TOUT CE QUI VOLE

INVENTAIRE DE TOUT CE QUI VOLE...
...OU PRESQUE

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

© François Jomard

TOUT CE QUI VOLE

OBJECTIF : - définir la notion de «voler»
- Faire l'inventaire de toutes les machines volantes et les classer par famille

© François Jomard

TOUT CE QUI VOLE

VOLER ?

Quelle est la définition d'un engin volant ?....

Aéronef : engin capable de s'élever et de se déplacer dans les airs

© François Jomard

Ière distinction : le poids

Plus léger que l'air
AEROSTAT

Plus lourd que l'air
AERODYNE

© François Jomard

Définitions

Aéronef : Engin capable de s'élever et de se déplacer dans les airs

Aérostat : Aéronef plus léger que l'air. (gonflé à l'air chaud ou avec un gaz plus léger que l'air)

Aérodyne : Aéronef plus lourd que l'air qui est maintenu en l'air grâce à des forces aérodynamiques.

© François Jomard

Les Aérostats

Dirigeable : enveloppe de gaz, dispose d'un moyen de propulsion

Ballon libre : le plus souvent à air chaud

© François Jomard

Les Aérodynes

Voilures tournantes
ou giravions

Planeurs

Avions

© François Jomard

LES AVIONS

Ils disposent tous de 2 ailes ou plus et d'au moins un système de propulsion.

© François Jomard

LES AVIONS

Avion école d'aéroclub

© François Jomard

LES AVIONS

Avion de ligne

© François Jomard

LES AVIONS

Avion de chasse

© François Jomard

LES AVIONS

Ultra léger motorisé

© François Jomard

LES PLANEURS

© François Jomard

LES PLANEURS

Parapentes et parachutes sont des planeurs

© François Jomard

LES GIRAVIONS

Les hélicoptères

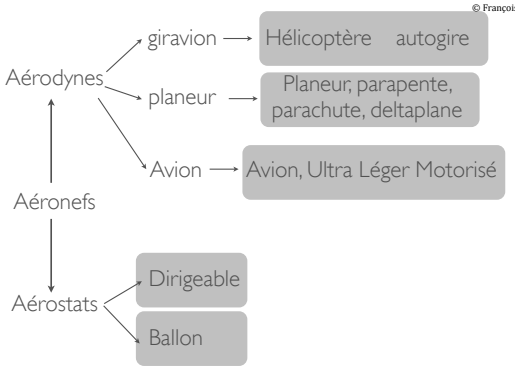
© François Jomard

LES GIRAVIONS

Les autogires

L'autogire dispose d'une voilure tournante libre et l'une hélice pour la propulsion

© François Jomard



PREMIER VOL

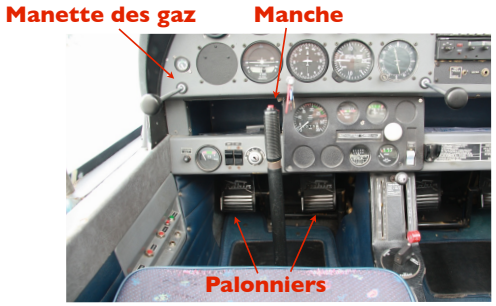
Objectif :
- **découvrir la terre vue d'en haut**
- **effet des commandes de vol**
- **pilotage du palier, montée, descente**
- **pilotage du virage**

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

© François Jomard

LES COMMANDES DE VOL



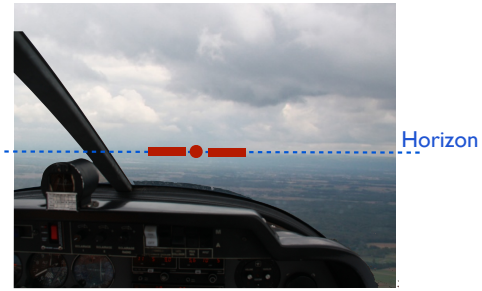
© François Jomard

© François Jomard

© François Jomard

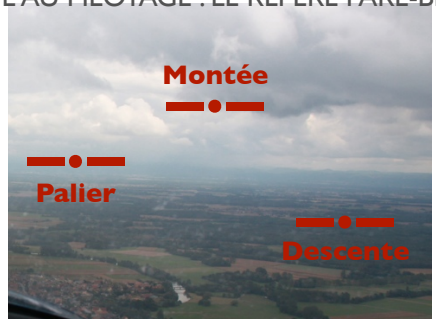
© François Jomard

AIDE AU PILOTAGE : LE REPERE PARE-BRISE



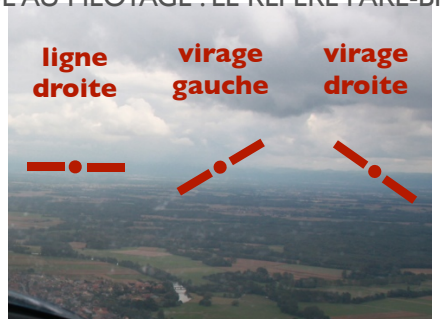
© François Jomard

AIDE AU PILOTAGE : LE REPERE PARE-BRISE



© François Jomard

AIDE AU PILOTAGE : LE REPERE PARE-BRISE



© François Jomard

LE COMPENSATEUR

Molette entre les 2 sièges

Sert à supprimer l'effort au manche lors d'un changement de trajectoire verticale

Tourner la molette dans le sens de l'effort

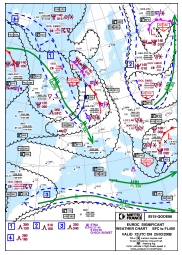
© François Jomard

CHRONOLOGIE D'UN VOL

La préparation du vol

Avant chaque vol, un pilote doit regarder :

La météo



Les NOTAM

NOTAM : Notice to Air Men

informations à destination des pilotes (pistes fermées, zones militaires...)

UUUU-A0154/10
Q)UNNT/QMRLC/IV/NBO/ A/000/999/5501N08239E005
A) UNNT
B) 201001210100 C) 201002282359
E) **GRASS RWY 07/25 U/S, COVERED WITH SNOW UP TO 30CM**.

La piste 07/25 inutilisable, couverte de neige jusqu'à 30 cm

(Novozibirsk, Russie)

© François Jomard

CHRONOLOGIE D'UN VOL

L'arrivée à l'avion

Une fois à l'aéroport le pilote doit

- faire **«le tour avion»** : vérifier que son avion est en état de vol (état des ailes, gouvernes, du moteur, niveau d'essence...)

- En cas de doute, il doit impérativement contacter le mécanicien pour recueillir son avis.

© François Jomard

CHRONOLOGIE D'UN VOL

Mise en oeuvre de l'avion

La Check-List

APRÈS MISE EN ROUTE

- Régime ..... 1200 tr/min
- Pression d'huile ..... Monte, sinon arrêt
- Alternateur ..... ON, charge vérifiée
- Horizon artificiel ..... Réglé
- Conservateur de cap ..... Réglé
- Altimètres ... QFE/QNH, erreurs notées
- Ceintures ..... Attachées
- Verrière ..... Verrouillée
- Heure bloc ..... Notée
- Radio ..... Appel effectué

ROULAGE

- Freins ..... Essayés
- Virage à droite (ou à gauche)
- Caps ..... Augmentent (Diminuent)
- Bille ..... à gauche (à droite)
- Aiguille ..... à droite (à gauche)
- Horizon ..... Stable

Pour mettre en route l'avion et ses différents systèmes, le pilote se réfère à une check-list. **C'est une liste d'action à faire dans un ordre précis.**

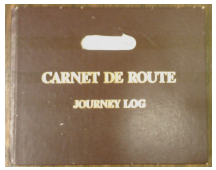
© François Jomard

CHRONOLOGIE D'UN VOL

Retour au sol

Une fois le vol achevé, le pilote doit remplir

Le carnet de route de l'avion



Suivi mécanique de l'avion

Le carnet de vol du pilote

Suivi des heures de vol du pilote

© François Jomard

CHRONOLOGIE D'UN VOL

Retour au sol

Une fois le vol achevé, le pilote doit nettoyer son avion avant de le ranger!

