

# 1 Cellule

L'avion est composé d'une cellule, d'un groupe motopropulseur et de l'avionique (instruments)



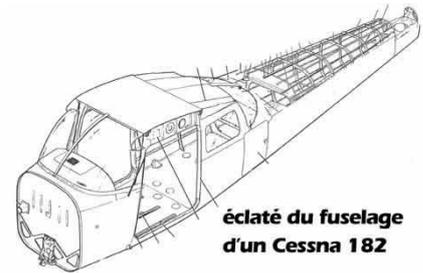
## 1.1 Vue générale

La cellule est  
Elle comporte

## 1.2 Fuselage

### 1.2.1 Matériaux

- Bois et toile :
- Métaux :
- Matériaux composites :



### 1.2.2 Construction

La structure doit être capable de supporter les efforts

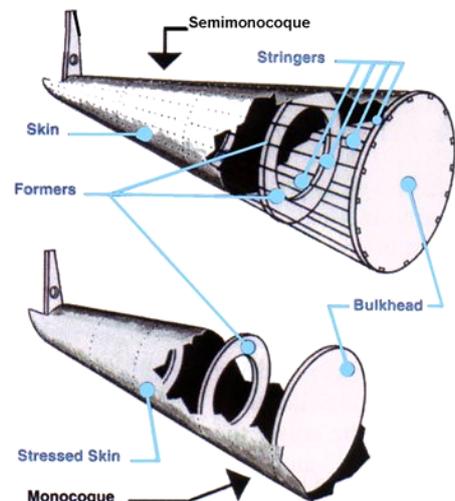
- la portance apparaît au niveau de la voilure qui subit un effort de flexion  
la liaison fuselage/voilure, correspond à l'équilibre poids-portance
- la traction liée au moteur est transmise au fuselage par le bâti moteur (ou les mats réacteur).  
cette liaison correspond à l'équilibre traction-trainée
- Le train d'atterrissage doit supporter l'impact sur le sol.

**Structure en treillis** : le fuselage est constitué d'un treillis en bois ou de tubes métalliques qui assurent la tenue mécanique, qui est recouvert de toile ou d'une feuille de métal

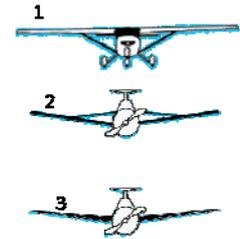


La structure **semi monocoque** est formée de cadre, rejoints par des raidisseurs

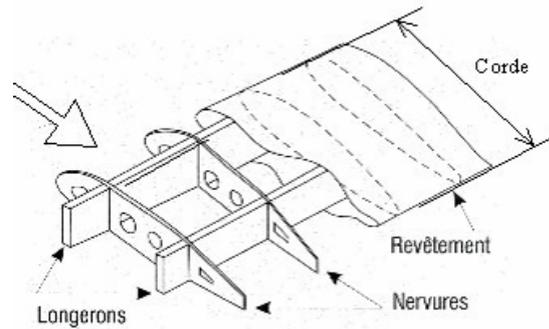
**Structure monocoque** : le revêtement est fixé sur des cadres qui ne sont pas reliés entre eux



### 1.3 Voilure

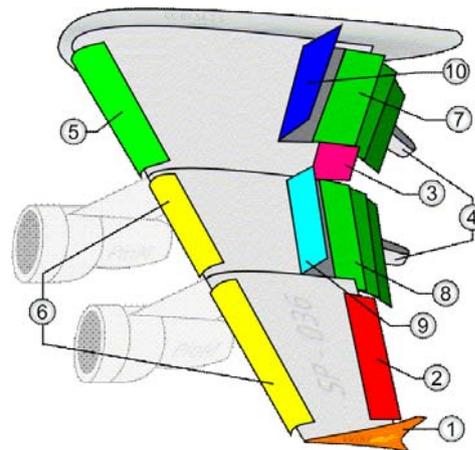


#### 1.3.1 Construction



#### 1.3.2 Voilure d'un avion de ligne

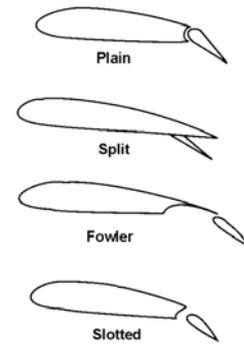
1. Winglet
2. Ailerons basse vitesse (Low Speed Aileron)
3. Ailerons haute vitesse (High Speed Aileron)
4. Flap track fairing
5. Krüger flaps
6. Becs (Slats)
7. Volets intérieurs (Three slotted inner flaps)
8. Volets extérieurs (Three slotted outer flaps)
9. Spoilers
10. Aérofreins (Spoilers-Air brakes)



Le Karman est situé à l'emplanture de l'aile pour améliorer l'écoulement de l'air

