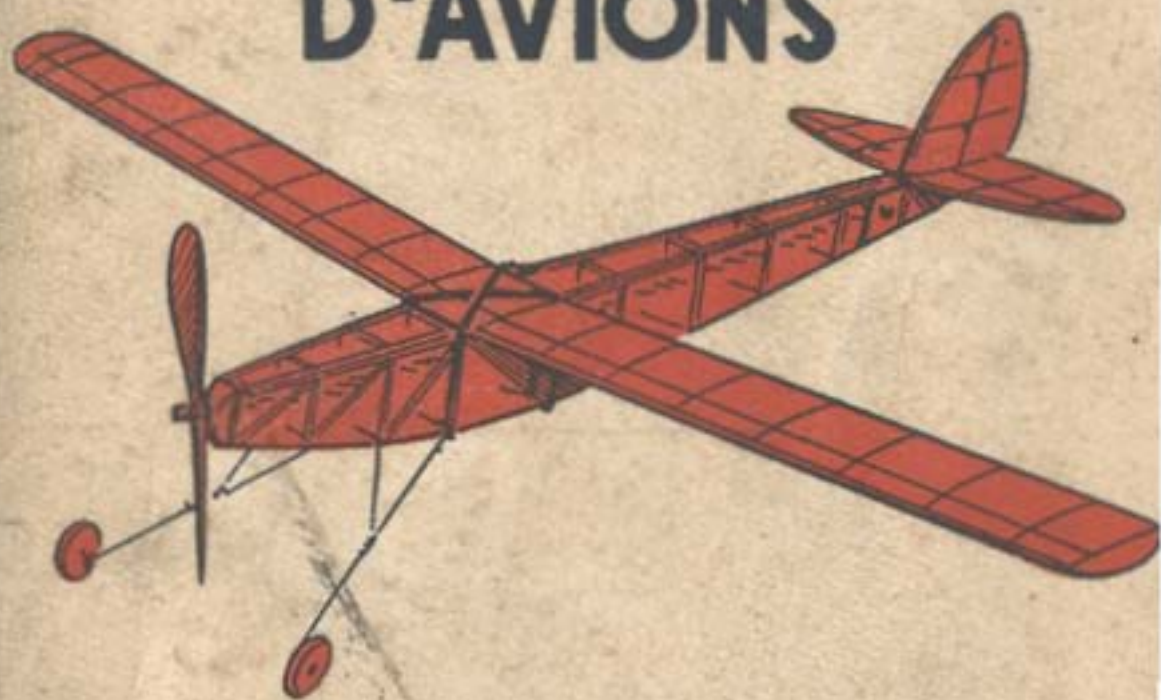


PUBLIÉ SOUS LE PATRONAGE
DE LA FÉDÉRATION
AÉRONAUTIQUE DE FRANCE
PROGRAMME D'AVIATION POPULAIRE

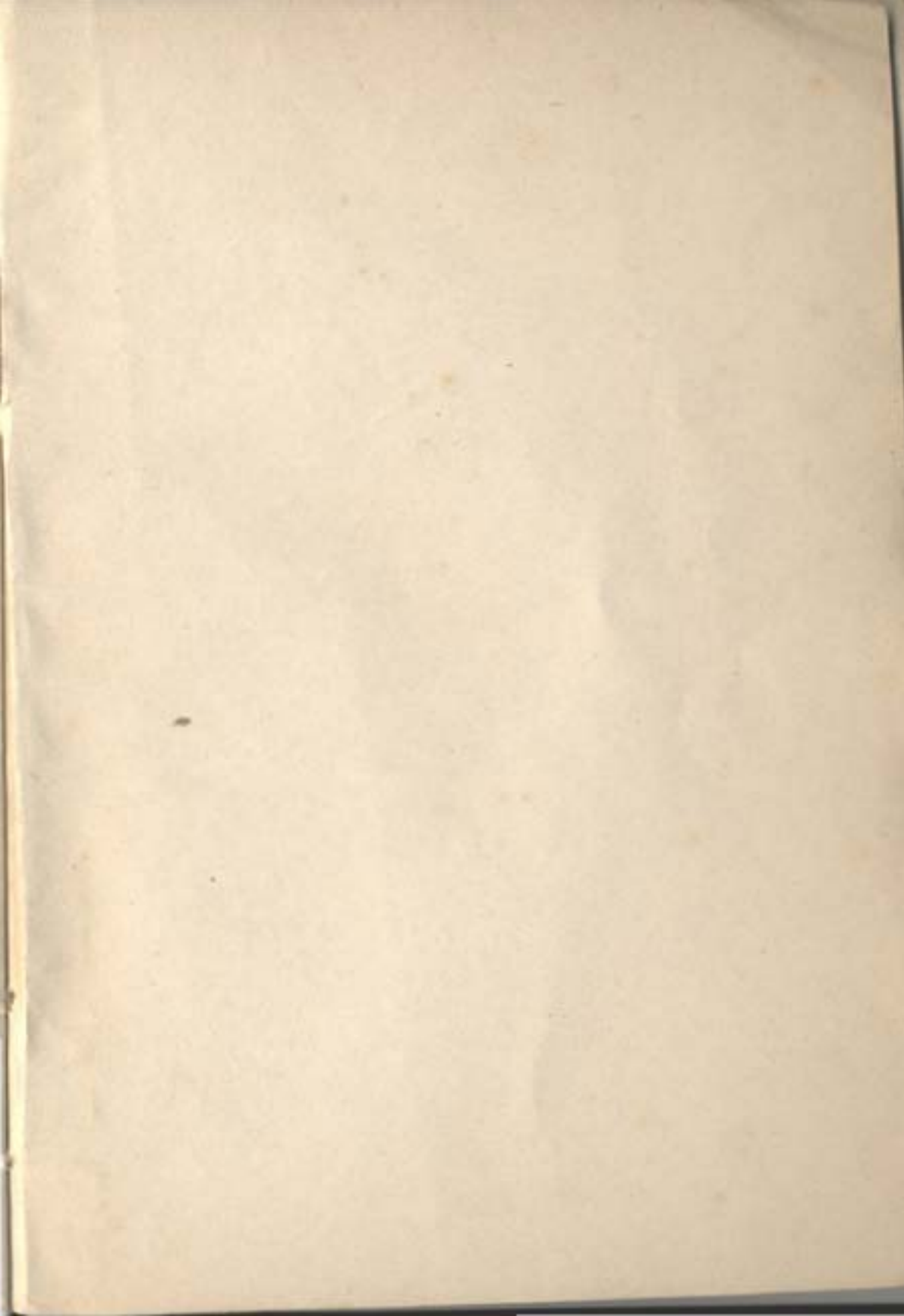


LES MODÈLES RÉDUITS D'AVIONS



TEXTE DU MODÈLE AIR-CLUB DE FRANCE
Illustrations de G. GEDO

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE
LIBRAIRIE ET D'ÉDITIONS
PIERRE BARBOU, ÉDITEUR
26, rue de Bassano - PARIS



TEXTE DU MODÈLE-AIR CLUB DE FRANCE

LES
MODÈLES RÉDUITS
D'AVIONS

*Publié sous le patronage
de la Fédération Aéronautique de France*

Illustrations de G. GEDO et M. JEANJEAN
Mise en pages de PHILIPPE J. PAVEAU

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE LIBRAIRIE ET D'ÉDITIONS
PIERRE BARBOU, EDITEUR
26, Rue de Bassano — PARIS

1938

A HENRI BARDEL

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

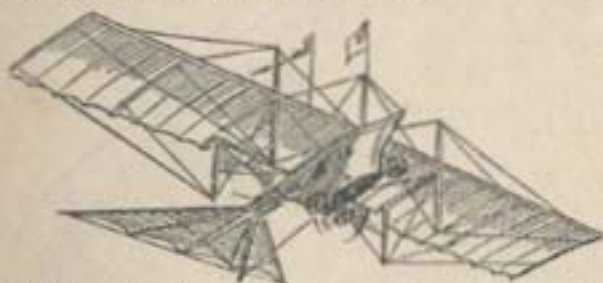
Le désir des hommes de s'élever dans l'espace à l'instar des oiseaux, existait depuis des siècles.

Les renseignements, quoique confus, fournis par les historiens de l'époque, permettent d'affirmer que le premier modèle réduit connu, fut la colombe volante d'ARCHYTAS de Tarente, mathématicien illustre, ami de Platon qui vivait au V^e siècle avant notre ère et qui est donné comme l'inventeur de la poulie, de la vis et du cerf-volant.

Puis au XV^e siècle, un mathématicien de Koenigshofen (Bavière), Jean MULLER, dit Régiomontanus, construisit un aigle de fer et une mouche de métal qui auraient parcouru une distance de 500 pas environ en présence de l'Empereur FREDERIC IV.

Depuis cette époque jusqu'en 1843, plusieurs projets de machines volantes furent mises à l'étude. Nous ne citerons que la construction par LAUNOY et BIENVENU, en 1784, du premier hélicoptère connu.

La première maquette d'aéroplane fut établie en 1843, par l'Anglais HENSON et c'est en 1848 que son collaborateur STRINGFELLOW réussit à faire effectuer un bond à cette machine.



De 1848 à 1871, plusieurs inventeurs construisirent des appareils de formes diverses. Nous citerons les réalisations de :

