Exposé réalisé lors des TPE 2004-2005 par Dejeu Paul.

http://marcel.dejeu.free.fr/fondofnavion/

Introduction

I Généralités sur les avions :

- 1 Éléments de base d'un avion
- 2 Principes aéronautiques de base

II Les formes et structures de base sont adaptées suivant les aptitudes de l'avion :

1Contraintes aéronautiques

2 Caractéristiques variables en vue d'adaptations

Conclusion

Bibliographie

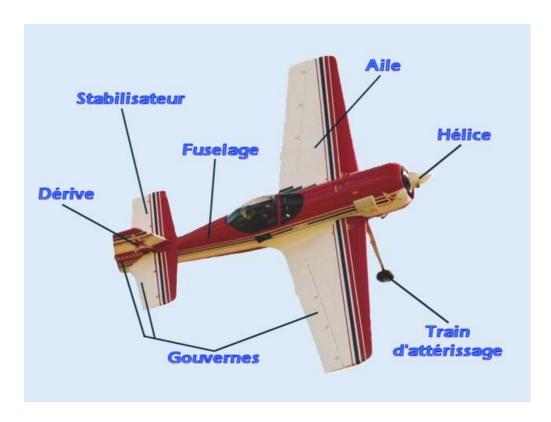
Introduction:



Avant même de voler, le premier problème qui s'est posé à l'homme désireux d'imiter les oiseaux a été de quitter le sol. Vers 1500, Léonard de Vinci, le premier, étudia scientifiquement le problème. Voler est le plus vieux rêve de l'homme. Il est devenu réalité avec l'apparition de l'avion. Au fur et à mesure des découvertes, des formes et des structures ont été développées en vue d'adapter l'avion à des besoins.

Comment l'avion est-il adapté aux contraintes que lui imposent ses fonctions ?

Éléments de base d'un avion :



L'avion est un assemblage d'éléments qui, lorsqu'ils sont combinés, permettent le vol.

L'aile

C'est l'élément de base de tout avion : elle a une forme et un profil permettant à l'appareil de voler. Elle est munie d'organes importants qui permettent de contrôler l'avion.

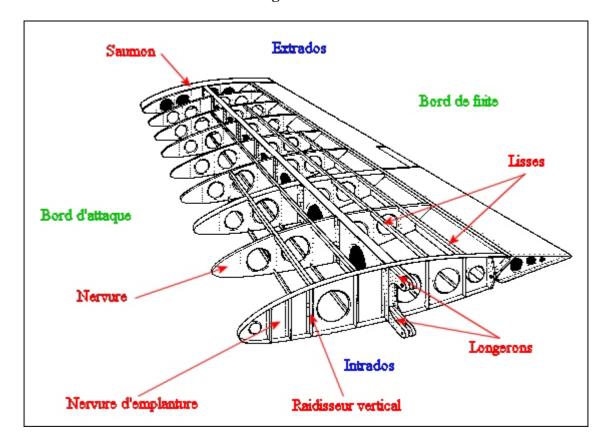
Le fuselage

Il comprend le poste de pilotage (verrière), la ou les cabine(s) pour les passagers, les soutes à bagages. C'est sur le fuselage que viennent se fixer les autres parties de l'avion.

L' empennage

Il se trouve à l'arrière du fuselage et se compose de la dérive et du stabilisateur, comprenant chacun une gouverne. Les parties fixes servent à la stabilisation tant verticale qu'horizontale de l'appareil.

Voici la structure générale d'une aile d'avion :



Cette structure permet de créer un volume de forme bien déterminée avec un minimum de matière. Ainsi l'aile a une masse relativement faible par rapport à son volume du fait que ce dernier soit principalement constitué d'air. La structure est néanmoins étudiée pour garantir la solidité de l'ensemble.

Elle est constituée d'éléments clé qui ont tous une fonction bien précise :

- Les nervures donnent à l'aile une forme très spécifique : son profil.

Ces dernières sont plus ou moins allégées et renforcées dans les parties soumises à de fortes contraintes mécaniques.

- Les longerons sont les pièces les plus solides d'une aile. les nervures viennent s'y fixer et les fixations de l'aile au fuselage y sont incorporées, au niveau de l'emplanture. Les lisses sont semblables aux longerons mais n'ont qu'un rôle de renfort.

- Par dessus cette structure, l'aile est soit recouverte directement d'une toile soit coffrée puis entoilée.



Le coffrage consiste simplement à fermer la structure avec une plaque, pour la rendre plus robuste mais aussi plus lourde.

Vers 1900, aux débuts de l'aviation, les premiers avions utilisaient le bois et des tissus d'origine naturel comme principaux matériaux.



