'environ 50°C.



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

Le taux du mélange air - essence est réglé à l'aide de la commande de **richesse**.

Allumage :

Production d'une étincelle permettant de démarrer la combustion du mélange.

Il est réalisé par une **bougie** alimentée par une **magnéto**.

Il est quasiment toujours doublé (2 bougies par cylindre).

Servitudes :

En opération normale, le moteur entraîne les dispositifs de production des énergies et éléments de confort nécessaires.

Energie électrique Alternateurs divers.

Energie hydraulique Pompes haute pression diverses.

Energie pneumatique Pompes à vide.

Climatisation et pressurisation



**Pour aller
PLUS loin !**

Moteur à pistons (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/e22/>

<https://engelaero.wordpress.com/e25/>



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

Elle est constituée :

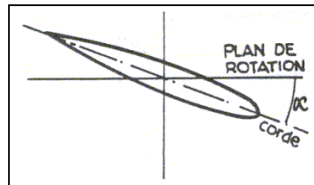
D'un moyeux centré sur l'arbre de sortie du moteur,
De deux ou plusieurs pales fixées sur le moyeu.

On appelle **Pas** la **distance** parcourue par l'hélice le long de son axe de rotation en un tour.



On appelle **Calage** l'**angle** formé par la corde de l'un des profils et le plan de rotation de l'hélice.

La pale étant vrillée, par convention on dit que le **calage** est celui du profil se situant à **70%** du rayon maximum.

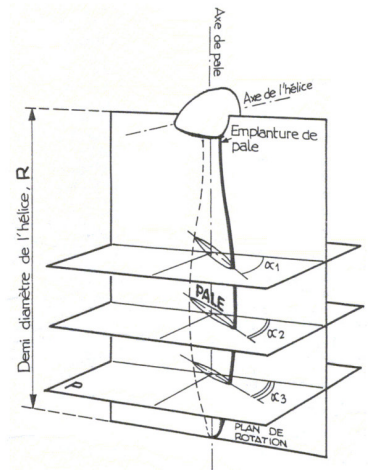


Fonctionnement :

Le fonctionnement de l'hélice est tout à fait analogue à celui d'une aile d'avion.

Le vent relatif VR issu :

- du déplacement de l'avion (Vitesse avion)
- de la rotation de l'hélice (Vitesse de rotation) crée sur chaque pale une force aérodynamique F qui se décompose :
 - en traction FT
 - en traînée FR



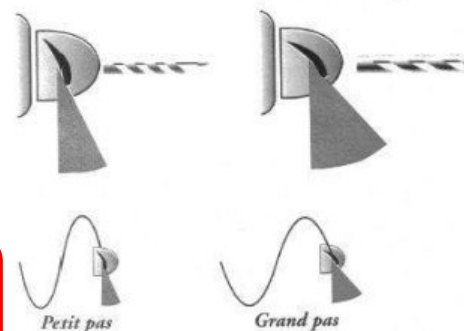
Dans le cas du vol stabilisé, la traction de l'hélice équilibre la traînée de l'avion, et le couple résistant de l'hélice équilibre le couple du moteur.

Hélice à calage variable (ou pas variable) :

Un avion devant pouvoir évoluer sur une plage de vitesses assez étendue, il est nécessaire de faire varier l'angle de calage des pales de l'hélice afin de maintenir le régime moteur optimal.

A chaque régime de vol correspondra donc un pas approprié.

- Décollage : **petit pas**.
- Croisière : **grand pas** adapté au régime de vol.
- Panne moteur ou vol à voile : **drapeau**.
- A l'atterrissage, après le poser des roues : **revers**.



Hélices (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/e29/>
<https://engelaero.wordpress.com/e30/>

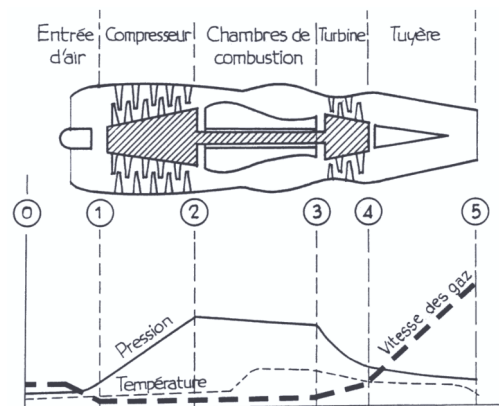
Elles utilisent l'éjection à grande vitesse des gaz de combustion soit :

- Dans une direction appropriée (turboréacteurs).
- Sur des turbines pour en récupérer l'énergie (turbopropulseurs et turbomoteurs).

Turboréacteur



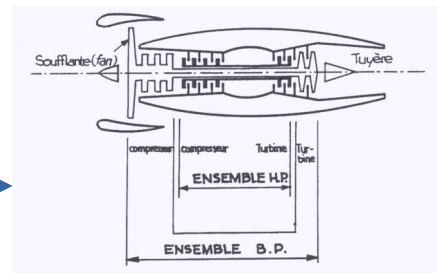
Description :



Différents types :

Simple flux : Un, deux ou trois corps ou étages.
Avec ou sans Post-combustion

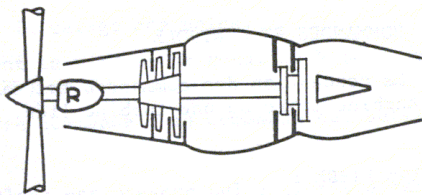
Double flux : →



Turbopropulseur

C'est un turboréacteur dont la turbine du second étage est conçue pour récupérer le maximum de l'énergie des gaz de combustion sous forme de couple.

Ce couple est transmis à une **hélice** au moyen d'un réducteur permettant la réduction de la vitesse de rotation.



Turbomoteur

Utilisé sur les hélicoptères.

C'est un turbopropulseur dont le réducteur entraîne non plus l'hélice mais une boîte de transmission commandant à la fois le rotor principal et le rotor anti-couple.



Motorisations à réactions (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/e31/>

<https://engelaero.wordpress.com/e32/>

L'anémomètre, que l'on appelle plus communément **badin**, nom de son inventeur, indique la vitesse de l'aéronef par rapport à l'air qui l'entoure.

Elle est exprimée en **nœuds** (un **mile nautique par heure**) ou en **kilomètres par heure**.



Il comporte des arcs de couleur qui correspondent à des **vitesse**s caractéristiques :

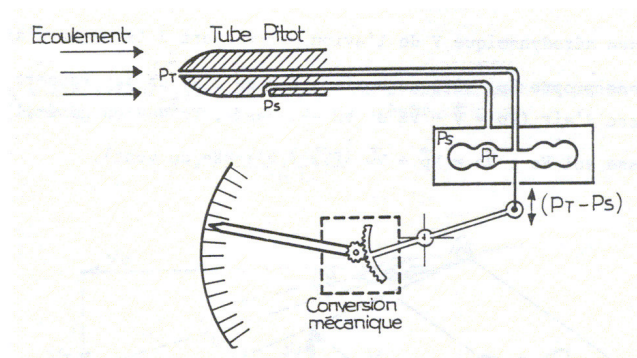
Arc blanc : zone d'utilisation des volets, allant de la vitesse de décrochage volets sortis à la **VFE**, vitesse maximale d'utilisation des volets.

Arc vert : vitesses normales d'utilisation, allant de la vitesse de décrochage en lisse à la **VNO**, vitesse à ne pas dépasser en atmosphère turbulente.

Arc jaune : vitesses à ne pas utiliser en atmosphère turbulente, allant de la **VNO** à la **VNE**, vitesse maximum à ne jamais dépasser (**trait rouge**).

Principe :

Il mesure la différence entre la pression totale **P_t** et la pression statique **P_s** et la convertit en vitesse.



**Pour aller
Plus loin !**

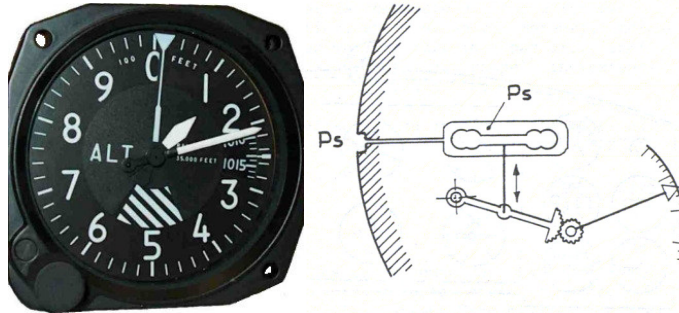
Le Badin (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/e37/>

L'altimètre

L'altimètre indique l'altitude en **pieds** (ft) ou en **mètres**. Rappel : **1 ft ~ 0.3 m**.

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



Principe :

Il mesure la pression atmosphérique aux environs de l'aéronef : c'est la pression statique **Ps**.

On sait que celle-ci diminue suivant une loi théorique précise en fonction de l'augmentation d'altitude. Il suffit donc de graduer l'indicateur qui rend compte de cette variation en unité d'altitude.

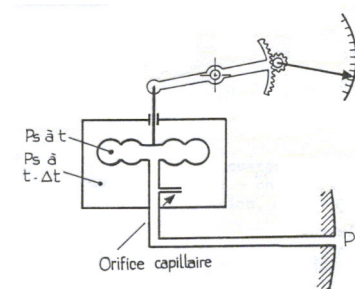
L'altimètre fonctionne par rapport à une référence de pression atmosphérique que le pilote affiche dans la petite fenêtre à l'aide de la molette.

Les différentes références altimétriques

- Le niveau de la mer (calage **QNH**) : l'altimètre mesure une **altitude**.
- La piste (calage **QFE**) : l'altimètre mesure une **hauteur** par rapport à l'aérodrome.
- La pression **1013,25 hP** (calage **standard**) : l'altimètre mesure un **niveau de vol**.

Le variomètre

Le variomètre indique une vitesse verticale de montée ou de descente en **pieds par minute** (ft/mn) ou **mètres par seconde** (m/s).



Principe :

Il mesure la différence entre la pression atmosphérique aux environs de l'aéronef à l'instant **t** et celle de l'instant **t-Δt**.

Ces deux pressions sont disponibles dans l'avion, ce sont :

- la pression statique instantanée **Ps**.
- la pression statique à l'instant **t-Δt** mise «en mémoire».



**Pour aller
Plus loin !**

Altimètre - Variomètre (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/e38/>

L'horizon artificiel:

Il restitue la position de l'**horizon naturel** lorsque celui ci n'est pas visible (**vol de nuit et dans les nuages**). Il devient alors possible de contrôler l'attitude de l'avion par une parfaite similitude avec le vol à vue.
Il est constitué d'une :

- **maquette** centrale qui représente l'avion
- sphère intérieure sur laquelle figure la ligne d'horizon en blanc, le **ciel en bleu**, et la **terre en marron**.
- couronne sur laquelle figurent des traits correspondant aux valeurs de l'inclinaison : 10°, 20°, 30°, 60°, 90°.

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

Les pilotes disposent donc d'informations sur l'**assiette** et sur l'**inclinaison** de l'avion par simple lecture de l'horizon artificiel.



10° d'assiette à cabrer et 5° d'inclinaison à gauche



L'indicateur de virage / la bille :

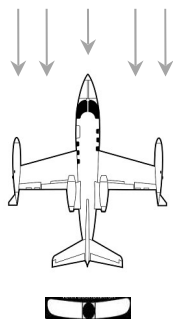
L'**indicateur de virage** indique le **sens** et le **taux du virage**. Il est associé à un **gyroscope** dont la référence est la verticale.

Lorsque la maquette avion est positionnée sur le trait L ou R, l'avion vire au **taux 1**, soit 180°/mn.

La bille est constituée d'une bille métallique enfermée dans un tube en verre incurvé vers le bas et rempli d'un liquide amortisseur. Elle rend compte de la **symétrie du vol**.



Bille centrée, l'écoulement de l'air est **symétrique** par rapport à l'axe longitudinal de l'avion.



Si la bille s'écarte de sa position centrale, l'avion est en **dérapage**.



La symétrie du vol se contrôle avec la gouverne de direction, en poussant la **pédale de palonnier** du côté vers lequel s'écarte la bille.



**Pour aller
PLUS loin !**

Horizon artificiel – la bille (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/e34/>

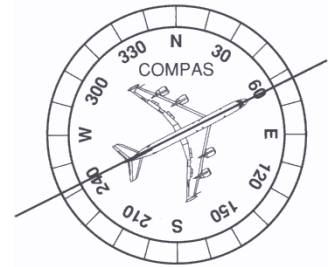
<https://engelaero.wordpress.com/e35/>

Le compas

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



Cap 133



Il se compose d'un plateau circulaire gradué de 0 à 360°, 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.

La lecture s'effectue en **dizaine de degrés** et certaines directions particulières sont repérées par des lettres :

- N pour le Nord (360°)
- E pour l'Est (90°)
- S pour le Sud (180°)
- W pour l'Ouest (270°)

Il présente des imprécisions gênantes en virage, en accélération, ou en décélération.

Pour être exploité, il doit être lu en ligne droite, à vitesse à peu près constante.

Le conservateur de cap, ou directionnel

Il donne également le **cap magnétique** et permet de s'affranchir des erreurs du compas dues aux conditions de vol.



Cependant, au bout d'un certain temps, le **gyroscope** du directionnel perd sa référence d'orientation. Il faut donc périodiquement (tous les quarts d'heure) recalibrer le directionnel sur la référence du compas, à l'aide de la molette. Cette opération s'effectue en ligne droite et à vitesse à peu près constante.



Pour aller Plus loin !

Compas + conservateur de cap (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/e36/>



Pour aller Plus loin !

Instruments de vol (vidéo)
<https://youtu.be/x6IPBBJQao0>
<https://engelaero.wordpress.com/e39/>



DÉCOUVRIR



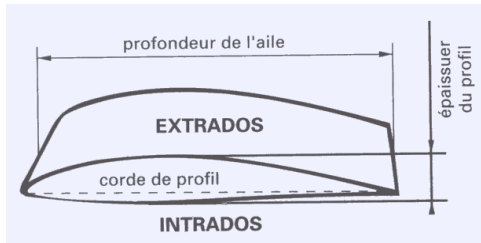
Cabines d'avions à 360°
<https://www.museeairespace.fr/aller-plus-haut/panoramas-360>



... grâce à leurs ailes !



Caractéristiques de l'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

Épaisseur : Distance maximum entre l'extrados et l'intrados

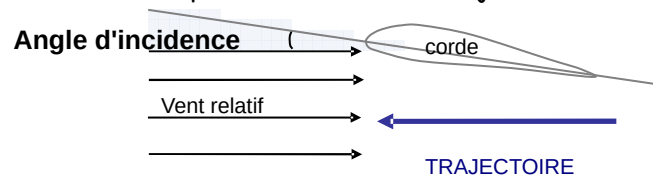
Envergure : Distance entre les extrémités des deux ailes

Allongement = $\frac{\text{Envergure}}{\text{Profondeur moyenne}}$

Surface alaire : Surface totale de la voilure, y compris celle qui traverse le fuselage.

L'angle d'incidence

C'est l'angle compris entre la corde de profil de l'aile et la trajectoire.



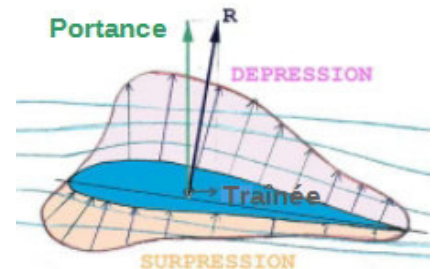
Les forces aérodynamiques

Lorsque l'aéronef se déplace, l'air s'accumule sous les ailes et provoque une pression qui va **pousser les ailes vers le haut**. Par ailleurs, un "manque d'air" (dépression) va se produire sur le dessus des ailes.

Cette dépression va **aspirer l'aile vers le haut**.

La force générée par l'écoulement de l'air autour du profil d'aile s'appelle la **résultante aérodynamique (R)**.

La résultante aérodynamique pousse l'aile vers le haut et vers l'arrière en même temps. On peut donc la décomposer en 2 forces :



la **portance**,
qui "porte" l'avion vers le haut

$$\text{portance} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_z$$

où ρ est la **masse volumique de l'air**, S la **surface alaire**, V la **vitesse** de l'aéronef, C_z et C_x des coefficients caractéristiques du profil.

la **traînée**,
qui s'oppose au déplacement de l'avion

$$\text{traînée} = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_x$$



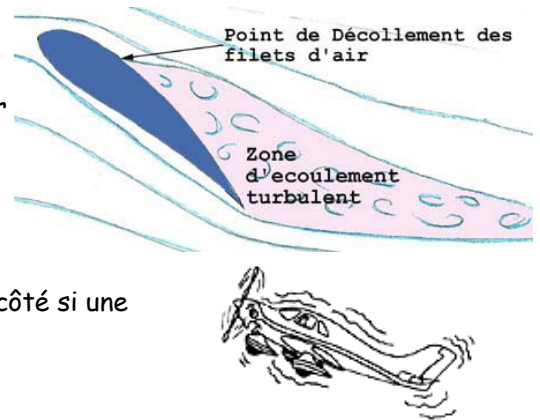
**Pour aller
plus loin !**

Forces aérodynamiques (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/p03/>

Le décrochage :

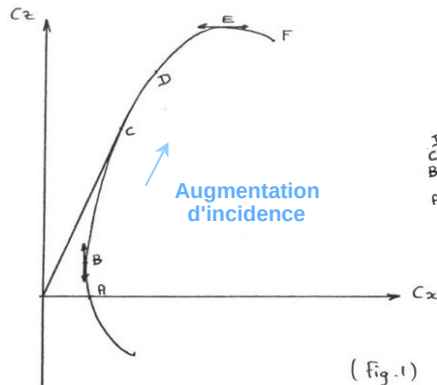
Si l'on incline l'aile au-delà d'un certain angle (**incidence** d'environ 18°), l'écoulement de l'air devient tourbillonnaire sur l'extrados car les filets n'ont plus suffisamment d'énergie pour coller au profil de l'aile. Il en résulte une diminution rapide et importante de portance.

C'est le décrochage, qui se traduit par un enfoncement de l'avion, ou un basculement de l'avion vers l'avant et éventuellement sur le côté si une aile décroche en premier.



La polaire :

Elle représente l'évolution des coefficients **Cx** et **Cz** avec l'**angle d'incidence**.



- A : portance nulle
- B : traînée minimale
- C : finesse maximale**
- D : vitesse de chute minimale
- E : portance maximale**
- F : décrochage**

La finesse :

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

Finesse = Distance horizontale parcourue en vol plané / Perte de hauteur

La finesse représente donc "combien de fois" un aéronef peut parcourir sa hauteur.

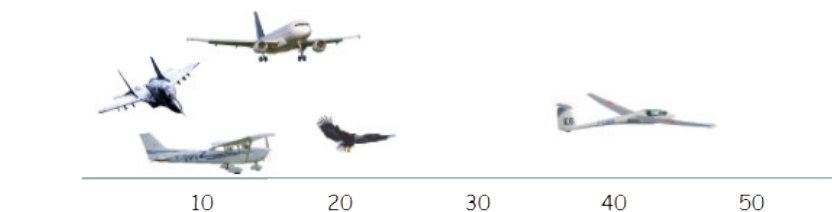
Ex : un planeur de finesse 40 peut parcourir 40 km en perdant 1 km (1000 m) d'altitude

$$\text{Finesse} = \frac{\text{distance horizontale}}{\text{distance verticale}} = \frac{\text{vitesse horizontale}}{\text{vitesse verticale}} = \frac{\text{portance}}{\text{traînée}} = \frac{C_z}{C_x}$$

Pour chaque aéronef, il existe une seule vitesse pour laquelle la finesse est maximum.

Choisir la **vitesse de finesse maximale** permet de parcourir la **plus grande distance** possible.

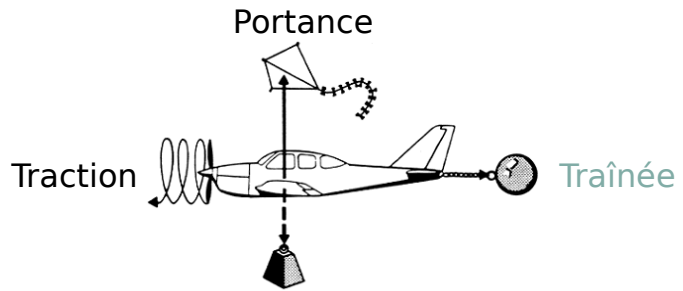
Comparaison des finessses en vol plané :



**Pour aller
Plus loin !**

La polaire : <https://engelaero.wordpress.com/p03/>

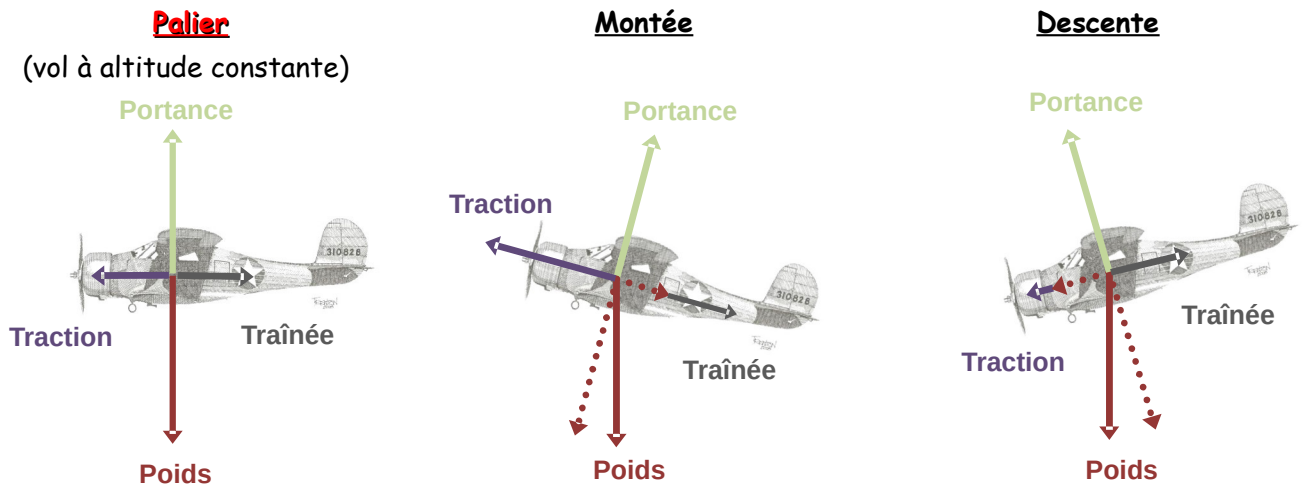
La finesse : <https://engelaero.wordpress.com/p07/>



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

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

Le point d'application des variations de portance se nomme le foyer. Sa position pour un profil donné est fixe et se situe généralement au quart de la corde à partir du bord d'attaque.



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 traînée + la petite composante du poids.
- La **traction** doit donc être **plus importante** qu'en palier.

En descente :

- La portance équilibre la grande composante du poids.
- La traction + la petite composante du poids équilibrent la traînée.
- La traction doit donc être **moins importante** qu'en palier.
- La petite composante du poids peut même remplacer la traction (**vol plané**).



**Pour aller
Plus loin !**

Bilan des forces (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/p24/>

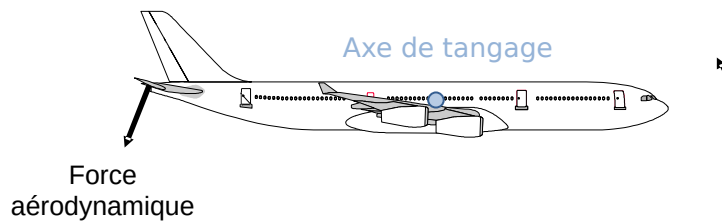
Pour diriger l'avion dans l'espace, on utilise des efforts aérodynamiques créés sur de petites surfaces que l'on appelle **gouvernes** afin de provoquer des rotations sur les 3 axes de l'avion.

Contrôle du tangage $\Rightarrow$ Montée / Descente

Il s'effectue en déplaçant le **manche** longitudinalement (avant-arrière).

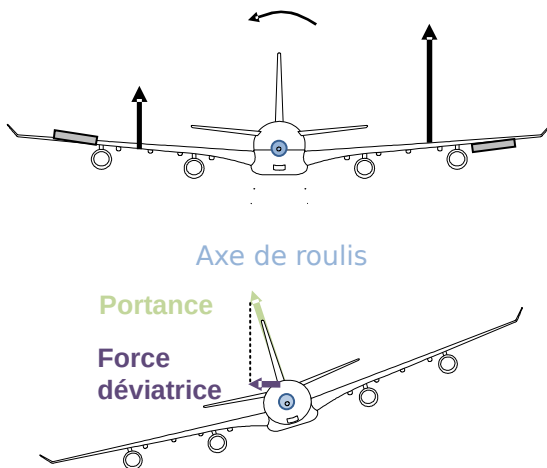
Le **braquage du manche vers l'avant** commande le mouvement de la gouverne de profondeur vers le bas. Ceci entraîne une **modification de l'assiette à piquer**.

Le **braquage du manche vers l'arrière** commande le mouvement de la gouverne de profondeur vers le haut. Ceci entraîne une **modification de l'assiette à cabrer**.



Assiette : angle compris entre l'horizontale et l'axe longitudinal de l'avion

Contrôle du roulis $\Rightarrow$ Virage



Il s'effectue en déplaçant le **manche** latéralement (droite-gauche).

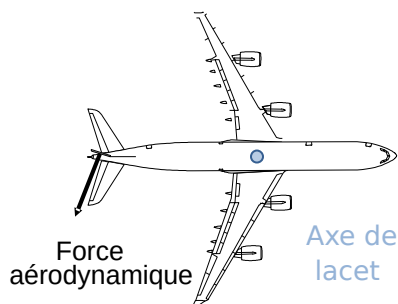
Le **braquage du manche à gauche** commande le mouvement de l'aileron gauche vers le haut et de l'aileron droit vers le bas.

La portance de l'aile gauche diminue et la portance de l'aile droite augmente, ce qui provoque une **inclinaison** de l'avion **vers la gauche**.

Cette inclinaison entraîne un effet secondaire : l'aile droite qui voit sa portance augmenter voit également sa traînée augmenter. Il se produit alors une rotation autour de l'axe de lacet. Le nez part à droite. Une inclinaison sur la gauche engendre donc du lacet à droite. On parle de **lacet inverse**.

Raisonnement inverse pour le **braquage du manche à droite**.

Contrôle du lacet $\Rightarrow$ Symétrie du vol



Il s'effectue en manœuvrant les **palonniers** (pédales).

Le **braquage du palonnier vers la gauche** commande le mouvement de la gouverne de direction vers la gauche. Ceci entraîne une **rotation à gauche autour de l'axe de lacet**.

Raisonnement inverse pour le **braquage du palonnier vers la droite**.

Lors d'une mise en virage, il est nécessaire de "**mettre du pied**" du côté où l'on tourne afin de compenser le lacet inverse.

Virage à droite = manche + palonnier à droite

Virage à gauche = manche + palonnier à gauche

Becs et volets



Becs (bord d'attaque)



Volets (bord de fuite)

Ils permettent de voler à basse vitesse pour les besoins de l'atterrissage et du décollage. Pour maintenir la portance constante, la diminution de vitesse est compensée par une augmentation de la **surface alaire** et/ou une augmentation de la courbure (modification de C_x et C_z).

Aérofreins / Spoilers



Aérofreins



Spoilers

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.

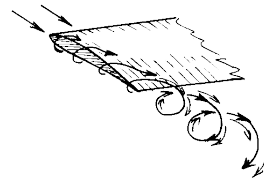
Au sol, ils contribuent au freinage afin de diminuer la longueur de roulement.

Les **spoilers** sont des panneaux d'extrados dont le braquage peut être symétrique en fonction aérofrein ou dissymétrique en fonction gauchissement (réduction de la portance sur l'aile intérieure au virage).

Winglets - Réduction des tourbillons marginaux :

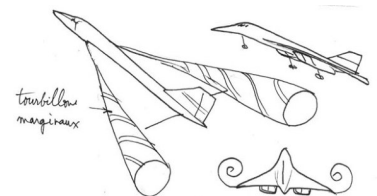


La **surpression d'intrados** et la **dépression d'extrados** engendrent en bouts d'ailes un mouvement de l'air de l'intrados vers l'extrados.



Cet enroulement intrados/extrados de l'air forme alors les **tourbillons marginaux**, qui génèrent une "traînée induite", ainsi qu'une **turbulence de sillage**.

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



Définition

C'est une grandeur qui traduit l'**effort** appliqué à la **structure** de l'aéronef.

Le **facteur de charge** est le rapport entre la charge totale supportée par la structure d'un appareil et le poids réel de cet appareil.

$$\text{Facteur de charge} = \frac{\text{Poids apparent (gravité + forces d'inertie)}}{\text{Poids réel (gravité)}} = \frac{\text{Portance}}{\text{Poids}}$$

Le nombre obtenu est sans unité mais il s'exprime parfois en « g ».

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

En vol rectiligne stabilisé sur le dos, par exemple, le facteur de charge vaut -1. 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, et au-delà desquelles risquent d'apparaître des déformations permanentes sur la structure de l'avion, voire une rupture de pièces essentielles telles que le longeron.

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**
- facteur de charge **négatif** : sensation d'être **projeté vers le haut**



Facteur de charge et vitesse de décrochage

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

Par exemple, un avion qui décroche à 100 km/h sous 1g, décrochera vers 200 km/h sous 4 g.

Facteur de charge en palier

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

Facteur de charge en montée / descente

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

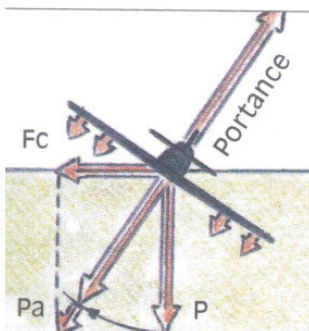
Facteur de charge en virage

La portance doit augmenter pour maintenir le vol en palier.

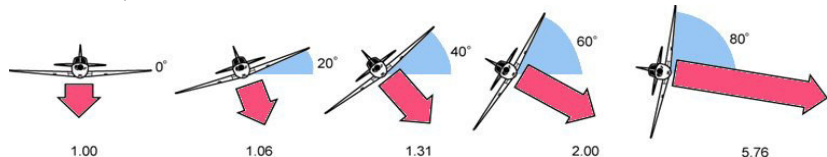
Le facteur de charge en virage augmente avec l'inclinaison.

Il est égal à $\frac{1}{\cos(\text{inclinaison})} > 1$.

Ex : Lors d'un virage à 60° d'inclinaison, le facteur de charge est égal à 2 : la structure de l'appareil doit supporter deux fois le poids de l'avion, et les occupants ont la sensation de peser 2 fois leur poids.



Fc : force centrifuge
Pa : poids apparent



**Pour aller
Plus loin !**

Facteur de charge (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/p27/>

<https://youtu.be/cEhZafN4Eq4>

Le décollage

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. 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 d'incidence. L'avion quitte le sol et continue à accélérer vers sa vitesse de montée tout en prenant de l'altitude.

Le décollage se termine au **passage à la hauteur de 15 m** par rapport au sol.