JULIEN, horloger de Villejuif (1858), dont l'appareil pesant 36 grammes, était propulsé par une hélice actionnée par détension d'une lanière de caoutchouc.

PLINE (1858) qui fit des oiseaux de papier dont certains étaient en papier tuyauté au fer chaud.

KAUFMAN (1868).

Félix et Louis du TEMPLE (1868), dont le premier appareil était actionné par une machine à air chaud. Ces derniers construisirent également des modèles propulsés par du caoutchouc tendu (1869).

Ce fut en 1871 que l'inventeur Alphonse PENAUD ayant construit un appareil dénommé Planophore ou Demoiselle, réussit à réaliser l'équilibre longitudinal qui assurait à son modèle une stabilité remarquable.

C'est également cet inventeur qui eut le premier l'idée d'utiliser la torsion du caoutchouc comme force de traction.



Le Planophore de PENAUD, premier modèle d'aéroplane volant librement, fut présenté le 18 août 1871 aux Tuileries, aux membres de la Société Française de navigation aérienne. Cet appareil pouvait effectuer des vols de 60 mètres environ.

L'invention de PENAUD servit utilement les recherches sur le problème du « plus lourd que l'air ».



PENAUD construisit également un Ornithoptère, appareil à ailes battantes, susceptible d'effectuer des vols de 30 mètres environ, à une hauteur de 1 m. 50.

En 1877, l'Autrichien **William KRESS**, apporta des améliorations au planophore de **PENAUD** en ajoutant des patins pour permettre au modèle de décoller.

C'est en 1879 que **Victor TATIN** construisit un modèle d'aéroplane extrêmement intéressant. Mû par l'air comprimé et muni de deux hélices à quatre branches, l'appareil pesait 1 k. 750.



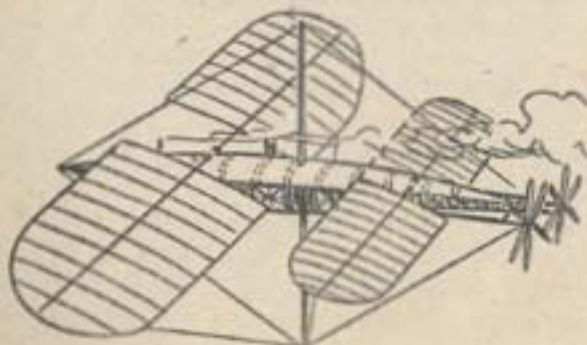
On relate qu'il fut essayé sur une piste circulaire, à l'Etablissement militaire de Chalais-Meudon. Mais détérioré au cours d'un atterrissage et **Victor TATIN** ne pouvant disposer des crédits nécessaires pour continuer ses recherches, ce ne fut qu'en 1890, qu'avec la collaboration de **M. RICHET**, un nouvel appareil avec moteur à vapeur fut construit. De 6 m. 60 d'envergure et pesant 33 kilos, l'aéroplane fit plusieurs vols, mais le manque d'équilibre longitudinal fut la cause d'arrêt de ces vols en 1896.