CELLULE ET CIRCUITS I
STRUCTURE

Objectif : - constitution de la cellule d'un avion
- base de construction d'un avion
- efforts sur la structure

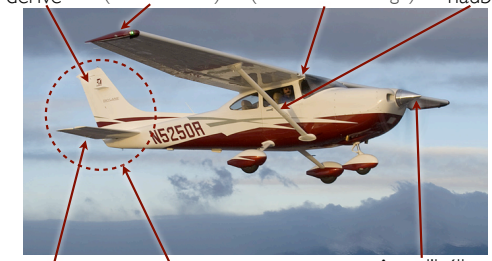
Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

Structure d'un avion

© François Jomard

Un peu de vocabulaire



Structure d'un avion

© François Jomard

Position de l'aile

L'aile haute

L'aile médiane

L'aile basse

Structure d'un avion

© François Jomard

Forme de l'aile

L'aile delta

L'aile rectangulaire

L'aile en ellipse

L'aile gothique

Structure d'un avion

© François Jomard

Quelques formes d'ailes particulières

L'aile en mouette

L'aile en mouette inversée

Intérêt : rehausser le moteur pour adapter une hélice plus grande.

Structure d'un avion

© François Jomard

Zoom sur l'emplanture et le nez de l'avion

Karman

Le **karman** est un cache entre le fuselage et l'aile. Il est vital pour un bon écoulement de l'air à l'emplanture.

Casserole d'hélice

La **casserole d'hélice** est vitale :
- pour limiter la traînée (forme aérodynamique)
- envoyer l'air dans le moteur pour le refroidir.

Structure d'un avion

© François Jomard

Le train d'atterrissage

TRAIN CLASSIQUE

Atterrisseurs principaux — roulette de queue

Avantages:
- traînée plus faible
- plus léger

Inconvénients:
- roulage difficile
- sensible au vent de travers

TRAIN TRICYCLE

roulette de nez — Atterrisseurs principaux

Avantages:
- roulage plus facile
- meilleure visibilité au roulage
- freinage plus efficace

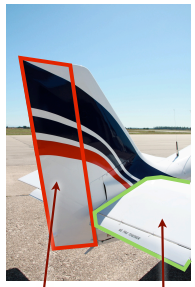
Inconvénients:
- plus lourd
- plus cher

Les avantages de l'un sont les inconvénients de l'autre !

Structure d'un avion

© François Jomard

les gouvernes



dérive — profondeur — ailerons

Structure d'un avion

© François Jomard

les gouvernes - l'empennage en V

Certains avions disposent d'un empennage en «V».

Les 2 gouvernes servent à la fois de gouverne de profondeur et de gouverne de direction.

Avantage : l'avion traîne moins
Inconvénient : difficulté de construction et de réglage.

Structure d'un avion

© François Jomard

Structure de l'aile

longeron : c'est la «poutre» de l'aile.

nervures : elles donnent la forme de l'aile.

entretoises : elles renforcent les nervures.

L'aile doit être à la fois résistante (elle porte l'avion) et légère (le poids est l'ennemi de l'avion!).

Structure d'un avion

© François Jomard

Zoom sur le longeron

âme : intérieur du longeron.

semelles :dessus et dessous du longeron.

Exemple de longeron : 22 kg et supporte le poids de l'avion (700 Kg)

Structure d'un avion

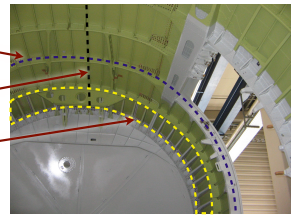
© François Jomard

Structure du fuselage

couple

Lisse

Caisson



Le fuselage est formé de couple et de lisse. Les couples donnent la forme du fuselage. Comme pour l'aile, le fuselage doit être résistant et léger.

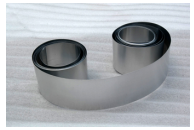
Structure d'un avion

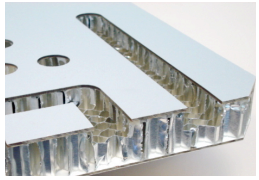
© François Jomard

matériaux de construction

Le bois : principalement sapin, épicéa, spruce, pin d'Oregon, oukoumé, balsa, bouleau, frêne, hêtre, contreplaqué.

Les alliages métalliques : aluminium, Duralumin...





Les matériaux composites : nid d'abeille

Structure d'un avion

© François Jomard

efforts sur la structure

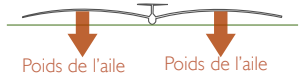
Regardons la déformation de l'aile d'un planeur au décollage

Structure d'un avion

© François Jomard

efforts sur l'aile

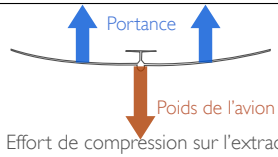
Au sol :



- Effort de traction sur l'extrados
- Effort de compression sur l'intrados

Le longeron subit ces efforts.

En vol :



- Effort de compression sur l'extrados
- Effort de traction sur l'intrados

Le longeron porte le fuselage.

Structure d'un avion

© François Jomard

efforts sur le fuselage

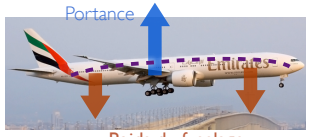
Au sol :

- Effort de traction sur le haut du fuselage
- Effort de compression le bas du fuselage

Poids du fuselage arrière

En vol :

- Effort de traction sur le haut du fuselage
- Effort de compression le bas du fuselage



La structure en caisson du fuselage est là pour absorber ces contraintes.

Structure d'un avion

© François Jomard

efforts aéro-élastiques

Vidéo d'un avion volant au delà de sa vitesse maximum autorisée.

Structure d'un avion

© François Jomard

efforts aéro-élastiques

A trop haute vitesse, certaines parties d'un avion peuvent rentrer en résonance : elles se mettent à vibrer fortement : c'est un phénomène de **flutter** (vibration aéro-élastique)

Ce phénomène peut aboutir à la destruction de l'appareil : on l'appelle **flutter explosif.**

CELLULE ET CIRCUITS 2
COMMANDES DE VOL

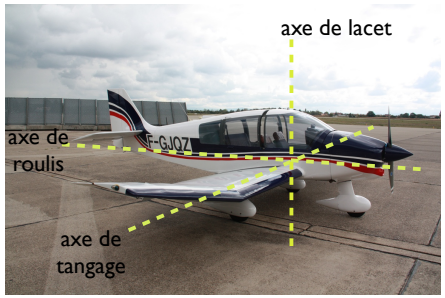
Objectif :
- **Faire l'inventaire des commandes de vol**
- **Nommer les différents axes de rotation de l'avion**
- **Assiette et incidence**
- **Effets secondaires des gouvernes**

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

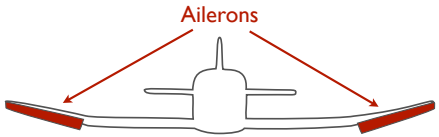
© François Jomard

DIFFÉRENTS AXES DE L'AVION



© François Jomard

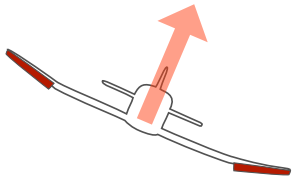
AXE DE ROULIS



L'avion tourne autour de son axe de roulis en agissant sur les ailerons, en déplaçant le manche vers la gauche ou la droite.

© François Jomard

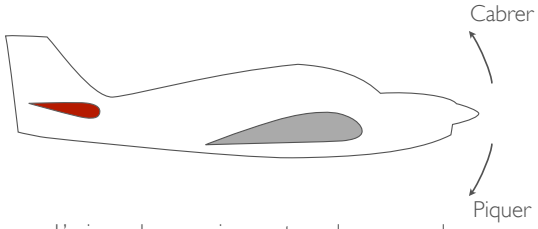
AXE DE ROULIS



Pour effectuer un virage, le pilote incline l'avion, la portance s'incline et l'avion tourne.