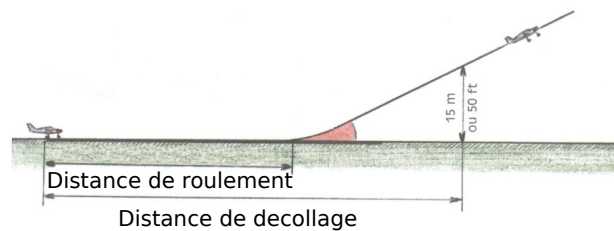
Le décollage d'un avion se fait **face au vent** pour décoller sur une distance plus courte.

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**.



Décollage de l'A340 à La Paz (4000 m de hauteur)



L'atterrissage



Atterrissage de l'A380 à Genève

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

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 le sol.

En même temps, il réduit complètement la puissance des moteurs. La vitesse décroît, ce qui réduit doucement la portance.

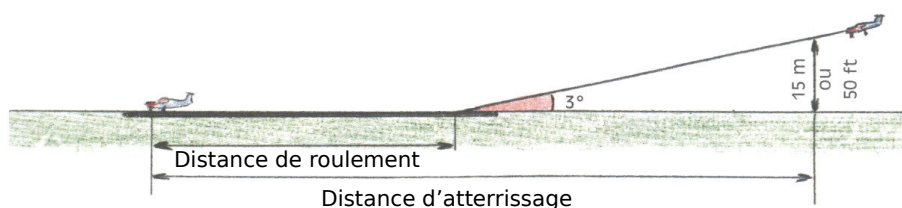
Le pilote relève le nez de l'avion pour que le **train d'atterrissage principal** prenne contact avec le sol en premier.

Suit la phase de **décélération** qui permet de réduire la vitesse sur la piste avant de dégager vers le parking.

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

L'utilisation des pleins **volets** (et si installés les becs) permet de réduire la vitesse d'approche.

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



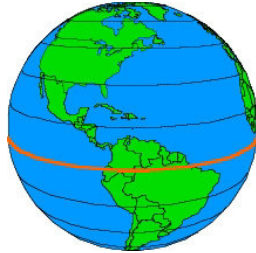
Définitions

Grand cercle : intersection de la terre avec un plan passant par le centre de la terre.

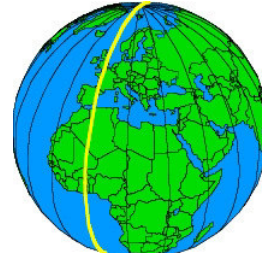
Petit cercle : intersection de la terre avec un plan quelconque ne passant pas par le centre de la terre.

Équateur : grand cercle perpendiculaire à l'axe des pôles, séparant hémisphères sud et nord.

Parallèle : petit cercle parallèle à l'équateur



Méridien : demi-grand cercle passant par les 2 pôles



Par convention, le méridien d'origine est celui qui passe par la ville de **Greenwich** (Angleterre).

Coordonnées géographiques

Latitude : Angle compris, à partir du centre de la terre, entre l'équateur et le parallèle du point considéré.

La latitude est NORD si le point considéré est situé dans l'hémisphère nord. La latitude est SUD si le point considéré est situé dans l'hémisphère sud.

Au pôle, latitude = 90°

A l'équateur, latitude = 0°

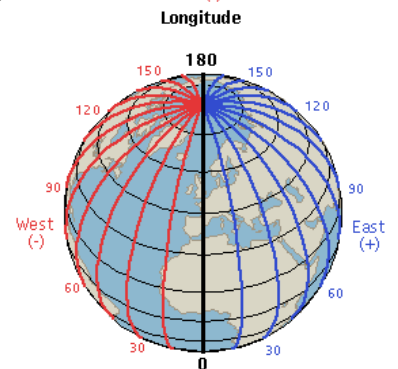
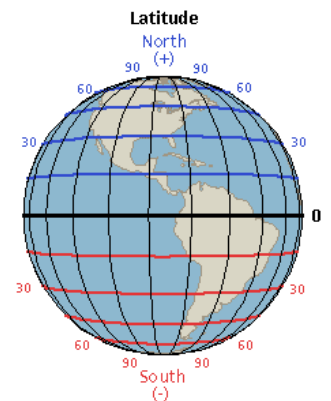
$0^\circ \leq \text{latitude} \leq 90^\circ$

Longitude : Angle compris, à partir du centre de la terre, entre le méridien de Greenwich et le méridien du point considéré.

La longitude est OUEST ou négative si le point considéré est à l'ouest du méridien de Greenwich. La longitude est EST ou positive si le point considéré est à l'est du méridien de Greenwich.

Au méridien de Greenwich, longitude = 0°

$0^\circ \leq \text{longitude} \leq 180^\circ$

Mesure des distances

- Distances horizontales : le Mile Nautique (NM)

Longueur d'une minute d'angle de grand cercle

Rappel : $1^\circ = 60$ minutes d'angle

- Distances verticales : le Pied (ft)

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

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

1 NM = 1.85 km

1 ft = 0.30 m



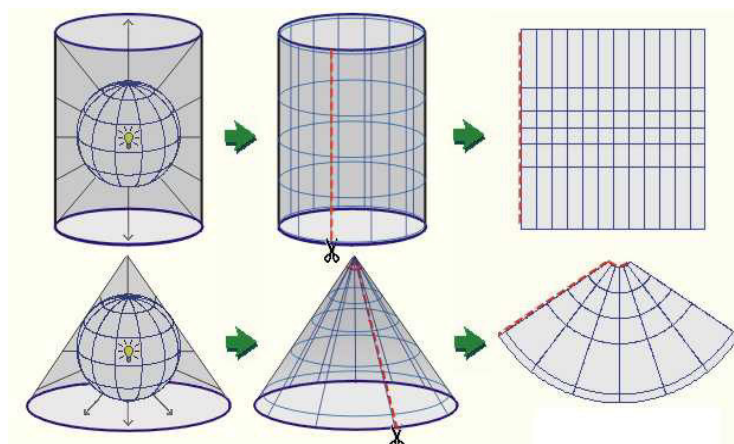
**Pour aller
Plus loin !**

Se repérer sur le globe (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/n01/>

Canevas d'une carte

Projection Mercator

Projection Lambert

Échelle d'une carteÉchelle = Représentation
Réalité

Ces deux distances sont exprimées dans la même unité.

Carte aéronautique au 1/500 000e (OACI)

Couverture de l'espace français par 4 cartes (nord-ouest, nord-est, sud-ouest, sud-est)

Canevas : Lambert

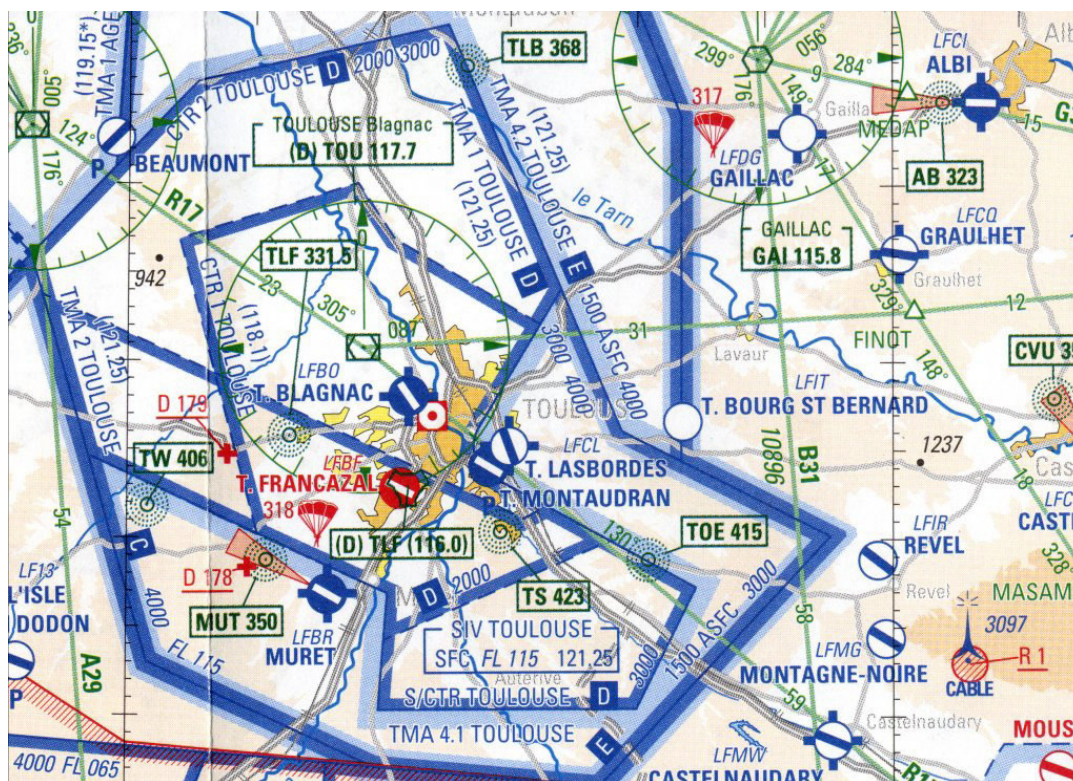
Echelle : 1/500 000 (1cm = 5 km)

Carte aéronautique au 1/1 000 000e (SIA)

Couverture de l'espace français par 2 cartes (nord, sud)

Canevas : Lambert

Echelle : 1/1 000 000 (1cm = 10 km)



Spécimen reproduit avec l'autorisation du SIA n°E23/2003 - Ne pas utiliser pour effectuer un vol

**Pour aller
Plus loin !**

Les cartes + Distances (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/n05/><https://engelaero.wordpress.com/n02/>

Carte VAC d'aérodrome

ATERRISSAGE A VUE
Visual landing

Ouvert à la CAP
Public air traffic
13 MAR 08

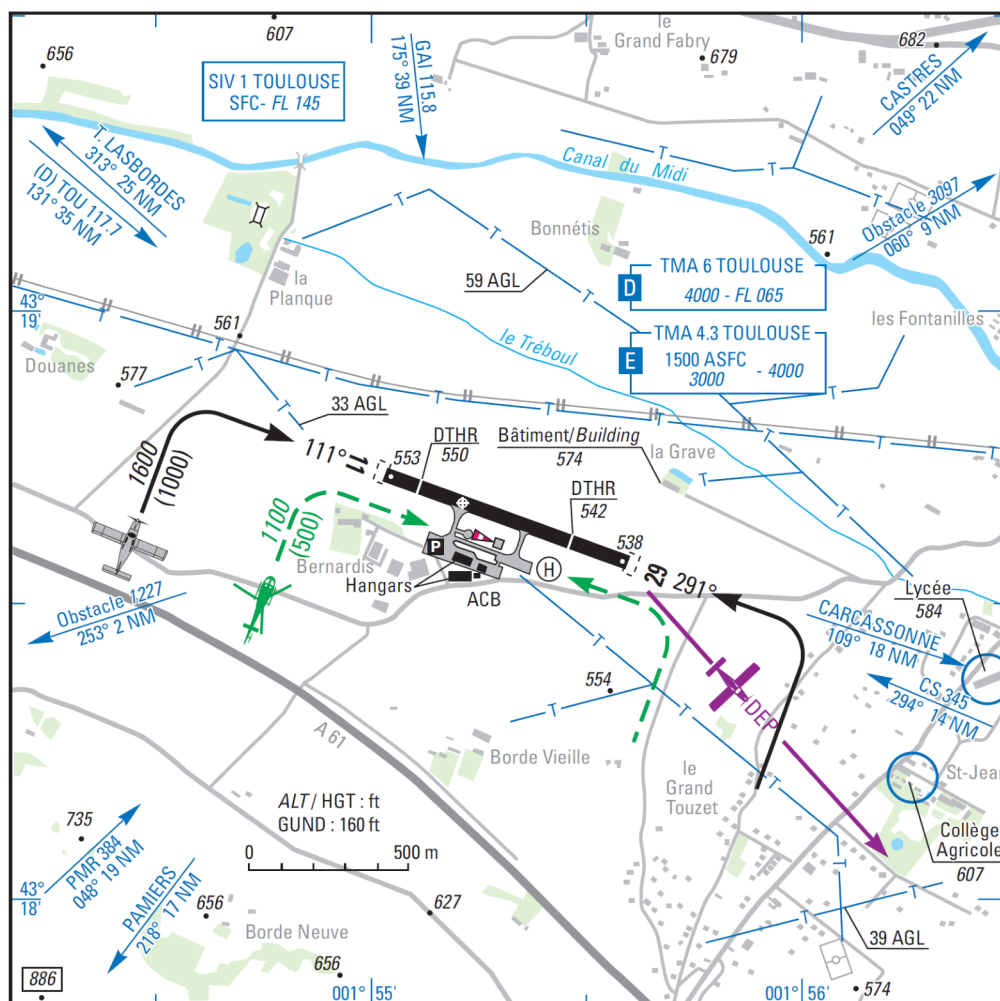
Altitude de
l'aérodrome
en pieds
Nom de
l'aérodrome
CASTELNAUDARY VILLENEUVE
AD2 LFMW ATT 01

	ALT AD : 553 (20 hPa)	LFMW
	LAT : 43 18 40 N LONG : 001 55 12 E	VAR : 1°W (05)

Fréquences de
communication

APP : NIL.
TWR : NIL.
A/A : 118.9

Déclinaison
magnétique



Informations
sur les pistes

RWY	QFU	Dimensions Dimension	Nature Surface	Résistance Strength	TODA	ASDA	LDA
11 29	111 291	810 x 30	Revêtue Paved	10 / - / -	840 840	810 810	650 620
Aides lumineuses : NIL.				Lighting aids : NIL.			

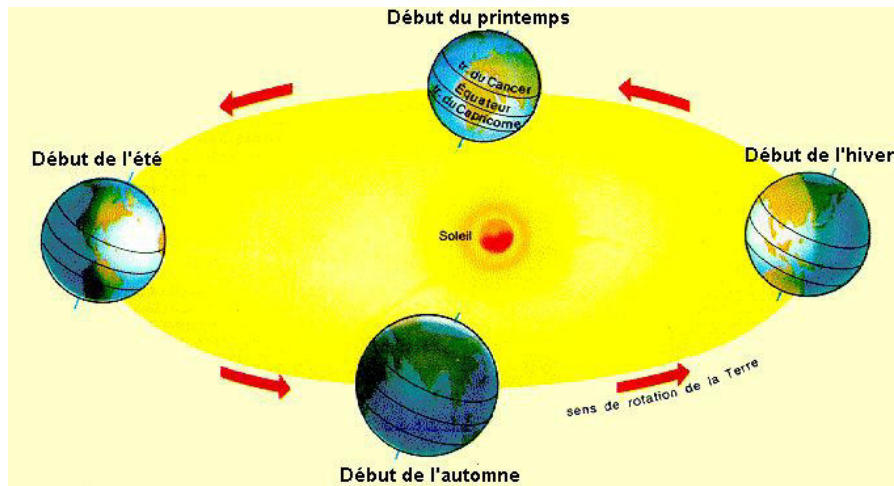


**Pour aller
Plus loin !**

Les cartes (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/n06/>

Mouvement de la terre autour du soleil

Le rythme des saisons et 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.



La terre tourne sur elle-même d'ouest en est, de 15° par heure.

Heure UTC, ou TU

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

Heure locale

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

Heure locale légale ou heure du fuseau

L'heure du fuseau a été créée 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 ($15^\circ \times 24 = 360^\circ$).

L'heure du fuseau est constante à l'intérieur d'un même fuseau et égale à l'heure locale du méridien central du fuseau, plus ou moins un nombre entier d'heures fixé par la loi d'état.

En France :

en hiver, heure locale légale = UTC+ 1h

en été, heure locale légale = UTC+ 2h

**Nuit aéronautique**

Elle commence 30 mn après le coucher du soleil et se termine 30 mn avant le lever du soleil.



**Pour aller
Plus loin !**

Temps UTC + Nuit aéro (vidéos)

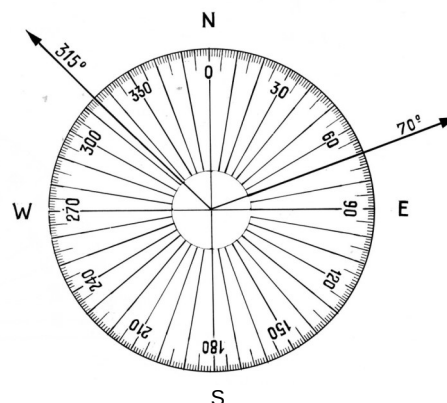
<https://engelaero.wordpress.com/n08/>

<https://engelaero.wordpress.com/n09/>



Direction

Une direction est toujours comptée dans le sens des aiguilles d'une montre à partir de l'origine.
Les angles sont compris entre 0 et 360°.



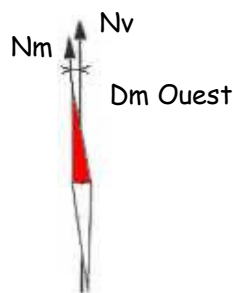
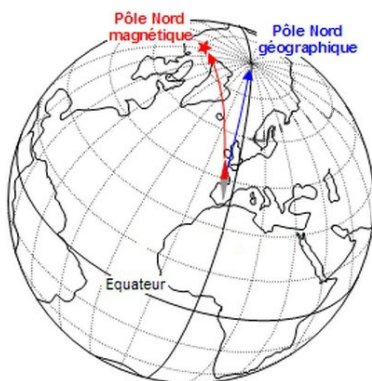
Les différents Nords

→ **Le Nord vrai** : pôle nord géographique

Toute direction mesurée par rapport au nord vrai est dite "vraie" (ex : cap vrai)

→ **Le Nord magnétique** : Autour du globe règne 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 nord magnétique se trouve aux environs du 82°N - 105°W.



Toute direction mesurée par rapport au nord magnétique est dite "magnétique" (ex : cap magnétique)

Déclinaison magnétique : angle entre le nord vrai et le nord magnétique 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.

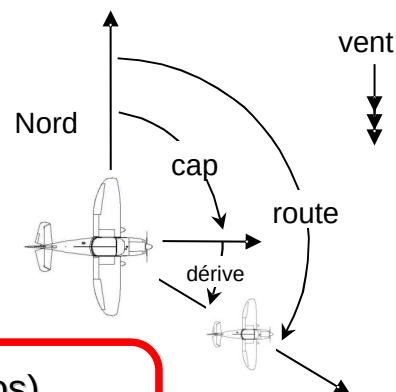
Définitions

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

On dit que la dérive est droite lorsque l'avion dérive vers la droite.



**Pour aller
PLUS loin !**

Rose des caps + Nords (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/n11/>

<https://engelaero.wordpress.com/n12/>

Les méthodes de navigation à vue

- le **cheminement**, qui consiste à suivre les lignes naturelles caractéristiques
- l'**estime**, qui consiste à déterminer le cap magnétique à prendre et l'heure estimée d'arrivée sur un point caractéristique ou sur un aéroport.

Mesure des vitesses

le Nœud (kt)

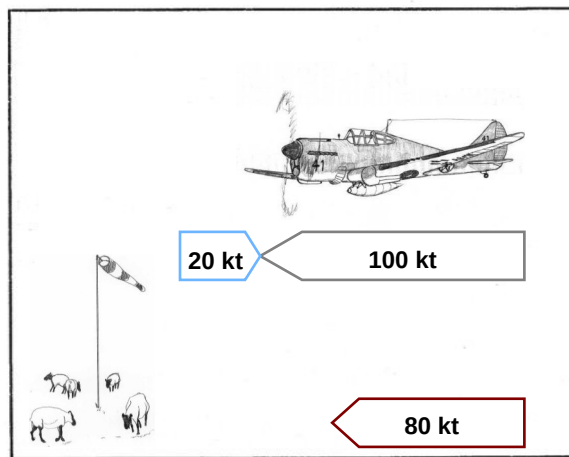
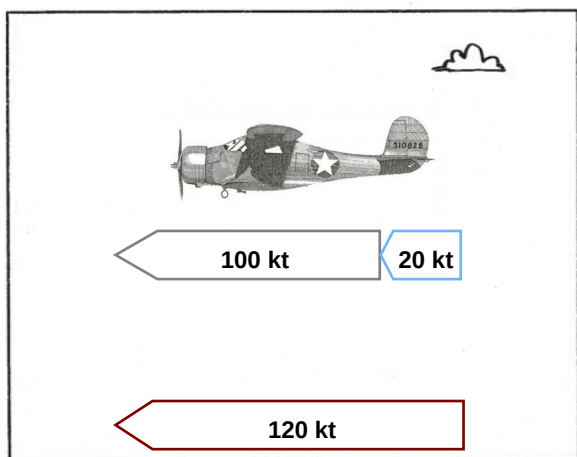
$$1 \text{ kt} = 1 \text{ NM} / \text{heure} = 1.85 \text{ km/h}$$

Vitesse propre : vitesse de l'avion par rapport à la masse d'air

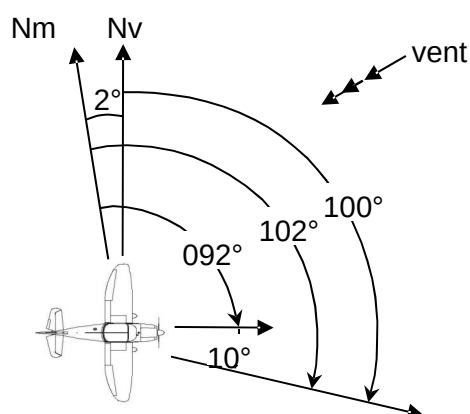
La masse d'air étant en mouvement par rapport au sol, on définit également :

Vitesse sol : vitesse de l'avion par rapport au sol

$$\text{Vitesse sol} = \text{Vitesse propre} \pm \text{Vent de face/arrière}$$

Exemple pratique de calcul du Cap magnétiqueLa route vraie mesurée sur la carte aéronautique est 100° .La déclinaison magnétique donnée par la carte est 2° ouest.On en déduit une : **Route magnétique = 102°** Le vent est du 060° pour 20 kt.La **dérive** est de 10° droite

- calculée d'après la force du vent, l'angle au vent
(angle compris entre la direction d'où vient le vent et la route que suit l'avion), et la vitesse de l'avion

On en déduit un : **Cap magnétique = 092°** **Pour aller
Plus loin !****Navigation (vidéos)**Méthodes : <https://engelaero.wordpress.com/n10/>Influence du vent : <https://engelaero.wordpress.com/n13/>Triangle des forces : <https://engelaero.wordpress.com/n14/>

Le VOR

Moyen de radionavigation, quelques fois implanté sur un aéroport, le plus souvent en campagne aux points clés des régions de contrôle.

La **station sol** émet un signal dans toutes les directions. Ce signal est modulé de tel sorte que le signal reçu diffère en fonction de la position de l'avion sur le cercle des 360°.

Le **récepteur de bord** permet de matérialiser les informations sur la position de l'avion.



Le petit losange central représente l'avion, l'aiguille mobile représente la route sélectionnée.

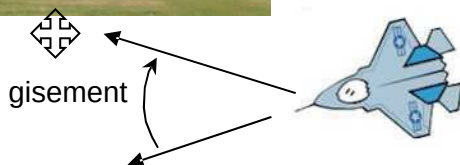
Le bouton "OBS" permet de sélectionner la route choisie en faisant tourner la couronne graduée

L'ADF

Moyen de radionavigation implanté à proximité de certains aéroports.

La **balise au sol** émet des signaux.

A bord, l'aiguille du **radiocompas** indique la direction de la balise, c'est à dire un gisement.



Cet indicateur donne les directions de 2 balises différentes.

Le GPS (Global Positioning System)

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



**Pour aller
Plus loin !**

Instruments (vidéos)

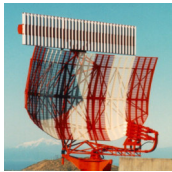
ADF : <https://engelaero.wordpress.com/n15/>

VOR : <https://engelaero.wordpress.com/n16/>

Le radar primaire

C'est un système dont disposent les contrôleurs aériens pour **détecter** un avion et déterminer sa position par rapport à une station au sol. Ce système n'implique aucun dispositif particulier à bord de l'avion.

Au sol, une antenne parabolique au sol tourne sur elle-même en émettant des impulsions radioélectriques. Lorsqu'une impulsion atteint les surfaces de l'aéronef, elle revient en écho à l'émetteur.



Bing !



Le temps d'aller-retour ainsi que l'orientation de l'antenne lors de sa réception permettent de situer l'écho, visualisé sur un écran radar. Le radar primaire est utilisé essentiellement pour les approches, le but étant de repérer tous les mouvements dans un espace où il y a beaucoup de monde. De plus celui tourne assez vite pour avoir un temps de rafraîchissement des positions le plus court possible.

Le radar secondaire

C'est un système généralement associé au radar primaire qui facilite l'**identification** des différents aéronefs.



Allo ?



Bonjour je suis 7000



Il envoie à l'avion une interrogation à laquelle le **transpondeur** de bord fournit une réponse.

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.



Le radar secondaire est destiné au contrôle "en route" et a une portée typique de 250NM. En cas de difficulté, le pilote affiche de sa propre initiative un code signifiant sa difficulté :

7500 en cas de détournement

7600 en cas de panne radio

7700 en cas de détresse



**Pour aller
Plus loin !**

Radio (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/n25/>
<https://engelaero.wordpress.com/n26/>

Aérodrome contrôlé / non contrôlé

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 y est soumise à une autorisation délivrée par un contrôleur.

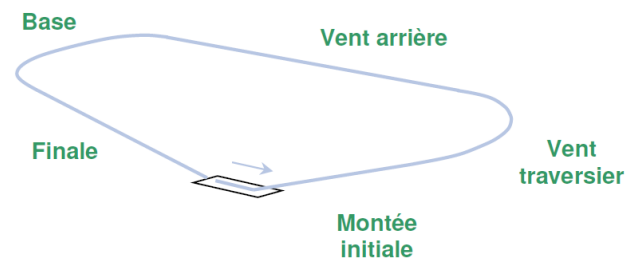
**La piste :**

La piste de décollage et d'atterrissage est caractérisée par son numéro de piste. Ce numéro correspond à son orientation magnétique en dizaines de degrés, arrondis au plus proche.

Par exemple, une piste orientée au **118°** est numérotée **12**.

Circuit d'aérodrome :

Le circuit d'aérodrome comporte plusieurs branches, définies comme suit :

**Signaux visuels au sol :**

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.



Atterrissage interdit



Précautions spéciales à l'atterrissage



Direction d'atterrissage



Virage à droite après décollage et avant atterrissage



Piste ou voie de circulation fermée

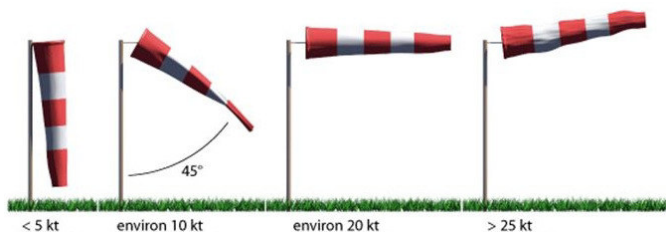


Atterrissage, décollage et circulation uniquement sur pistes et taxiways



Vols de planeurs en cours

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).



Pour aller Plus loin !

Aérodrome (vidéos)

Circuit de piste : <https://engelaero.wordpress.com/n30/>

Aire à signaux : <https://engelaero.wordpress.com/n32/>

TMA & CRT en approche d'un aéroport :

Les **TMA (Terminal Manoeuvring Area)** et **CTR (Control Traffic Region)** sont des espaces aériens contrôlés aux abords d'aéroports où la sécurité du trafic nécessite leur présence.

Elles permettent de canaliser les trafics depuis leur altitude de croisière jusqu'au sol en les protégeant.

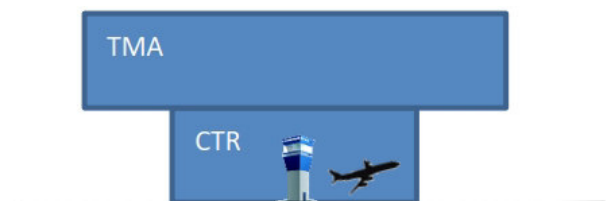
Les **CTR** sont des zones qui couvrent l'aéroport en contact avec le sol.

Les **TMA** sont des zones qui ont un plancher en altitude.

Ainsi, lorsque l'on rejoint un terrain, on passe de la TMA à la CTR.

Lorsque l'on rejoint un terrain via une TMA, on parle d'approche.

Au Touquet par exemple, l'approche se fait en TMA de Lille sur la fréquence associée, puis l'on passe dans la CTR en contact avec la tour (TWR pour tower) du Touquet. Les TMA et CTR en France sont des espaces de classe C, D et E.



Remarque : il existe des AWY (airways) ou couloirs aériens, protégés, qui permettent aux avions de se déplacer dans des espaces toujours contrôlés, et qui relient les différentes TMA.

Alphabet Aéronautique

A	⇒	ALPHA	N	⇒	NOVEMBER
B	⇒	BRAVO	O	⇒	OSCAR
C	⇒	CHARLIE	P	⇒	PAPA
D	⇒	DELTA	Q	⇒	QUEBEC
E	⇒	ECHO	R	⇒	ROMEO
F	⇒	FOX-TROT	S	⇒	SIERRA
G	⇒	GOLF	T	⇒	TANGO
H	⇒	HOTEL	U	⇒	UNIFORM
I	⇒	INDIA	V	⇒	VICTOR
J	⇒	JULIET	W	⇒	WHISKY
K	⇒	KILO	X	⇒	X-RAY
L	⇒	LIMA	Y	⇒	YANKEE
M	⇒	MIKE	Z	⇒	ZOULOU

Les immatriculations

Elles sont constituées de deux groupes de lettres ou chiffres séparés par un tiret.



Etat de provenance
de l'aéronef

Immatriculation de l'aéronef
dans son pays

Pour la France :

La lettre qui précède le tiret est le F.

La lettre qui suit le tiret indique le type d'aéronef :

F-AZ : aéronef de collection

F-B et **F-G** : avions et hélicoptères

F-C : planeurs

F-CR : planeurs anciens ou de construction amateur

F-P : avion de construction amateur

F-W : prototype

F-Z : aéronef des douanes



L'Aquila Fox - Golf Victor Fox Papa

Les 2 régimes de vol**VFR = Visual Flight Rules**

(vol à vue)

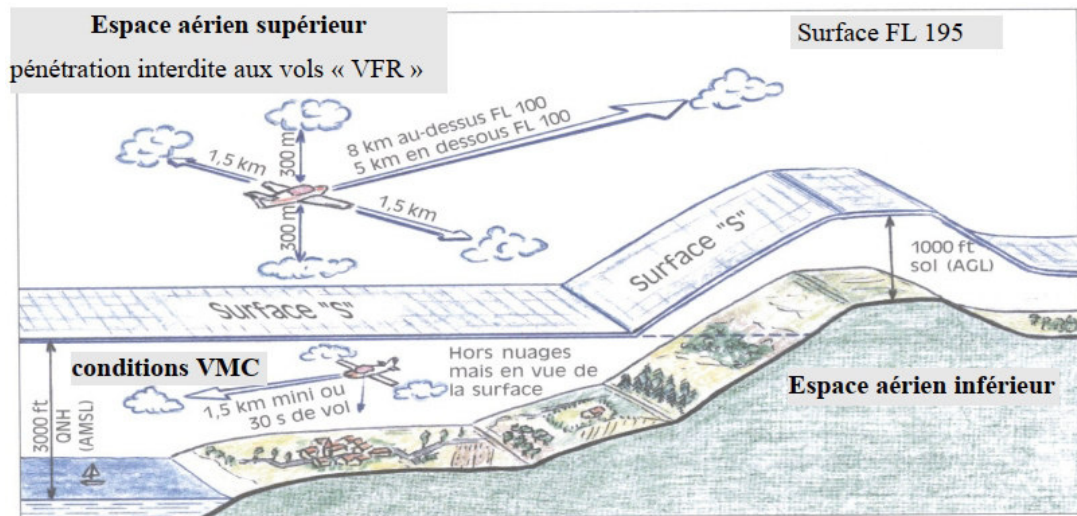
Le vol est conduit à l'aide des repères visuels à l'extérieur.