De nouvelles tentatives d'aéroplanes mus par des moteurs à air comprimé et à vapeur furent effectués en 1891 par :

L. HARGRAVE, en Australie, dont le moteur à air comprimé actionnait deux ailes battantes.

HERRING en Amérique qui se servait de deux machines à vapeur actionnant deux hélices en arrière du plan sustentateur.

Enfin **S. P. LANGLEY**, Secrétaire de la Smithsonian Institution de New-York qui, prenant modèle sur le Planophore de **PENAUD**, construisit en 1896 un modèle de 4 m. 27 d'envergure, propulsé par deux hélices et dont le poids total était de 13 k. 500.



Lancé sur le Potomac le 18 nov. 1896, il parcourut 1.600 mètres en 1 minute 43 secondes.

Depuis cette époque jusqu'en 1910, nous retrouvons des Modélistes aux noms bien connus :

LEVAVASSEUR et FERBER, qui construisirent le monoplane "ANTOINETTE".

Louis PEYRET, dont les planeurs eurent tant de succès.

L. PAULHAN et BURDIN.

Le Vicomte Louis de MONGE.

MM. DOLFUS frères, Robert DESMONS, MOUREN, José WEISS, HOWARD, etc...

C'est au début du Siècle actuel que furent organisés les premiers Concours de Modèles réduits.

En 1905, l'Aéro-Club de France créa une compétition qui dura trois jours et qui eut lieu à la Galerie des Machines. Parmi les appareils engagés, les Planeurs étaient les plus nombreux et ce fut Louis PEYRET qui se classa premier avec un vol de 131 mètres.

Louis PAULHAN obtint une mention honorable pour la présentation d'un aéroplane qui n'était pas terminé..

En 1907 l'Aéro-Club de Grande-Bretagne organisa à son tour un Concours de Modèles. MM. ROE et HOWARD furent respectivement classés second et troisième.

M. WEISS, fut le seul concurrent dont l'appareil put effectuer un vol à l'air libre.

Ensuite nous notons trois Concours organisés par l'Aéronautique-Club de France en 1907, 1908 et 1909.

Cette même année 1909, l'Aviateur DE BAEDER créa une Coupe pour Modèles réduits.

En 1910, "l'AUTO" organisa un Concours de jouets qui réunit 116 aéroplanes portants, les concurrents ne devant pas être âgés de plus de douze ans.

Et ce fut la période 1914-1919.

Si quelques compétitions réunirent après guerre les fervents du Modèle réduit, ce n'est qu'en 1933 que prit naissance le vaste mouvement modéliste qui groupe actuellement des milliers de Français.

CHAPITRE II

DÉFINITIONS DES MODÈLES RÉDUITS

*Et pour commencer, appelons
les choses par leur nom...*

L'appellation *Modèle réduit*, employée couramment, est en réalité bien imprécise, et même impropre, car c'est un terme générique, qui peut indifféremment s'appliquer aussi bien aux avions, aux bateaux, aux chemins de fer, aux meubles..., et à toutes autres réductions de machines ou d'objets.

Il serait donc préférable dans le cadre qui nous intéresse, d'adopter : *Modèle réduit de machine volante*, *Modèle réduit d'Aéronef*, ou mieux encore : *Modèle réduit d'Aérodyn*.

Cette dernière désignation, paraît la mieux qualifiée et, puisqu'elle est employée par la Fédération Aéronautique Internationale dans sa réglementation des records ; nous la retiendrons. Elle s'applique exactement aux appareils étudiés dans ce livre, car, nous référant à nouveau au Code Sportif de la Fédération Aéronautique Internationale, (F. A. I.), nous lisons :

Aérodyn — ou plus lourd que l'air — :

« Aéronef à sustentation dynamique, obtenue par la réaction de l'Air sur des surfaces en mouvement relatif ».

Par *modèle réduit d'aérodyn*, on entend toute réduction d'aérodyn non susceptible d'emporter un être humain.

Ceci dit, pour le principe, on adoptera en réalité « *Modèle réduit* » et même « *Modèle* », cette dernière abréviation ayant donné naissance récemment à « *Aéromodéliste* » pour désigner le constructeur de modèles réduits d'aérodynes, lequel terme à son tour se simplifie à l'usage en « *Modéliste* ».

Bien qu'il existe des modèles réduits d'aérostats, c'est-à-dire d'appareils plus légers que l'air, on les délaissera dans ces pages, pour classer seulement les plus lourds que l'air.

Les modèles réduits d'aérodynes peuvent se diviser en quatre familles principales : *Modèles volants* ; *maquettes volantes* ; *maquettes fixes* ; *jouets*.

MODÈLE VOLANT.



La catégorie « Modèle volant » comprend tous les modèles ne correspondant pas à une réduction d'appareil réel, mais susceptibles de se sustenter en l'air par leurs propres moyens.

Cette catégorie est à vrai dire, la plus importante ou du moins, celle qui intéresse le plus les modélistes. En effet, la recherche des performances, par des appareils mus par un moteur caoutchouc, a donné naissance à des formes presque spéciales.

La fonction crée la forme, et c'est pourquoi les appareils qui volent le mieux, sont rarement ceux qui plaisent le plus au public non averti, car les formes ou proportions ne lui sont pas familières.

(Signalons à titre documentaire, les modèles volants dits « Micromodèles » ou « Indoor », appareils de construction excessivement légère, 3 grammes par exemple pour 60 % d'envergure, qui ne peuvent voler qu'à l'intérieur d'un hall).



MAQUETTE VOLANTE. — Le terme « Maquette volante » s'appliquera à une reproduction « volante » faite exactement à une échelle de réduction choisie, des formes et détails d'un appareil réel existant, ou pouvant exister en grandeur.

