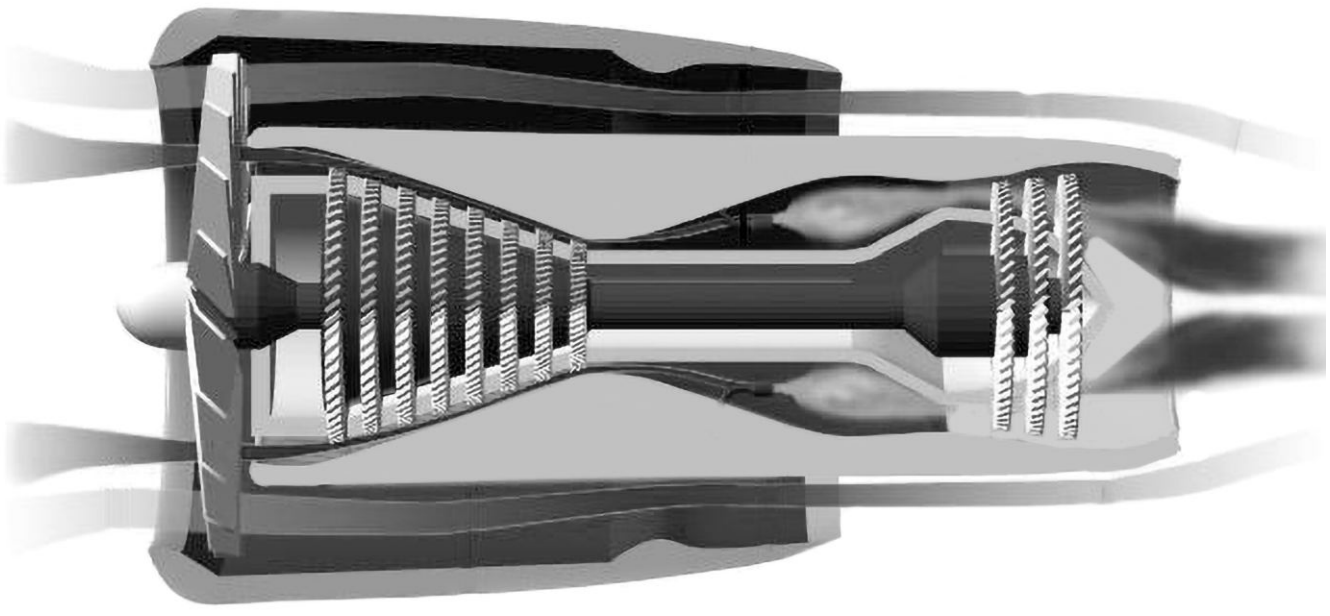
BREVET D'INITIATION AÉRONAUTIQUE



CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

Aéroclub Marcillac Estuaire

CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

CLASSIFICATION DES AERONEFS

Le plus lourds que l'air (aérodynes)

Le terme aérodyne englobe l'ensemble des aéronefs plus lourds que l'air, dont la sustentation est principalement assurée par une force aérodynamique, la portance d'une voilure fixe (avion, planeur) ou tournante (hélicoptère, autogire).

<u>Aérodynes non motorisés</u>

- Modèle réduits
- Cerf-volants
- Planeurs
- Planeurs ultralégers
  - Parachutes
  - Parapentes
  - Deltaplanes

<u>Aérodynes motorisés</u>

- Modèles réduits
- ULM
- Avion
- Hélicoptère

À voilure fixe

- Avions
- Ultra légers motorisés (ULM)

Multi-axes

Pendulaires

Paramoteurs

À voilure tournante

- Autogires
- Hélicoptères
- Hybrides

CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

CLASSIFICATION DES AERONEFS

Les plus légers que l'air (aérostats)

Un aérostat est un aéronef dont la sustentation est assurée principalement par une force aérostatique, la poussée d'Archimède.

<u>On trouve</u> :

Les ballons
- Captifs ou libres
- À air chaud
- À gaz

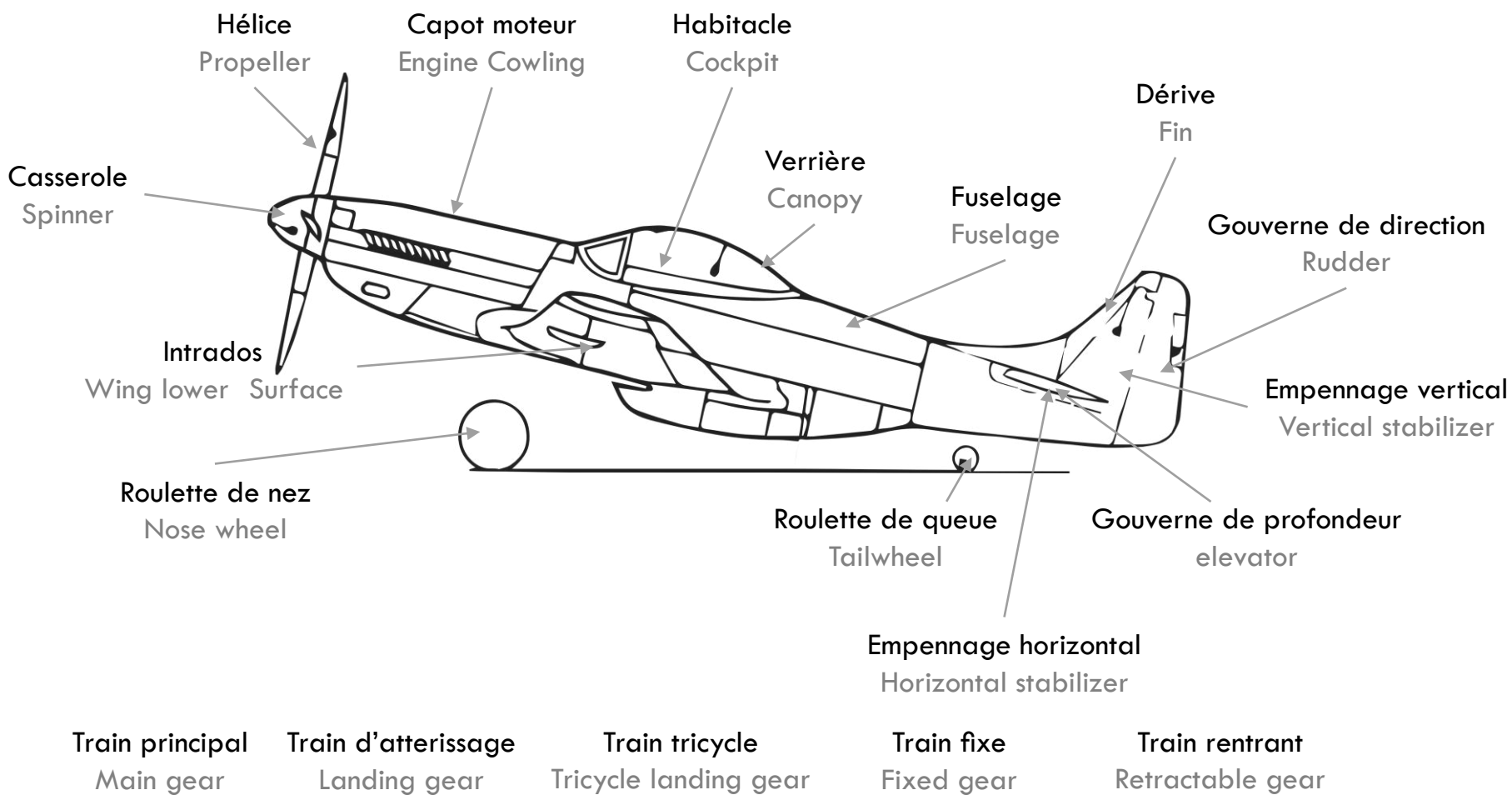
Les dirigeables
- À structure souple ou rigide
- Propulsés