IFR = Instruments Flight Rules

(vol aux instruments)

Le vol est conduit à partir des références données par les instruments qui sont à bord.

La pratique du vol **VFR** nécessite des conditions météorologiques permettant de conduire son vol en toute sécurité en appliquant la règle fondamentale : "VOIR ET EVITER". Ces conditions, appelées **Conditions VMC** pour "**Visual Meteorological Conditions**", consistent en une visibilité et une distance par rapport aux nuages minimales.



**Pour aller
Plus loin !**

VFR / IFR (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/n20/>

Les niveaux de vol

Au dessus de 3000 ft sol, on doit adopter un niveau de croisière appelé niveau de vol (FL - **Flight Level**).

L'altimètre indique le niveau de vol de l'avion lorsqu'il est au **calage 1013 hPa**.

Seules les centaines de pieds sont exprimées. Ex : 8000 ft → FL80

En VFR, on utilise les niveaux se terminant par 5. Ex : FL 85

En IFR, on utilise les niveaux se terminant par 0. Ex : FL 90

L'espace aérien Français est divisé en 2 grandes zones :

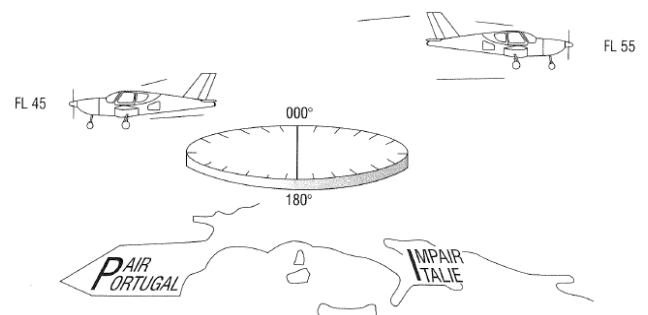
- **L'espace supérieur (à partir de FL 195) avec obligation d'être en IFR** (vols commerciaux, ...).
- **L'espace inférieur (du sol au FL 195) avec des espace contrôlé ou non** (voir NSR N°14).

La "règle de la semi-circulaire" permet de déterminer les niveaux utilisables en fonction de la route magnétique de l'avion :

• Lorsque la **route magnétique** est comprise **entre 000° et 179°**, le niveau à adopter est **impair** : FL 35, 55, 75, 95...

• Lorsque la **route magnétique** suivie est comprise entre **180° et 359°**, le niveau à adopter est **pair** : FL 45, 65, 85...

⇒ Voir **Météo2 - calages altimétrique (QNE /QFE)**



Hauteurs minimales de survol

Pour tout aéronef, sauf pour les manœuvres de décollage et d'atterrissage, la hauteur minimale de survol est de **500 ft au-dessus du sol ou de l'eau**.

Les planeurs, deltas, parapentes peuvent faire exception à cette règle en vol de pente à condition de n'entraîner aucun risque pour les personnes ou les biens à la surface.

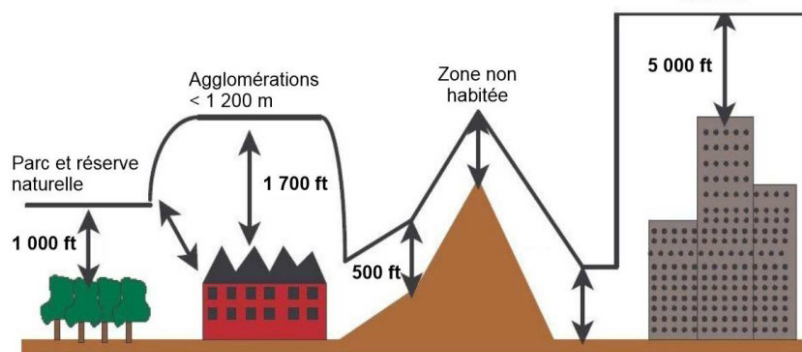
Très petites agglomérations	(blanc) 	règles 1 et 2
Agglomérations de largeur < à 1200 m Rassemblement de personnes et d'animaux	(jaune) 	500 m
Agglomérations de largeur comprise entre 1200 m et 3600 m Rassemblement de 10 000 à 100 000 personnes	(jaune) 	1000 m
Agglomérations de largeur > à 3600 m Rassemblement de plus de 100 000 personnes	(orange) 	1500 m
Installations portant une marque distinctive	(violet) 	300 m
Parcs ou réserves naturelles	étendues 	300 m
	Très petites 	



Agglomérations entre
1 200 m et 3 600 m

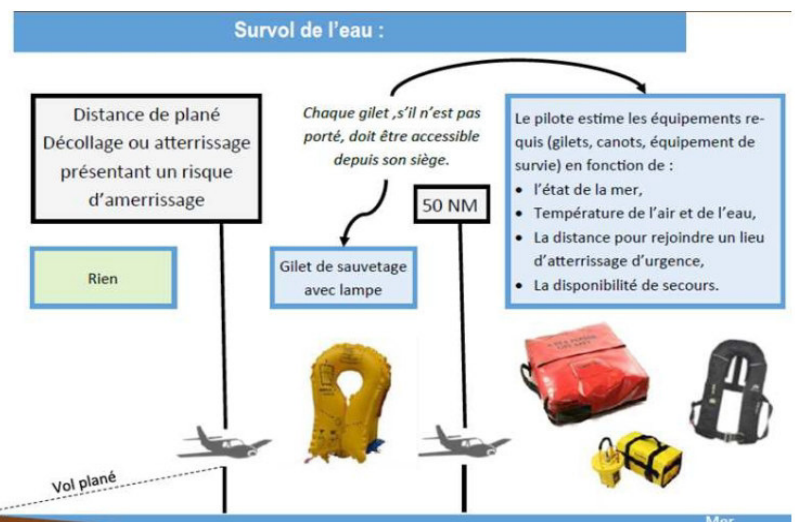
3 300 ft

Agglomérations
> 3 600 m

Survol de l'eau

Le survol de l'eau en VFR est soumis à certaines exigences :

- Aucune obligation si l'aéronef peut rejoindre la côte en vol plané.
- un gilet par personne si l'éloignement par rapport à la côte est supérieur à 50 NM.
- un canot de sauvetage + une balise de détresse si l'éloignement par rapport à la côte est supérieur à 100 NM.



**Pour aller
Plus loin !**

Hauteur de vol (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/n23/>



Les classes d'espace

L'espace aérien est divisé en plusieurs parties, chacune étant adaptée à la densité et au type de trafic auquel elle est soumise. Chaque classe d'espace est affectée d'une lettre : A, B, C, D, E, F, ou G. A chaque lettre correspond un service rendu et des exigences. Les classes **A, B, C, D, E** sont des **espaces aériens contrôlés**. Les classes **F** et **G** sont des **espaces aériens non contrôlés**. Le vol **VFR** est **interdit** dans les espaces de classe **A** (Paris).

En classes **B, C, D**, le VFR a obligation de contacter par radio l'organisme chargé du contrôle avant d'entrer dans l'espace, afin d'obtenir une **clearance** (autorisation).

VFR	Espace Contrôlé					Espace Non Contrôlé	
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G
Conditions pénétration	VFR Interdit	Clairance			Non sauf VFR Spécial	Sans	Sans
Radio Obligatoire		Oui				Non	Non
Transpondeur Obligatoire		Oui				Non	Non

Les zones à statut particulier

La zone D - Dangereuse : Souvent une zone d'activité militaire. Malgré tout, les pilotes peuvent pénétrer dans ce type de zone.

La zone R - Réglementée : liée à une activité particulière et limitée à une plage horaire.

La zone P - Prohibited : interdite d'accès à tous les aéronefs tous les jours à toutes altitudes. Elle recouvre les points sensibles du pays.

Les zones temporaires :

- ZIT : Zone interdite temporairement
- ZRT : Zone réglementée temporaire

Les zones sont décrites dans le NOTAM.

Zones à statuts particuliers

On trouve aussi des **zones soumises à restriction** (4). Elles sont signalées sur les cartes :

P = Prohibited (interdites à tout aéronef).

D = Dangerous (dangereuses à survoler).

R = Restricted (pénétration restreinte).

- Les zones temporaires

ZRT

ZIT

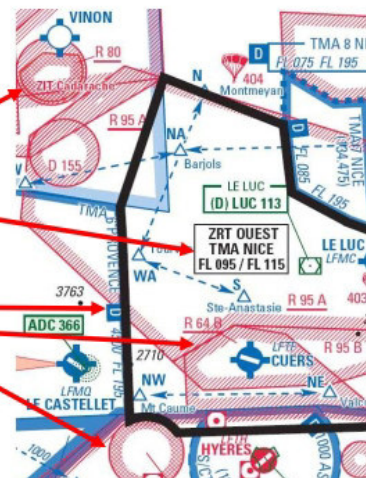
- Les zones réglementées

D

R

P

Ces zones portent un numéro et il est possible de consulter les documentations aéronautiques pour connaître les raisons de leur classification ou les conditions de pénétration.



**Pour aller
Plus loin !**

Classes d'espace (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/n27/>

<https://engelaero.wordpress.com/n28/>

Règles d'emport carburant :

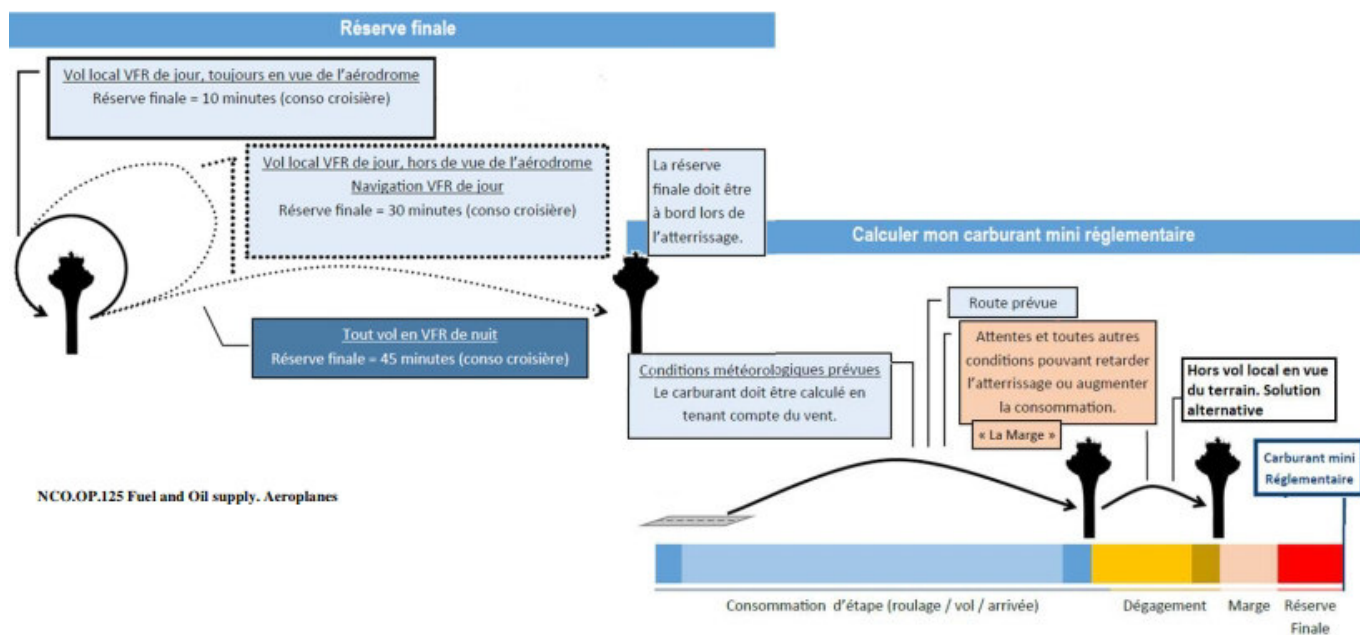
Lorsqu'un pilote part en vol, il doit respecter la réglementation en matière de carburant.

Il faut :

- Carburant pour la réalisation du vol (roulage, décollage, montée, croisière, arrivée) en tenant compte des éventualités (météo, vent, déviations de route, trafic, égarement...)
- Carburant pour rejoindre un aérodrome de dégagement
- Réserve finale disponible à l'atterrissage selon le tableau suivant

Réserve finale correspondant à une consommation en régime de croisière	
De jour en vue de l'aérodrome	10 minutes
De jour hors vue de l'aérodrome	30 minutes
De nuit	45 minutes

Emport de carburant



Prévention des abordages (risques de collisions) :

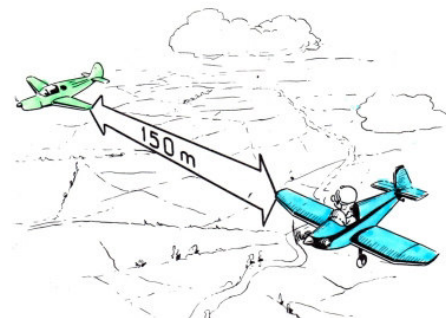
La vigilance exercée en vue de déceler les risques d'abordage ne sera pas relâchée à bord des aéronefs en vol et au cours des évolutions sur l'aire de mouvement d'un aéroport.

Cela signifie très clairement que vous êtes, en **conditions météorologiques de vol à vue**, et dans la totalité de l'espace aérien, **seul responsable de la prévention des abordages et des collisions** ; rien ne peut vous faire déroger à cette règle. Elle s'adresse à **tous les aéronefs** quel que soit leur type.

Proximité :

Un aéronef n'évoluera pas à une distance d'un autre aéronef telle qu'il puisse en résulter un risque d'abordage.

Des aéronefs ne voleront en formation qu'après entente préalable entre les commandants de bord.



Espacement minimum en cas de vol rapproché

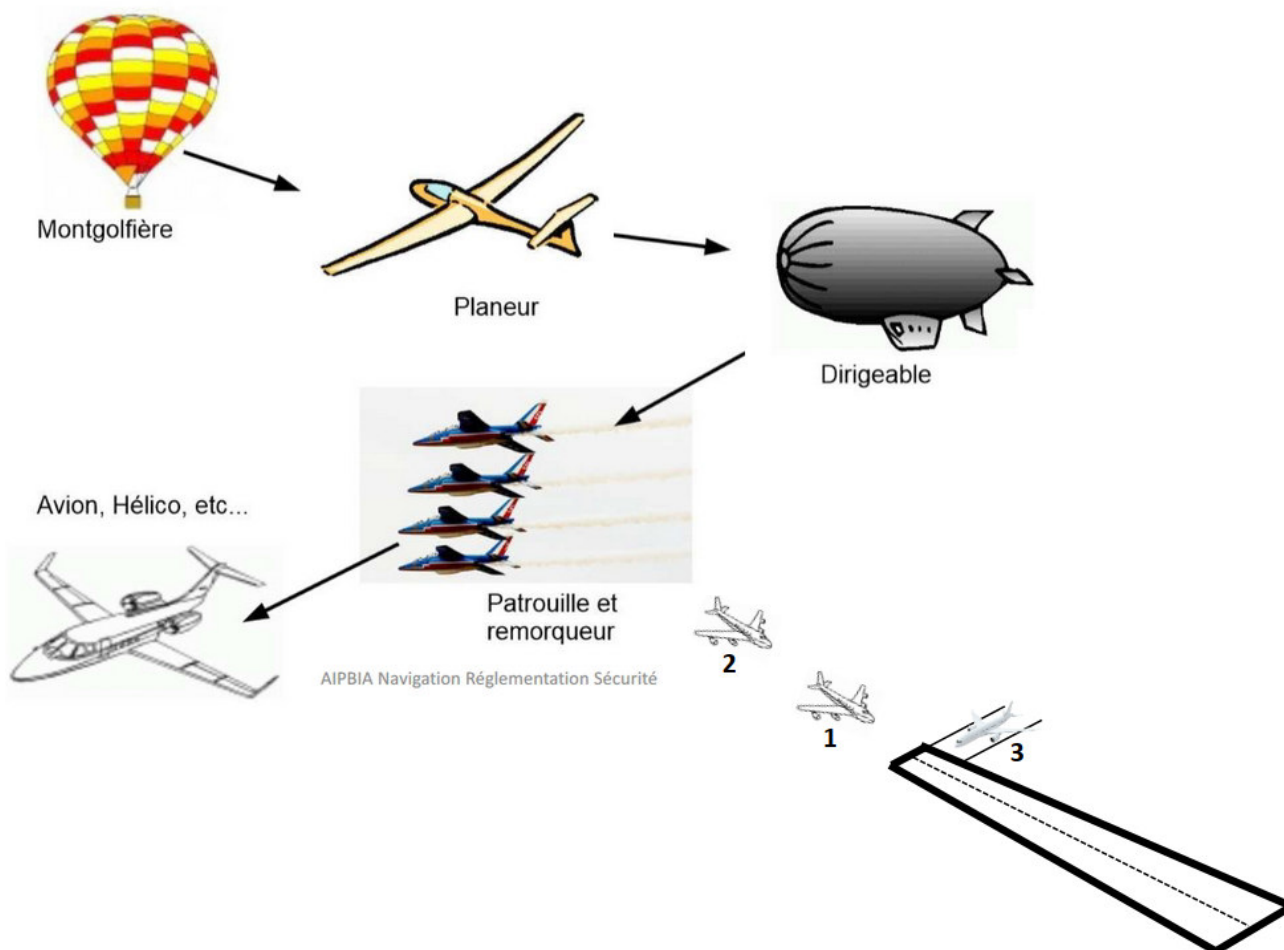
Priorité de passage :

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

Un avion en finale (atterrissage) est prioritaire lorsqu'il est plus bas (mais on ne peut pas doubler un avion par en dessous !)

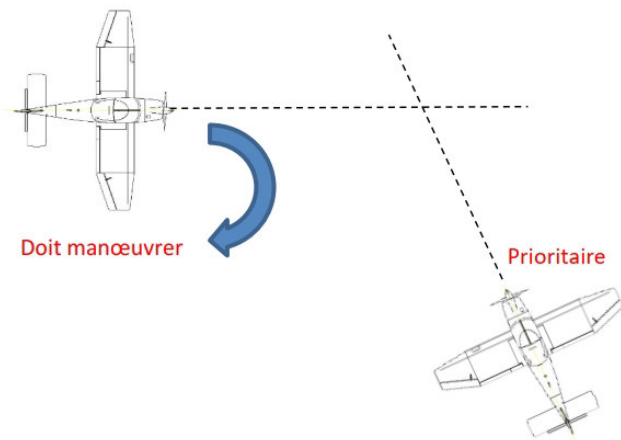
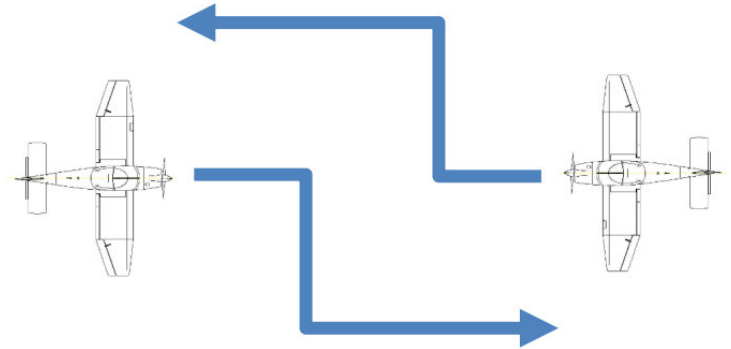
Ordre de priorité par type d'aéronef :

Ballons ⇒ Planeurs ⇒ Dirigeables ⇒ Formation/remorquage ⇒ Aéronefs moto propulsés



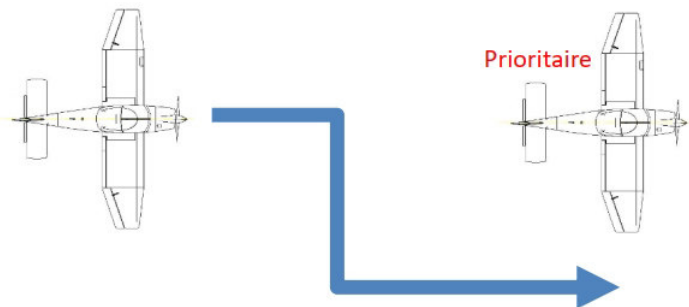
Priorité d'évitement - de dépassement :

Lorsque deux aéronefs se font face, ils doivent chacun virer à droite.



Lorsque deux routes sont convergentes, l'aéronef qui voit l'autre à sa droite doit s'écarter : priorité à droite. L'aéronef qui a priorité ne doit pas changer sa route, ni son altitude.

Un dépassement se fait par la droite, l'aéronef dépassé a la priorité.



**Pour aller
Plus loin !**

Règles de priorités (vidéos)
<https://engelaero.wordpress.com/n22/>

Titre de pilotage :

Le pilote, pour avoir le droit d'agir en qualité de commandant de bord, doit posséder :

- Une licence, avec les qualifications nécessaires valides,
- Un certificat médical en cours de validité,
- une pièce d'identité en règle
- un carnet de vol à jour.

N°	Qualification (théorie)	Qualification (pratique)	Date de l'examen (jour/mois)	Validé (année/mois)	Qualification (pratique) (examen complémentaire)	Signature de l'examinateur (date)	Signature du titulaire (date)
1	SE P - Généraliste			31.5.2013	AL - 5126		
2	SE R - Reculés						
3	SE T - Triangles						



Il existe aujourd'hui plusieurs licences de pilote d'avion (privé) :

- **BB** (Brevet de Base) : Disparu depuis 2020
- **ABL** (Autorisation de base LALP) : L'ABL est un brevet qui s'obtient à partir de 16 ans avec minimum 10 HDV (Heure de Vol). Pas d'emport de passagers (sauf si formation complémentaire), limité à une distance de 25 nautiques autour du terrain de base (sauf si formation complémentaire).
- **LAPL** (Light Aircraft Pilote Licence) : Le brevet LAPL est un brevet qui s'obtient à partir de 17 ans et après au minimum 30 HDV (Heure de Vol) . Il permet au pilote de voler partout sur le territoire européen (27 pays + Suisse+ pays si accords) avec maximum 4 personnes à bord de l'avion pour un poids maximum au décollage de 2 tonnes. Le maintien de cette licence se fait par la réalisation de 12 HDV + un vol d'une heure avec instructeur dans les 24 derniers mois glissants. C'est moins contraignant qu'un PPL.
- **PPL** (Private Pilote Licence) : Le PPL est identique au LAPL à la différence qu'il permet d'aller partout dans le monde et ne limite plus à 4 personnes dans l'avion. Il s'obtient après au minimum 45 HDV. La licence est valable 2 ans, et pour être renouvelée, il faut au minimum 12 HDV dans la deuxième année de validité, 12 décollages/atterrissages (et quelques conditions sur les 12 HDV que je ne développerai pas ici). C'est donc la plus contraignante licence à entretenir dans le cadre du vol privé.

Le brevet d'ULM s'obtient pour l'une des 6 classes. Le brevet est valable à vie, sans obligation de pratique.

Pour les personnes qui souhaitent en faire leur métier, il faut passer le CPL (Commercial Pilote License) puis le ATPL (Airline Transport Pilote License).

Visite médicale :

Le délai entre 2 visites médicales dépend de l'âge du pilote :

- Moins de 40 ans : Visite tous les 5 ans
- De 40 à 50 ans : Visite tous les 2 ans
- Plus de 50 ans : PPL (License de pilote privé) tous les ans
LAPL (License de pilote d'avion léger) tous les 2 ans



**Pour aller
Plus loin !**

Brevets/Licenses (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/n37/>

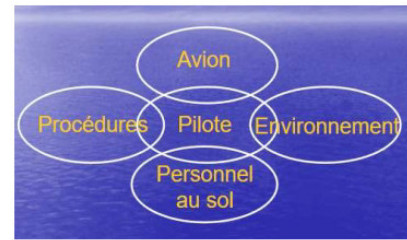
Facteur humain :

Impact de l'être humain avec ses limitations dans un environnement complexe de travail avec ses procédures et ses équipements.

Le pilote est au cœur de la gestion du vol.

Il doit être capable de réaliser la charge de travail associée à toute la gestion du vol à tout moment, et il doit être en mesure de gérer les situations d'urgence.

73 % des accidents sont causés par le facteur humain (fatigue, stress, hypoxie, alcoolémie, manque de formation, manque d'organisation, ...).

**Alcoolémie :**

L'alcoolémie maximale autorisée pour le pilote est de **0,2 g/l de sang**.

Ceci est une règle, mais il est clair qu'il est recommandé de ne pas consommer d'alcool avant un vol.

**La honte :**

Un pilote ne doit pas avoir peur du regard des autres. Il doit prendre les décisions adaptées aux situations qu'il rencontre. Ainsi, une **remise de gaz** est une décision saine en cas de mauvaise approche.

Il est même bien de savoir ensuite aller voir les autres et leur expliquer pourquoi on a pris cette sage décision, et d'en faire un exemple !

L'égo :

L'égo se définit comme la représentation et la conscience que l'on a de soi. Avoir beaucoup d'égo signifie que l'on a beaucoup d'estime de soi-même, de fierté.

L'égo est l'ennemi du pilote, en particulier parce que cela l'empêche de tirer les enseignements de ses erreurs.

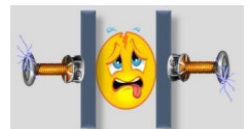
Lorsque l'on fait des erreurs, il faut savoir les reconnaître pour ensuite réussir à faire en sorte de les éviter à l'avenir. L'erreur fait partie de l'apprentissage, on dit même parfois que l'expertise se construit par l'erreur, faut-il ne pas avoir trop d'égo... Il ne faut pas être fier de soi d'avoir réussi à se sortir d'une situation difficile, en s'y étant mis soi-même...

**La pression :**

Il doit savoir prendre la décision **d'annuler un vol**, quel qu'il soit, et quelles qu'en soient les conséquences (emmener son patron (autorité), sa future conquête (séduction)...).

L'une des causes d'accidents les plus observées est celle de l'**obstination à aller au bout**. Si les conditions météo se dégradent, il faut savoir se dérouter !

Il est conseillé de toujours prévenir en amont d'un vol ses passagers sur le fait que le vol peut être annulé, ou avoir lieu sans pour autant aller au bout !

**Les connaissances et les compétences :**

Un pilote doit constamment maintenir à jour ses connaissances et compétences.

**Les conditions physique et mentale :**

Il est important d'avoir un équilibre physique et mental lors de l'entreprise d'un vol, avoir une vie saine, bien dormir...

Le stress et la fatigue sont des éléments qui mettent en danger l'équipage. Il faut là aussi ne pas se surestimer. Il faut connaître ses limites et avoir une bonne connaissance de soi.



Il existe de nombreux effets de l'altitude sur le corps :**- Hypoxie (manque d'oxygène) :**

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.

Il se traduit par :

- Une altération de la vision de nuit
- Des performances cérébrales diminuées
- Une altération de la mémoire immédiate
- Des nausées, maux de têtes, de l'hyperventilation
- La perte de connaissance

L'hypoxie dépend de 3 facteurs :

- L'amplitude de la diminution de pression
- La vitesse de la diminution
- L'état de santé des individus

A 25 000 pieds, lors d'une dépressurisation explosive, le temps de conscience utile (conservation des facultés mentales) est de 2 minutes ! A 18 000 ft, c'est 30 minutes.

**- Le barotraumatisme (hausse de pression) :**

Il est dû à la hausse de pression ambiante lorsque l'avion perd de l'altitude, provoque une expansion des gaz présents dans les cavités corporelles.

- 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 ou des problèmes intestinaux.

- Les effets d'accélération (lié au facteur de charge) :

Les accélérations ressenties sont susceptibles d'induire **des illusions sensorielles** et provoquer des **effets physiologiques** importants.

Les illusions apparaissent lorsque le pilote perd ses références visuelles (vol nuit ou aux instruments).

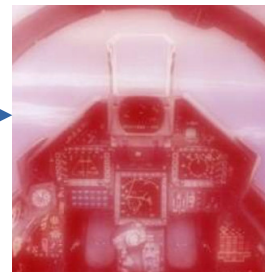
L'orientation spatiale devient erronée (ex vol dans un nuage) car le système vestibulaire qui permet l'orientation dans l'espace ne repose plus que sur l'oreille interne et donc les accélérations perçues.

Il peut en résulter également des vertiges.

Les effets physiologiques sont les suivants (facteur de charge positif) :

- Perte de la vision périphérique, altération de la vision centrale (voile gris).
- Perte de la vision centrale (**voile noir**).

Les facteurs de charge négatifs peuvent se traduire par un voile rouge (afflux de sang vers la tête) à partir de - 3g

**- L'effet tunnel (rétrécissement du champs de vision) :**

Lorsqu'un homme se retrouve dans certaines situations où sa concentration est focalisée sur un point (une panne), il occulte des choses évidentes qui se passent autour de lui.

Lorsque l'on vit un effet tunnel, on se dit après coup : « Mais comment j'ai fait pour ne pas voir ça... ».



**Pour aller
PLUS loin !**

Effets de l'altitude (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/n42/>

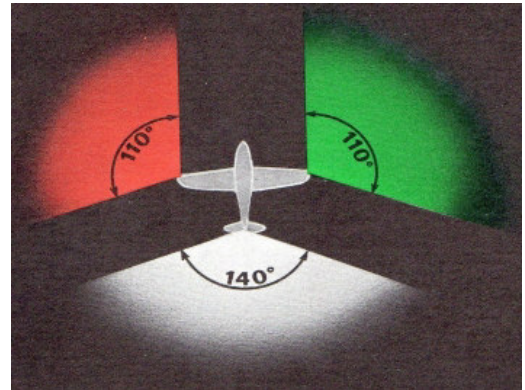
<https://engelaero.wordpress.com/n43/>

Feux de signalisation:

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

Il doit être équipé de feux de signalisation :

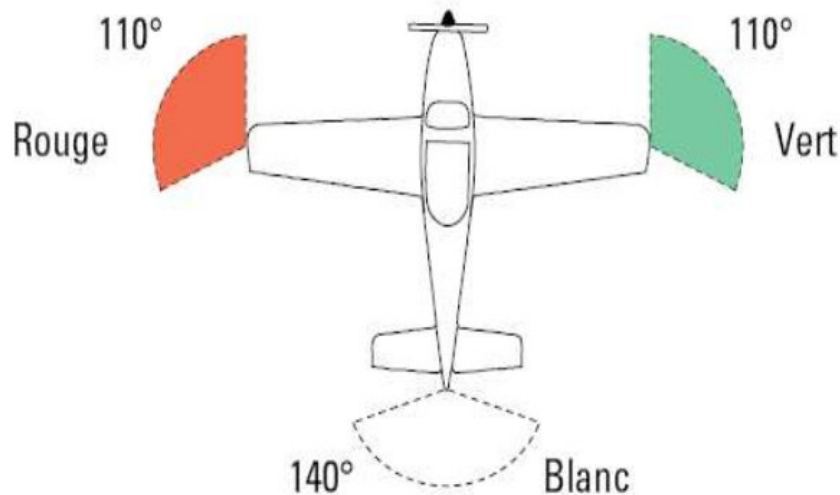
- Un feu vert en bout d'aile droite
- Un feu rouge en bout d'aile gauche
- Un feu blanc derrières
- Un feu à éclat (anti-collision)

**Explication sur le feu à éclat (anti-collision) :**

Les feux de position prescrits par la réglementation sont destinés à situer un avion en vol par rapport à un autre avion, mais faut-il encore avoir remarqué préalablement la présence de cet avion. Or les feux de position ne sont pas très efficaces dans ce domaine.