La maquette volante, est parmi les Modèles, la catégorie la plus spectaculaire, en ce sens que, reproduisant exactement les proportions et les détails

d'appareils, auxquels l'œil du spectateur est familiarisé, elle emporte tous les suffrages.

La maquette actionnée par moteur caoutchouc, a contre elle la difficulté de centrage, due au fait de la répartition du poids du moteur sur toute la longueur du fuselage, ce qui force à charger le nez.

Par contre les maquettes, munies d'un moteur à essence, peuvent être réalisées à une échelle parfaitement exacte, et posséder un centrage normal.

Cet inconvénient des maquettes à moteur caoutchouc, n'est pas un obstacle infranchissable, et nul doute que l'habileté des Modélistes aidant, on ne parvienne bientôt à faire effectuer aux *Maquettes volantes*, des vols aussi intéressants que ceux obtenus avec les *Modèles volants*.

MAQUETTE FIXE. — La Maquette fixe, est la reproduction



“ non volante ” et à une échelle choisie, de l'ensemble et des détails d'un appareil existant, ou susceptible d'être construit en grandeur.

Dans cette catégorie, on trouvera la Maquette d'exposition, c'est-à-dire la maquette qui est faite pour être „ posée sur le coin de la cheminée ”, ou mise en vitrine, dans un simple but décoratif.

Elle sera réalisée en matériaux légers, et conçue pour, éventuellement pouvoir voler, mais tellement fragile qu'on n'osera l'abandonner dans les airs, sous peine de voir de nombreuses heures de travail, perdues en quelques secondes...

Ou, au contraire, le constructeur préférera dégager ses formes de blocs de bois ou de métal, afin de pouvoir en affiner les lignes ou la peinture, et dans ce cas le poids fera perdre d'avance tout espoir de vol.

Bien que sortant un peu de notre cadre, il serait regrettable dans ce chapitre des Maquettes, de ne pas mentionner l'existence et le rôle des maquettes fixes, d'étude ou de laboratoire.

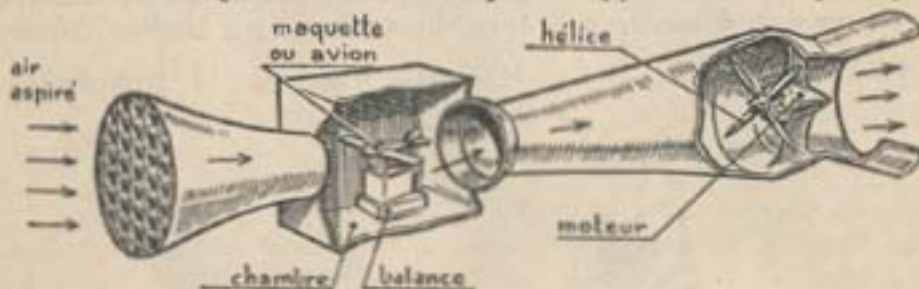
Lorsqu'un ingénieur a jeté les bases d'étude d'un nouvel appareil, il arrive qu'on fasse établir une Maquette fixe, afin de se rendre compte

des proportions et dispositions des organes principaux. C'est dans ce cas une maquette pour „l'œil”.

Par contre, dès que l'étude est plus avancée, on établit avec grand soin, une maquette lourde en bois, reproduisant d'une manière aussi précise que possible, les éléments principaux, dans leurs formes et dans leurs positions respectives, et on passe cette Maquette à la “ soufflerie ”, ou tunnel aérodynamique.

Là, elle est rendue solidaire, soit par pose, ou par suspension, d'un ensemble de balances.

Au moyen d'un puissant ventilateur on produit un courant d'air dont la vitesse est comparable à celle à laquelle l'appareil doit en principe se



déplacer, et au moyen des dites balances on mesure les différentes réactions du Modèle : sustentation (portance ou KY) recul (trainée ou KX), etc., etc...

On comprendra aisément tout l'intérêt que peuvent présenter ces essais, toutes les déductions qu'on peut en tirer, et cela d'une manière simple et économique, étant donné qu'on fait déplacer l'air par rapport à l'appareil, au lieu de déplacer l'appareil dans l'air comme normalement.

Dans la réalité, cela donne lieu à de nombreuses mesures, dont le détail, et les méthodes de calculs, seraient trop longues à expliquer.

A titre documentaire, rappelons qu'il existe en France, en plus des souffleries pour maquettes, un tunnel à l'établissement de Chalais-Meudon, où la “ veine d'air ” est suffisamment grande pour permettre d'essayer les appareils moyens en grandeur.

JOUETS. — La catégorie “ Jouets ”, comprendra tous les appareils, volant ou non, construits en série par les fabricants de jouets.

Bien qu'il existe maintenant des Jouets qui soient de petites merveilles, tant par leur présentation que par leurs proportions exactes et les vols qu'ils réalisent, nous les laisserons de côté.

Dans ces quatre catégories que nous venons de définir, les deux premières seules „ Modèles volants ” et Maquettes volantes ” intéressent le véritable Modéliste, et nous les fondrons en une seule, dans les paragraphes qui suivent.

Poursuivant nos définitions, abordons maintenant les genres d'appareils que les Modélistes seront tentés de réaliser.

AVION. — *Aérodyme, muni d'un organe moto-propulseur, et dont la sustentation est obtenue par la réaction de l'air sur des plans fixes ou semi-fixes (articulés).*

Il existe de nombreuses formes d'Avions. Rappelons les principales

MONOPLAN. — BIPLAN. —



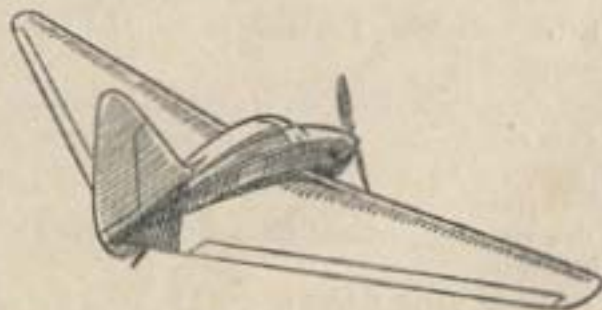
Les Triplans ou multiplans, sont des appareils similaires possédant trois ou plusieurs plans superposés. Cette dernière solution est très rarement employée actuellement, en raison du faible rendement des surfaces.

