

SECRETARIAT D'ÉTAT
A L'ÉDUCATION NATIONALE ET A LA JEUNESSE
COMMISSARIAT GÉNÉRAL
A L'ÉDUCATION GÉNÉRALE ET AUX SPORTS



MANUEL DU MODÈLE RÉDUIT D'AVION

Aérodynamique – Aérologie – Essais en vol

NOTIONS DE MÉCANIQUE ET D'AÉRODYNAMIQUE
EXPÉRIMENTALE APPLIQUÉES AU MODÈLE RÉDUIT
D'AVION — LES ESSAIS EN VOL — ÉLÉMENTS
D'AÉROLOGIE — COMMENT UTILISER LES
MODÈLES RÉDUITS



ÉDITIONS ARCHAT

LYON

PARIS

7, Place Antoine-Poncet

12, Rue d'Anjou, 12

1941

BIBLIOTHÈQUE DES SPORTS AÉRIENS

OUVRAGES EN PRÉPARATION :

- TOME II. — **Manuel du Modèle Réduit d'Avion.**
2^e partie : Traité complet de la construction et de l'emploi des modèles réduits.
- TOME III. — **Manuel du Vol sans Moteur.**
1^{re} partie : La construction des planeurs.
- TOME IV. — **Manuel du Vol sans Moteur.**
2^e partie : La pratique du vol sans moteur.
- TOME V. — **Aéro-météorologie des Sports Aériens.**



GÉNÉRALITÉS

LES ENGINS AÉRIENS LA TRAJECTOIRE LE CENTRE DE GRAVITÉ LES MODÈLES RÉDUITS

Planeurs et modèles à moteur

LES ENGINS AÉRIENS

Les engins aériens peuvent se diviser en deux catégories :

- a) Les plus légers que l'air (*ballons libres, ballons dirigeables*).
- b) Les plus lourds que l'air (*avions, autogires, hélicoptères, ornithoptères, planeurs*).

Les premiers utilisent, pour se sustenter, la force ascensionnelle d'une masse gazeuse plus légère que l'air. Leur poids total est plus faible que le poids du même volume d'air. Les seconds utilisent, pour se sustenter, soit la traction verticale des hélices (*hélicoptères*), soit les réactions de l'air sur des surfaces appropriées pour tous les autres. Leur poids est plus grand que celui d'un même volume d'air.

Dans ce manuel, nous n'envisagerons que les planeurs et les avions à moteurs dont la force de sustentation est due à la réaction de l'air sur des surfaces appelées **ailes** quand ces appareils se déplacent dans l'air. **Ces engins aériens ne peuvent voler que s'ils possèdent une certaine vitesse de déplacement.**

LA TRAJECTOIRE

Quand un engin aérien se déplace dans l'air, il décrit une certaine courbe dans l'espace que l'on appelle la **Trajectoire**. La vitesse de déplacement sur cette trajectoire est la **vitesse sur trajectoire**. Si la trajectoire est verticale et dirigée de haut en bas, la vitesse sur trajectoire peut être très grande alors que la vitesse par rapport au sol est nulle.

Pour pouvoir étudier plus commodément les mouvements des engins aériens en vol, on suppose souvent que ces appareils sont immobiles sur un point de leur trajectoire, et que c'est l'air lui-même qui se déplace sur la trajectoire en sens contraire du mouvement réel de l'appareil. Ce courant d'air s'appelle le **vent relatif**.

Le vent relatif a la même vitesse sur la trajectoire que la vitesse vraie de l'appareil, mais elle est dirigée en sens contraire.

Exemple : Un planeur s'abaisse suivant une ligne droite inclinée à 30° par rapport au sol avec une vitesse sur cette ligne de 50 km.-heure. Si l'on suppose le planeur immobile sur un point quelconque de cette ligne, **le vent relatif s'élève** suivant une ligne droite inclinée à 30° par rapport au sol avec une vitesse sur cette ligne de 50 km.-heure. La flèche qui désigne le vent relatif est donc toujours tournée vers le planeur.

LE CENTRE DE GRAVITÉ

Un corps, quel qu'il soit, est constitué par un ensemble de petits corps ayant chacun un poids déterminé. La somme de tous ces poids s'appelle poids du corps. Le poids du corps se représente par une flèche de longueur proportionnelle à la valeur du poids, et appliquée en un point du corps appelé **centre de gravité**. Autour de ce point, les poids des éléments du corps sont répartis de manière égale. Si on soutient le corps par son centre de gravité (C. G.), il n'a aucune tendance à tourner dans un sens ou dans l'autre — **il est en équilibre**. Si l'on touche ce corps, l'équilibre est rompu et le corps pivote autour du C. G.

Dans l'air, un engin aérien abandonné à lui-même et soumis aux mouvements de l'air, tourne toujours autour de son C. G.

LES MODÈLES RÉDUITS

(planeurs et modèles à moteur)

On appelle modèles réduits les petits engins aériens qui ne sont pas susceptibles d'emporter avec eux un pilote.

Si ces modèles réduits sont des réductions à une échelle donnée d'appareils vraie grandeur, ils portent plus spécialement le nom de **maquettes**.

Nous n'étudierons que les modèles de planeur et les modèles à moteur.

La vitesse nécessaire au vol est fournie, dans les planeurs, par le poids de l'appareil, et dans le modèle à moteur, par l'énergie développée par un moteur.

Les éléments communs à ces modèles sont :

- 1° Les ailes, voilure ou cellule;
- 2° Le fuselage;

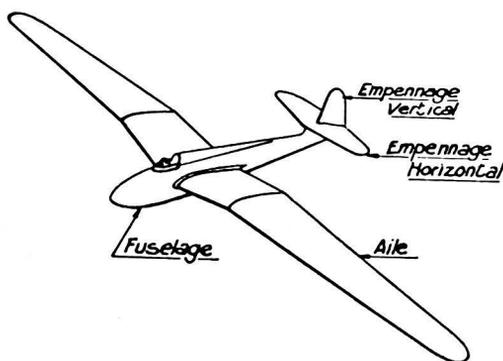


Fig. 1. — Modèle de planeur.

3° **Les empennages** (empennage vertical), (empennage horizontal).

Ils diffèrent par les éléments suivants :

1° **L'atterrisseur**, composé d'un **patin** pour le planeur et d'un **train d'atterrissage** pour le modèle à moteur ;

2° **Le moteur et l'hélice** qui n'appartiennent qu'au modèle à moteur.

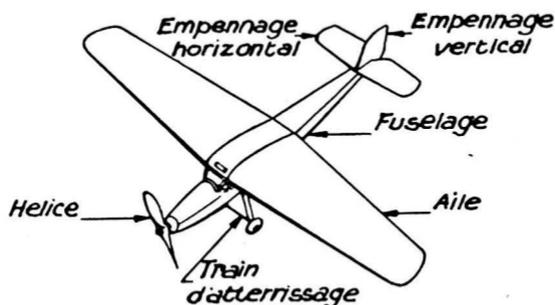


Fig. 2. — Modèle à moteur.



LE VOL PLANÉ

THÉORIE ÉLÉMENTAIRE DU VOL PLANÉ

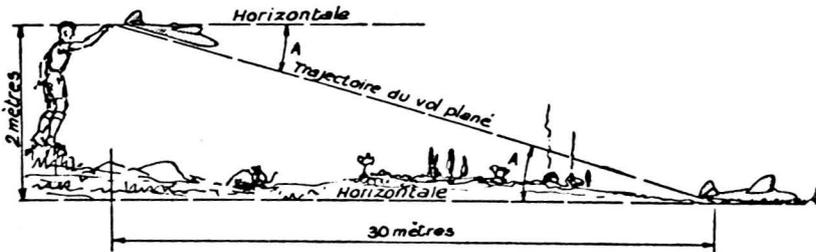
Angle de plané
Finesse du planeur
Vitesse verticale
Charge unitaire
Vitesse horizontale

LE VOL SANS MOTEUR

INFLUENCE DE LA CHARGE UNITAIRE ET DE LA FINESSE

THÉORIE ÉLÉMENTAIRE DU VOL PLANÉ

Comme tous les corps, l'aérodyne est soumis à la loi de la pesanteur. En raison de ses formes spéciales, il ne tombe pas verticalement (comme une pierre par exemple) et il ne décrit pas des évolutions fantaisistes comme une feuille de papier abandonnée. Il s'abaisse régulièrement en décrivant une trajectoire rectiligne oblique. C'est le **vol plané**.



g. 3. — Le modèle en vol plané descend en suivant une ligne régulière.

On appelle **angle de planement** ou **angle de plané**, l'angle formé par la trajectoire et une horizontale. Un planeur lancé par vent nul, avec une

vitesse juste suffisante, s'abaisse aussitôt suivant l'angle de planement. S'il est lancé à 2 mètres de hauteur et s'il atterrit 30 mètres plus loin, le rapport $\frac{30}{2} = 15$ s'appelle **finesse du planeur** . Plus le planeur est fin et plus il est susceptible d'aller loin avec un angle de planement plus faible.

La finesse du planeur dépend de la finesse de l'aile, de la finesse des empennages et de la forme du fuselage. Chacun de ces éléments freine le planeur et la finesse de l'ensemble est inférieure à la finesse de l'aile seule.

Si le vol plané a duré 5 secondes, le planeur ayant, pendant ce laps de temps, perdu 2 mètres de hauteur, on dit que sa **vitesse verticale** est égale à $\frac{2}{5} = 0,400$ mètres par seconde. Cette vitesse verticale dépend de la surface **S** (en dcm²) de l'aile et du poids **P** (en grammes) du planeur. Le rapport $\frac{P \text{ gr.}}{S \text{ dcm}^2} = p$ grammes par décimètre carré est la **charge unitaire** du planeur.

Pour les appareils vraie grandeur, on l'exprime en kilogrammes par mètre carré.

La vitesse verticale est d'autant plus élevée que la charge unitaire est plus forte, et inversement.

La **vitesse horizontale** est le rapport $\frac{30 \text{ mètres}}{5 \text{ sec.}} = 6$ mètres par seconde.

Il est important d'éviter la confusion entre la « finesse » et la « charge unitaire ». La première ne dépend que des **formes** du planeur. Un planeur peut avoir une charge unitaire plus forte qu'un autre tout en ayant une meilleure finesse.

Exemple : Un planeur a une finesse de 20. Il est lancé à 2 mètres de hauteur et son vol dure 4 secondes.

La vitesse verticale est donc $\frac{2}{4} = 0,5$ mètre par seconde.

La distance parcourue est $20 \times 2 = 40$ mètres.

La vitesse horizontale est : $\frac{40}{4} = 10$ mètres par seconde.

Nous constatons que, bien que ce planeur descende plus vite que le premier, il va plus loin, car sa vitesse horizontale est supérieure.

Pour les modèles réduits planeurs, une charge de 10 à 25 grammes au décimètre carré donne de bons résultats. Les modèles peu chargés sont utilisés dans des temps calme, les modèles plus lourds par vents légers.

LE VOL SANS MOTEUR

Un planeur vole toujours dans la position du vol plané, donc il descend toujours par rapport à l'air qui l'entoure. Mais, si cet air s'élève lui-même par rapport au sol à une vitesse supérieure à la vitesse verticale du planeur, ce dernier s'élève par rapport au sol.



Fig. 4. — Un planeur s'élève dans le courant ascendant en conservant la position inclinée du vol plané.

C'est le **vol sans moteur**.

Ces mouvements de l'air en altitude s'appellent **ascendances**.

INFLUENCE DE LA CHARGE ET DE LA FINESSE

Si le planeur est peu chargé, sa vitesse verticale est faible et il est susceptible de profiter des ascendances très faibles de l'atmosphère.

Si le planeur est très fin, c'est-à-dire susceptible de parcourir de grandes distances en perdant peu de hauteur, il lui sera possible de franchir rapidement les zones où il n'y a pas d'ascendances, pour revenir constamment dans celles où il peut s'élever.

Si le planeur réunit ces deux qualités (ce qui est assez difficile par suite des difficultés de réalisation d'un planeur à grande finesse), il sera susceptible de s'élever en profitant de toutes les zones propices de l'atmosphère. Mais, alors, il sera difficile de régler son vol plané, le moindre dérèglement provoquant une grosse réaction de l'appareil.

Il paraît donc logique de rechercher, pour les débutants, des appareils légers, de finesse moyenne, — et de réserver les appareils à grande finesse aux modélistes confirmés.



L' AILE

PROFIL

*Définition — Incidence**Centre de poussée**Finesse du profil*

CHOIX DES PROFILS

TRACÉ DES PROFILS

FORME EN PLAN

Allongement — Surface

EFFET DE SILLAGE INFLÉCHI

PROFIL

L'élément essentiel de l'aile est le **profil**. Une section perpendiculaire à sa plus grande dimension donne le profil de l'aile.

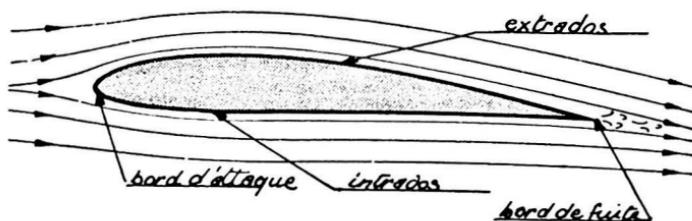


Fig. 5. — Circulation de l'air autour d'un profil à faible incidence, il se produit de légers tourbillons à l'arrière.

Le profil est constitué par une courbe inférieure, concave, plate ou légèrement convexe, appelée **intrados**, et une courbe supérieure fortement

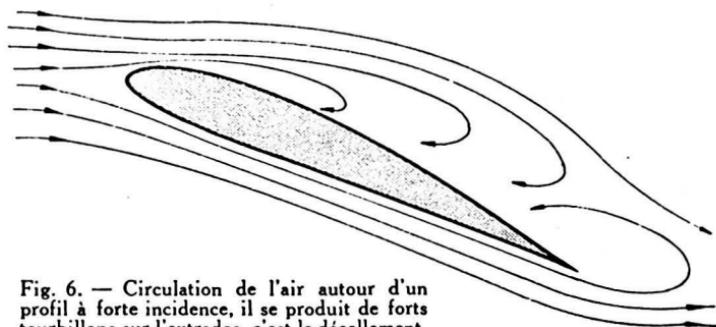


Fig. 6. — Circulation de l'air autour d'un profil à forte incidence, il se produit de forts tourbillons sur l'extrados, c'est le décollement.

incurvée, appelée **extrados**. La partie avant est le **bord d'attaque**, la partie arrière le **bord de fuite**. La propriété essentielle d'un profil plongé dans un

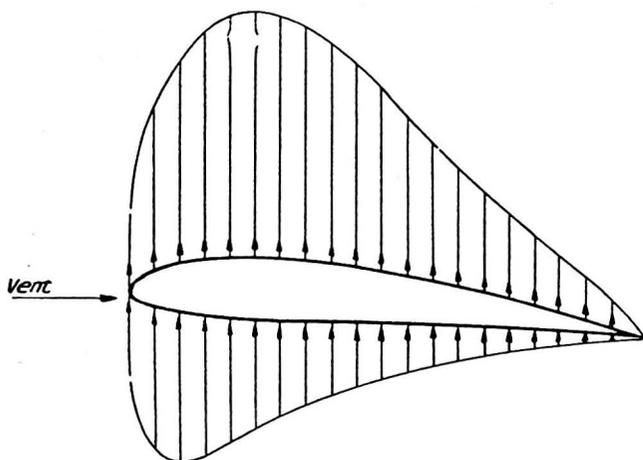


Fig. 7. — Répartition de la pression et de la dépression autour d'un profil.

courant d'air l'attaquant obliquement de bas en haut est de donner naissance à une force importante dirigée de bas en haut, la **sustentation**. L'inclinaison du profil s'appelle **incidence**. Elle se mesure par rapport à une droite tracée sur le profil et qui s'appelle **corde du profil** (voir fig. 10 à 14).