Très vite, dès 1911, nous voyons apparaître le métal dans la construction aéronautique : peu à peu les fuselages sont revêtus d'acier et les voilures d'aluminium.

Depuis, avec l'évolution des techniques, de nouveaux matériaux ont été développés, améliorant sans cesse les performances en matière de solidité et de légèreté au niveau des structures.



Durant le vol, l'avion peut effectuer des mouvements dans les trois dimensions, selon trois axes différents :

Il s'agit de lignes imaginaires dont le tracé dépend de la forme de l'appareil. Ces trois axes se recoupent perpendiculairement en un point que l'on considère comme le centre de gravité de l'avion.

L'axe longitudinal traverse le fuselage de part en part dans sa longueur, depuis l'hélice jusqu'à l'empennage. Les mouvements affectant l'avion autour de cet axe s'appellent le roulis.

L'axe transversal va d'une extrémité à l'autre des ailes. Les mouvements affectant l'appareil autour de cet axe s'appellent le tangage.

L'axe vertical est le seul qui ne longe pas un des composants essentiels de la forme de l'appareil. Les mouvements affectant l'avion autour de cet axe sont appelés des lacets.

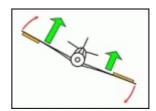
Pour diriger un avion, il faut un certain nombre d'organes construits de façon à influencer le vol de l'appareil selon ses trois axes.



Les ailerons :

Ce sont des gouvernes situées sur le bord de fuite (bord arrière) des ailes. Ils provoquent un mouvement autour de l'axe de roulis.

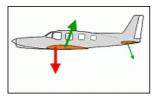


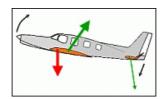


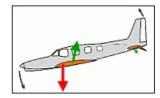
Les ailerons sont manœuvrés à l'aide du manche. En tirant ce dernier vers la droite, nous provoquons deux mouvements combinés des ailerons : l'aileron de l'aile gauche bascule vers le bas pendant que celui de l'aile droite se relève. En tirant le manche vers la gauche, le résultat est exactement inverse : l'aileron gauche se relève tandis que le droit s'abaisse. L'aileron abaissé accroît la portance s'exerçant sur l'aile concernée qui se relève. Le résultat est une rotation autour de l'axe longitudinal de l'avion qui s'incline.

La gouverne de profondeur :

Elle se trouve sur le stabilisateur, à l'arrière du fuselage. Elle provoque la rotation de l'avion autour de son axe transversal. La gouverne de profondeur est constituée de deux ailerons.



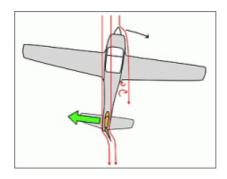




En manœuvrant le manche, le pilote accentue la courbure de ces derniers dans un sens ou dans l'autre, ce qui engendre une portance accrue ou diminuée. En poussant le manche vers l'avant, on abaisse la gouverne de profondeur, ce qui a pour effet de faire piquer l'avion. En tirant sur le manche, la gouverne se relève et l'appareil se cabre.

La gouverne de direction :

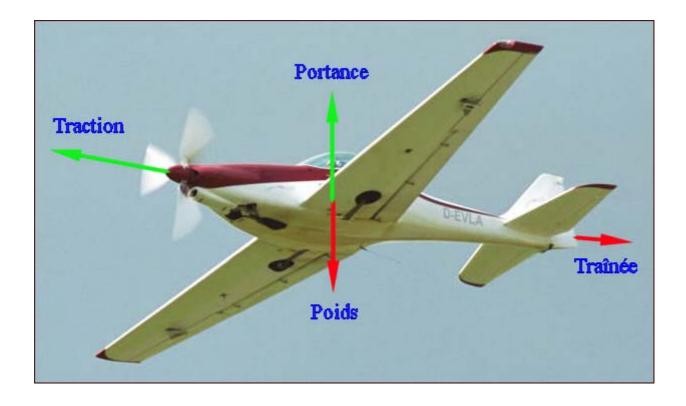
La gouverne de direction provoque des mouvements en lacets autour de l'axe vertical de l'avion. C'est la partie articulée de la dérive. Elle est actionnée de la cabine à partir d'une paire de pédales. Son principe de fonctionnement est le même que celui des autres gouvernes que nous venons de décrire : en pivotant, elle accentue la courbure dans un sens ou dans l'autre, ce qui augmente la force du vent du même côté et fait donc tourner l'appareil selon l'axe vertical. En appuyant sur la pédale de droite, la gouverne pivote vers la droite, la queue de l'avion se déplace vers la gauche tandis que son nez et le restant de l'appareil se déplacent vers la droite.