TANDEM ou double monoplan.



CANARD. — On dénomme " Canard ", un appareil qui, à l'inverse de l'avion normal, vole avec le petit plan stabilisateur à l'avant, et l'aile principale à l'arrière.

SANS QUEUE, ou Aile volante :



HYDRAVION. — Le mot " Hydravion " sera employé pour désigner les

appareils similaires aux Avions, mais susceptibles de prendre le départ et de se poser sur l'eau.

(Hydravions à flotteurs ou à coque).



AMPHIBIE. — Le terme " Amphibie " désignera les appareils similaires aux précédents, mais susceptibles de prendre le départ et de se poser indifféremment sur le sol ou sur l'eau.

PLANEUR. — *Aérodyn*e dont la sustentation est obtenue par la réaction de l'air sur des plans fixes ou semi-fixes, mais qui n'est pas muni d'un organe propulseur.

Après avoir été lancé, un Planeur descend régulièrement jusqu'au sol, ou évolue plus longuement, en se servant des ascendances thermiques, ou dynamiques c'est-à-dire des mouvements naturels de l'Air, provoqués par la nature ou la conformation des terrains.



A côté de ces genres d'appareils : Avions, Hydravions, Planeurs, il existe toute une variété de plus lourds que l'Air, moins répandus mais qu'il est nécessaire de connaître.

HÉLICOPTÈRE. — Appareil dont la sustentation est obtenue par la réaction de l'air, sur des plans en rotation, commandé par un organe moteur, plans disposés en forme d'ailes de moulin, autour d'un ou plusieurs axes sensiblement verticaux.

ORNITHOPTÈRE. — Appareil sustenté et propulsé par le battement des ailes (Penaud, chapitre I).

AUTOGYRE. — Appareil muni d'un organe propulseur et sustenté en vol par l'action de l'air sur des plans disposés en forme d'ailes de moulin, tournant librement autour d'un axe vertical, en combinaison ou non avec un ou plusieurs plans fixes.

La surface des voilures portante fixes, devant être inférieure à celles des voilures tournantes.

AÉROGYRE, CLINOGYRE, ÉLYTROPLAN, etc... Formules diverses à plans fixes ou rotatifs.

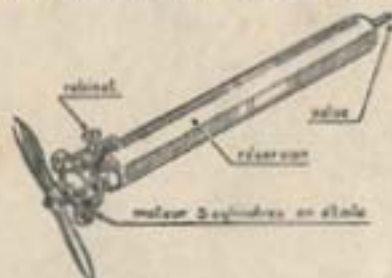
A titre documentaire, nous citerons les appareils à surface variable, qui permettent en augmentant la surface portante, de réduire la charge par unité de surface, et de faciliter ainsi l'envol et l'atterrissage.

MOTEURS. — Pour tous les appareils qui doivent posséder un organe propulseur, on dispose de différents moteurs.

MOTEUR CAOUTCHOUC. — Le plus employé par les aéromodélistes, car il est le plus simple et le plus économique. On trouvera tous détails à son sujet dans les Chapitres IV " MATÉRIAUX " et " VI " ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION ".

MOTEURS THERMIQUES. — comprennent les moteurs à essence, les moteurs à vapeur, etc... Si ce n'est leur prix relativement élevé, ces moteurs, et notamment les moteurs à essence d'1/10^e à 1/5^e de CV, que l'on trouve couramment dans le commerce, permettent de superbes réalisations.

MOTEURS A EXPANSION. — Parmi lesquels on classera les moteurs à Air, ou à Gaz comprimé, les moteurs à Acide carbonique, à réaction chimique, etc.



MOTEURS DIVERS. — Dans lesquels nous engloberons : les moteurs à réaction (fusée), les moteurs à ressorts etc., qui au point de vue recherche seulement, présentent un intérêt.