- ✓ Les becs et les volets permettent
- ✓ Les spoilers
- ✓ Les aérofreins

### 1.3.3 Types de volets



### 1.3.4 Risque de givrage

Si l'avion traverse des nuages de gouttes d'eau surfondues (*eau à l'état liquide et à température négative*), de la glace peut se former sur les bords d'attaque

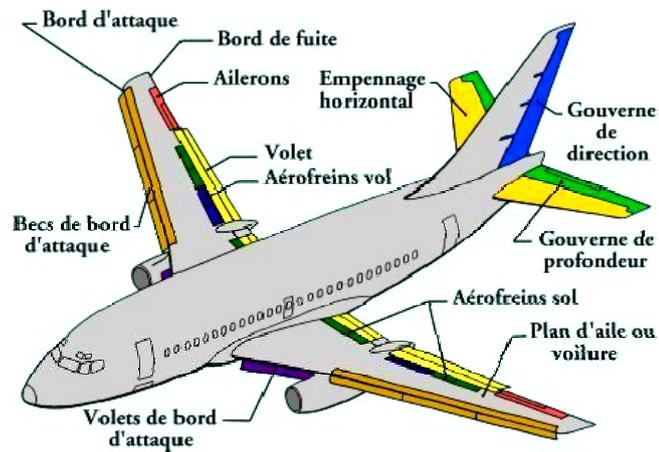


Les avions de lignes et certains avions légers sont équipés

- ✓ de système antigivrage : empêchant la formation de givre
- ✓ ou de systèmes de dégivrage : permettant de le supprimer

## 1.4 Commandes de vol

✓ Axe de roulis :	<p>Diagram of an aircraft in a roll position. Label 'a' points to the left wing, and label 'b' points to the right wing.</p>
✓ Axe de tangage :	<p>Four diagrams illustrating pitch control:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>d:</b> Aircraft with a high angle of attack.</li><li><b>e:</b> Aircraft with a low angle of attack.</li><li><b>f:</b> Aircraft with a high angle of attack, showing the tail.</li><li><b>g:</b> Aircraft with a low angle of attack, showing the tail.</li></ul>
✓ Axe de Lacet :	<p>Two diagrams illustrating yaw control:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>h:</b> Aircraft with a yawed tail.</li><li><b>i:</b> Aircraft with a yawed tail, showing the rudder.</li></ul>



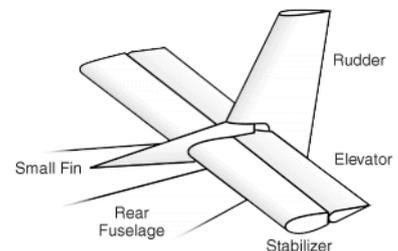
Liaison avec les actionneurs

- Câbles ou bielles
- Hydrauliques : permet une assistance par des servo commandes
- Electriques : mini-manche relié aux automatismes de l'avion

Pour les aéronefs a voilure souple, comme le parapente, les commandes (que les parapentistes appellent « frein ») sont assurées par quelques suspentes qui agissent sur le bord de fuite à droite et à gauche. Ainsi, lorsque le parapentiste tire sur la commande gauche, la partie gauche du bord de fuite descend, ce qui ralentit la partie gauche de l'aile et fait tourner le parapente à gauche. Et inversement du côté droit.

## 1.5 Empennage

L'empennage est un ensemble de plans fixes et mobiles qui assure la stabilité en tangage et en trajectoire (ou stabilité en lacet) d'un aérodyne.



La gouverne de profondeur est commandée par le manche (avant/arrière) et sert à contrôler l'avion sur l'axe de tangage. Un compensateur de profondeur permet de régler le point d'équilibre de l'avion.

La gouverne de direction est commandée par le palonnier et contrôle l'avion sur l'axe de lacet

## 1.6 Train d'atterrissage

Composé d'un train principal et d'un train auxiliaire :

Train auxiliaire à l'avant (train tricycle)



La roulette de nez est généralement dirigée par les palonniers

Train auxiliaire à l'arrière (train classique)



La roulette de queue est généralement libre (roue folle), avion tourne en freinant une des roues du train principal

Le train peut être fixe ou rentrant pour réduire la traînée.