La gouverne a été inventée par les frère Wright vers 1903. Leurs premiers ailerons consistaient en un système de gauchissement des ailes, c'est à dire que le pilote jouait sur la souplesse des ailes en les déformant pour faire pencher l'avion d'un côté ou de l'autre. Les autres gouvernes étaient semblables à celles que l'on connaît aujourd'hui.

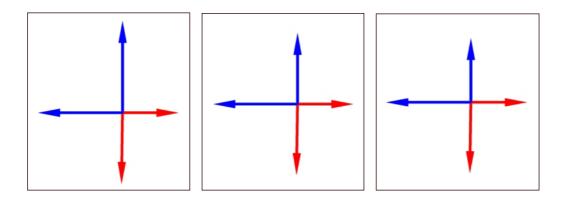
Principes aéronautiques de base :

En vol, l'avion est soumit a quatre forces principales : La traction exercée par le moteur et son hélice, la traînée engendrée par l'ensemble de l'appareil, le poids de ce dernier ainsi que la portance de ses ailes.



Ces forces peuvent être matérialisées par des vecteurs.

Dans les trois schémas suivants les vecteurs correspondent à ceux de l'image ci-dessus.



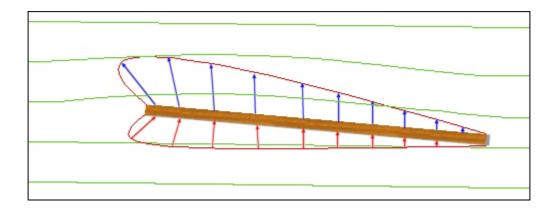
Le premier représente les forces appliquées sur un avion en phase ascensionnelle : La portance est supérieure au poids et la traînée est inférieure à la traction, par conséquent l'appareil avance et s'élève.

Le second schéma représente les forces appliquées sur un avion en palier : Portance et poids s'annulent, par conséquent l'appareil avance sans changer d'altitude.

Dans le troisième cas, la portance est inférieure au poids de l'avion, de ce fait l'appareil descend.

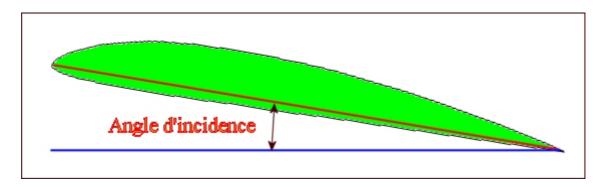
L'élément clé générant la portance est l'aile de l'avion.

Cette portance est due à la formation simultanée d'une dépression au dessus de l'aile ainsi que d'une surpression au dessous de cette même aile.



La surpression est due au fait que la masse d'air vienne s'écraser contre l'intrados tandis que la dépression est due au fait que le bord d'attaque crée en quelque sorte une "zone d'ombre" derrière lui. L'extrados et l'intrados se voient respectivement aspiré et poussé vers le haut. Cette différence de pression, qui augmente avec la vitesse, produit la force de sustentation de tous les aéronefs. Pour éviter la formation de tourbillons qui pourraient freiner ou déséquilibrer l'appareil, l'aile doit avoir une forme aérodynamique qui ne sépare pas trop les filets d'air.

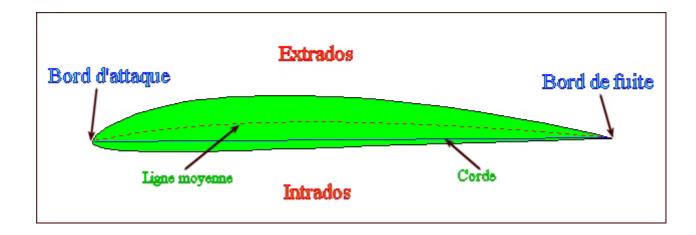
La surpression ainsi que la dépression sont dues à l'incidence de l'aile par rapport aux filets d'air.



La ligne bleue matérialise la trajectoire des filets d'air et la ligne rouge la corde du profil.

Cette dernière correspond au segment reliant les deux points les plus éloignés d'un profil.

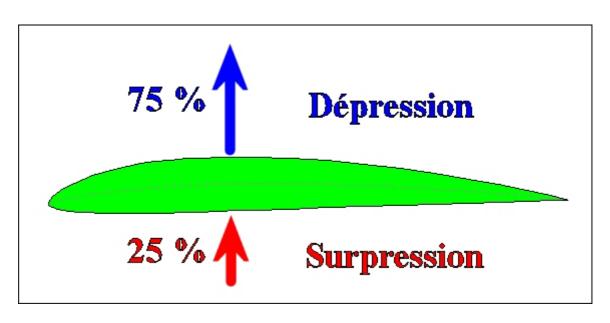
Les ailes ont une forme toute particulière qui vise à accentuer l'effet de portance lié à leur incidence.