© François Jomard

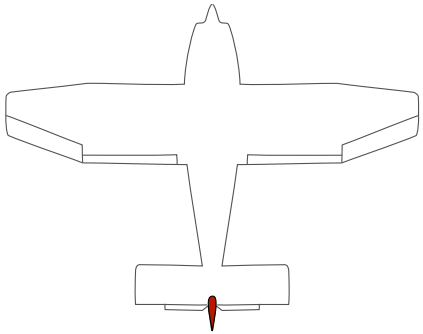
AXE DE TANGAGE



L'avion cabre ou pique autour de son axe de tangage en agissant sur la profondeur, en tirant ou poussant sur le manche

© François Jomard

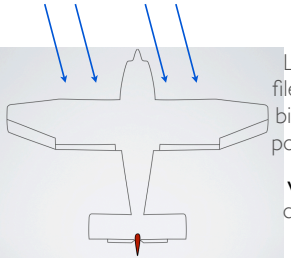
AXE DE LACET



La **dérive** est actionnée par les **palonniers**

© François Jomard

AXE DE LACET



Lors d'une mise en virage, les filets d'air arrivent sur l'avion en biais. Le pilote agit sur la dérive pour rétablir la **symétrie du vol**.

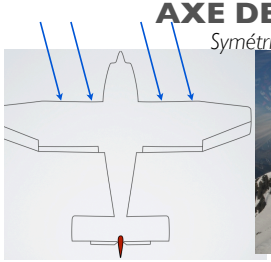
vol symétrique : il y a autant d'air qui passe sur l'aile droite que sur l'aile gauche.

Maintenir la symétrie du vol améliore les performances de l'avion (en montée, en virage...)

© François Jomard

AXE DE LACET

Symétrie du vol



Brin de laine sur la verrière

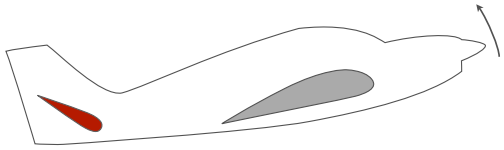
Niveau à bille dans l'avion.

Ces 2 instruments permettent de maintenir la symétrie du vol.

© François Jomard

LE COMPENSATEUR

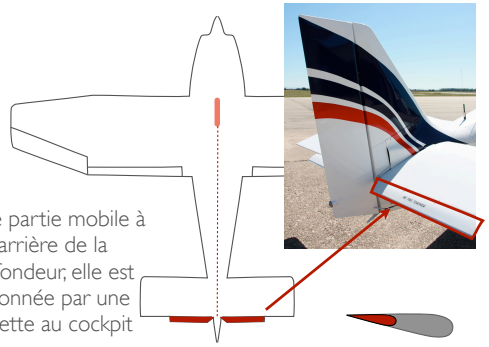
Pour monter, le pilote cabre l'avion en tirant sur le manche.



Si le pilote relâche le manche, la profondeur reprend sa position initiale et l'avion s'arrête de monter.
Pour rester en montée, il faut maintenir la gouverne dans sa position. Pour ne pas avoir à forcer en permanence sur le manche, on va utiliser un compensateur.

LE COMPENSATEUR

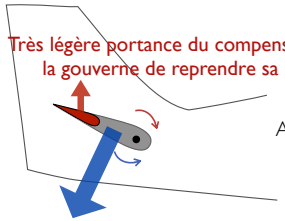
© François Jomard



Petite partie mobile à l'arrière de la profondeur, elle est actionnée par une molette au cockpit

LE COMPENSATEUR

© François Jomard



Très légère portance du compensateur qui empêche la gouverne de reprendre sa position initiale

Après avoir tiré sur le manche, le pilote règle son compensateur pour équilibrer la gouverne.

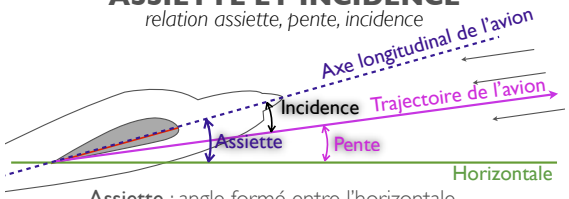
Déportance de la profondeur, pour cabrer l'avion. Elle tend à ramener la gouverne dans sa position initiale.

Le compensateur sert donc à faciliter le pilotage en supprimant l'effort du pilote sur le manche.

ASSIETTE ET INCIDENCE

© François Jomard

relation assiette, pente, incidence



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

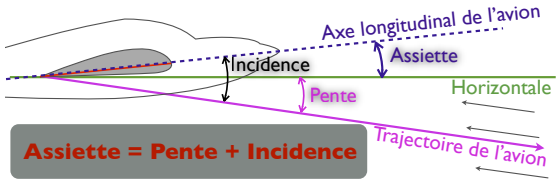
Assiette = Pente + Incidence

Attention, la <u>pente</u> est **positive** quand l'avion **monte**
négative quand l'avion **descend**

ASSIETTE ET INCIDENCE

© François Jomard

relation assiette, pente, incidence



Assiette = Pente + Incidence

1- Dessiner l'assiette, la pente, l'incidence.
2- Quelle est la valeur de la pente ?

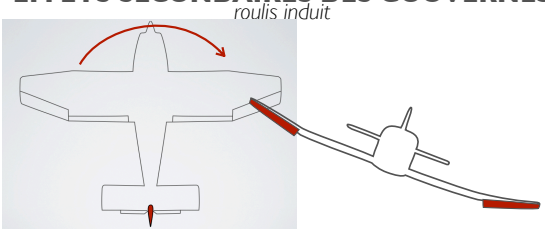
Assiette = +5°
Incidence = +10°

Réponse : pente = -5°

EFFETS SECONDAIRES DES GOUVERNES

© François Jomard

roulis induit



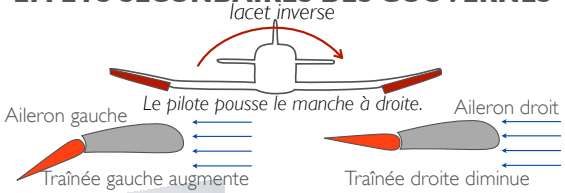
1- Le pilote agit sur le palonnier droit, l'avion tourne autour de l'axe de lacet.
2- L'aile gauche avance alors plus vite que l'aile droite, donc l'aile gauche porte plus que l'aile droite, l'avion s'incline.

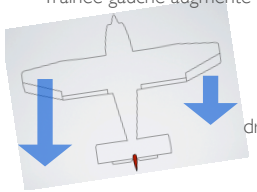
C'est le roulis induit.

EFFETS SECONDAIRES DES GOUVERNES

© François Jomard

lacet inverse





En début de virage à droite, l'avion aura tendance à tourner à gauche.
C'est le lacet inverse

Une fois que l'avion sera incliné à droite, le virage à droite commencera.

Pour contrer le lacet inverse, on utilise les palonniers.