Quand l'incidence augmente, la **sustentation** augmente jusqu'à une certaine valeur (environ 20°) pour laquelle elle cesse brusquement, c'est

le **décollement** ou **perte de vitesse**. Cette valeur de l'incidence est dangereuse, car la **sustentation** cessant brusquement, l'appareil ne peut plus se maintenir dans l'air.

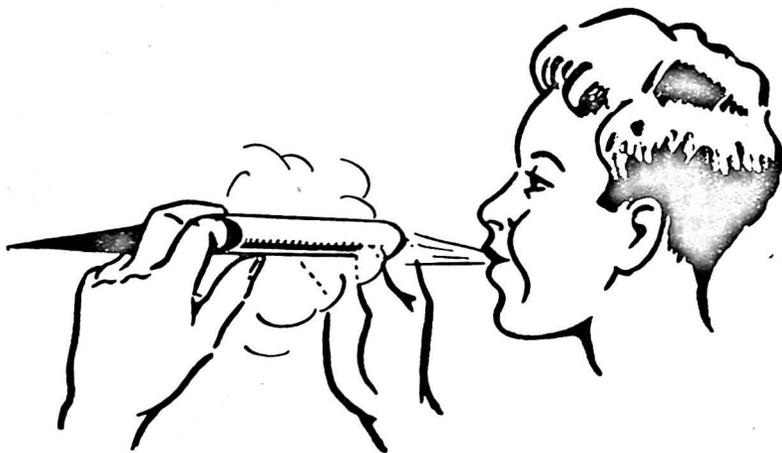


Fig. 8. — Élément d'aile formé par une feuille de papier. L'extrados se soulève sous l'influence de la succion de l'air.

L'écoulement de l'air provoque une compression sous l'intrados et une dépression ou succion sur l'extrados. Ces deux phénomènes s'ajoutent pour créer la sustentation.

Il faut remarquer que la succion sur l'extrados est deux fois plus importante que la compression sur l'intrados.

L'expérience précédente (fig. 8) fait apparaître l'existence de la succion. L'extrados d'une aile de papier repliée en forme de profil se soulève quand on la soumet à un courant d'air.

La somme des efforts (compression et succion) le long d'un profil donne une force résultante appliquée en un point du profil appelé **centre de poussée** (C. P.). Le centre de poussée se déplace suivant l'incidence. Il avance quand l'incidence augmente et il recule quand l'incidence diminue.

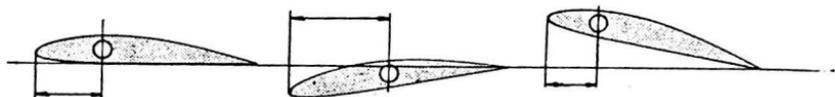


Fig. 9. — Variation du centre de poussée suivant l'incidence

Au moment où se produit la perte de vitesse, le C. P. recule brusquement vers l'arrière, ce qui fait basculer l'appareil vers l'avant. C'est l'**abattée** consécutive à la perte de vitesse.

Presque tous les profils ont un centre de poussée variable.

Cependant, certains profils spéciaux ont un centre de poussée pratiquement immobile pour des angles d'incidence compris entre 0° et 10° environ. Ce sont les profils à **centre de poussée fixe**. Ils sont de deux types :

- a) Les profils bi-convexes symétriques (exemple R. A. F. 30, fig. 13) ;
- b) Les profils à double courbure dits autostables (exemple NACA M 6, 14).

Pratiquement, nous admettrons, pour nos modèles réduits, que le centre de poussée des profils ordinaires est au 1/3 avant du profil. Pour les profils à centre de poussée fixe, nous admettrons qu'il est au 1/4 avant du profil.

On élève des perpendiculaires à la corde sur chaque division et on porte, à partir de la corde, vers le haut et vers le bas, les cotes obtenues en multipliant la longueur de la corde par le chiffre porté sur les profils correspondants divisé par 100.

Exemple : Soit à dessiner un profil NACA 23.012 sur une corde de 200 millimètres (fig. 12). Divisons la corde en dix parties de $20\frac{m}{m}$, la première partie en deux moitiés de $10\frac{m}{m}$, la première moitié en deux quarts de $5\frac{m}{m}$. Traçons les perpendiculaires à la corde en ces points.

La 1^{re} cote portée vers le haut est :

$$\frac{3,61 \text{ (lu sur la figure 12)} \times 200}{100} = 7,22 \text{ millimètres}$$

La 1^{re} cote vers le bas est :

$$\frac{1,71 \text{ (lu sur la figure 12)} \times 200}{100} = 3,42 \text{ millimètres}$$

... et ainsi de suite.

On relie les points par un trait continu, sans cassure, et on obtient ainsi la forme du profil.

FORME EN PLAN

Nous savons que la pression de l'air sur l'extrados est moins forte que sur l'intrados. En arrière (et en dehors) du profil, la pression est évidemment la

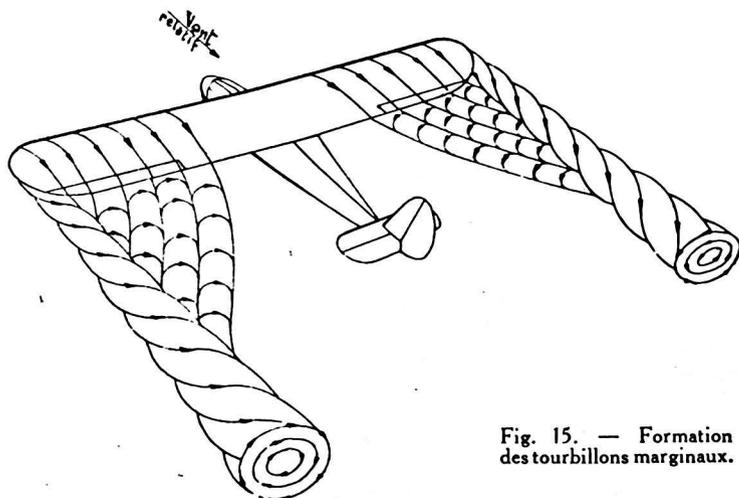


Fig. 15. — Formation des tourbillons marginaux.

même dans l'atmosphère, et il s'ensuit qu'elle doit se régulariser après le bord de fuite. Cette régularisation se fait dans une zone tourbillonnaire où se

rencontrent l'air à forte pression et l'air à faible pression (fig. 6). Aux deux extrémités de l'aile, le profil cesse brusquement. Là encore, les différences de pression doivent s'équilibrer avec la pression atmosphérique et il se crée une zone tourbillonnaire intense qui se perd peu à peu derrière l'aile. Ce sont les **tourbillons marginaux**.

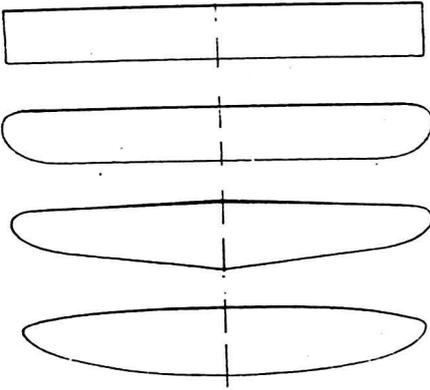


Fig. 16. — Les tourbillons marginaux sont moins importants à mesure que l'on effile les ailes et que l'on arrondit les extrémités.

Dans la région influencée par ces tourbillons, la sustentation est nulle. Si l'on imagine une aile très courte, les tourbillons marginaux seront très rapprochés et la sustentation de l'aile sera nulle. Au contraire, plus l'aile sera longue par rapport à sa largeur et plus la partie médiane sera éloignée des tourbillons. C'est ce qui caractérise les ailes à grand **allongement** (1).

D'autre part, si l'aile est rectangulaire, la zone marginale tourbillonnaire intéresse une grande surface. Si on réduit la profondeur de l'aile, la surface intéressée est plus faible. On est ainsi conduit aux solutions suivantes :

- a) Arrondir les extrémités d'ailes ;
- b) Adopter les ailes triangulaires ou mieux des ailes elliptiques.

EFFET DE SILLAGE INFLÉCHI

Quand le planeur glisse sur l'air, il rejette cet air vers le bas à l'arrière de l'aile. C'est le sillage infléchi. Cet effet de sillage est sensible dans les modèles bi-plans. L'aile inférieure baigne dans le sillage de l'aile supérieure et la vitesse relative de l'air, qui entoure l'aile supérieure, est inclinée vers le bas par rapport à la vitesse relative de l'aile supérieure.

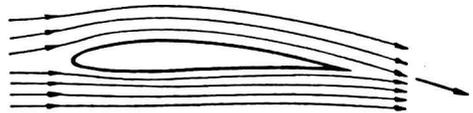


Fig. 17. — L'air est comprimé par l'aile et est rejeté vers le bas à l'arrière.

(1) L'allongement est égal pour une aile rectangulaire au rapport $\frac{L}{l}$

L étant la longueur de l'aile ou **envergure**, l étant la largeur de l'aile ou **profondeur**.

Pour les ailes à surface quelconque, c'est le rapport

$$\frac{L^2 \text{ (carré de l'envergure en dm}^2\text{)}}{S \text{ (surface en dm}^2\text{)}}$$

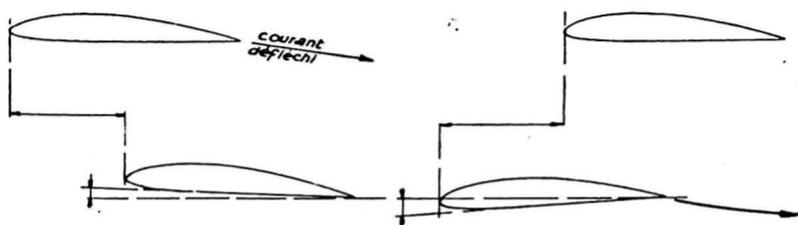


Fig. 18. — Sillage infléchi dans un biplan.

Les modélistes confirmés tiennent compte de cette anomalie en calant l'aile inférieure à une incidence plus forte (2° environ), ou plus faible (1° environ) que l'aile supérieure, suivant que cette dernière est en avant ou en arrière de l'autre.



LES GOUVERNES

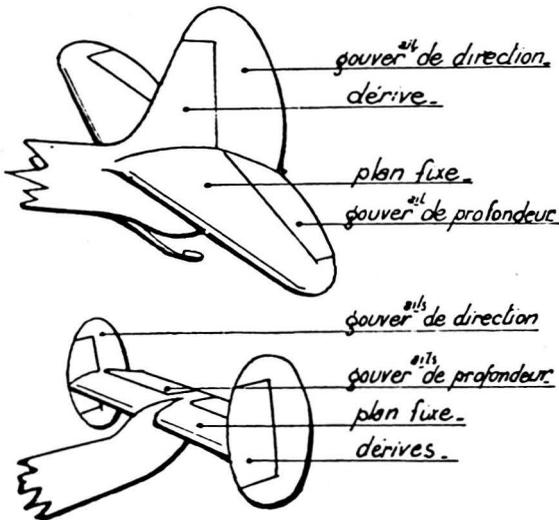
EMPENNAGES

<i>Empennage horizontal</i>	{ <i>plan fixe</i>
	{ <i>gouvernail de profondeur</i>
<i>Empennage vertical</i>	{ <i>dérive</i>
	{ <i>gouvernail de direction</i>

AILERONS DE GAUCHISSEMENT

EMPENNAGES

Les surfaces profilées qui sont fixées à l'extrémité arrière du fuselage sont appelées : empennages. Elles servent à assurer la stabilité (voir chap. VII) et la conduite de l'appareil.



Elles sont constituées par deux parties :

a) Une partie horizontale, l'**empennage horizontal**;

b) Une partie verticale, l'**empennage vertical**.

Sur un avion vraie grandeur, chacune de ces parties comprend un élément fixe (dérive verticale et plan fixe horizontal) et un élément mobile : gouvernail de direction (vertical) et gouvernail de profondeur (horizontal).

Dans un modèle réduit, les empennages sont généralement en un seul élément mobile pour le réglage du modèle.

Fig. 23. — Empennages.

Les empennages doivent être considérés comme de petites ailes et leurs caractéristiques sont les mêmes. Ainsi l'allongement des empennages et les formes arrondies augmentent la finesse de l'ensemble.

Le profil couramment utilisé par les débutants est bi-convexe symétrique. (RAF 30, fig. 13). Seuls, les modélistes expérimentés utilisent des profils dissymétriques.

L'empennage vertical est souvent terminé à sa partie inférieure par un renflement servant de béquille. Cette partie doit être construite très solidement, généralement par un soc en contreplaqué ou en bois dur.

AILERONS DE GAUCHISSEMENT

Les ailerons de gauchissement ne sont pas utilisés sur les modèles réduits, sauf pour des modèles très complexes qui ne feront pas l'objet de ce cours.

Ils ne sont pas indispensables. Certains avions vraie grandeur n'en possèdent pas.

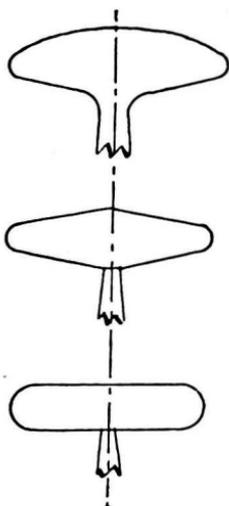


Fig. 24. — Bonnes formes d'empennage horizontal.



POSITIONS RELATIVES DES ÉLÉMENTS DU PLANEUR

CALAGE DES PLANS

Autorotation - Angle de calage
Différence entre l'incidence et l'angle de calage

CENTRAGE

PROPORTIONS USUELLES

CALAGE DES PLANS

La force de sustentation naît de la position inclinée de l'aile dans le vent relatif. La portance varie avec l'incidence (chap. III). Si nous abandonnons

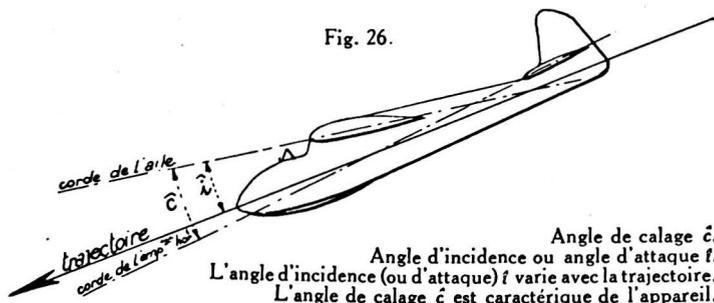


Fig. 25. — Le gouvernail de profondeur empêche l'aile de « rouler » dans l'air.

une aile à elle-même dans l'air, nous constatons qu'elle se met à rouler sur elle-même (**autorotation**) en décrivant une trajectoire inclinée. Son incidence

varie constamment. Pour lui conserver une incidence déterminée permettant le vol plané, il est nécessaire d'adjoindre un organe placé assez loin de

Fig. 26.



Angle de calage ϵ .

Angle d'incidence ou angle d'attaque i .

L'angle d'incidence (ou d'attaque) i varie avec la trajectoire.

L'angle de calage ϵ est caractéristique de l'appareil.

l'aile et dont les réactions dans l'air contrarieront le phénomène d'auto-rotation. C'est l'empennage horizontal ou empennage de profondeur.