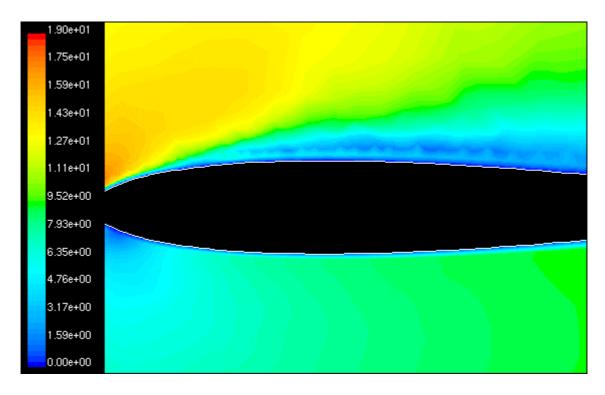
Les filets d'air attaquent l'aile du côté le plus épais (bord d'attaque) et suivent le profil en direction du bord de fuite.

L'extrados, partie supérieure de l'aile, est bombé de telle sorte que les filets d'air déviés vers le haut aient plus de chemin à parcourir que ceux qui passent côté intrados, partie inférieur de l'aile, qui est plat ou creux.

En vol, les ailes de l'avion partagent le flux d'air en deux courants. Selon le principe de Bernoulli, lorsque l'on diminue la section d'écoulement d'un fluide, sa vitesse d'écoulement augmente et sa pression diminue. Ainsi, si le courant passant au-dessus de l'aile se déplace à plus grande vitesse que celui du dessous, la pression au-dessus de l'aile sera plus faible. De cette manière une dépression est créée au dessus de l'aile même si cette dernière n'a pas d'angle d'incidence par rapport à la masse d'air.

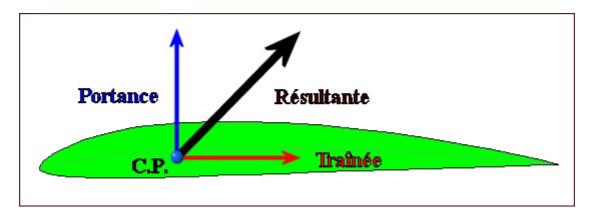


Pour une incidence moyenne, la surpression à l'intrados et la dépression à l'extrados représentent respectivement 25 % et 75 % de la portance.



L'illustration ci-dessus révèle la différence de pression entre l'intrados et l'extrados d'une aile, lors d'un essai en soufflerie. Les valeurs sont exprimées en Pascals. On constate que côté intrados l'aile est soumise à une pression supérieure à celle exercée côté extrados. En conséquence l'aile est aspirée vers le haut.

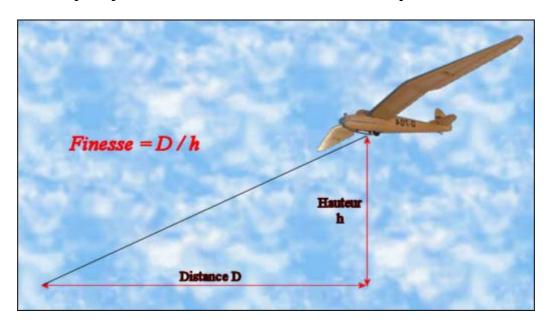
La résultante des dépressions et des surpressions s'appelle la résultante aérodynamique. Son point d'application est le centre de pression de l'aile.



La traînée résulte du déséquilibre des forces de pression qui s'exercent sur l'avion, mais aussi des forces de frottements que l'air exerce en s'écoulant autour de l'appareil.

Notion de finesse :

La notion de finesse est surtout utilisée en planeur. Elle permet de déterminer la distance que l'appareil peut parcourir sans trouver d'ascendance à partir d'une altitude donnée. Un avion qui a pour finesse 10 signifie que, moteur coupé, il parcours 10 mètres pour perdre un mètre d'altitude. La finesse n'a pas d'unité.