C'est pourquoi la réglementation a prévu l'installation de feux anti-collision rotatifs sur chaque aéronefs effectuant des vols de nuit.

En général il s'agit d'un feu arrière rouge dont les éclats alternent avec ceux du feu de position arrière blanc.



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.**

- 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** (Ecole National de l'aviation Civile).



Les fédérations :

Les fédérations de pilotes sont regroupées au sein du **CNFAS** (Conseil National des Fédérations Aéronautiques et Sportives). Voici les principales :

- **FFA** : Avions - Fédération Française Aéronautique
- **FFH** (ex FFG 01/01/2019) : Hélicoptères - Fédération Française d'Hélicoptères
- **FFPLUM** : ULM - Fédération Française d'ULM
- **FFVP** (ex FFVV 01/10/2018) : Fédération Française de Vol en Planeur
- **FFVL** : Parapentes... - Fédération Française de Vol Libre
- **FFAM** : Fédération Française d'Aéro Modélisme

Les fédérations ont pour vocation de promouvoir la pratique, de structurer les clubs et de fournir des assurances !

Il y a aussi :

- **FNAM** (Fédération National de l'Aviation Marchande) qui regroupe les entreprises du secteur aérien Français qui a pour missions de favoriser la compétitivité, la sécurité, la satisfaction ...
- **ESA** (Agence Spatial Européenne) : Dédié à l'exploration pacifique de l'espace.
- **ONERA** (Office National d'Études et recherches Aérospatiales).



**Pour aller
Plus loin !**

vidéos

Institutions : <https://engelaero.wordpress.com/n34/>
 Fédérations : <https://engelaero.wordpress.com/n35/>

Préparation au sol :

1. Avant un vol, le pilote a un certain nombre de tâches à accomplir :

- Tracer la navigation sur la carte 1/500 000,
- Vérifier la possibilité de traverser les zones contrôlées sur le trajet (ou comment les éviter),
- Vérifier les activations des zones R ou D proches du tracé,
- Prévoir les déroutements en cas de dégradation météo ou difficultés en vol,
- Calculer l'essence nécessaire pour le vol, un déroutement et une réserve,
- Déposer un plan de vol (selon le trajet).

2. Rassembler les documents obligatoires :

- Licence de vol à jour,
- Carnet de bord de l'avion conforme au vol,
- Cartes VAC du terrain de départ, d'arrivée et de déroutement,
- Certificat d'immatriculation,
- La fiche de pesée,
- L'attestation d'assurance.

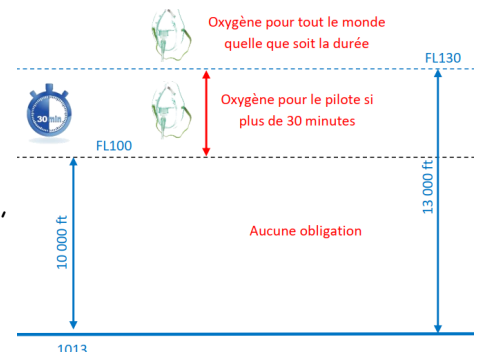
Validité du Certificat de Navigabilité Altworthiness Certificate validity			
Date et date de l'examen	Résultat et date d'expiration	Vue des experts	Date et date de l'examen
Date de visite : 11/04/2007 1304/04/07			
SITUATION V Date de validité : 11/04/2008			
Davarin 8/24/6003 1 Versand 5 0601 09 10 3 10 12 1 0601 09 10 3 10 12 1 0601 09	Situation V 11 Avril 2007 Situation V 19 Avril 2007	   	
	Situation V 11 Avril 2007 Situation V 19 Avril 2007		
(V) Résultat: - Situation R: Certificat suspendu Certificate suspended - Situation V: Certificat valide jusqu'à la date suivante Certificate valid until the next date			

3. Juste avant d'aller à l'avion :

- Prendre les derniers **NOTAM** (Notice To Air Men). Bulletin d'information destinés à donner les informations temporaires ou de dernière minute sur les terrains ou les zones aériennes,
- Prendre les dernières informations météo : Les **TAF** (Terrain of Arrival Forecast) et les **METAR** (METeo of Arrival) des terrains de départ, d'arrivée, de déroutement et ceux proches de la route.

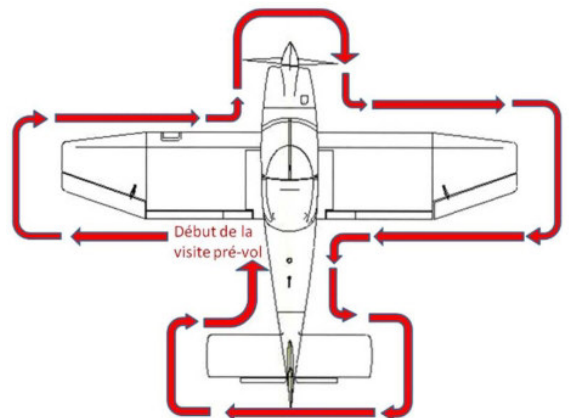
4. Emporter le matériel adapté au vol :

- Selon survol de l'eau : Gilet de sauvetage, ...
- Selon législation : Parachute, fusée de détresse, ...
- Entre FL100 et FL 130 : Bouteille d'oxygène pour le pilote,
- A plus de FL130 : Bouteille d'oxygène pour tous,
- Radio, casques, ...



5. Une fois devant l'aéronef :

- Vérifier le carnet de bord (entretien, réparation bien effectué, ...),
- Exécuter la visite pré vol (Vérification du bon état de l'avion dans le sens de l'image).



Vidéos :

Préparation vol : <https://engelaero.wordpress.com/n38/>
Documents de bord : <https://engelaero.wordpress.com/n39/>
Visite pré- vol : <https://engelaero.wordpress.com/n40/>



**Pour aller
Plus loin !**

Chapitre complet histoire (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/h00/>

1783

- 1er vol d'un ballon captif à **air chaud** conçu par les frères **Montgolfier**.
- 1er vol libre de **Pilâtre de Rozier** et du **Marquis d'Arlandes**, 26m.
- 1er vol d'un ballon à **hydrogène**, 2h05 et 3000 m.

1785

1ère traversée de la manche en ballon libre piloté par Blanchard.

1852

1er vol d'un dirigeable.

1906

Lancement du Graf Zeppelin LZ 3, premier de la lignée...



1914/1918

Utilisation des dirigeables Zeppelin pour bombarder Londres.

1930

Le dirigeable Britannique R101 s'écrase, 48 morts. L'hydrogène est mis en cause.
Utilisation de **l'hélium** en remplacement de l'hydrogène.

1936

Interdiction de vente de l'hélium à l'Allemagne.



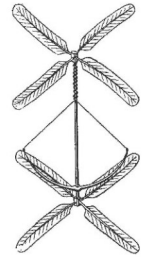
1937

Accident du Zeppelin "Hindenburg" à New Jersey, 35 morts. C'est la fin des dirigeables, ils sont détrônés par les avions et hydravions qui assurent les liaisons transocéaniques.



1783

1er vol d'un plus lourd que l'air : un hélicoptère miniature à 2 hélices réalisé par **Bienvenu et Launoy**.

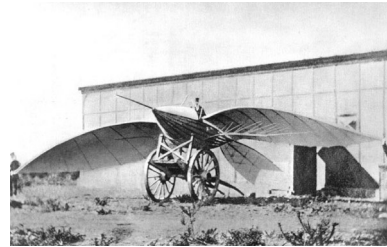


1797

1er saut en parachute à partir d'un ballon effectué par **André Garnerin**.

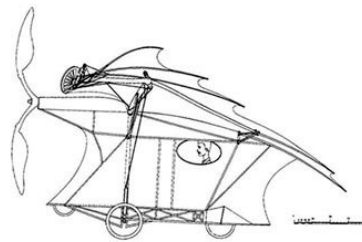
1856

1er vol plané réalisé par **Jean-Marie Le Bris**.



1890

L' **EOLE** de **Clément Ader**, équipée d'un moteur à vapeur de 20 ch, décolle sur 50 m.



1890 à 1896

Otto Lilienthal réalise plus de 2000 vols avec des planeurs de sa fabrication.

1897

L' **AVION** n° 3 de **C. Ader**, évolution de l'Eole équipée de 2 moteurs, s'élève sur 200 m. C. Ader est l'inventeur du mot "avion".



1898-1903

Vols des planeurs d'**Octave Chanute**.

1903

Les frères **Wright** font voler leur Flyer. C'est la propulsion d'un planeur d'**Octave Chanute** avec un moteur de moto.

1904 1er vol en circuit fermé (**Wright**).



1906

L'avion 14 bis de **Santos Dumont** s'élève sur 220 m à 5 m du sol.

1906

Robert Esnault Pelterie invente le manche à balai. Le manche regroupe toutes les commandes pour diriger l'avion.

1907

1er Hélicoptère, **Paul Cornu**.

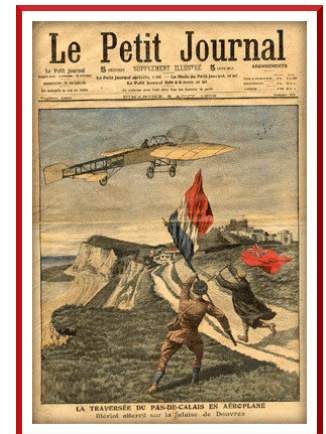
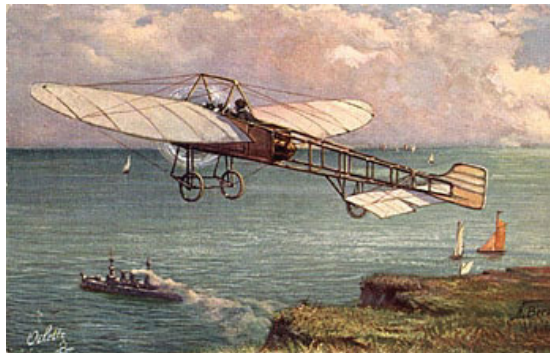
1908

1er kilomètre en circuit fermé par **Henri Farman** sur un avion de **Gabriel Voisin**.

1er passager **Farman** avec le pilote **Delagrangé**.

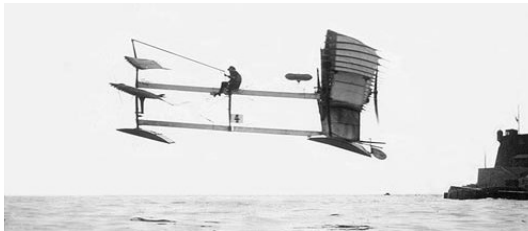
1909

Louis Blériot traverse la Manche pour la 1ère fois sur son appareil, le **Blériot XI**.



1910

1er vol d'un hydravion par **Henri Fabre**.



1913

• 1er vol d'un quadrimoteur, "Le Grand" fabriqué par le Russe **Igor Sikorsky**.



• 1ère boucle par **Adolphe Pégoud**.

• **Roland Garros** traverse la Méditerranée avec un **Morane type H**.



• **Maurice Prevost** bat le record de vitesse en Déperdussin avec 204 Km/h.

1914

Utilisation de l'aéroplane pour des missions de reconnaissance.

1er combat aérien avec avion abattu.

1915

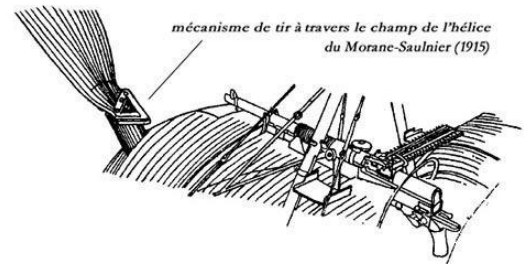
Naissance de l'aviation de bombardement, de chasse.

On construit des aérodromes et l'avion est fabriqué en série.

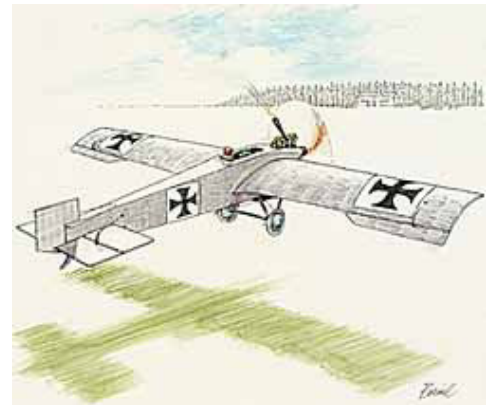
• 1er tir à partir d'une mitrailleuse fixe à travers

l'hélice : **Roland Garros** adapte sur son Morane-Saulnier des déflecteurs en acier déviant les balles qui ne parviennent pas à passer.

• Par la suite, un hollandais conçoit un système d'interrupteur qui assure la synchronisation du tir à travers l'hélice.



• 1er vol d'un avion entièrement métallique : le Junkers J1.

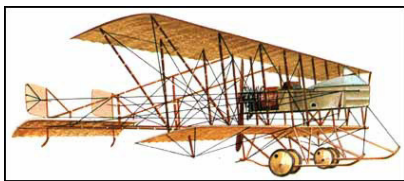


1916

Les appareils se spécialisent...

En France :

Observation : **Farman** Bombardement : **Breguet XIV**



Chasse : **Spad**

Chasse : **Nieuport**



• Création de l'escadrille "**Lafayette**" regroupant les volontaires américains combattant comme pilotes dans l'armée française.



• **Marcel Bloch** (plus connu sous le nom de Marcel Dassault) dessine une hélice qu'il appelle "Éclair", rapidement reconnue comme l'une des meilleures.

1917

- Un chasseur anglais décolle depuis le pont du HMS Furious, 1er porte-avions de l'histoire
- Regroupement des "As" dans des escadrilles d'élites.

La plus prestigieuse est l'"Escadrille des cigognes".

1918

Création de la **Royal Air Force**, première force aérienne indépendante en commandement.
Les autres forces aériennes dépendent du commandement de l'armée de terre ou de la marine.

Les AS de la première guerre mondiale

Français :

René Fonck (75 victoires), **Georges Guynemer** (54 victoires)

"as des as" français



Charles Nungesser (45 victoires), disparut au-dessus de l'atlantique en 1927



Allemand :

Manfred Von Richthofen (80 victoires), le "Baron rouge", "as des as" toutes nationalités confondues.
Abattu en 1918.



1919

- **Roget et Coli** partent de Paris et arrivent à Kénitra (Maroc)
- **Alcock et Brown** traversent l'Atlantique Nord de Terre Neuve à l'Irlande.
- **Poulet** part de Villacoublay (proche de Paris) pour rejoindre Rangoon.



1921

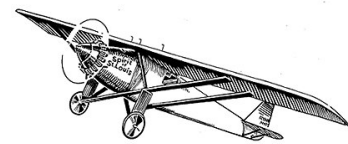
Adrienne Bolland traverse la Cordillère des Andes en Caudron G3.

1923

Traversée du continent américain (4088 Km), c'est le 1er ravitaillement en vol réussi.

1927

- **Nungesser et Coli** projettent de traverser l'atlantique nord sans escale. Ils disparaissent en mer à bord de leur biplan Levasseur "L'Oiseau blanc".
- **Charles Lindbergh** relie New York à Paris avec le Ryan "Spirit of St Louis".



1930

Costes et Bellonte traversent l'Atlantique Nord d'est en ouest (Paris - New York) avec le Breguet 19 "Point d'interrogation".



1932

1ère traversée de l'Atlantique Nord par une femme, **Amélia Earhart**.

1938

Howards Hughes fait le tour du monde en 3 jours 19 heures 24 mn en Lockheed Electra.



S

Au lendemain de la première guerre mondiale, les techniques ont suffisamment évolué pour permettre enfin d'envisager l'exploitation commerciale.

1919

Le Farman Goliath F 60 relie Paris à Londres avec 11 passagers.



1921

La France exploite régulièrement les lignes Paris-Londres - de concert avec les compagnies anglaises, Paris-Amsterdam, Toulouse-Casablanca.

La traversée aérienne des Etats-Unis est assurée régulièrement.

1921-1933

Le développement des lignes aériennes se montre constant et rapide.

1933

• Regroupement de cinq compagnies aériennes françaises (Compagnie générale Aéropostale, Air Union, Farman, C.I.D.N.A., et Air Orient) : naissance d'Air France.



• 1er vol commercial du Boeing 247 et du Douglas du DC 1. Ce dernier donnera naissance à la lignée des DC 3 Dakota (1935).



1938

1er vol du Boeing 307 Stratoliner.

1940

1er vol commercial d'un avion à cabine pressurisée (B 307).





Pierre Georges Latécoère crée en 1919 une compagnie aérienne qui porte son nom puis deviendra ensuite l'**Aéropostale**, pour acheminer le courrier de la France vers l'Amérique du sud, via le Maroc.

Il utilise des avions militaires puis met au point et construit des avions "maison" fiables. Il embauche comme directeur de la ligne **Didier Daurat**. Des pilotes célèbres font partie des Lignes Latécoère :



Guillaumet



Mermoz



St Exupéry...



1919

1ère liaison aérienne postale Toulouse-Casablanca avec un Breguet XIV.

1926

La ligne est prolongée jusqu'à Dakar.

1928

La ligne est prolongée jusqu'à Buenos Aires en Argentine. **Mermoz** traverse l'Atlantique Sud avec un hydravion Latécoère 28 pour le 1er vol commercial.

1929

Courrier assuré de Buenos Aires à Santiago du Chili, par delà les Andes.



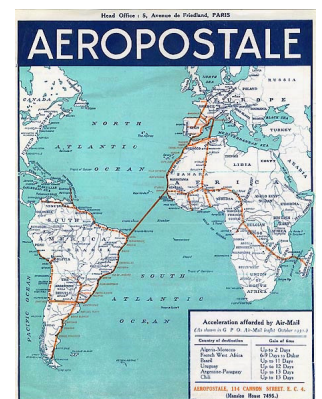
1933

Air France absorbe l'Aéropostale.

1936

Mermoz disparaît à bord du Latécoère 300 "Croix du Sud".

Le dernier message envoyé est : « Coupons moteur arrière droit ».



1939

- 1er vol d'un avion à réaction, le Heinkel 178 allemand.
- Cinq jours plus tard, l'Allemagne envahit la Pologne, déclenchant la seconde guerre mondiale. Les allemands utilisent l'aviation en coopération avec leurs forces blindées.



1940

- Offensive allemande en France, Belgique, Hollande. La différence de matériel et d'utilisation entraîne une victoire rapide des allemands.

- **Bataille d'Angleterre.** Face à la Luftwaffe, la Royal Air Force aligne deux types d'avions de chasse réputés : le Spitfire et le Hurricane, et surtout une chaîne de radars côtiers qui s'avèrent déterminants. La conquête allemande est stoppée.



- L'aviation prend un rôle prépondérant dans le conflit, avec un développement important des bombardiers stratégiques.

1941

- 1er vol d'un avion à réaction anglais : le Gloster Whittle E28.



- Les avions de l'**aéronavale** japonaise lancent une attaque surprise sur la base américaine de **Pearl Harbor**, située dans l'archipel d'Hawaii, dans le Pacifique. Cette attaque a pour but d'empêcher les États-Unis d'interférer avec la campagne d'invasion de tout le pacifique occidental et de l'Asie du sud-est que le Japon a préparée.
- La guerre est déclarée entre le Japon et les États-Unis.
- Entrée en guerre des États-Unis au côté des alliés.

1942

- 1er vol d'un avion à réaction américain, le Bell P 59 Airacomet.
- Les alliés décident de passer à l'offensive et bombardent tous les sites stratégiques allemands avec les bombardiers lourds de construction récente : Halifax et Lancaster pour les anglais, B17 et B24 pour les américains. Après quelques raids désastreux, l'USAAF prend conscience de la nécessité de donner une escorte de chasse à ses formations de bombardiers.



Sources : <https://coursdubia.pagesperso-orange.fr/>

1943 Les chasseurs à long rayon d'action (P38, P47 et P51) ont pour fonction principale d'escorter les B17 et B24.

L'Allemagne se défend avec force : tous les sites stratégiques sont protégés par une puissante Flak, à laquelle se joint la Luftwaffe pour intercepter les bombardiers avant l'attaque, et les traquer sur le chemin du retour.

1944

- Mise en service du Me 262, premier chasseur à réaction à être utilisé en combat aérien.
- Sa supériorité en armement et sa vitesse sont impressionnantes. Il atteint les 860 km/h soit 100 km/h de plus que les avions de chasse alliés.
- Mise en service de l'avion de chasse anglais Gloster Météor.



- Disparition d'Antoine de St Exupéry sur un P38 Lightning lors d'une mission de reconnaissance au départ de la Corse.

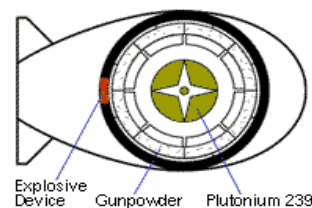


- Débarquement des alliés sur le continent européen pour mettre à mal le IIIe Reich. L'aviation assure la couverture aérienne des troupes débarquées et empêche les mouvements des troupes ennemies. Succès total.

1945

1ère bombe atomique lancée sur Hiroshima par le B 29 « Enola Gay ».

2ème bombe sur Nagasaki.



Les Chasseurs

France :

Dewoitine D 520



Angleterre :

Supermarine Spitfire



Etats Unis :

North American P51 Mustang



URSS :

Yakovlev Yak 3



Allemagne :

Messerschmitt Bf 109



Japon :

Mitsubishi A6M Zero



Les bombardiers

Angleterre :

Avro Lancaster



Etats Unis :

B oeing B17 Flying fortress



Allemagne :

Focke Wulf 200

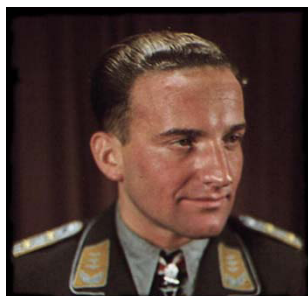


Les as de la deuxième guerre mondiale

L'as des as chez les alliés est le soviétique **Ivanovitch Pokrychkine** (59 victoires).

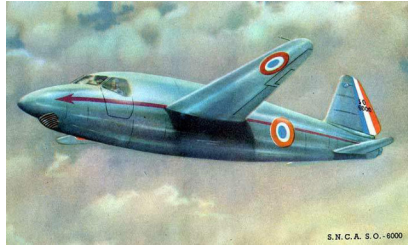
Le plus grand as français est **Pierre Clostermann**.

(33 victoires homologuées + 12 probables)



1946

1er vol du premier avion à réaction français, le SO 6000 Triton.



1947

Pour la première fois, un appareil franchit le "mur du son": à bord d'un Bell X 1, **Chuck Yeager** atteint une vitesse supérieure à 1000 km/h.



1948

Premier vol commercial sans escale entre Paris et New York, effectué par un Constellation de la Compagnie **Air France**.



1949

1er vol d'un avion à tuyère thermopropulsive de l'ingénieur français René Leduc.



1er vol du De Havilland Comet, premier avion de ligne à réaction (quadriréacteur)

1952

Carpentier est le 1er pilote français à passer le mur son en MD 452 **Mystère II**.



1954

1er vol du Boeing 707.

1955

1er vol de la **Caravelle**



1961

L'avion américain X-15 bat un nouveau record de vitesse : 4265 km/h.

1963

1er vol du Dassault Falcon 20. Dassault applique à cet avion des solutions techniques éprouvées



1968

1er vol de l'avion supersonique soviétique Tupolev 144. dans le domaine militaire.



1969

- 1er vol du plus grand avion de ligne de l'époque, le Boeing 747 "jumbo jet".
- 1er vol du Concorde à Toulouse-Blagnac, piloté par **André Turcat**.

1970

Les premiers Boeing 747 sont livrés à Air France pour la ligne Paris-New York.

1972

1er vol de l'**Airbus A 300**.

1976

Premiers vols commerciaux du Concorde sur Paris-Rio et Londres-Bahrein.

1978

Premier vol du **Mirage 2000**.

1986

- L'avion expérimental américain Voyager réussit un tour du monde sans escale et sans ravitaillement - 42000 km et 9 jours de vol.

- 1er vol du Rafale.



1987

1er vol de l'A320, premier avion de ligne à commandes de vol électriques.

1991

1er vol de l'A340.



2005

1er vol de l'A380.

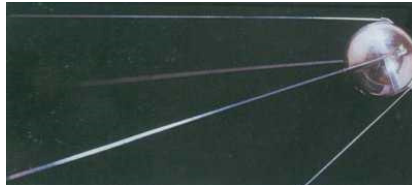


1942

1er lancement d'une fusée de grande taille, la V2 étudiée par **Von Braun**.

1957

• Lancement du premier satellite artificiel, **Spoutnik 1**, boule de 58 cm de diamètre n'emportant pour tout équipement que 2 émetteurs radio. Spoutnik 1 tourne autour de la terre à une altitude comprise entre 228 et 947 km.



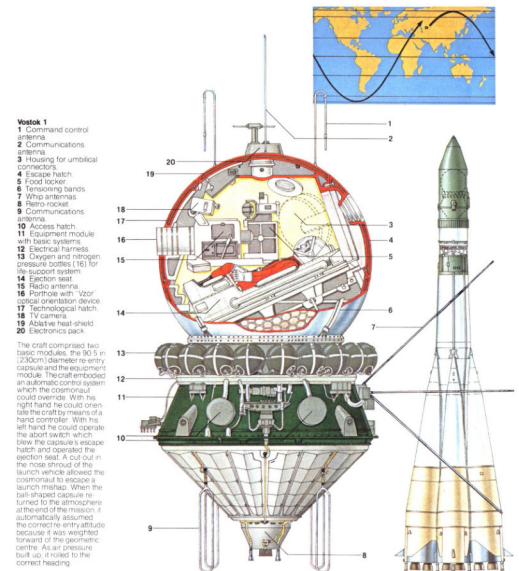
• Satellisation de Spoutnik 2 avec la chienne **Laïka** à bord.

1959

La sonde Luna 3 passe derrière la Lune : on obtient les premières photographies de la mystérieuse face cachée !

1961

• 1er homme dans l'espace, **Youri Gagarine**, à bord du vaisseau **Vostok 1**. 108 mn de vol.



américain dans l'espace, **Alan Shepard** (mission **Mercury**)



• Création du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales)

1962

1er satellite de télécommunication, **Telstar 1**.

1963

1ère femme dans l'espace à bord de **Vostok 6** : **Valentina Terechkova**.

1965

• 1ère sortie dans l'espace : pendant 10 mn, **Leonov** flotte librement, relié à son vaisseau par un simple cordon ombilical.

• En quelques mois, les Etats-Unis éclipsent toutes les réalisations soviétiques avec les missions **Gemini**.



• 1er lancement d'un satellite, **Asterix**, par une fusée française **Diamant**, de la base d'Hammaguir en Algérie.



• 1ère photographie de la planète Mars par la sonde **Mariner 4**

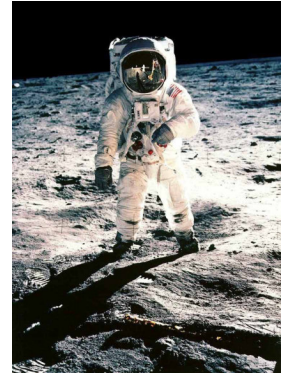
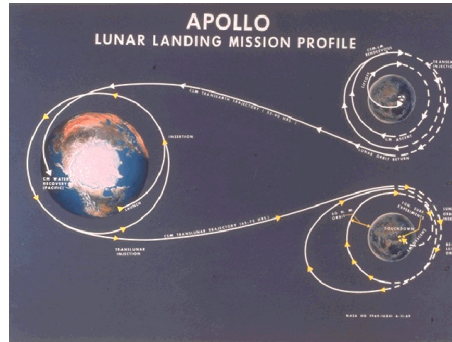


1966 

La sonde Luna 9 aluni en douceur. Les terriens découvrent un panorama de la Lune vu du sol de celle-ci.

1969 

1er pas sur la lune par **Neil Armstrong** (mission **Apollo 11**)



1971 

Satellisation de la 1ère station orbitale, **Saliout 1**.

1972 

Dernier alunissage.

1973 

1ère station orbitale américaine, **Skylab 1**. Skylab ouvre la voie à des vols habités de très longue durée.

1975 

Un vaisseau Soyouz rejoint une cabine Apollo dans l'espace et s'arrime. Le cosmos devient le symbole de détente entre les deux grandes puissances.

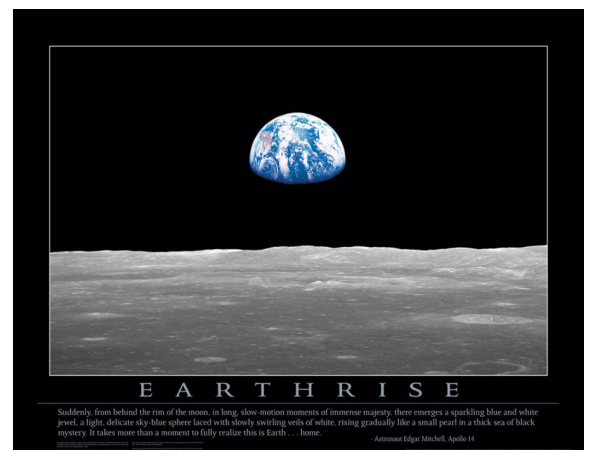
1977 

1er vol plané de la navette expérimentale Enterprise qui est larguée à 7600 m d'altitude depuis le dos d'un Boeing 747.



1979 

1er lancement d'une fusée européenne, Ariane 1.



1980



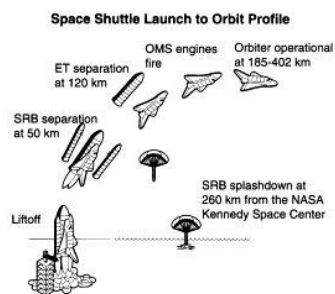
La sonde Voyager 1 survole la planète Saturne et analyse ses anneaux.



1981



1er vol opérationnel d'une navette spatiale américaine, Columbia.



1982



1er spationaute français, **Jean-Loup Chrétien**, qui séjourne une semaine dans Saliout 7.

1984



1ère sortie libre dans l'espace d'un astronaute, en utilisant le fauteuil-fusée MMU.



De 1983 à 1985, à Columbia viennent s'ajouter trois autres navettes : Challenger, Discovery et Atlantis.

1986



• Explosion en vol de Challenger avec 7 astronautes à bord.

• Mise en orbite de la station Mir. Elle devient le premier habitat permanent de l'homme dans l'espace. Elle est désactivée en 2001.

1990



Télescope spatial Hubble placé sur orbite.