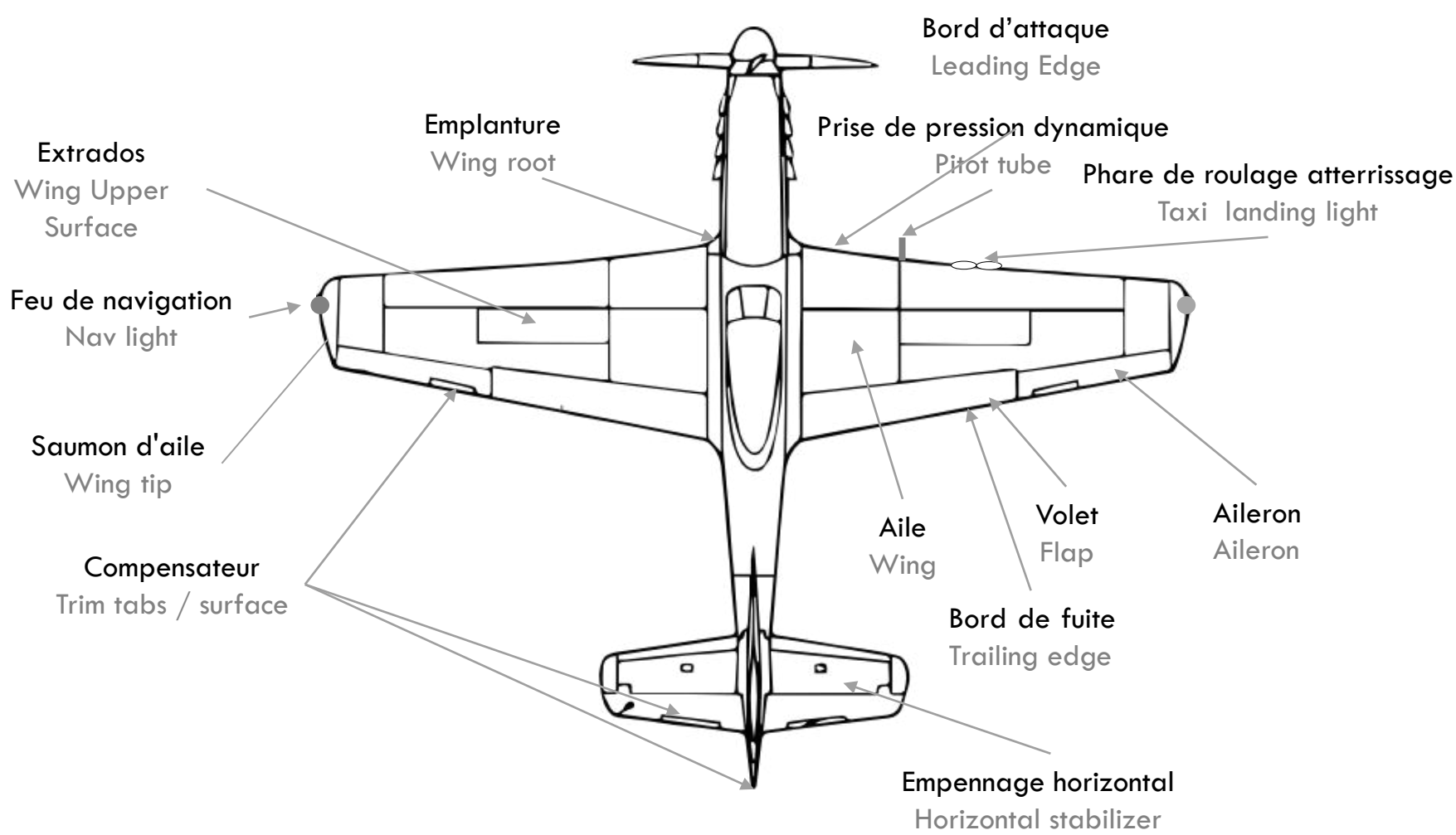
NOTES

CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

DESCRIPTION DE L'AVION

* Traduction anglaise en rouge





CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

DESCRIPTION DE L'AVION – LA VOILURE

La voilure est constituée de deux ailes ancrées sur le fuselage. Elle génère une force dynamique portante qui permet la sustentation de l'aéronef. En fonction de la façon dont elle est ancrée sur le fuselage elle est dite :

Ailes hautes

Ailes médianes

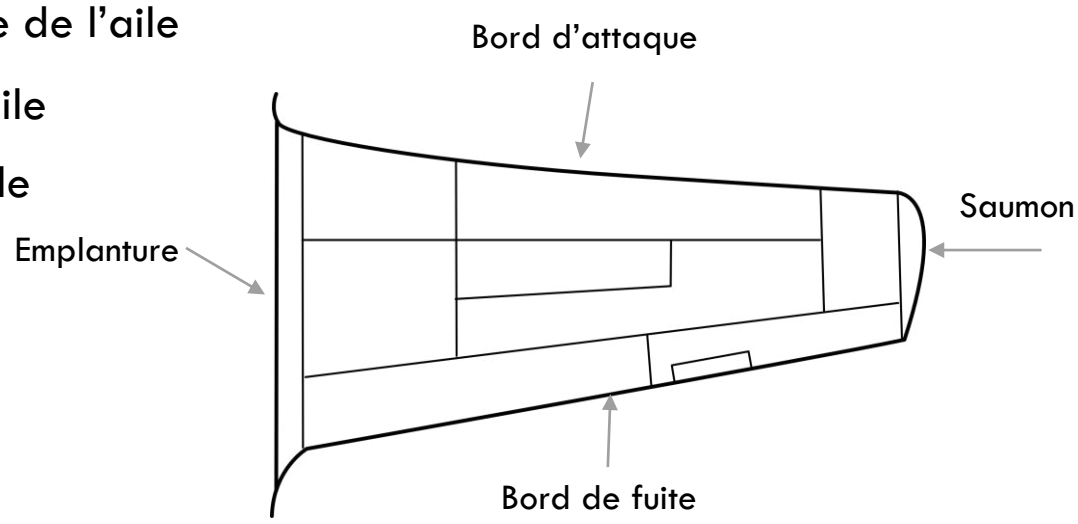
Ailes basses

On peut y loger une partie du carburant.

On n'y entre : un ensemble de gouvernes : les ailerons
Si nécessaire : les dispositifs hypersustentateurs (Becs et volets)
les aérofreins
les moteurs
le train d'atterrissage

Ces 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



La voilure peut avoir un **dièdre**

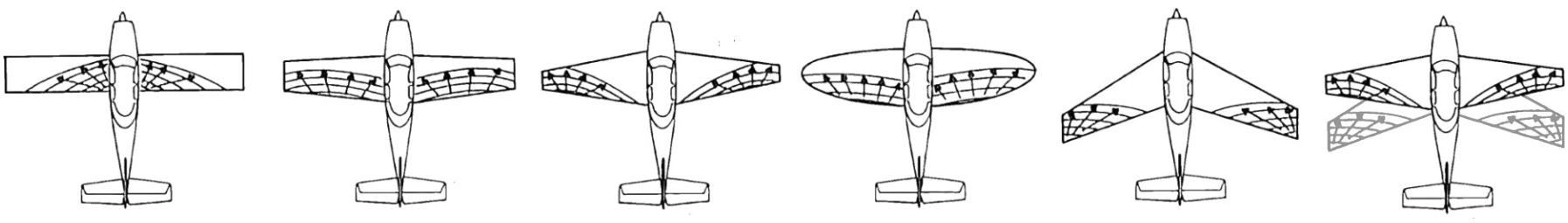
Il est positif si le saumon est plus haut l'emplanture et négatif dans le cas contraire. Il peut également être nul.

Dièdre positif

Dièdre négatif

L'aile est de forme et de profil très variables

Elle peut être de forme rectangulaire, trapézoïdale, elliptique, en flèche, à géométrie variable



Elle peut avoir un profil plan convexe, biconvexe, creux, à double courbure, super critique

Il existe également des voilures biplan et triplan

DESCRIPTION DE L'AVION – LES EMPENNAGES

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

L'empennage vertical :

il se trouve à l'arrière du fuselage

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

L'empennage horizontal :

il se trouve le plus souvent à l'arrière du fuselage. Il est quelquefois sur l'empennage vertical.

Dans ce cas on parlera d'empennage:

Cruciforme lorsqu'il est au milieu

En T lorsqu'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.**

Empennage canard
Lorsque l'empennage horizontal est placé à l'avant de l'appareil, on parle d'une formule (plan) canard.

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

CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

DESCRIPTION DE L'AVION – LE TRAIN D'ATTERISSAGE

Il permet 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.