La position de l'empennage par rapport à l'aile possède une grosse importance. L'angle formé par la corde de l'aile et la corde de l'empennage est l'angle de calage.

Il ne faut pas le confondre avec l'angle d'incidence formé par l'intersection de la corde de l'aile et de la trajectoire. Par rapport à la trajectoire, l'empennage a fréquemment une incidence négative.

Par vent nul, nous savons que le planeur se met en position de vol plané, l'angle d'incidence reste constant. Comme la finesse dépend de l'angle d'incidence, le modéliste devra rechercher la valeur de cet angle pour laquelle il aura la finesse maximum. Pour cela, il fera varier l'angle de calage.

Cette opération menée à bien, l'angle de calage sera immuable. Par contre, et suivant la trajectoire parcourue, quand le temps sera agité, l'angle d'incidence variera automatiquement.

CENTRAGE

Pour qu'un planeur puisse voler, il est indispensable que le centre de poussée soit à l'aplomb du centre de gravité.

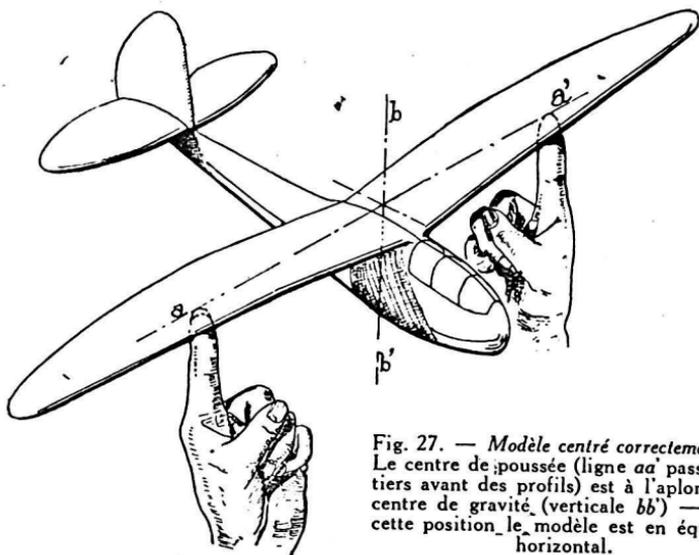


Fig. 27. — Modèle centré correctement. — Le centre de poussée (ligne aa' passant au tiers avant des profils) est à l'aplomb du centre de gravité (verticale bb') — Dans cette position le modèle est en équilibre horizontal.

Pour les profils courants, le centre de gravité se trouvera donc au niveau de la ligne joignant le tiers avant des cordes moyennes. Les modélistes réalisent cette condition en allégeant au maximum les empennages et en alourdissant l'avant du modèle au moyen de grains de plomb (lestage).

Dans les modèles à propulsion, l'hélice joue, en partie, le rôle du lest.

Dans certains modèles dont l'avant est trop court ou l'arrière trop lourd, l'avancement du C. G. nécessiterait un lestage trop important. On préfère reculer le centre de poussée moyen, en donnant de la **flèche** aux ailes. On se contente généralement d'une flèche de bord d'attaque. Le bord de fuite reste perpendiculaire au fuselage.

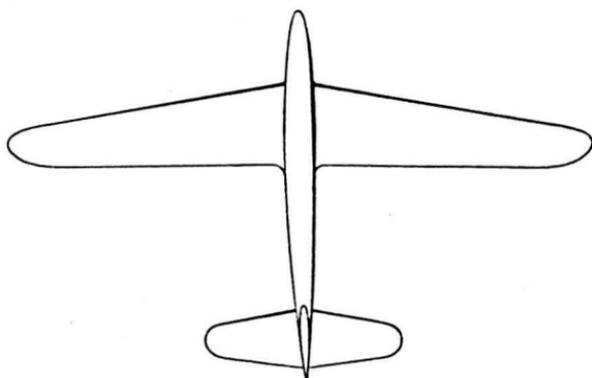
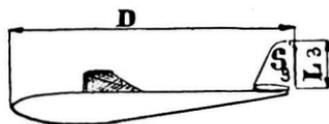


Fig. 28. — Aile en flèche.

PROPORTIONS USUELLES

Les renseignements de la figure 29 permettent de construire un planeur de qualité moyenne. Le profil de l'aile est un Clark Y (fig. 10), l'aile étant réalisée sans vrillage (chap. VII). La stabilité (chap. VII) est obtenue en donnant à l'aile un dièdre de 7°. Le profil des empennages est le R.A.F.30 (fig. 13) biconvexe symétrique et le fuselage est à section triangulaire.



PROPORTIONS USUELLES
pour les modèles d'instruction

$$L_1 = \sim 7 \text{ à } 10 \text{ lm}$$

$$\text{Allongement } (\lambda) = \frac{L_1^2}{S_1} = \sim 7 \text{ à } 10$$

$$S_2 = \sim \frac{S_1}{4 \text{ ou } 5} \quad S_3 = \sim \frac{S_2}{2 \text{ ou } 2.5}$$

$$L_2 \cong \frac{L_1}{3 \text{ ou } 4} \quad L_3 \cong \frac{L_2}{2 \text{ ou } 3}$$

$$d = 4 \text{ à } 5 \text{ lm}$$

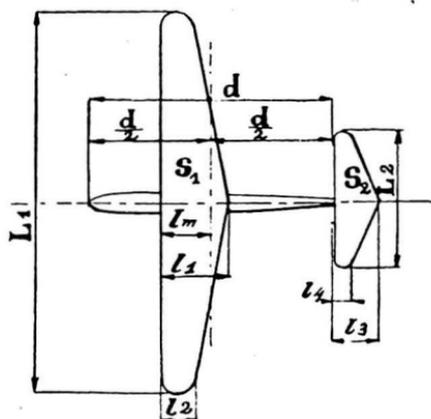


Fig. 29

EXEMPLE NUMÉRIQUE

$$L_1 = 75 \text{ cm} \quad l_m = 9 \text{ cm}$$

$$l_1 = 12 \text{ cm} \quad l_2 = 6 \text{ cm}$$

$$S_1 = 665 \text{ cm}^2 \quad \lambda = \frac{75^2}{665} = 8,5$$

$$l_3 = 4 \text{ cm} \quad l_4 = 8 \text{ cm}$$

$$L_2 = 26 \text{ cm} \quad S_2 = 150 \text{ cm}^2$$

$$d = 44 \text{ cm}$$

$$L_3 = 9 \text{ cm} \quad S_3 = 60 \text{ cm}^2$$

Le modèle de début pèsera 15gr./dcm² environ. Le poids P total ne doit dépasser 100 gr.



LA STABILITÉ

DÉFINITION

STABILITÉ LONGITUDINALE

STABILITÉ LATÉRALE

STABILITÉ DE ROUTE

VRILLAGE DES AILES

INFLUENCE DU VRILLAGE SUR LA STABILITÉ
LATÉRALE ET LA STABILITÉ DE ROUTE

HYPERSTABILITÉ

DÉFINITION

On dit qu'un objet est en position stable quand, après avoir été légèrement écarté de cette position, il y revient de lui-même, soit immédiatement, soit après quelques oscillations autour de sa position primitive.

L'expérience de la figure 30 illustre une position stable.

On dit de même qu'un **modèle d'avion est stable** quand, après avoir

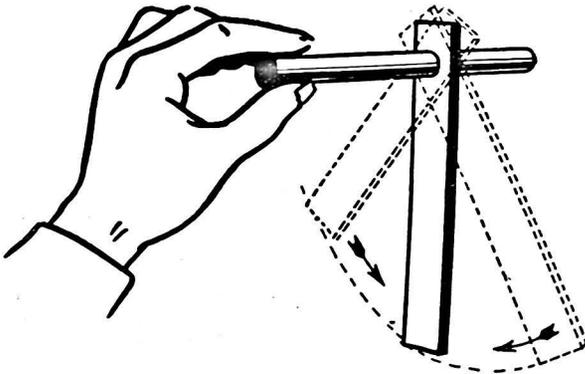


Fig. 30. — Equilibre stable. La règle reprend d'elle-même sa position initiale.

été lancé sur une certaine trajectoire, il y revient de lui-même même si une légère perturbation atmosphérique l'en a écarté.

Nous comprenons tout de suite que le modèle réduit doit être plus stable que l'avion vraie grandeur, car ce dernier peut être remis dans sa position initiale par le pilo-

te. Cependant, l'avion vraie grandeur doit posséder une certaine stabilité, sinon le pilote manœuvre constamment ses commandes et la moindre erreur pourrait occasionner de graves accidents.

Comme tous les corps abandonnés à eux-mêmes, le planeur peut pivoter sur lui-même, en vol, autour de son centre de gravité. Mais tous ses mouve-

ments peuvent se décomposer en 3 mouvements de rotation autour de 3 axes principaux passant par le centre de gravité.

Quand l'appareil « pique » ou « cabre », il pivote autour de l'axe de tangage. Quand il s'incline, il pivote autour de l'axe de roulis.

Quand il change de direction, il pivote autour de l'axe de lacet.

Pour comprendre le mécanisme de ces mouvements, il suffit de supposer que ces axes sont des aiguilles qui traversent l'avion. En tenant un de ces axes à chaque extrémité, et en le faisant rouler entre les doigts, l'avion pivote aussi autour de cet axe.

Pour une trajectoire donnée, un modèle de planeur a un angle de plané donné, une inclinaison et une direction déterminée. Pour être stable, il doit conserver ces trois éléments.

Donc, il doit être stable autour des trois axes principaux :

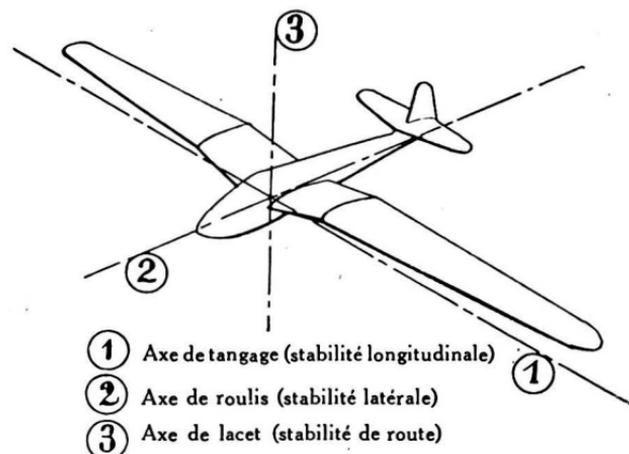


Fig. 31

a) La stabilité autour de l'axe de tangage est la stabilité longitudinale ;

b) La stabilité autour de l'axe de roulis est la stabilité latérale ;

c) La stabilité autour de l'axe de lacet est la stabilité de route.

Pour qu'un modèle réduit puisse voler, il est indispensable qu'il soit stable.

STABILITÉ LONGITUDINALE

Nous savons (chap. V) qu'une aile seule à profil normal ne peut pas planer. L'utilisation d'un gouvernail de profondeur permet le vol plané si le centrage est correct. Le gouvernail donne donc de la stabilité à l'avion et on l'appelle parfois **stabilisateur**.

Il est d'autant plus efficace qu'il est plus grand et plus éloigné de l'aile. Mais, pour que son effet soit orienté dans le sens désiré, il faut que son incidence soit négative (pour un profil bi-convexe symétrique) et il diminue la portance de l'aile. D'autre part, nous savons (chap. III) qu'il diminue la finesse de l'ensemble.

On n'a donc pas intérêt à l'agrandir exagérément. Nous verrons que si on l'éloigne trop, la forme du fuselage ne conviendra pas à la stabilité de route. Il faut donc s'en tenir aux proportions usuelles données au chapitre VI.

Les modélistes expérimentés pourront réduire sa surface en utilisant des profils porteurs analogues à ceux des ailes. Mais le réglage du modèle sera plus délicat.

La stabilité longitudinale est cependant facilement réalisée surtout pour les profils d'ailes très porteurs. Pour les profils fins, elle nécessitera une étude plus poussée des dimensions de l'empennage.

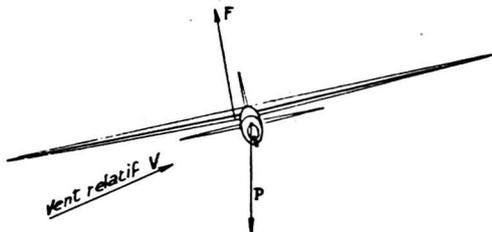


Fig. 32. — Le poids P. restant vertical fait « glisser » l'appareil vers l'aile la plus basse. Le vent relatif V devient oblique et dirigé de bas en haut.

STABILITÉ LATÉRALE

Un modèle est stable latéralement, lorsque, en vol, les extrémités d'ailes reviennent à leur position initiale après en avoir été écartées par une perturbation.

Quand une rafale souève une aile, le poids restant vertical entraîne le modèle du côté de l'aile qui s'abaisse. On dit que l'appareil « glisse sur l'aile ».

La trajectoire devient oblique et le vent relatif (1) l'attaque de bas en haut, du côté de l'aile qui s'abaisse. La réaction de l'air sur cette aile devient plus

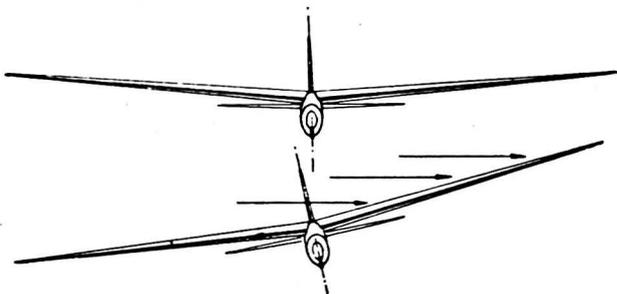


Fig. 33. — Influence du V pendant la glissade.

(1) L'aile qui s'abaisse possède une vitesse verticale de haut en bas (puisque'elle s'abaisse), qui s'ajoute à la vitesse générale du modèle. Le vent relatif devient oblique et dirigé de bas en haut et l'incidence augmente. L'aile qui s'élève possède une vitesse verticale de bas en haut (puisque'elle s'élève). Le vent relatif est dirigé de haut en bas et l'incidence diminue. Elle peut même devenir négative.

considérable que sur l'autre, la sustentation générale se déplace vers l'aile basse et l'appareil a tendance à se redresser. Cette tendance peut être accentuée par une forme en V (vé) de l'aile. Dans ce cas, l'aile haute recevra le vent par dessus, ce qui l'obligera à s'abaisser. L'angle formé par une horizontale et une aile en V (vé) s'appelle le **dièdre**. Il peut varier pour le modèle réduit entre 5 et 10°. Cependant, alors qu'il est difficile de diminuer la valeur de 5°, on peut l'exagérer jusqu'à 15°. Mais c'est toujours au détriment de la finesse de l'appareil.

La stabilité latérale peut encore être augmentée par l'adjonction de dérives

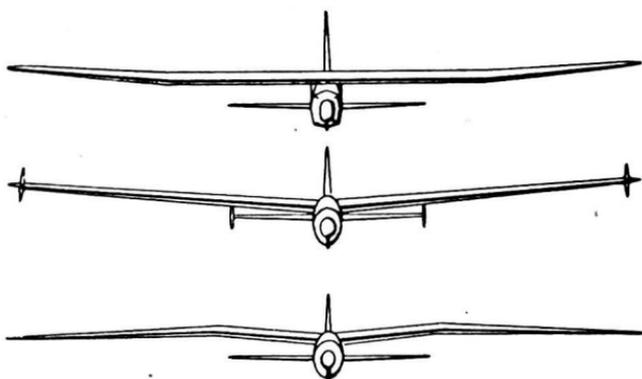


Fig. 34

verticales aux extrémités de l'aile. Elles s'opposent, par leur surface, au glissement.