1992



Nouvelle navette américaine : Endeavour

1997



La sonde Mars Pathfinder se pose sur la planète Mars.

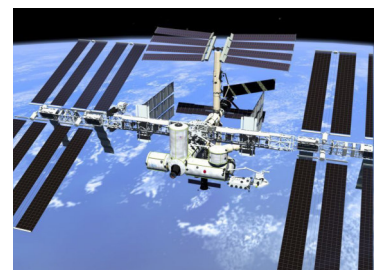
1998

Lancement du 1er élément de la station spatiale internationale **ISS**.

2003



Destruction de Columbia lors de sa rentrée dans l'atmosphère.



**2004**

Au mois de janvier 2004, les deux rovers de la NASA baptisés Spirit et Opportunity se posent sur la planète Mars afin d'étudier la possible existence d'eau liquide dans son sol. Equipés de panneaux solaires qui leur fournissent l'énergie nécessaire pour leur déplacements et leur équipement scientifique, les deux rovers « survivront » sur la planète rouge respectivement 6 ans pour Spirit et 14 ans pour Opportunity !

2005

Le 14 janvier 2005, l'orbiteur Cassini (USA) largue la sonde Européenne Huygens sur Titan, satellite de Saturne dont les caractéristiques géo-physiques sont particulièrement intéressantes (présence d'atmosphère et de méthane sous forme liquide).

2010

Installation du module « cupola ». Un poste de travail et d'observation offrant un champ de vision panoramique de 360° degrés sur l'extérieur.

**2011**

135ème et dernier vol de la navette spatiale.
Le 8 juillet 2011, la navette Atlantis décolle à destination de l'ISS pour livrer une dernière fois du ravitaillement.

2012

Pour la première fois, une société privée ravitaille l'ISS. En 2002, Elon Musk fonde la société Space X pour développer des lanceurs révolutionnant la technologie spatiale. En 10 ans, Space X va s'imposer comme un opérateur spatial de premier plan. 6 août 2012, atterrissage sur Mars de Curiosity (rover de la Nasa qui succède à Spirit et Opportunity).



**2016**

Premier séjour de Thomas Pesquet à bord de l'ISS.

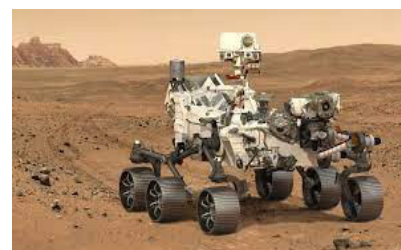
**2020**

Premier vol habité du vaisseau Crew Dragon de Space X le 30 mai 2020 à destination de l'ISS avec un équipage de 4 membres.

2021

Atterrissage du Rover Perseverance sur Mars.

Objectif : collecter et ramener sur terre des échantillons du sol de la planète.



25 décembre 2021 : le télescope spatial James Webb est placé sur orbite. Il est chargé d'observer les galaxies primaires ainsi que de d'observer l'atmosphère d'exo-planètes.



Définition :

enveloppe gazeuse qui entoure la terre, sur quelques centaines de kilomètres.



Répartition verticale :

Le gaz se raréfie avec l'altitude.

99% de la masse totale de l'atmosphère se trouve entre 0 et 30 km d'altitude.

L'atmosphère est subdivisée en plusieurs couches qui ont pour nom troposphère, stratosphère, mésosphère et thermosphère.

La surface de séparation entre la troposphère et la stratosphère s'appelle la **tropopause**.

Elle se situe aux environs de 11 km d'altitude sous nos latitudes.

Composition :

- Air sec (99.97%) :
 - azote 78%
 - oxygène 21%
 - argon 1%
 - **ozone** entre 15 et 45 km
- Vapeur d'eau
- Poussières

Description :

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

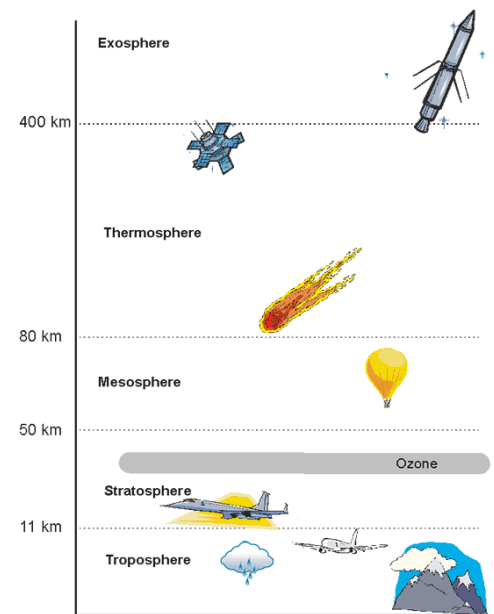
- la température (voir fiche météo n° 2)
- la pression (voir fiche météo n° 3)
- l'humidité (voir fiche météo n° 4)
- le vent (voir fiche météo n° 7)

Atmosphère standard :

Pour les besoins de l'aéronautique, il a été nécessaire de "figer" l'atmosphère en une atmosphère moyenne, dite standard.

Cela permet entre autres de décrire les performances des aéronefs et de les localiser dans le plan vertical.

Au niveau de la mer, température std = 15°C
pression std = 1013.25 hPa

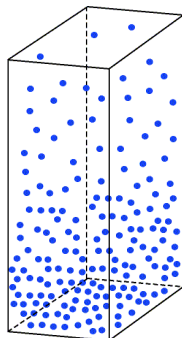


**Pour aller
Plus loin !**

L'atmosphère (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/m01/>
<https://engelaero.wordpress.com/m02/>
<https://engelaero.wordpress.com/m03/>

Définition :



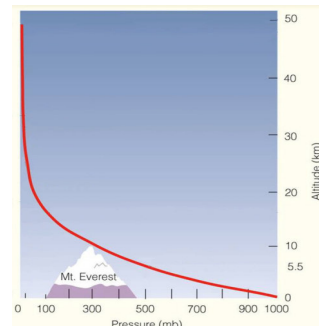
Pression de l'atmosphère

Poids de la colonne d'air s'étendant jusqu'à la limite supérieure de l'atmosphère, au dessus d'une surface de 1 m^2 .

L'unité de mesure est le Pascal. Cependant, en météorologie, on utilise préférentiellement l'hectopascal (**1 hPa = 100 Pa**).

Variations de pression

Lorsque l'on s'élève dans l'atmosphère, on a de moins en moins de molécules d'air au dessus de soi : la pression est maximum au sol et elle diminue avec l'altitude.



Dans les basses couches de l'atmosphère, la pression décroît de :

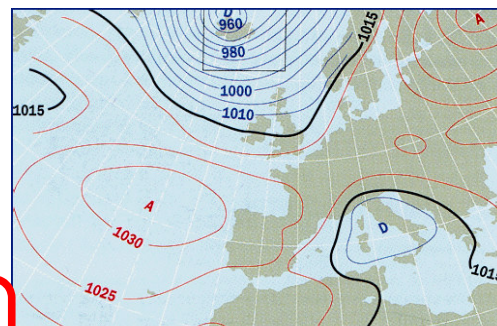
1 hPa / 28 ft

Champs de pression

Anticyclone : zone de hautes pressions (symbole A ou H)

Dépression : zone de basses pressions (symbole D ou L)

Isobare : ligne reliant les points d'égale pression

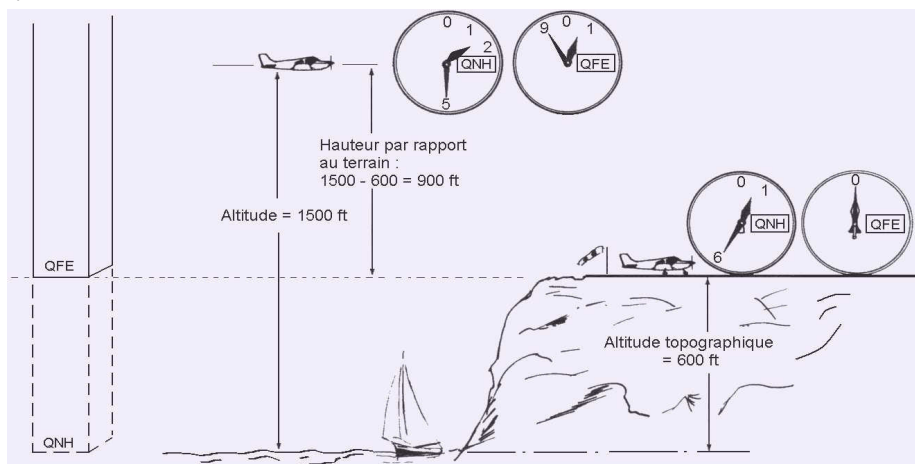


Pour aller PLUS loin !

Champs de pression (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/m05/>

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 : Pression atmosphérique standard au niveau de la mer.

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



Pour aller PLUS loin !

Référence altimétrique (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/n18/>

Définition :

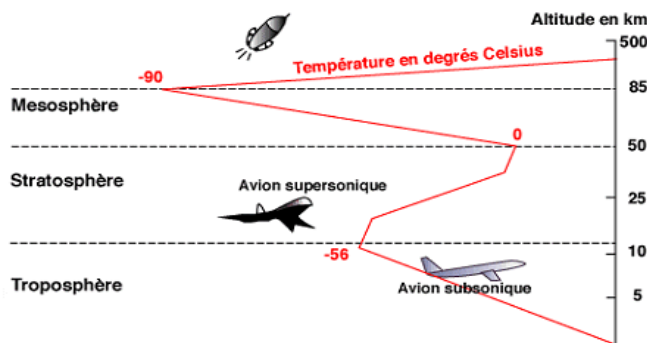
Quantité qui caractérise la sensation de chaleur ou de froid.

En France, la mesure des températures est réalisée suivant l'échelle Celsius notée °C.

Variations de température

Dans la **troposphère**, la température diminue lorsque l'altitude augmente, pour atteindre une valeur de -56.5°C à sa limite supérieure.

La **tropopause** - transition entre la troposphère et la stratosphère - marque l'entrée dans une couche d'inversion de température, c'est à dire que la température se met à augmenter avec l'altitude !



Dans la troposphère,
la température décroît de :

2°C / 1000 ft
soit **6.5°C / 1000 m**

Echanges thermiques

Rayonnement

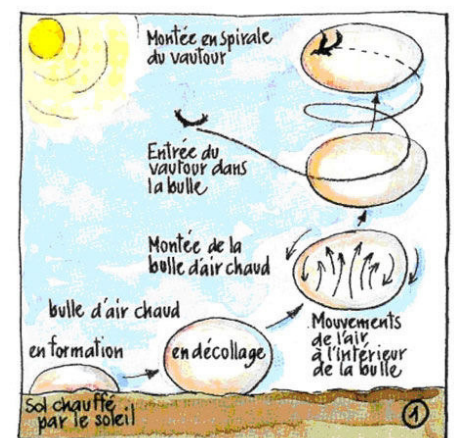
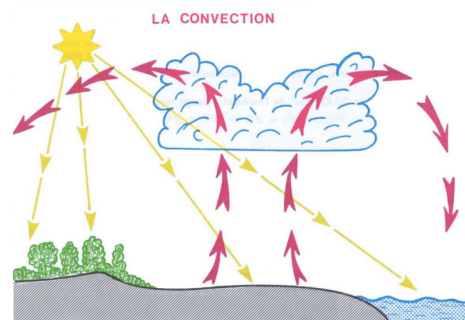
Le rayonnement solaire, bien qu'une partie soit absorbée par la couche d'ozone et par la troposphère, demeure assez intense pour réchauffer considérablement la surface de la terre.

Ainsi réchauffée, la terre rediffuse sa chaleur par **rayonnement** à l'air situé **dans les basses couches**.

Convection

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

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



Pour rester dans ces "**ascendances**" ou "**pompes**",
le pilote décrit des cercles en spiralant et est ainsi entraîné en altitude.



**Pour aller
Plus loin !**

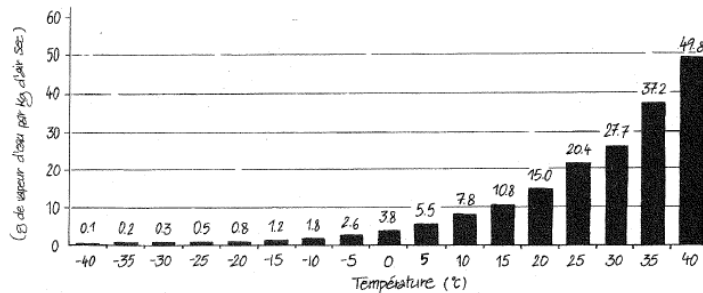
Températures et variations (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/m06/>

<https://engelaero.wordpress.com/m07/>

L'eau dans l'atmosphère peut exister sous trois formes :

- solide
- liquide
- gaz



Quelques définitions

Vapeur d'eau

C'est l'eau à l'état gazeux contenue dans l'air.

La quantité de vapeur d'eau dont l'air peut se charger **augmente avec la température**.

Humidité : quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air

Humidité relative = $\frac{\text{vapeur d'eau réelle}}{\text{vapeur d'eau maximum}}$

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

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

Changements d'état



Condensation / évaporation

Lorsque la température de l'air baisse au-delà du point de rosée, la condensation intervient. De fines gouttelettes d'eau se forment autour de poussières diverses en suspension dans l'air. Le phénomène inverse est l'évaporation.

Solidification / fusion

L'eau refroidie en dessous de 0°C se solidifie (neige, glace). Inversement, il y a fusion.

Surfusion

Dans l'atmosphère, les gouttelettes d'eau restent souvent liquides à des températures inférieures à 0°C. Elles sont en état de surfusion. Le phénomène est courant dans le brouillard et les nuages où l'on observe des gouttelettes d'eau surfondues jusqu'à des températures de - 40°C.

Les traînées de condensation

Elles sont créées 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 des petits cristaux de glace donnant ainsi naissance à des traînées blanches derrière les avions.



**Pour aller
PLUS loin !**

Eau atmosphérique (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/m09/>



Définition :

Ensemble visible de minuscules particules d'eau liquide et/ou de cristaux de glace en suspension dans l'atmosphère.

Formation

Les nuages se forment par refroidissement de l'air ascendant. Lorsque la température diminue, la quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir l'air diminue, donc l'humidité relative augmente. Lorsque l'humidité relative atteint 100%, la condensation apparaît autour de minuscules particules solides.

Répartition verticale

- Les nuages dont la base est située **au dessus de 6 km** sont constitués de cristaux de glace : préfixe "**cirro**"
- Les nuages dont la base est située **entre 2 et 6 km** sont constitués de cristaux de glace et de gouttelettes d'eau liquide : préfixe "**alto**"
- Les nuages dont la base est située **entre le sol et 2 km** sont constitués d'eau liquide : **pas de préfixe**
- Certains nuages peuvent présenter une grande extension verticale.

Ce sont les nuages caractéristiques des précipitations et du mauvais temps : préfixe ou terminaison "**nimbus**"

Classification

NUAGES CUMULIFORMES

Forme isolée, aspect "choux -fleur"



Terminaison **cumulus**

Cumulus, Altocumulus, Cirrocumulus

NUAGES STRATIFORMES

Forme soudée, étalée, en couches superposées



Terminaison **stratus**

Stratus, Altostratus, Cirrostratus

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

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



**Pour aller
Plus loin !**

Reconnaître les nuages (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/m13/>

<https://engelaero.wordpress.com/m14/>

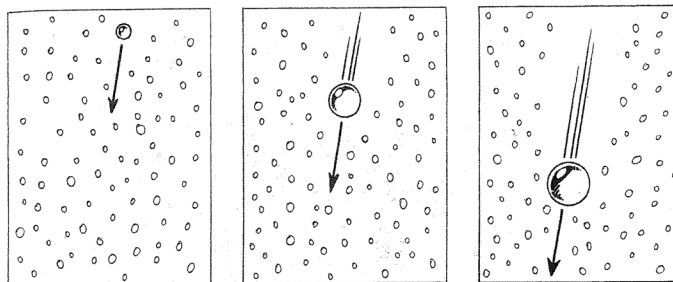
<https://engelaero.wordpress.com/m15/>

Définition :

Ensemble de particules d'eau liquide et/ou solide tombant d'un nuage.

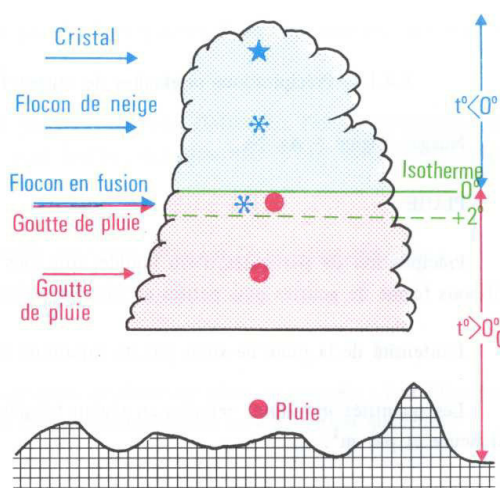
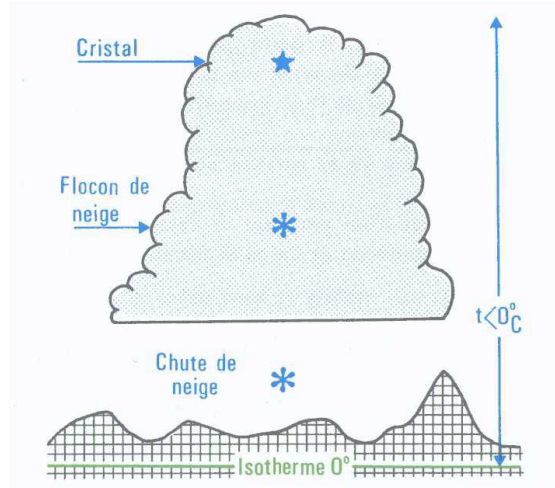
Formation :

Dans la partie du nuage où la température est négative coexistent cristaux de glace et 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 presque toujours 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.



Nature

La bruine : très fines gouttelettes d'eau d'un diamètre inférieur à 0.5 mm, très rapprochées les unes des autres, et provenant de nuages bas à extension horizontale (Stratus) et du brouillard.

La pluie : gouttelettes de plus grandes dimensions que la bruine provenant de nuages plus épais et de plus grande étendue (Altostratus, Nimbostratus, Cumulonimbus, Stratocumulus, Altocumulus).

La neige : cristaux de glace dont la plupart sont ramifiés, parfois étoilés. Pour des températures comprises entre 0° et -10°, les cristaux sont agglomérés en flocons dont le diamètre est compris entre 0.5 et 2.5 cm. Même origine que la pluie.

La grêle : globules de glace de dimensions importantes allant de quelques mm à quelques cm de diamètre, provenant de nuages instables à forte extension verticale (Cumulonimbus).

Les averses : précipitations brutales, intenses, très localisées et de courte durée. Elles proviennent de nuages instables à forte extension verticale. On distingue les averses de : pluie, neige, grêle.



**Pour aller
Plus loin !**

Les précipitations (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/m17/>

Définition :

Le vent est l'air en mouvement horizontal.

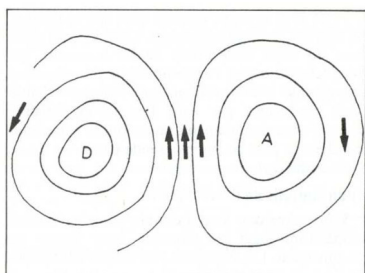
Si la terre était immobile, le vent se dirigerait directement des hautes pressions vers les basses pressions, mais par suite de la rotation de la terre, il se produit une dérivation des mouvements de l'air vers la droite dans l'hémisphère nord. La **direction du vent** devient alors sensiblement **parallèle aux isobares**.

(Isobare = ligne d'égale pression)

Vent et champ de pression

Dans l'hémisphère nord, le vent tourne dans le **sens des aiguilles d'une montre** autour des **anticyclones**, et dans le sens inverse autour des **dépessions**.

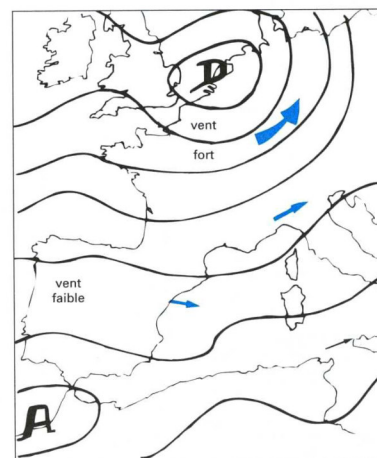
Dans l'hémisphère sud, ces circulations sont inversées.



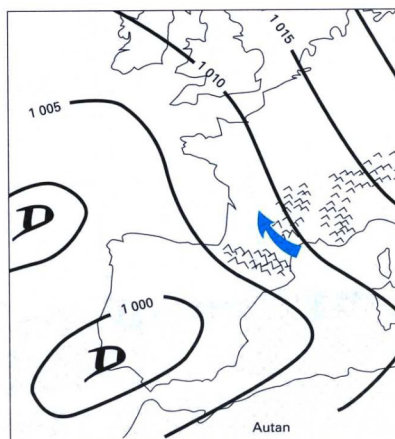
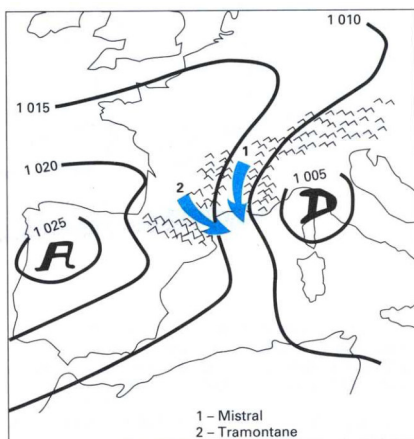
La **force du vent** est proportionnelle à l'**espacement des lignes isobares**.

Lignes isobares serrées : vent fort

Lignes isobares espacées : vent faible



Les vents dominants en France



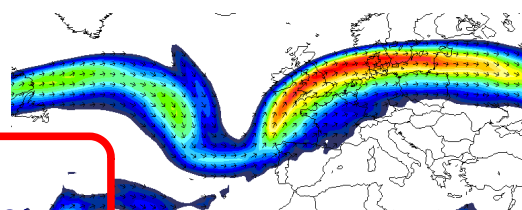
Le Jet-Stream ou Courant Jet

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 utilisent le courant pour économiser du carburant.



**Pour aller
PLUS loin !**

Vents régionaux (vidéo)

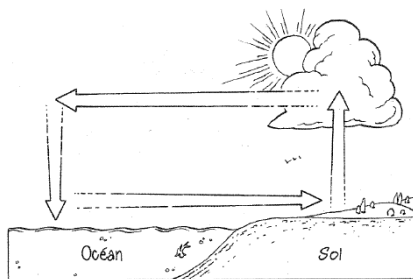
<https://engelaero.wordpress.com/m22/>

Définition :

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 température entre les masses d'air dans les basses couches de la troposphère et suit un cycle jour / nuit.

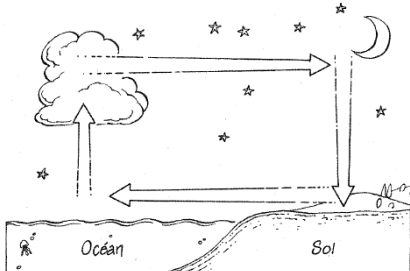
Les brises en régions côtières :

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



La brise de mer

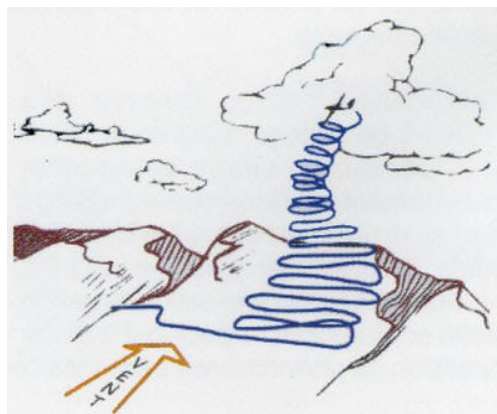
De jour, sous l'effet du rayonnement solaire, la surface de la terre se réchauffe plus vite que la masse d'eau. L'air au contact du sol s'élève en faisant place à une dépression qui "aspire" l'air plus froid situé au-dessus de la mer. C'est la brise de mer, orientée **de la mer vers la terre**.



La brise de terre

De nuit, la masse d'air en contact avec le sol se refroidit plus rapidement que celle en contact avec la mer et le phénomène inverse se produit. C'est la brise de terre, orientée **de la terre vers la mer**.

Les brises en régions montagneuses :



La brise de pente et de vallée montante

De jour, l'air au contact des versants ensoleillés s'échauffe et s'élève le long des pentes. Pour compenser l'air ainsi emprunté au fond de la vallée, un vent s'établit, remontant la vallée.

De nuit, le phénomène inverse se produit.

La **brise de pente** se cumule parfois avec le vent global qui s'élève pour franchir le relief.

Pour exploiter ce type d'ascendance, le pilote effectue des allers-retours le long de la pente.



**Pour aller
Plus loin !**

Brises/Föhn (vidéos)

Côtes : <https://engelaero.wordpress.com/m23/>

Montagnes : <https://engelaero.wordpress.com/m24/>

Effet Föhn : <https://engelaero.wordpress.com/m25/>

Masse d'air

Définition : Grande étendue d'air dans laquelle la température et l'humidité varient peu.

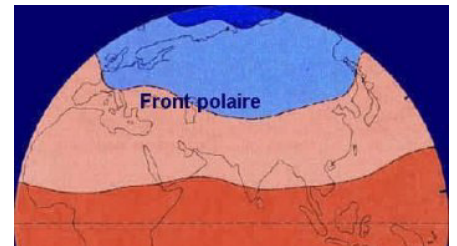
Certaines régions du globe ont des propriétés de température et d'humidité uniformes au sol. Les masses d'air surmontant ces régions acquièrent ces mêmes propriétés.

Les masses d'air se déplacent alors selon les principes de la circulation atmosphérique générale : l'air froid tend à s'écouler vers l'équateur alors que l'air chaud se dirige vers les pôles.

Elles subissent des modifications au fur et à mesure de leur passage au-dessus de régions ayant d'autres caractéristiques.

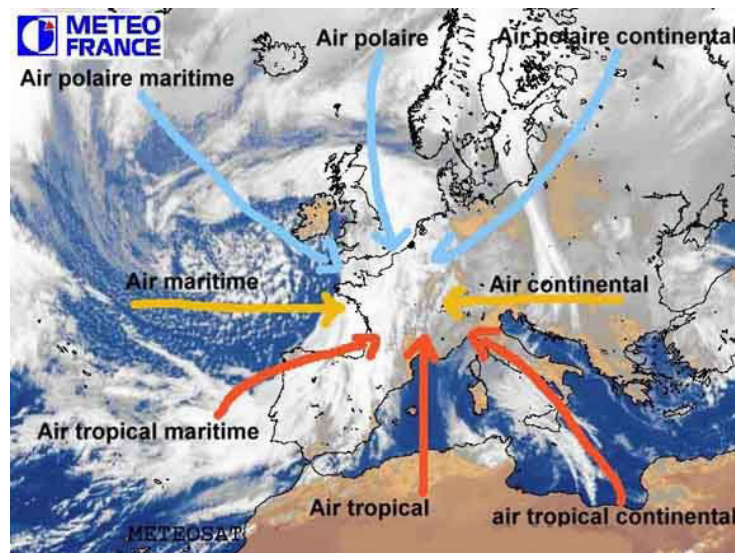
Les masses d'air sont classées selon :

- leur température :
 - Très froide : masse d'air **arctique** (A)
 - Froide : masse d'air **polaire** (P)
 - Chaude : masse d'air **tropicale** (T)
 - Très chaude : masse d'air **équatoriale** (E)
- leur humidité :
 - Sèche : masse d'air **continentale** (c)
 - Humide : masse d'air **maritime** (m)



Les masses d'air en France

Plusieurs masses d'air peuvent atteindre la France et y apporter un temps caractéristique :



Air polaire maritime :

Temps à nuages cumuliformes et averses.

Air polaire continental :

Temps clair et sec, avec occasionnellement des stratus ou stratocumulus.

Air tropical maritime :

Temps à brumes, brouillards ou nuages stratiformes bas.

Air tropical continental : Temps provoquant souvent des orages sur les reliefs.

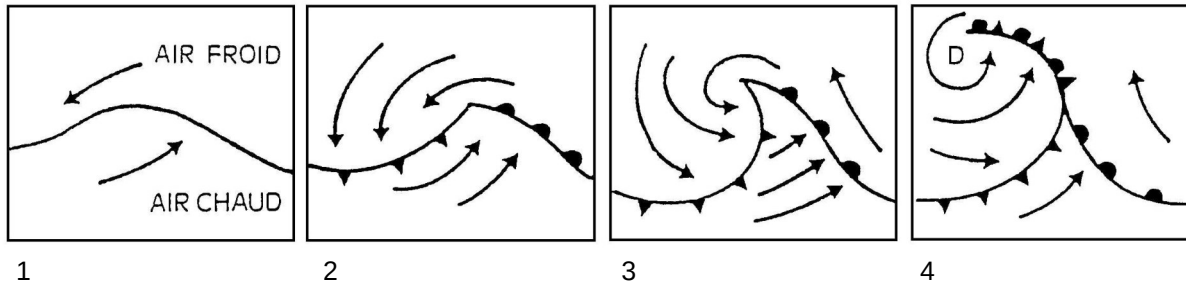


**Pour aller
PLUS loin !**

Circulation générale (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/m26/>

Formation d'une perturbation



1. Le **front** est la surface de séparation entre la masse d'air froide et la masse d'air chaude. Le front se déforme sous l'influence de l'air froid et de l'air chaud qui tendent à poursuivre leur chemin, vers le sud pour le 1er, vers le nord pour le 2nd.