<u>Il se compose</u> :

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
Aéronef à train tricycle

Une roulette de queue
Aéronef à train classique

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

Certains avions non qu'un principal situés sous le fuselage, il est alors appelé mono trace.
L'équilibre latéral est dans ce cas assuré par des balancines situées en bout d'ailes

CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

DESCRIPTION DE L'AVION – LE TRAIN D'ATTERISSAGE

En fonction de la charge supportée en utilisera :

Une roue simple

Un diabolo

Un boggie

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

NOTES

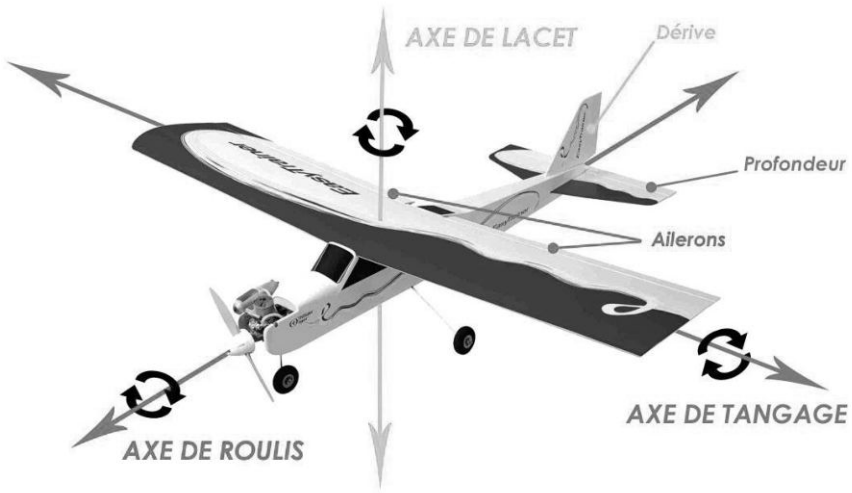
DESCRIPTION DE L'AVION – LES GOUVERNES

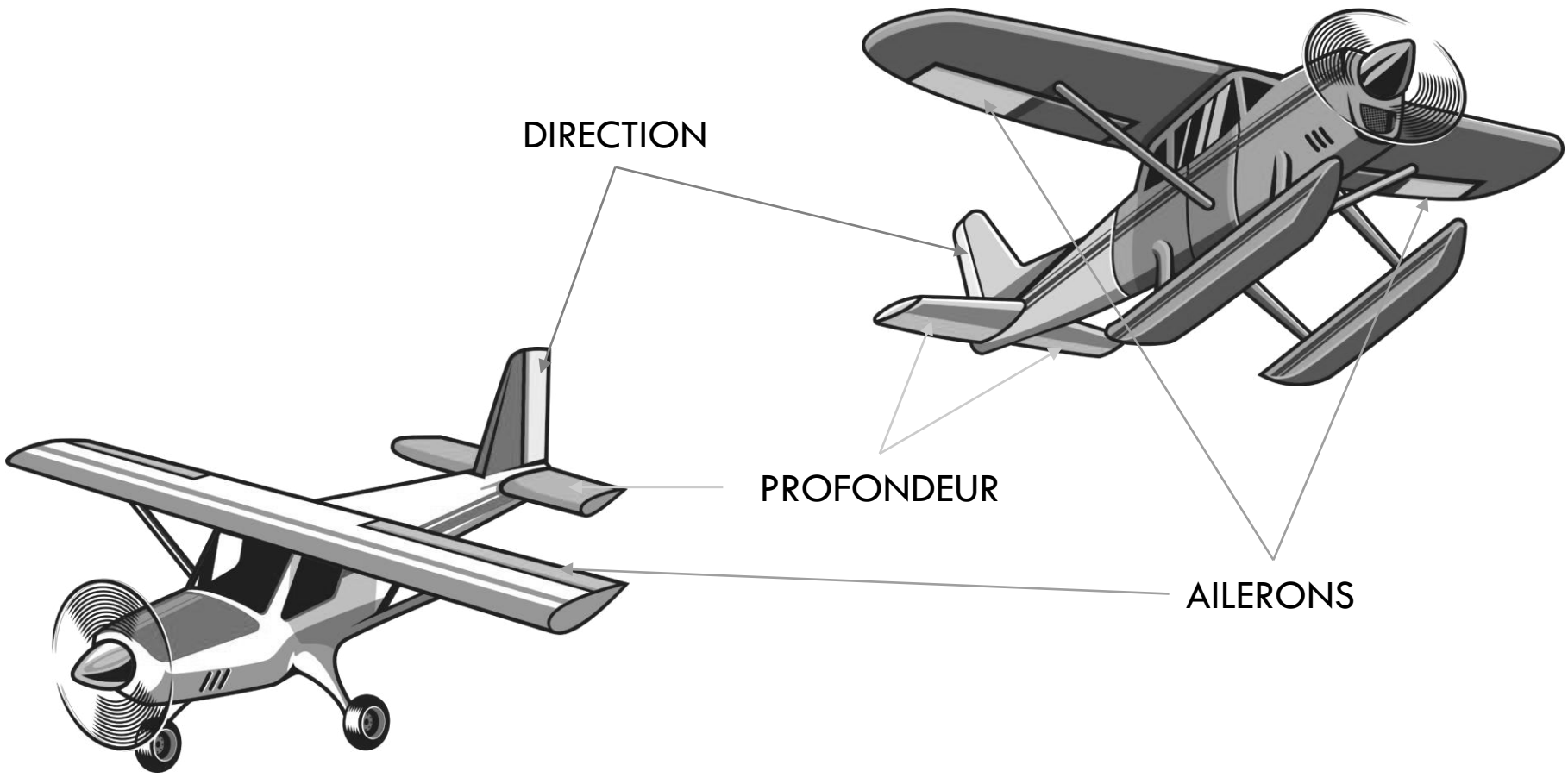
Une gouverne est une surface mobile située sur certains éléments de structure (voilure, empennage), permettant de créer les forces nécessaires pour modifier l'attitude de l'avion.

<u>La gouverne de profondeur</u> :
- elle est située sur l'empennage horizontal
- elle permet le contrôle en tangage (modification de l'assiette)

<u>Les ailerons</u> :
- ils sont situés à l'extrémité de chaque aile
- ils permettent le contrôle en roulis (modification de l'inclinaison)

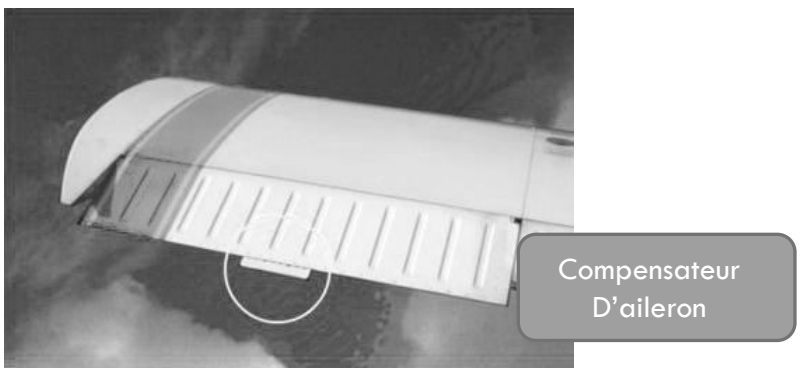
<u>La gouverne de direction</u> :
- elle est située sur l'empennage vertical
- elle permet le contrôle en lacet

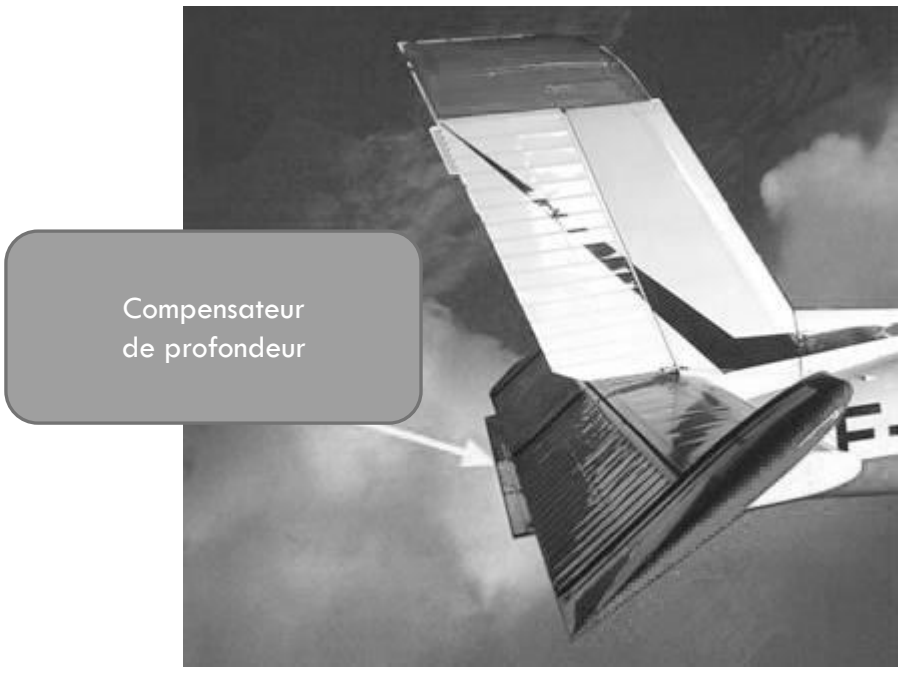




Le compensateur

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 produits lors d'un changement de trajectoire





Les gouvernes secondaires Les becs et les 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 (modification de CZ et CX).

Les gouvernes secondaires :

Les aérofreins et les 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, et 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 de gauchissement (réduction de la portance sur l'aile intérieure au virage).