Pour augmenter la finesse d'un appareil tout en lui conservant une stabilité assez grande, on peut donner à l'aile une forme en M.

N'oublions pas que la finesse rend le réglage difficile et abandonnons cette forme aux modélistes confirmés.

STABILITÉ DE ROUTE

Un modèle est stable en direction si, après avoir été influencé par une perturbation passagère, il se redresse sans modifier sa trajectoire sur la direction de son axe longitudinal.

Une telle condition est très difficile à réaliser et n'est pas très intéressante. En effet, nous verrons que les ascendances (chap. XI) se produisent toujours sur des espaces assez limités. On a donc intérêt à construire des modèles décrivant des virages à grands rayons (spirales) au-dessus d'une région propice au vol à voile. On se contente donc d'une stabilité de route suffisante pour que le modèle n'ait pas un vol « fou ».

La stabilité de direction est obtenue par l'utilisation d'une dérive verticale ou empennage vertical suffisamment grande et suffisamment éloignée de l'aile. Mais on peut constater qu'il est très difficile d'étudier séparément la stabilité

de route et la stabilité latérale. En effet, quand un modèle s'incline, il tend à virer du côté de l'aile qui s'abaisse.

Les faces latérales du fuselage et de la dérive sont alors attaquées par le vent relatif oblique et incliné de bas en haut (fig. 32).

Les actions de ce vent latéral sur le fuselage et la dérive se composent pour donner une force appliquée en un point appelé **centre de poussée des surfaces latérales**. Si nous dessinons aussi le centre de gravité du modèle autour duquel il pivote sous l'influence du vent latéral, on peut envisager 4 positions relatives de ces deux points.

a) Le C. P. est au-dessous et en arrière du C. G.

La poussée du vent latéral fait incliner et virer l'appareil dans le sens de la perturbation. L'appareil n'est pas stable en direction. Mais le vol est possible, car le vent latéral cesse dès qu'il n'y a plus glissade.

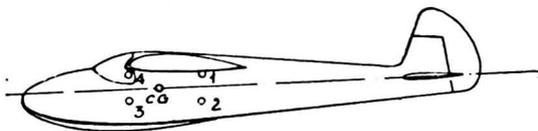


Fig. 35. — Position du centre de poussée des surfaces latérales dans une glissade

- 1 en arrière et au-dessus du CG
- 2 en arrière et au-dessous du CG
- 3 en avant et au-dessous du CG
- 4 en avant et au-dessus du CG

L'appareil peut amorcer une vrille (virage serré), très dangereux pour la fin du vol.

c) Le C. P. est au-dessous et en avant du C. G.

La poussée du vent latéral fait incliner l'appareil dans le sens de la perturbation, mais le fait virer en sens contraire. L'appareil amorce une glissade ou un vol « fou », très dangereux pour la fin du vol.

d) Le C. P. est au-dessus et en avant du C.G.

La poussée du vent latéral fait incliner et virer l'appareil en sens contraire de la perturbation. Le modèle est très stable.

b) Le C. P. est au-dessus et en arrière du C. G.

La poussée du vent latéral fait virer l'appareil dans le sens de la perturbation, mais le redresse en sens inverse.

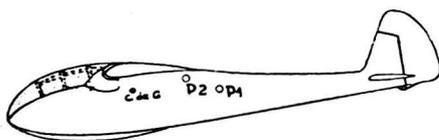


Fig. 36. — Dérive à l'avant et au-dessus du centre de gravité ramenant le centre des surfaces latérales de P1 en P2.

En résumé, nous devons construire notre appareil :

- 1° Pour que le C. P. des surfaces latérales soit au-dessus du C. G. ;
- 2° Pour que le C. P. des surfaces latérales soit en avant du C. G.

On peut réaliser la 1^{re} condition :

a) En abaissant le C. G., aile basse par rapport au fuselage. Dièdre peu exagéré ;

b) En élevant le C. P. des surfaces latérales. Dérive assez élevée au-dessus du fuselage, donc de grand allongement.

On peut réaliser la 2^e condition :

a) En n'exagérant pas les dimensions de la dérive (défaut commun à tous les modélistes) ;

b) En donnant une forte surface latérale à l'avant du fuselage ;

c) En ajoutant, s'il est nécessaire, une dérive verticale à l'avant et au-dessus du C. G.

Il faut cependant remarquer que ces conclusions sont tirées d'un raisonnement négligeant l'influence des ailes sur la stabilité de route. En réalité, toutes les conditions de stabilité sont intimement liées entre elles et on ne doit les étudier séparément que pour mieux en dégager le sens particulier. Seule l'expérimentation précisera dans chaque cas l'influence relative des divers éléments (1).

VRILLAGE DE L'AILE

Nous avons vu (chap. III) qu'il y a intérêt à annuler la portance aux extrémités des ailes. La portance varie le long de l'envergure, la meilleure répartition est celle qui se rapproche de la figure 37. Les efforts sont de plus en plus faibles à mesure que l'on approche des extrémités. C'est la répartition elliptique (2).

Pour annuler cette portance, on utilise les différentes solutions suivantes :

a) Pour des profils difficiles à modifier, on **tord** l'aile, et les profils d'extrémités ont un calage plus faible que ceux de l'**emplanture** (profil de l'aile à son raccordement au fuselage). La torsion est de l'ordre de 2 à 4° ;

b) On diminue la profondeur de l'aile aux extrémités (fig. 16) ;

c) On utilise pour les extrémités des profils moins porteurs qu'à l'emplanture (aile à profil évolutif) :

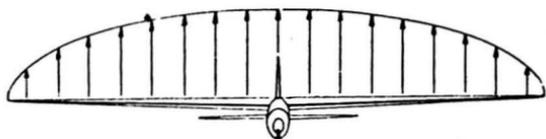
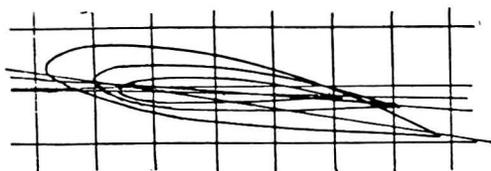


Fig. 37. — Répartition elliptique.

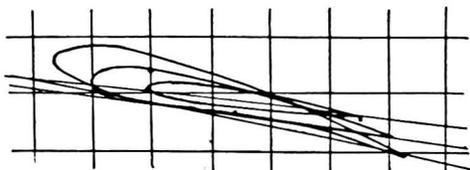
(1) L'étude précédente relève de la « stabilité dynamique » dans laquelle on fait intervenir les modifications apportées à la trajectoire, donc au mouvement, par les diverses perturbations. L'étude de la stabilité statique ne correspond pas aux faits expérimentaux pour le modèle réduit.

(2) Cette répartition permet au modéliste d'alléger l'extrémité des ailes qui supportent peu d'efforts et, en général les nervures seront plus espacées. Cependant, il ne faut pas tomber dans l'excès contraire, car l'extrémité de l'aile supporte tous les chocs à l'atterrissage.

Vrillage des extrémités d'ailes



Profils identiques - profondeur et calage décroissants



Profils différents - profondeur et calage décroissants

Fig. 38

Exemple :
Profil à l'emplanture et sur la moitié de l'envergure, RAF 32 ;

Profil sur un quart de l'envergure, CLAR Y ;

Profil d'extrémité, RAF 30 ;

d) On peut utiliser les 3 méthodes ensemble en faisant varier la profondeur, le calage et le profil.

L'élève modéliste utilisera de préférence à toutes les autres, les ailes à profondeur décroissante. Les autres méthodes ne seront appliquées qu'après de nombreux essais.

Ces méthodes sont appelées **méthodes de vrillage des ailes**.

INFLUENCE DU VRILLAGE SUR LA STABILITÉ LATÉRALE ET STABILITÉ DE ROUTE

On doit s'arranger pour que les extrémités des ailes aient une incidence très faible en vol normal.

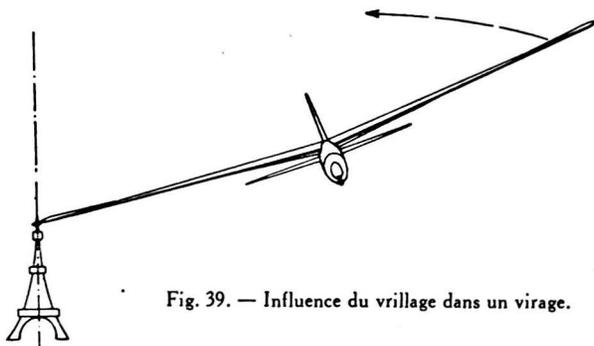


Fig. 39. — Influence du vrillage dans un virage.

Dans le virage, nous savons que l'incidence par rapport au vent relatif d l'aile basse augmente et que celle de l'aile haute diminue. Dans ce cas, l'inc

dence de l'extrémité de l'aile haute peut devenir négative et, comme sa vitesse est très grande (extérieur du virage) il se produit une « portance négative », c'est-à-dire un effort dirigé vers le bas qui redresse le modèle.

HYPERSTABILITÉ

Quand on réunit sur un modèle tous les dispositifs permettant d'augmenter la stabilité, le modèle peut devenir **hyperstable**. Ses réactions



Fig. 40. — Trajectoire d'un appareil hyperstable longitudinalement.

deviennent très violentes. Ainsi, il répondra à un virage à droite par un virage à gauche, à un **piqué** par un **cabré**, etc... Le vol devient désordonné, constitué par une série d'ondulations très désagréables à l'œil, et très préjudiciables aux performances. Le modèle hyperstable vole mal.



LES APPAREILS SPÉCIAUX

TANDEM — CANARD AILE VOLANTE

Nous avons vu (ch. VII) que l'empennage horizontal est presque toujours sousporteur. Il contrarie, en partie, l'effet de portance de l'aile et diminue la finesse générale de l'appareil.

Pour obvier à ces inconvénients, les chercheurs ont trouvé de nouvelles formules dans lesquelles le gouvernail

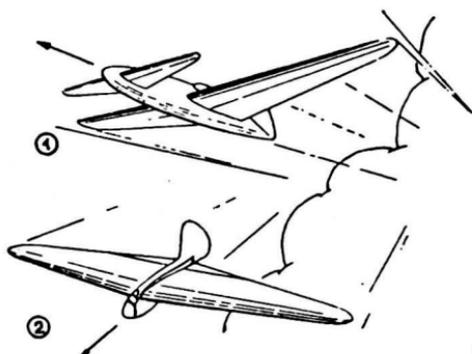


Fig. 41. — ① Planeur « Canard ». ② Aile volante.

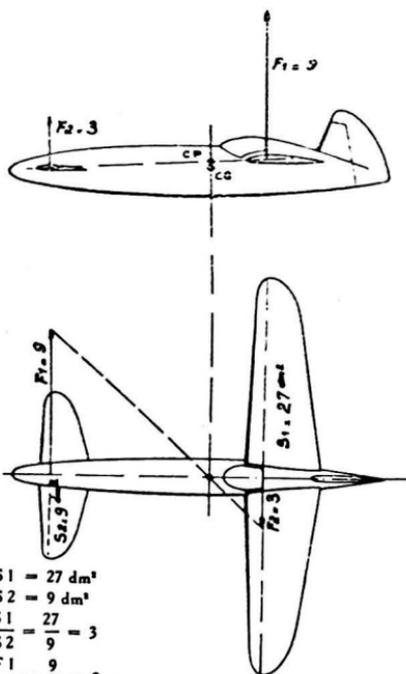
est porteur et participe comme l'aile à la portance générale de l'appareil : ce sont les avions **tandems** et **canards**. L'emploi de profils spéciaux permet même de supprimer l'empennage horizontal comme dans l'**aile volante**.

TANDEMS ET CANARDS

Les profils sont des profils courants.

L'aile avant a une incidence supérieure à l'aile arrière.

Des essais systématiques ont montré que les meilleures performances étaient obtenues en utilisant des profils de même finesse pour les deux ailes.



$$\begin{aligned}
 S_1 &= 27 \text{ dm}^2 \\
 S_2 &= 9 \text{ dm}^2 \\
 \frac{S_1}{S_2} &= \frac{27}{9} = 3 \\
 \frac{F_1}{F_2} &= \frac{9}{3} = 3
 \end{aligned}$$

Fig. 42. — Centrage d'un avion canard.

L'aile arrière étant toujours influencée par le sillage tourbillonnaire de l'aile avant, les résultats obtenus avec ce modèle ne sont pas sensiblement supérieurs à ceux des modèles courants.

Le centrage de tels appareils se fait comme il est indiqué sur la figure 42.

A l'aplomb du centre de poussée d'une aile, on porte une flèche de longueur proportionnelle à la surface de l'autre aile. En joignant les extrémités des flèches (de sens opposé), on obtient le centre de poussée de l'appareil. Le C. G. doit être à l'aplomb du C. P.

AILE VOLANTE

Etant donné la difficulté de réglage d'un tel appareil (généralement doté d'une grande finesse), il est nécessaire de prévoir deux volets réglables à l'arrière du profil.

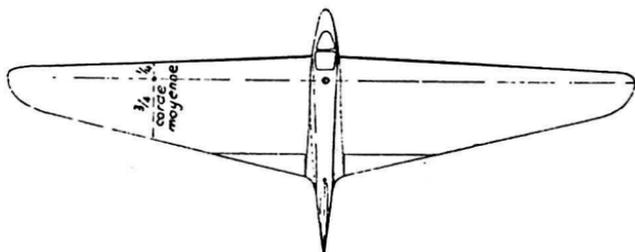


Fig. 43. — Centrage d'une aile volante
($\frac{1}{4}$ avant du profil moyen).

Seuls, les modélistes expérimentés obtiendront de beaux vols avec de tels modèles.

Les profils utilisés sont dits autostables (exemple : profil N.A.C.A. M 6, fig. 14).

Le centre de poussée, pratiquement invariable, est au quart avant du profil moyen.



LE MOTEUR ET L'HÉLICE

GÉNÉRALITÉS

LE MOTEUR DE CAOUTCHOUC

ADAPTATION DU MOTEUR AU MODÈLE

L'HÉLICE

ADAPTATION DE L'HÉLICE AU MODÈLE ET AU MOTEUR

CONSTRUCTION DE L'HÉLICE

COUPLE DE RENVERSEMENT

GÉNÉRALITÉS

Le moteur est la source d'énergie qui permet au modèle à moteur de voler horizontalement ou de prendre de l'altitude. Cette énergie est transmise à l'hélice, qui transforme le travail du moteur (travail qui fait tourner l'hélice) en un travail du modèle (travail d'avancement du modèle). L'hélice tire le modèle dans l'air.

Pour les modèles réduits, il existe des moteurs de caoutchouc, des moteurs à explosion (essence), des moteurs à air comprimé et des moteurs à répulsion (fusée). Nous n'étudierons que le plus intéressant et le moins coûteux d'entre eux, le moteur de caoutchouc.