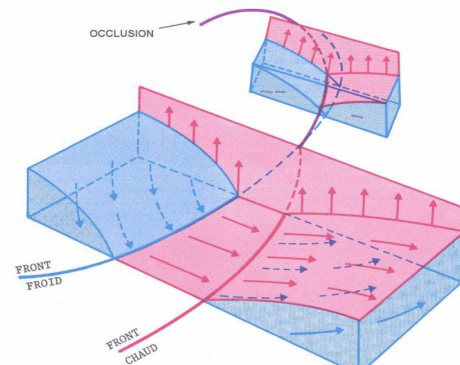
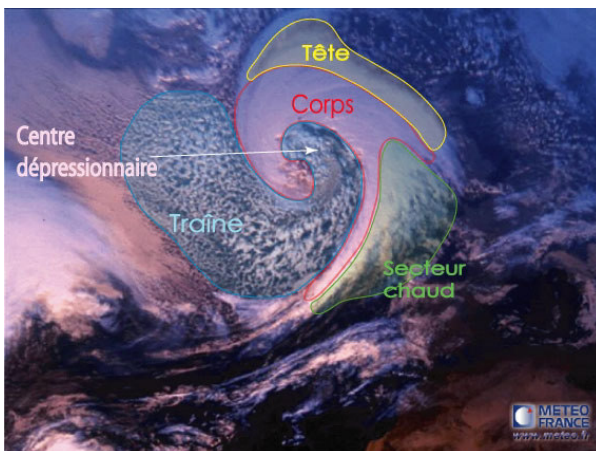
2. L'ondulation du front détermine deux limites :

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

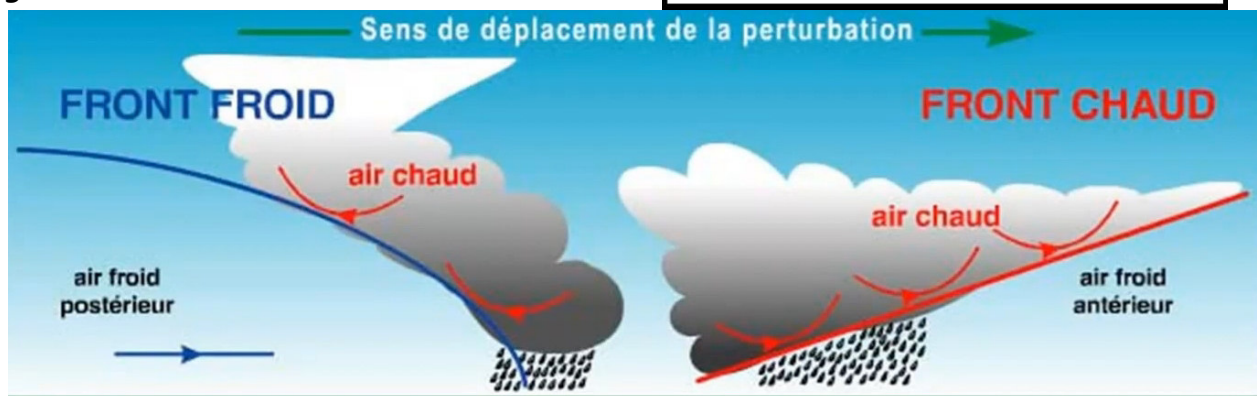
 Le **front froid** : l'air froid postérieur pousse l'air chaud devant lui et au dessus de lui.

3. Après constitution de la perturbation, le front froid se déplace plus vite que le front chaud.

4.  L'**occlusion** se produit lorsque le front froid rattrape le front chaud, le rejetant en altitude.



Nuages associés aux fronts



**Pour aller
Plus loin !**

Frontologie (vidéos)

<https://engelaero.wordpress.com/m28/>

<https://engelaero.wordpress.com/m30/>

Brume ≡

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



Patrouille dans la brume

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 (par exemple les tempêtes de sable dans le désert), ou à des phénomènes liés à la civilisation, à la technologie et aux activités économiques.

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.



Brouillard sur le terrain



**Pour aller
Plus loin !**

Brume et brouillard (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/m32/>

<https://engelaero.wordpress.com/m33/>

<https://engelaero.wordpress.com/m34/>

<https://engelaero.wordpress.com/m35/>

Définition :

Dépôt de glace opaque ou transparent

☞ givrage modéré

☞ givrage fort



Givrage au sol

Formation du givrage en vol

Le givrage est dû à la présence dans les **nuages** d'eau sous forme liquide à des températures négatives (surfusion).

Sous l'effet du choc contre les parois de l'avion exposées au vent relatif (nez, bord d'attaque des ailes, entrée d'air des moteurs, hélices...), l'eau liquide se transforme en glace qui s'accumule sur l'avion.



Givrage en vol

Conséquences

Le givrage est un phénomène dangereux pour l'aéronautique, pouvant avoir les conséquences suivantes : alourdissement de l'avion, déformation des profils aérodynamiques → diminution de la portance et augmentation de la traînée, obstruction des capteurs et mise hors service des instruments correspondants, blocage d'une gouverne...

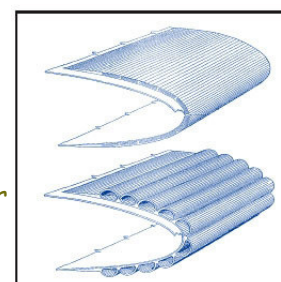
Prévention / Élimination

Au sol : dégivrage de l'avion avant son départ et application éventuelle d'un liquide de protection efficace sur une courte durée.



En vol : anticipation / traitement du phénomène par mise en marche des systèmes antigivrage de certaines parties de l'avion : **chauffage des pare-brises, des pâles d'hélices, des tubes pitot, gonflage des boudins de bord d'attaque (boots)...**

Les boots sont des membranes de caoutchouc fixées aux bords d'attaque. En y pompant de l'air par intermittence, on peut les gonfler de façon à fissurer et déloger toute formation de glace.



De-ice boots



**Pour aller
PLUS loin !**

Givrage (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/m36/>

La carte TEMSI est une carte schématique du **temps** significatif prévu, où ne sont portés que les phénomènes importants et les masses nuageuses. La carte TEMSI France est produite toutes les 3 heures par Météo France.

Signification des symboles :

- Pluie
- Bruine
- Neige
- Averse
- Grêle
- Givrage modéré
- Givrage fort
- Brume
- Brouillard
- Turbulence modérée
- Turbulence forte
- Orage
- Courant jet

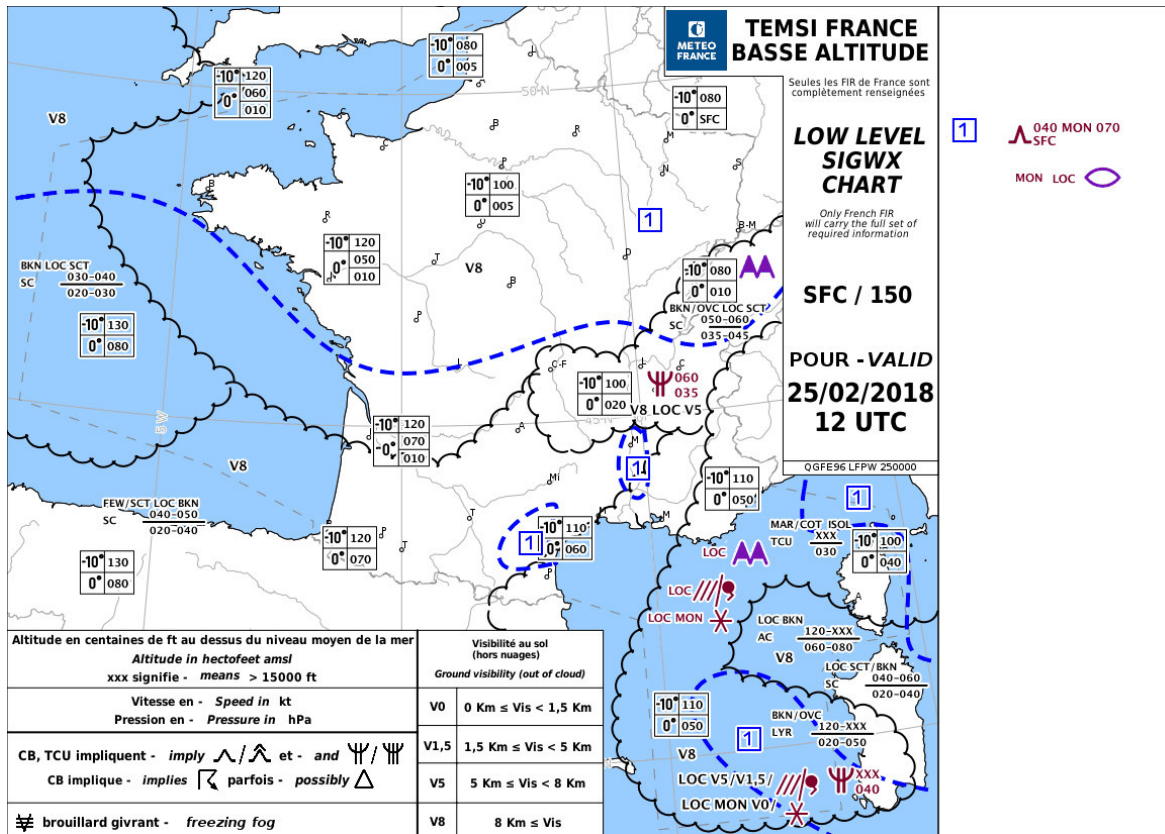
- Front froid en surface
- Front chaud en surface
- Front occlus en surface

0°	150	Niveau de l'isotherme 0°
-10°	330	Niveau de l'isotherme - 10°

Nébulosité

(fraction du ciel occultée par les nuages) :

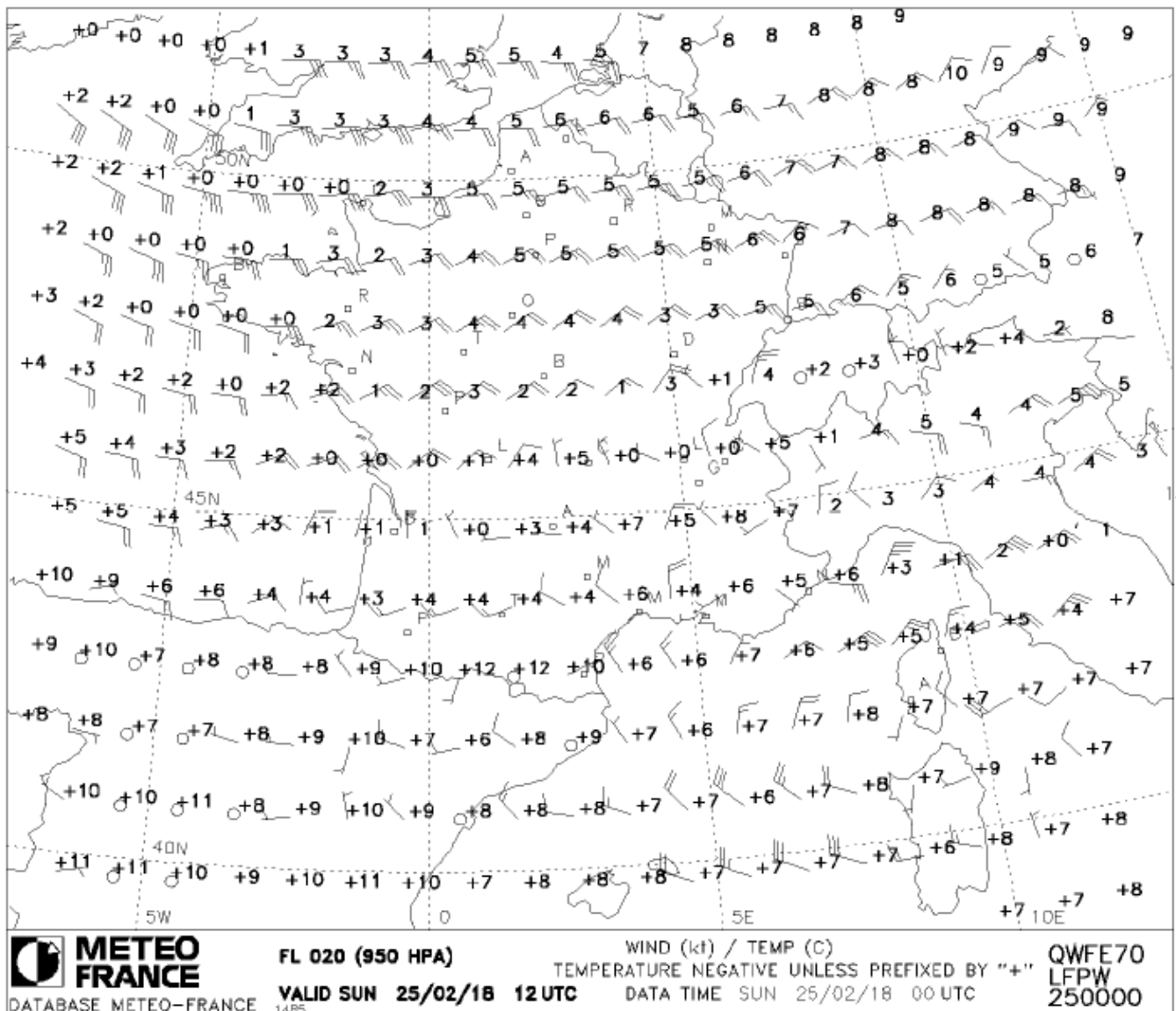
- FEW : peu (1 à 2 / 8)
- SCT (scattered) : épars (3 à 4 / 8)
- BKN (broken) : fragmenté (5 à 7 / 8)
- OVC (overcast) : couvert (8 / 8)



Pour aller Plus loin !

Carte TEMSI (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/m41/>

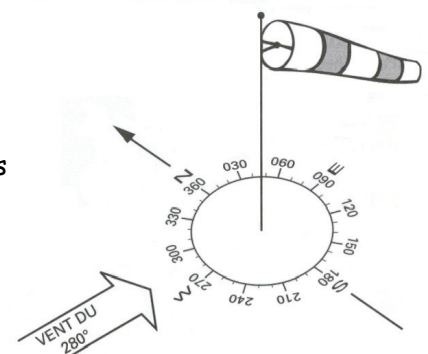
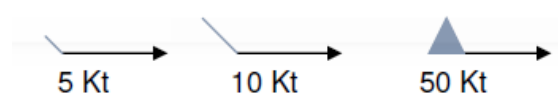


Les cartes WINTENM fournissent les indications de vent et température prévus à différents niveaux de vol (ici FL 020).

Les cartes WINTENM France sont émises par Météo France toutes les 3h à partir de 00h UTC.

La **température** est inscrite avec un signe + si elle est positive, sans signe si elle est négative.

Le **vent** est représenté par un système de flèches, barbules et fanions. Les flèches indiquent la direction du vent et le nombre de **barbules ou fanions** donne sa vitesse.



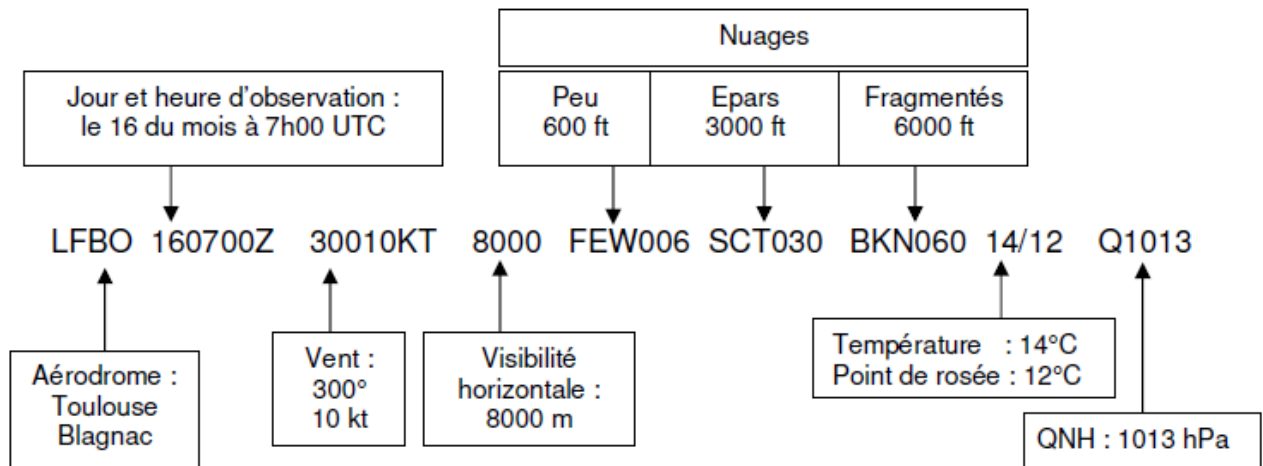
**Pour aller
Plus loin !**

Les vents (vidéo)

<https://engelaero.wordpress.com/m18/>

METAR

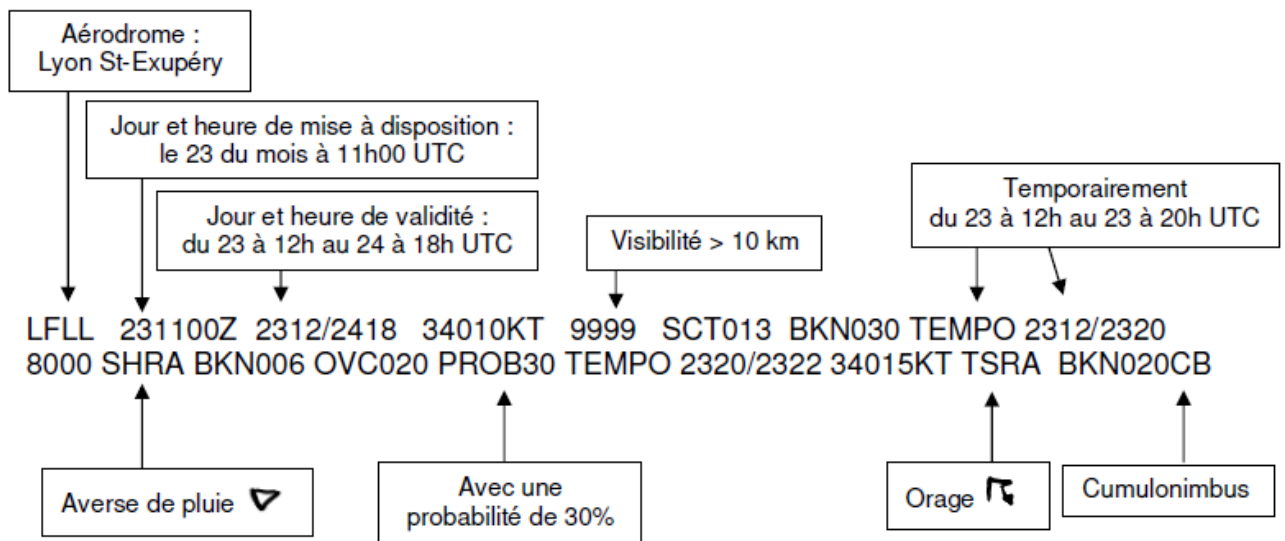
Le METAR est un message d' **Observation** du temps sur un aéroport.



TAF

Le TAF est un message de **Prévision** du temps sur un aéroport.

Il existe sous forme de TAF court (validité 9h) ou TAF long (validité 24 ou 30h).



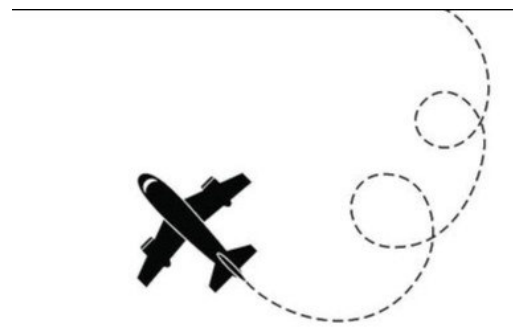
**Pour aller
Plus loin !**

Message METAR / TAF (vidéo)
<https://engelaero.wordpress.com/m42/>

Aeronautical English :

BIA

- Part 02 : Aircraft General Structure
- Part 04 : Tail Unit Structure
- Part 05 : Engines
- Part 06 : Inside the Cockpit
- Part 07 : Aerodynamics
- Part 08 : Flight Mechanics
- Part 09: Airport Infrastructure
- Part 10: Air Navigation
- Part 11: Meteorology
- Part 12: Aeronautical English Vocabulary



Bon vol à tous :)
Mr Gros/ Mme Hardy/ Mme Larbre Formateur BIA
Collège Europe de Bourg de Péage

(c) Frédéric WILLOT

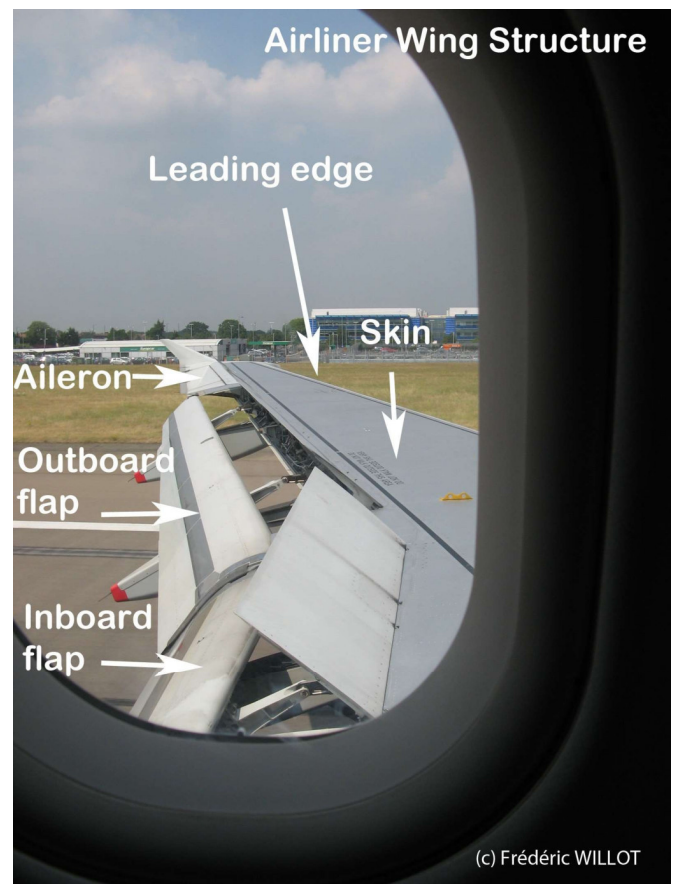
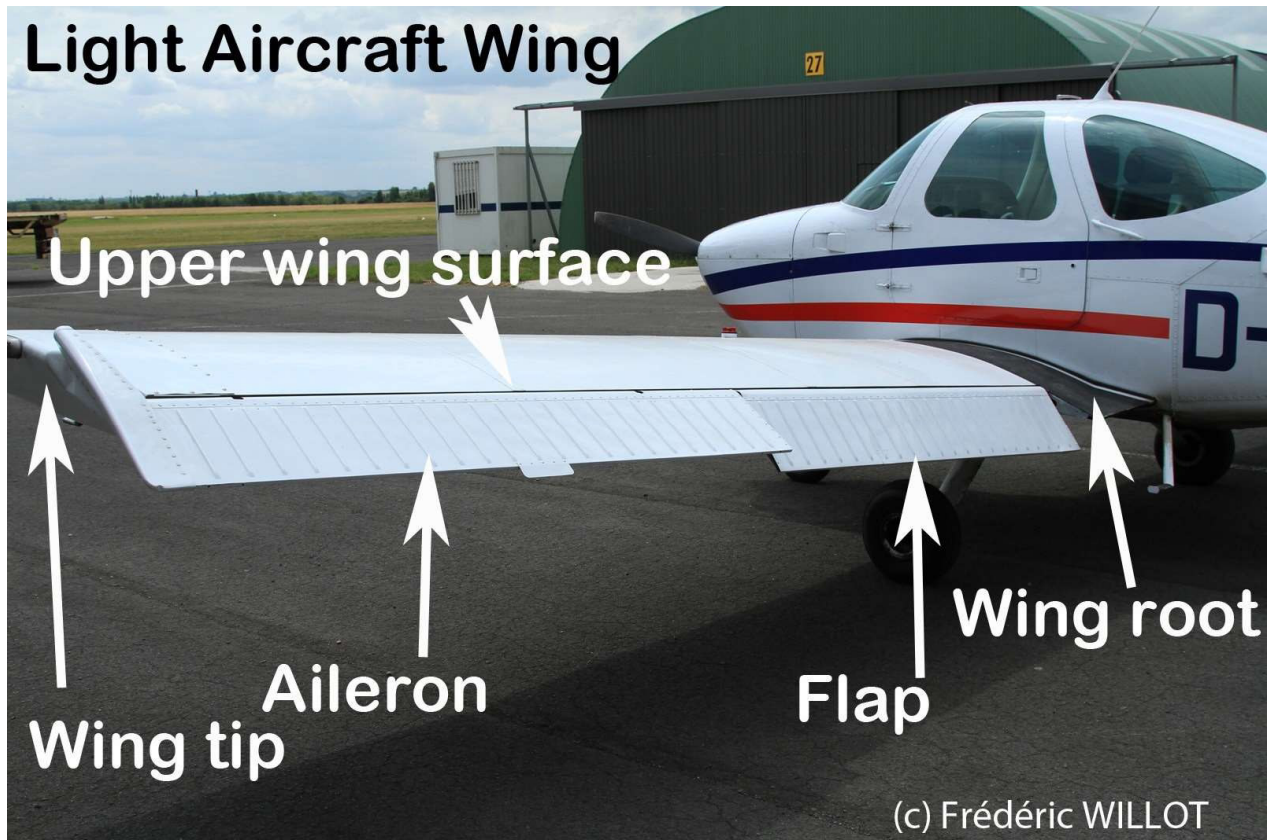
General Structure of an Airplane

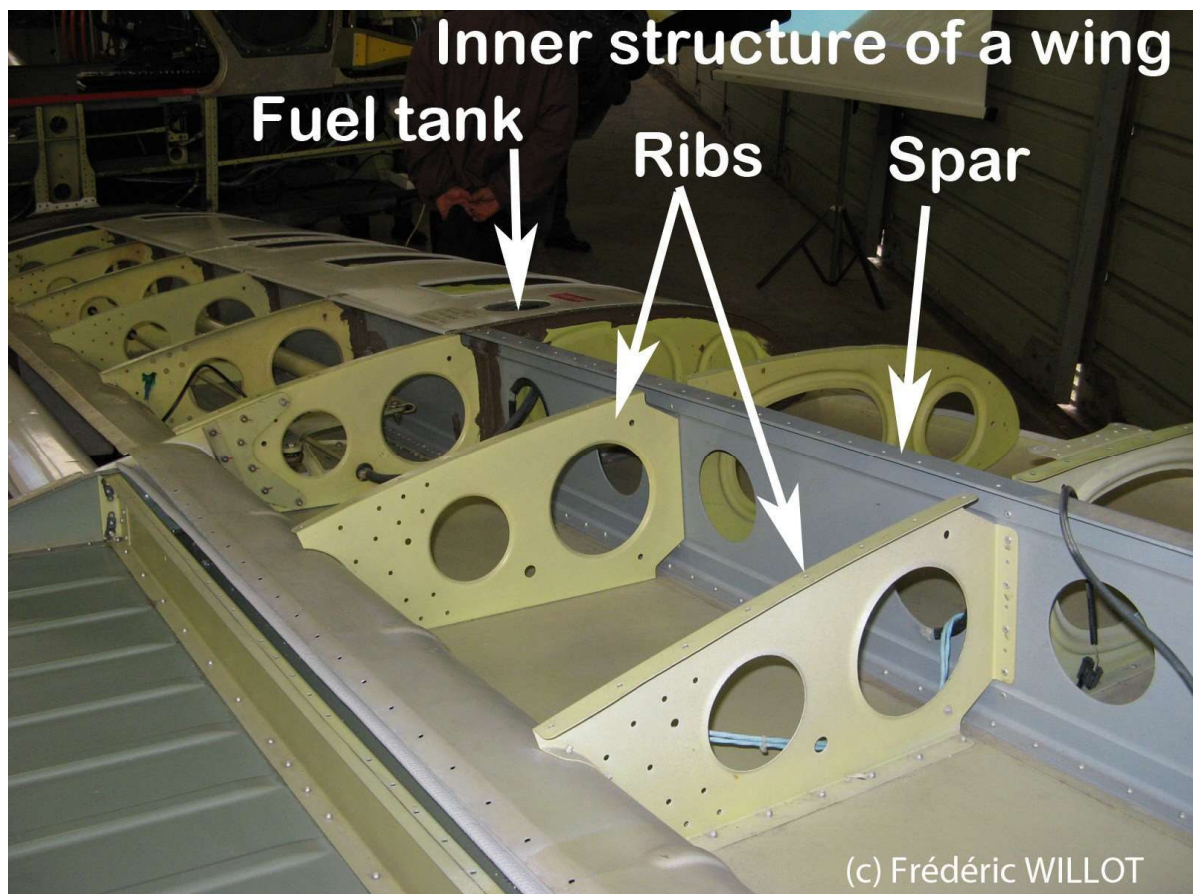
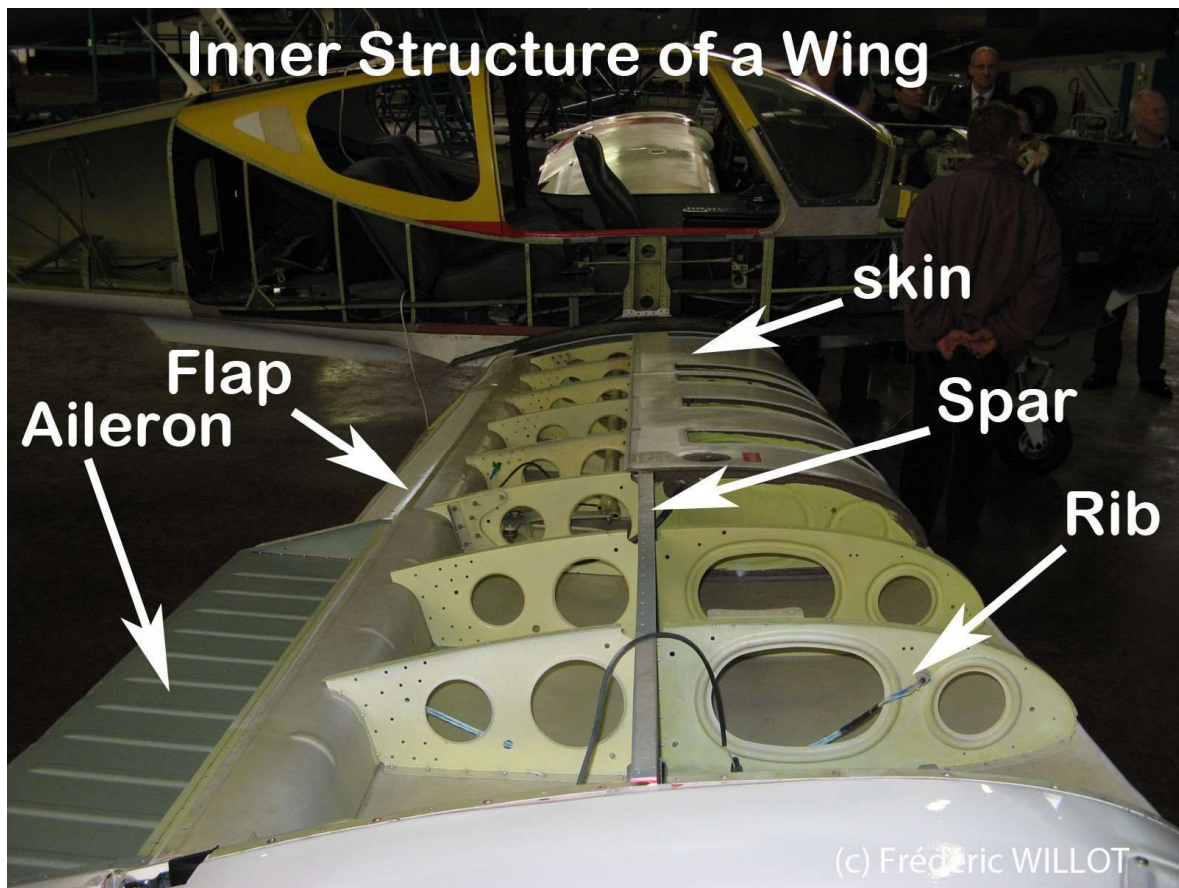