NOTES

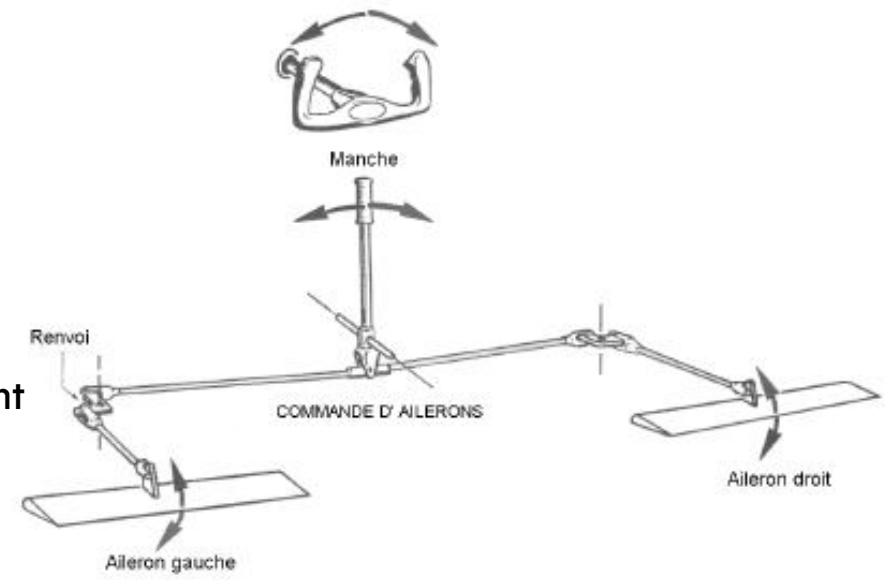
CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

DESCRIPTION DE L'AVION – LES COMMANDES

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

Le manche à balai (ou le volant)

Action latérale (droite – gauche)



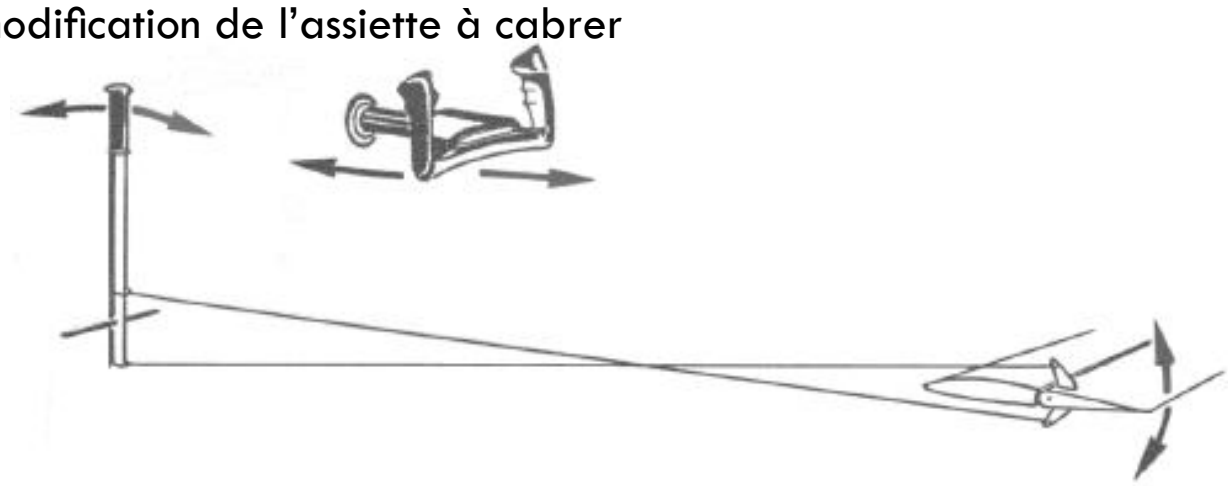
Le **braquage du manche à droite** commande le mouvement
- De l'aileron droit vers le haut
- De l'aileron gauche vers le bas

Le **braquage du manche à gauche** commande le mouvement
- De l'aileron droit vers le bas
- De l'aileron gauche vers le haut

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



Le palonnier

Il se manipule avec les pieds. Action latérale (droite gauche).

Le braquage du palonnier vers la droite comment 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 comment 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 (souple par câble, poulies, renvois et guignols, ou rigides par tube, renvois et guignols).
- Transmission électrique. C'est celle qu'utilisent les Airbus

Bois, toiles et dérivés

Le bois

Principalement utilisé dans les débuts de l'aviation.
Encore utilisé dans l'aviation légère.
Les essences sont choisies en fonction de leurs caractéristiques :

- Pièce maîtresse : spruce et épicéa
- Pièces secondaires : sapin et pain d'Oregon
- Patin, fixation de train : frêne et hêtre.

La toile

Lin et coton dans les débuts de l'aviation, dacron aujourd'hui

Les métaux

Zicral, duralinox, aciers, alliages de magnésium, alliages de titane, monel, duralumin, alpax

Résine

Produit liquide constitué d'une base et d'un durcisseur qui mélangés en proportions adéquates, permettent un durcissement irréversibles sous certaines conditions de température.

Tissus de fibre

Tissu réalisé à partir de fibre de verre, carbone ou bore.

Matériaux composites

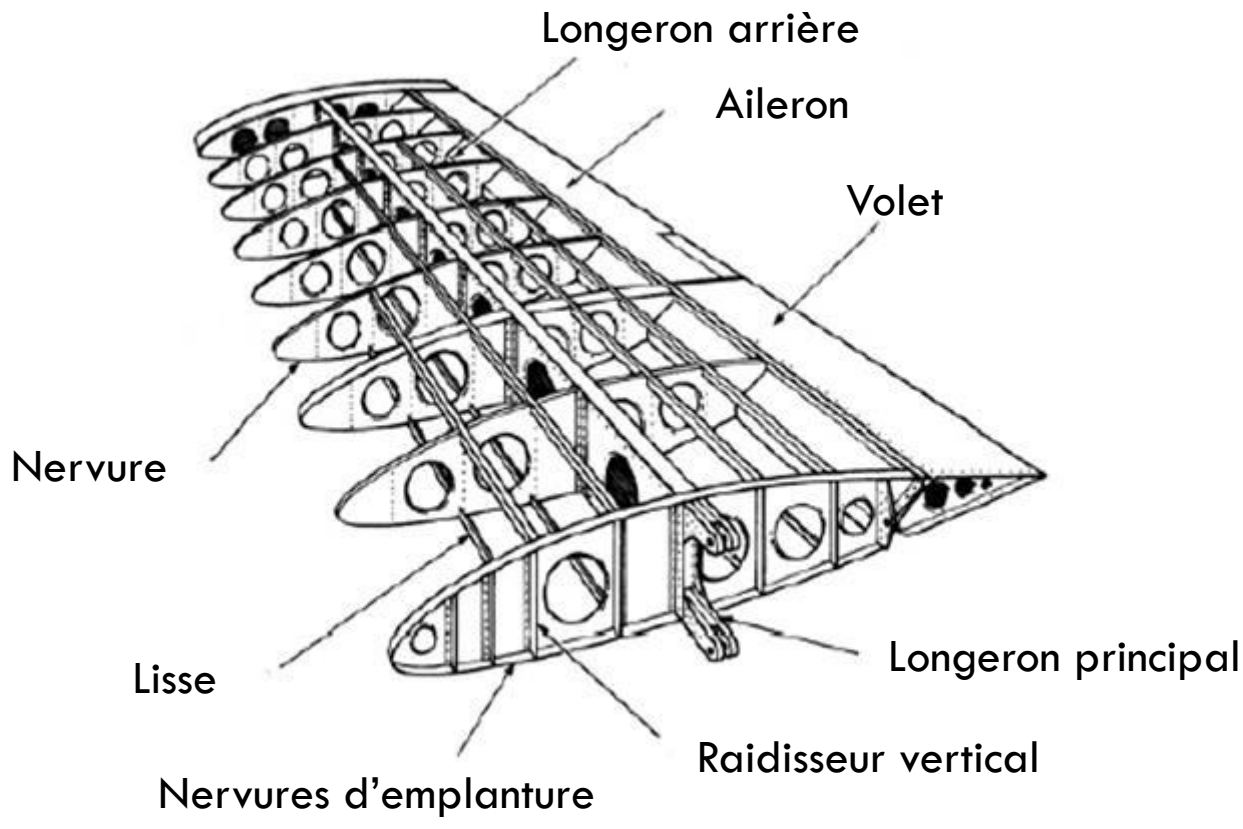
On désigne sous ce nom des matériaux constitués par l'assemblage de matériaux de base, (résine et tissus de fibre). On obtient ainsi des propriétés mécaniques et physiques performantes.

CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

STRUCTURE & CONSTRUCTION
ELEMENTS DE STRUCTURE PRINCIPAUX

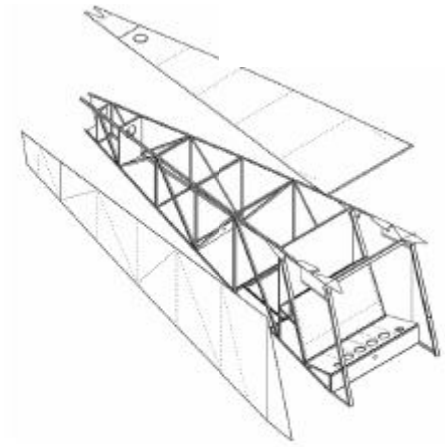
Construction d'une aile

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

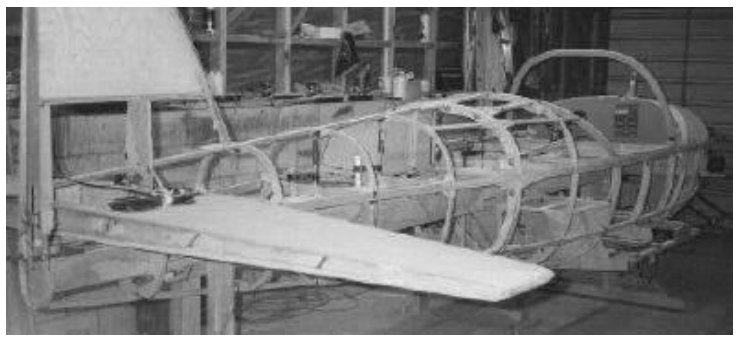


Construction du fuselage

Treillis :
Il s'agit de longerons assemblés entrent 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, métallique et l'ail 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 lices pour donner la forme souhaitée. Les cadres absorbent les efforts de torsion, les longeron ceux de flexion.
Le revêtement préalablement mis en forme, est vissé ou révolté sur cette coque et participe à la mission des efforts.
Il est **travaillant.**



CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

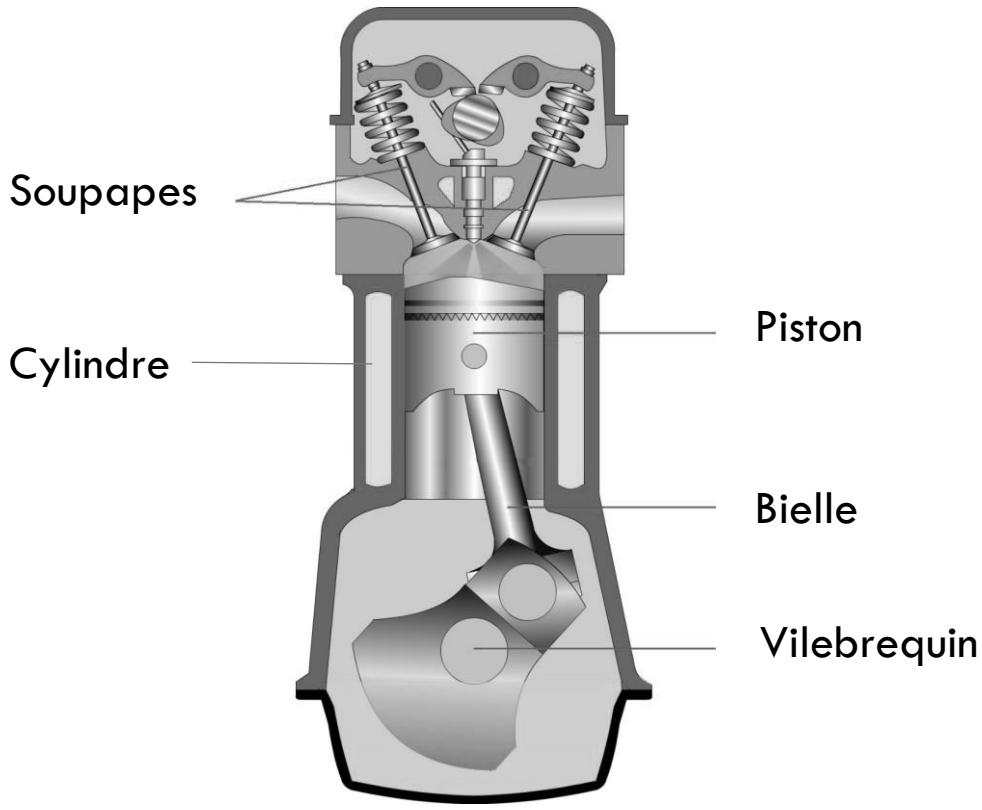
STRUCTURE & CONSTRUCTION
ELEMENTS DE STRUCTURE PRINCIPAUX

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

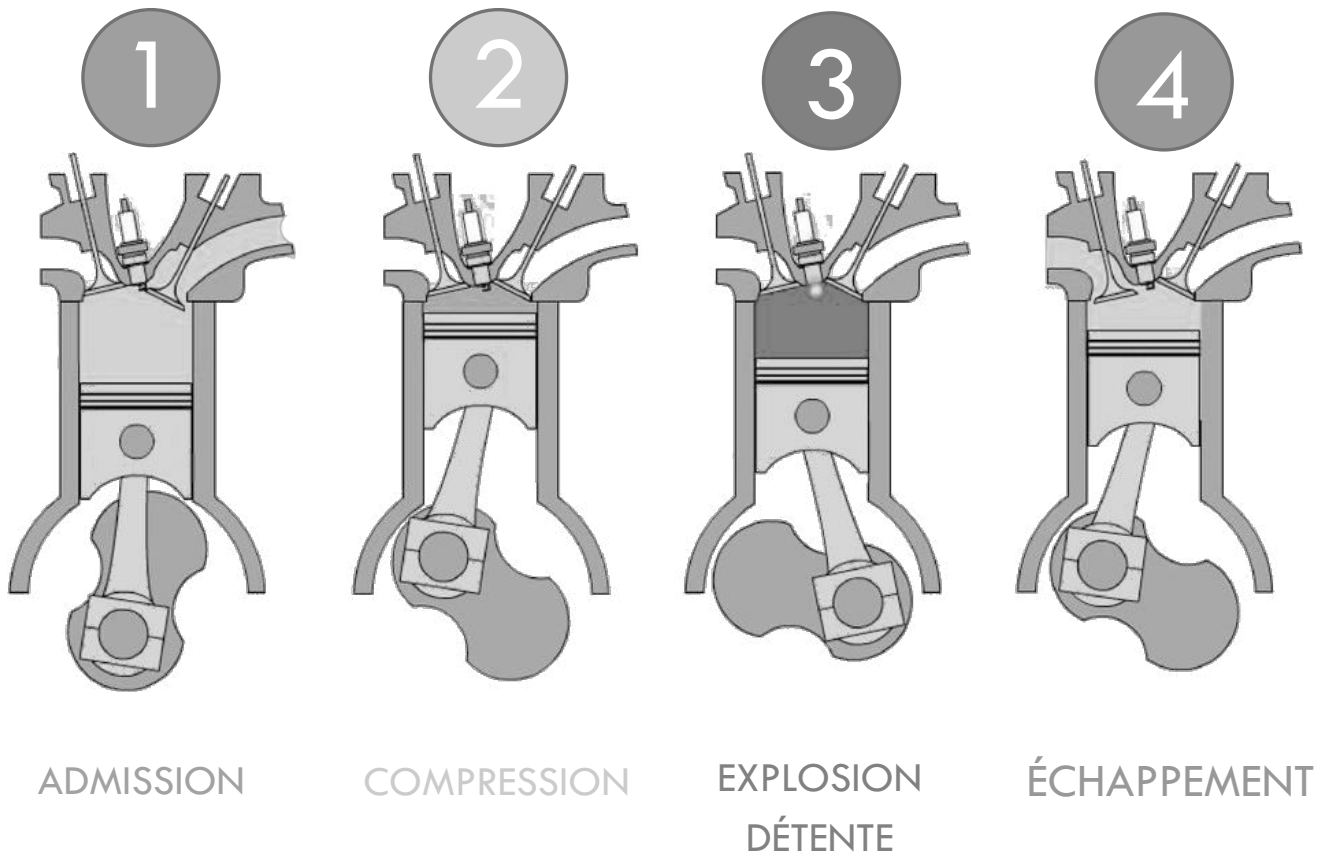
NOTES

LE SYSTÈME PROPULSIF – LE MOTEUR A PISTONS

Il se compose :