MOTEUR DE CAOUTCHOUC

Il est constitué généralement par des bandes de caoutchouc plat de 0,5 à 2^m/_m d'épaisseur et de 2 à 6^m/_m de largeur. Ces bandes constituent des écheveaux

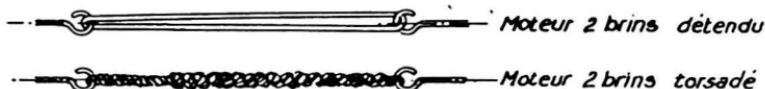


Fig. 44

à 2, 4, 6, etc..., brins accrochés à chaque extrémité du fuselage à 2 crochets en fil d'acier. La rotation qu'on lui a fait subir. Pour des moteurs enduits d'un produit lubrifiant (huile de ricin, mélange de glycérine et de savon noir de Marseille, ou mélange du commerce), progressivement torsadés, le nombre de tours maximum qu'ils sont capables de supporter varie de 800 à 1.200.

Le temps pendant lequel se déroule le caoutchouc dépend du nombre de tours de torsion qu'on lui a fait subir. Pour des moteurs enduits d'un produit lubrifiant (huile de ricin, mélange de glycérine et de savon noir de Marseille, ou mélange du commerce), progressivement torsadés, le nombre de tours maximum qu'ils sont capables de supporter varie de 800 à 1.200.

Evidemment, ce nombre de tours dépend beaucoup de la longueur de l'écheveau. Pour obtenir des durées de 1.000 à 1.200 tours, l'écheveau sera environ 1 fois et demie plus long que le fuselage de l'avion et il sera torsadé

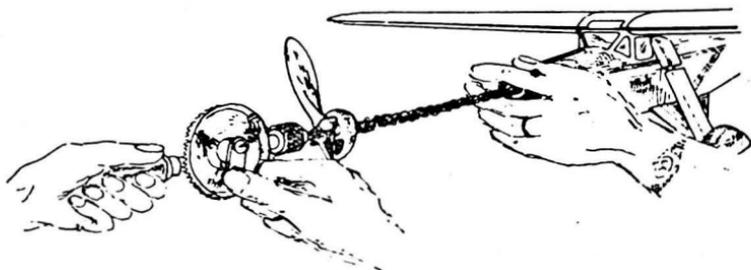


Fig. 45

à l'extérieur du fuselage à l'aide d'une perceuse à main. On peut aussi augmenter la longueur du moteur en adaptant deux écheveaux, ce qui nécessite deux engrenages identiques à l'arrière du fuselage. Cette solution, intéres-

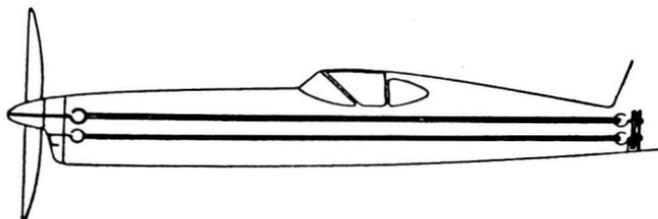


Fig. 46

sante en apparence, présente des difficultés de réalisation trop grandes pour un débutant. De plus, le poids des engrenages à l'arrière provoque une augmentation du lestage, donc du poids total de l'appareil.

ADAPTATION DU MOTEUR AU MODÈLE

Posons d'abord quelques principes généraux :

1° Un modèle lourdement chargé au décimètre carré a besoin d'une vitesse plus grande pour voler qu'un appareil à faible charge unitaire ;

2° Dans un modèle à moteur bien réglé, le vol est constitué d'abord par une montée due au travail du moteur, puis par une descente en vol plané, le moteur étant complètement déroulé. Le deuxième cas de vol est celui d'un planeur. Si nous voulons obtenir des résultats analogues à ceux d'un planeur, il faut que le modèle à moteur ait une charge unitaire analogue à celle d'un modèle planeur. Comme le poids du moteur, de l'hélice et du train rouleur

(destiné à protéger l'hélice ou à décoller) s'ajoute au poids des ailes et du fuselage, il nous faut construire notre modèle à moteur très légèrement. Par contre, la traction de l'écheveau de caoutchouc fatiguant le fuselage, ce dernier doit être construit très solidement. Le modèle à moteur est donc plus difficile à construire que le modèle planeur. Tous les éléments devront être parfaitement adaptés. En particulier, le choix du moteur est très délicat ; s'il est trop faible, la charge unitaire sera faible, le modèle « s'élèvera » vite et planera lentement, mais la durée de déroulement du moteur sera faible. Si le moteur est puissant, la charge unitaire sera forte, le modèle s'élèvera lentement, la vitesse verticale de plané sera grande, mais le temps de déroulement sera grand.

Pour que le modéliste puisse se faire lui-même une idée exacte du choix d'un moteur, il doit connaître les principes suivants :

1° Le **travail total** susceptible d'être fourni par un moteur de caoutchouc ne dépend que du poids total de caoutchouc (supposé lubrifié et remonté au maximum). Ainsi, un moteur de 20 grammes peut donner un travail double de celui d'un moteur de 10 grammes ;

2° Le travail est le produit du **nombre de tours par le couple** du moteur. Si nous considérons deux moteurs, constitués : le premier par 4 brins de caoutchouc et le deuxième par 8 brins de caoutchouc de même grosseur, mais deux fois moins long, le poids des moteurs sera le même, donc le travail total aussi. Mais, si le premier peut être remonté à 300 tours sans casser et le deuxième à 600 tours sans casser, le premier moteur donnera un couple double de celui donné par le deuxième.

Pour un avion lourd et rapide, il faudra un fort couple : nous utiliserons donc le premier moteur. Pour un avion léger et lent, nous utiliserons le deuxième moteur.

Nous verrons plus loin que le premier moteur utilise une hélice ayant un grand pas et le deuxième une hélice à pas plus faible.

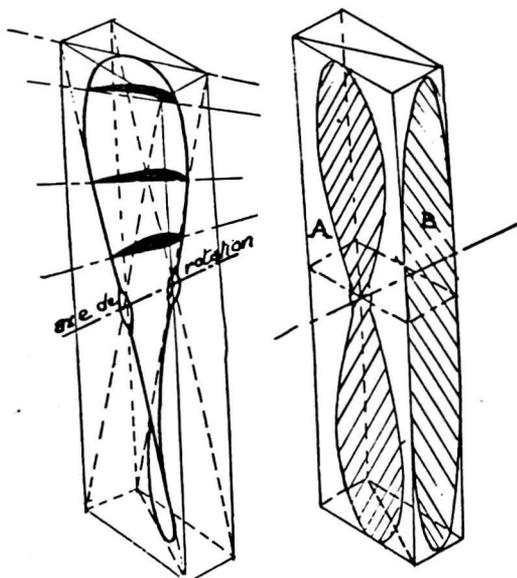


Fig. 47. — Bloc d'équarrissage de l'hélice.

L'HÉLICE

L'hélice est constituée par une partie centrale portant l'axe : le **moyeu**, et par des parties gauches : les **pales**. Les pales sont constituées par des profils analogues au profil d'ailes, qui tournent et avancent dans l'air avec une

certaine incidence ; il se produit alors une force analogue à la sustentation, mais dirigée vers l'avant. C'est la traction de l'hélice.

Quand l'hélice fait un tour, elle avance d'une certaine quantité appelée **pas de l'hélice**. Dans les modèles réduits on a constaté que **les meilleures hélices ont un pas égal à leur diamètre**.

Exemple : Une hélice de 30 centimètres de diamètre aura un pas de 30 cm. Donc, dans un tour, elle avancera de 30 cm.

En réalité elle avancera un peu moins vite, car l'air glisse et échappe à l'attaque de la pale. Si la pale avance de 24 cm. au lieu de 30 cm., on dit que le

rapport $\frac{24}{30} = 0,8$ est le **rendement de l'hélice**.

Les hélices de modèle réduit ont un rendement de 0,6 à 0,8.

Pour les calculer, il est bon de ne tabler que sur un rendement moyen de 0,7 (voir plus loin, calcul d'une hélice).

L'hélice est fixée à l'extrémité du crochet avant du moteur. Le nez du fuselage servant de palier.

Le montage de la figure 48 est fréquemment utilisé pour rendre l'hélice folle sur son axe quand le moteur est détendu (1).

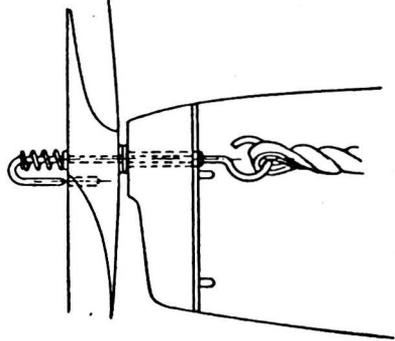


Fig. 48

ADAPTATION DE L'HÉLICE AU MODÈLE ET AU MOTEUR

Pour qu'un modèle à moteur puisse voler, il faut que l'hélice le tire à une vitesse au moins égale à sa vitesse horizontale minimum. Pour qu'il puisse monter, il faut que l'hélice le tire à une vitesse supérieure à celle définie plus haut.

On peut se fixer pour un premier calcul les chiffres suivants :

Rendement de l'hélice : 0,7.

Vitesse de rotation : 20 à 30 tours par seconde (pour les hélices de diamètre égale au pas).

La vitesse horizontale du planeur sera établie expérimentalement (voir chap. II) ou par comparaison avec des appareils de même charge unitaire et de même profil déjà expérimentés.

Comme on ne connaît pas le poids de l'hélice, on met le moteur choisi en place sur l'appareil et on équilibre ensuite avec des plombs situés à l'endroit où sera l'hélice. Le poids ainsi trouvé sera le poids de l'avion terminé.

Supposons que la vitesse horizontale trouvée soit de 2 mètres par seconde, soit 200 cm. par seconde.

(1) L'hélice folle sur son axe offre une résistance à l'avancement plus faible que l'hélice fixée au moteur, pendant le vol plané.

Calculons le pas de l'hélice. Pendant une seconde, l'hélice fera 20 à 30 tours. Prenons 25 tours en moyenne. Comme l'appareil doit avancer de 200 cm., il avancera donc par tour d'hélice de $\frac{200}{25} = 8$ cm. par tour et par seconde.

Comme le rendement est de 0,7, le pas de l'hélice sera de $\frac{8}{0,7} = 11,4$ cm.

Comme l'appareil doit monter, on choisira un pas plus grand (1/4 plus environ), soit

$$11,4 + \frac{11,4}{4} = 14,2 \text{ centimètres.}$$

Le diamètre sera de 14 centimètres environ. L'appareil sera bien réussi si le diamètre trouvé n'est pas supérieur au tiers de l'envergure. Ainsi, pour une hélice de 14 centimètres, nous devons avoir une envergure au moins égale à $14 \times 3 = 42$ centimètres.

CONSTRUCTION DE L'HÉLICE

Les appareils à moteurs ne pouvant être construits que par des modélistes confirmés, ceux-ci devront pouvoir construire leurs hélices.

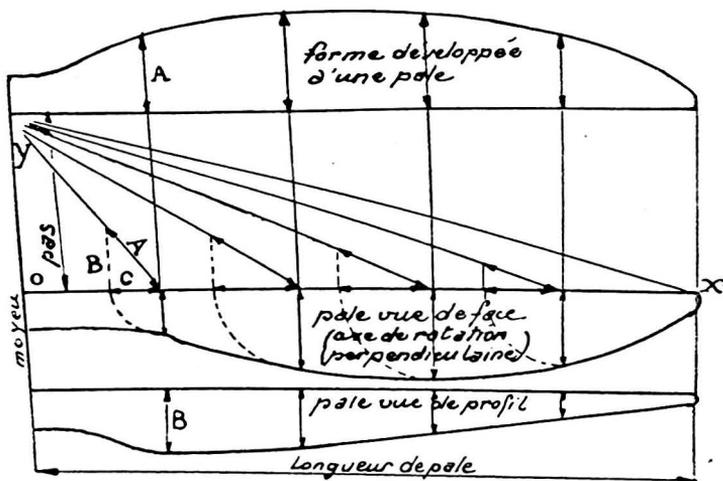


Fig. 49. — Tracé d'une pale d'hélice.

Nous savons que chaque pale doit avancer d'un pas dans un tour. Mais l'extrémité de la pale va très vite alors que les parties proches du moyeu vont plus lentement ; il s'ensuit, que pour avancer de la même quantité pendant un tour, les parties proches du moyeu ont une forte incidence et les parties extrêmes des incidences plus faibles.

Les hélices qui répondent à cette condition sont des **hélices à pas constant**.

Ces hélices sont taillées dans des blocs de bois. On trace sur chaque face la forme de l'hélice et il suffit de découper ce bloc en suivant les deux tracés (fig. 47).

Les profils de pale seront amincis au maximum, surtout dans les extrémités. L'avant du profil constitue le bord d'attaque de l'hélice.

La construction de la figure 49 permet le tracé des blocs d'équarrissage des hélices (fig. 47). On trace d'abord la forme développée de la pale, forme que l'on se donne arbitrairement (le bord d'attaque de celle de la figure 49 est rectiligne). La distance $O X$ est le demi-diamètre de l'hélice.

On divise $O X$ en plusieurs parties (autant que l'on veut). On porte sur $O Y$ une longueur égale au pas divisé par 6,3 (si le pas est égal au diamètre, on porte la valeur du diamètre divisé par 6,3).

Valeur du pas (ou du diamètre) en centimètres.	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Longueur $O Y$ en millimètres.	31	39	47	55	63	71	79	87	95	103	111

On joint Y aux points de division, et on porte à partir de ces points sur les obliques des longueurs égales aux longueurs développées (exemple : longueur « A » prise sur la forme développée. La longueur « C » trouvée en abaissant une perpendiculaire de « A » sur « Ox » donne la largeur de la pale vue de face. On trouve ainsi la forme à tracer sur la face A du bloc de bois.

La longueur « B », longueur de la perpendiculaire, donne la largeur de la forme à tracer sur la face « B » du bloc de bois.

L'autre pale étant identique à celle-ci, il suffit de tracer le bloc de bois de façon symétrique par rapport au moyeu. On laisse un renflement au moyeu pour consolider l'hélice.

COUPLE DE RENVERSEMENT

Quand une hélice tourne à droite (par exemple), le modèle tend à s'incliner à gauche. C'est l'influence du **Couple de renversement**. Il est facile de constater que si l'on tient le modèle par l'hélice, il tend à tourner en sens inverse.

Ce couple de renversement incline l'appareil, donc le fait virer du côté opposé à la rotation de l'hélice. Pour éviter ce défaut, on cale l'axe de l'hélice, obliquement par rapport à l'appareil (chap. 10).

Plus l'hélice est grande par rapport à l'envergure et plus le couple de renversement sera important. C'est pour cette raison qu'il ne faut pas que le diamètre de l'hélice dépasse le tiers de l'envergure.

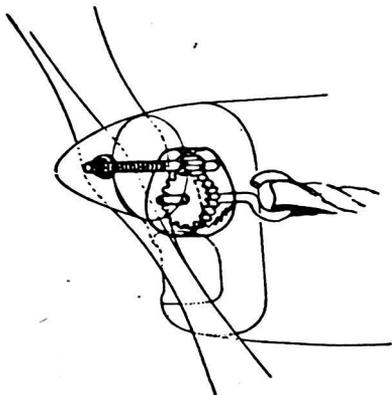


Fig. 50. — Multiplicateur.

On peut aussi diminuer encore ce diamètre en faisant tourner l'hélice plus vite que le moteur. On utilise dans ce but des multiplicateurs à engrenage.

Dans le calcul d'hélice précédent, on doit multiplier le chiffre de 20 ou 30 tours par seconde par le rapport de multiplication obtenue en divisant le nombre de dents de la grande roue par celui de la petite roue.

Exemple : Grande roue 30 dents
Petite roue 10 dents

$$\text{rapport } \frac{30}{10} = 3$$

On prendra donc $20 \times 3 = 60$ tours par seconde. Mais le rendement de l'hélice diminue et tombe à 0,5 environ.