Mais, attention... Pour le Débutant, un seul moteur : **LE CAOUTCHOUC.**

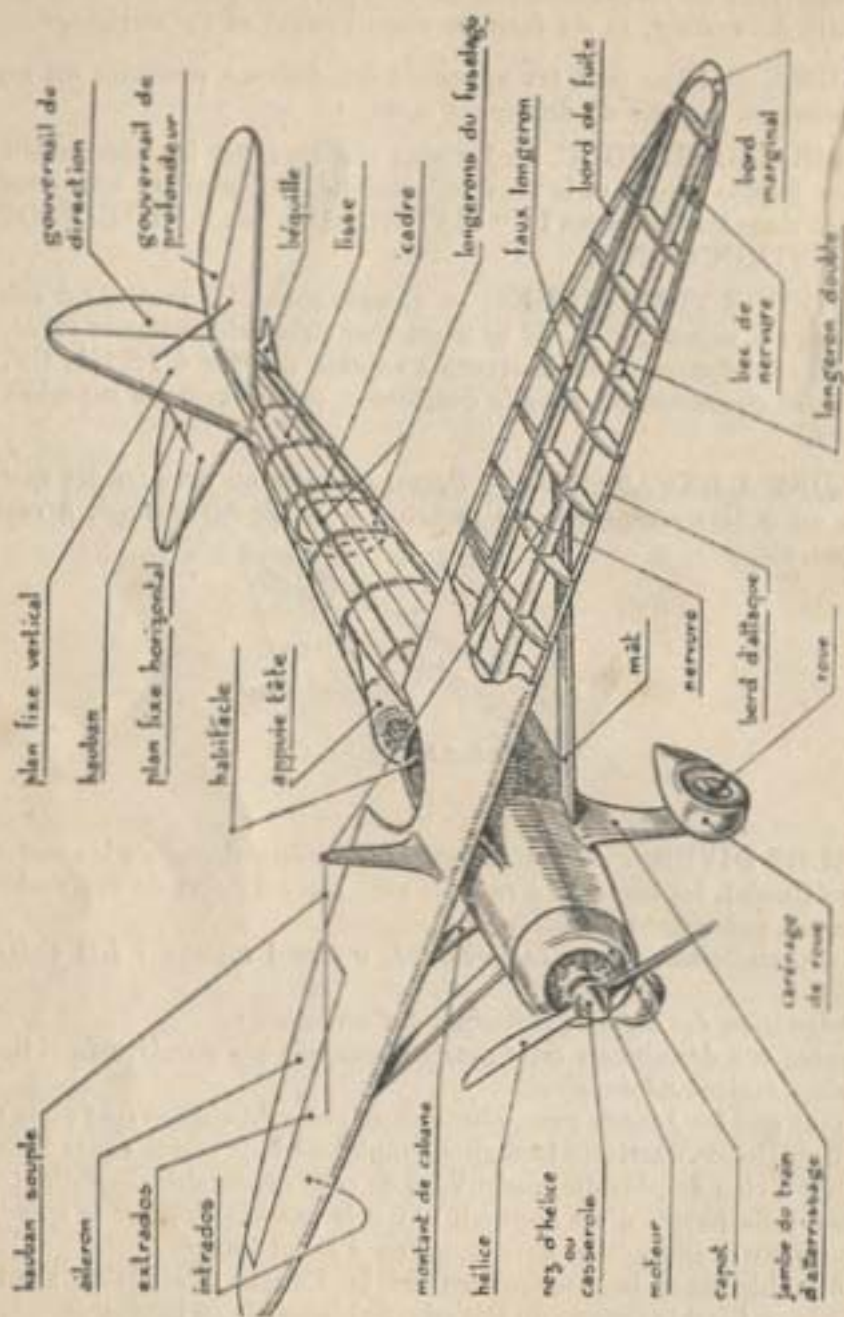
Désignation des organes principaux d'un avion :

Toutes ces définitions ou énumérations ont pu paraître fastidieuses, mais elles étaient nécessaires.

Il faut que les Jeunes gens, plus encore pour l'Aviation que pour toute autre branche de l'activité humaine, emploient le " terme exact ".

Il n'y a rien de plus disgracieux, ni de plus déplorable, que d'entendre désigner telle partie d'un appareil par " le machin ", ou " le truc ", ou par toute autre expression paresseuse ou d'argot imagé.

Inévitablement, le vocabulaire de la Langue Française s'enrichit chaque jour. C'est la rançon du Progrès. Subissons-la en hommes modernes, soit... mais au moins efforçons-nous d'employer sciemment chacun des mots nouveaux.



CHAPITRE III

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

I. — PRINCIPES DE MÉCANIQUE

Nous avons résumé dans ce chapitre les principales définitions avec lesquelles les jeunes constructeurs de modèles doivent être familiarisés.

Si elles ne sont pas absolument nécessaires pour réaliser un modèle il est bon de les connaître, car on en trouve à chaque instant l'application dans tous les domaines de l'aéronautique.

Les moniteurs des sections de modèles seront juges du développement qu'ils pourront donner à ces notions de mécanique en fonction de l'âge et de l'instruction de leurs élèves.

INERTIE. — Un corps ne peut, de lui-même, modifier son état de mouvement ou de repos ; on dit qu'il est *en état d'inertie*.

FORCE. — C'est le nom donné à toute cause capable de produire un mouvement ou de modifier un mouvement déjà existant. La force s'exprime ordinairement en kilogs. Cependant lorsqu'il s'agit de modèles réduits, et pour des raisons de commodité, on exprime la force en grammes.

REPRÉSENTATION DES FORCES. — Dans une force on peut considérer : le point d'application, la direction, le sens, la valeur et l'intensité.

Le point d'application est celui où la force est directement appliquée.

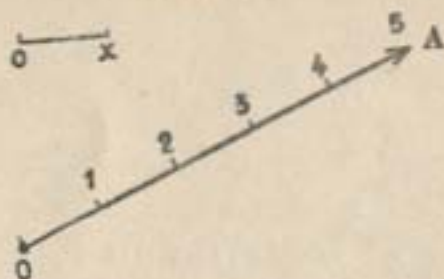
La direction est la ligne dans laquelle la force agissant seule, entraînerait le mobile.

Le sens est donné par la flèche terminant la ligne précédente.

La valeur est déterminée par la longueur de la ligne représentant la force suivant l'échelle établie.

L'intensité est la valeur de la force en kilogs.

Exemple :



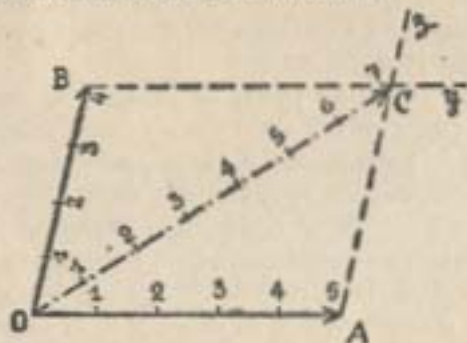
Soit une force OA. Supposons qu'on ait pris la longueur OX comme unité de mesure et que OX ait une valeur de 1 kilog.

La force OA a son point d'application en O. Sa direction et son sens sont donnés par l'orientation de la ligne et la flèche la terminant. La valeur de OA est de 5 OX correspondant à 1 kilog, nous dirons que l'intensité de la force OA est de 5 kilogs.

SYSTÈME DE FORCES. — Les forces se composent entre elles pour former un *système de forces*. Dans un système de forces on appelle *résultante des forces*, une force unique produisant exactement la même action que le système ; les forces elles-mêmes sont les *composantes*.

La résultante de plusieurs forces s'obtient en formant soit le *parallélogramme des forces*, soit le *polygon des forces*.

PARALLÉLOGRAMME DES FORCES. — Soient OA et OB deux forces dont on veut trouver la résultante.