## 2 Instruments de bord

### Avion léger

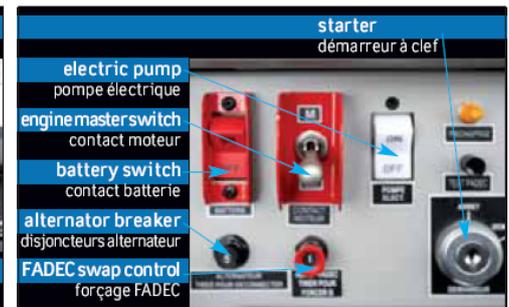
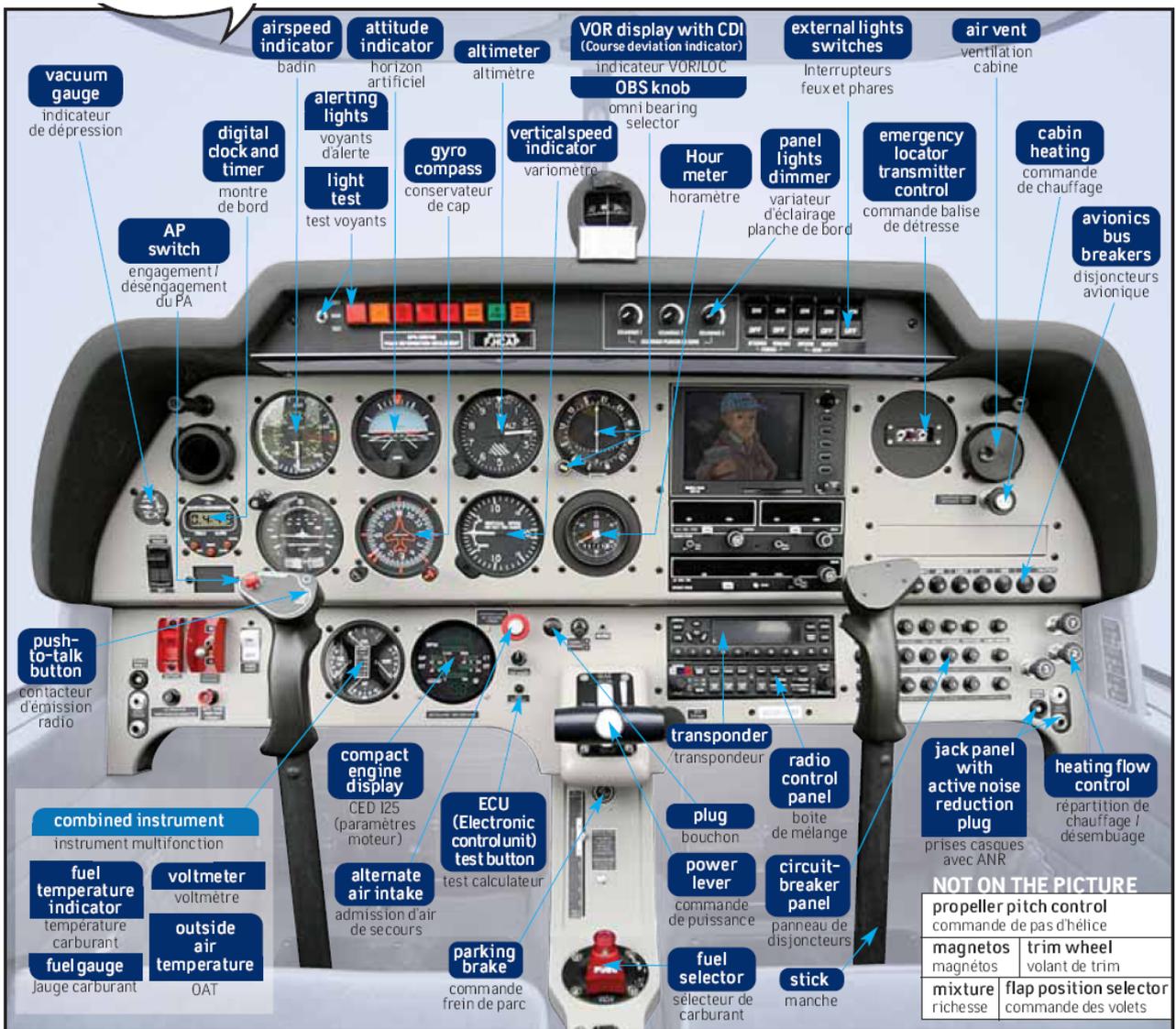


### Avion de ligne (ici Airbus A340, A350)



On retrouve sur tous les avions des instruments qui fournissent

- des informations pour le pilotage
- des informations pour la navigation
- des moyens de communication



## 2.1 Instruments barométriques

Ces instruments mesurent des pressions (l'épaisseur de la capsule anéroïde dépend de la pression à laquelle elle est soumise)