Finesse = Portance / Traînée = D / h

À titre indicatif voici quelques aéronefs et leur finesse correspondantes :

Hélicoptère : 2.5 Parapente : 7 à 9

Mirage 2000 = 10 Avions légers de tourisme = 8 à 12

Deltaplane: 12, 14 pour les plus fins Avion de ligne: 20 à 25 en moyenne

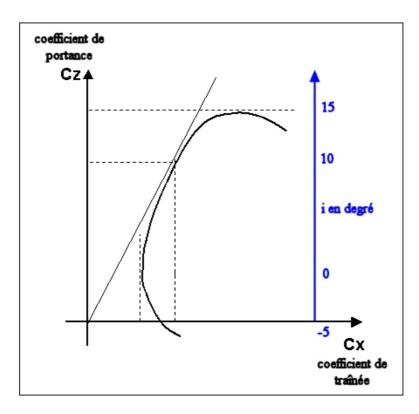
Planeurs standards (vieux): 40 Planeurs de compétition (récents): plus de 60

D'après des essais en soufflerie la portance et la traînée varient en fonction de l'angle d'incidence de l'aile, de son profil, de sa géométrie, de sa surface. La vitesse relative ainsi que la densité de l'air influent elles aussi.

Coefficients de portance Cz et de traînée Cx :

Pour un profil donné, à chaque incidence de l'aile correspond un Cz et un Cx.

À chaque incidence i correspond un couple Cz, Cx. La représentation de ces couples sur une courbe avec Cz en ordonnées et Cx en abscisses s'appelle une polaire. Pour chaque vecteur Cz, Cx d'une incidence donnée correspond un point.



Le finesse est aussi égale au quotient Cz / Cx.

- Pour une incidence de -5°, les pressions de part et d'autre du profil s'équilibrent, la portance est nulle, seule subsiste la traînée.
- Lorsque l'angle d'incidence vaut 0°, la traînée est minimale, les filets d'air s'écoulent régulièrement et la portance est faible.
 - On atteint un maximum de finesse vers envions 10°.
- Pour une incidence voisine de 15°, les filets d'air tendent à se décoller de l'extrados, la traînée ainsi que la portance sont importantes.
 - Au delà des 15° d'incidence, l'extrados devient le siège de perturbations intenses comme des remous et des tourbillons, qui se propagent loin en arrière. La dépression d'extrados diminue considérablement provoquant une chute de la portance accompagnée d'une forte augmentation de la traînée.

Portance et traînée augmentent avec la courbure et l'épaisseur du profil de l'aile. À l'inverse, la finesse augmente avec une faible courbure et une faible épaisseur de profil.

Les contraintes aéronautiques :

Aux débuts de l'aviation, vers 1900, de nombreuses contraintes ont ralenti le développement des aéronefs.

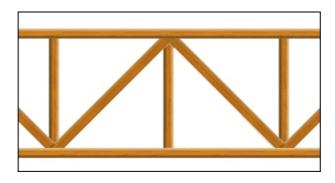
En effet, bien que plus lourds que l'air, l'avion comme le planeur se doivent d'être relativement légers. En plus de cela, ils doivent faire preuve en même temps de robustesse et de souplesse pour absorber les efforts inhérents au vol.



Suivant l'utilisation que l'on a d'un appareil, ce dernier répond à certaines exigences, comme par exemple être stable, avoir une faible consommation en carburant, pouvoir embarquer une charge conséquente, être adapté à la voltige, à la vitesse ...

D'une manière générale, en aéronautique, la masse est la principale contrainte.

Pour palier à ce problème, l'homme a élaboré des structures robustes, évidées au maximum et se réduisant au strict nécessaire pour lui garantir un vol sain mais en toute sécurité. Ainsi les ailes sont constituées de nervures et les premiers fuselages sont en treillis de bois.



Ce mode de construction en treillis est conçu pour contrer les efforts et les déformations des structures. La technique consiste à fabriquer un parallélogramme et à raccorder les angles opposés entre eux. De cette manière la structure créée ne peut se déformer.

Au fur et à mesure de nouvelles matières sont apparues et ont été utilisées dans l'aéronautique.

Aux touts débuts, les avions étaient constitués de bois et de toile. Très vite, vers 1911, l'acier et l'aluminium ont fait leur entrée dans la composition des structures. De nos jours, une multitude de matériaux se prêtent à la construction aéronautique.



L'arrivée des matières composites a été une révolution.

En effet, ces matières composées d'une résine et de fibres de verre, de carbone ou de kevlar présentent des qualités supérieures aux autres matériaux traditionnels, notamment du point de vue mécanique par leur solidité et leur souplesse. En contrepartie, à volume égal, elles sont généralement plus lourdes que les matières traditionnelles comme le bois.

Caractéristiques variables :

En vue d'une adaptation nous allons nous intéresser à différentes caractéristiques d'un avion qui ont une influence directe sur le vol de ce dernier.



- La géométrie des éléments de l'avion et notamment de ses ailes
- La forme générale des ailes ainsi que leur profil
- Les autres caractéristiques

Les ailes sont des éléments dont les caractéristiques vont directement influer sur le vol d'un appareil.

Plusieurs critères principaux entrent en jeux :

Allongement:

À partir d'une même envergure, une aile va pouvoir se présenter différemment. Un élément très important est le rapport entre l'envergure et la surface de l'aile.

Allongement = (Envergure * Envergure) / Surface de l'aile



Ailes à fort allongement. (longues et fines)

Plus l'allongement est grand et plus l'aile sera performante en matière de plané, par contre elle sera moins manœuvrable pour les tonneaux, par exemple. Un très faible allongement conduit à un rendement aérodynamique médiocre mais en même temps à un appareil très compact et facile à rendre solide.

Cette valeur peut varier entre 3 et 8 pour un avion et entre 8 et 30 pour un planeur.



Ailes à faible allongement. (Courtes et larges)

En vol, les filets d'air de l'extrados convergent vers le fuselage de l'avion tandis que ceux de l'intrados divergent vers l'extérieur. L'air en surpression contourne le saumon pour compenser la dépression de l'extrados. Cela a pour conséquence la formation de tourbillons qui perturbent la portance au niveau des saumons. Pour réduire ces effets il suffit d'augmenter l'allongement.

Effilement:

L'effilement est le rapport entre la corde au saumon et la corde à l'emplanture de l'aile. Une aile rectangulaire a un effilement de 1.



Aile rectangulaire, à fort effilement.

Plus l'effilement est faible et plus l'appareil aura un taux de roulis élevé. Un effilement très faible donne une faible corde au saumon et donc une fragilité de l'aile.



Ailes à faible effilement.

Les empennages ainsi que les gouvernes qui en font partie sont des éléments qui conditionnent la façon de voler d'un avion.

D'une manière générale, pour un avion classique, la gouverne de profondeur représentera de 25 % à 30 % de la surface du stabilisateur.



Pour les avions de voltige capables de figures bien plus violentes, on aura une gouverne de profondeur représentant environ 40 % de la surface totale du stabilisateur.

On peut aussi avoir 100 % de surface mobile : c'est à dire que l'ensemble du stabilisateur est mobile, sur un petit débattement. C'est ce que l'on appelle un stabilisateur monobloc.



Sur ce Vari Eze le stabilisateur, situé à l'avant, est monobloc. C'est à dire que son incidence est variable.

La surface de la dérive sera en général de 35 % à 50 % de celle du stabilisateur. Une trop grande surface n'est pas souhaitable car elle rend délicat la tenue d'axe par vent de travers au décollage et à l'atterrissage par effet girouette.



Pour un avion classique, le volet de direction représentera environ 30 % de la surface totale de la dérive. Pour un avion de voltige il en représentera 50 % à 60 %.

Une version monobloc avec 100 % de surface mobile est possible.

Un point très important est la forme de la dérive et sa position par rapport au stabilisateur. En effet, ces éléments conditionnent directement les qualités de vol de l'appareil. Lors d'une vrille, le stabilisateur peut générer des perturbations au niveau de la dérive, lui ôtant ainsi toute son efficacité. Pour palier à ce problème il suffit de placer le stabilisateur en arrière par rapport à la dérive ou alors d'augmenter sensiblement la surface de cette dernière qui, de ce fait, subira moins d'effets nocifs et aura une meilleure efficacité.







Ces trois photographies sont classées dans l'ordre du stabilisateur le plus gênant au moins gênant pour la dérive.

ailerons:

On distingue deux types d'ailerons : ceux qui courent sur toute l'envergure de l'aile et ceux situés en bouts d'aile.



Les premiers ont une largeur de 15 % à 20 % de la corde moyenne de l'aile. Ils sont modérément efficaces et génèrent des effets nocifs.



Les ailerons situés en bouts d'aile font généralement 25 % à 27 % de la corde moyenne. Ils occupent 40 % à 60 % de l'envergure.

Là encore la configuration monobloc est possible : les deux ailes sont commandées en incidence.

La surface latérale du fuselage joue aussi un rôle important dans les aptitudes de l'appareil.



Le centre de gravité d'un avion est généralement situé au niveau du premier tiers avant de l'aile.

Si une majorité de la surface latérale est située en arrière du centre de gravité de l'avion alors ce dernier sera très instable en vol sur la tranche. De plus son pilotage sera délicat par vent de travers en l'air, au sol et surtout lors du décollage et de l'atterrissage. En revanche, la tenue du cap et la sortie de vrille seront facilitées.



Si, au contraire, la majorité de la surface latérale est située en avant du centre de gravité, le vol sur la tranche sera facilité, de même que la tenue dans les virages.

Les ailes d'avion peuvent avoir différentes formes, chacune ayant des propriétés spécifiques à un type d'appareil :

Droite : Des ailes droites et courtes donnent une bonne portance et une faible traînée à des vitesses moyennes. La propulsion est assurée par une hélice ou un réacteur.

En flèche : Des ailes obliques réduisent la traînée à grande vitesse. Mais la portance est elle aussi réduite et les vitesse de décollage et d'atterrissage doivent être plus élevées.





Delta: Les avions supersoniques ont souvent une voilure en delta qui permet de mieux contrôler l'avion au moment de la formation des ondes de choc à grande vitesse.





Le profil de l'aile d'un avion a une influence directe sur ses qualités de vol.

Il existe trois types de profils :

Le profil plat a une forte courbure à l'extrados et un intrados quasiment plat. Il est utilisé sur des appareils stables et au vol lent.

Profil plat

Le profil biconvexe présente deux courbures : une à l'extrados et une à l'intrados. Cela confère à l'avion de bonnes qualités de vol sur le dos. Le profil biconvexe peut être symétrique ou asymétrique, c'est à dire que les deux courbures peuvent être plus ou moins prononcées.

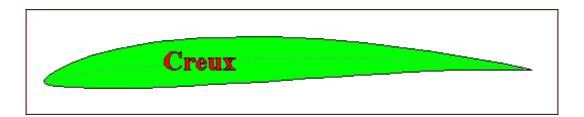
Biconvexe (fin)

Biconvexe

Le profil est asymétrique lorsque la courbure d'intrados est moins prononcée que celle de l'extrados. Il est symétrique si les deux courbures sont semblables.



Le profil creux présente une légère concavité à l'arrière de l'intrados. Il est utilisé principalement sur les gros planeurs car il génère beaucoup de portance et peu de traînée. Il permet d'accroître la finesse d'un appareil.



D'une manière générale, les profils les plus fins sont utilisés pour les planeurs car ils ont une finesse élevée (Ils génèrent beaucoup de portance et relativement peu de traînée). Les profils plus épais trouvent leur utilisation sur les avions, qui peuvent se passer d'une partie de la portance du fait de leur motorisation.

Vrillage:

Dans certains cas, les ailes peuvent être volontairement vrillées, de manière symétrique.

Le vrillage consiste à donner un angle d'incidence plus faible en bout d'aile par rapport à l'angle d'incidence au niveau du fuselage. Ce vrillage négatif a pour intérêt de faire décrocher les extrémités des ailes avec un temps de retard par rapport au décrochage de la partie centrale. Cela rend le vol à basse vitesse plus sûr et le décrochage est beaucoup moins brutal. Il n'y a plus d'abattée franche mais l'appareil s'enfonce relativement lentement. Pendant ce temps, le pilote a toujours le contrôle de l'avion. Le vrillage se pratique sur des ailes à fort effilement, à condition que l'appareil ne soit pas destiné à la voltige. En effet, en vol dos, l'effet serait inverse, c'est à dire que l'appareil décrocherait prématurément, bien avant que les ailes arrivent à 15 degrés d'incidence.

Généralement les valeurs de vrillage vont de 0 à 5 degrés.

Dièdre:

Une aile vue de face peut être plate ou présenter une forme en V. C'est ce que l'on appelle le dièdre. Ce dernier a un effet stabilisant qui tend à remettre naturellement les ailes de l'appareil à l'horizontale. Les avions de tourisme ont en général un dièdre de 0 à 5 degré par aile. Les avions de voltige ont un dièdre nul ou très faible afin de les rendre neutres. De cette façon ils se comportent de la même manière sur le ventre et sur le dos.





Certains avions de voltige, comme le cap 232, présentent un dièdre mais ont un extrados plat. On joue sur l'épaisseur du profil qui est plus importante au centre qu'aux extrémités des ailes. Ainsi l'avion a un dièdre élevé côté intrados et nul côté extrados. De cette manière il est stable sur le ventre mais l'instabilité de son vol dos n'est pas accentuée par un dièdre négatif.



D'autres avions n'ont pas d'angle de dièdre au centre mais un double dièdre en bouts d'ailes :



La masse d'un avion est un facteur important à prendre en compte. En effet, suivant la surface portante de l'appareil, ce dernier aura plus ou moins d'aptitudes au vol.

La notion de charge alaire relie ces deux facteurs. Elle est définie comme le rapport de la masse de l'appareil sur la surface de ses ailes. (en excluant le fuselage)

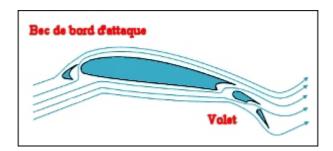
La charge alaire est un élément déterminant quant à la vitesse de vol de l'appareil, principalement dans le domaine de sa vitesse minimale. Plus elle est faible et plus la vitesse de décrochage le sera aussi. Si la charge alaire est trop importante alors l'appareil sera astable, il aura tendance à décrocher facilement et il lui faudra une vitesse élevée pour atterrir en toute sécurité.

Il est possible de modifier les caractéristiques d'un appareil pendant le vol.

Pour cela, certaines gouvernes annexes sont ajoutées. Elles ne sont pas proprement dites indispensables au vol mais leur utilisation le facilite, autant au niveau de la sécurité que des performances.

Becs de bord d'attaque et volets :

Les becs et les volets sont des dispositifs permettant d'augmenter la portance de l'aile à basse vitesse en accélérant le flux d'air situé à l'extrados. Cela a pour effet de diminuer la vitesse à laquelle est obtenue une certaine portance.



Ces deux dispositifs permettent ainsi de réduire très sensiblement les vitesses d'approche et donc d'atterrissage des avions, ce qui leur permet de se poser sur des distances beaucoup plus courtes ou de décoller en utilisant moins de piste.

D'une façon générale, ces dispositifs permettent de faire varier la forme du profil de l'aile, afin de l'adapter au mieux à toutes les phases de vol.

Les becs sont situés au niveau du bord d'attaque de l'aile tandis que les volets sont au niveau du bord de fuite.



Boeing 747 en phase d'approche, volets sortis.

aérofreins:

L'aérofrein est un dispositif situé sur un avion ou un planeur et qui permet de créer une forte traînée dans le but de freiner l'appareil. Des surfaces sortent des ailes ou du fuselage et viennent se braquer dans le flux d'air qui circule tout autour de l'appareil. Ce dispositif est couramment utilisé sur les planeurs lors de l'atterrissage.

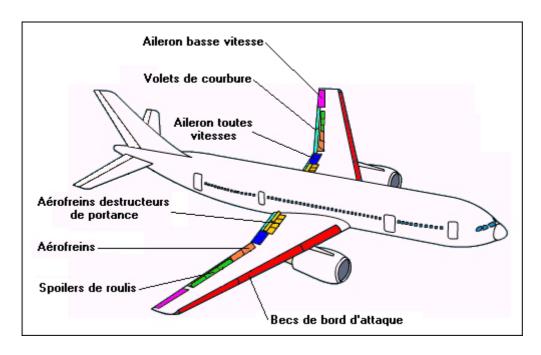


Aérofrein sur un jet

Spoilers:

Un spoiler est un dispositif situé au dessus de l'aile et qui permet de détruire plus ou moins la portance de cette dernière. Utilisés de façon dissymétriques, ils permettent d'assister voire de remplacer les ailerons dans leur rôle de contrôle de l'inclinaison.

Parfois un même dispositif, situé sur l'aile, joue le rôle de spoiler jusqu'à une certaine valeur de braquage puis devient aérofrein lorsqu'il est quasiment perpendiculaire à l'aile.



Nombre de ces dispositifs annexes sont présents sur les avions commerciaux.

Une autre méthode permettant d'adapter la voilure d'un avion suivant le type de vol de ce dernier est de rendre les ailes orientables. Ce sont des ailes à flèche variable.





Des ailes articulées peuvent présenter une flèche maximale en vol pour réduire la traînée et une flèche minimale pour offrir une meilleure portance aux basses vitesses.

Conclusion:

Il y a donc un minimum de conditions à satisfaire pour permettre le vol d'un appareil plus lourd que l'air. Par la suite, des changements, des améliorations, des adaptations sont nécessaires afin de lui donner certaines qualités qui le prédestineront à une utilisation bien précise. Aujourd'hui le plus vieux rêve de l'homme est devenu réalité mais l'aéronautique, comme les sciences dont elle est issue, n'est pas figée. Cette dernière évolue continuellement, ouvrant chaque jour de nouvelles perspectives en matière d'améliorations.

Bibliographie:

Livres:

- "Les Avions", Larousse, Patrick Facon, Édition 2001
- "L'Atlas des Pionniers du Ciel", Éditions Atlas, 2000
- "Aviation, un siècle de conquêtes", R.G. Grant, Sélection du Reader's Digest, 2003

Sites internet:

- http://www.enseeiht.fr

CD ROM:

- "Encyclopaedia Universalis 7"

Autre:

- Photographies personnelles prises lors de meetings
- Magazines "FLY International" numéro 25, Hors série n°1, Hors série n°2 et "Looping" n° 76

Les images issues d'Internet ont été retouchées, il n'y a, de ce fait, pas de problèmes de droits d'auteur.

Exposé réalisé lors des TPE 2004-2005 par Dejeu Paul.