On mène By parallèle à OA et Az parallèle à OB.

By et Az se rencontrent en C

On joint OC qui est la diagonale du parallélogramme OACB.

OC est en valeur et en direction la résultante des forces OA et OB.

Si nous reprenons notre échelle OX à laquelle nous avons attribué une valeur de 1 kilog, nous voyons que OC a une intensité de 7 kilogs.

Si on a à chercher la résultante de trois forces, on construit comme précédemment un parallélogramme avec deux forces ; on obtient une résultante qu'on considère à son tour comme une force pour la composer avec la troisième.

Pour un nombre supérieur de forces, le raisonnement est le même, mais on utilise généralement le procédé du polygone des forces, qui est beaucoup plus simple.

POLYGONE DES FORCES. — Soient OA , OB , OC et OD formant un système de forces dont on veut avoir la résultante.

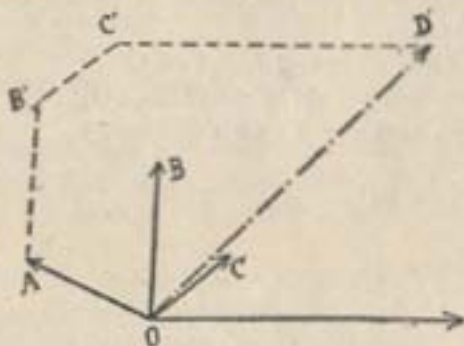
De A on mène à AB' parallèle et égal à OB et de même sens, puis

$B'C'$ parallèle et égal à OC et de même sens, enfin

$C'D'$ parallèle et égal à OD et de même sens.

Le point final D' est réuni à O .

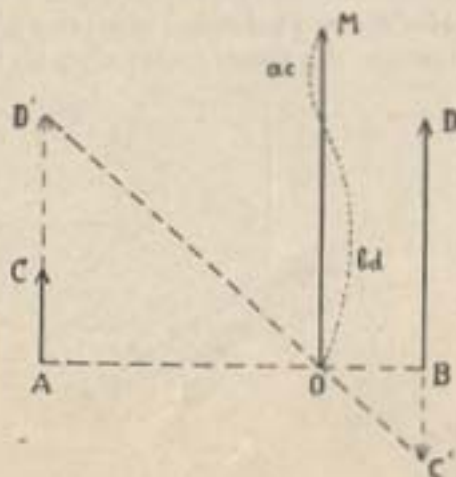
OD' est la résultante du système des forces A , B , C , D .



FORCES DE MÊME SENS. — Les forces de même sens, s'ajoutent.

FORCES DE SENS CONTRAIRES. — Des forces de sens contraires se retranchent, la différence étant portée du côté de la plus grande.

FORCES PARALLÈLES ET DE MEME SENS



Deux forces parallèles et de même sens partent d'un bras de levier situé de chaque côté du point d'application.

Pour trouver leur résultante on procède de la façon suivante :

Soient AC et BD, deux forces parallèles et de même sens situées aux extrémités du bras de levier AB.

On mène $AD' = BD$ et $BC' = AC$.

On joint $C'D'$. La droite ainsi formée rencontre AB en O.

Le point O est le point d'application de la résultante, et la résultante de AC et BD sera parallèle et de même sens que AC et BD et égale à leur somme, soit OM que l'on construit.

FORCES PARALLÈLES ET DE SENS CONTRAIRE

Deux forces parallèles et de sens contraire ont une résultante qui est dirigée dans le sens de la plus grande force et égale à leur différence.

Soient AB et CD deux forces parallèles et de sens contraire, dont on veut trouver la résultante.

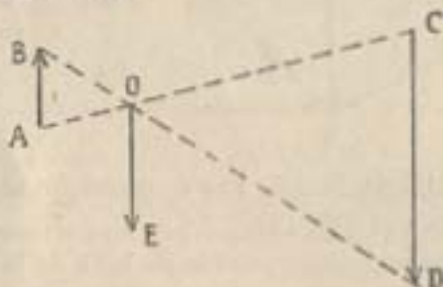
On joint AC et BD qui se rencontrent en O.

O est le point d'application de la résultante OE.

On construit OE de manière à ce qu'elle soit :

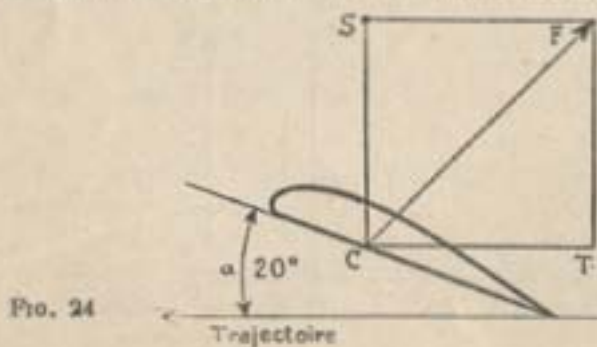
- égale à CD moins AB.
- parallèle à AB et CD.
- de même

sens que CD qui est plus grande que AB.



FORCES PARALLÈLES ÉGALES ET DE SENS CONTRAIRE

Deux forces parallèles égales et de sens contraire n'ont pas de résultante. L'ensemble du système des forces forme alors un Couple.



MOMENT :

On appelle moment d'un Couple, le produit de la force par le bras de levier. Dans la figure 24, le moment du Couple formé par les forces AB et CD est le produit de :

OA (bras de levier) \times AB

et de OC (bras de levier) \times CD.

II. — NOTIONS ÉLÉMENTAIRES SUR LE VOL

RÉSISTANCE DE L'AIR. — L'air est un fluide gazeux qui oppose une résistance aux corps qui s'y déplacent.

On démontre, en physique, la résistance de l'air par une expérience qui consiste à laisser tomber tout d'abord en chute libre, des objets de densité différentes (morceaux de bois, de fer, de papier, etc...). Ces corps arrivent au sol avec des vitesses différentes, les plus lourds tombant les premiers.