General Structure of a helicopter

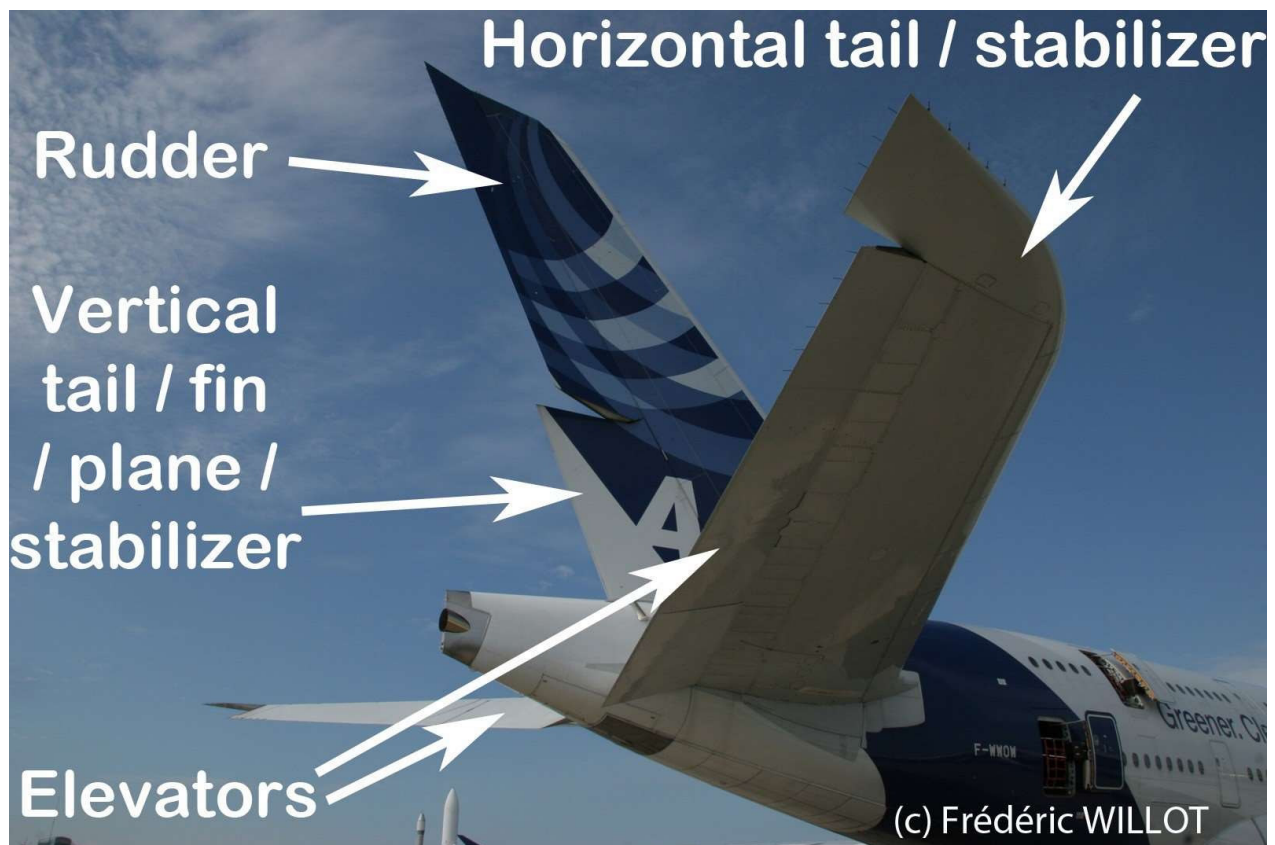


(c) Frédéric WILLOT

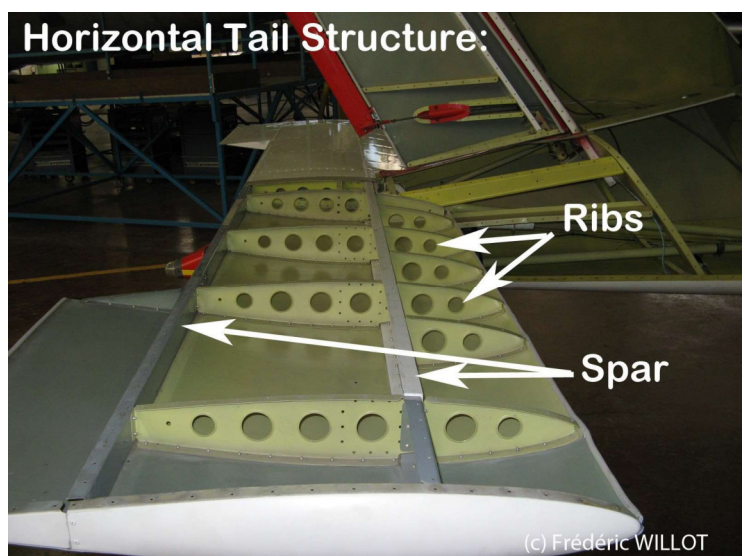
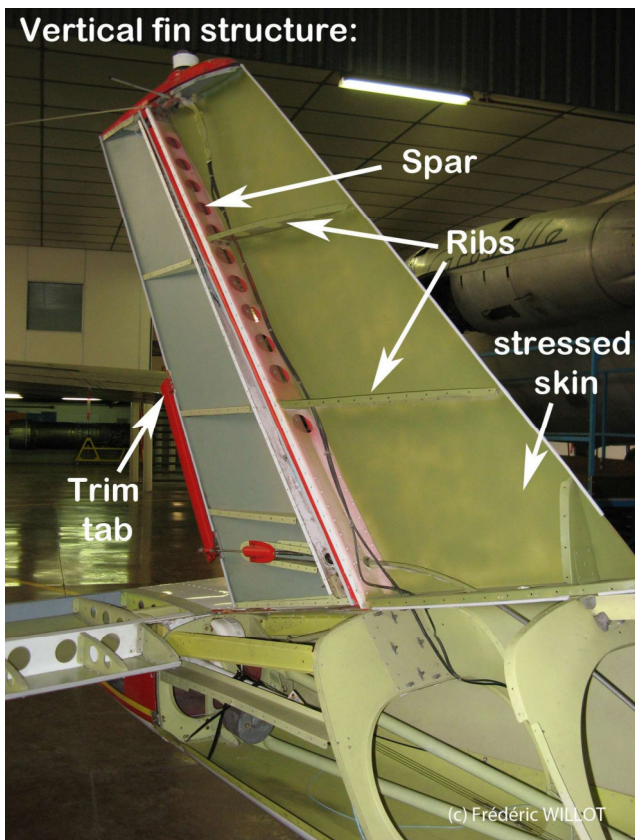




Aeronautical English Part 04: Tail Unit

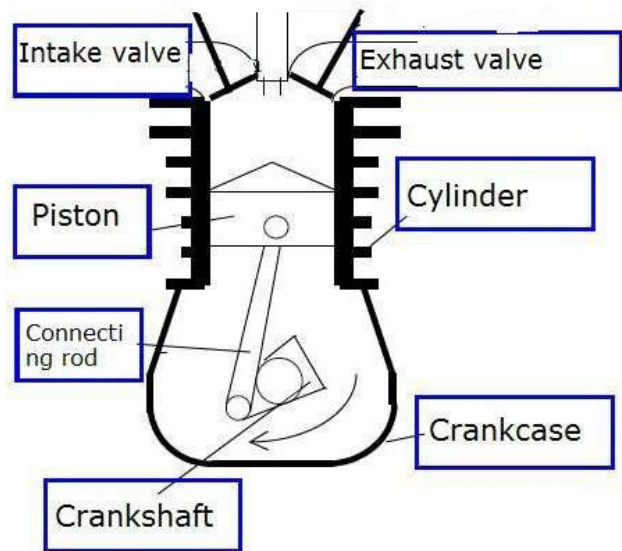


Tail unit structure:



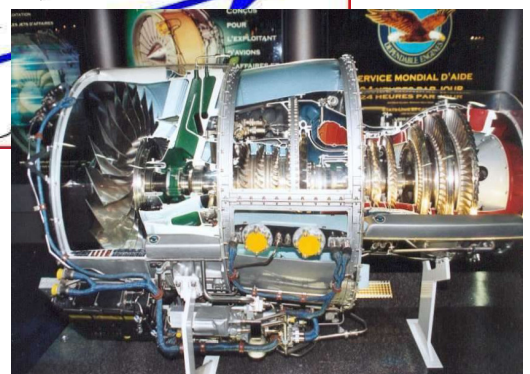
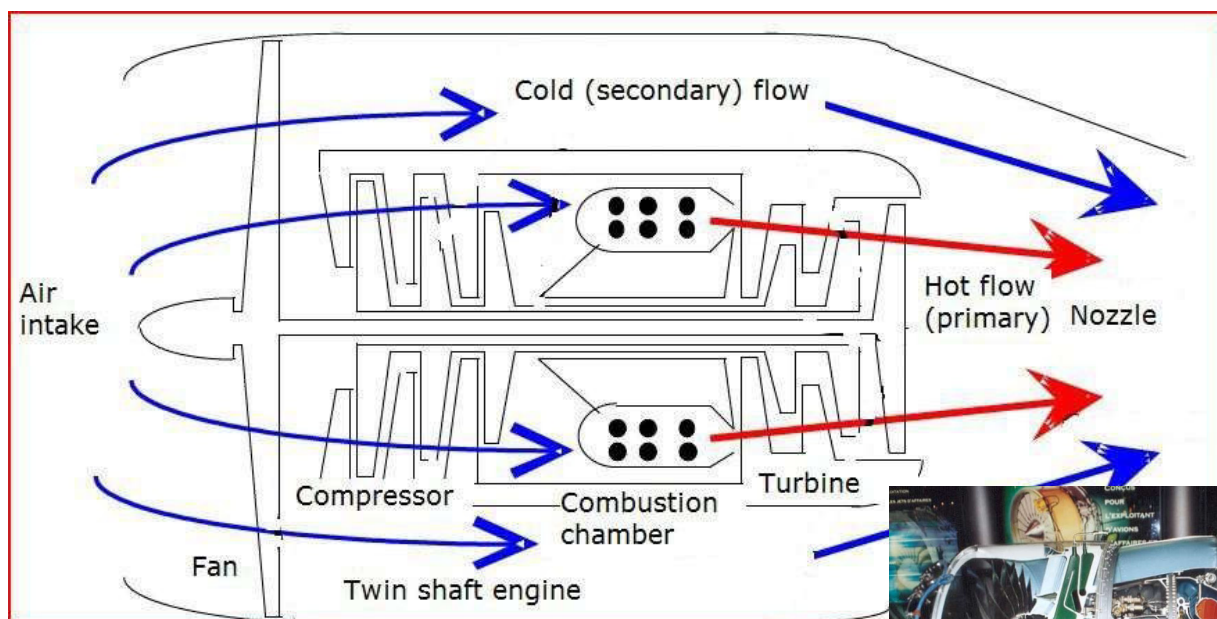
Aeronautical English Part 05: Engines

Piston Engine:

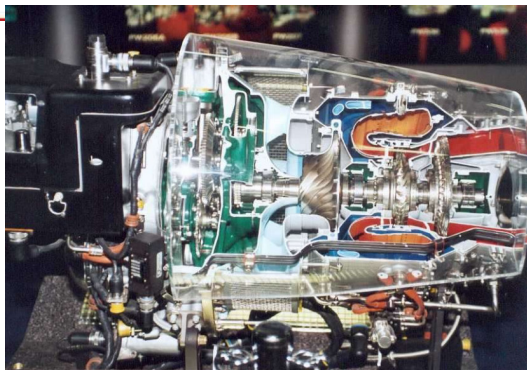
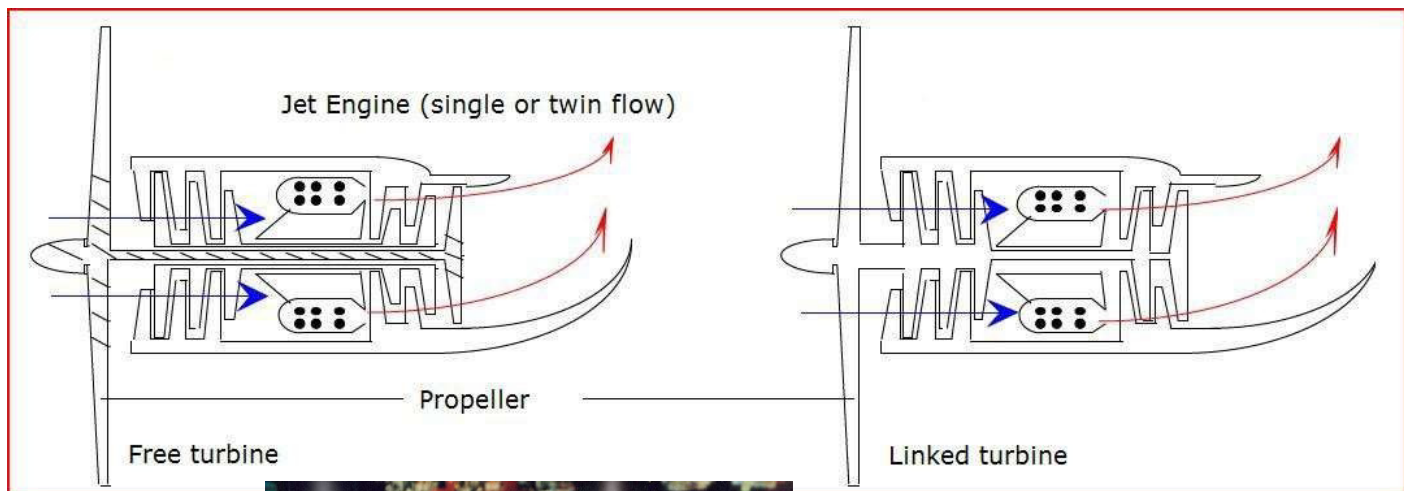


V shape d18 cylinder piston engine.

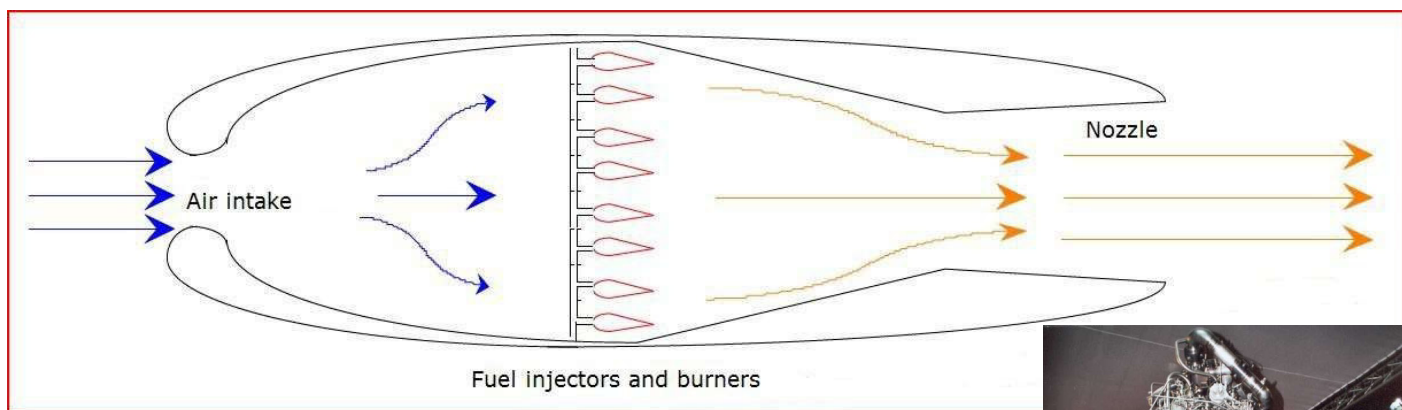
Jet Engine:



Turboprop Engine:



Ramjet Engine:



Rocket Engine:

Aeronautical English Part 06: Cockpit

Airspeed Indicator Glider cockpit Vertical Speed Indicator Altimeter



(c) Frédéric WILLOT

Airbrakes lever Magnetic Compass Stick Radio (COM) Traffic Collision Avoidance System

Airspeed Indicator Artificial Horizon Altimeter VOR indicator Tachometer RDO panel



Oil temperature
and pressure
indicators
Voltmeter
Ampermeter

Switches and
breakers

Steering wheel

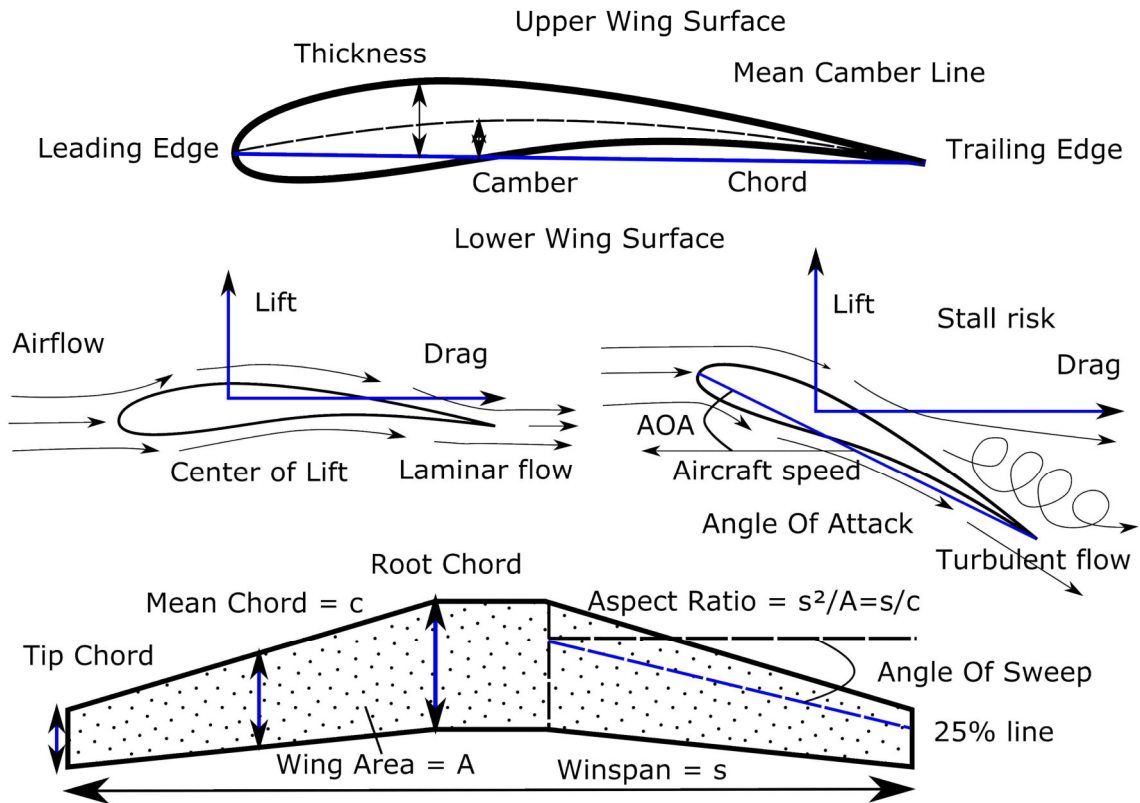
Throttle
Carburettor
heater

Rudder pedals

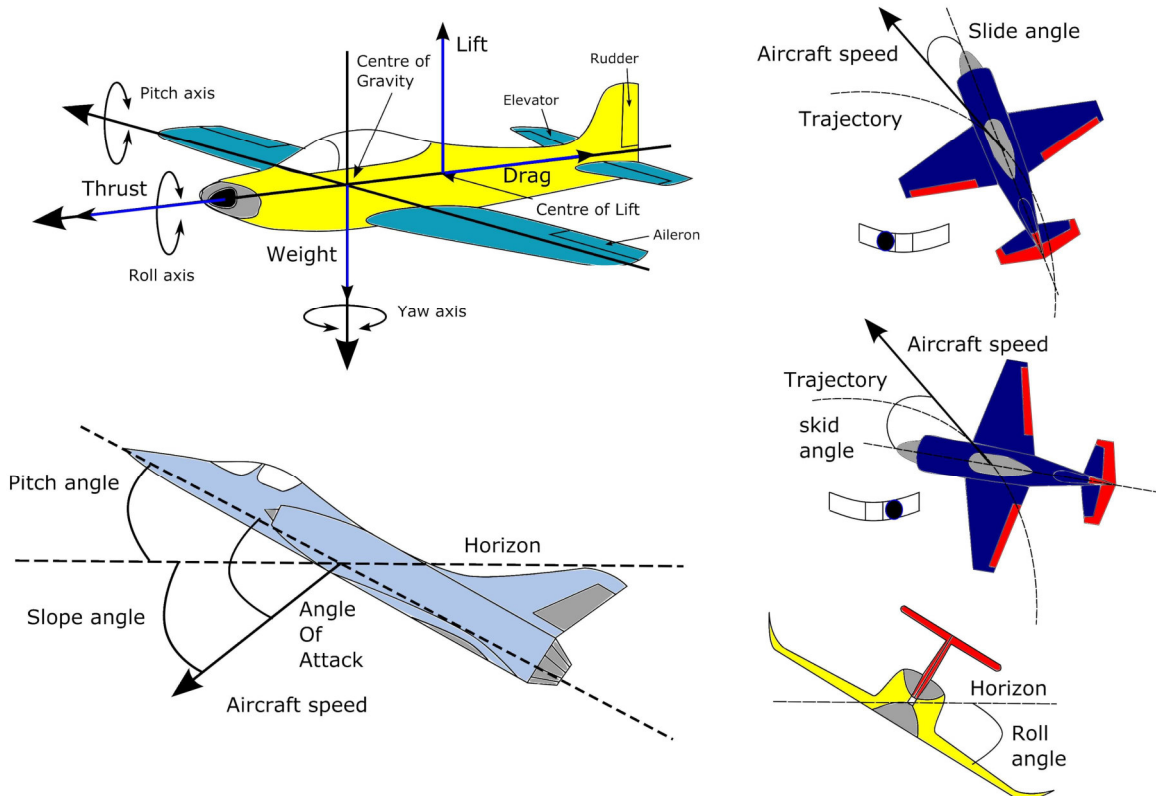
(c) Frédéric WILLOT

Turn & Bank Indicator Heading Indicator Vertical Speed Indicator Automatic Direction finder

Aeronautical English Part 07: Aerodynamics



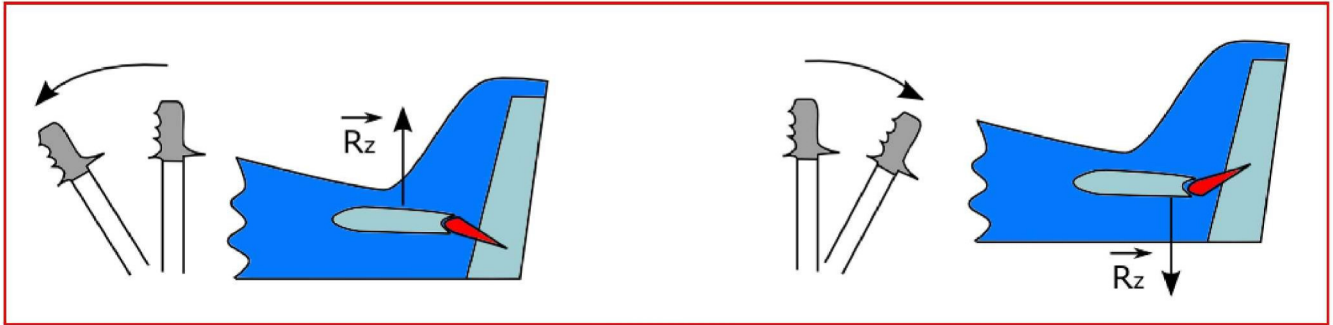
Aeronautical English Part 08: Flight Mechanics



Pitch movement control

pushing the stick

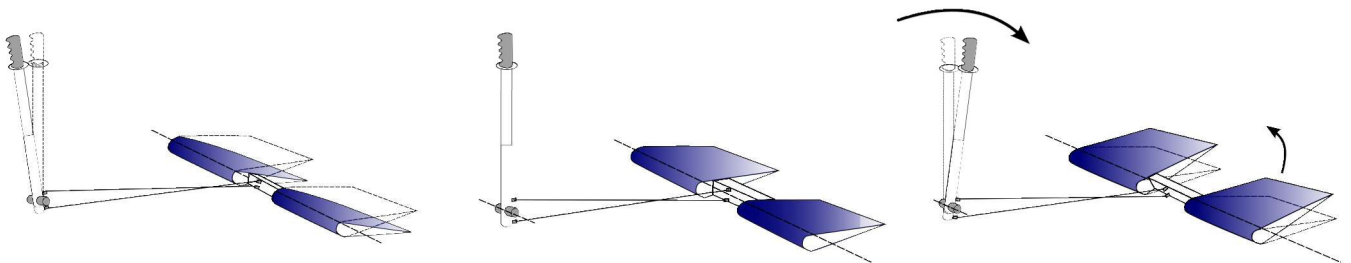
pulling the stick



The elevators go down and the nose goes up.

The elevators go down and the nose goes up.

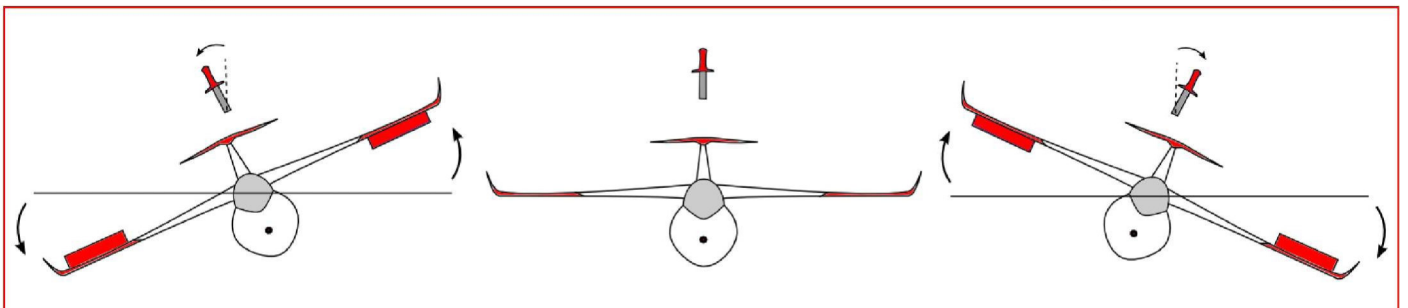
The elevators move in a symmetrical movement.



Roll movement control

Pulling the stick to the left

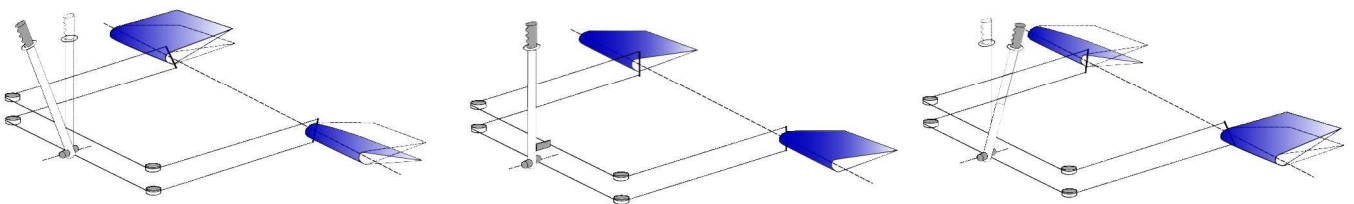
Pushing the stick to the right



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.

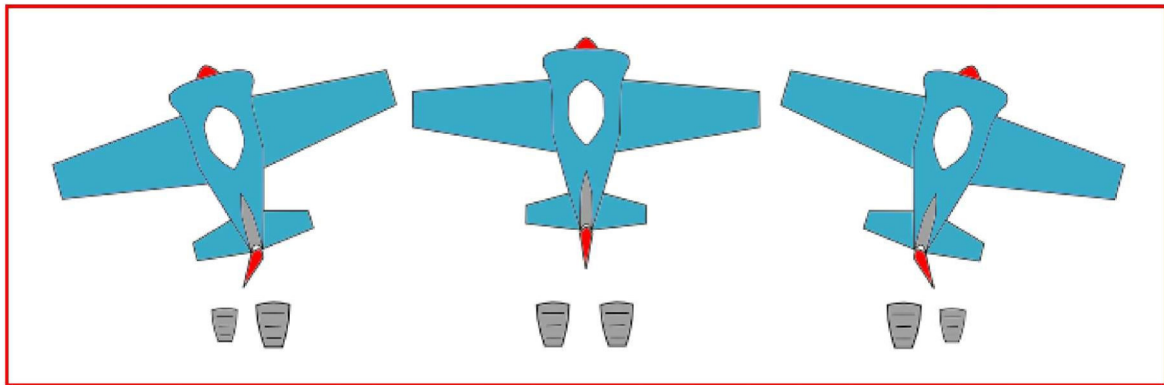
The ailerons move in a disymmetrical movement.



Yaw movement control

Pushing the rudder pedal to the right

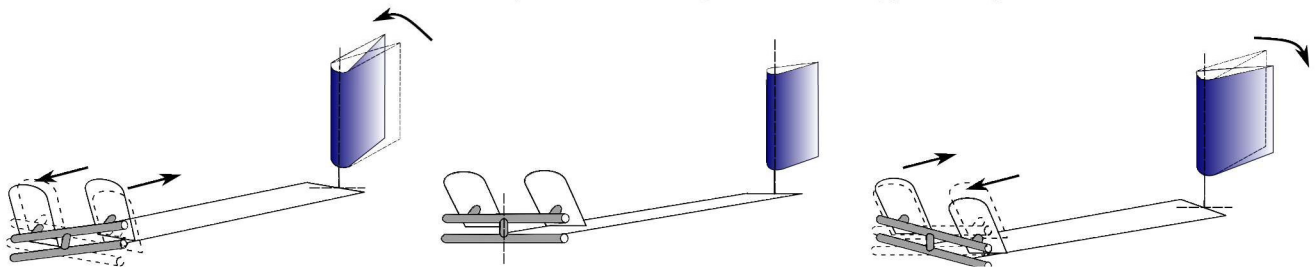
Pushing the rudder pedal to the left



The rudder moves to the left.