CELLULE ET CIRCUITS 3
MOTEUR À PISTON ET SERVITUDES

Objectif :
- **expliquer le fonctionnement du moteur à 4 temps**
- **circuit carburant et carburateur**
- **circuit électrique**

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

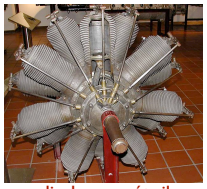
LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

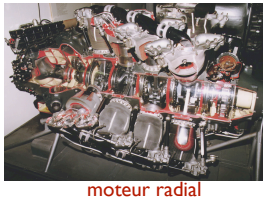
Constitution

Un moteur à piston est constitué... de pistons bougeant dans des cylindres, montés autour de l'axe du moteur.

cylindres à plat



cylindres en étoile



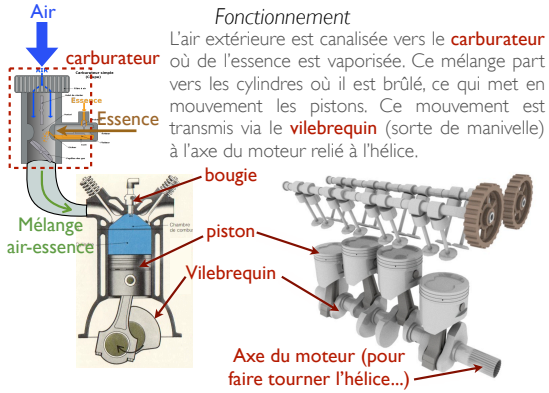
moteur radial

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

Fonctionnement

L'air extérieure est canalisée vers le **carburateur** où de l'essence est vaporisée. Ce mélange part vers les cylindres où il est brûlé, ce qui met en mouvement les pistons. Ce mouvement est transmis via le **vilebrequin** (sorte de manivelle) à l'axe du moteur relié à l'hélice.

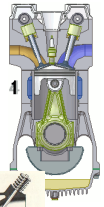


LE MOTEUR À PISTON

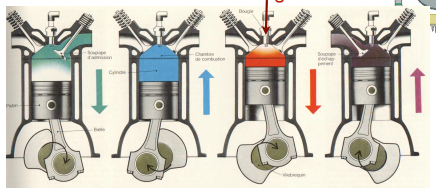
© François Jomard

Fonctionnement du moteur à 4 temps

Les pistons bougent dans les cylindres grâce aux explosions du mélange air-essence. Le phénomène se décompose en 4 temps :



bougie

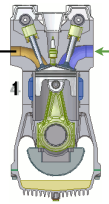


admission compression combustion échappement

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

Fonctionnement du moteur à 4 temps

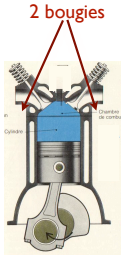


admission : le mélange air-essence entre dans le cylindre
compression : le mélange air-essence est comprimé dans le cylindre.
combustion : la bougie fait exploser le mélange air-essence qui repousse le piston en bas de cylindre
échappement : en remontant, le piston refoule les gaz brûlés vers l'échappement.

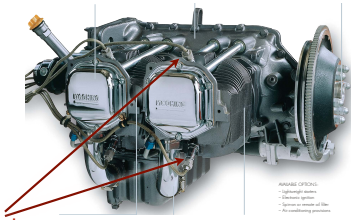
LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

Allumage



Les motoristes ont installé **2 bougies d'allumage dans chaque cylindre** : la combustion est meilleure et si une tombe en panne, le moteur continue de tourner.



2 bougies d'un même cylindre

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

Allumage

L'énergie électrique nécessaire aux bougies ne provient pas de la batterie. Le moteur dispose de **2 magnétos** : chaque magnéto fournit de l'électricité à une des 2 bougies de chaque cylindre.

bougies alimentées par la magnéto gauche

1 magnéto

bougies alimentées par la magnéto droite

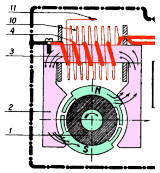
En cas de panne de batterie ou d'une magnéto, le moteur continue à fonctionner.

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

Allumage la magnéto

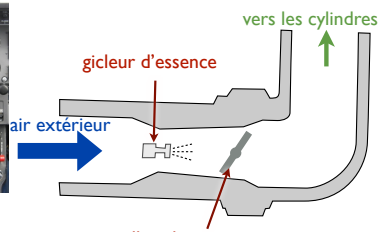
Une magnéto est constituée d'un aimant tournant à proximité d'un bobinage de fil. Le moteur entraîne l'aimant qui agit sur la bobine et crée la forte tension nécessaire à l'éclatement d'une étincelle dans la bougie.



LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

carburateur



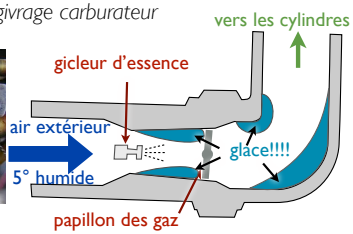
Manette des gaz
papillon des gaz

Le carburateur est le lieu de mélange de l'air et de l'essence. La **manette des gaz** (accélérateur !) commande le papillon des gaz : fermé le moteur est au ralenti, ouvert il est plein gaz.

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

givrage carburateur



A puissance faible, l'accélération des filets d'air dans le carburateur fait diminuer la température et peut amener la vapeur d'eau de l'air à geler sur les parois. c'est le **givrage carburateur** (apparent par temps humide avec des températures inférieures à 25 °C)

En cas de givrage carburateur, l'attrition d'air peut amener le moteur à s'éteindre.

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

givrage carburateur : le remède

manette de réchauffage carburateur

Pour éviter le givrage du carburateur, l'air à l'entrée peut être réchauffée autour du pot d'échappement. Le pilote actionne la manette de **réchauffage carburateur** pour dévier l'admission d'air autour du pot d'échappement.

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

circuit essence

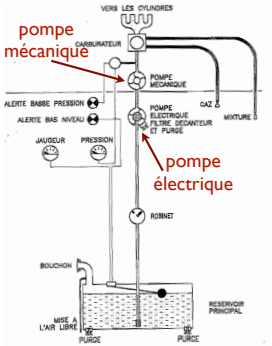
On utilise principalement un carburant proche de l'essence ordinaire nommé **AVGAS** (aviation gas) ou **100LL** (low lead, sans plomb). Elle a une coloration **bleue**.

L'essence est stockée dans des réservoirs de fuselage ou de voilure. Durant la nuit, de l'humidité peut condenser dans les réservoirs et de **l'eau peut apparaitre au fond de ceux-ci** (eau plus lourde). Il existe alors un système permettant de **purger cette eau** (risque d'extinction moteur)

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

circuit essence



pompe mécanique

Le carburant arrive au moteur via une **pompe mécanique** entraînée par le moteur.

pompe électrique

Il existe une **pompe électrique de gavage** en supplément de la pompe mécanique qui sert à palier toute défaillance de celle-ci. **La pompe électrique est activée lors du décollage et de l'atterrissage.**

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

circuit essence

commande de mixture rouge

Le mélange air-essence optimal est de 1g d'essence pour 15g d'air. En altitude, l'air étant moins dense, il faut diminuer la quantité d'essence pulvérisée dans le carburateur pour garder un mélange optimal. Pour cela on utilise la **manette de mixture**.

Cette commande permet aussi d'éteindre le moteur (étouffoir)

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

circuit électrique

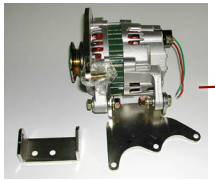
Comme les voitures, un avion nécessite du courant électrique pour alimenter certaines servitudes : démarreur, radio, certains instruments, phares...

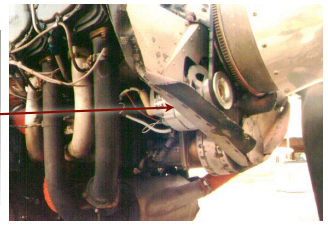
L'avion dispose donc d'un circuit électrique de 12v ou 24v.

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

circuit électrique





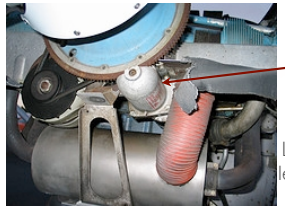
alternateur

Le circuit est alimenté par une batterie qui est chargée grâce à un alternateur entraîné par le moteur.

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

circuit électrique



La batterie alimente entre autres le **démarreur** qui fait directement tourner l'arbre moteur.

Rappel : les bougies ne sont pas alimentées par la batterie mais par les magnétos, ainsi le moteur continue de tourner malgré une panne de batterie ou d'alternateur.