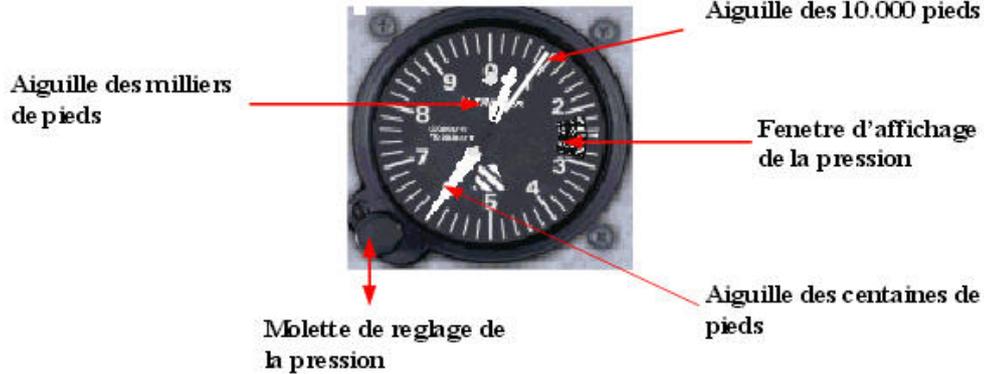
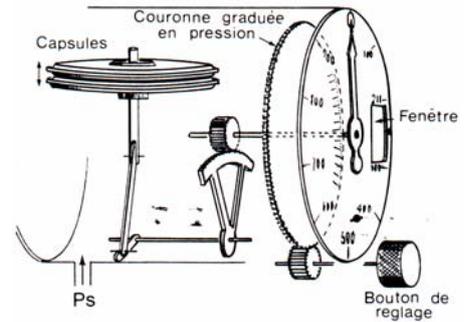
### 2.1.1 Altimètre

L'altimètre mesure une pression et affiche l'altitude correspondante selon une référence de pression et la relation altitude/pression (cf. météo)

La mesure n'est pas exacte :

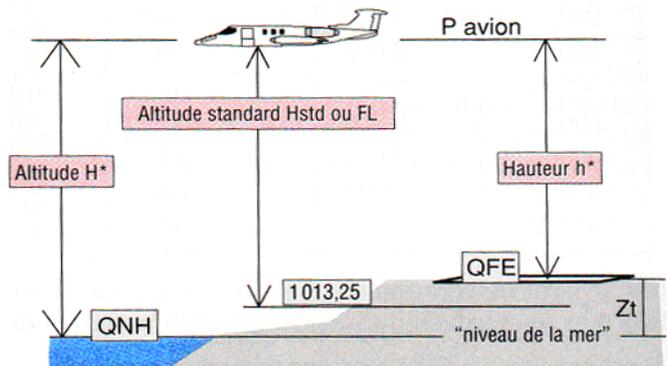
- influence de la température
- évolution de la pression, ...

mais tous les altimètres faisant ces erreurs, l'espace entre les éronefs reste assuré



#### Calages de l'altimètre

- ✓ **QNH** : pression atmosphérique relevée en un lieu corrigée par rapport au niveau de la mer. C'est l'altitude indiquée, elle correspond à peu près à la hauteur de l'avion au dessus du niveau de la mer.
- ✓ **QFE**: pression atmosphérique en cours au niveau de l'aérodrome. L'altimètre indique une hauteur, par exemple 0 pieds au seuil de piste.



- ✓ **Pression standard (1013.25 hPa)** indique l'altitude-pression. il s'utilise pour voler en niveau de vol (Flight Level)  
Par exemple FL55 = 5500 ft au calage 1013 hPa

Nota : la pression varie de -1 hPa quand on s'élève de 28 ft, au niveau de la mer (cf. cours de météo). Cette variation diminue avec l'altitude.

#### Application :

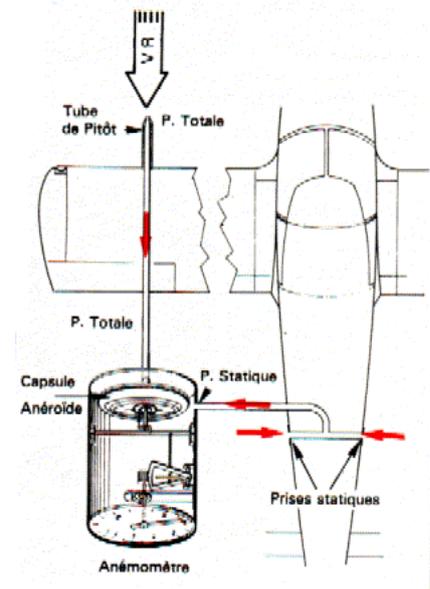
Quelle est l'altitude d'un avion volant au FL55, quand le QNH est de 1003 hPa ?