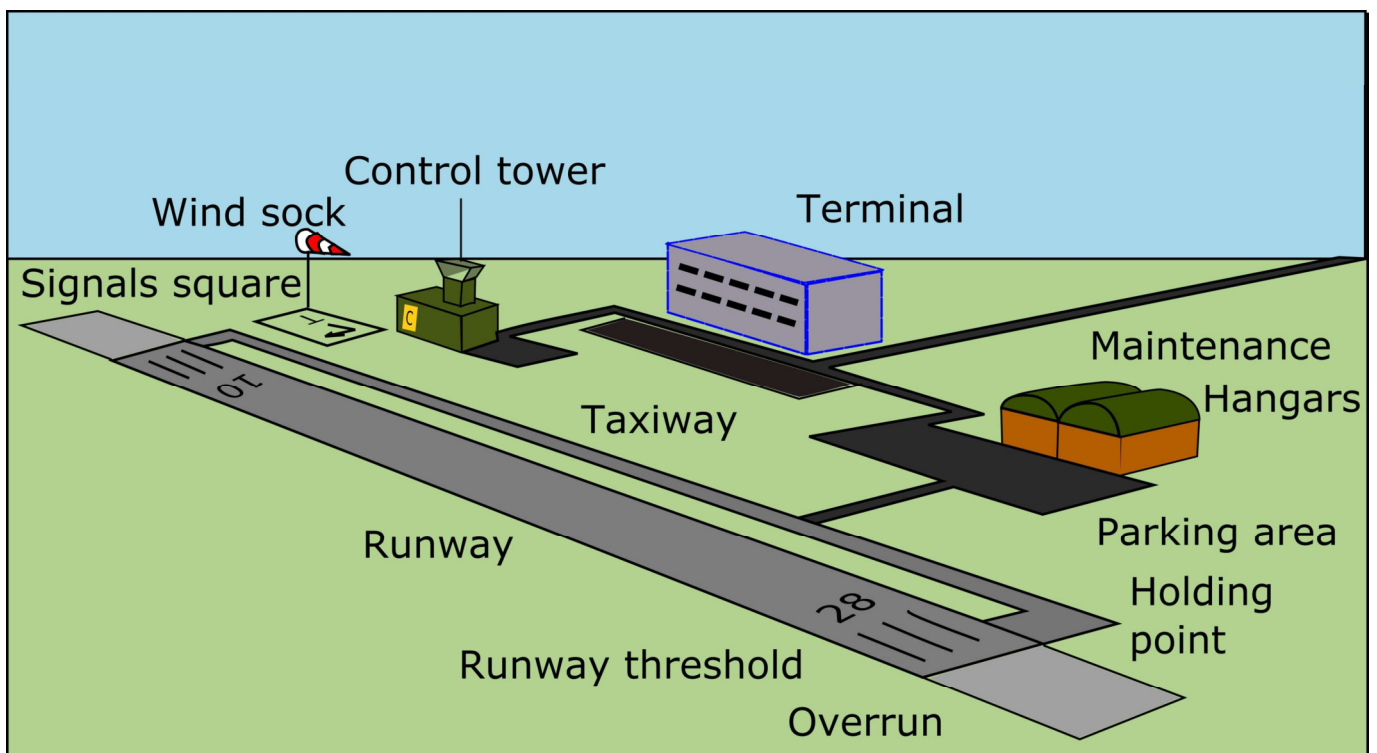
The rudder moves to the right.

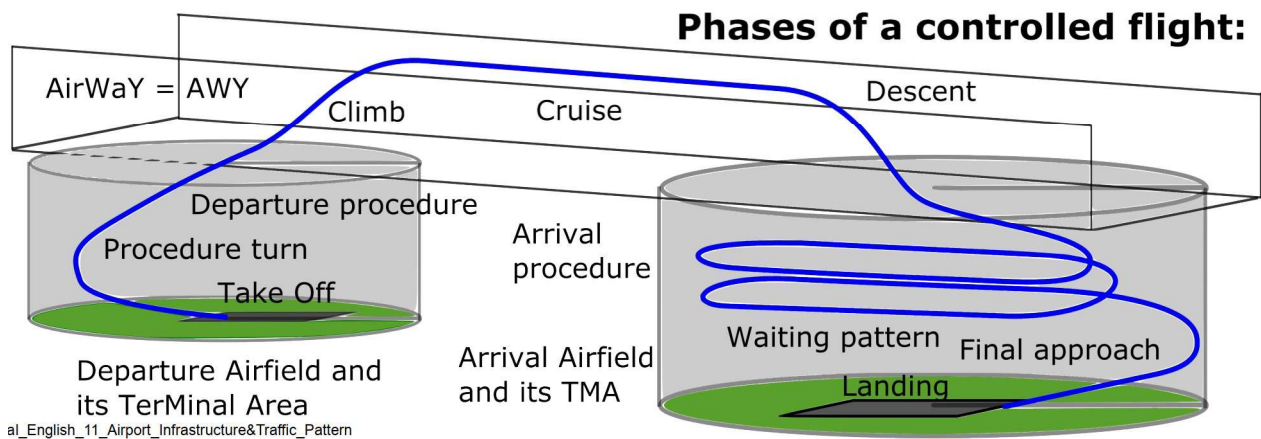
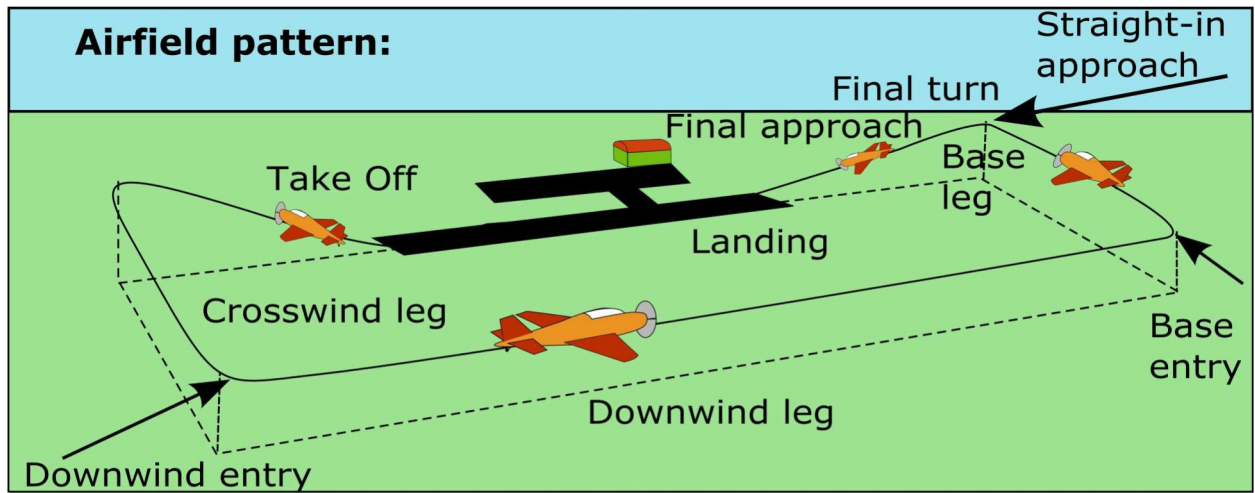
The rudder pedals move together in the opposite way.



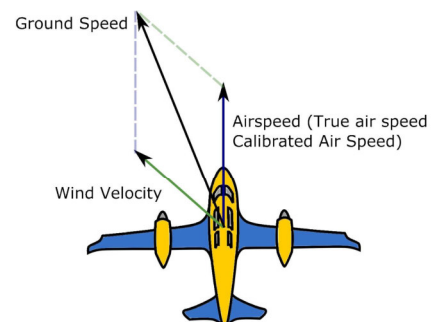
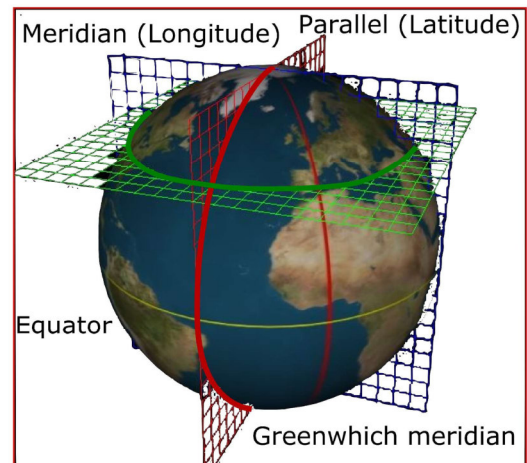
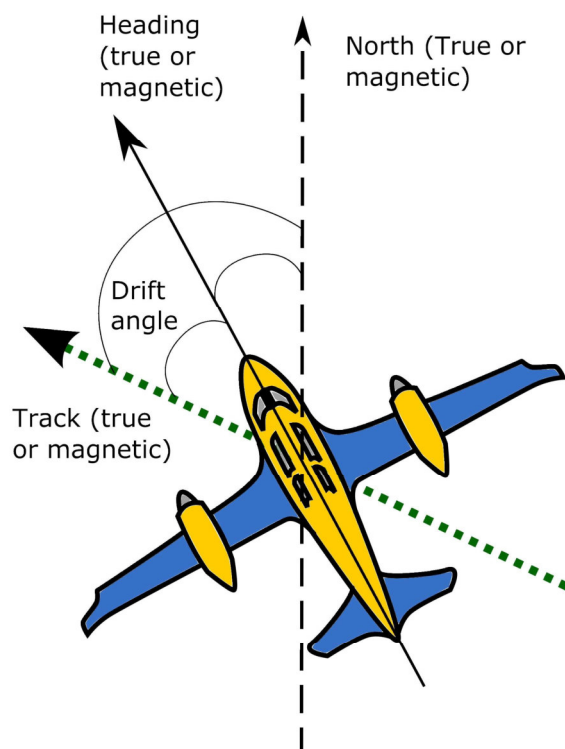
Aeronautical English Part 09 : Airport Infrastructure and Traffic Pattern

Airport infrastructure:



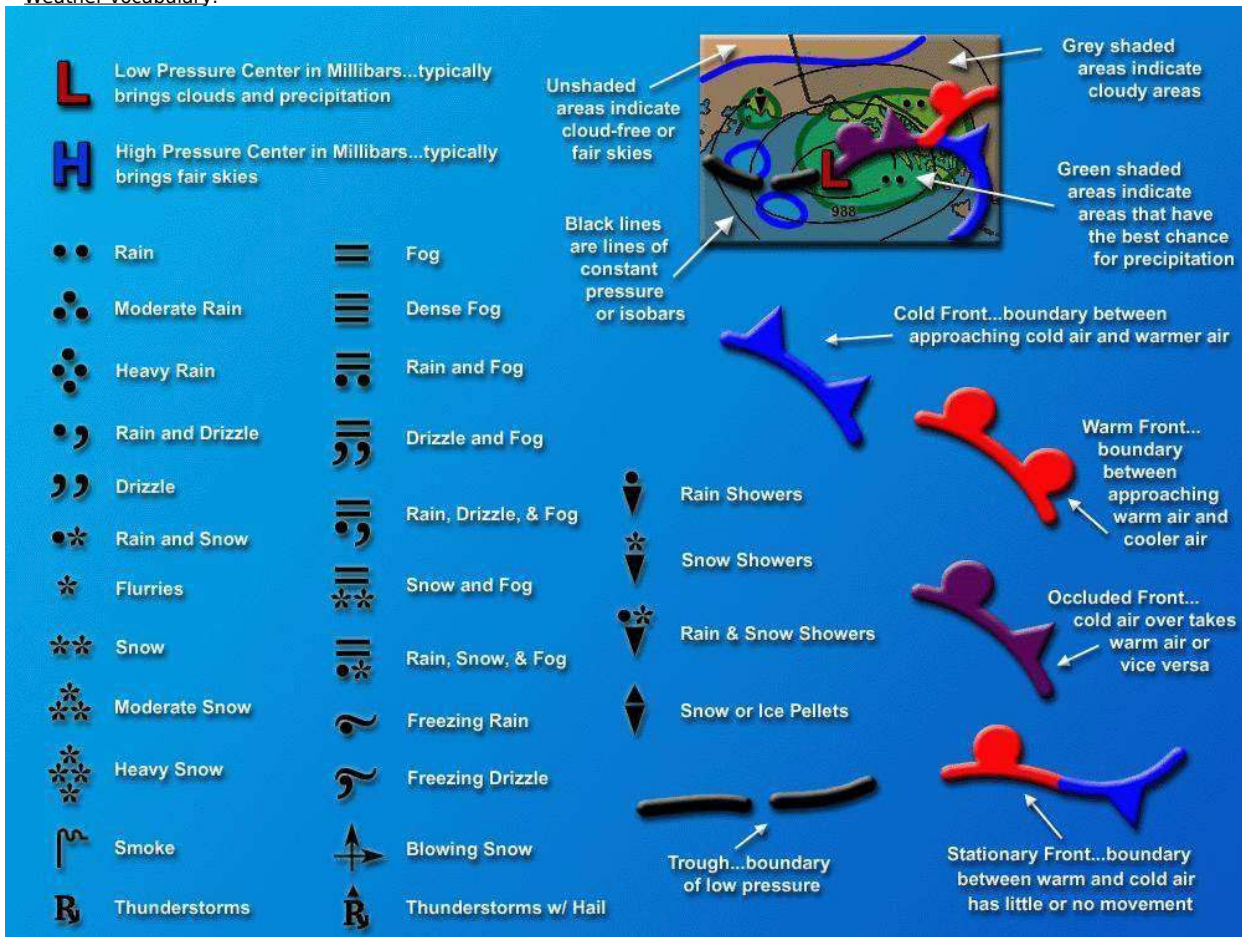


Aeronautical English Part 10: Air Navigation



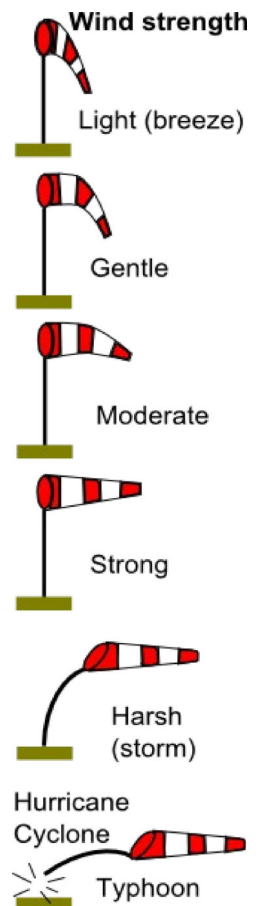
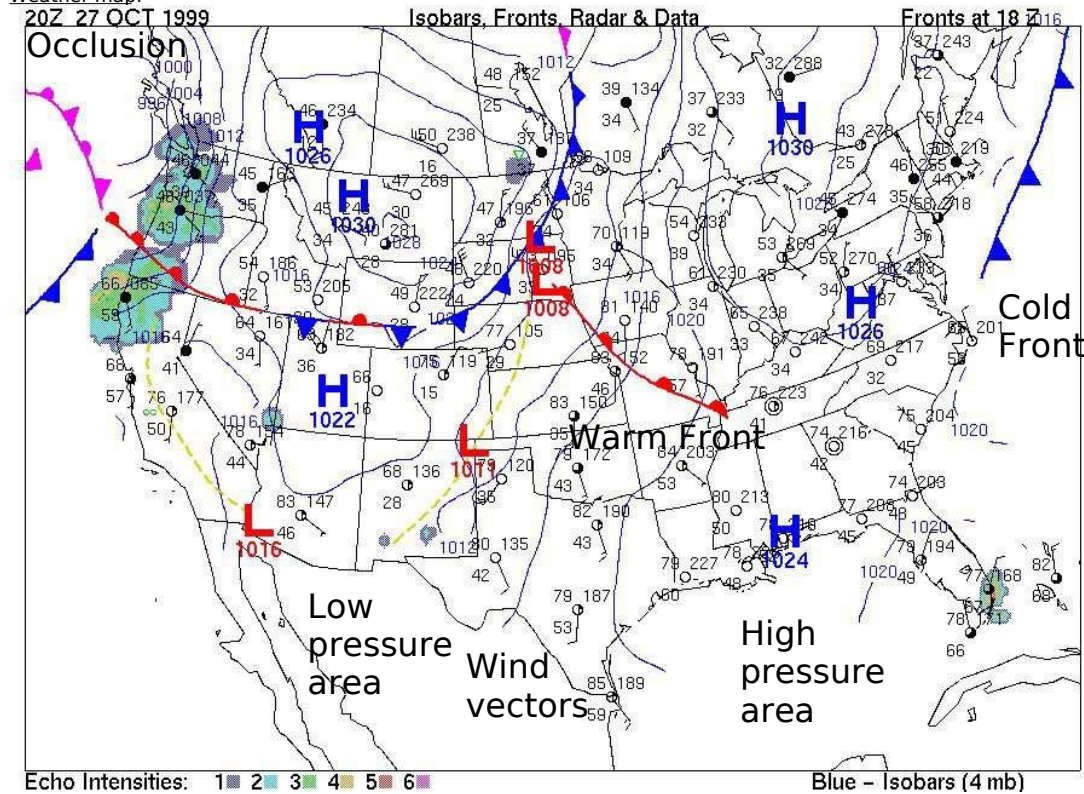
Aeronautical English Part 11 : Meteorology

Weather vocabulary:



source: www.weather.about.com

Weather map:



Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

Sources avec dossier complet :
<http://www.cpge-sii.com/aero/bia/>



BIA

Brevet d'Initiation

Aéronautique

Anglais aéronautique



Cours sous [licence Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) – Utilisation commerciale interdite !

Je partage, mais je veille !

Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

Anglais aéronautique

1.I. Introduction

1.I.1 Contexte

L'anglais est une langue internationale et c'est elle qui doit être utilisée par les avions volant à l'étranger, à défaut de la langue du pays concerné.

1.I.2 Examen français

Pour avoir le droit d'aller dans un pays étranger, un pilote français doit passer un examen nommé FCL.055. Il consiste en deux épreuves :

- Partie 1 : Ecoute d'une bande et remplissage d'un texte à trous
- Partie 2 : Réalisation d'un vol fictif avec un contrôleur - Traduction d'une situation d'urgence en direct – Discussion

Tous les détails sont ici : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/contrôle-compétences-linguistiques>

La note comptée est la plus faible des notes de chaque partie. Cette note se traduit par un niveau :

Note	< 10	$10 \leq X < 14$	$14 \leq X < 18$	$18 \leq X \leq 20$
Niveau	< 3	4	5	6
Validité	Ne permet pas de voyager à l'étranger	4 ans	6 ans	A vie

Il existe des sites d'entraînement comme Lingaero que je vous recommande : <http://www.lingaero.com/>

1.I.3 Examen BIA

L'épreuve d'anglais est une épreuve facultative d'une demi-heure regroupant 20 questions. Elle n'apporte que du bonus dès que les points sont supérieurs à 10/20. Ainsi, 5 ne rapporte rien, 15 rapporte 5 points, et au plus, vous aurez 10 points de plus. Il est donc possible d'obtenir 110/100 au BIA !

1.I.4 Mon cours

Comment ne pas faire un cours ennuyeux rempli de listes de vocabulaire à apprendre ? Il faudra forcément passer par un paragraphe de vocabulaire...

Je vais essayer de l'organiser afin que vous puissiez trouver rapidement le mot que vous cherchez.

On essaiera alors de traduire des phrases du français vers l'anglais et inversement en situations réelles, puis nous ferons un peu d'écoute à traduire en français.

Sources : <http://www.cpge-sii.com/aero/bia/>



Dernière mise à jour 03/03/2021	Cours Brevet d'Initiation Aéronautique	Denis DEFAUCHY LFPQ - LFP
------------------------------------	---	------------------------------

1.II. Vocabulaire

1.II.1 Structure avion

Français	Anglais	Français	Anglais
Avion	Plane/Airplane/Aircraft	Tangage	Pitch
Fuselage	Fuselage	Roulis	Roll
Ailes	Wings	Lacet	Yaw
Volets	Flaps	Bord d'attaque	Leading edge
Ailerons	Ailerons	Bord de fuite	Trailing edge
Profondeur	Elevator	Feux à éclats	Strobe lights
Direction	Rudder	Queue	Tail
Aérofreins	Air brakes/Speed brakes	Train de queue	Tail landing gear
Commandes de vol	Flight controls	Winglets	Winglets
Pédales	Pedals	Tableau de bord	Dashboard
Roues	Wheels	Pare-brise	Windshield
Train avant	Nose gear	Frein	Brake
Train d'atterrissage	Landing gear	Becs de bord d'attaque	Slats
Compensateur	Trim	Orientable	Steerable
Volant	Control wheel	Spoiler (destructeur portance)	Spoiler
Manche	Yoke/Stick	Pas de l'hélice	Propeller pitch
Cales de roues	Wheel chocks		

1.II.2 Motorisation/Propulsion

Français	Anglais	Français	Anglais
Moteur	Engine	Poussée	Thrust
Hélice	Propeller	Démarrage	Start up
Allumage	Ignition	Magnetos	Magnetos
Boîte de vitesse	Gearbox	Moteur à pistons Moteur alternatif	Reciprocating engine Piston engine

1.II.3 Electricité

Français	Anglais	Français	Anglais
Batterie	Battery	Générateur auxiliaire	Auxiliary power unit
Alternateur	Alternator		

Dernière mise à jour 03/03/2021	Cours Brevet d'Initiation Aéronautique	Denis DEFAUCHY LFPQ - LFP
------------------------------------	---	------------------------------

1.II.4 Aérodynamique

Français	Anglais	Français	Anglais
Trainée	Drag	Profil	Profile
Portance	Lift	Force	Force
Poids	Weight	Décrochage	Stall
Traction	Thrust		

1.II.5 Conduite du vol

Français	Anglais	Français	Anglais
Voler	To fly	Tirer	To pull
Un vol	A flight	Monter	To climb
Décollage	Take-off / Lift-off	Descendre	To descend
Atterrissage	Landing	Tourner	To turn
Rouler	To taxi	S'aligner	To line up
Prendre un cap	To set a heading	Se dérouter	To divert
Tour de piste	Circuits	Rejoindre	To join
Remettre les gaz	To go around	Piste dégagée	Runway vacated
Touché	Touch and go	Arrêt complet	Full stop
Point de passage	Waypoint	Maintenez position	Hold position
Modification de route	Route amendment	Maintenez point d'attente	Hold holding point Hold short of runway

1.II.6 Positions

Français	Anglais	Français	Anglais
Haut	Up	Devant	Ahead
Bas	Down	Derrière	Behind
Gauche	Left	Au-dessus	Above
Droite	Right	En dessous	Below
Verticale	Overhead	Plus bas	lower
Travers	Abeam	Plus haut	Upper



Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

1.II.7 Instruments/Mesures

Français	Anglais	Français	Anglais
Vitesse propre	True air speed	Pieds	Feet
Vitesse sol	Ground speed	Variomètre	Variometer
Anémomètre	Anemometer		Vertical speed indicator
Indicateur de vitesse	Air speed indicator	Altitude	Altitude
Altimètre	Altimeter	Vitesse	Speed
Tachimètre	Tachometer	Vitesse verticale	Vertical speed
Radio	Radio	Transpondeur	Squawk
Noeuds	Knots	Mètres	meters
Autonomie	Endurance	Voltmètre	Voltmeter

1.II.8 Types d'aéronefs

Français	Anglais	Français	Anglais
Hydravion	Seaplane	Planeur	Glider
Train classique	Tailwheel airplane	ULM	Ultralight aircraft
Train tricycle	Tricycle landing gear	Avion	Aircraft/Airplane/Plane
Navette spatiale	Space shuttle	Dirigeable	Airship
Station spatiale	Space station	Ballon	Balloon
Satellite	Satellite	Montgolfier	Montgolfier balloon
Ovni	Ufo	Biplan	Biplane
Avion de combat	Fighter	Hélicoptère	Helicopter
Avion de transport	Transport airplane Airliner	Hydroglisseur	Hydroplane
Aéronef à ailes en flèche vers l'arrière	Sweptback wing aircraft	Deltaplane	Hang glider
Drone	Drone	Parapente	Para glider

1.II.9 Circuit/Aérodrome

Français	Anglais	Français	Anglais
Piste	Runway (RWY)	Montée initiale	Initial climb
Taxiway	Taxiway (TWY)	Vent traversier	Crosswind leg
Parking	Apron	Vent arrière	Downwind
Point d'attente	Holding point	Etape de base	Base leg
Seuil	Threshold	Dernier virage	Last turn
Manche à air	Windsock	Finale / Courte finale	Final / Short final
Aérogare	Terminal	Station essence	Fuel station
Tour	Tower	Main gauche	Left hand
Terrain	Airfield	Main droite	Right hand
Piste en service	Runway in use	Aire de trafic	Ramp
Zone de saut en parachute	Drop zone		

Sources : <http://www.cpge-sii.com/aero/bia/>



Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

1.II.10 Radio communications

Français	Anglais	Français	Anglais
Autorisé à	Cleared to	Appelez	Call
Une autorisation	A clearance	Rappelez	Call back
Va être exécuté	Will co		Report / Say when
Répétez	Say again	Libérez la fréquence	Leave frequency
Compris	Roger	Rejoignez	Join
Prévoyez	Expect	Contactez	Contact
Maintenez	Maintain/Hold	Intégration	Arrival
Virgule	Decimal	Départ	Departure
Un trafic...	Trafic	Collationnez	Read back
Trafic en vue	Trafic in sight	Confirmer	Acknowledge
Dans vos 2h	2 o'clock	Aurevoir	Goodbye
Numéro 1	Number one	Priorité	Priority
Bonjour	Good day	A votre discrétion	at your discretion
Fort et clair	Loud and clear	Dites que vous avez l'information	Acknowledge information...

1.II.11 Météo

Français	Anglais	Français	Anglais
Plafond	Ceiling	Vent	Wind
Nuages	Clouds	Vent de face	Headwind
Brume	Mist	Vent arrière	Tailwind
Brouillard	Fog	Vent de travers	Crosswind
Pluie	Rain	Rafales	Gust
Grêle	Hail	Cisaillement	Shear
Neige	Snow	Ciel clair	SKC - SKY Clear
Averses	Shower rain	Quelques nuages	FEW - Few
Orage	Storm/Thunderstorm	Nuages épars	SCT - Scattered
Information Bravo	Information Bravo	Fragmenté	BKN - Broken
Point de rosée	Dew point	Couvert	OVC - Overcast
Visibilité	Visibility	Lever du soleil	Sunrise
Humide	Damp	Coucher du soleil	Sunset
Température	Temperature		

Sources : <http://www.cpge-sii.com/aero/bia/>



Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

1.II.12 D'autres choses

Français	Anglais	Français	Anglais
Absence de conscience	Lack of awareness	Risque aviaire	Bird hazard
Certificat de navigabilité	Airworthiness certificate		

1.II.13 Encore plus ?

Un lexique est proposé aux candidats au FCL.055, le voici : [LEXIQUE](#)

Vous trouverez là tout le vocabulaire anglais aéronautique que les pilotes peuvent utiliser...

1.III. Traduction Français → Anglais

1.III.1 Sujet

Tentez de traduire ces quelques phrases représentant le déroulement classique d'un vol :

- Bonjour, prêt au roulage avec l'information B
- Roulez point d'attente A via P2 et rappelez prêt
- Au point d'attente A, nous sommes prêts au départ
- Un avion en courte finale, maintenez position
- Vous pouvez vous aligner piste 12
- Alignés piste 12, nous sommes prêts au décollage
- Autorisé au décollage piste 12, vent du 180° pour 5 nœuds
- Prévoyez un virage par la droite après décollage
- Un trafic dans vos 2 heures, de la droite vers la gauche, 200 pieds bas
- Trafic en vue
- Contacter Paris sur 126.100, vous pouvez quitter la fréquence
- [Message avec Paris puis on quitte Paris]
- Bonjour, à 5 minutes de la verticale, rappellerons verticale pour une intégration
- Verticale les installations à 1500 pieds QNH
- Rejoignons la vent arrière piste 22 et rappellerons en vent arrière
- En vent arrière pour la piste 22
- En base 22
- En finale 22 pour un complet
- Piste dégagée, je roule au parking
- Au parking, je quitte la fréquence, aurevoir

Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

1.III.2 Correction

- Bonjour, prêt au roulage avec l'information B
 - o Good day, ready to taxi with information Bravo
- Roulez point d'attente A via P2 et rappelez prêt
 - o Taxi holding point Alpha via Papa two and report when ready
- Au point d'attente A, nous sommes prêts au départ
 - o Holding point Alpha, ready for departure
- Un avion en courte finale, maintenez position
 - o A plane/traffic in short final, hold position
- Vous pouvez vous aligner piste 12
 - o Cleared to line up runway one two
- Alignés piste 12, nous sommes prêts au décollage
 - o Lined up runway one two, ready to take off
- Autorisé au décollage piste 12, vent du 180° pour 5 nœuds
 - o Cleared to take off runway one two, wind one eight zero degrees, five knots
- Prévoyez un virage par la droite après décollage
 - o Expect a right turn after take off
- Un trafic dans vos 2 heures, de la droite vers la gauche, 200 pieds bas
 - o Traffic information, two o'clock, right to left, two hundred feet below
- Trafic en vue
 - o Traffic in sight
- Contacter Paris sur 126.100, vous pouvez quitter la fréquence
 - o Contact Paris on one two six decimal one, you can leave the frequency
- Bonjour, à 5 minutes de la verticale, rappellerons verticale pour une intégration
 - o Good day, five minutes from overhead, will call back overhead for an arrival
- Verticale les installations à 1500 pieds QNH
 - o Overhead the airfield at one thousand five hundred feet
- Rejoignons la vent arrière main droite piste 22 et rappellerons en vent arrière
 - o Joining right hand downwind runway two two and will call back in downwind
- En vent arrière pour la piste 22
 - o Downwind runway two two
- En base 22
 - o Base leg runway two two
- En finale 22 pour un complet
 - o Final runway two two for a full stop
- Piste dégagée, je roule au parking
 - o Runway vacated, taxiing apron
- Au parking, je quitte la fréquence, aurevoir
 - o At apron, leaving frequency, goodbye



Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

1.IV. Traduction Anglais→ français

1.IV.1 Des phrases tombées au BIA

1.IV.1.a Sujet

Voici quelques phrases qui sont tombées ces dernières années :

- Air France one one six, please contact tower one one eight decimal one
- A landing gear position light has turned red
- Fox Bravo Mike — Please Maintain Holding point runway one one
- Snow removal is in progress runway one seven
- The gear warning light has come on green

1.IV.1.b Correction

- Air France 116, contactez la tour sur 118.1
- Un indicateur de position du train d'atterrissage est passé au rouge
- Fox Bravo Mike — SVP maintenez point d'attente piste 11
- Déneigement en cours piste 17
- L'indicateur d'alarme de train est devenue vert

1.IV.2 Un vol

1.IV.2.a Sujet

Tentez de traduire cet extrait d'un vol réalisé en anglais :

- London Tower, ready to start up
- Cleared to start up
- Taxi holding point Bravo
- Hold short of runway
- Cleared to take off runway 32
- You can leave my frequency, sqawk 7000, goodbye
- Join downwind runway 23
- Cleared to land runway 23
- Taxi apron
- Leaving frequency, goodbye

Sources : <http://www.cpge-sii.com/aero/bia/>



Dernière mise à jour	Cours	Denis DEFAUCHY
03/03/2021	Brevet d'Initiation Aéronautique	LFPQ - LFP

1.IV.2.b Correction

- London Tower, ready to start up
 - o Tour de Londres, prêt à mettre en route
- Cleared to start up
 - o Autorisé à mettre en route
- Taxi holding point Bravo
 - o Roulez point d'attente Bravo
- Hold short of runway
 - o Maintenez position au point d'attente de la piste
- Cleared to take off runway 32
 - o Autorisé à décoller piste trente deux
- You can leave my frequency, sqawk 7000, good by
 - o Vous pouvez quitter ma fréquence, transpondeur sept mille, aurevoir
- Join downwind runway 23
 - o Rejoignez vent arrière piste vingt trois
- Cleared to land runway 23
 - o Autorisé atterrissage piste vingt trois
- Taxi uppron
 - o Roulez au parking
- Leaving frequency, goodbye
 - o Nous quittons la fréquence, aurevoir

1.IV.3 Un message météo

1.IV.3.a Sujet

Traduisez ce message météo reçu d'une fréquence ATIS :

- Hello. This is Melun information Romeo recorded at 2 UTC.
- Runway in use : 27
- Caution, bird hazard
- Wind 200 degrees - 5 knots
- Visibility : more than 10 km
- Clouds : Few 2000 feet - Broken 3000 feet
- Temperature 10 – Dewpoint 7
- QNH 1014
- Please inform at first contact that you recieved information Romeo

Sources : <http://www.cpge-sii.com/aero/bia/>