CELLULE CIRCUIT 4
L'HÉLICE

Objectif : - définir les caractéristiques d'une hélice
- définir les régimes d'utilisation d'une hélice

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

L'HÉLICE
Définitions

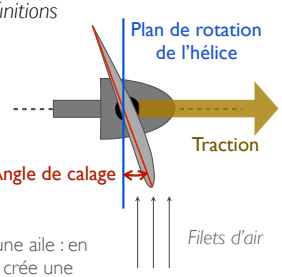
© François Jomard

Une hélice n'est qu'un ventilateur servant à faire avancer l'avion...
Elle peut être construite en **bois, aluminium ou composite.**

Le cône d'hélice a pour but de dévier les filets d'air vers les entrées d'air afin de refroidir le moteur.

L'HÉLICE
Définitions

© François Jomard

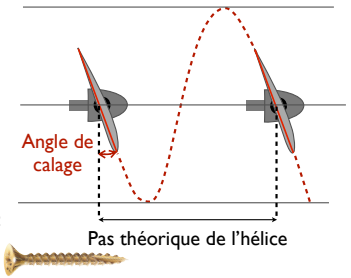


Une hélice fonctionne comme une aile : en la mettant en mouvement, on crée une portance orientée vers l'avant : la traction.

L'angle de calage est l'angle formé entre la corde de profil d'une pale et le plan de rotation de l'hélice.

L'HÉLICE
Définitions

© François Jomard

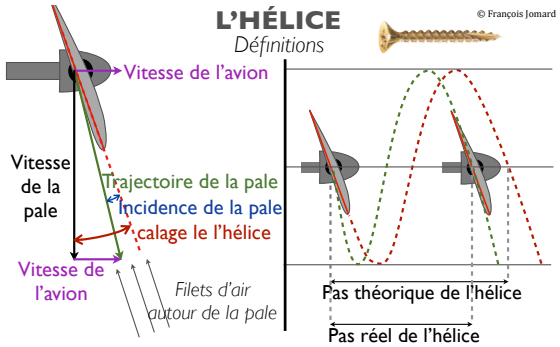


Une hélice fonctionne aussi comme une visse : elle se visse dans l'air...

Pas théorique : distance parcourue théoriquement après un tour d'hélice. (avance par tour)

L'HÉLICE
Définitions

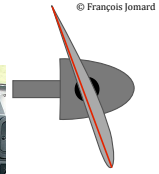
© François Jomard



Pour créer de la traction, l'hélice a besoin d'incidence. Ceci induit **un décalage entre pas théorique et pas réel.**

L'HÉLICE
Pas variable

© François Jomard

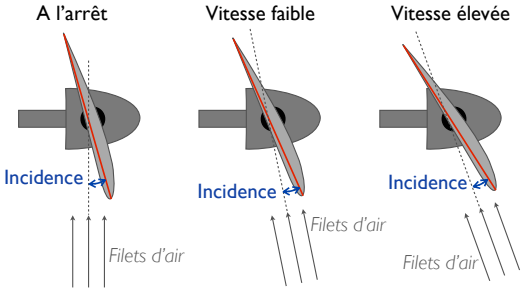


Commande des gaz
Commande de pas

Certains avions disposent d'une **hélice à pas variable**. Le pas est commandé via la commande bleue à côté de la manette des gaz.

L'HÉLICE
Fonctionnement du pas variable

© François Jomard

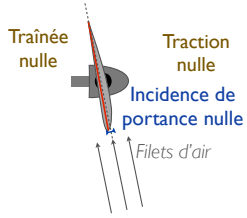


Une hélice à pas variable s'apparente à une boîte de vitesse :
Vitesse faible : petit pas vitesse élevée : grand pas

L'HÉLICE
Pas variable, fonctionnements particuliers

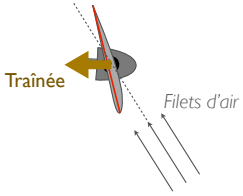
© François Jomard

Hélice en transparence



En **transparence**, l'incidence des pales est telle que l'hélice ne produit ni traction, ni traînée.

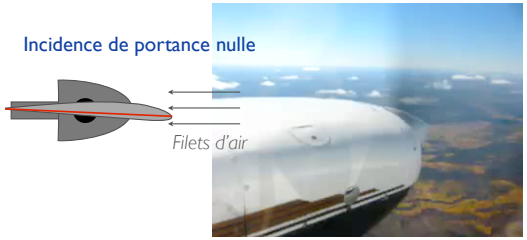
Hélice en moulinet



Lorsqu'on réduit complètement les gaz, ainsi qu'en cas de panne, l'hélice est entraînée uniquement par le vent relatif, elle est en **moulinet**. L'hélice présente dont une traînée.

L'HÉLICE
Pas variable, fonctionnements particuliers

© François Jomard

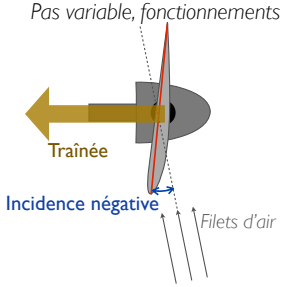


En cas de panne moteur, l'hélice devient un frein à l'avancement. Sur avion bi-moteur, il est possible de réduire cette surface traînante en mettant l'hélice dans l'axe du vent relatif : **on passe l'hélice en drapeau.**

L'HÉLICE

© François Jomard

Pas variable, fonctionnements particuliers

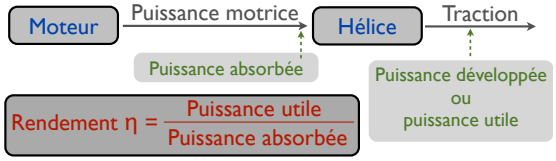


Sur certains avions, le pilote peut modifier le calage de ses hélices afin de créer une force vers l'arrière, c'est la position **reverse**. En augmentant les gaz, le pilote augmente fortement la traînée.

L'HÉLICE

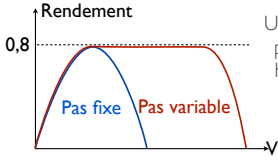
© François Jomard

Rendement d'une hélice



$$\text{Rendement } \eta = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance absorbée}}$$

Le rendement varie entre 0 et 1.



Une hélice à pas fixe est adaptée pour une certaine vitesse. Une hélice à pas variable s'adapte à une gamme de vitesse.

CELLULE ET CIRCUITS 5 DIFFÉRENTS TYPES DE PROPULSION

Objectif : - définir un turbopropulseur
- définir un turboréacteur

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

3 TYPES DE MOTEURS

© François Jomard

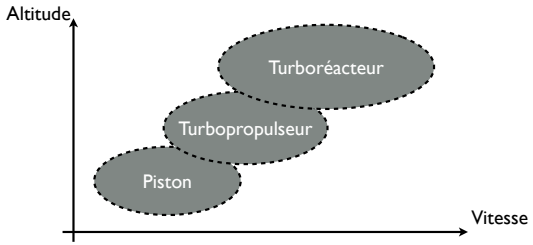
Turboréacteur

Turbopropulseur

moteur à piston

3 TYPES DE MOTEURS

© François Jomard



A chaque moteur son utilisation.....

LE MOTEUR À PISTON

© François Jomard

Les moteurs à piston sont utilisés uniquement par **l'aviation légère**...

LE TURBORÉACTEUR

Utilisation

© François Jomard

Les réacteurs utilisent un carburant proche du diesel des voitures nommé **kérosène.**

C'est le moyen de propulsion utilisé par la plupart des avions de transport. Il permet de développer les plus grandes puissances (plus de 50 tonnes de poussée), donc de transporter les plus grosses charges sur de très grandes distances (plus de 10 000 Km)

LE TURBORÉACTEUR

Utilisation

© François Jomard

Utilisé par les avions de chasse, c'est aussi le seul moteur permettant d'atteindre des vitesses supersoniques ainsi que des altitudes très élevées.