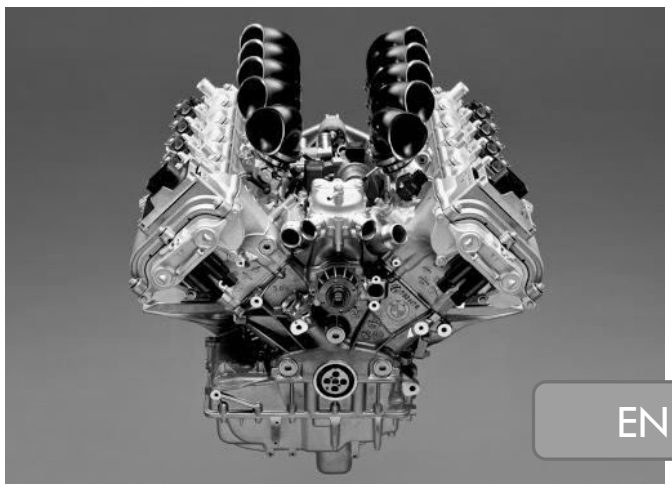


4 TEMPS

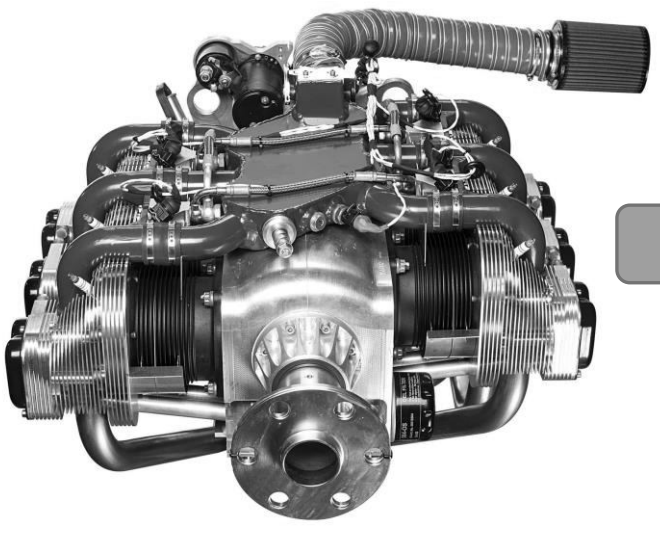


Montage des cylindres très varié…

EN LIGNE



EN V



A PLAT

EN ETOILE

Alimentation en carburant

Pour que l'essence parvienne des réservoirs au dispositif de mélange on utilise une pompe mécanique entraînée par le moteur, **<u>doublée</u>** d'une pompe électrique de secours.

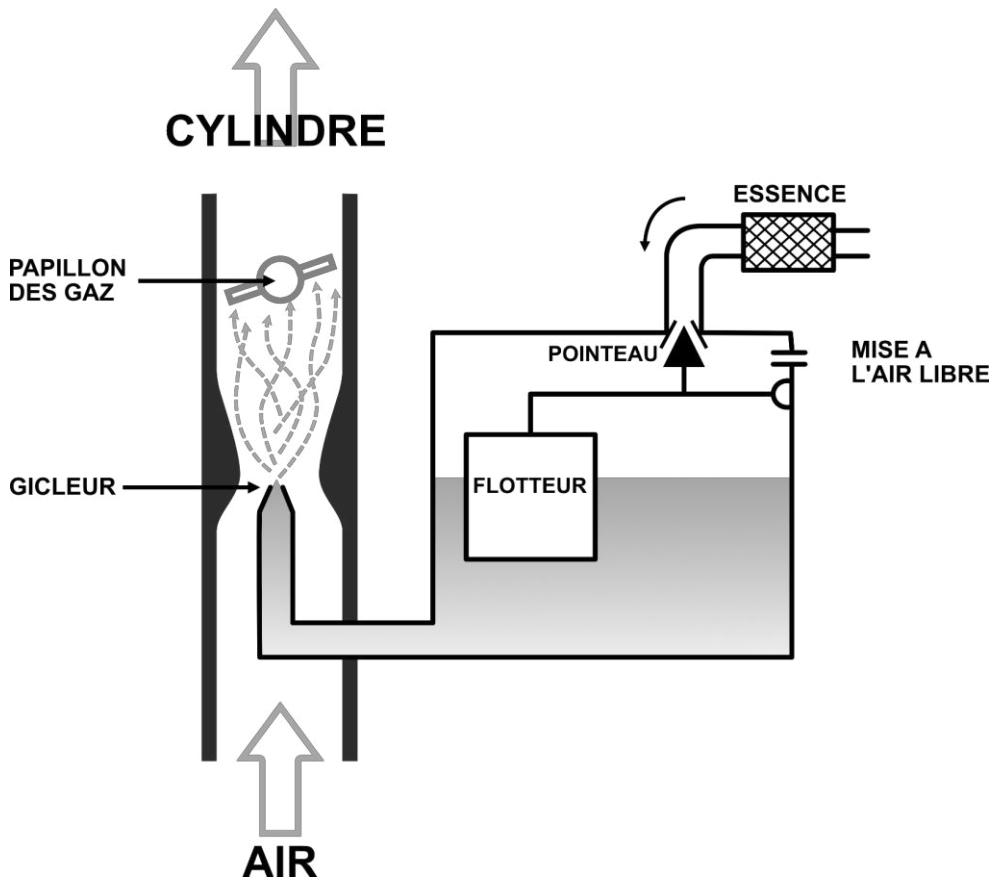
Élaboration du mélange air essence

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

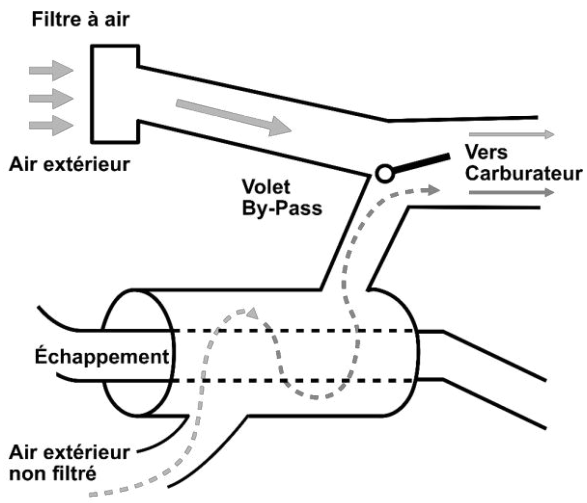
- **L'injection**, qui consiste à injecter de très fines gouttelettes (mutations) d'essence dans le cadre de la mission vers les cylindres, en amont de la soupape d'admission.

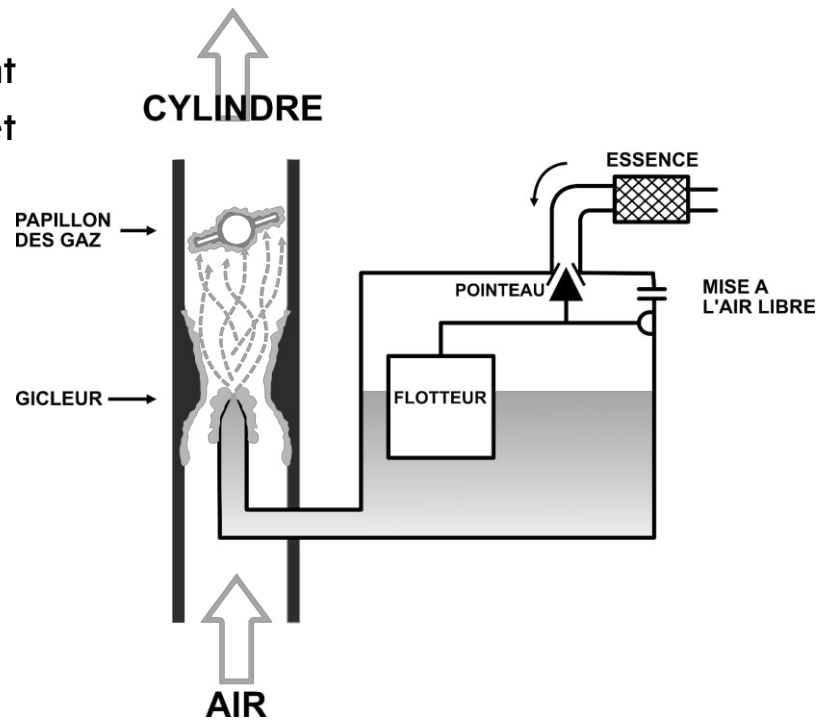
- La **carburation**, qui assure l'élaboration du mélange air essence dans le carburateur, avant son admission dans les cylindres.

Le carbutareur :



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.

L'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 (deux bougies par cylindre).

Les servitudes :
En opération normale, le moteur entraîne des dispositifs de production d'énergie éléments de confort nécessaire.