Exemple :

Calcul du nouveau pas et diamètre :

$$\text{avance par tour } \frac{200}{60} = 3,33 \text{ centimètres par tour.}$$

Le pas de l'hélice sera :

$$\frac{3,33}{0,5} = 6,66 \text{ centimètres.}$$

Pour que l'appareil puisse monter, on prendra un quart en plus, soit :

$$6,66 + \frac{6,66}{4} = 8,3 \text{ centimètres.}$$

La nouvelle hélice aura donc environ $83 \frac{m}{m}$ de diamètre et $83 \frac{m}{m}$ de pas.



LES ESSAIS EN VOL

GÉNÉRALITÉS TABLEAUX DE RÉGLAGE

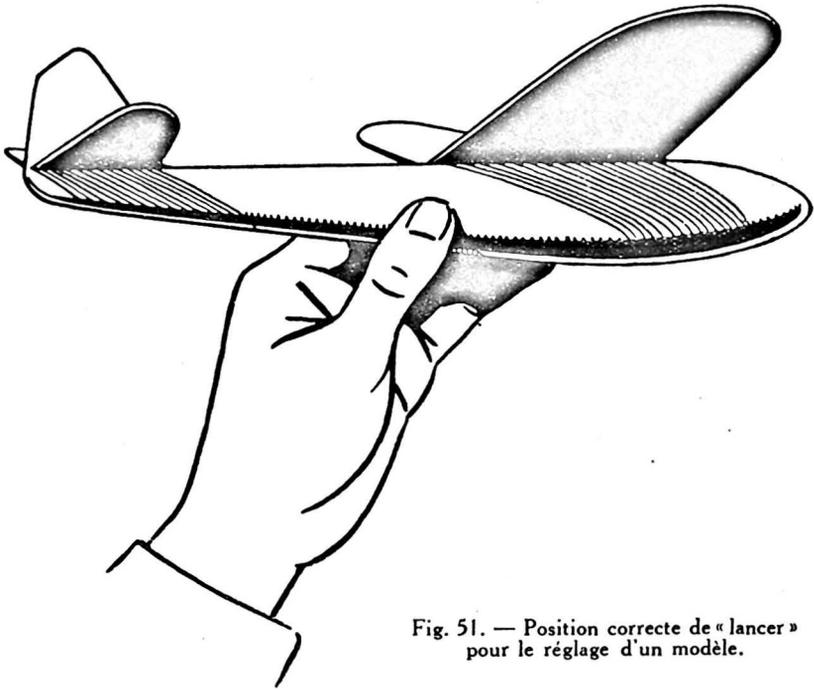


Fig. 51. — Position correcte de « lancer »
pour le réglage d'un modèle.

GÉNÉRALITÉS

Notre modèle est enfin terminé.

Nous allons le régler dans son élément, l'air. Pour cela, nous choisirons un temps calme (le moindre vent peut nous gêner considérablement), une vaste étendue herbeuse si possible.

Ne nous pressons pas en lançant notre modèle dans un espace étroit et encombré d'obstacles sur lesquels il viendrait se briser dès le premier vol. N'oublions pas non plus qu'il n'est pas encore réglé et que sa trajectoire peut nous réserver quelques surprises.

Nous sommes sur le terrain d'essai. Un rapide coup d'œil aux divers organes doit nous convaincre que tout paraît normal. Un trait au crayon marque sur le fuselage la position du bord de fuite de l'aile.

Le premier essai va être, quel que soit le modèle, un essai en vol plané. Pour un modèle à moteur, le moteur sera légèrement remonté pour maintenir le nez du fuselage et une épingle ou un caoutchouc léger empêchera l'hélice de tourner.

Il nous faut apprendre à lancer le planeur à la main. Il sera maintenu à bout de bras levé, par une seule main, un peu en arrière du centre de gravité et en

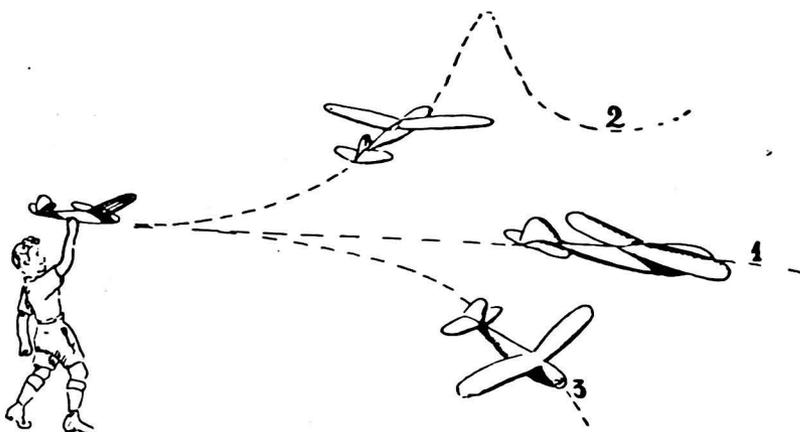


Fig. 52. — 1. Centrage correct.
2. Centrage arrière (reculer l'aile ou ajouter du lest).
3. Centrage avant (avancer l'aile ou retirer du lest).

position de vol plané, donc avec une certaine inclinaison vers le sol. Nous lancerons le modèle d'un geste long, sans effort et en visant un point à terre, à environ 10 mètres devant nous (comme il est rare que le vent soit complètement nul, nous ferons bien attention de lancer le planeur face au vent). Le planeur, lâché, doit se trouver tout de suite en vol plané et ne pas gagner d'altitude par rapport au point de départ. Les tableaux suivants nous enseignent à interpréter et à corriger les défauts du vol.

Dans tous les cas, nous supposons que les défauts ne proviennent que d'un mauvais réglage et non d'une construction défectueuse, car celui qui ne sait pas construire ne peut pas avoir la prétention de faire voler un modèle réduit.



DÉFAUTS COMMUNS AUX MODÈLES PLANEUR ET A MOTEUR

DÉFAUTS DU VOL	CAUSES	REMÈDES
<p>1. Aussitôt lâché, le modèle pique, puis remonte en ralentissant, pique à nouveau, etc... (on dit qu'il « pompe ») (1).</p> <p>(1) Si le modèle part en ligne droite vers le sol, aussitôt lâché, c'est qu'il est centré trop avant. Les causes et les remèdes sont inverses du cas ci-dessus. Nous laissons au lecteur le soin de corriger le texte.</p>	<p>a) Le modèle est centré en arrière (C.P. en avant du C.G.);</p> <p>b) Le modèle est lancé trop fort ou trop haut;</p> <p>c) L'angle de calage est trop grand.</p>	<p>Reculer l'aile en faisant un autre repère ou ajouter du lest.</p> <p>Recommencer le lancer moins fort et en direction du sol.</p> <p>Mettre une petite cale de balsa sous le bord de fuite de l'aile ou sous le bord d'attaque de l'empennage horizontal. Vérifier la construction.</p>
<p>2. Le modèle vole bien la première fois, puis apparaissent les défauts ci-dessus.</p>	<p>a) Le modèle s'est dérégulé à l'atterrissage;</p> <p>b) Le modèle est bien réglé par temps calme, mais pas pour le vent.</p>	<p>Repérer avant chaque vol toutes les positions des éléments mobiles et vérifier après chaque atterrissage.</p> <p>Avancer très légèrement le centrage en reculant l'aile ou en ajoutant un peu de lest.</p> <p>Diminuer légèrement l'angle de calage.</p>
<p>3. Le modèle décrit un virage tout de suite après le départ (observons s'il monte ou s'il descend, ce défaut pouvant s'ajouter aux précédents).</p>	<p>a) Il a été mal lancé;</p> <p>b) L'empennage vertical est oblique;</p> <p>c) (Très fréquent), les incidences des deux demi-ailes sont différentes (ou celle des deux demi-empennages horizontaux);</p> <p>d) L'aile est oblique par rapport au fuselage (fig. 53);</p> <p>e) Le fuselage est tordu.</p>	<p>Refaire un lancé bien droit.</p> <p>Redresser l'empennage vertical en le mettant dans l'axe du fuselage.</p> <p>Cela peut venir d'un défaut de construction (à refaire) d'une torsion de l'aile ou de l'empennage horizontal sous l'influence du temps (détordre à la main ou enduire à nouveau en tordant en sens contraire).</p> <p>Coller un bout de papier dépassant le bord de fuite de l'aile qui s'élève et le plier vers le haut.</p> <p>Remettre l'aile d'aplomb.</p> <p>Enduire à nouveau sur un chantier qui le maintienne en forme.</p>

DÉFAUTS COMMUNS AUX MODÈLES PLANEUR ET A MOTEUR (Suite)

DÉFAUTS DU VOL	CAUSES	REMÈDES
4. Le modèle vole en lacet ou décrit des ondulations.	Hyperstabilité.	Diminuer le V ou la dérive.
5. Le vol est instable. Le modèle chancelle.	Instabilité longitudinale et latérale.	Conceptions à revoir d'après les lois du chapitre VII.
6. Le modèle vire trop vite dans le vent.	Instabilité de route et instabilité latérale.	Reprendre la conception d'après les lois du chapitre VII. Essayer d'une fausse dérive verticale sur le nez du fuselage pour vérifier si la cause est bien l'instabilité.
8. Le modèle ne vire pas, mais glisse sur l'aile.	Défaut d'instabilité, ou plus souvent, torsion de l'aile et torsion contraire de l'empennage vertical.	Corriger la torsion de l'aile et la torsion inverse de la dérive. Vérifier la répartition des surfaces latérales et la position du C. G.



DÉFAUTS PARTICULIERS AUX MODÈLES A MOTEUR

Après le réglage en vol plané, on remonte le moteur à 300 tours, le modèle peut alors se comporter de diverses façons.

DÉFAUTS DU VOL	CAUSES	REMÈDES
9. Il monte (ou il descend) brutalement.	La traction de l'hélice perturbe le vol.	Caler l'axe de l'hélice (fig. 54) pour l'orienter dans le sens contraire de la perturbation du vol.
10. Le modèle vire immédiatement et continue son virage régulier en montant. Le virage cesse quand le moteur est démonté.	La traction de l'hélice perturbe le vol. Le virage peut provenir du couple de renversement.	Caler l'axe pour virer en sens contraire. (Fig. 54.)
11. Le modèle papillonne le vol est continuellement instable.	L'hélice est mal équilibrée ou mal centrée, le palier avant a trop de jeu.	Essayer plusieurs régimes du moteur. A faible régime, le vol devient généralement plus stable. Il faut diminuer les jeux, équilibrer l'hélice.
12. Le modèle vire. Le virage ne cesse pas après l'arrêt du moteur. Quelquefois le modèle est plaqué au sol.	Une route de l'atterrissage est oblique par rapport au fuselage.	Rectifier sa position.

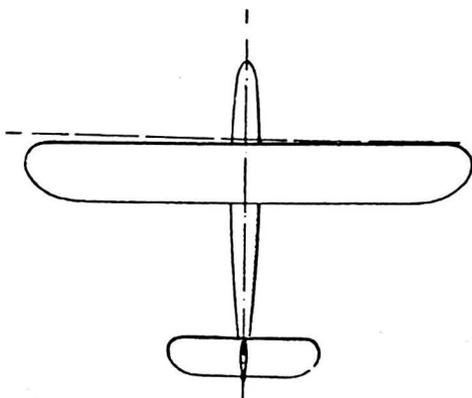


Fig. 53. — Aile décalée.

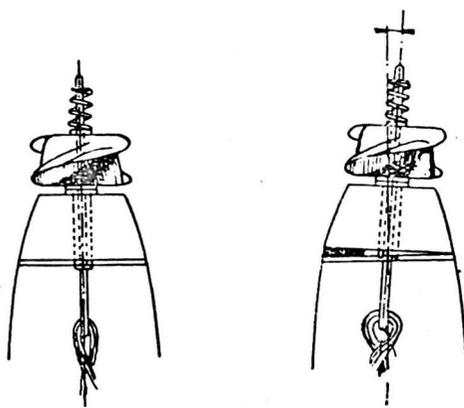


Fig. 54. — Calage de l'axe d'hélice.

ÉLÉMENTS D'AÉROLOGIE

LES VENTS

LES COURANTS ASCENDANTS

Ascendances de pente
Ascendances thermiques
Ascendances de front d'orage
Séparation de la pente
Ascendances de restitution

INVERSION DES TEMPÉRATURES

LES VENTS

Nous savons que la pratique du vol à voile nécessite l'utilisation des courants d'air. Ces courants sont **les vents**.

La terre comporte des régions froides (les pôles) et des régions chaudes (l'équateur). Dans un jour complet, un même pays subit des variations de température dues à la chaleur solaire. Ces variations de température provoquent des variations de la pression de l'air. A leur tour, ces variations de pression engendrent des mouvements de l'air appelés « vents ».

Nous sommes parfois très éloignés des causes qui provoquent le vent, mais nous en ressentons quand même les effets. C'est grâce à cela que nous pouvons pratiquer le vol à voile.

Les vents sont caractérisés par leur direction (le vent d'Est, vient de l'Est, le vent du Nord, vient du Nord, etc...), et surtout par leur vitesse que l'on chiffre en mètres par seconde. Pour les modèles réduits, les vitesses comprises entre 0 et 5 mètres par secondes sont admissibles. Au delà, seuls peuvent voler les appareils vraie grandeur.

La mesure de la vitesse se fait au moyen d'appareils appelés anémomètres. Nous ne les décrivons pas. Par contre, l'habitude nous indiquera bientôt si le vent est ou non utilisable pour nos modèles réduits.

La vitesse et la direction du vent varient souvent avec l'altitude.

Ainsi, nous voyons souvent les nuages défilier en sens contraire du vent au sol.

Enfin, la vitesse du vent est irrégulière et nous constaterons souvent sur le terrain des « rafales » assez régulièrement espacées dans le temps.

LES COURANTS ASCENDANTS

Les courants ascendants sont les seuls utilisés par le vol à voile. Ce sont des courants dont le sens général est dirigé de bas en haut et dans lesquels un planeur peut s'élever.

Certains sont localisés près du sol ; ils nous serviront beaucoup (ce sont les ascendances de pente). D'autres sont très importants et atteignent de grandes altitudes (ce sont les ascendances thermiques).

Ces derniers nous permettront parfois des vols analogues à ceux des planeurs vraie grandeur jusqu'à de hautes altitudes (de l'ordre de 1.000 mètres).

a) Ascendances de pente.

Quand le vent rencontre un obstacle important, il le franchit en s'élevant d'abord, puis, en se rabattant de l'autre côté. Devant l'obstacle, son sens devient momentanément dirigé de bas en haut. C'est une **ascendance de pente**. On dit que le versant de l'obstacle est **au vent** s'il est face au vent et **sous le vent** s'il est tourné à l'opposé.

Les ascendances se rencontrent toujours au vent de la pente. Cependant, il est bon de noter que l'ascendance se produit toujours **en avant et au-dessus** de la crête ; sur le versant au vent lui-même, il se forme des tourbillons souvent rabattants.

b) Ascendances thermiques

Nous savons qu'un corps léger plongé dans un milieu plus dense monte à la surface de ce milieu.

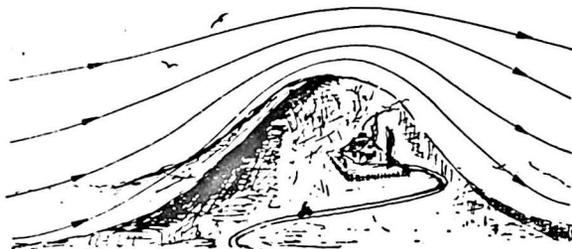


Fig. 55. — Ascendance de pente. Derrière la pente le vent redescend.

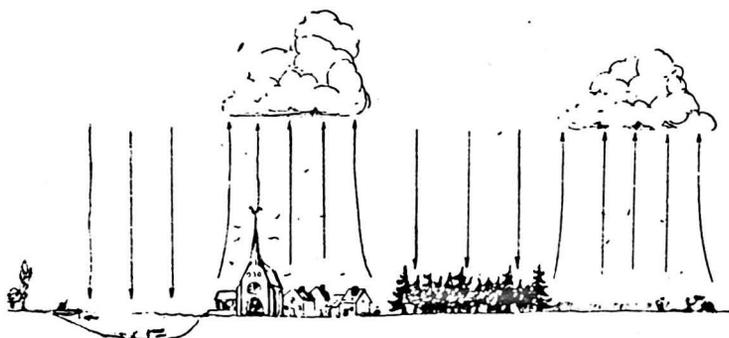


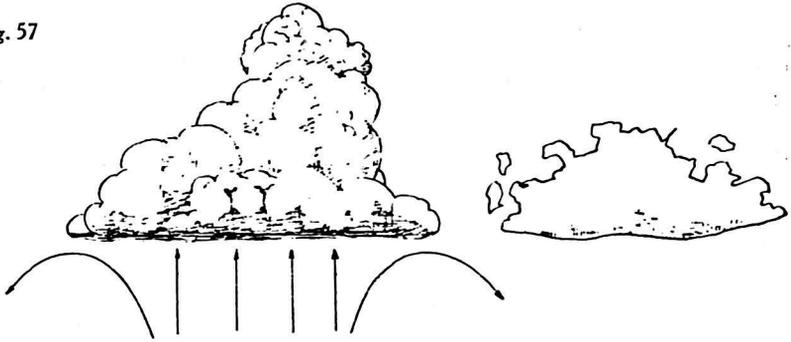
Fig. 56. — Formation d'ascendances thermiques.

Ainsi l'air chaud, en contact avec l'air froid, s'élève et crée une colonne ascendante (colonne thermique). Il peut se produire des colonnes thermiques

au-dessus des parties terrestres qui renvoient, sans l'absorber, la chaleur du soleil. Ainsi les taches claires du sol, champs de céréales, habitations, terres dénudées renvoient la chaleur solaire qui échauffe alors l'air, immédiatement en contact. Au contraire, les bois foncés, les prairies vertes, les étendues d'eau absorbent la chaleur et l'air au-dessus ne se réchauffe pas. Il se forme alors des colonnes thermiques qui montent très haut dans l'atmosphère.

Ces colonnes sont invisibles, mais on peut les déceler au moyen des nuages blancs et renflés qui surgissent dans le ciel d'été pendant le jour. L'air

Fig. 57



Cumulus : indique de fortes ascendances.

Les ascendances ont disparu.
Cumulus mourant.

chaud emporte avec lui de la vapeur d'eau. En s'élevant, il se refroidit au contact des couches froides et la vapeur d'eau, jusqu'ici invisible, se transforme en fines gouttelettes qui, réunies, forment un nuage. Ces nuages, appelés « cumulus », indiquent donc une colonne thermique ascendante.

Les modèles réduits doivent être réglés pour « spiraler » dans la colonne, car, s'ils s'en écartent, ils pénètrent dans la zone des **rabattants** où l'air froid redescend pour prendre la place de l'air chaud qui s'élève.

c) Ascendances de front d'orage.

Quand une masse d'air chaud atteint une masse d'air froid, elle est violemment rejetée vers le haut et produit une très forte ascendance. Mais ce phénomène ne se produit pas sans condensation énorme de vapeur d'eau, qui provoque l'orage.

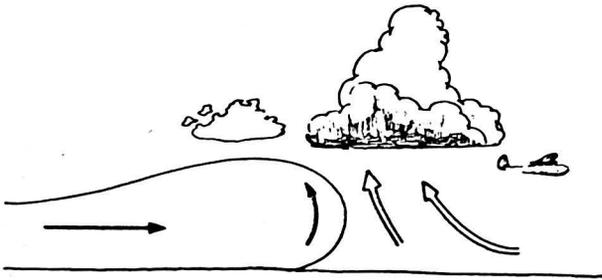


Fig. 58. — Ascendance de front d'orage. Les flèches noires indiquent la nappe d'air froid; les flèches blanches le nappe d'air chaud.

L'orage se déplace dans le sens du vent, et les ascendances se produisent en avant.

C'est le front d'orage. Dans cette partie, l'air est très calme et les ascendances très puissantes. Mais si le planeur s'approche des nuages, il est immanquablement brisé par la violence des rafales.

Il est intéressant de pouvoir lancer un modèle devant un front d'orage, car il peut alors parcourir des distances énormes, mais il est rare que l'on réussisse.

d) Séparation de la pente.

On peut ressentir sur une pente un vent contraire au vent réel dans la région. C'est que la forte insolation de la pente sous le vent a provoqué un courant

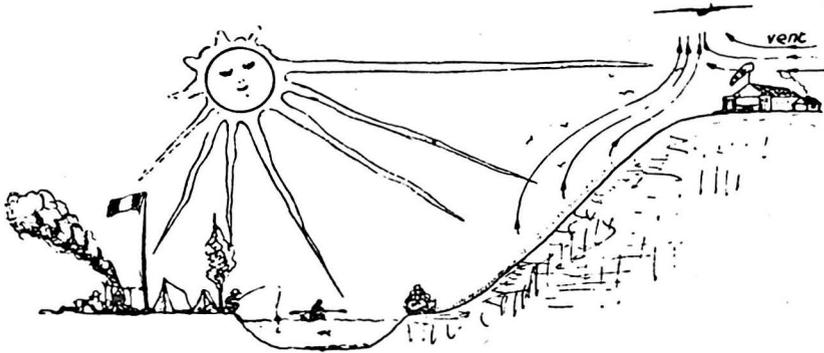


Fig. 59. — Ascendance thermique de sens contraire à la direction du vent.

thermique de sens contraire au vent. Les modélistes expérimentés chercheront alors à utiliser la partie de l'atmosphère où les deux effets se conjuguent pour donner une ascendance puissante.

e) Ascendances de restitution.

Quand le soleil est couché ou très bas sur l'horizon, les surfaces qui réfléchissent la lumière sans l'absorber se refroidissent rapidement. Au contraire, les surfaces boisées ou de couleur sombre qui ont absorbé toute la chaleur du jour restent longtemps très chaudes et réchauffent l'air environnant.

A ce moment, les échanges sont inversés par rapport au jour. Mais les ascendances thermiques produites par ces différences de température sont généralement très faibles, sauf si elles sont concentrées dans certains cas spéciaux.

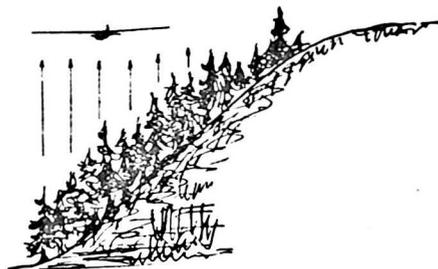


Fig. 60. — Ascendance de restitution au-dessus d'un bois planté sur une forte pente.

C'est ainsi qu'une forte pente boisée dégage, le soir, des ascendances suffisantes pour permettre de beaux vols.

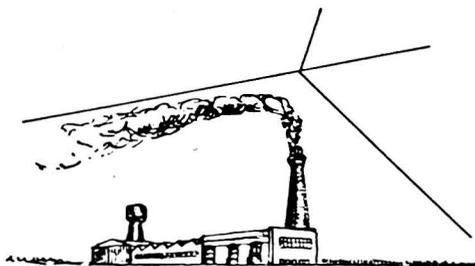


Fig. 61. — Inversion des températures en altitude. La fumée rencontre un air moins dense qu'elle et s'abaisse au lieu de s'élever.

f) Inversion des températures.

Il peut se produire qu'à la suite d'un fort refroidissement nocturne les couches d'air inférieures soient plus froides que les couches supérieures. Dans ce cas, il ne peut pas y avoir ascendance, puisque l'air a tendance à gagner les couches froides qui sont près du sol. Ainsi la fumée chaude d'une cheminée s'abaissera dès qu'elle aura atteint la couche d'air chaud moins dense qu'elle.



COMMENT UTILISER LES MODÈLES RÉDUITS

LE VOL DE PENTE
LE VOL THERMIQUE
LANCEMENT DES PLANEURS
LES PERFORMANCES

Concevoir et exécuter un modèle réduit, le régler parfaitement, constitue déjà une grosse partie de la science du modéliste. Mais le modèle est fait pour voler, c'est-à-dire pour monter plus haut que son point de départ et pour « tenir l'air » le plus longtemps possible.

Le modèle s'élève au-dessus de son point de départ, soit en utilisant la traction de l'hélice (modèle à moteur), soit en utilisant un des procédés de lancement que nous étudierons plus loin (modèle planeur).

En fin de montée ou quand le moteur caoutchouc est détorsadé, le modèle se met en vol plané. La durée de vol dépend alors des circonstances atmosphériques. Il appartient au modéliste de lancer son appareil de manière à utiliser au mieux les courants ascendants de l'atmosphère, courants de pente ou courants thermiques.

LE VOL DE PENTE

La pente choisie, située face au vent, aura de préférence une inclinaison maximum de 45° arrondie à la base. Elle sera la plus haute possible sans que son escalade soit trop pénible. Il est nécessaire que la crête de la pente soit assez longue pour que la plage ascendante soit suffisamment étendue (au moins 100 mètres).

Pour des modèles ayant un $\frac{P}{S}$ inférieur à 15 grammes par décimètre carré, le vent ne doit pas dépasser 1 à 2 mètres par seconde. Pour des vents de 3 à 4 mètres par seconde au maximum, il convient d'utiliser des modèles ayant un $\frac{P}{S}$ supérieur à 15 grammes par décimètre carré. Ces derniers vents étant généralement très réguliers, nous les utiliserons de préférence aux vents faibles.

Les modèles destinés aux vols de pente auront une charge unitaire assez élevée.

Si le modèle pouvait se déplacer parallèlement à la crête et revenir ensuite au départ pour recommencer un nouveau parcours, il profiterait au maximum de l'ascendance. Un tel réglage étant impossible à obtenir sur les modèles réduits, ces derniers seront lancés face au vent. Deux cas sont alors à considérer :

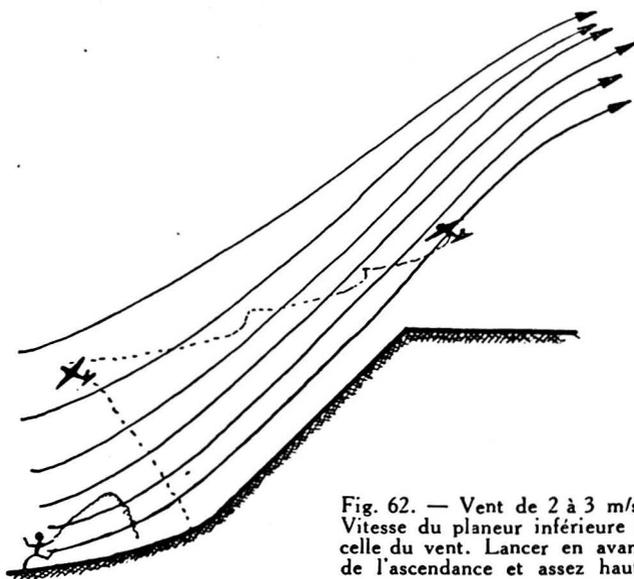


Fig. 62. — Vent de 2 à 3 m/s. Vitesse du planeur inférieure à celle du vent. Lancer en avant de l'ascendance et assez haut.

1° Le vent est fort et le modèle possède une vitesse horizontale inférieure à celle du vent.

Dans ce cas, le modèle est lancé au bas de la pente et en avant de l'ascendance (donc assez haut). S'il est stable en direction, il s'élève en reculant par rapport au sol et gagne ainsi l'arrière de la plage ascendante en haut de la crête. Il ne faut pas s'attendre à des vols de longue durée dans ce cas.

2° Le vent est faible et le modèle possède une vitesse horizontale supérieure à celle du vent.

Dans ce cas, le modèle est lancé en haut de la pente et en arrière de l'ascendance. S'il est stable en direction, il traverse toute la plage ascendante

en gagnant de la hauteur. Mais il arrive fréquemment que, sous l'influence d'une rafale, il change momentanément de direction ; il **dérive** alors le

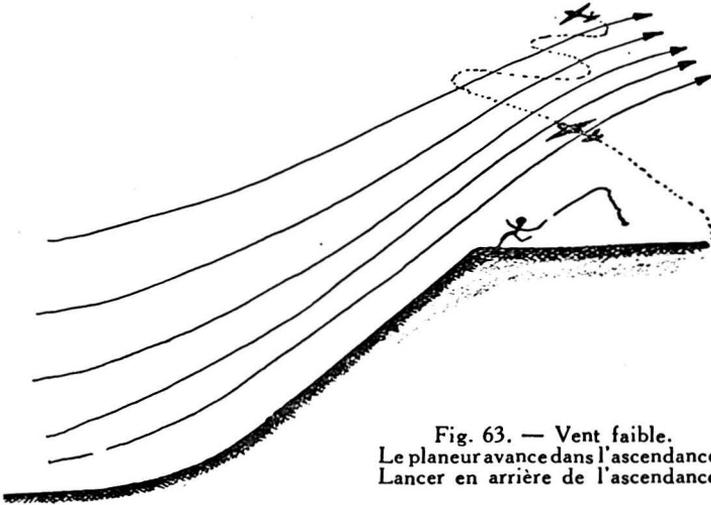


Fig. 63. — Vent faible.
Le planeur avance dans l'ascendance.
Lancer en arrière de l'ascendance.

long de la crête tout en gagnant de l'altitude pour revenir à l'arrière de la plage ascendante qui retransverse à nouveau en s'élevant dans la direction primitive. On revient dans le cas des vols de longue durée à altitude assez élevée.

Le vol de pente exige des modèles ayant une bonne stabilité de route.

LE VOL THERMIQUE

L'utilisation des colonnes ascendantes thermiques doit être le but du modéliste. En effet, les performances réalisées par ce moyen sont très supérieures à toutes les autres.

Le choix d'un terrain convenable au vol thermique, plus difficile que le choix d'une pente, peut être facilité par les observations suivantes. Il n'est pas rare, par temps chaud, d'observer au-dessus des terres claires et ensoleillées une vibration de l'air analogue à celle observée à travers un dégagement de vapeur d'eau. Il existe là une source d'émission d'air chaud générateur d'une colonne ascendante.

Nous savons, d'autre part, que les « **cumulus** » sont l'indice certain de l'aboutissement d'une colonne thermique. Certains de ces nuages se forment toujours au même endroit, en été, parce que la source d'émission est toujours

la même (village, maisons isolées, cultures claires, etc...). Enfin, l'observation du vol des oiseaux en altitude donne de bonnes indications, soit parce que ces oiseaux font eux-mêmes du vol à voile, soit parce qu'ils pourchassent les insectes aspirés dans la colonne ascendante thermique.