SR71-BlackBird
vitesse max : 3529 Km/h Mach3,5
altitude max : 26 000 m

LE TURBORÉACTEUR

principe de fonctionnement

© François Jomard

Vous tenez en main un pistolet d'arrosage. Lorsque vous l'actionnez, que se passe-t-il ? Devez vous forcer pour le maintenir en place ?

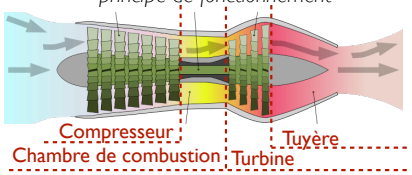
C'est le principe de l'action/réaction...

Un réacteur fonctionne de la même manière, l'eau étant remplacée par l'air

LE TURBORÉACTEUR

principe de fonctionnement

© François Jomard



Un réacteur est composé de 4 parties

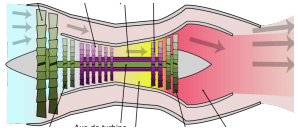
le compresseur : l'air est comprimé et sa pression augmente
la chambre de combustion : l'essence est brûlée : température et pression augmentent
la turbine : l'air sous pression fait tourner la turbine qui entraîne le compresseur
la tuyère : les gaz sous pression sont expulsés à grande vitesse du réacteur.

LE TURBORÉACTEUR

principe de fonctionnement

© François Jomard

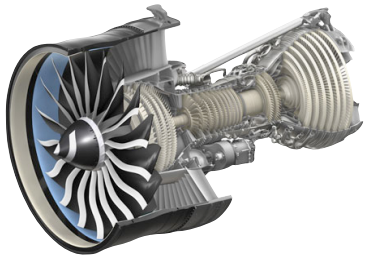
Sur avion de ligne moderne, une grande partie de l'air rentrant dans le réacteur ne passe pas dans la chambre de combustion, mais est simplement accélérée par un étage de compresseur et passe «autour» du réacteur et rejoint la tuyère. Ceci explique la taille importante des réacteurs de nouvelle génération.



LE TURBORÉACTEUR

© François Jomard

Autre vue d'un réacteur

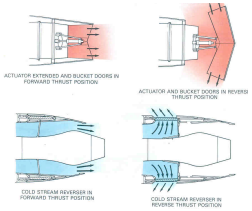


Le réacteur, en plus de fournir de la poussée, fait tourner différents composants utiles à l'avion : alternateurs, pompes hydrauliques....

LE TURBORÉACTEUR

© François Jomard

poussée reverse

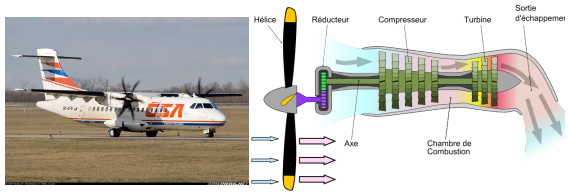


A l'atterrissage, le pilote passe les réacteurs en **poussée inverse** (reverse). L'air sort du réacteur vers l'avant pour le freiner.

LE TURBOPROPULSEUR

© François Jomard

Principe



Le turbopropulseur est une variante du turboréacteur. Le réacteur ne sert plus à pousser un grand volume d'air vers l'arrière, **il sert simplement à faire tourner une hélice...**

LE TURBOPROPULSEUR

© François Jomard

Utilisation

Par rapport à un avion à réaction, les turbopropulseurs sont beaucoup moins chères à l'achat et à l'entretient, ils volent moins vite et moins haut. Ils sont donc utilisés sur les faibles distances où la vitesse n'est pas déterminante.

Ils sont aussi utilisés pour le transport dans les armées, ses moteurs étant robustes pour se poser sur des terrains difficiles.

LE TURBORÉACTEUR

© François Jomard

Le coin des vidéos...

Vidéo des essais de certification du moteur des 777-300

LE TURBORÉACTEUR

© François Jomard

Le coin des vidéos...

Test de la rupture d'une pale d'un réacteur

CELLULE ET CIRCUITS 6
INSTRUMENTS DE PILOTAGE

Objectif : Définir les différents instruments de pilotage présents dans l'avion

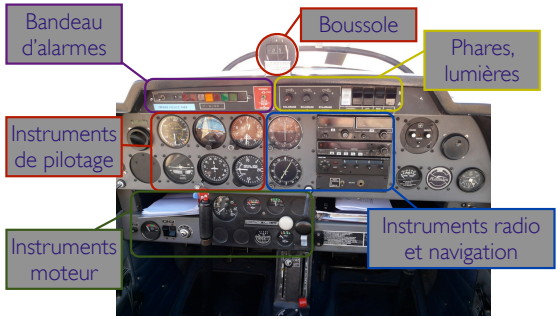
Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

INSTRUMENTATION

© François Jomard

La planche de bord



DR 400 F-GJQZ

INSTRUMENTATION

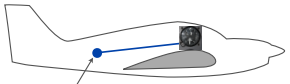
© François Jomard

Instruments de pilotage

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'altimètre



Prise de pression statique

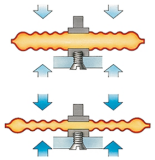
Comme nous l'avons déjà vu, l'altimètre mesure la pression extérieure pour en déduire l'altitude.

La mesure de pression se fait à l'arrière du fuselage des 2 côtés de l'appareil. Cette pression est appelée **Pression Statique**

INSTRUMENTATION

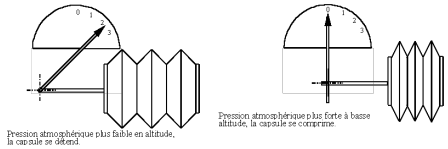
© François Jomard

L'altimètre - fonctionnement



L'altimètre est formé d'une **capsule anéroïde**. C'est une petite capsule remplie de vide . Sa forme de ressort l'empêche de s'écraser sur elle même.

La capsule se déforme en fonction de la pression statique extérieur.



INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'altimètre

Avant le vol, le pilote règle son altimètre à la pression du jour nommée QNH. Il affiche cette valeur dans la fenêtre, son altimètre lui donne alors l'altitude de son terrain (505 ft pour Strasbourg)

Bouton de réglage

L'altimètre se lit comme une horloge :
la petite aiguille pour les milliers de pieds
la grande pour les centaines de pieds.

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'altimètre - exercice

Quelle altitude indiquent ces 2 altimètres ?

1 200 ft

7 050 ft

INSTRUMENTATION

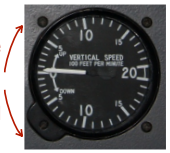
© François Jomard

Le variomètre

Il donne la vitesse verticale de montée ou de descente

L'avion monte

L'avion descend



Unité : **centaine de pieds par minute**

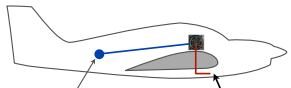
Cet instrument n'est pas très précis et indique une tendance, avec un petit temps de retard.

Exemple : ici l'avion descend à 700 ft par minute.
Habituellement un avion d'aéroclub descend à 500 ft/min, un avion de ligne à 3000 ft/min

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'anémomètre



Prise de pression statique

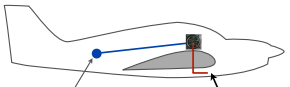
Prise de pression totale ou **pitot**

Plus l'avion vole vite, plus il y a d'air qui s'engouffre dans le tube pitot. L'anémomètre mesure cette pression et la convertit en vitesse.

INSTRUMENTATION

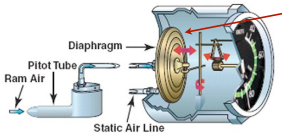
© François Jomard

L'anémomètre



Prise de pression statique

Prise de pression totale ou **pitot**



L'air rentrant dans le pitot fait grossir la capsule qui permet de mesurer la vitesse.