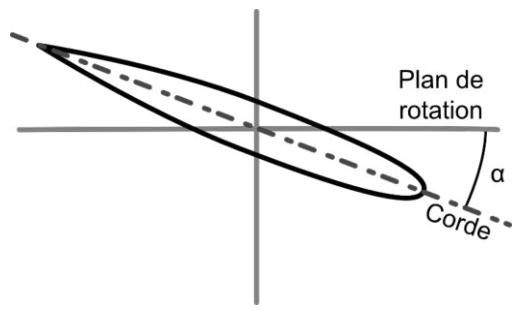
- **Énergie électrique** – alternateur, divers.
- **Énergie hydraulique** – pompes haute pression, divers.
- **Énergie pneumatique** – pompes à vide
- **Climatisation et pressurisation**

NOTES

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

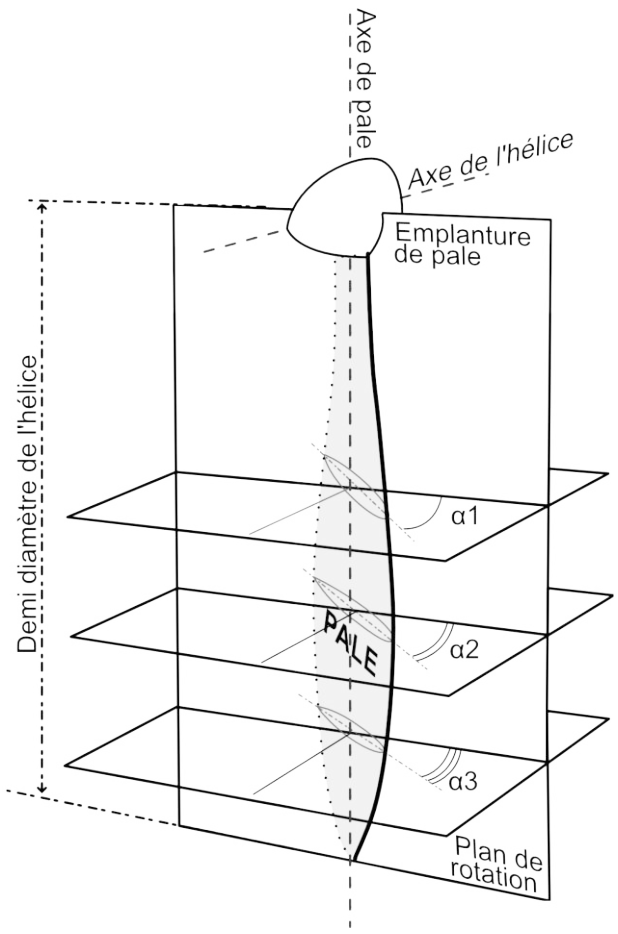
Elle est constituée :

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



Le **pas est** la distance théorique parcourue en un tour, comme une vis s'enfonçant dans le bois. A l'image d'une vis qui s'enfonce dans une planche en faisant une rotation complète... Ainsi, une **hélice** de 21 pouces avance en théorie de 21 pouces en une rotation (environ 53 cm)

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.



<u>Fonctionnement de l'hélice</u> :

Le fonctionnement de l'hélice est tout à fait analogue à celui de l'avion

Le vent relatif (V_R) issu :

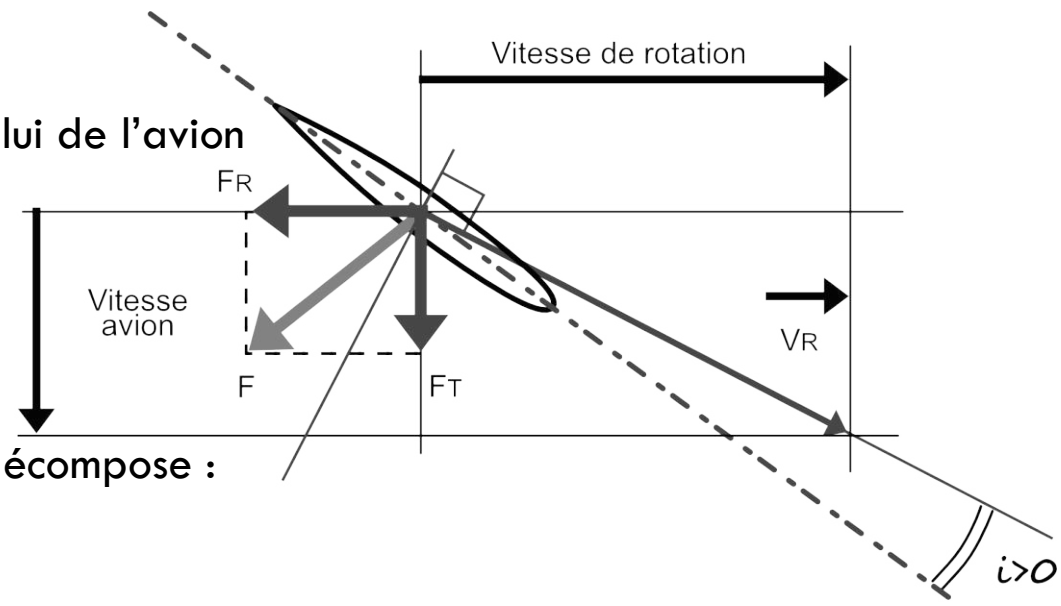
- Du déplacement de l'avion (vitesse avion)
- De la rotation de l'hélice (vitesse de rotation)

crée sur chaque pale une force aérodynamique F qui se décompose :

- En traction F_T
- En traînée F_R

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

Fonctionnement de l'hélice :



Le fonctionnement de l'hélice est tout à fait analogue à celui de l'avion

Le vent relatif (V_R) issu :

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

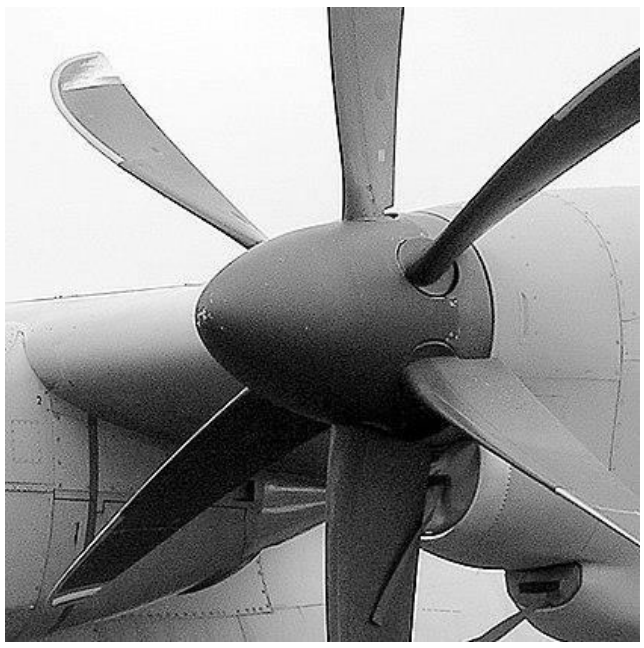
crée sur chaque pale une force aérodynamique F qui se décompose :

- En traction F_T
- En traînée F_R

Dans le cas du vol stabilisé, la pression de l'hélice équilibre 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 vitesse assez étendue, il nécessaire de faire varier l'angle de calage des pales de l'hélice afin de maintenir le régime moteur optimal.



À chaque régime de vol correspondra donc un pas approprié.

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

CONNAISSANCE DES AÉRONEFS ET DES ENGINS SPATIAUX

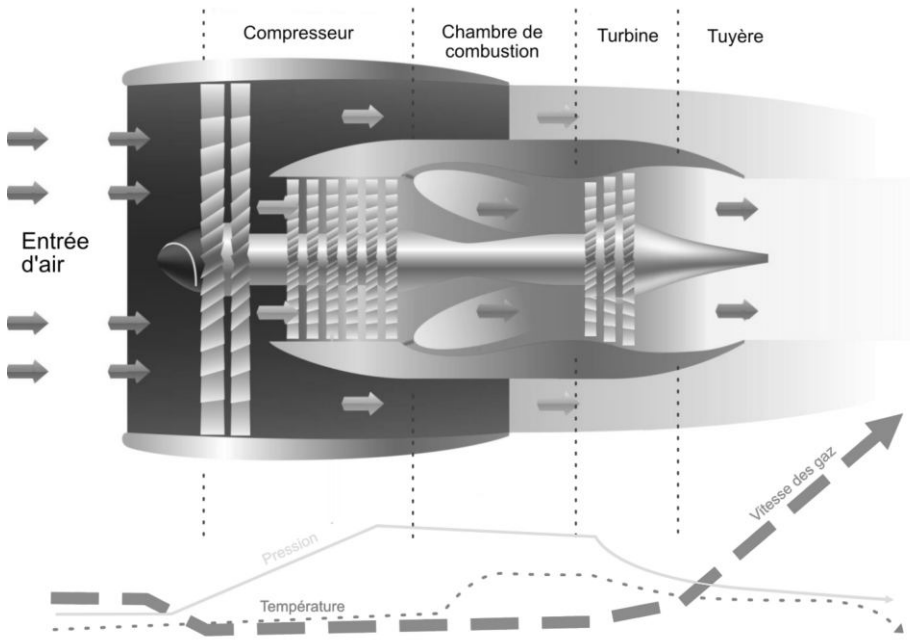
LE SYSTÈME PROPULSIF – LES TURBOMACHINES

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

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

Turboréacteur

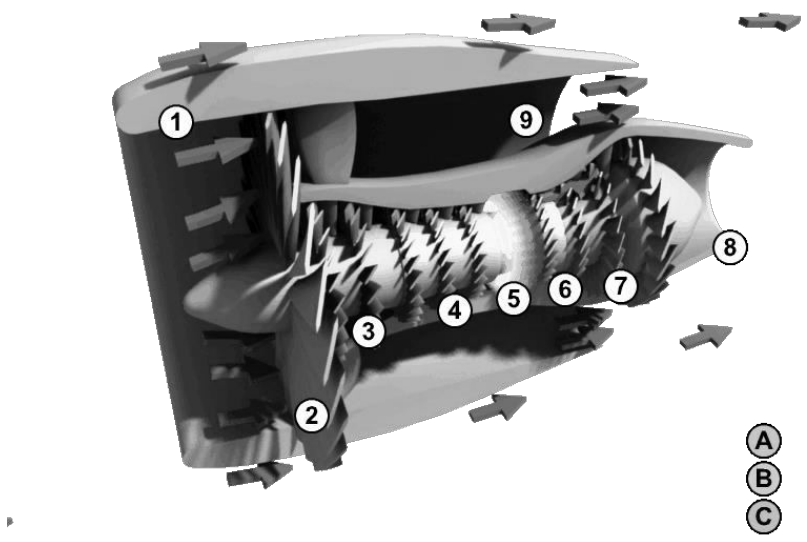
Description :