### 2.1.2 Anémomètre (Badin)

Pression totale :

Pression statique :

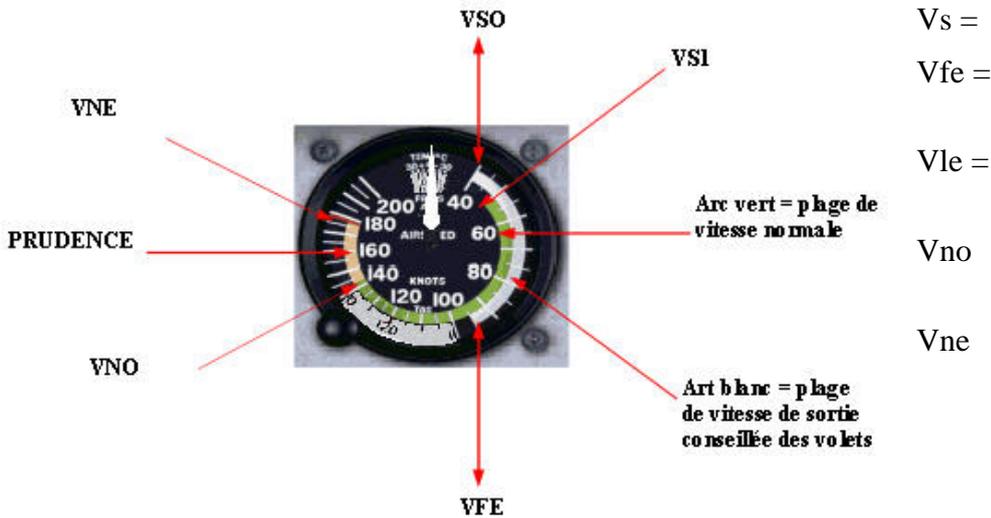
Pression dynamique :



L'anémomètre indique une vitesse par rapport à l'air (vitesse air), qui dépend de la densité de l'air. Cette vitesse est sous évaluée quand l'air est moins dense, c'est-à-dire quand il fait chaud ou en altitude (vitesse indiquée). On parle souvent de vitesse KIAS = Knot Indicated Air Speed.

Cependant puisque ces paramètres agissent aussi sur les phénomènes aérodynamiques (portance et traînée), cette indication de la vitesse rend bien compte de la marge de sécurité vis-à-vis du décrochage.

Sur le cadran de l'anémomètre, les vitesses caractéristiques sont repérées :



Pour naviguer, on souhaite connaître la vitesse par rapport au sol. Il faut donc ajouter la vitesse de l'air par rapport au sol (vitesse et direction du vent) et corriger l'effet de l'altitude et de la température (vitesse corrigée)

### 2.1.3 Variomètre

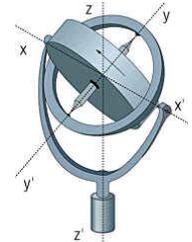
Le variomètre fonctionne en mesurant les variations de pression. Il permet donc d'indiquer les variations d'altitude.

Cet instrument fournit cette information avec un peu de retard : on doit attendre qu'il soit stabilisé pour prendre en compte cette indication.



## 2.2 Instruments gyroscopiques

Le gyroscope fonctionne comme une toupie, il a la propriété de l'immobilité dans l'espace et la propriété de la précession (phénomène dû aux accélérations d'un aéronef, de la rotation de la terre, des frottements du mécanisme qui affectent le fonctionnement de l'appareil qui provoquent une dérive).

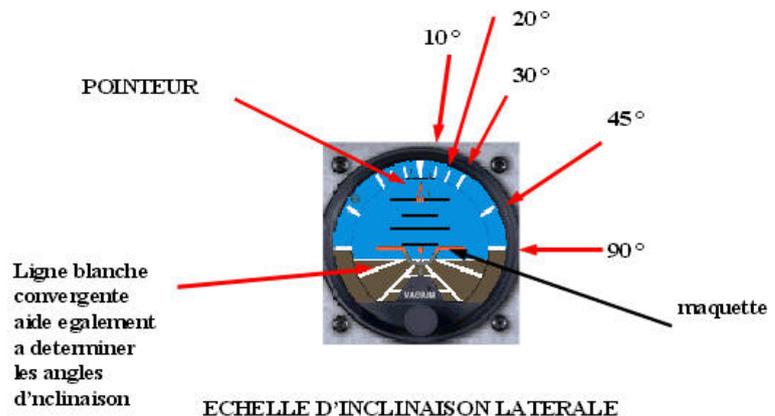


Les cardans suspendent la toupie (rotor) lui permettant d'obtenir ainsi une orientation libre dans l'espace. (tant qu'aucune force extérieure ne perturbe l'appareil). Sa principale application est de donner une référence fixe d'une direction de l'espace.