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'anémomètre

VFE : vitesse maxi volets sortis

Arc vert
plage de vitesse vol normal

Arc blanc
plage de vitesse volets sortis

Arc jaune
plage de vitesse autorisée en air calme uniquement

Vso : vitesse décrochage volets sortis

Trait rouge
VNE :Vitesse à ne jamais dépasser.

Anémomètre en km/h et en kt (intérieur)

En altitude, la pression étant plus faible, le badin sous-estime légèrement les vitesses.

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'horizon artificiel

Cet instrument sert à représenter ce que verrait le pilote en regardant à l'extérieur de l'avion. Il sert principalement aux pilotes autorisés à voler dans les nuages.

Repère indiquant l'inclinaison (roulis) de l'avion

Cette maquette représente l'avion.

Le fond représente l'horizon : le ciel et la terre

Bouton de réglage

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'horizon artificiel

Avion en montée, incliné à gauche.

Avion en descente, ailes à plat

Avion en palier, en virage à droite

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'horizon artificiel - comment ça marche...

Cet instrument utilise un gyroscope.

gyroscope : c'est une toupie tournant à très grande vitesse. Il a la particularité de rester immobile dans l'espace lorsque l'avion change de direction.

Ce gyroscope permet de suivre les évolutions de l'avion, en particulier lorsqu'il vole dans les nuages.

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'horizon artificiel - Le gyroscope.

Vidéo montrant les propriétés d'un gyroscope

INSTRUMENTATION

© François Jomard

La boussole et Le conservateur de cap

Ils indiquent le cap de l'avion

Bouton de réglage

Barreau aimanté baignant dans un liquide

AVANTAGES
indique toujours le nord

INCONVENIENTS
information très instable, inexploitable en virage, montée, descente.

Instrument gyroscopique, c'est une rose des caps qui tourne lorsque l'avion tourne.

AVANTAGES
information stable

INCONVENIENTS
l'instrument doit être recalé régulièrement sur la boussole (bouton de recalage)

INSTRUMENTATION

© François Jomard

L'indicateur de virage

Maquette d'avion blanche, indiquant si l'avion est en virage.

Bille (déjà vue!)

C'est aussi un **instrument gyroscopique** qui indique le sens du virage de l'avion.

L'indicateur de virage est utilisé lorsque l'horizon artificiel tombe en panne.

INSTRUMENTATION

© François Jomard

Résumé

Instrument utilisant la pression totale et la pression statique

Instruments gyroscopiques

Instruments utilisant la pression statique

CELLULE ET CIRCUITS 7
MOYENS DE RADIONAVIGATION

Objectif : - **Définir les instruments utilisés par les avions dans les nuages pour connaitre leur position**
- **Définir le radar utilisé par le contrôle aérien**

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

© François Jomard

DEFINITIONS

Règles de vol

Il existe 2 types de vol

Vol à vue
Obligation de rester en vue du sol et hors des nuages

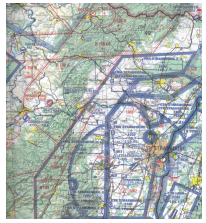
Vol aux instruments
Vol dans les nuages sans repères extérieurs

© François Jomard

DEFINITIONS

Vol à vue

Le **Vol à vue** est principalement utilisé par les aéroclubs...
Navigation par repérage au sol et utilisation d'une carte.



Navigation en cheminement
suivre des repères au sol (route, fleuve, chemin de fer...)

Navigation à l'estime
Calculer sur sa carte, le cap à prendre pour arriver à un point précis et le temps pour y arriver.

© François Jomard

DEFINITIONS

Vol aux instruments

Le **vol aux instruments** est plus efficace, il est utilisé par le transport aérien.

Pilotage en utilisant les instruments
horizon artificiel, altimètre...

Navigation à l'aide de balises au sol
Dispositions de balises au sol avec des récepteurs dans l'avion.

© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

VOR
Balise de positionnement

ADF
Balise de positionnement

DME
Mesure de distance

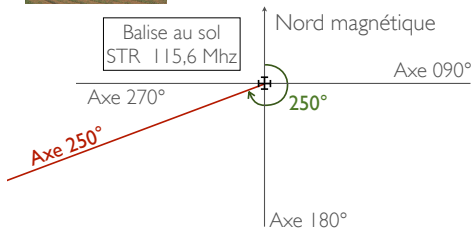
ILS
Instrument d'atterrissage

© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

Le VOR

Le but du VOR est de permettre au pilote de suivre un axe radio au départ de la balise au sol

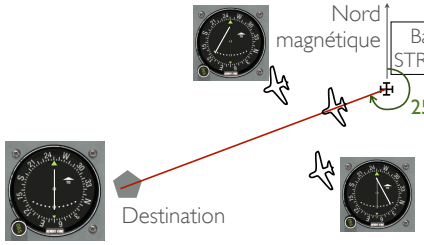


© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

Le VOR

Cet instrument est fait pour suivre un axe à partir d'une balise au sol.

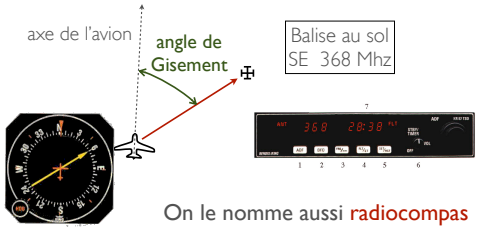


© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

L'ADF

Le récepteur ADF donne simplement la direction d'une balise au sol, ou **gisement**.



On le nomme aussi **radiocompas**

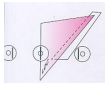
© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

L'ILS

ILS (Instrument Landing System) a pour but d'amener un avion à se poser sur une piste. Il y a donc 2 guidages :

<u>Maintenir l'axe de piste</u>



<u>Maintenir un plan de descente</u>

Le pilote doit «suivre» les aiguilles

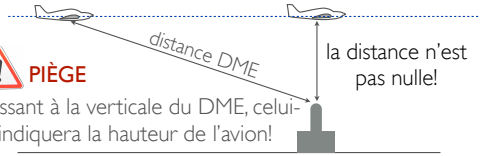
© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

Le DME

Le DME ou distance mesuring equipment donne une information de distance.

Il est très souvent associé à une balise VOR ou un ILS.



PIÈGE

En passant à la verticale du DME, celui-ci indiquera la hauteur de l'avion!

© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

Le Radar

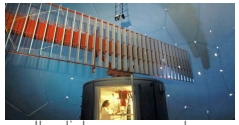
2 types de radars

RADAR PRIMAIRE

Il émet des ondes qui sont renvoyées par tout ce qui vole dans le ciel.

Il détecte tout, mais ne peut donner l'altitude des avions.

RADAR SECONDAIRE



Il «dialogue» avec le transponder de l'avion qui lui donne son numéro et l'altitude de l'avion

© François Jomard

INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

Le Radar

Sur son radar, le contrôleur voit tous les avions, avec leur altitude, leur vitesse, leur nom...

© François Jomard

INSTRUMENTS DE NAVIGATION

Le GPS

Comme pour les voitures, il existe des GPS avion.

Pour pouvoir être utilisés, ils doivent :

- **être homologués**
- **être à jour**

CELLULE ET CIRCUITS 8
MASSE ET CENTRAGE

Objectif : Définir la masse maximale de l'avion
Définir le centrage d'un avion
Comprendre les limites de centrage
Définir le foyer de l'avion

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Masse maximale de l'avion

Peut-on charger une voiture autant que l'on veut ?

Non...

L'avion aussi dispose d'une masse maximale à ne pas dépasser. Elle est inscrite dans le manuel de vol.

Avant le vol, le pilote vérifie que
avion vide + passagers + bagages + carburant < masse max

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Masse maximale de l'avion

Que se passe-t-il si le pilote ne respecte pas cette masse maximale ?

Risque majeur : casser l'avion à l'atterrissage.