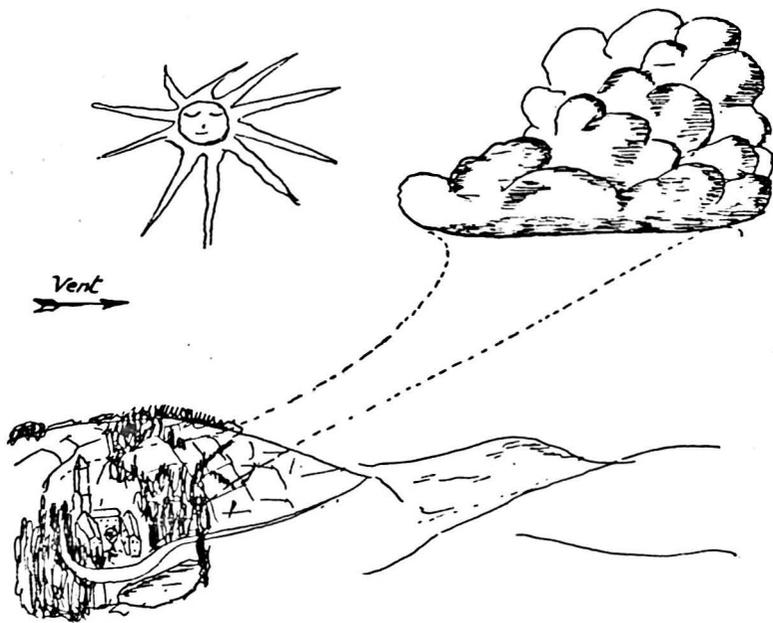


Fig. 64. — Source d'émission et colonne thermique.

La colonne thermique a généralement une surface d'émission assez grande, puis se rétrécit rapidement en conservant une vitesse ascensionnelle assez faible; c'est dans cette zone que le modèle est lancé et, par conséquent, il doit, pour « s'accrocher », posséder une vitesse de chute assez faible.

Le vol thermique exige donc des appareils peu chargés au décimètre carré (maximum 15 grammes) et à profil porteur (profil creux).

Si le vol est rectiligne, le modèle sortira rapidement de l'ascendance pour entrer dans le courant rabattant. Pour rester dans la colonne ascendante, il doit virer constamment. **On dit qu'il spirale.** Il est difficile de régler les gouvernes pour faire virer constamment un modèle, ce réglage étant gênant pendant la période du lancement. **Il faut utiliser un planeur légèrement instable en direction.**

La colonne thermique est inclinée dans le sens du vent. Il faut tenir compte de ce fait pour lancer le modèle, soit à l'aplomb du nuage par vent

nul ou inférieur à 1 mètre par seconde, soit au vent du nuage par vent de 1 à 4 mètres par seconde. La difficulté consiste à ne pas lancer le planeur trop

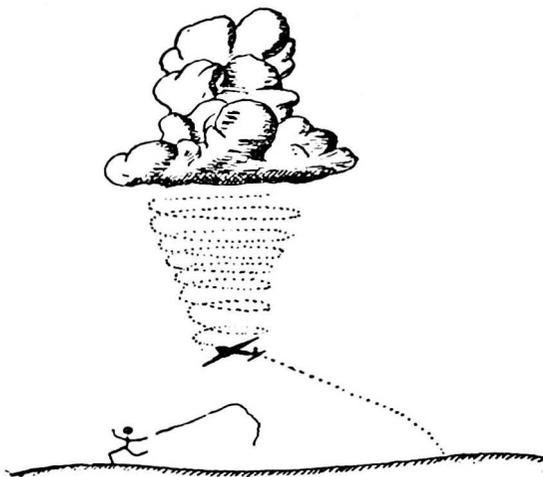


Fig. 65. — Lancer par vent nul ou très faible.

tard quand l'ascendance est passée, ou trop tôt pour que le planeur soit posé avant le passage de la colonne. L'expérience seule permettra au modéliste de choisir exactement le moment voulu.

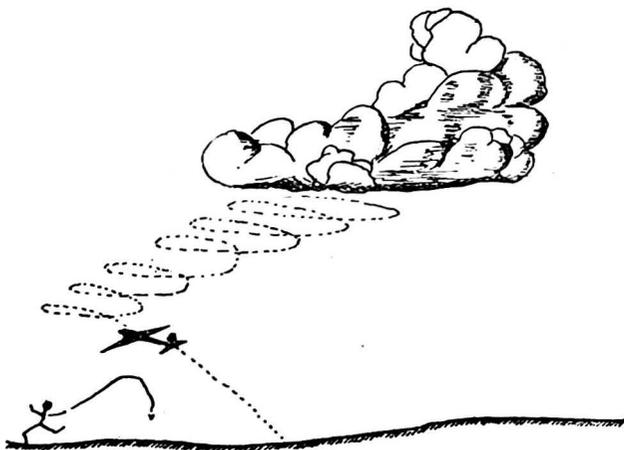
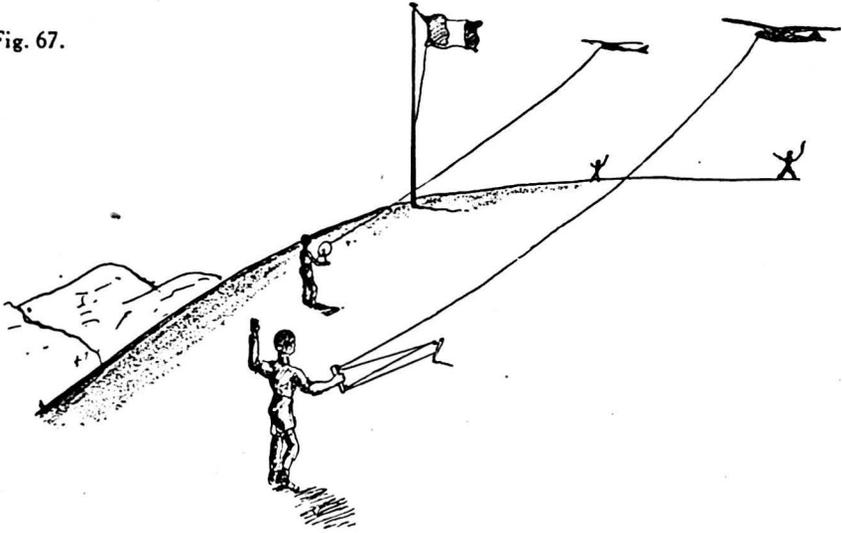


Fig. 66. — Lancer par vent de 1 à 3 m/s.

Il est fréquent d'utiliser le vol de pente et le vol thermique dans le même vol, le vol de pente permettant parfois d'atteindre l'altitude convenable au vol thermique.

LANCEMENT DES PLANEURS

Fig. 67.



On peut lancer le planeur :

- a) A la main ;
- b) Au caoutchouc ;
- c) Au treuil ;
- d) Au renvoi.

Le lancement à main, utilisé surtout pour les réglages, peut aussi être employé efficacement pour les vols de pente dans le cas de la figure 63. Dans tous les autres cas, il est insuffisant. Le lancement par caoutchouc ne peut être utilisé que pour les modèles lourds et il est d'un emploi difficile pour un résultat médiocre. Il convient de ne pas l'utiliser et nous ne le citons que pour mémoire. Les lancements au treuil ou au renvoi sont identiques comme résultats obtenus. Les treuils et les renvois sont décrits dans la deuxième partie de l'ouvrage. Nous nous bornerons à étudier leur utilisation. La figure 68 montre la façon de tenir au treuil, la figure 69 celle de tenir un renvoi.

Dans les deux cas, le lancement nécessite deux personnages, un aide qui maintient le planeur (cable accroché) face au vent et en position de vol et le treuilliste qui manipule le treuil ou le renvoi. Au moment choisi, l'aide lève le bras gauche pour indiquer le début de la manœuvre et fait quelques pas rapides vers le treuilliste en maintenant légèrement le modèle. Le treuilliste actionne en même temps le treuil ou le renvoi. Il doit savoir tirer le modèle plus ou moins vite suivant la vitesse du vent et les réactions de l'appareil dans les rafales.

Le modèle se décroche quand la traction cesse ; il doit être alors en position voisine du vol plané, ce qui exige une traction décroissante aux environs de l'altitude maxima atteinte.

Le treuil permet des « lancers » en tout terrain, mais il est coûteux et peu sensible. Le renvoi, très simple, mais d'emploi moins commode, permet d'excellente montée par suite de sa grande sensibilité.

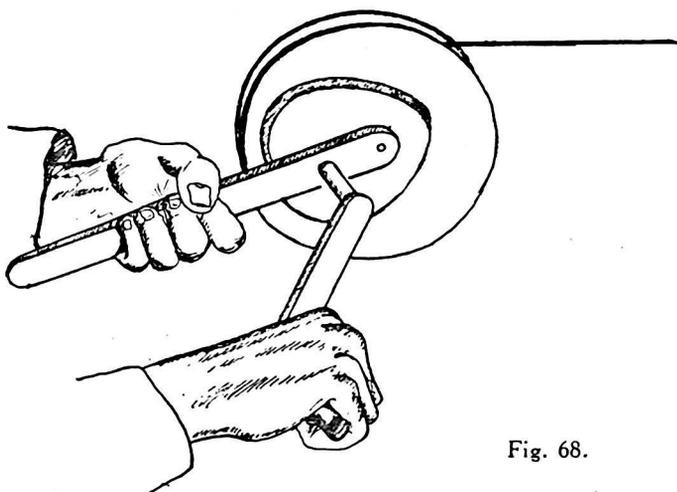


Fig. 68.

La hauteur que peut atteindre un modèle est environ le tiers de la longueur totale déployée avant le « lancer ». Ainsi, avec 200 mètres de câble, un modèle doit pouvoir atteindre 70 mètres de hauteur.

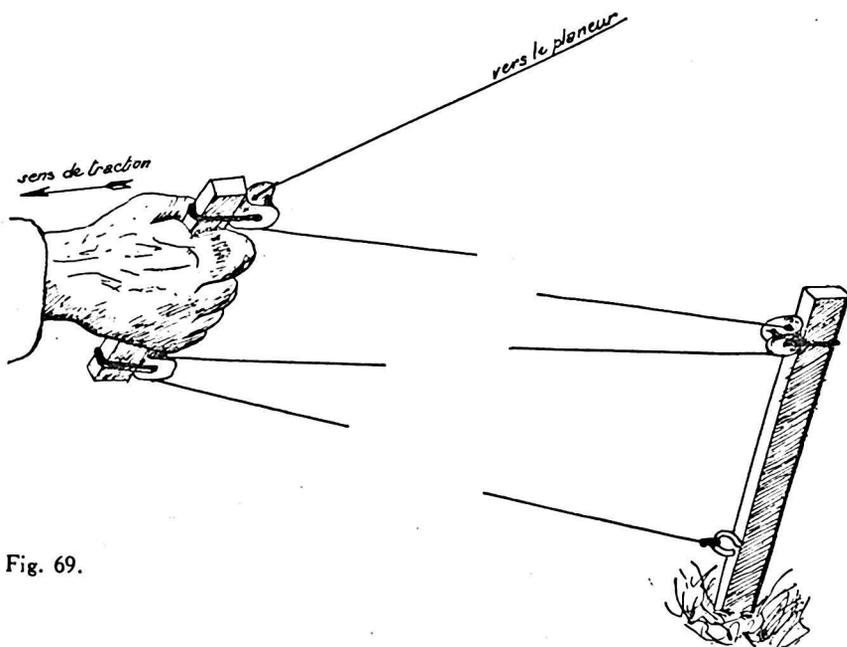


Fig. 69.

LES PERFORMANCES

La performance réalisée par un modèle réduit est jugée d'après la **durée**, l'**altitude** et la **distance parcourue** comptée en ligne droite.

La durée est comptée du moment où le câble se décroche jusqu'au moment où le modèle se pose ou est perdu de vue. Elle peut atteindre plusieurs heures.

L'altitude est difficilement mesurable, les barographes suffisamment légers pour être emportés par le modèle étant encore très rares en France. On peut estimer cependant, dans le cas de vols thermiques, que le modèle peut s'élever jusqu'à la base des cumulus variant de 500 à 1.500 mètres environ. Au-dessus de la pente, l'altitude atteinte varie avec la vitesse du vent, mais ne dépasse jamais quelques centaines de mètres au maximum.

La distance parcourue effectivement est généralement très supérieure à la distance comptée en ligne droite; aussi cette dernière performance, évidemment facile à mesurer, ne donne pas une appréciation exacte sur le vol du modèle. Dans le cas de vols thermiques, cette distance peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres.

On ne saurait trop conseiller aux jeunes modélistes de modérer leur ambition et de faire preuve de patience, les conditions optimum pour des vols de performances étant rarement réalisées. Par contre, il est intéressant de comparer les vols effectués sur le même terrain le même jour, à la même heure, par des planeurs différents. C'est alors qu'il est possible de juger des qualités de l'appareil et du talent du constructeur. C'est au cours des vols de faible durée et par temps relativement calme que le modéliste apprendra le plus rapidement tous les secrets d'un art difficile, qui transforme la matière inerte en une machine volante réalisant le rêve de nos pères... *VOLER*.



TERMES AÉROTECHNIQUES UTILISÉS DANS L'OUVRAGE

A		I	
Abattée.....	13	Incidence	12
Aile	6	Intrados	11
Ailerons	21	Inversion de température	52
Aile volante	35	L	
Allongement	16	Lestage.....	24
Angle de calage	22	M	
Angle d'incidence	23	Maquette	6
Angle de plané	8	Modèle réduit	6
Ascendances	50	Moteur	36
Ascendances de pente	51	O	
Ascendances thermiques	51	Ornithoptère	5
Atterrisseurs	7	P	
Autogire	5	Pas d'une hélice	39
Avion	5	Patin	19
Axe de lacet	27	Piquer	27
Axe de roulis	27	Portance	22
Axe de tangage	27	Profil	11
B		Perte de vitesse	12
Bord d'attaque.....	11	R	
Bord de fuite	11	Rabattant	49
C		Rendement de l'hélice	39
Cabrer	27	Répartition elliptique	31
Calage	23	S	
Canard	34	Sillage infléchi	16
Carènes	18	Spirale	56
Centrage	23	Stabilisateur	27
Centre de gravité (C G)	6	Stabilité latérale.....	28
Centre de poussée (C de P)	13	Stabilité longitudinale.....	27
Centre de poussée des surfaces latérales.....	30	Stabilité de route	29
Charge unitaire	9	Surface d'un modèle	9
Corde	12	Sustentation.....	12
Corde moyenne	24	T	
Couple de renversement	41	Tandem	34
D		Tourbillons marginaux	15
Dérive	20	Train d'atterrissage.....	7
Dièdre	29	Trainée	18
E		Trajectoire	5
Empennage	20	V	
Emplanture	31	Vent	48
Envergure	16	Vent relatif.....	5
Extradados.....	12	Vitesse horizontale	9
F		Vitesse sur trajectoire	5
Finesse	8	Vitesse verticale.....	9
Flèche	24	Vol à voile.....	8
Fuselage	19	Vol plané	8
G		Vrillage	31
Glissade	28		
Gouvernail.....	20		
H			
Hélice	38		
Hélicoptère	5		
Hyperstabilité	33		

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre	I. — Généralités	5
—	II. — Le vol plané	8
—	III. — L'aile	11
—	IV. — Les carènes	18
—	V. — Les gouvernes	20
—	VI. — Positions relatives des éléments du planeur ..	22
—	VII. — La stabilité	26
—	VIII. — Les appareils spéciaux	34
—	IX. — Le moteur et l'hélice	36
—	X. — Les essais en vol	43
—	XI. — Eléments d'aérologie	48
—	XII. — Comment utiliser les modèles réduits.....	53
	Termes aérotechniques utilisés dans l'ouvrage	61