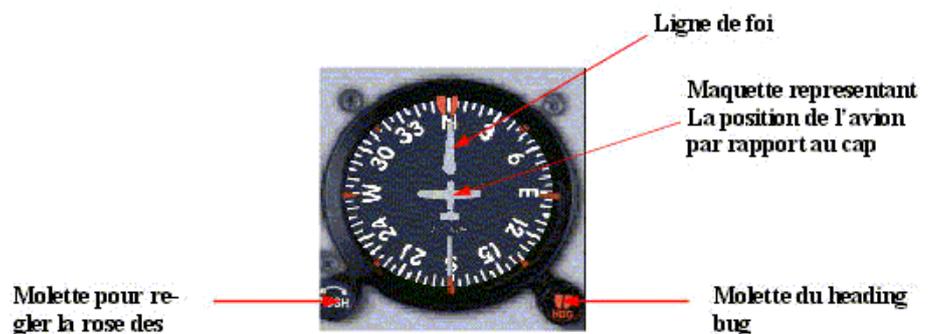
Le gyroscope peut être à entraînement pneumatique ou à entraînement électrique

### 2.2.1 Horizon artificiel

L'horizon artificiel fait partie des instruments de vol primaires qui utilisent des gyroscopes. Il indique au pilote sa position sur l'axe de roulis (inclinaison en virage) et de tangage (montée/décente)



### 2.2.2 Conservateur de cap



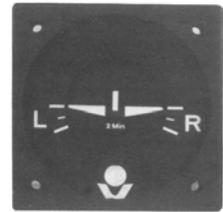
### 2.2.3 Aiguille

Gyroscope qui indique la position sur l'axe de roulis = inclinaison du virage

Généralement associé à la bille

## 2.3 Et aussi...

### 2.3.1 La bille



### 2.3.2 Compas magnétique



### 2.3.3 HSI



### 2.3.4 EFIS

Concentre les informations des principaux instruments

- ✓ horizon artificiel
- ✓ altimètre
- ✓ vario
- ✓ anémomètre
- ✓ bille
- ✓ cap



## 2.4 Instruments de navigation

### 2.4.1 VOR

Permet de se positionner par rapport à la balise VOR dont la fréquence est indiquée sur le récepteur radionav (entre 108 et 118 MHz)

On sélectionne un radiale avec le bouton « OBS »

L'indicateur nous indique TO/FROM et la position par rapport à la radiale avec l'aiguille.

Le récepteur peut aussi servir lors de l'atterrissage (Instrument Landing System), ou il positionne aussi sur le plan vertical avec



l'aiguille horizontale (Glide)



#### 2.4.2 ADF

Permet de se positionner par rapport à la balise NDB dont la fréquence est indiquée sur le récepteur radionav (entre 300 et xxx kHz)

L'aiguille indique la direction de la balise



#### 2.4.3 GPS

Permet de se positionner (3D) par rapport à une constellation de satellites

Le récepteur GPS place l'avion sur une carte contenue en mémoire, qui doit être mise à jour

Il indique aussi la vitesse et peut inclure d'autres aides (calcul de consommation, estimation du temps de vol, ...)



### 2.5 Radios

- ✓ Radiocommunications : permet les communications audio avec les contrôleurs et les autres avions
- ✓ Radionavigation : voir ci dessus
- ✓ Transpondeur : permet aux contrôleurs de voir la position de l'avion (avec le code affiché sur le transpondeur). Le mode « ALT » permet en plus d'indiquer l'altitude.

### 2.6 Alarmes

- ✓ Décrochage :
  
  
- ✓ Niveau bas carburant



### 2.7 Circuit électrique

Avion légers : 12V ou 24V continu  
produit par

Avions de ligne : 110V alternatif 400 Hz  
produit par

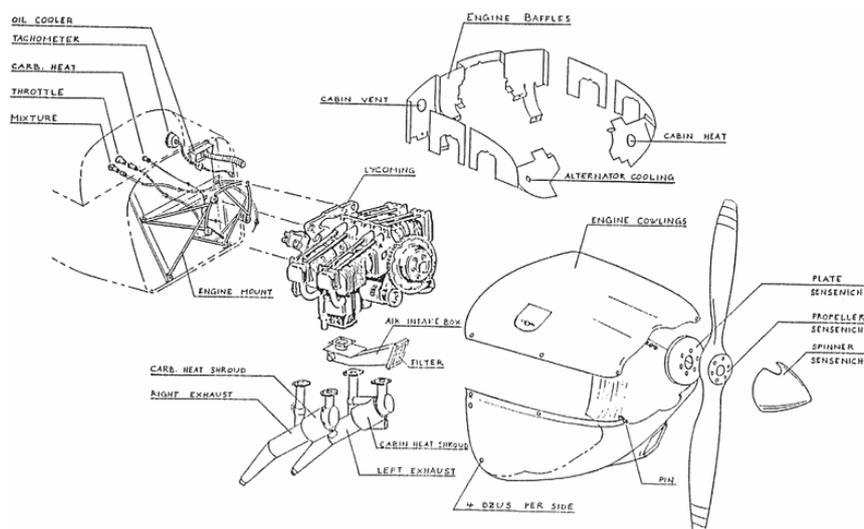
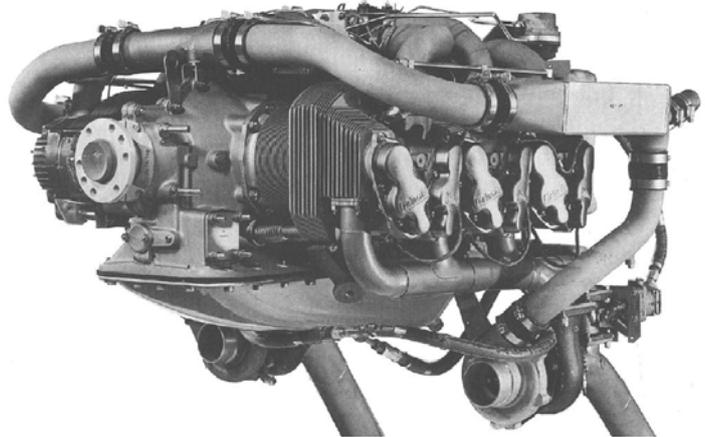
L'électricité est distribuée par plusieurs circuits qui différencient les circuits essentiels (instruments de vols, commandes de vol, radiocommunication, éclairage tableau de bord, ...),

des circuits accessoires. Un tableau de disjoncteurs permet de couper un circuit en cas de défaut et donc garder les autres circuits sous tension.

### 3 Moteur

#### 3.1 Moteur à pistons

Spécificités :



Devant l'hélice la « casserole » permet d'améliorer l'écoulement de l'air

##### 3.1.1 Allumage

L'allumage est assuré par 2 circuits indépendants : 2 magnétos (contact Left/Right/Both) qui alimentent chacune une des deux bougies de chaque cylindre.

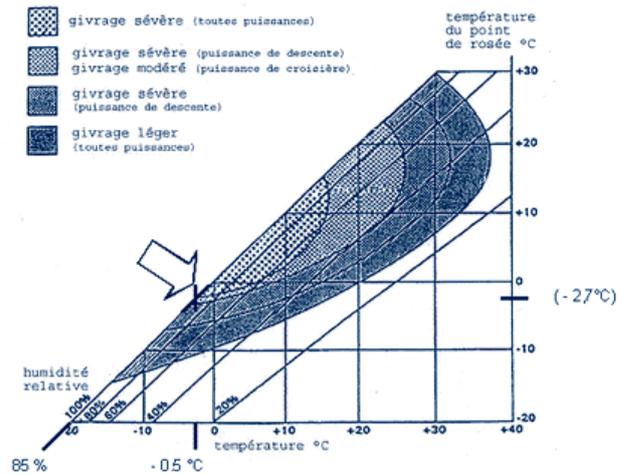
Le moteur n'utilise pas le circuit électrique de l'avion pour fonctionner.

### 3.1.2 Carburateur

Il sert à faire le mélange entre l'air et le carburant. Le mélange idéal est de 15% de carburant

#### → Réchauffage carburateur

La dépression créée dans le carburateur produit un refroidissement qui peut conduire à la formation de glace si



Pour éviter ce risque, à bas régime, on alimente le moteur par de l'air réchauffé par l'échappement, par la commande de « réchauffe carbu »

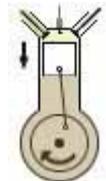
#### → Commande de Mixture

Cette commande permet d'ajuster l'apport en carburant pour garder un **rapport carburant/air optimal (15g/l)**.

### 3.1.3 Cycle 4 temps

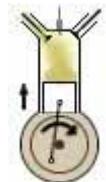
#### 1 Admission

Le piston descend créant une dépression qui aspire les gaz par la soupape d'admission dans la chambre de combustion. La soupape d'échappement reste fermée.



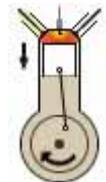
#### 2 Compression

Le piston remonte, comprimant les gaz enfermés dans la chambre de combustion. La soupape d'admission et la soupape d'échappement sont fermées.



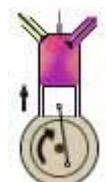
#### 3 Explosion (ou détente)

La bougie crée une étincelle qui enflamme les gaz comprimés, l'explosion pousse le piston vers le bas. La soupape d'admission et la soupape d'échappement sont fermées. C'est le seul temps moteur qui crée assez d'énergie pour d'une part relancer un cycle de 4 temps, et pour d'autre part faire tourner l'hélice.



#### 4 Echappement

La soupape d'échappement s'ouvre, le piston remonte poussant les gaz brûlés vers le conduit d'échappement. La soupape d'admission reste fermée.



### 3.1.4 Hélice

L'hélice est une voilure tournante : la dépression qui est créée au dessus des pales permet de faire avancer l'avion. On peut aussi considérer que l'hélice fait avancer l'avion en se vissant dans l'air. L'avance qu'elle ferait à chaque tour est appelée **le pas**. En réalité l'avion avance moins, c'est le pas réel.

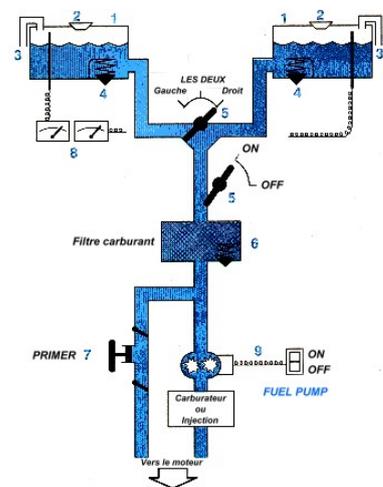
**Elle est vrillée** pour que la portance soit constante sur sa longueur : l'extrémité tourne plus vite, donc son incidence doit être plus faible

Le pas dépend du calage de l'hélice, il peut être fixe comme sur le TB9 ou le DR400 ou variable pour mieux s'adapter aux différentes phases de vol :

- Petit pas
- Grand pas
- Drapeau (90°)
- Pas négatif (reverse)



### 3.1.5 Circuit carburant



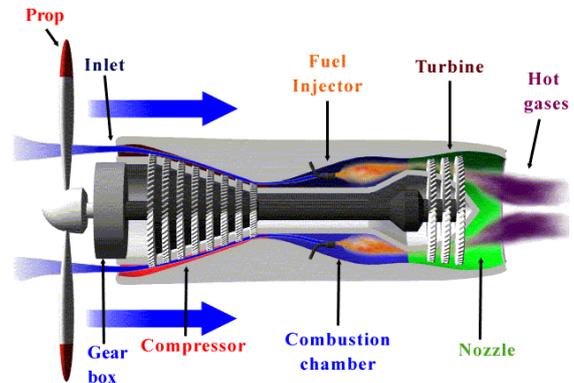
### 3.1.6 Instruments moteur

## 3.2 Turbines

Le principe est basé sur

### 3.2.1 Turbo propulseur

Les gaz servent à faire tourner une turbine qui entraîne le compresseur et une hélice.



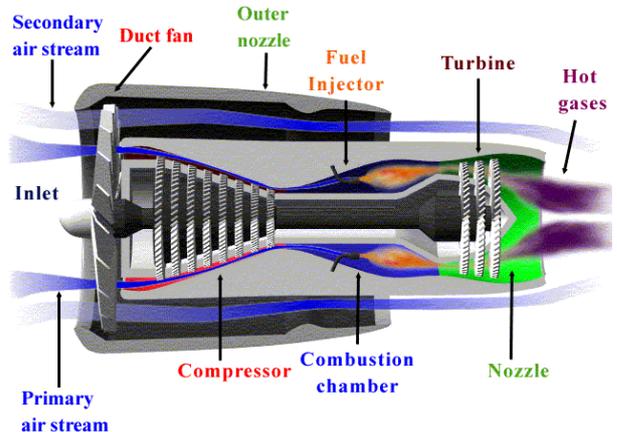
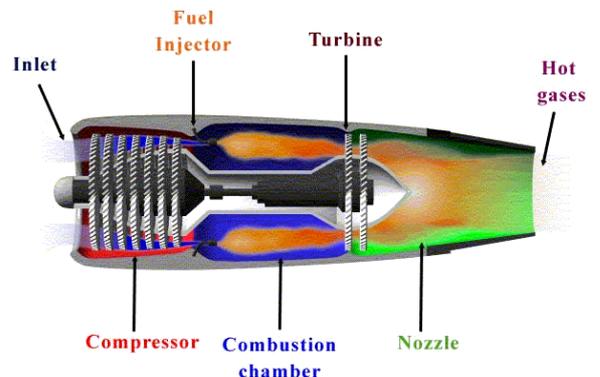
### 3.2.2 Turboréacteur

Les gaz éjectés servent à faire tourner une turbine qui n'entraîne que le compresseur, ils ne sont donc que peu ralentis.

Une poussée apparaît :

Poussée = vitesse des gaz x masse des gaz

Avec le réacteur double flux, on augmente la masse de gaz éjectés en créant une circulation d'air autour du réacteur.



### 3.2.3 Statoréacteur

Inventé par René Leduc (cf. vidéo sur l'histoire de l'aéronautique)

C'est un réacteur qui ne peut fonctionner que quand la vitesse est suffisamment importante pour que l'air soit comprimé par son entrée dans le réacteur.