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Masse maximale de l'avion

Exemple du DR400-120 Ch

Sa masse maximale est de 900 Kg

Exemple de calcul

Masse à vide	590 Kg
1 Pilote + 2 passagers	200 Kg
bagages	20 Kg
carburant	50 Kg
TOTAL	860 Kg

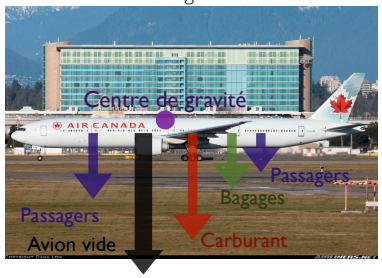
Peut on mettre 4 adultes (75 kg chacun) à bord ?

NON...

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Centrage avion



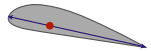
Centre de gravité (CdG) : point d'équilibre de toutes les masses de l'avion. Il varie en fonction du chargement (passagers, bagages, carbu)

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Limites de centrage

Exemple de l'aéromodélisme



On recherche un CdG à 1/3 de la corde...

Pour y arriver, les constructeurs peuvent déplacer les batteries, le récepteur...

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Limites de centrage

Faisons l'expérience...

Centrage trop avant

L'avion pique!

Centrage trop arrière

L'avion cabre et tombe en arrière !

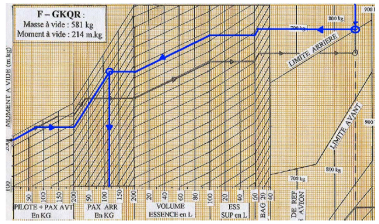
Plage de centrage autorisé

Il existe donc une plage de centrage autorisée. Le pilote doit vérifier avant chaque vol que le centre de gravité de son avion est à l'intérieur de la plage.

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Calcul du centrage de l'avion



Le pilote utilise des tableaux ou des abaques pour déterminer la position de son centre de gravité.

Ces tableaux se trouvent dans le manuel de vol.

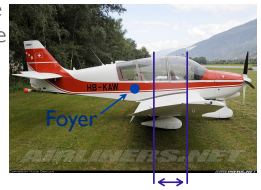
MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Le Foyer

Le foyer est un point fixe de l'avion dépendant de la forme de l'aile de la profondeur.

Définition exacte : C'est le point d'application des variations de portance dues aux variations d'incidence.



Plage de centrage autorisée

Sans rentrer dans les détails, retenons simplement qu'il est impératif que le centre de gravité de l'avion soit à l'avant du foyer, ce qui garanti la stabilité de l'avion.

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Le Foyer

Plage de centrage autorisée

Centrage avant

Le CdG est éloigné du foyer
l'avion est plus stable
l'avion est moins maniable
l'avion consomme plus

Plage de centrage autorisée

Centrage arrière

Le CdG est proche du foyer
l'avion est moins stable
l'avion est plus maniable
l'avion consomme moins

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Exemple de centrage

Un avion avec un centrage arrière consomme moins de carburant.

Sur Airbus 330, pour diminuer la consommation en croisière, les pilotes transfèrent du carburant dans l'empennage afin de reculer le centre de gravité.

MASSE ET CENTRAGE

© François Jomard

Question piège de l'examen

Le foyer d'un profil est :

a) confondu avec le centre de poussé
b) situé au bord d'attaque
c) <u>situé environ à 25% de la corde à partir du bord d'attaque</u>
d) situé environ à 25% de la corde à partir du bord de fuite

On parle ici d'une aile SEULE et non de l'avion entier...

Réponse C

CELLULE ET CIRCUITS 9
AUTRES AÉRONEFS

Objectif : - Étudier les caractéristiques des aéronefs autres que les avions (commandes de vol, performances)

Alsace BIA
Le portail du BIA en Alsace
www.alsacebia.fr

© Tous droits réservés
© JOMARD François
francois.jomard@gmail.com

Le planeur
description

© François Jomard

Pour décoller, le planeur peut se faire tracter par un avion, ou utiliser un treuil (câble au sol qui le tire pour le faire décoller)
Pour rester en l'air, le planeur utilise les ascendances thermiques (bulles d'air chaud) ou dynamiques (vent sur le relief)

vitesse : entre 100 et 200 km/h
finesse : jusqu'à 50
record de distance : 3000 km

Le motoplaneur
description

© François Jomard

Certains planeurs disposent d'un moteur intégré leur permettant de décoller ou de rester en l'air en l'absence d'ascendances.

L'intérêt principal est d'éviter de se poser dans un champ hors aérodrome (*aller aux vaches*).

L'hélicoptère
commandes de vol

© François Jomard

rotor anti-couple
rotor principal

Le rotor principal tournant dans un sens, la cabine devrait par réaction tourner dans l'autre sens. Le rotor anti-couple est là pour contrer ce mouvement et contrôler l'hélicoptère sur son axe de lacet.

L'hélicoptère
commandes de vol

© François Jomard

manche
palonniers

commande du pas collectif

Comme l'avion, l'hélicoptère dispose d'un manche, de palonniers et d'une «manette des gaz». Le pilote est habituellement assis à droite.

L'hélicoptère
commandes de vol

© François Jomard

Le manche permet d'incliner le rotor principal, donc de contrôler roulis et tangage. Les palonniers agissent sur le rotor anti-couple et contrôlent le lacet. Le pas collectif fait varier l'incidence des pâles du rotor principal, donc la portance de celui-ci.

Le parapente
description

© François Jomard

voile

La voile se comporte comme une aile d'avion, elle dévie les filets d'air et crée de la portance.

Poids de la voile : 6 Kg
Vitesse max : 45 km/h (70 km/h pour les voiles de compétition)
finesse : entre 8 et 10

La plupart des pilotes volent avec un parachute de secours dans la sellette.

faisceaux de suspentes
sellette

Le parapente
commandes de vol

© François Jomard

freins
(commandes de vol)

Les freins permettent de corner le bord de fuite de la voile. Pour piloter, le parapentiste s'incline dans sa sellette et tire sur le frein du côté où il veut virer.

Le parapente permet des figures acrobatiques !

Le parachute
description

© François Jomard

parachute coupole

C'est un frein aérodynamique (pas de portance) qui ne peut pas être dirigé (utilisation militaire, ou parachute de secours)

parachute rectangulaire

extracteur

Il dispose de freins pour diriger la voile (comme le parapente).

Le deltaplane

description

© François Jomard

trapèze

aile en forme delta

Le pilote contrôle son deltaplane uniquement en positionnant son corps sur le trapèze. Il déplace ainsi son centre de gravité et permet au delta de virer, piquer, cabrer.

Vitesse max : 120 km/h finesse : 18

Le paramoteur

description

© François Jomard

Le paramoteur est simplement un parapente disposant d'un moteur.
Il est considéré comme un ULM
(et nécessite donc un brevet ULM)

Le moteur est un moteur 2 temps de faible puissance (25cv).

L'intérêt est principalement de voler comme en parapente en s'affranchissant de la nécessité d'ascendances.

L'ULM pendulaire

description

© François Jomard

Il s'agit d'une aile delta disposant d'un chariot et d'un moteur. Il est classé dans les ULM (brevet obligatoire)

moteur 2 temps
puissance : 60 cv
vitesse : 120 km/h
décolle et atterrit en 200 m

L'autogire

description

© François Jomard

rotor principal libre

dérive

moteur et hélice propulsive

Il s'agit d'un hybride entre l'avion et l'hélicoptère. Il est classé dans la catégorie des ULM.

L'autogire

commandes de vol

© François Jomard

Le moteur et l'hélice propulsive font avancer l'autogire. Le vent relatif fait tourner le rotor principal qui crée la portance. Comme sur un hélicoptère, le manche permet d'incliner le rotor principal et contrôler le tangage et le roulis. Les palonniers contrôlent la dérive.

moteur 2 temps
puissance : 60 à 120 cv

vitesse : 150 km/h
décolle et atterrit en 100 m

L'autogire a besoin de vitesse pour voler. Il décolle comme un avion et ne peut pas faire de vol stationnaire.