Différents types de turboréacteurs

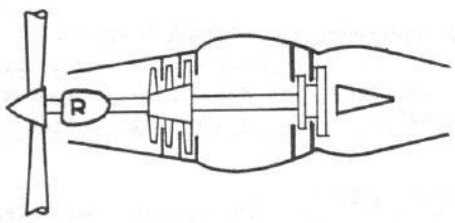
Simple flux : 1,2 ou trois corps ou étage avec ou sans combustion.

Double flux :



Le 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 au moyen des réducteurs permettant la réduction de la vitesse de rotation.



Le turbomoteur

Utilisé sur les hélicoptère. C'est un turbopropulseur dont le réducteur entraîne non plus hélice mais une boîte de transmission commandant à la fois le rotor principal et le rotor anticouple.

NOTES

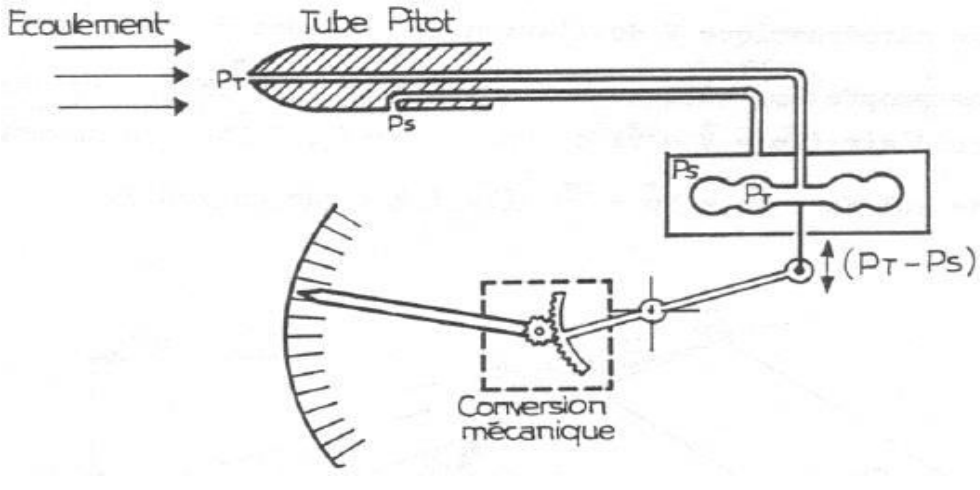
L'anémomètre

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 NM (un mille nautique par heure) et en kilomètres par heure.

Il comporte des arcs de couleur qui correspondent à des vitesses caractéristiques :

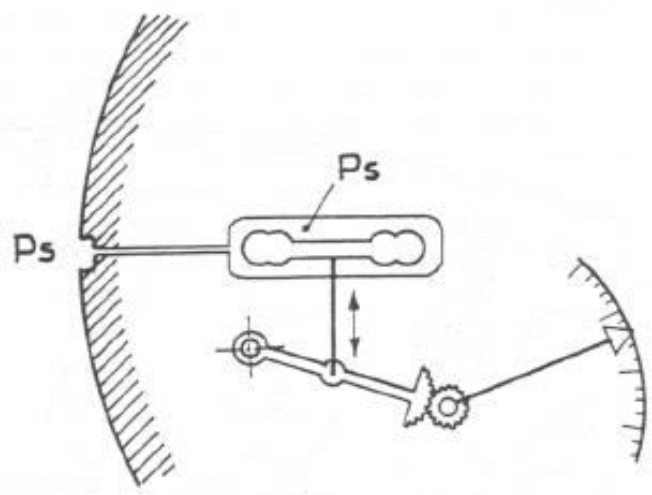
- **Arc blanc** : zone utilisation des volets, allant de la vitesse de décrochage volets sorti à la **VFE**, vitesse maximale d'utilisation des volets.
- **Arc vert** : vitesse normale d'utilisation, allant de la vitesse de décrochage en lice à la **VNO**, vitesse à ne pas dépasser en atmosphère turbulente.
- **Arc jaune** : vitesse 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 de la pression totale Pt et la pression statique Ps et la convertit en vitesse.



L'altimètre

L'altimètre indique l'altitude en pied (ft) ou mètres. 1 ft = 0,3048 m,
La grande aiguille indique les centaines de pieds, la petite les milliers de pieds.



Principe :

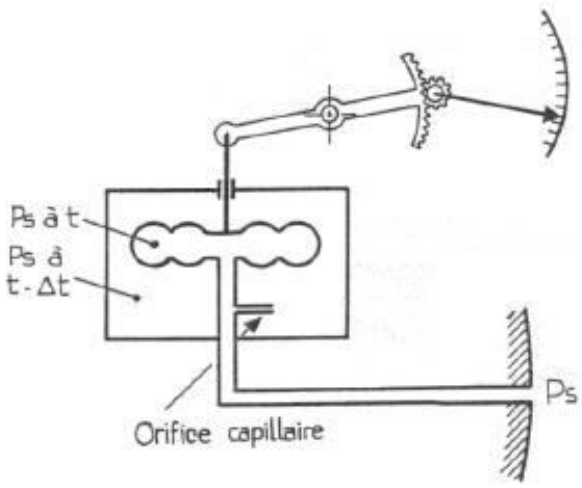
Il mesure la pression atmosphérique aux environs de l'aéronef : c'est la pression statique Ps.
On sait que celle-ci diminue suivant une loi théorique précise en fonction de l'augmentation d'altitude.
Il suffit donc de graduer l'indicateur qui rend compte de cette variation en unité d'altitude.
L'altimètre 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 hPa (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) en 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 1 Ces deux pressions sont disponibles dans l'avion ce sont :

- la pression statique instantanée PS
- la pression statique à l'instant T1 mise en mémoire

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.

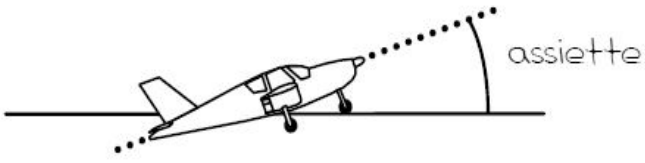
Il est constitué d'une :

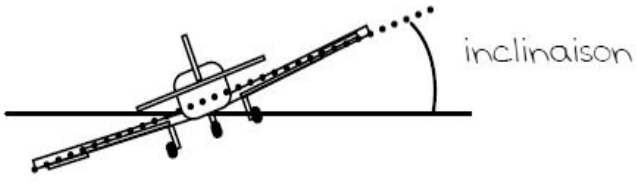
- Maquette centrale qui représente l'avion.
- Sphère intérieure sur laquelle figure la ligne d'horizon en blanc, le ciel en bleu, et la terre en marron.
- Couronne sur laquelle figurent les traits correspondant aux valeurs de l'inclinaison : 10°, 20°, 30°, 60°, 90°.

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

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

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





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°/ minute.

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

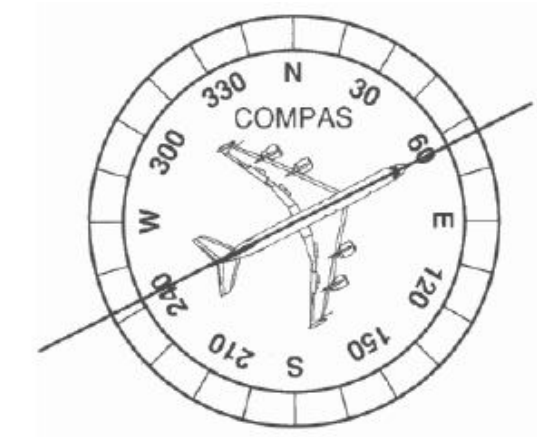
Si la bille centrée, l'écoulement de l'air est symétrique par rapport à l'axe longitudinal de l'avion

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.

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 dizaines 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 de 110°

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 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) recaler 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.

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES