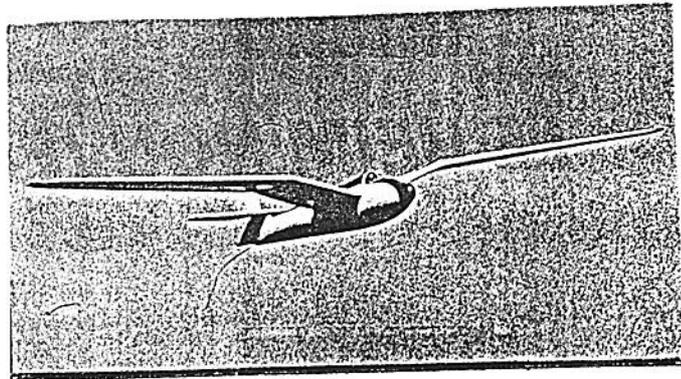
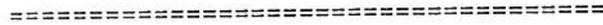


amicale des aéromodélistes vierzonnais

Centre de Loisirs Municipal  
de la Ville de Vierzon



FASCICULE STAGIAIRE



Amicale des Aéromodélistes Vierzonnais  
Christian FABRICE  
Reproduction interdite

1/07/94



## S O M M A I R E

=====

ECOLE DE PILOTAGE.....	page 1
I LE GROUPE MOTO PROPULSEUR.....	page 2
II L'HELICE.....	page 3
III 1 LE CONTROLE DE LA STABILITE DE L'AVION EN JOUANT SUR SES GOUVERNES...	page 4
III 2 ELEMENTS D'AERODYNAMIQUE ET DE MECANIQUE DU VOL.....	page 5
L'air.....	page 6
La résistance de l'air.....	pages 7 à 13
Les gouvernes.....	page 14
Action sur la profondeur.....	pages 15 et 16
Action sur la direction.....	pages 17 et 18
Le roulis induit.....	page 19
Action sur les ailerons.....	pages 20 et 21
Le lacet inverse.....	pages 22 et 23
Le centre de gravité.....	pages 24 à 26
IV TECHNIQUES POUR CONTROLER A DISTANCE LES GOUVERNES DE L'AVION.....	pages 27 à 29
V L'UTILISATION DU MODELE REDUIT :	
V 1 LES RESPONSABILITES.....	pages 30 et 31
V 2 VERIFICATION DE L'HABITACLE.....	page 32
V 3 VERIFICATION DES ELEMENTS SUSTENTATEURS.....	page 33
V 4 VERIFICATION DE L'INSTALLATION RADIO.....	page 34
V 5 LE DEROULEMENT DE BASE DU VOL.....	pages 35 et 36
V 6 CAS DE DIFFICULTE EN VOL.....	page 37
V 7 L'ORGANISATION DE LA PISTE.....	page 38
VI Annexes documents du S.F.A.C.T et manuel de vol à vue	

Vous pourrez vous procurer ces documents auprès de :

- Ministère des transports, Direction Générale de l'Aviation Civile.
- Cépadues-Editions, 111 rue Nicolas Vauquelin 31100 TOULOUSE

L'annexe est incluse sans demande d'autorisation des auteurs de ces documents.  
Par conséquent, ce petit manuel vous est offert gratuitement pendant votre stage d'aéromodélisme au sein du Centre de Loisirs de la ville de Vierzon et l'Amicale des Aéromodélistes Vierzonnais.

Bons vols !!

Christian FABRICE



## ECOLE DE PILOTAGE

### Nécessité d'un équilibre entre les cours théoriques et pratiques

Un enseignement performant exige un juste équilibre entre la théorie et la pratique. Il est donc nécessaire de forger des outils pédagogiques simples et efficaces.

L'expérience ne peut pas s'acquérir uniquement par la pratique, même si l'on pense être autonome en vol. La compréhension des problèmes auxquels un jeune pilote se trouve confronté, en permanence en vol, passe par l'analyse des situations données. (avant, pendant et après le vol).

La théorie est donc une aide indispensable à toute progression en pilotage. Progression qui implique une analyse des difficultés et une synthèse débouchant sur de nouvelles procédures et/ou techniques de pilotage.

La formation d'un pilote, grandeur ou modéliste, n'est jamais terminée. Chaque vol est une leçon à condition d'avoir les moyens d'en tirer bénéfice. C'est notre rôle de vous former en vous enseignant des méthodes vous permettant de progresser.

L'approche systémique permet de ne pas générer des points et/ou des situations de blocage chez l'élève. Il est fondamental de ne pas morceler le processus d'apprentissage permettant l'acquisition de l'expérience par le cycle :

Erreur  $\Rightarrow$  Analyse  $\Rightarrow$  Synthèse  $\Rightarrow$  Correction = Expérience

C'est l'intérêt du stage



## I LE GROUPE MOTO PROPULSEUR

Le groupe moto propulseur a pour fonction de générer la force de traction nécessaire au vol.

Cette traction est générée par la rotation de l'hélice. En des termes très simplifiés, l'hélice se comporte comme un pas de vis.

La rotation de l'hélice est assurée par un moteur

Les types de moteurs les plus utilisés à l'heure actuelle sont :

- Les moteurs électriques
- Les moteurs thermiques

Les moteurs thermiques sont ceux que vous utiliserez lors de votre stage car la simplicité de leur mise en oeuvre correspond à l'expérience d'un modéliste débutant.

Ceci ne signifie pas qu'au cours de votre stage l'on ne vous fera découvrir que des techniques de début en matière de modélisme, bien au contraire.

Le moteur thermique nécessite l'emploi d'un carburant spécialement adapté.

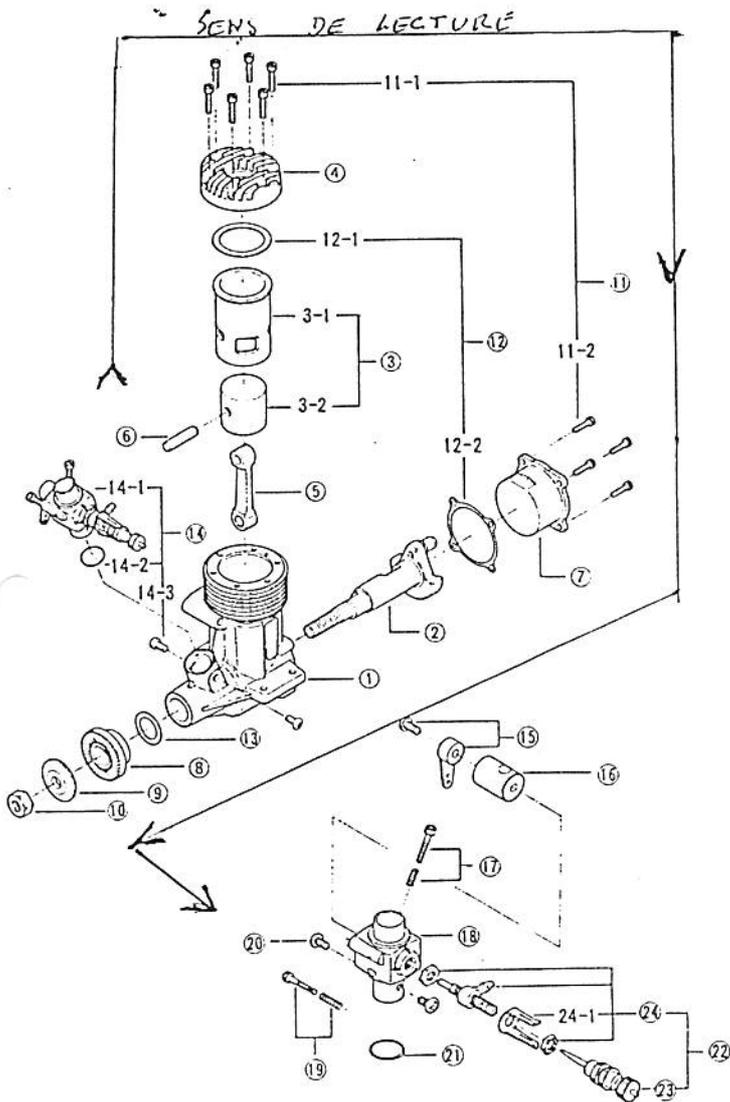
Un carburant standard est composé de :

- 75 % de méthanol
- 20 % d'huile de ricin
- 5 % de nitrométhane

Un groupe de motorisation standard est composé de :

- Une hélice
- Un moteur thermique (ensemble bielle/piston, carburateur, bougie et carter contenant le tout).
- Un réservoir contenant le carburant

## LE MOTEUR



- 1 : Carter
- 2 : Vilebrequin
- 5 : Bielle
- 3-1 : Chemise
- 3-2 : Piston
- 6 : Axe de piston
- 12-1 : Joint de Culasse
- 4 : Culasse
- 11-1 : Goujons de fixation culasse
- 11-2 : Goujons de fixation carter
- 7 : Carter arrière
- 12-2 : Joint d'étanchéité
- 13 : Joint d'étanchéité
- 8 : Plateau porte-hélice
- 9 : Rondelles avant de blocage hélice
- 10 : Ecrrou fixation hélice
- 16 : Papillon des gaz
- 17 : Réglage course palonnier de commande des gaz
- 19 : ou réglage de mélange
- 22 : Ensemble pointeau
- 22/23 : Molette de réglage
- 22/24-1 : Ressort arrêtoir

## LE CARBURATEUR

- 18/14-1 : Carburateur
- 21/14-2 : Joint d'étanchéité
- 20/14-3 : Vis fixation carburateur
- 15 : Palonnier de commande du carburateur et sa vis.

## II L'HELICE

Une hélice est caractérisée par :

Son **pas** exprimé en pouces ou en millimètres

Son **diamètre** exprimé en pouces ou en millimètres

Une hélice est constituée de deux pales (ou plus) montées sur un moyeu. Les pales d'une hélice ont des formes étudiées pour fonctionner dans des conditions très précises de vitesse de rotation par rapport à la puissance du moteur et de la cellule sur laquelle elle est montée.

Une pale d'hélice est vrillée. Lorsqu'on regarde une hélice par l'extrémité d'une de ses pales, on distingue nettement ce vrillage qui, de plus, n'est pas constant sur toute la longueur de la pale.

Le pas de la pale exprime (indirectement) la valeur du vrillage (angle d'incidence) de la pale en un point de celle-ci situé à 75 % de son rayon.

Le pas d'une hélice est sensiblement la valeur nominale de laquelle elle peut avancer lorsqu'elle fait un tour sur elle même.

La traction de l'hélice doit être suffisante pour maintenir l'avion sur une pente de montée. Le problème est de trouver une hélice adaptée aux caractéristiques du moteur employé et aux interactions aérodynamiques dues au carénage du capot moteur. (vous trouverez des conseils à ce sujet dans les notices mises dans les emballages des moteurs).

Le diamètre d'une hélice est la distance entre ses deux extrémités. L'hélice est une aile en rotation générant portance et traînée, la résultante  $R_z$  dirigée vers l'avant est la force de traction.

### **Le cône d'hélice**

Un cône d'hélice est un carénage central qui recouvre son moyeu. Un cône d'hélice est destiné, de par son carénage, à diminuer la résistance à l'avancement de la surface plane formée par l'hélice en rotation et diminuer les turbulences dues à la surface de son moyeu.

En modélisme, mis à part le fait qu'il augmente l'esthétique et le réalisme de nos avions, il sert avant tout à amortir les chocs (petits chocs) sur le vilebrequin du moteur et à assurer la liaison avec la tête du démarreur.

## L'HELICE

L'hélice est constituée d'un moyeu centré sur l'axe de rotation protégé par un carénage appelé «casserole», sur lequel sont fixées des pales identiques (2, 3 ou 4) formant entre elles des angles égaux.

Chaque pale se présente sous la forme d'un profil d'aile dont la corde de référence fait un angle avec le plan de rotation. Cet angle est appelé angle de calage.

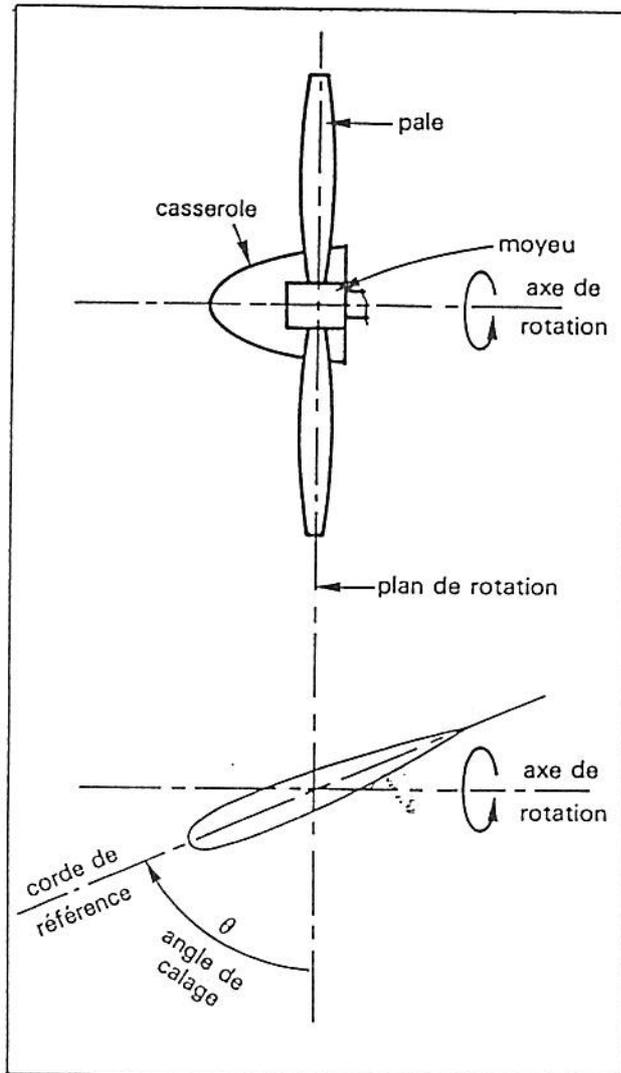


Fig. 3.

### Principe de fonctionnement

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

En vol chaque pale de l'hélice est frappée par un vent relatif créé par :

- la translation de l'avion ;
- la rotation de l'hélice (fig. 4).

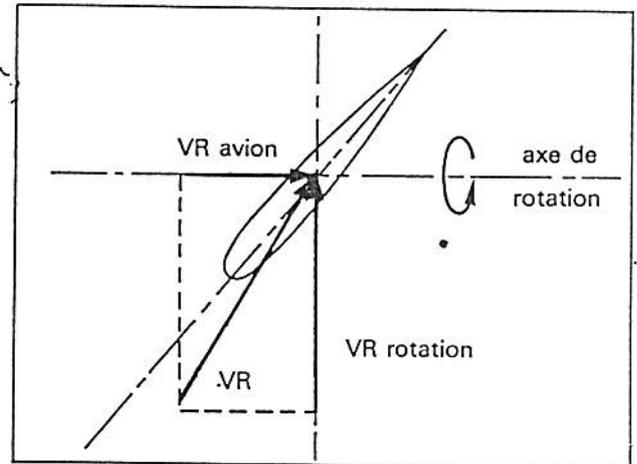


Fig. 4.

Ce vent relatif génère sur la pale une résultante aérodynamique qui se décompose :

- en une force utile : la traction ;
- en une force nuisible : la traînée (fig. 5).

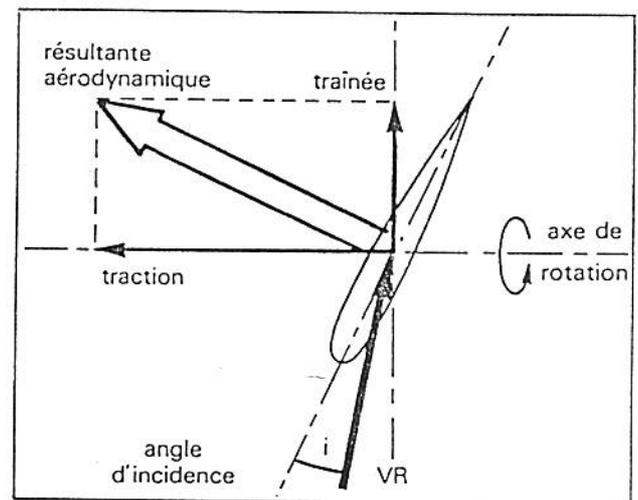


Fig. 5.

Dans un cas de vol stabilisé, la traction de l'hélice équilibre la traînée de l'avion, et l'ensemble des forces résistantes de chaque pale constitue un couple résistant qui équilibre le couple moteur.

De même que pour l'aile, la valeur et l'orientation de la résultante aérodynamique dépendent de l'angle d'incidence.

III 1 LE CONTROLE DE LA STABILITE DE L'AVION EN JOUANT SUR SES GOUVERNES

Nous avons vu qu'un avion est composé d'un fuselage, d'une aile, d'un empennage horizontal et d'un empennage vertical.

Ces structures sont nécessaires au vol d'un avion. Elles assurent la stabilité sur les trois axes (trois dimensions de l'espace).

- Le tangage : la descente ou la montée (axe de tangage)
- Le lacet : rotation autour de l'axe vertical (axe de lacet)
- Le roulis : l'inclinaison à gauche ou à droite (axe de roulis)

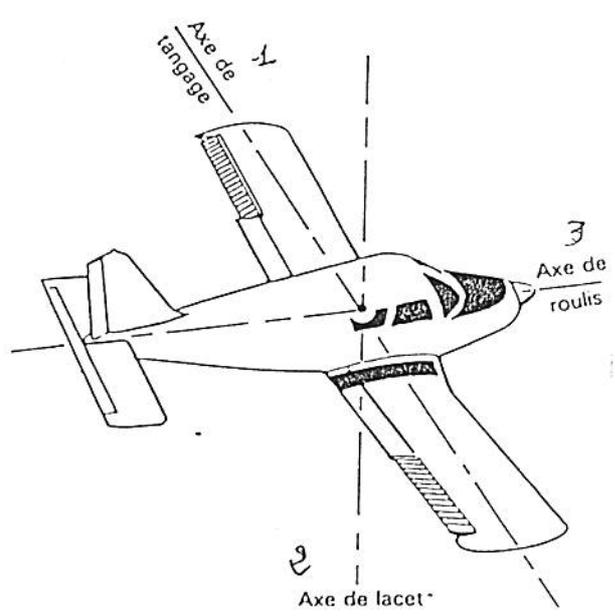
Pour agir sur la stabilité, l'équilibre du vol et sur les trajectoires, il faut déplacer les gouvernes selon le braquage nécessaire.

L'aile arrière ou stabilisateur est composée d'une partie fixe par rapport au fuselage et d'une gouverne mobile appelée gouverne de profondeur. Cette gouverne de profondeur s'abaisse et se relève ; ce mouvement va modifier les forces équilibrant l'avion sur son axe de tangage. Cette gouverne, en position abaissée, fait piquer vers le sol alors qu'en position relevée elle fait cabrer l'avion.

Chaque aile est munie, vers son extrémité, sur les bords de fuite, de parties mobiles appelées ailerons. Ces ailerons ont des débattements opposés, c'est à dire que lorsque l'un s'élève, l'autre s'abaisse. Ces mouvements d'ailerons ont pour but de modifier la portance d'une demie aile.

Ces variations de portance provoquent l'inclinaison de l'aile dans un sens ou dans l'autre : mouvement de roulis

En n'utilisant que les ailerons, l'inclinaison de l'aile provoque une amorce de virage glissé avec l'aile basse dirigée vers le centre du virage.



III 2 ELEMENTS D'AERODYNAMIQUE ET DE MECANIQUE DU VOL

Avertissement au lecteur

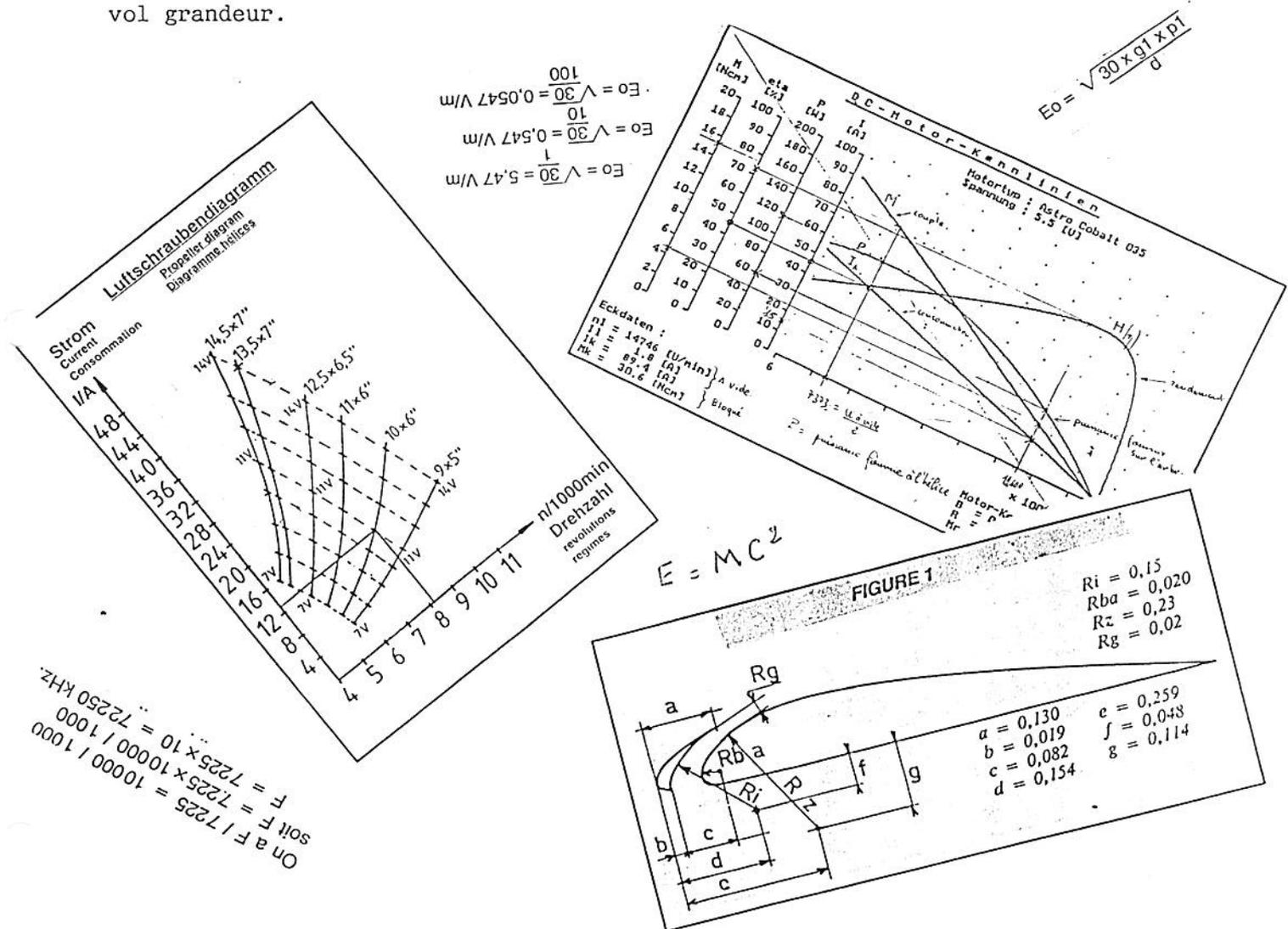
Les éléments qui suivent n'ont pas pour vocation de vous apprendre tout sur les domaines abordés.

Une logique claire a été délibérément choisie. Dans beaucoup de cas, nous avons pris des "raccourcis" et souvent "coupé à travers champ" !!

Il ne s'agit, à travers ce qui suit, que de permettre à un élève complètement débutant de comprendre les phénomènes élémentaires qui régissent le vol afin de lui permettre d'analyser ce qui se passe. Ceci permet de progresser.

Nous conseillons à ceux qui désirent approfondir leurs connaissances, les manuels de pilote privé avion du S.F.A.C.T. qui leur permettront d'acquérir un bon niveau de connaissance pour aller au delà de l'utilisation d'un avion de début.

De plus, il est souvent constaté que l'aéromodélisme est l'antichambre du vol grandeur.



## L'air

L'air est un fluide compressible, donc également expansible. Pour un volume donné, la température varie en fonction de la pression à laquelle il est soumis.

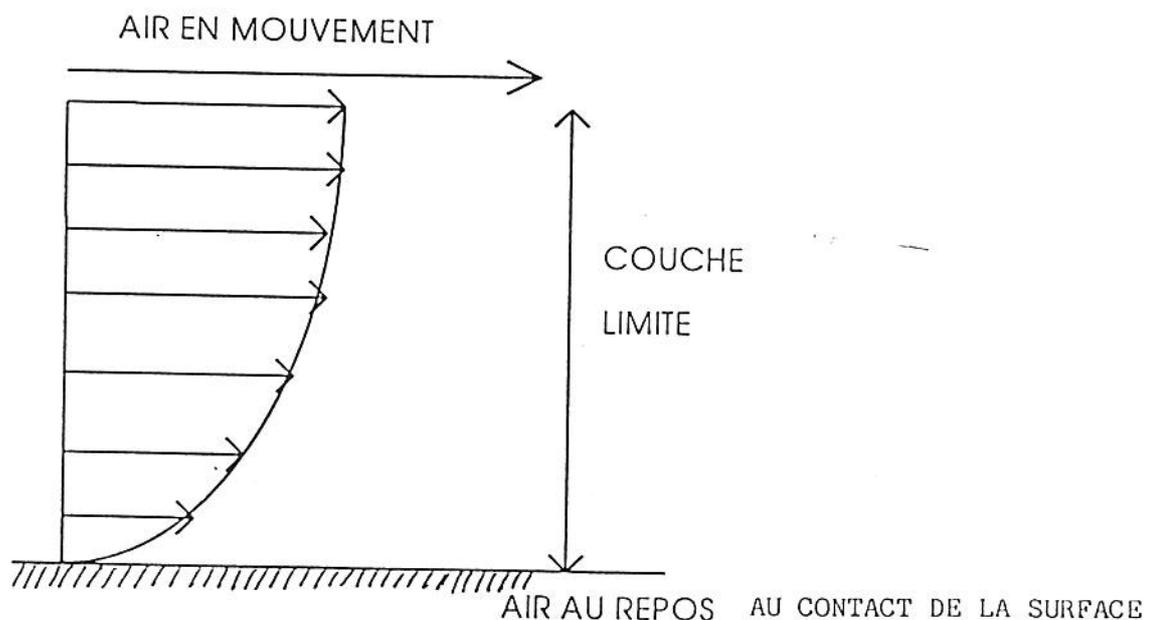
C'est un fluide élastique : il reprend son volume primitif lorsque la force qui a fait varier le volume cesse d'exister.

L'air est un fluide visqueux. La viscosité peut être considérée comme l'aptitude de l'air à s'écouler plus ou moins facilement autour d'un corps (lisse ou très rugueux par exemple).

### La couche limite

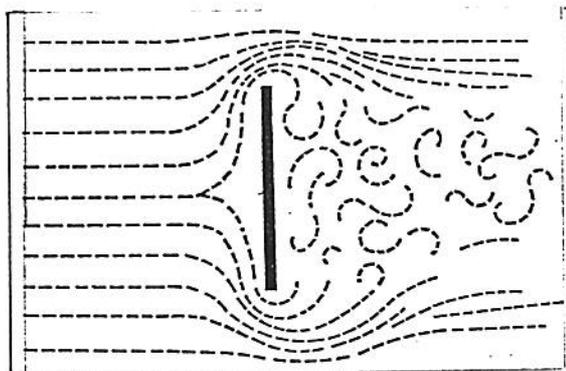
Les particules d'air au contact direct d'une surface, quelle que soit sa vitesse de déplacement, restent immobiles. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cette première couche, la vitesse d'écoulement augmente jusqu'à atteindre la vitesse de déplacement du mobile considéré.

La couche d'air située entre ces deux points s'appelle la couche limite. Ce type d'écoulement est dit laminaire. L'épaisseur de la couche limite dépend de l'état de surface. Au contact d'une surface très rugueuse l'écoulement devient turbulent et il n'y a plus, à proprement parler, de couche limite au sens où on l'entend en aérodynamique.



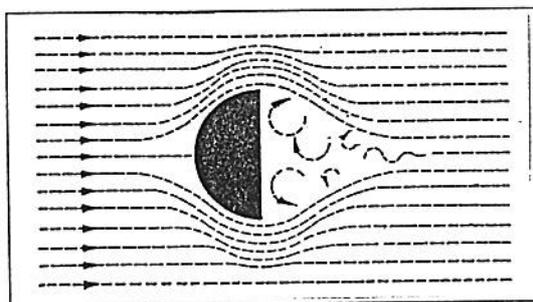
## La résistance de l'air

Prenons une plaque plane perpendiculaire au sens de déplacement du vent relatif. La résistance sera énorme. Elle varie avec le carré de la vitesse.



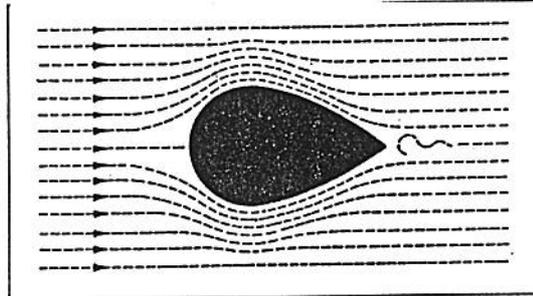
Nous constatons une surpression devant la plaque avec un écoulement laminaire. Par contre, nous constatons une forte dépression derrière la plaque avec un écoulement turbulent. Sur cette face la couche limite est détruite.

Ajoutons une demi-sphère à l'avant de notre plaque



La surpression à l'avant diminue, l'écoulement est laminaire jusqu'à l'arrière de la plaque mais la dépression reste pratiquement la même avec les mêmes conséquences sur l'écoulement et la couche limite.

Ajoutons maintenant un cône derrière notre plaque

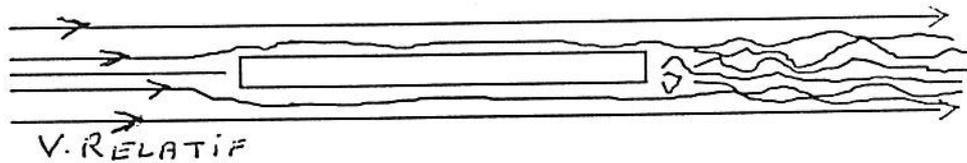


Nous avons un corps fuselé autour duquel l'écoulement reste laminaire, donc il y a une couche limite. Nous avons vu que dans la couche limite, les particules d'air au contact de la surface restent immobiles et que les particules la composant n'atteignent que progressivement la vitesse d'écoulement.

Cette viscosité entraîne des forces de frottement.

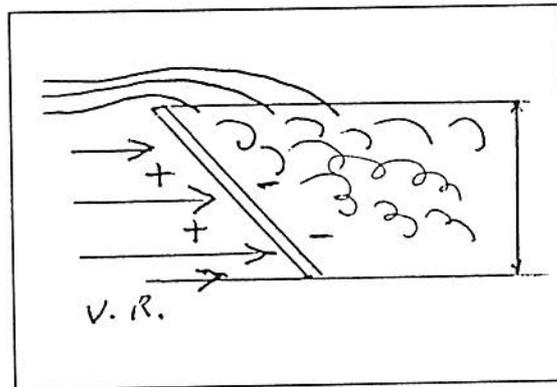
Cette force s'appelle : la traînée ( $C_x$ )

Supposons maintenant que nous ayons placé notre plaque parallèle au déplacement.



Nous avons maintenant une surpression à l'avant et une dépression à l'arrière mais infiniment plus faibles.

Plaçons la maintenant à  $45^\circ$  par rapport au déplacement des filets d'air.



Surpression et dépression ont augmenté mais sans atteindre les valeurs obtenues en plaçant la plaque perpendiculaire au vent relatif. Il paraît évident que, pour une vitesse donnée, la résistance de l'air est proportionnelle à la dimension de la plaque. (ou aux dimensions de sa projection).

#### Quatre constatations

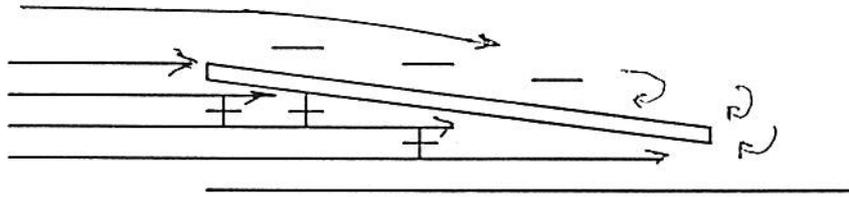
La résistance à l'avancement dépend de la forme du corps. (en aérodynamique cela s'appelle la **TRAINEE**).

La résistance à l'avancement varie avec l'orientation du corps par rapport au sens de déplacement des filets d'air (vent relatif).

La résistance à l'avancement varie avec les dimensions du corps.

La résistance à l'avancement, tous autres paramètres restants constants par ailleurs, varie en fonction du carré de la vitesse d'écoulement du vent relatif

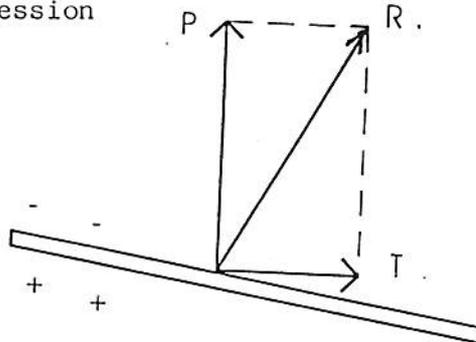
Reprenons notre plaque plane et inclinons la de quelques degrés seulement par rapport au vent relatif :



Nous constatons une surpression en dessous et une dépression (effet de ventouse) sur le dessus. La plaque étant faiblement inclinée, l'écoulement dessous et dessus reste pratiquement laminaire car les particules sont défléchées sans qu'il y ait écoulement turbulent.

Schéma de la portance d'une aile :

$P$  : Dépression + surpression  
= portance ( $C_Z$ )



$R$  : résultante aérodynamique  
( $R_Z$ )

$T$  : résistance à l'avancement  
traînée ( $C_X$ )

Nous venons de découvrir l'aile ! ... enfin presque... !

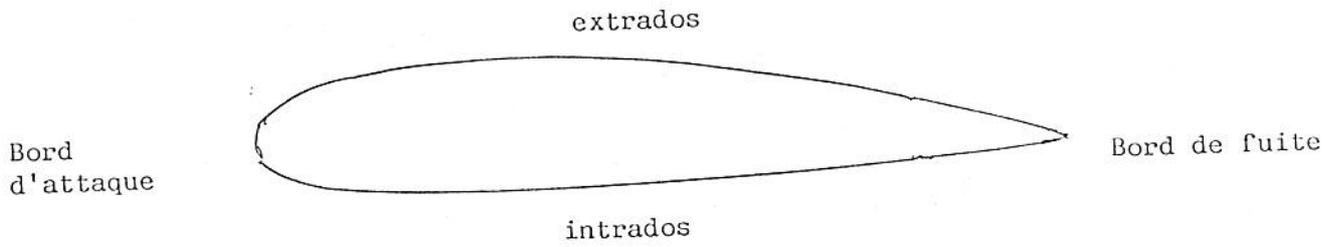
Nous avons vu qu'un corps fuselé offre un minimum de résistance à l'avancement donc de traînée, mais également un minimum de surpression à l'avant et de dépression à l'arrière. Donc la résultante aérodynamique est pratiquement nulle. ( $R \approx 0$ ).

Nous avons également vu qu'une plaque faiblement inclinée génère portance et traînée, donc une résultante aérodynamique plus importante, mais la traînée reste trop importante.

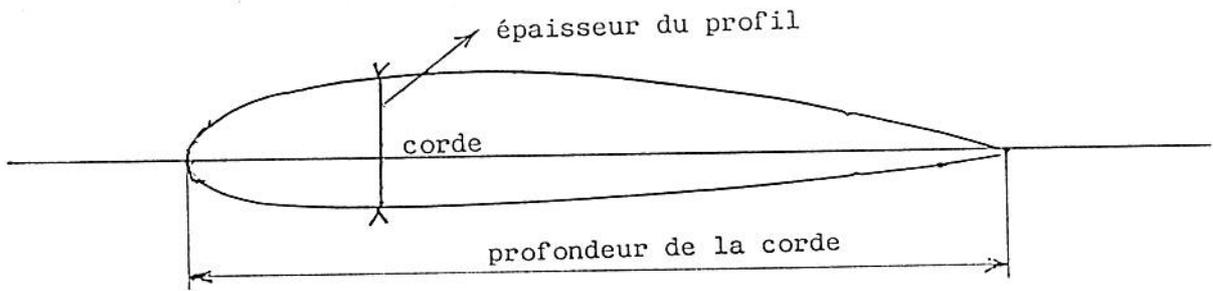
Il faut donc que notre plaque faiblement inclinée soit également fuselée en continuant à produire une résultante aérodynamique optimum.

Il aura fallu beaucoup d'accidents mortels et d'essais dans des souffleries rudimentaires pour déterminer l'écoulement optimum des particules d'air autour d'un profil d'aile, en maintenant une couche limite d'épaisseur acceptable, un écoulement laminaire dans ces domaines de vol normaux, une portance suffisante pour compenser le poids de l'avion et une traînée minimum. Autrement dit un rapport CX/CZ optimum.

Voilà ce que cela donne :

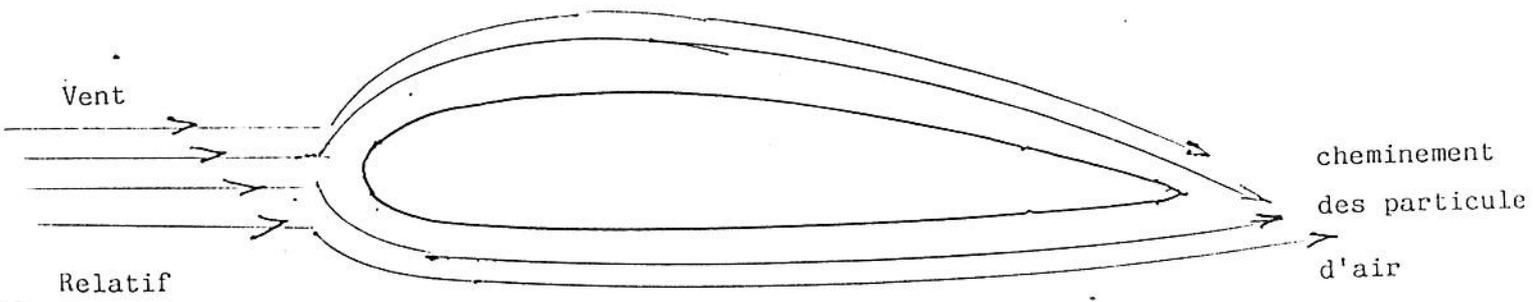


Caractéristiques d'un profil :

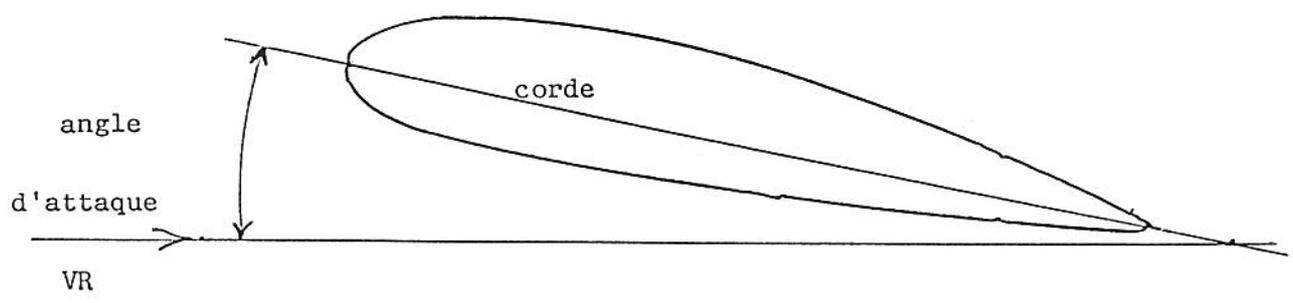


Donc, nous avons solutionné le problème de dimension (rapport profondeur/ épaisseur). Mais le problème d'orientation est le facteur fondamental du vol. Il varie constamment en vol mais ces mouvements sont normalement de faible amplitude. Si la corde de référence est parallèle au vent relatif, l'aile se comporte surtout comme un corps fuselé, donc la résultante aérodynamique est très faible.

écoulement  $\approx \alpha 0^\circ$



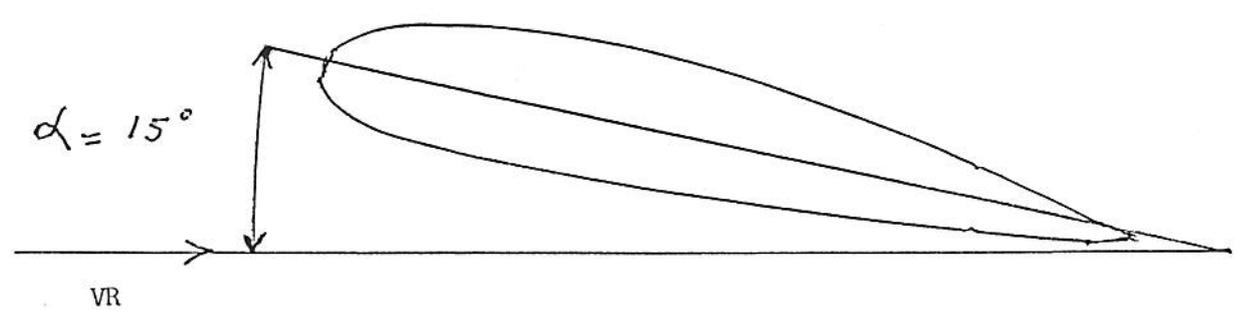
Comme pour la plaque, il faut l'incliner de quelques degrés par rapport au vent relatif.



vent relatif : symbole VR

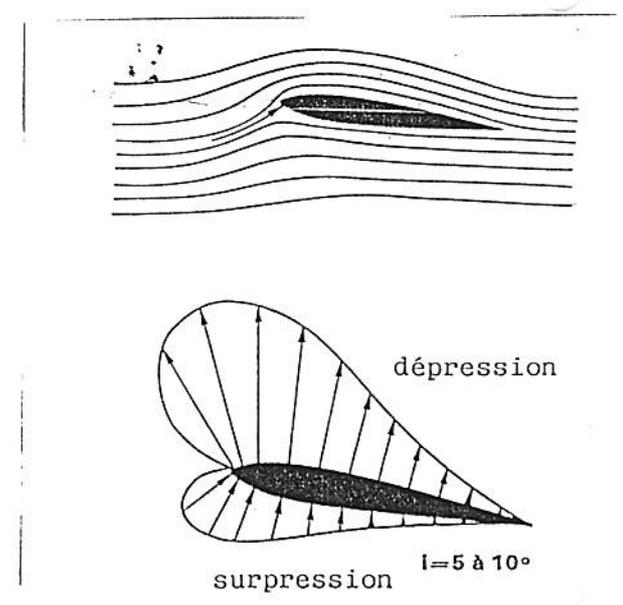
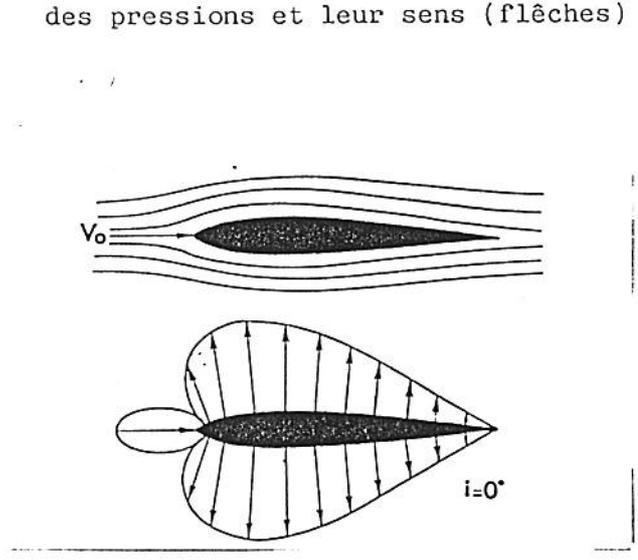
L'angle que fait la corde de référence avec la direction du vent relatif s'appelle l'angle d'attaque. Symbole  $\alpha$ .

C'est l'angle d'attaque qui conditionne le vol puisqu'il influe directement sur la résultante aérodynamique.

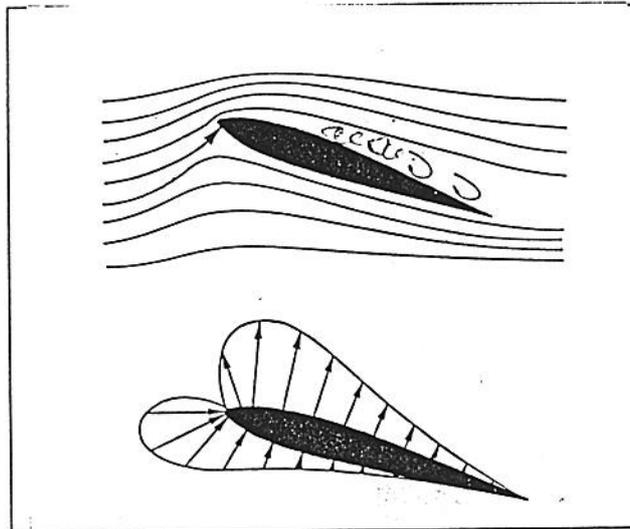


Ecoulement et lobe pour  $\alpha = 0^\circ$   
 Lobe : diagramme des répartitions des pressions et leur sens (flèches)

Ecoulement et lobe pour  $\alpha [5^\circ, 10^\circ]$



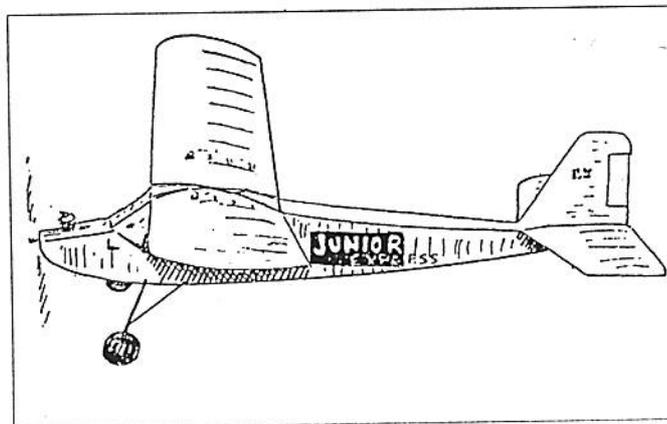
Si on augmente  $\alpha$  au delà de 15 à 18° (selon le profil utilisé), il y a décrochage, c'est à dire qu'il y a décollement de la couche limite sur l'extrados, donc écoulement turbulent, donc destruction de la portance. L'aile ne remplit plus son office, l'avion ne vole plus, on dit qu'il décroche.



La traînée augmente  
puisque l'écoulement  
est turbulent

La valeur de la traînée  $C_x$  l'emporte très largement sur la valeur résiduelle de  $C_z$ , le vol devient impossible.

Comparez avec la figure précédente : dépression et surpression ne suffisent plus au vol.



## LE DECROCHAGE

### LE DECROCHAGE

En vol normal, l'écoulement de l'air sur l'aile est régulier et les filets d'air épousent le profil de l'aile (fig. 1).

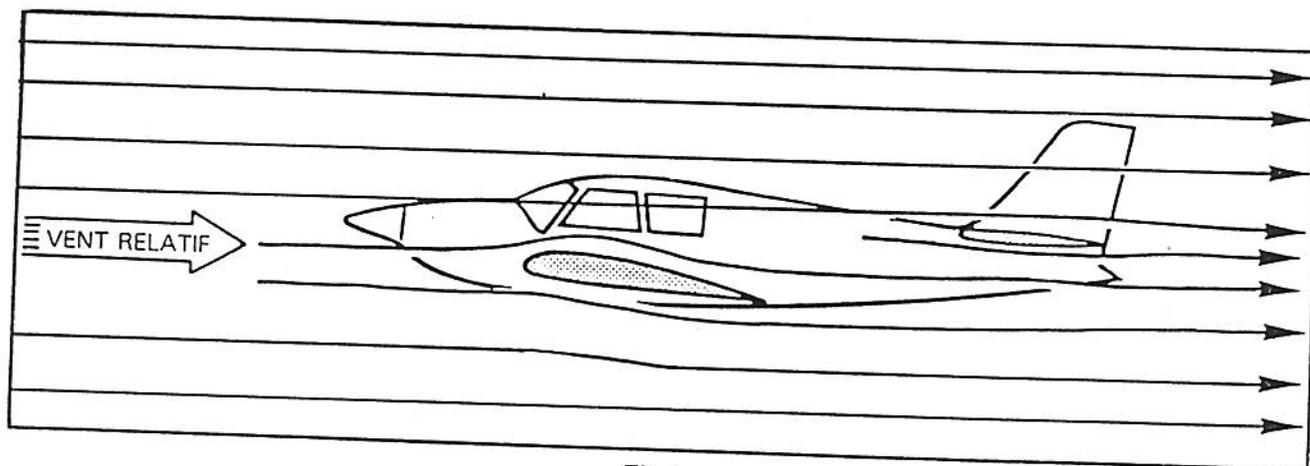


Fig. 1.

Lorsque l'angle d'incidence augmente, la portance augmente. Par contre, à partir d'une certaine valeur de cet angle, indépendante de la vitesse de l'avion (15 à 18°), les filets d'air décollent de l'extrados (fig. 2) : l'aile décroche.

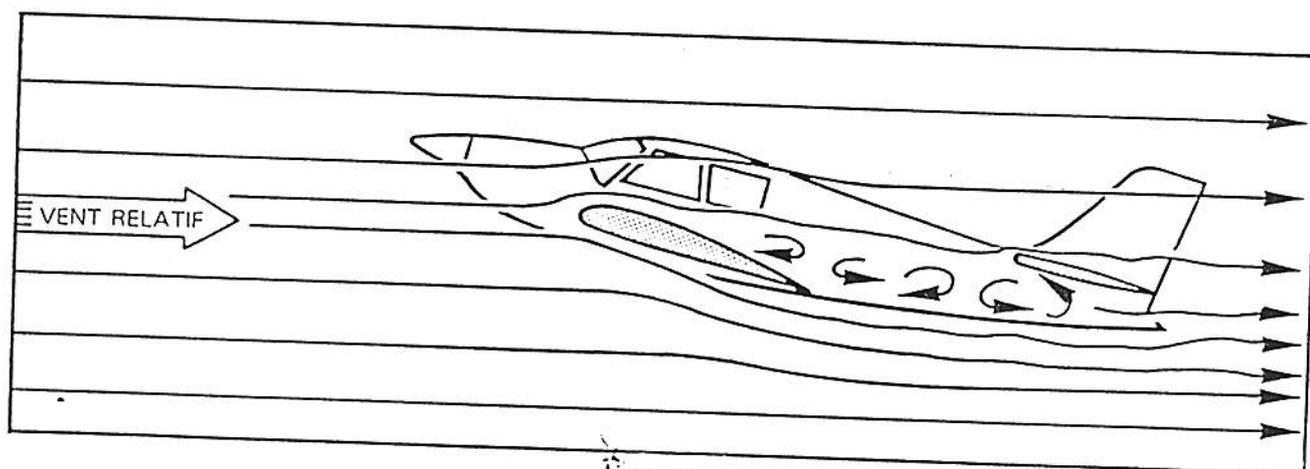


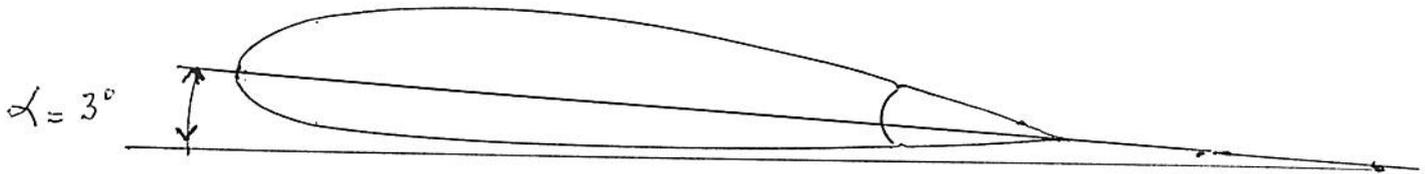
Fig. 2.

Le décrochage présente un danger s'il survient à faible hauteur. L'avion a en effet tendance soit à s'enfoncer, soit à effectuer une abattée, ce qui entraîne une perte importante d'altitude.

### Les gouvernes :

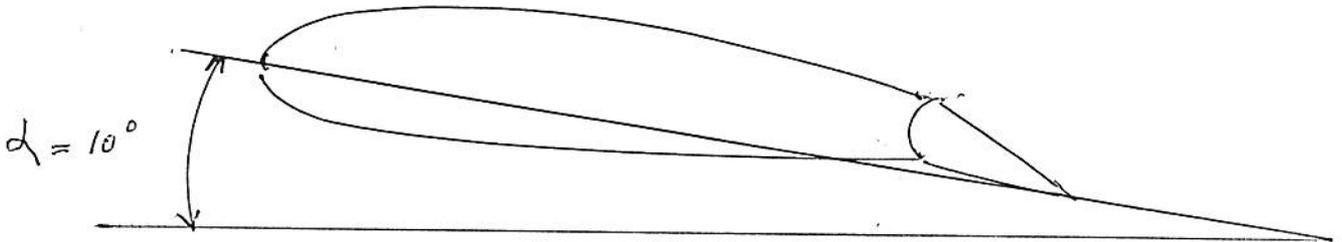
Nous avons vu que la corde de référence est une droite passant par le milieu du bord d'attaque et le bord de fuite.

Plaçons une gouverne au bord de fuite et braquons la :



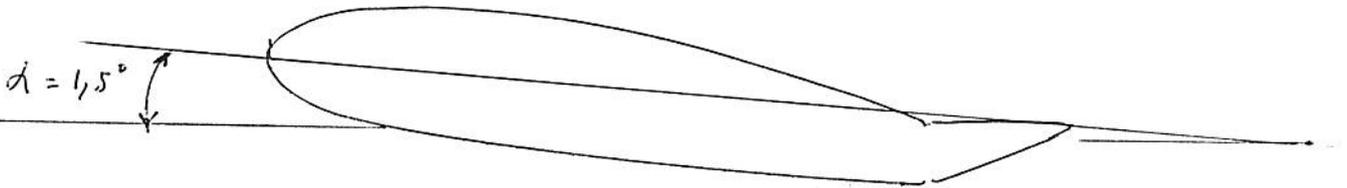
A)

la résultante aérodynamique augmente



B)

la résultante aérodynamique diminue. (voir cours plus loin)

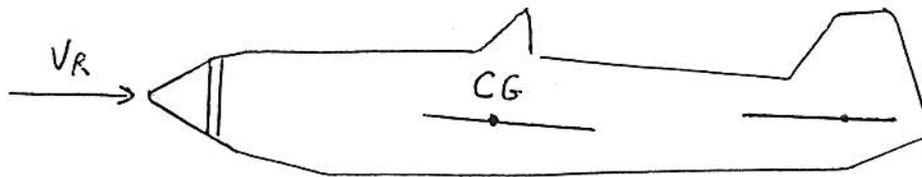


La corde passant toujours par les mêmes points, nous observons un basculement de la corde par rapport au vent relatif. Ce basculement influe directement sur la valeur d' $\alpha$  sur toute la longueur du profil concerné par la gouverne. (le restant du profil gardant bien évidemment la même incidence).

A = gouverne basculée vers le bas : la corde bascule vers le bas et  $\alpha$  augmente donc  $R_z$  augmente ainsi que  $C_x$ .

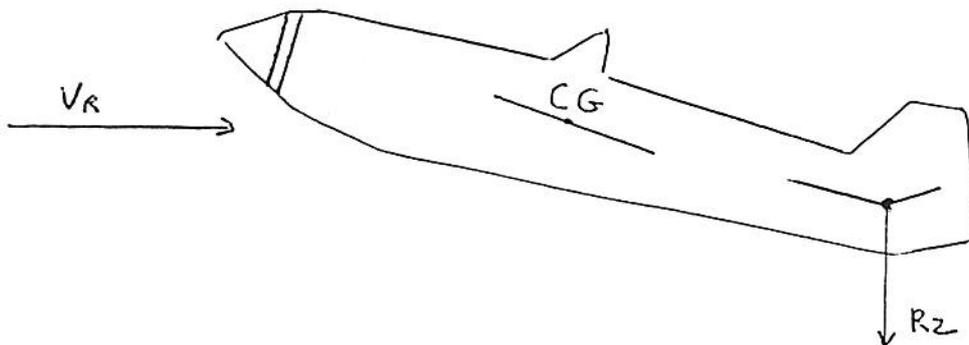
B = gouverne basculée vers le haut : la corde bascule vers le haut et diminue donc  $R_z$  diminue ainsi que  $C_x$ .

## Action sur la profondeur



Vol en palier : le volet de profondeur est au neutre

La différence de pressions exercée sur l'intrados et l'extrados du stabilisateur est nulle.

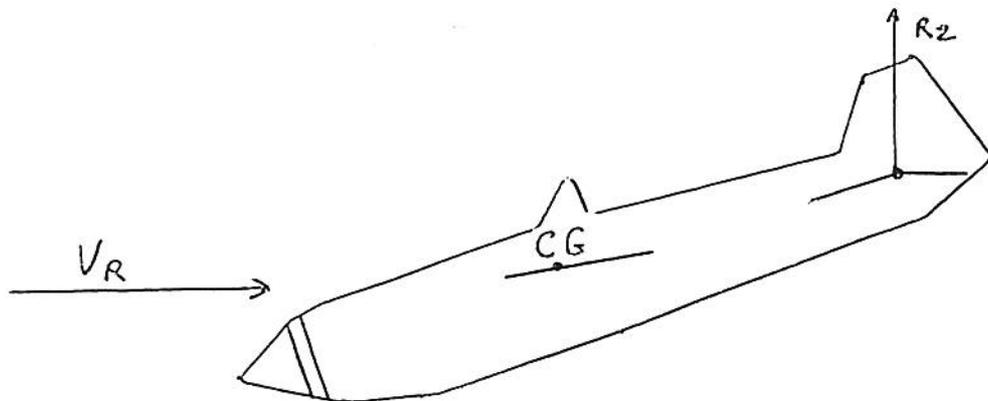


Vol en montée : le volet de profondeur est braqué vers le haut.

La différence de pression exercée sur l'extrados et l'intrados du stabilisateur est telle que la résultante aérodynamique  $R_z$  est dirigée vers le bas.

On obtient une zone de dépression sur l'intrados et une zone de pression sur l'extrados.

- L'avion pivote autour du centre de gravité, autour de l'axe de tangage, le nez vers le haut.



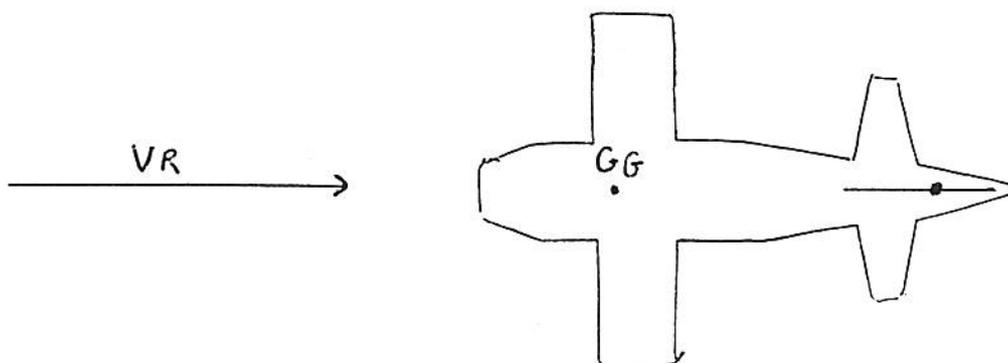
Vol en descente : le volet est braqué vers le bas.

La différence de pression exercée sur l'extrados et l'intrados du stabilisateur est telle que la résultante aérodynamique  $R_z$  est dirigée vers le haut.

On obtient une zone de dépression sur l'extrados et une zone de pression sur l'intrados.

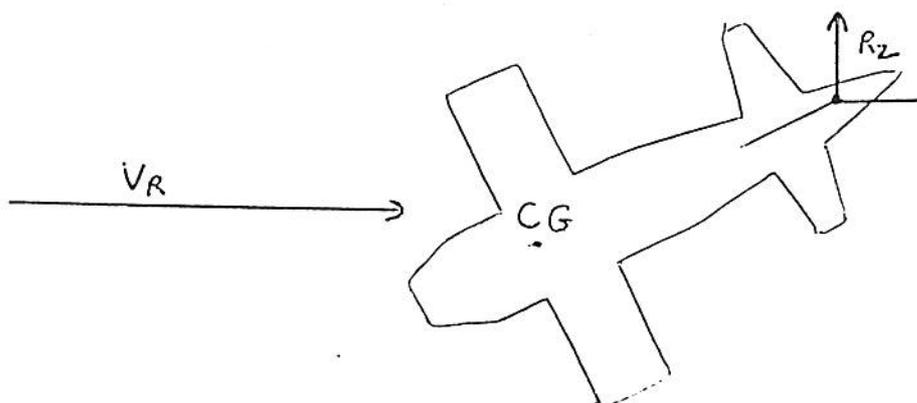
L'avion pivote autour du centre de gravité, autour de l'axe de tangage, le nez vers le bas.

## Action sur la direction



Vol rectiligne : le volet de dérive est au neutre

La différence de pression exercée sur l'intrados et l'extrados de la dérive est nulle.

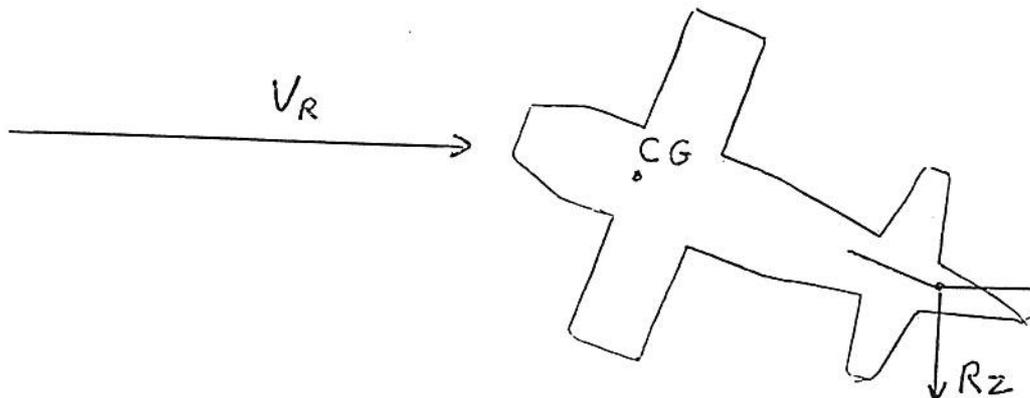


Le volet de dérive est braqué à gauche.

La différence de pression exercée sur l'extrados et l'intrados de la dérive est telle que la résultante aérodynamique  $R_z$  est dirigée vers la droite.

On obtient une zone de dépression sur l'extrados et une zone de pression sur l'intrados. (vue de dessus).

L'avion pivote autour du centre de gravité, autour de l'axe de lacet, le nez vers la gauche.



Le volet de dérive est braqué à droite.

La différence de pression exercée sur l'extrados et l'intrados de la dérive est telle que la résultante aérodynamique  $R_z$  est dirigée vers la gauche.

On obtient une zone de dépression sur l'intrados et une zone de pression sur l'extrados. (vue de dessus).

L'avion pivote autour du centre de gravité, autour de l'axe de lacet, le nez vers la droite.

### Le roulis induit :

Lorsqu'on applique une déflexion sur la direction, l'avion pivote autour de son centre de gravité CG selon son axe de lacet. La conséquence immédiate est que la vitesse du vent relatif diminue sur l'aile à l'intérieur du virage et qu'elle augmente sur l'aile extérieure au virage.

Cette différence de vitesse du vent relatif entre les deux ailes va donc générer une différence de portance.

L'aile extérieure au virage a une résultante aérodynamique supérieure à celle de l'aile intérieure au virage, elle vole plus vite. Ceci va donc soulever l'aile extérieure et abaisser l'aile intérieure.

Ce phénomène s'appelle le **roulis induit**.

Sur un avion deux axes, ce phénomène est utilisé pour effectuer un virage.

Cependant, ce type de virage, dérapé au moment où on l'engage, n'est pas aérodynamiquement correct : il y a dérapage et la traînée totale de l'avion augmente.

De plus, le profil de l'aile n'est plus perpendiculaire au vent relatif. Ceci détruit en partie le rendement aérodynamique.

### Action sur les ailerons :

Lorsque les ailerons sont au neutre, les résultantes aérodynamiques de chaque aile sont égales.

Lorsqu'un des ailerons est baissé et l'autre levé, les résultantes aérodynamiques de chaque aile sont différentes.

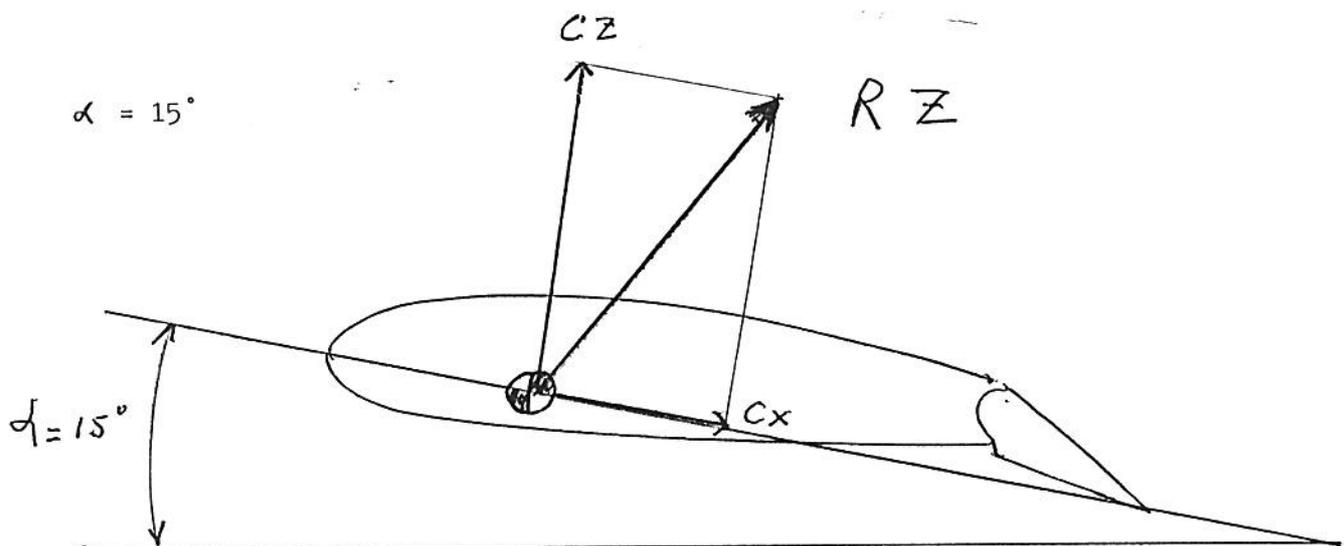
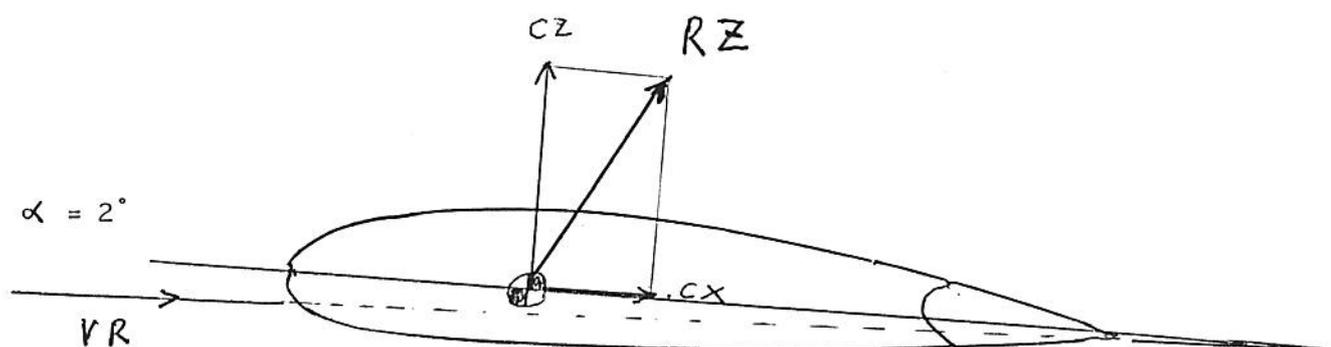
La différence de portance entre les deux ailes force l'avion à s'incliner.

### Conséquence aérodynamique du braquage d'une gouverne :

Nous avons vu que :

si  $\alpha$  augmente :  $C_z$  et  $R_z$  augmentent

$C_x$  et  $R_x$  augmentent



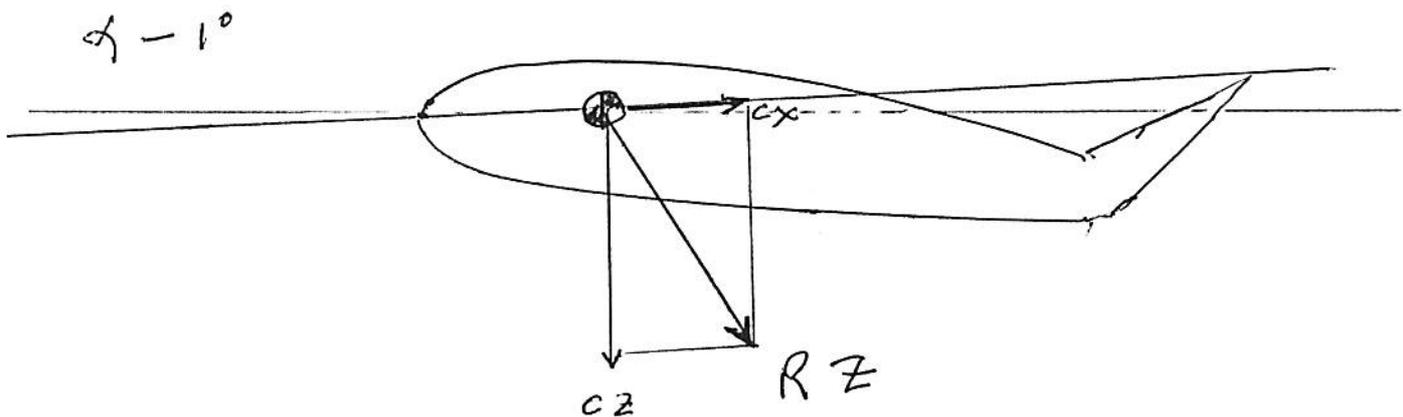
$R_z$  augmente, l'aile se soulève

Nous avons vu que :

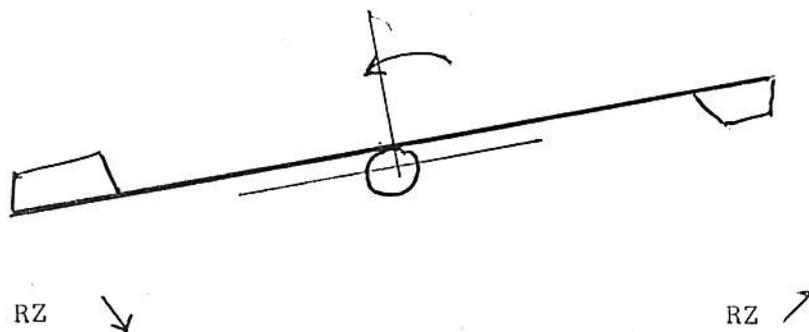
si  $\alpha$  diminue :  $C_z$  et  $R_z$  diminuent  
 $C_x$  et  $R_x$  diminuent

$R_z$  peut même s'inverser de sens.

Sur une variation d' $\alpha$  de  $+10^\circ$  à  $-10^\circ$ ,  $R_z$  évoluera d'une valeur forte dirigée vers le haut jusqu'à une valeur forte dirigée vers le bas.



$R_z$  diminue fortement, ou même s'inverse, l'aile s'abaisse.



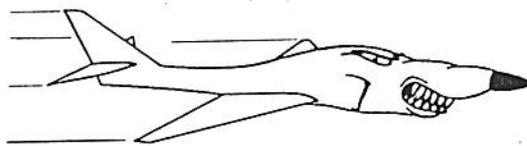
### Le lacet inverse

C'est un mouvement qui se produit autour de l'axe de lacet, dans le sens opposé à l'inclinaison lorsqu'on procède à la mise en virage d'un avion ou d'un planeur en agissant uniquement sur la commande des ailerons.

L'avion s'incline du côté voulu mais avec le nez se déplaçant dans le sens contraire à l'inclinaison. (angle pouvant faire entre  $5^\circ$  et  $15^\circ$  généralement sur des machines courantes).

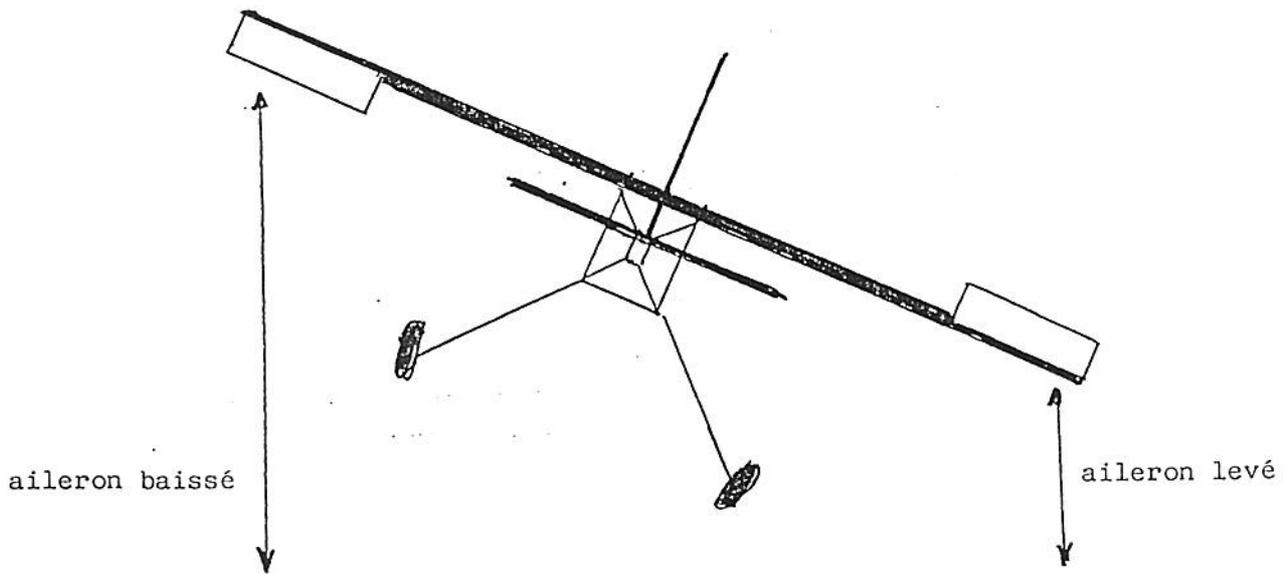
Les effets du lacet inverse sont d'autant plus importants que l'envergure de l'aile est grande ; plus le bras de levier  $bl$  (voir figure) est important.

Donc, plus l'envergure sera conséquente, plus la force appliquée en bout d'aile affectera la trajectoire. C'est une question de bras de levier. Comparez l'envergure d'un Delta avec celle d'un planeur de compétition !



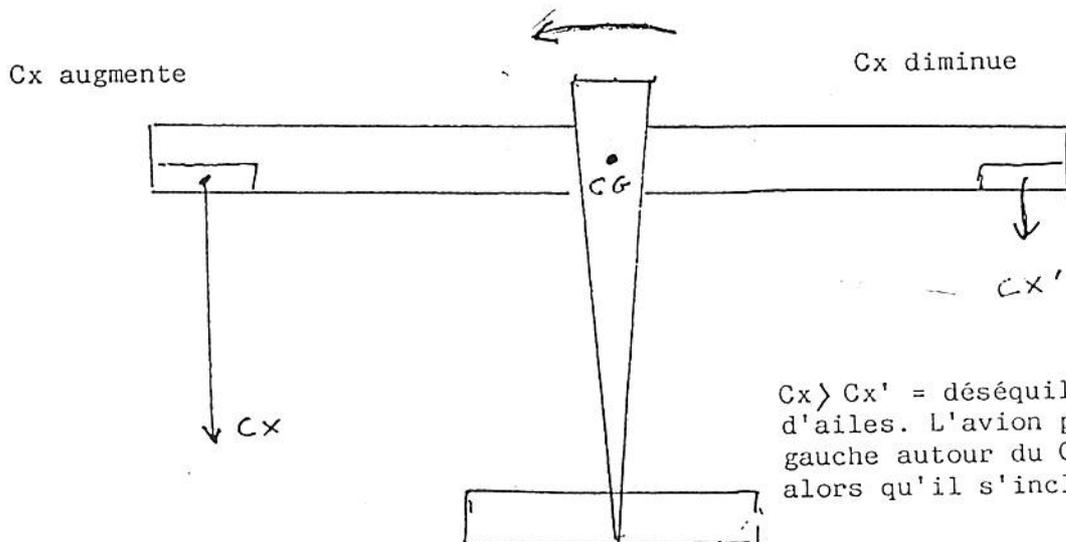
Le lacet inverse

## AVION VU DE L'ARRIERE



L'angle d'attaque augmente puisque la corde a basculé vers le bas. Or si  $\alpha$  augmente, la portance et la traînée augmentent.

L'angle d'attaque diminue puisque la corde a basculé vers le haut. Or si  $\alpha$  diminue, portance et traînée diminuent.



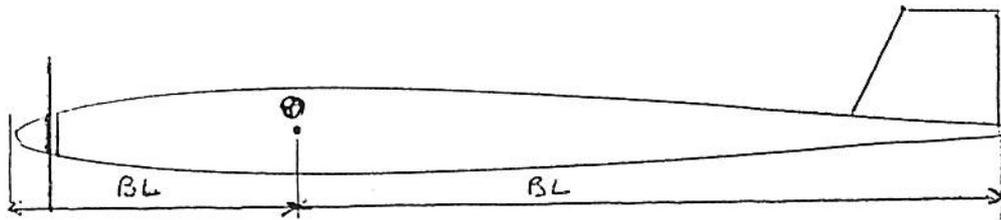
$C_x > C_x' =$  déséquilibre en bouts d'ailes. L'avion pivote vers la gauche autour du Centre de Gravité alors qu'il s'incline à droite.

Donc, si on s'incline à droite, le nez a tendance à se déplacer vers la gauche et vice versa.

Le centre de gravité :

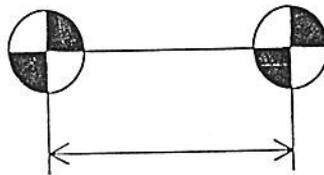
Sur les plans , le centre de gravité est représenté par le symbole : 

C'est le point autour duquel s'ordonnent toutes les masses constituant la structure de l'avion lorsqu'il est en équilibre statique.



On comprend que plus la distance à laquelle se situe un poids donné par rapport au CG est grande, plus son influence sur l'équilibre est grand. Cette distance s'appelle le bras de levier. (BL)

Sur le schéma ci-dessus, on voit que si on ajoute 50 g de plomb dans le nez ou dans la queue, l'équilibre ne sera pas le même que sans plomb, mais que pour une variation angulaire équivalente, il faudra davantage lester le nez que la queue ! Vous trouverez souvent sur les plans les deux symboles de CG :

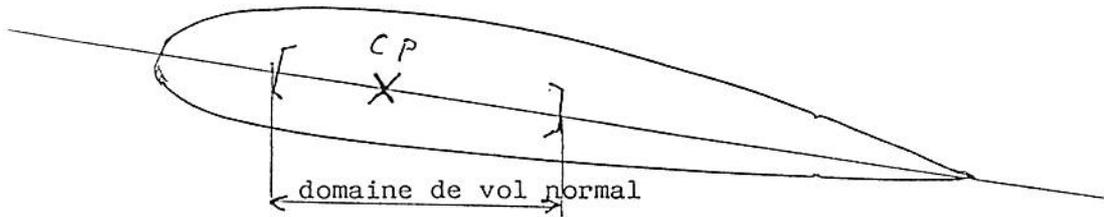


Ils indiquent la plage de centrage avec une limite de centrage avant et une limite de centrage arrière.

Pour un avion de début, le centrage doit être légèrement avant, c'est à dire que lorsque l'avion est maintenu en équilibre au milieu de la plage de centrage, l'angle entre l'horizontale et l'axe longitudinal du fuselage doit être compris entre 3° et 5°. Ce centrage se contrôle lorsque l'avion est terminé avec un réservoir VIDE.

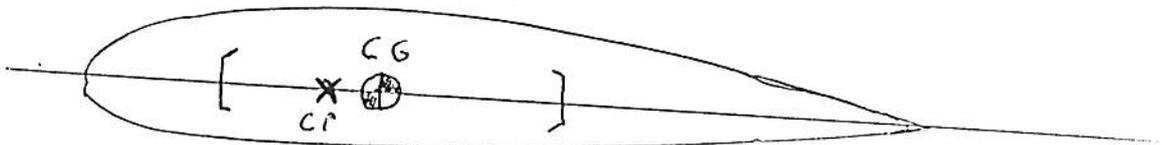
Lors de la construction, avant de fixer la platine des servomoteurs dans le fuselage et de placer la batterie, faites un pré contrôle de centrage avec le moteur et le réservoir afin de déterminer l'emplacement optimum de la platine servomoteur. Ceci permet d'ajouter un minimum de lest par la suite pour effectuer le centrage de l'avion. L'avion aura donc une masse moins importante lorsqu'il sera terminé, donc il sera plus agréable à piloter.

En vol, il faut tenir compte du point d'application de la résultante aérodynamique  $R_z$  : le centre de poussée : CP



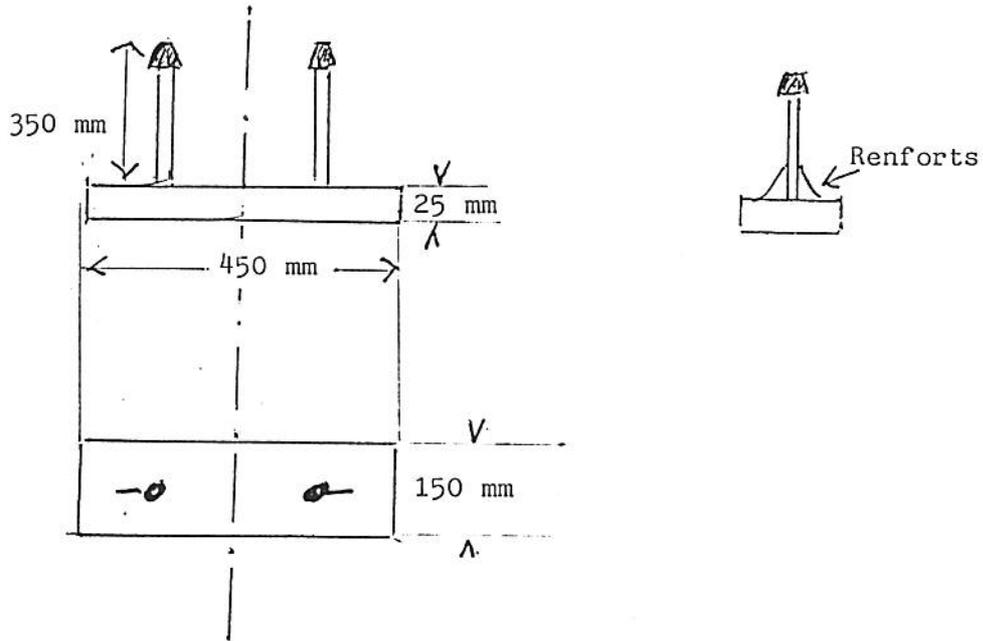
Ce point d'application n'est pas fixe et sa position évolue en fonction de l'angle d'attaque. En général, si  $\alpha$  augmente et si la vitesse diminue, le centre de poussée recule progressivement jusqu'au moment du décrochage où il recule brutalement.

Cependant, dans le domaine de vol normal (palier, descente, montée, virage) si le centrage statique est correct, le centre de poussée et le centre de gravité coïncident ou sont très proches l'un de l'autre.

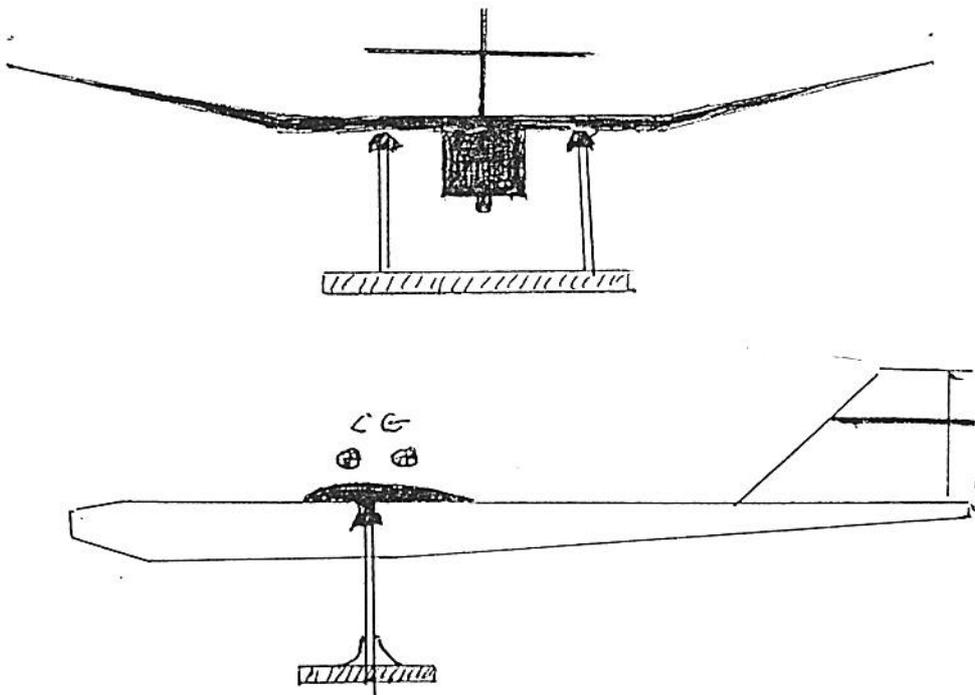


Donc, en vol, ces deux points servent de références autour desquelles l'avion se meut par rapport à ses trois axes. Plus ces deux centres sont éloignés, plus le pilotage devient difficile et par conséquent, le risque de crash augmente.

## POTENCE DE CENTRAGE



Il est recommandé de repérer, d'une façon définitive l'emplacement du centre de gravité sur le fuselage ou sur l'aile. On peut ainsi rapidement vérifier le centrage si besoin est.



# ETUDE DES TRAJECTOIRES DANS LE PLAN VERTICAL

## Le vol en palier

Rappelons que trois forces agissent sur l'avion et sont appliquées en son centre de gravité en vol stabilisé :

- le poids,  $P$  ;
- la traction,  $F$  ;
- la résultante aérodynamique,  $R_a$ .

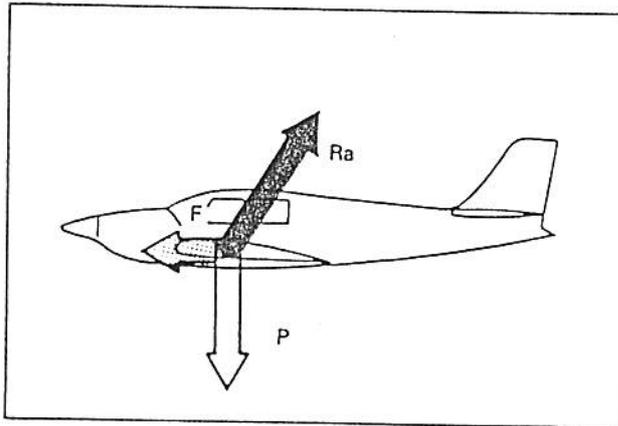


Fig. 4.

### Remarque 1 :

La traction  $F$  sert à l'établissement d'une vitesse qui assure la portance et au contre de la traînée engendrée par cette vitesse. Lorsque le palier stabilisé est obtenu, seule la deuxième fonction est assurée puisque la vitesse est supposée acquise au préalable grâce à la première fonction.

### Remarque 2 :

Souvent on décomposera la résultante aérodynamique  $R_a$ , en traînée et portance.

## Contrôle du vol en palier

Il s'effectue en affichant une assiette, à l'aide des références extérieures ou de l'horizon artificiel. Vous noterez que le variomètre, qui permet de contrôler que l'avion reste effectivement en palier, ne peut pas être utilisé pour l'affichage de l'assiette, du fait du retard de ses indications.

En fonction de la puissance affichée, la vitesse et par conséquent l'assiette, sont différentes.

## Modification de trajectoire à cabrer

Cette modification est obtenue par une action sur le manche vers l'arrière. Cette action doit être maintenue jusqu'à ce que l'avion ait atteint l'assiette désirée.

## Le vol en montée

Le poids n'est plus perpendiculaire au vecteur vitesse : il admet une composante qui s'ajoute à la traînée. Pour compenser cette augmentation de traînée, vous devez augmenter la traction, donc la puissance affichée.

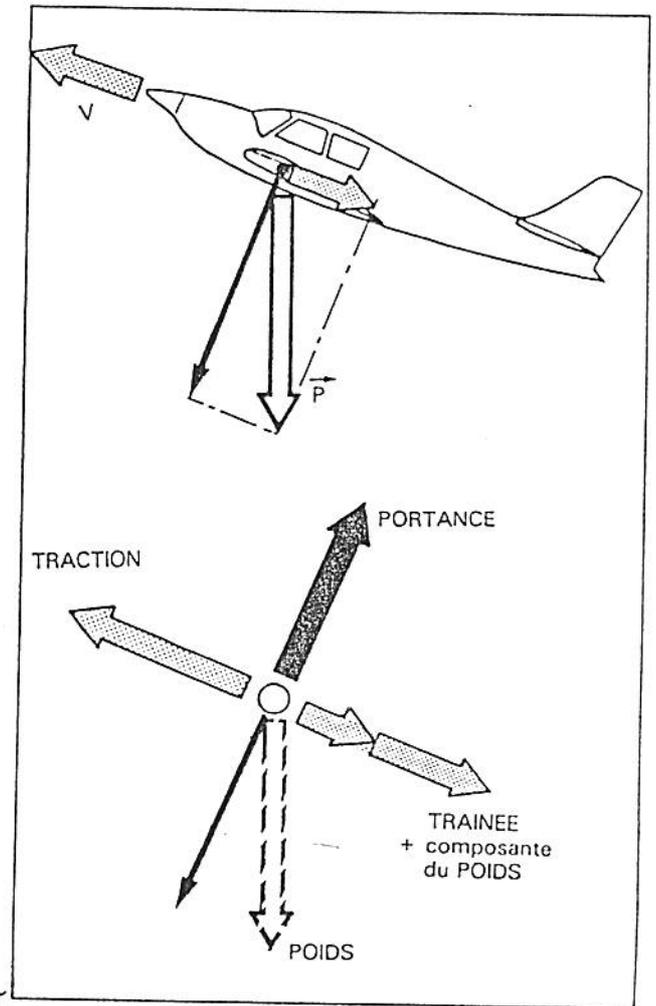


Fig. 5.

Le paramètre qui doit être maintenu constant en montée est la vitesse.

Cette vitesse est obtenue en affichant l'assiette correspondante.

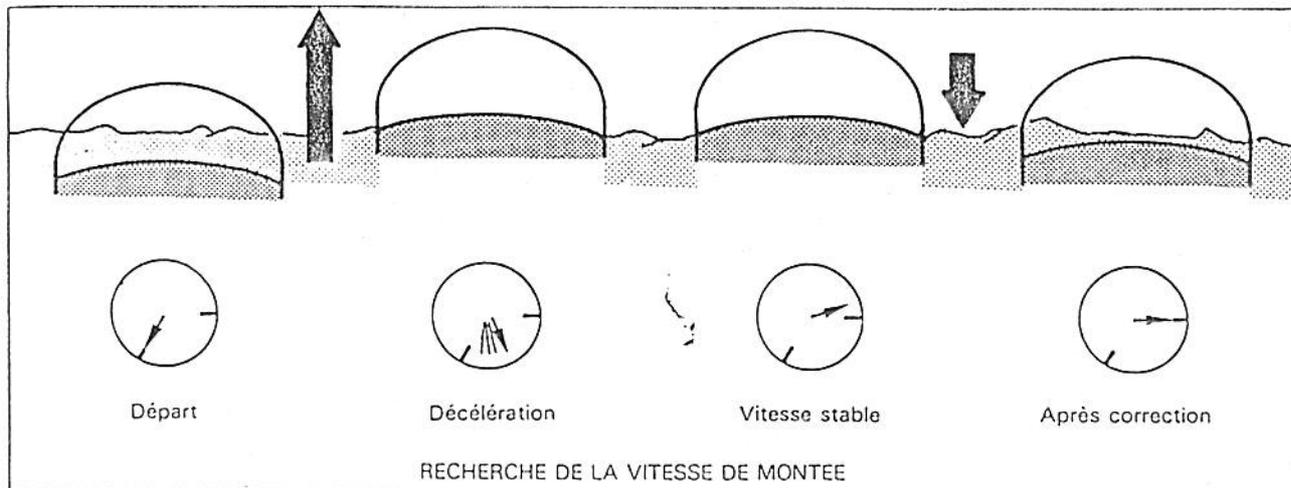


Fig. 6.

### Modification de trajectoire à piquer

Elle s'obtient par une action sur le manche vers l'avant. Cette action sera maintenue jusqu'à ce que l'avion ait atteint l'assiette désirée.

### Le vol en descente

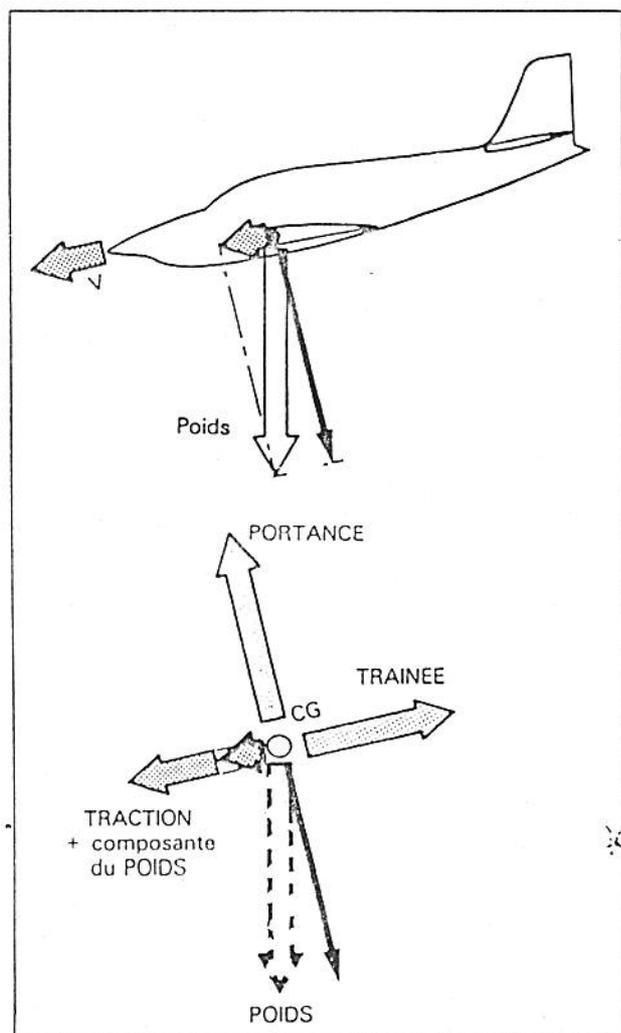


Fig. 7.

Le poids admet dans ce cas une composante qui s'ajoute à la traction. Vous avez donc le choix entre maintenir la puissance affichée (bénéficiant ainsi d'une augmentation de vitesse) ou réduire la puissance (si vous désirez maintenir une vitesse constante).

### ETUDE DES TRAJECTOIRES DANS LE PLAN HORIZONTAL

#### Le virage

Une simple idée des ordres de grandeur des forces en présence permet d'éliminer définitivement l'hypothèse que, pour virer, il faut « tourner » le nez de l'avion vers la direction souhaitée (au palonnier, par exemple) comme on le ferait en voiture. On pourrait croire que la force développée par le moteur peut créer un virage si on pouvait l'orienter dans la direction souhaitée. Il n'en est rien :

Soit un avion de masse 1200 kg, équipé d'un moteur de 200 CV, fonctionnant à 75 % de sa puissance, volant à 130 kt. En supposant qu'on puisse « orienter » le nez de l'avion de 30° vers le virage, et qu'on puisse maintenir cet angle (ce qui nécessiterait des efforts très importants dans la pratique), la force tractrice du moteur (qui vaut :

$$\frac{P}{V} = \frac{200 \times 736 \times 0,75}{130 \times 0,5144} = 1650 \text{ N}$$

(1 Cv = 736 W et 1 Kt = 0,5144 m/s) a une composante déviatrice de moitié, soit 825 N. Tandis qu'en inclinant l'avion de 30° latéralement (fig. 8), la por-

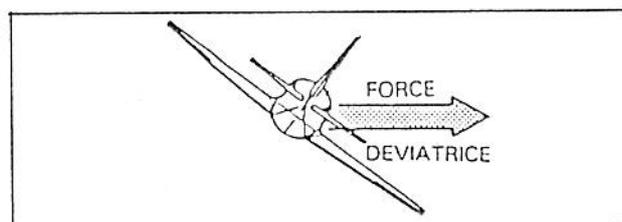


Fig. 8.

tance a une composante déviatrice vers l'intérieur du virage souhaité égale à la moitié de sa valeur, soit :

$$\frac{mg}{2} = \frac{1200 \times 9,81}{2} = 5886 \text{ N}$$

La force déviatrice ainsi créée est sept fois plus grande que dans le premier cas, donc bien plus efficace pour créer le virage.

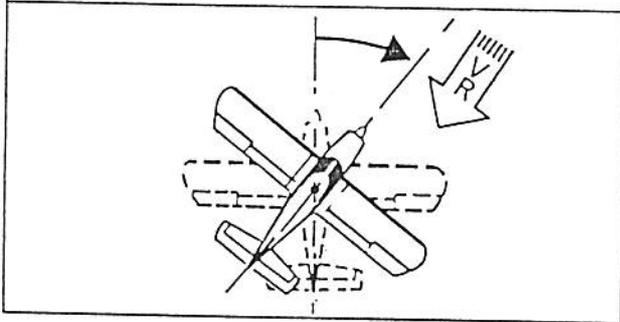


Fig. 9.

(note : les calculs présentés ici ne sont pas au programme du brevet de pilote privé : ils sont exposés ici à titre indicatif pour les « curieux »).

Ainsi, il suffit d'incliner la portance.

Alors, on crée une force déviatrice qui amène l'avion vers l'intérieur du virage qu'on souhaitait lui faire prendre (fig. 8) ; mais alors, comment tourne-t-il ? Comment son nez s'orienté-t-il tangentiellment au virage ? Simplement par « effet de girouette ».

En effet : la figure 8 équivaut à un avion recevant un vent relatif de sa droite : il aura tendance à s'aligner dans le lit du vent, il pivote donc autour d'un axe vertical et le nez s'aligne ainsi tangentiellment au virage (fig. 9).

Finalement :

Action sur le volant (ou sur le manche) à droite → virage à droite.

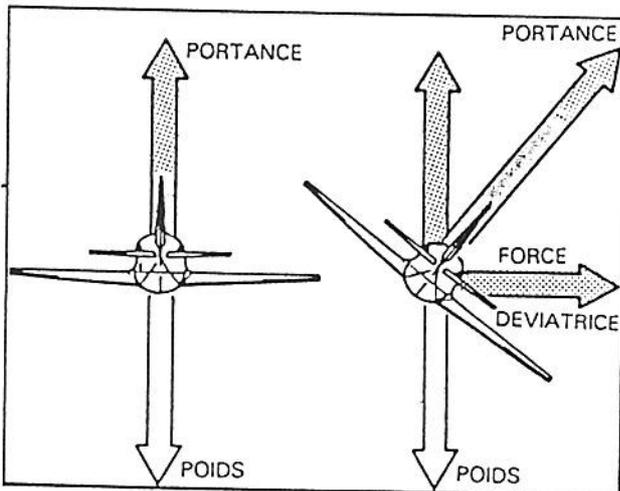


Fig. 10.

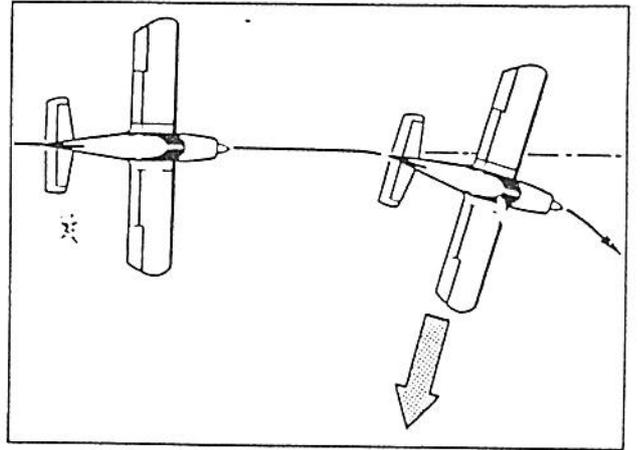


Fig. 11.

Action sur le volant (ou sur le manche) à gauche → virage à gauche.

Enfin, la trajectoire décrite par l'avion est représentée ci-dessous.

#### IV TECHNIQUES POUR CONTROLER A DISTANCE LES GOUVERNES DE L'AVION :

La radiocommande :

Une radiocommande est constituée par :

- un **émetteur** à partir duquel le pilote émet des ordres
- un **récepteur** qui reçoit les ordres du pilote
- Des **servomécanismes** ou servomoteurs qui transforment les impulsions radioélectriques traduisant les ordres du pilote en mouvements mécaniques ; ces mouvements mécaniques sont transmis aux gouvernes de l'avion par des dispositifs de timoneries.

Une radiocommande fonctionne avec de l'énergie électrique fournie par des **accumulateurs**. Il y a une batterie (pack) d'accumulateurs dans l'émetteur et une dans l'avion.

L'émetteur et le récepteur ne sont pas reliés physiquement par un mécanisme. Le lien est l'**onde hertzienne** (vibration électromagnétique) qui se propage dans l'air sans support matériel.

**Un émetteur** met en vibration le champ magnétique grâce à l'antenne.

**Un récepteur** reçoit les vibrations de ce champ magnétique via son antenne et les transforme en signaux électriques qui serviront à actionner les servomoteurs.

L'onde hertzienne se caractérise par sa puissance (watt) et sa longueur.

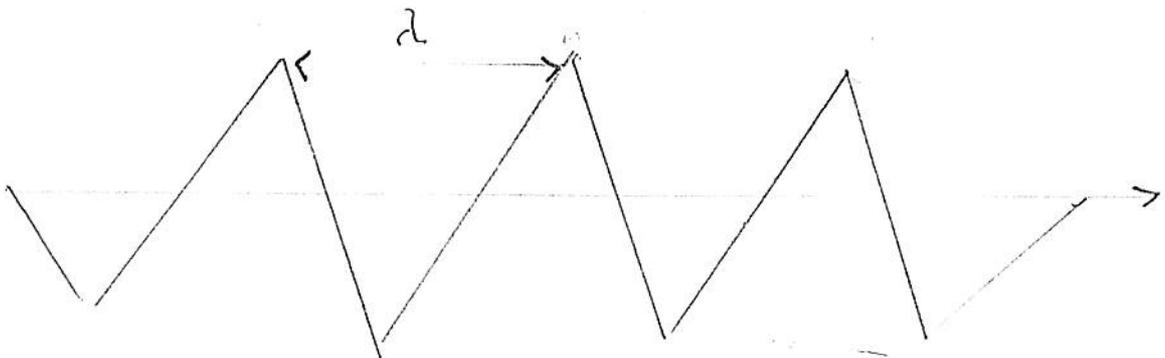
La puissance influe sur la portée au delà de laquelle le récepteur de l'avion ne recevra plus les ordres de l'émetteur. La puissance de l'émetteur est réglée par le constructeur de la radiocommande, elle est réglementée.

Par contre, le vieillissement et les mauvais traitements que l'on fait subir aux ensembles radiocommandés détériorent leurs qualités. Aussi faut-il, avant chaque séance de vol, vérifier que la portée de l'émetteur est correcte. Cette vérification est essentielle.

Pour cette vérification, il faut s'éloigner de l'avion avec l'antenne de l'émetteur non déployée et déterminer la distance critique à partir de laquelle les ordres ne parviennent plus au récepteur. Si elle est inférieure à 50 mètres il y a un problème.

Cet essai de portée se pratiquera avec un moteur arrêté puis en marche, bien entendu il faut être à deux pour l'effectuer (l'un tenant fermement l'avion, l'autre actionnant l'émetteur, tout en s'éloignant de l'avion, antenne rentrée).

La longueur de l'onde est la distance entre deux points consécutifs de même phase, de la vibration considérée.



$\lambda$  = Lambda: longueur d'onde

Les ondes électromagnétiques se propagent à environ la vitesse de la lumière, soit 300 000 kilomètres par seconde. En connaissant la vitesse de l'onde et la distance entre deux points de même phasage, soit la longueur de l'onde, on peut en déduire sa période.

La période d'une onde est le temps qui s'écoule pour qu'en partant d'un phasage quelconque, on revienne à la même valeur de phasage.

Supposons que ce temps soit d'une seconde, c'est à dire que toutes les secondes on retrouve la même phase, soit un battement ou une vibration par seconde, on dit que cette phase revient avec une fréquence de un hertz (Hz).

Le hertz est une unité qui caractérise combien de fois par seconde, on retrouve un même phasage. Par exemple, un phasage qui se produirait deux fois par seconde aurait une fréquence de deux hertz.

Les bandes de longueurs d'ondes sur lesquelles fonctionnent les radiocommandes sont exprimées en décamètres.

Les bandes de fréquence qui en découlent sont comprises autour des 41 et 72 mégahertz (Mhz). Ce sont actuellement les deux seules bandes de fréquences autorisées par les PTT pour le modélisme.

L'ajustement pour une fréquence donnée se fait par des quartz.

- Un quartz à l'émission dans l'émetteur (marqué tx)
- Un quartz à la réception dans le récepteur (marqué rx)

Ces deux quartz forment une paire de quartz, conçue pour fonctionner ensemble sur un type de matériel défini par le constructeur. Ils sont accordés.

Attention aux panachages de quartz et de type d'ensemble radiocommande. Des incidents radio entraînant la perte du modèle peuvent survenir.

On ne peut pas faire fonctionner correctement, en même temps, deux radiocommandes réglées sur la même fréquence ou sur des fréquences trop proches. Les émetteurs brouillent la réception de tous les récepteurs calés sur la même fréquence.

Il est impératif de demander les fréquences utilisées par les autres pilotes et d'annoncer la vôtre, même si le panneau de fréquence indique que votre fréquence est libre.

V L'UTILISATION DU MODELE REDUIT

V 1 LES RESPONSABILITES :

Les mauvaises habitudes font que l'on a tendance à faire un peu n'importe quoi en vol. Est-ce raisonnable ? Non, pour des raisons de sécurité.

La préparation du modèle a été faite pour que celui-ci puisse fonctionner avec le maximum de fiabilité, donc de sécurité pour l'avion mais également pour les tiers. Il serait fort dommage de réduire tous ces efforts à néant par un crash pour ne pas avoir respecté les règles de sécurité élémentaires.

Tout d'abord, il faut avoir conscience que l'on est rarement seul en bordure de piste, en tant que pilote ou spectateur. Personne ne souhaite être heurté par un modèle, même dans son jardin ou au volant de son véhicule. Nos modèles réduits sont des armes mortelles ! Il y a malheureusement eu des décès consécutifs à des accidents dus à la négligence.

Du point de vue de la réglementation, la pratique de notre activité est soumise au contrôle de différents organismes :

- D.G.A.C : Direction Générale de l'Aviation Civile
- Assureur : Assurance couvrant l'activité
- TELECOM : Licence d'utilisation de station radioélectrique.

La D.G.A.C nous impose une réglementation sur les caractéristiques de nos appareils et sur les zones d'évolution qui nous sont accordées. Les assureurs couvrent les dégâts que nous sommes susceptibles de causer avec nos appareils. Les TELECOM nous autorisent à exploiter les fréquences autorisées pour nos radiocommandes.

Il est obligatoire d'être en règle auprès de ces trois organismes, sinon en cas de catastrophe, les séquelles administratives nous suivent à vie. La sécurité n'est pas acquise par le simple fait d'être en règle avec les points énoncés ci-dessus.

La sécurité se joue au niveau des clubs et des individus

Généralement, la "pression" est exercée par le Président du club, qui en cas d'accident causé par un pilote, sera tenu pour responsable par les instances judiciaires.

La sécurité est l'affaire de tous.

Le premier élément de sécurité est d'avoir sa pince de fréquence.

Le second élément de sécurité est d'avoir du matériel en état de fonctionner.

Le troisième élément de sécurité est d'être responsable et de se comporter en adulte.

Le quatrième élément de sécurité est d'avoir été bien formé.

## V 2 VERIFICATION DE L'HABITACLE

Vérifier l'état général de la structure. Aucune fissure ne doit être tolérée, de même des pièces décollées, des écrous desserrés sont à proscrire. Réparer avant de voler.

Vérifier la fixation du train d'atterrissage, la libre rotation des roues qui doivent être retenues latéralement sur leur axe, la symétrie. Vérifier que les capots et les trappes de visite ne puissent pas se détacher du modèle au cours du vol.

La platine des servomoteurs doit être bien fixée au fuselage et non pas décollée ou dévissée. Les servomoteurs doivent être bien vissés sur leur platine. Les palonniers des servomoteurs doivent être impérativement vissés sur les servo.

Les chapes doivent être correctement enclenchées (verrouillées le cas échéant par de la durite) sur les palonniers. Les chapes doivent être bien vissées et freinées par un contre écrou sur leurs embouts. Les embouts de ces chapes doivent être bien fixés sur les tiges ou les câbles de commande des gouvernes.

Les guignols des gouvernes doivent être bien enclenchés dans les chapes et correctement fixés sur les gouvernes.

les jeux mécaniques, les frottements, les points durs et le flambage ne doivent pas exister dans les timoneries.

Les gouvernes doivent être correctement fixées à leur plan fixe, généralement au moyen de charnières verrouillées par de la colle ou des cure-dents. Lorsque les charnières sont réalisées par du scotch ou du solar film, veillez à ce que ceux-ci ne soient pas endommagés : il est très dangereux de perdre une gouverne en vol surtout si c'est celle de la profondeur. Vérifier de temps à autre la libre mobilité de ces gouvernes en les déconnectant de leurs timoneries. Elles doivent basculer dans les deux sens sous leur propre masse.

### V 3 VERIFICATION DES ELEMENTS SUSTENTATEURS

Vérifier que l'aile ne soit pas fissurée, notamment en son milieu.

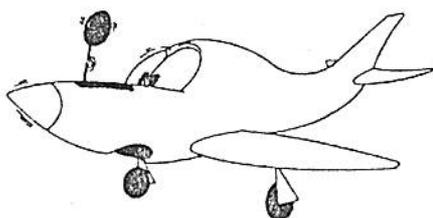
Les longerons, les bords d'attaques et les bords de fuites ne doivent pas être en cours de rupture.

Les volets de commandes doivent être bien fixés.

L'entoilage doit être en bon état, ne doit pas pouvoir s'arracher en vol surtout si l'aile est en structure !

Le système de fixation de l'aile est-il toujours fiable ? Les vis en bon état, les élastiques : quatre au minimum, six pour un modèle d'envergure  $\leq$  à 1,5 m.

Après usage, les élastiques devront être nettoyés et stockés dans du talc. Au moindre doute sur leur état, changez les !



*Attention à ne pas se tromper  
lors du montage du train...*

V 4 VERIFICATION DE L'INSTALLATION RADIO

Maintenant, toujours muni de sa pince de fréquence, vérifier l'installation radio.

- Mettre en marche l'émetteur puis le récepteur.
- L'interrupteur tient-il toujours en place, ne peut-il pas s'ouvrir en vol coupant ainsi l'alimentation du récepteur et des servomoteurs ?
- Les câbles des servomoteurs sont-ils scotchés au récepteur ainsi que les prises entre elles ?
- Les câbles et les prises des servomoteurs sont-ils en bon état ? Un câble endommagé provoque, par sa rupture au cours d'un vol, la perte (avec fracas) de l'avion !
- Les servomoteurs fonctionnent-ils correctement ? Pas de grincements ? les chapes sont-elles toujours sur les palonniers et les guignols ?
- L'accumulateur est-il bien fixé ? Certains accumulateurs ont la fâcheuse tendance à vouloir rompre leur câble électrique, bloquer des fonctions mécaniques ou s'éjecter en vol !
- Fixer l'aile sur le fuselage, ne pas oublier de connecter les servomoteurs de l'aile.
- Les servomoteurs fonctionnent-ils normalement, après le montage de l'aile (éléments qui viennent les freiner ou les bloquer) ?
- Les accumulateurs ont-ils été chargés dans les dernières 24 heures ?
- Les gouvernes doivent débattre dans le bon sens et avec la bonne amplitude.
- Le programme de l'émetteur est-il le bon ?
- Le fil d'antenne du récepteur doit être entier et cheminer par les points prévus.
- Contrôler la portée radio.
- Est-ce que le modèle est correctement monté ? Ailes bien axées dans les trois dimensions ?
- Le centrage dans le domaine de vol monotone, sportif ou submersible ?

Maintenant, l'avion semble vérifié et apte pour effectuer un vol.

V 5 LE DEROULEMENT DE BASE DU VOL

- Faire le plein de carburant sans remplir le moteur ou le fuselage !
- Contrôler le sens de débattement des gouvernes, y compris les positions plein gaz et ralenti.
- Vérifier que le programme de l'émetteur est le bon.
- Positionner correctement les trims de l'émetteur
- Amener le modèle à la caisse de démarrage qui ne doit pas être au milieu du parc mais dans la zone d'évolution au sol.
- Vérifier le système de réchauffage de la bougie et le sens de rotation du démarreur.
- Mettre le carburateur en position plein gaz, boucher son entrée d'air avec une main, puis avec l'autre brasser l'hélice sur quelques tours pour amorcer l'arrivée de carburant dans les durites et le moteur.
- Mettre le carburateur en position ralenti.
- Positionner le modèle en évitant d'être dans l'axe de tout rassemblement de personnes ou d'installations, et perpendiculairement à l'axe de la piste.
- Se mettre devant le modèle, brancher la pince d'allumage sur la bougie, tenir le modèle d'une main, puis de l'autre main lancer vigoureusement l'hélice jusqu'au départ du moteur (faites vous aider si possible).
- Faites préchauffer le moteur sans le mettre plein gaz, retirer la pince de démarrage sans laisser les doigts dans l'hélice.
- Mettre au ralenti.
- Porter le modèle sur l'aire de roulage
- Faire un point fixe pendant lequel on vérifie la mise en puissance du moteur et le bon fonctionnement des gouvernes au régime maximal du moteur.
- Vérifier qu'aucun modèle ne soit en circuit d'atterrissage.
- Faire rouler le modèle en début de piste et l'aligner le plus possible face au vent.
- Exécuter le décollage.
- Appliquer les consignes de piste et de vol.
- S'annoncer, à haute et intelligible voix, pour l'atterrissage en début de vent arrière.
- Vérifier que la piste soit entièrement dégagée de toute personne.

- Se poser dans les règles de l'art, attention aux choses abstraites, la planète est réelle !

- Faire rouler le modèle vers la zone de roulage au sol ou aller le chercher sans oublier de s'annoncer.

- Arrêter le moteur en position plein ralenti.

- Couper la réception.

- Couper l'émission.

- Remettre la pince de fréquence au tableau.

- Nettoyer l'avion à fond.

- Inspecter les différentes parties de l'avion en vue de changement de pièces usées ou détériorées.

- Procéder à la remise en état de l'avion pour le prochain vol.

## V 6 CAS DE DIFFICULTE EN VOL

Perte de contact radio ou symptôme similaire :

Passer le moteur au ralenti (ou sortir les aérofreins) et courir vers le modèle réduit aussi vite que possible en tenant l'émetteur bien haut (antenne) et ce jusqu'à ce que l'on reprenne le contrôle de l'aéronef.

Attention, il faut impérativement faire atterrir le modèle en ayant soin d'adopter un vol très stabilisé sans recourir au plein gaz car le problème rencontré peut être de toute autre nature que celui supposé.

En règle générale, lorsque la nature de l'incident technique permet de contrôler un tant soit peu un modèle, il est payant de réaliser un atterrissage forcé réussi (hors piste voire 3 champs plus loin) plutôt que de tenter un atterrissage normal (complètement loupé) sur la piste.

Il vaut mieux planter son modèle volontairement dans une zone déserte plutôt que de le poser dans les spectateurs.

Le pilote en difficulté doit gérer deux problèmes en même temps :

- Le contrôle de son modèle, analyse rapide de la trajectoire avant impact.
- Et surtout, parce que lui seul peut gérer la situation, avertir toutes les autres personnes au sol de prendre la fuite si nécessaire et ce, dans la bonne direction.

Les spectateurs d'un crash sont toujours potentiellement passifs comme hypnotisés par ce qui se déroule sous leurs yeux.

## V 7 L'ORGANISATION DE LA PISTE

La piste d'atterrissage doit être utilisée comme en aviation grandeur, avec les restrictions dues à son emplacement géographique. L'organisation autour de cette piste doit être précise.

- Zone d'évolution au sol
- Axe d'évolution en vol (trajectoires, secteurs de travail, tour de piste, plafonds à ne pas dépasser.
- Zone de survol interdite.
- Zone de perte d'altitude.
- Sens de décollage et d'atterrissage.
- Circuit à main gauche et à main droite.
- Cas de force majeure (panne moteur etc...)

Pendant la phase de décollage, personne ne doit être au devant (et non pas uniquement devant) du modèle et aucun autre en cours d'atterrissage.

Les survols à basse altitude ne doivent jamais se faire en direction d'un rassemblement de personnes ou d'installations.

Toujours vérifier avant de faire passer le modèle devant soi, que personne ne se trouve dans le prolongement de la trajectoire envisagée.

Pendant la phase atterrissage, le pilote doit annoncer ses intentions à claire voix.

Lorsqu'il y a un chef de piste, il représente le Président, qui lui même est mandaté par les autorités de tutelles. Ses décisions, ses instructions et son autorité ne sont, en aucun cas, discutables pendant les vols. S'il y a contestation, cela se discute le soir une fois le dernier avion posé. (voir règlement intérieur joint).

# ESSAIS EN VOL D'UN MODÈLE RÉDUIT ET RÉGLAGE

## I. CENTRE DE GRAVITÉ - CENTRAGE.

Rappelons d'abord brièvement ce que sont :

1° LE CENTRE DE GRAVITÉ (C.G.), point d'application du poids ;

2° LE CENTRE DE POUSSÉE (C.P.), point d'application de la portance.

Pour que l'appareil soit en équilibre de vol, le centre de gravité doit être situé sur la verticale du centre de poussée.

Il convient donc d'avancer le centre de gravité jusqu'au centre de poussée, indiqué en général sur le plan. Cette opération est le centrage.

## II. PRATIQUE DU CENTRAGE.

Le centrage doit toujours se faire en salle, dans un air calme.

Tous les éléments de l'appareil étant mis en place, vous avez recours à l'une des deux méthodes suivantes, choisie d'après le type de l'appareil :

a) Suspendre l'appareil par un fil attaché au bracelet de caoutchouc fixant l'aile au fuselage. Ce fil doit être situé exactement au point de centrage indiqué sur le plan (fig. 144).

b) Placer l'appareil sur un support découpé d'avance dans une planchette 20/10 et cloué contre le rebord d'une table (fig. 145).

Le fuselage est engagé dans l'évidement ; l'aile repose sur les deux arêtes biseautées à la hauteur du point de centrage indiqué sur le plan.

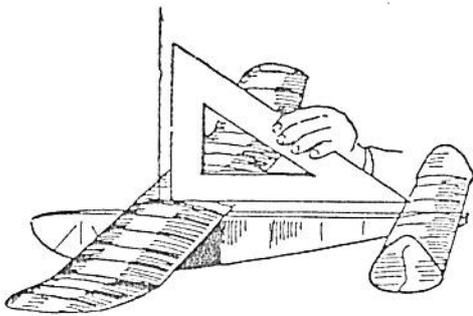


Fig. 144. — Centrage par suspension.

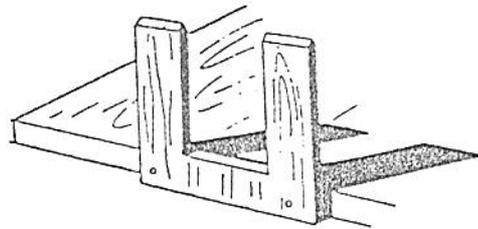


Fig. 145. — Support de centrage fixé au bord d'une table.

Dans les deux cas, introduisez dans la soute à lest du plomb coupé en petits morceaux jusqu'au moment où l'appareil est en équilibre horizontal.

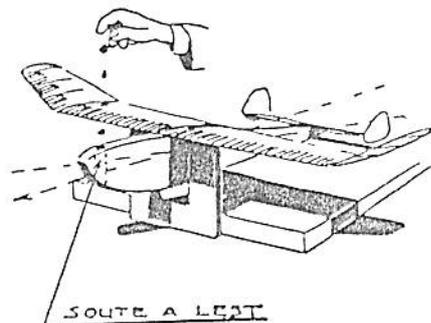
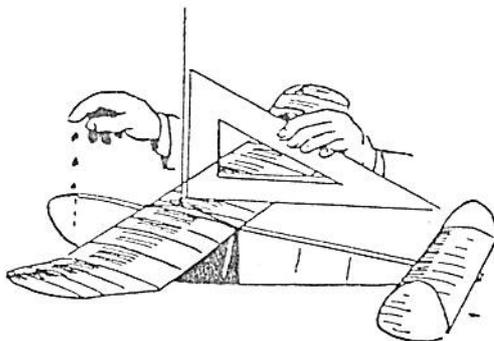


Fig. 146 et 147. — Introduction du plomb dans la soute à lest.

Lorsque vous êtes sûr du **centrage**, ajoutez de la colle dans la soute pour **fixer le plomb**. Sans cette **précaution indispensable**, le déplacement du plomb au cours des vols modifierait sans cesse le centrage.

### III. ESSAIS A LA MAIN.

Vous faites le **réglage définitif** de votre appareil au cours de ces essais en vol sur un terrain plat, bien dégagé, par **vent faible ou nul**. Des obstacles rapprochés (maisons, arbres...) créent des turbulences de l'air et rendent les vols difficiles.

Vous lancez votre appareil **face au vent**. Une fumée, un jet en l'air d'une pincée d'herbe ou de petits morceaux de papier, vous renseigneront sur la direction de celui-ci.

#### 1° VOL CORRECT.

Ce vol demande un **entraînement sérieux** car, pour être bien lancé, l'appareil doit être :

- a) tenu dans sa **position d'équilibre** (fig. 148) ;
- b) lâché suivant sa **direction d'équilibre** ;
- c) projeté à sa **vitesse d'équilibre**.

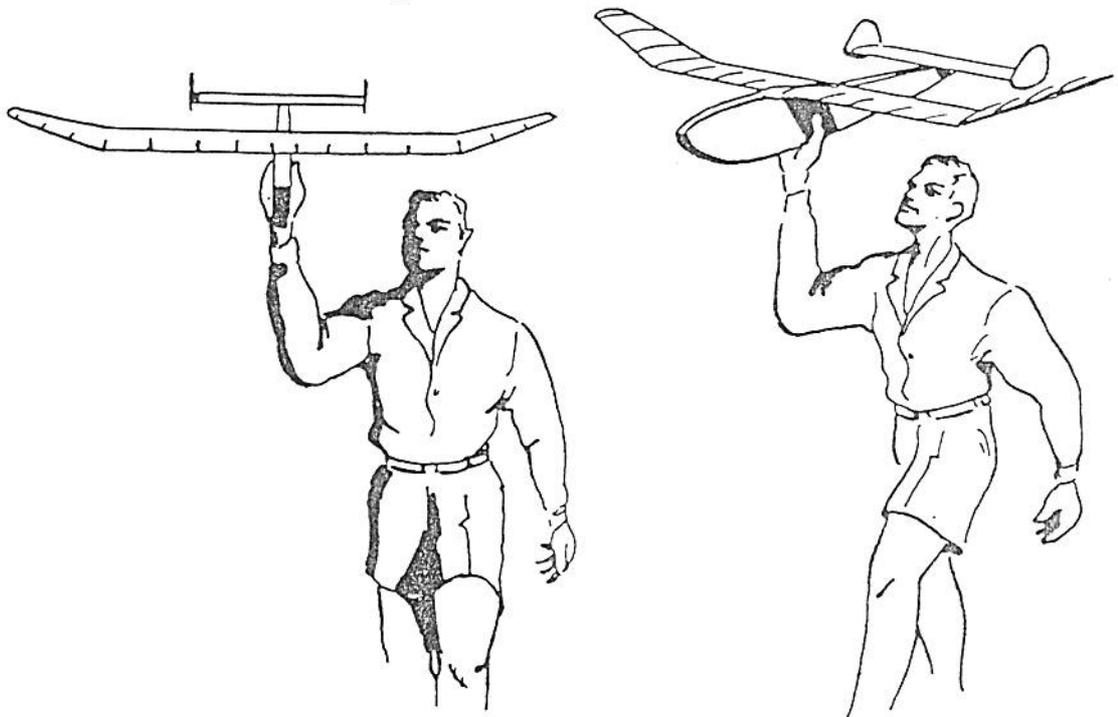


Fig. 148. — Tenue correcte du planeur lors du lancer.

Pour cela, vous tenez l'appareil par le fuselage, à l'aplomb du centre de gravité, légèrement en piqué, l'avant-bras vertical, la main un peu plus haute que la tête. L'aile est maintenue rigoureusement horizontale.

Vous visez un point du sol situé à 15 ou 20 mètres en avant et votre geste prend ce point pour cible, la main décrivant **une ligne droite** (fig. 149).

Le planeur, bien centré et bien lancé, peut faire un **vol correct** : il descend légèrement et régulièrement, sans aucune oscillation, et va se poser à 20 ou 30 mètres en avant de vous.

Il n'en est pas toujours ainsi.

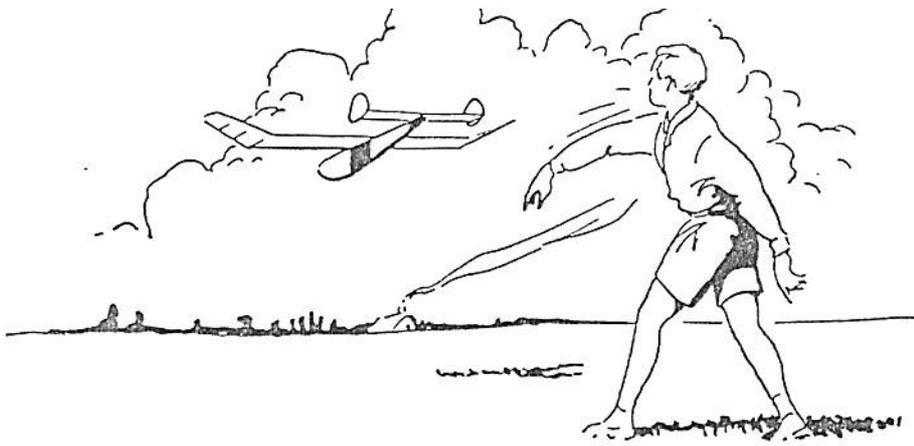


Fig. 149. — Lancer correct (terrain dégagé, fumée pour le vent, personnage en position de lancer).

## 2° LANCERS INCORRECTS :

### a) Lancer trop rapide :

En raison de la vitesse trop grande, la portance est plus forte que le poids. Le planeur amorçe une chandelle en haut de laquelle il est en perte de vitesse. Il pique alors vers le sol (fig. 150).

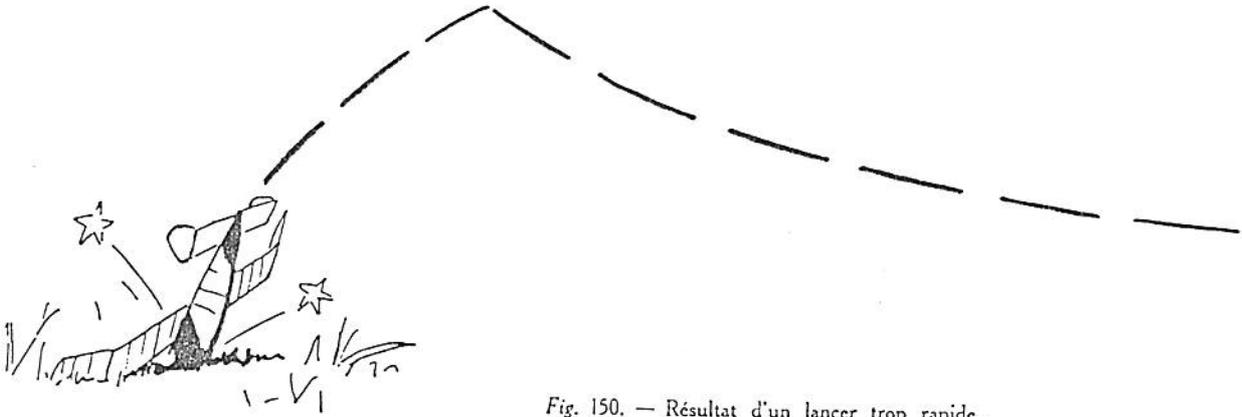


Fig. 150. — Résultat d'un lancer trop rapide.

### b) Lancer trop lent :

En raison de la vitesse trop faible, la portance est inférieure au poids. Le planeur est entraîné vers le sol par la pesanteur. Il descend très vite et se pose à moins de 10 mètres.

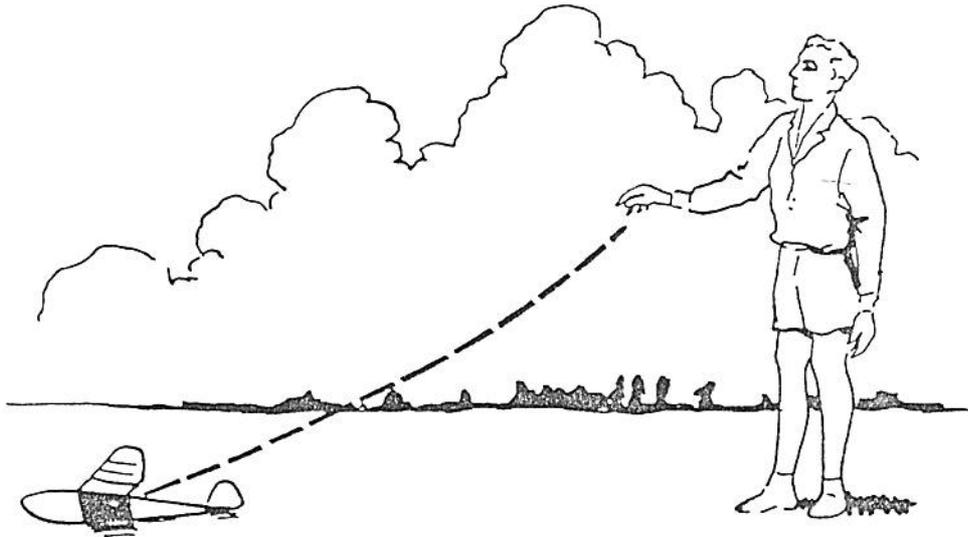


Fig. 151. — Résultat d'un lancer trop lent.

### c) Lancer à la vitesse d'équilibre, mais en position de « cabré ».

Le planeur, qui doit vaincre la pesanteur, pique vers le sol comme précédemment.

### d) Lancer à la vitesse d'équilibre, mais avec un excès de « piqué ».

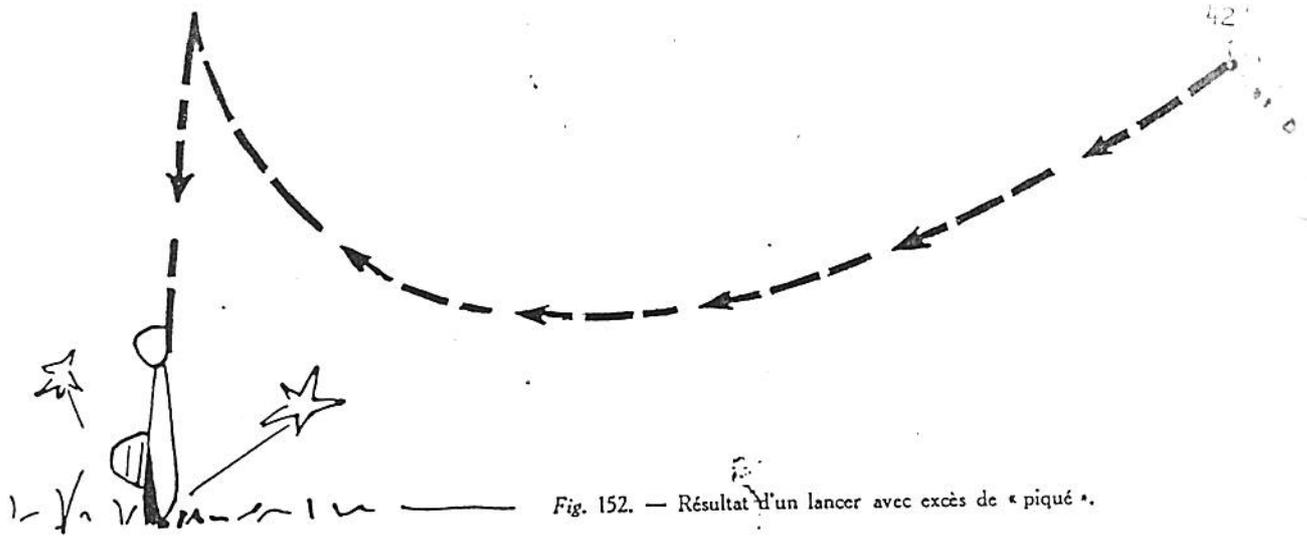


Fig. 152. — Résultat d'un lancer avec excès de « piqué ».

La vitesse du planeur augmente rapidement. La portance devient supérieure au poids, et, comme dans le premier cas, l'appareil monte en chandelle puis se met en perte de vitesse et pique vers le sol (fig. 152).

e) Lancer avec aile inclinée :

Le planeur se met en virage et atteint le sol sur la pointe de l'aile (fig. 153).

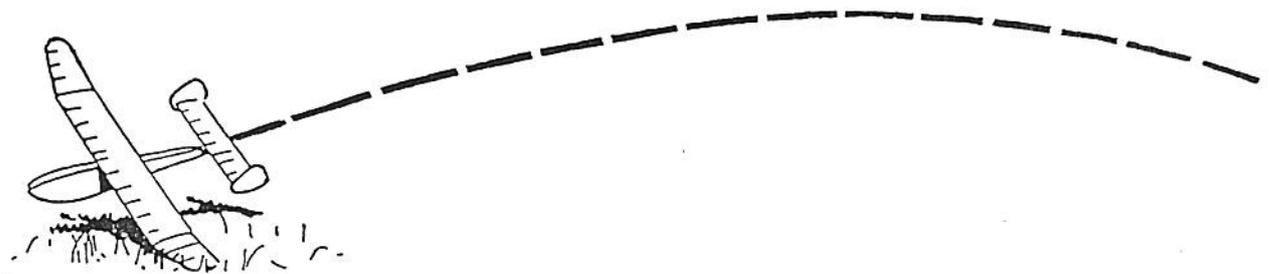


Fig. 153. — Résultat d'un lancer avec aile inclinée.

### 3° VOLS INCORRECTS.

Le planeur étant bien monté, bien centré et bien lancé, deux cas peuvent se présenter :

a) Vol terminé par un piqué :

L'aile n'est pas assez cabrée par rapport au vent : la portance est insuffisante.

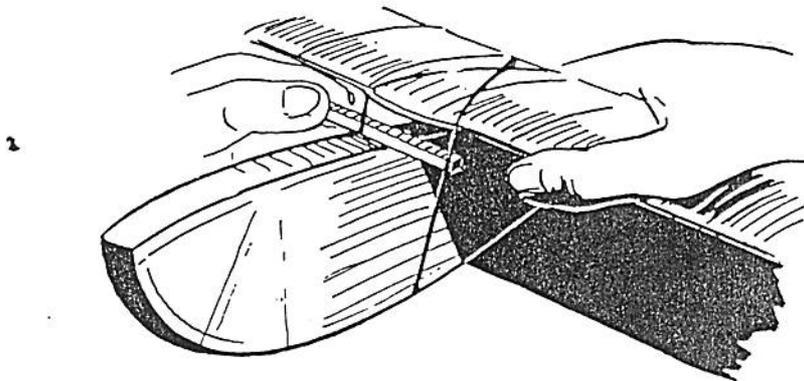


Fig. 154. — Mise en place d'une cale sous le bord d'attaque de l'aile.

REMÈDE : Placez une cale sous le bord d'attaque de l'aile de façon à augmenter l'angle d'attaque (fig. 154).

Vous pouvez obtenir le même résultat en plaçant une cale sous le bord de fuite du plan fixe (fig. 155).

L'épaisseur de la cale convenable est obtenue progressivement, en procédant à des essais successifs (1 millimètre, puis 2, puis 3...).

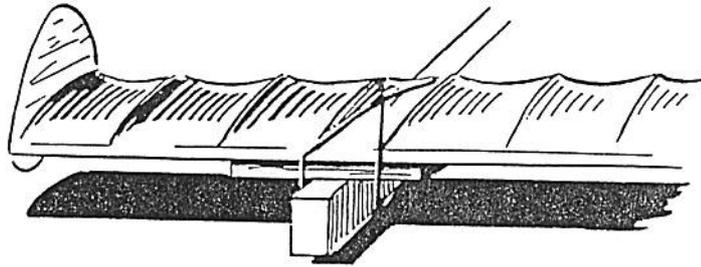


Fig. 155. — Cale fixée sous le bord de fuite du plan fixe.

b) Vol avec amorce de chandelle suivie par une perte de vitesse :

L'angle d'attaque de l'aile est trop grand : les filets d'air décollent de l'extrados, entraînant la disparition de la dépression. La portance faiblit brusquement. L'air ne soutient plus l'appareil qui se trouve alors en perte de vitesse. Le planeur bascule en avant, pique ; il « cabre » à nouveau pour retomber ensuite en perte de vitesse.

REMÈDE : Placez une cale sous le bord de fuite de l'aile de façon à diminuer l'angle d'attaque (fig. 156).

Vous pouvez obtenir le même résultat en plaçant une cale sous le bord d'attaque du plan fixe (fig. 157).

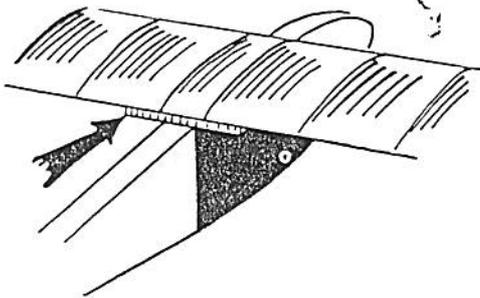


Fig. 156. — Une cale fixée sous le bord de fuite de l'aile.

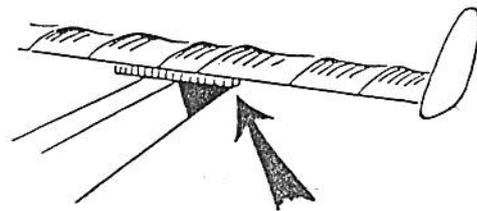


Fig. 157. — Une cale fixée sous le bord d'attaque du plan fixe.

#### IV. TREUILLAGE.

Lorsque le planeur, lancé à la main, fait des vols corrects, vous pouvez envisager des lancers au treuil ou au renvoi, sur un terrain très dégagé.

Mais avant :

Vérifiez la position du crochet qui doit être placé sensiblement en avant de la verticale passant par le point de centrage.

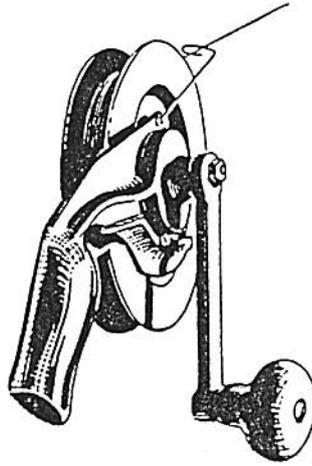


Fig. 158. — Un treuil de lancement.

### 1<sup>o</sup> PRATIQUE DU TREUILLAGE.

Vous commencerez vos essais avec une vingtaine de mètres de fil. Vous augmenterez cette longueur par la suite.

Le lanceur tient le planeur face au vent, cabré à 30 degrés environ. A votre signal, et pendant que vous commencez à enrouler le fil, le lanceur accompagne l'appareil en courant, sans le lancer. Il ne le libère que lorsqu'il estime que le planeur a atteint sa vitesse d'équilibre.

Laissez le planeur voler « en palier » pendant quelques mètres (fig. 159). Augmentez ensuite, sans exagérer, la vitesse d'enroulement.

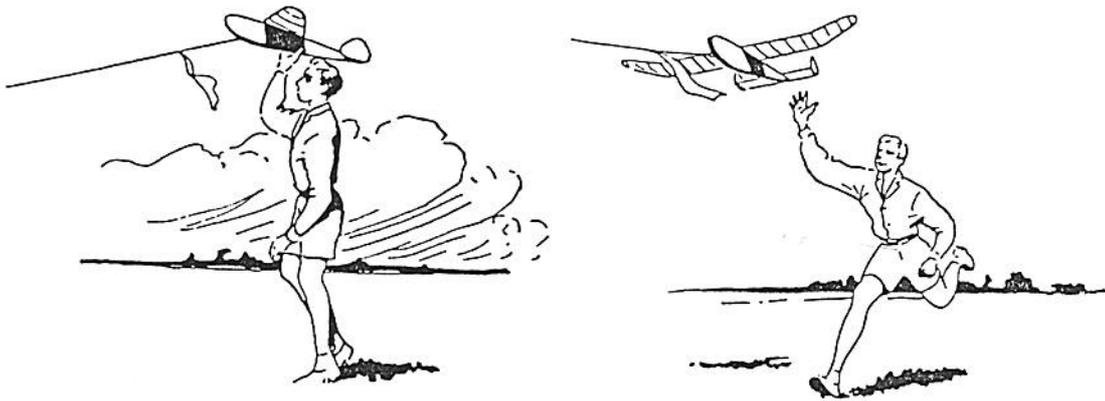


Fig. 159. — Tenue et lâcher du planeur lors du treillage.

Agissez avec souplesse pour pouvoir contrôler le vol de votre appareil. Déplacez-vous pour suivre ses mouvements ; accentuez ou ralentissez momentanément la traction du fil d'après son comportement pendant la montée.

Lorsque le planeur a atteint son maximum de hauteur, vous allez l'aider à se libérer du fil. Pour cela, vous ralentirez progressivement la vitesse d'enroulement pour qu'il prenne de lui-même la position de vol plané. L'anneau se libère du crochet sans secousses et votre appareil poursuit son vol.

**Soignez vos décrochages.** Un enroulement trop rapide en fin de montée met le planeur en cabré. La traction cessant brusquement, l'équilibre est rompu. L'appareil, en perte de vitesse, amorce un piqué. S'il est stable et s'il est suffisamment haut, il se redresse après quelques cabrioles, mais il a perdu inutilement beaucoup d'altitude.

En tout temps, et surtout s'il y a du vent, **treuillez en souplesse** : une traction trop brutale sur le fil risque toujours de provoquer la rupture des ailes.

## 2° MONTÉES INCORRECTES.

Au cours d'un treuillage correct, votre planeur peut monter en « s'embarquant » à droite ou à gauche. Cela peut provenir (fig. 160)

a) De défauts de l'aile :

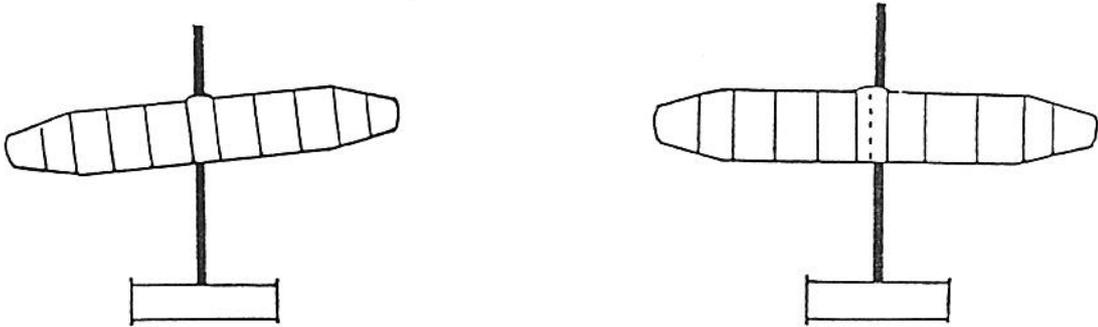


Fig. 160. — Aile fixée obliquement ; aile décentrée.

— Aile mise obliquement sur le fuselage, aile décentrée : rectifiez la position.

— Demi-aile plus lourde que l'autre : rétablissez l'équilibre en alourdissant, soit avec de la colle, soit avec des punaises, le bord marginal de la demi-aile la plus légère.

— Aile vrillée : remettez-la sur le chantier. C'est la meilleure solution. Sur le terrain, vous pouvez avoir recours à l'un des deux procédés suivants :

1° si l'appareil « embarque » à gauche, placez l'empennage en biais pour le faire virer à droite, et réciproquement. Vous pouvez arriver à rectifier le vol après plusieurs essais progressifs (fig. 161).

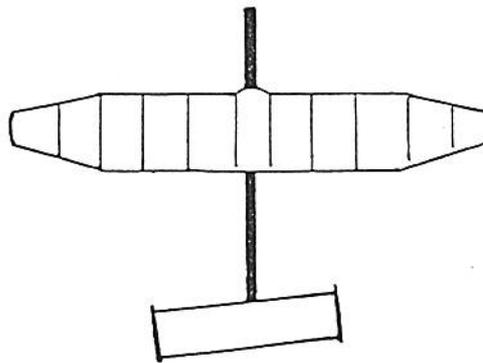


Fig. 161. — Orientation du plan-fixe pour compenser un « embarquement » à gauche.

2° collez au bord de fuite de chaque demi-aile, à la même distance des bords marginaux, deux morceaux rectangulaires de carton assez rigide (10 centimètres  $\times$  2). Ce sont des « flettner » qui remplissent le rôle des « ailerons » dans un véritable appareil. Pour redresser un virage à gauche, abaissez légèrement le flettner gauche et relevez le flettner droit. Vous faites l'opération inverse dans le cas d'un virage à droite. Là aussi vous devrez faire plusieurs essais progressifs avant d'arriver à un résultat satisfaisant (fig. 162).

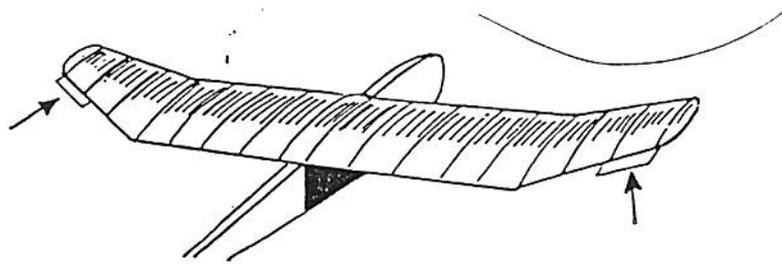


Fig. 162. — Pose de deux « flettner » pour compenser un vrillage de l'aile.

b) De défauts du plan fixe : ce sont les mêmes que ceux de l'aile. Vous les corrigez en employant les mêmes remèdes.

c) De défauts du fuselage : celui-ci peut être « vrillé ». Une seule solution : vous le remplacez.

d) Enfin, si votre planeur est sans défauts et si, malgré un treuillage correct, il « s'embarque » pendant la montée :

1° ralentissez la traction jusqu'à l'annuler : votre appareil revient ;

2° reprenez et accélérez progressivement la traction en prévoyant un nouveau ralentissement si le planeur « embarque » à nouveau ;

3° si « l'embarquement » s'accroît malgré vos efforts pour l'annuler, décrochez immédiatement votre appareil en rendant le fil.

REMARQUE. — A défaut de treuil, vous pouvez faire vos essais de lancers au renvoi, mais ceux-ci seront plus délicats et moins précis (fig. 163).

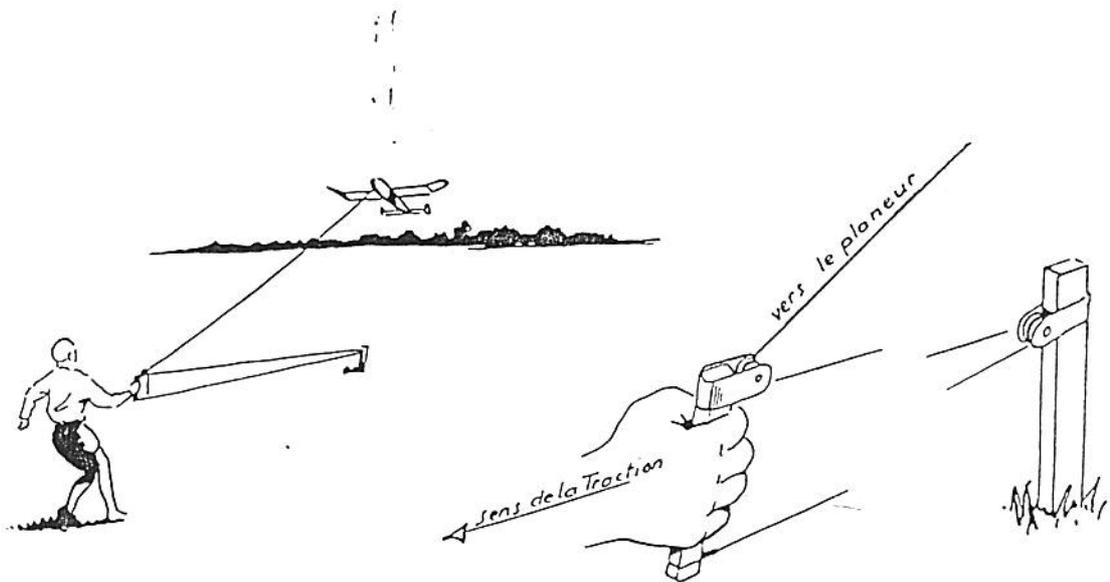
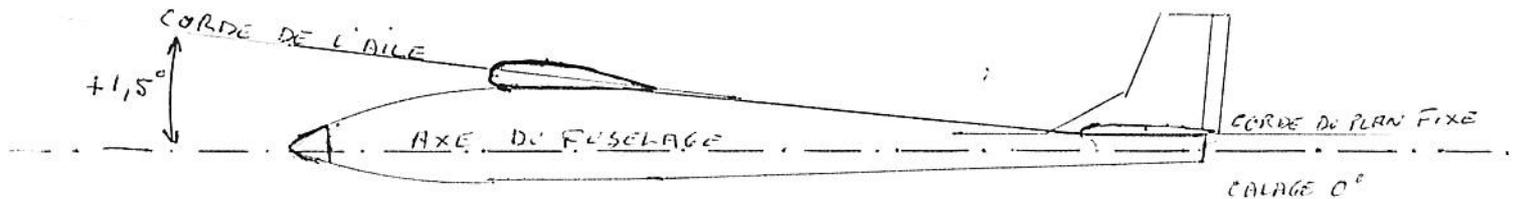


Fig. 163. — Croquis expliquant le système du renvoi et le lancer au renvoi.

Tout ce qui a été dit dans les pages précédentes sur les réglages de la cellule s'applique bien entendu aux avions.

## Le Vé longitudinal

Le Vé longitudinal est l'angle de construction qui existe entre la corde de l'aile et celle du plan fixe horizontal.



Vé longitudinal:  $1,5^\circ$

Il est en général, sur les modèles classiques, de l'ordre de  $1^\circ$  à  $1,5^\circ$ .

Si ces calages ne sont pas bons sur un avion, il aura tendance à voler "queue basse" ou "queue haute" dans le meilleur des cas. Il sera donc plus difficile à piloter. Les modifications de calage à effectuer ont été vues dans les pages précédentes.

Généralement, le plan fixe est calé à  $0^\circ$ , c'est à dire parallèlement à l'axe du fuselage et l'aile à  $+1^\circ$  ou  $1,5^\circ$  (c'est à dire que la corde de référence de l'aile fera un angle de  $1,5^\circ$  par exemple par rapport à l'axe du fuselage).

Ce paramètre est très important pour un vol correct.

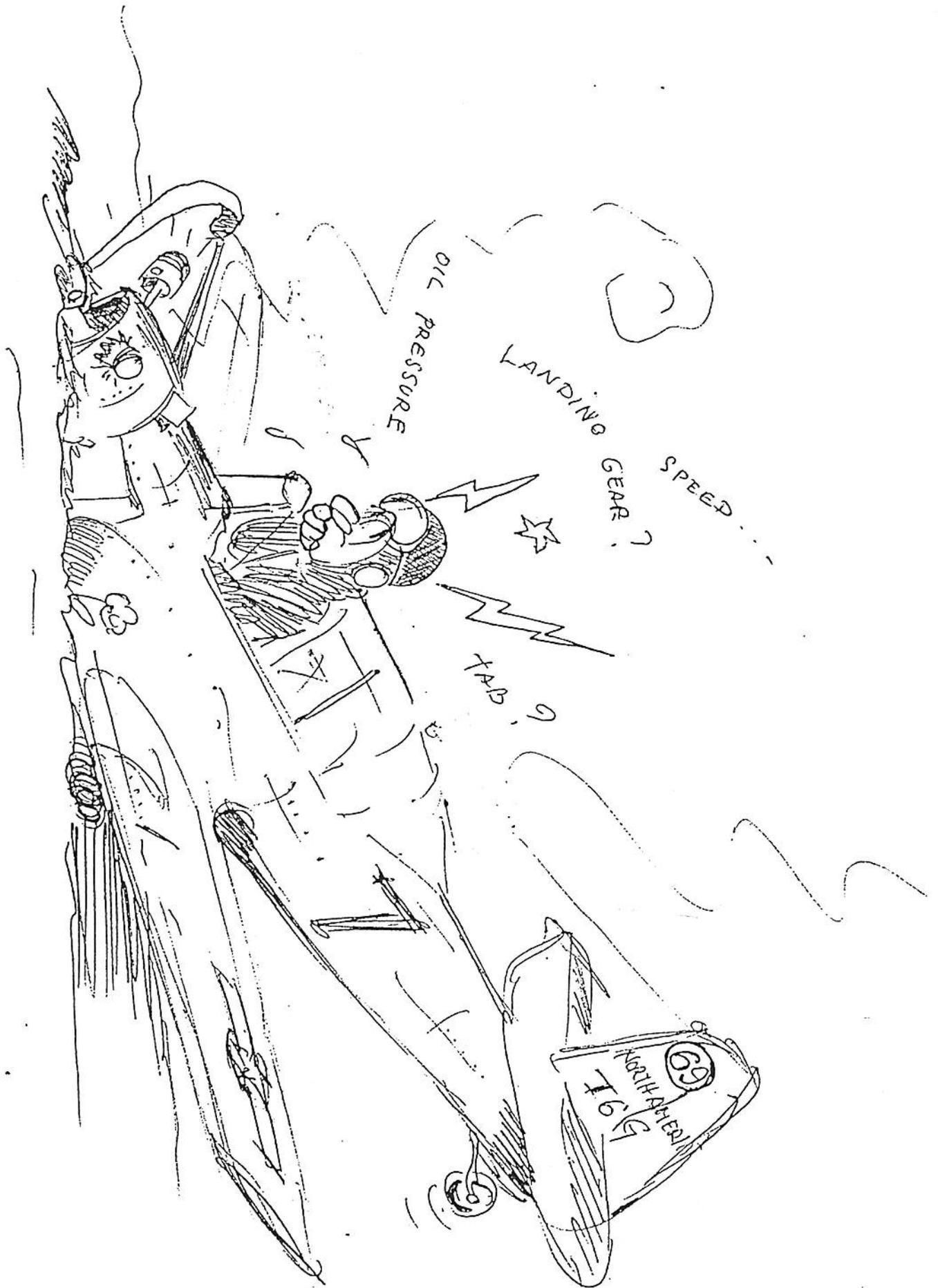
... ET SI VOUS FAITES,

UN JOUR...,

DE "L'AVIATION GRANDEUR"...

ATTENTION !!





10

10

10

10