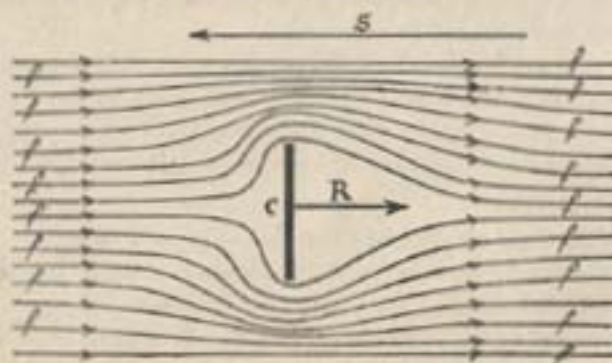
Si on répète l'expérience à l'intérieur d'une cloche pneumatique, dans laquelle on a fait le vide au préalable, on remarque que tous les corps tombent avec une vitesse égale et arrivent en même temps sur le plateau de la cloche.

Dans le premier cas, c'est la résistance de l'air qui s'est opposée à la chute uniforme des différents objets.

Les différentes lois qui régissent la résistance de l'air constituent la Science de l'*Aérodynamique*.

Nous donnerons ci-dessous quelques éléments de ces lois, en renvoyant le lecteur qui désirerait des développements plus importants à " l'Aviation expliquée à tous ", de R.-G. Desgrandschamps.

SURFACES PLANES. — Si nous prenons un plan ou une plaque de métal et que nous la déplaçons perpendiculairement à l'air, elle subit une résistance qui est *proportionnelle à sa surface*.



Si nous augmentons la vitesse de déplacement de la plaque, la *résistance croît comme le carré de la vitesse*.

On traduit ces résultats par la formule classique :

$R = K S V^2$ dans laquelle :

R — Résistance.

K est un coefficient que des expériences de laboratoire ont fixées à 0,08 environ, pour les surfaces planes.

S est la surface.

V^2 représente la vitesse au carré ($V \times V$ — vitesse multipliée par elle-même).

Si nous reprenons notre plaque de métal et si nous la déplaçons dans

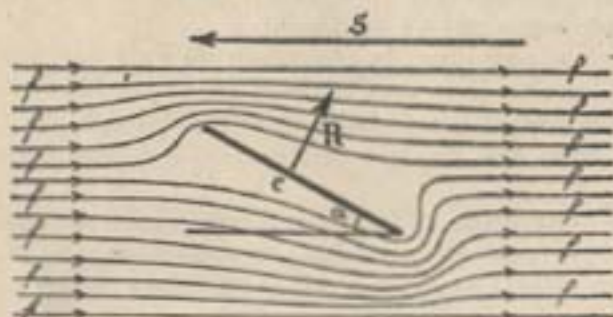


FIG. 26

l'air, dans une position inclinée, nous voyons que la résistance de l'air tend à le soulever de bas en haut.

L'importance de ce déplacement sera toujours proportionnelle à la surface et au carré de la vitesse, mais aussi de l'*incidence*, c'est-à-dire de l'inclinaison plus ou moins accentuée de la plaque.

Dans la Figure 26 on remarque que les filets d'air du dessus de la plaque sont déviés vers le haut, si bien que la plaque reçoit non seulement une *pression* sur sa face inférieure, mais est aspirée vers le haut en raison de la *dépression* qui se produit sur la face supérieure.

C'est l'ensemble de ces pressions et dépressions qui produit la *sustentation*, c'est-à-dire qui permet le vol.

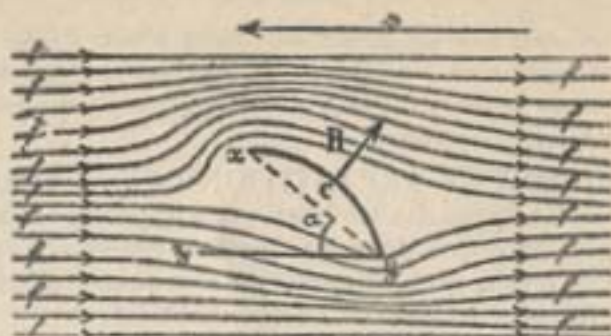
En pratique, pour des ailes dont les profils sont soigneusement étudiés, au lieu d'être plats, comme dans l'exemple que nous avons pris, la dépression est de beaucoup, l'effet le plus important. C'est ce qui explique le soin qui est apporté à la réalisation des profils d'ailes par les constructeurs.

SURFACES COURBES

La résistance de l'air s'exerçant sur des surfaces courbes, a pour effet d'augmenter la valeur de la sustentation, mais à chaque incidence correspond une position particulière du centre de poussée.

Plus l'incidence est faible, plus le centre de poussée se déplace en avant, ce qui ne donne pas toujours des conditions de vol favorables.

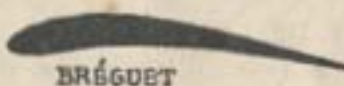
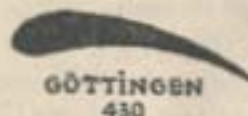
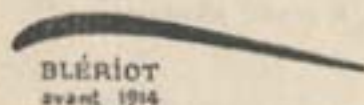
R = Résistance.
 c = Centre de poussée.
 ff = Filets d'air.
 xy = Corde du plan.
 α = Incidence du plan
 (mesure de l'angle x y z).



L'incidence d'un plan courbe est l'angle formé par la corde du plan et sa trajectoire. Elle se mesure en degrés.

PLANS MINCES ET ÉPAIS

Pendant très longtemps, les différents avions utilisés ont comporté des plans courbes à profils minces. La courbure des plans variait suivant les types.



Dans certains cas, on a réalisé des ailes à double courbure, dans le but d'augmenter la stabilité.

Les recherches aérodynamiques ont montré qu'il y avait avantage à augmenter l'épaisseur de l'aile et la plupart des appareils actuels sont dotés de plans épais ou semi-épais.

Aux qualités aérodynamiques meilleures, s'ajoute en effet la possibilité de construire des ailes n'ayant pas besoin de haubannage ou de contre-fiches (mats) pour être soutenues, ce qui permet de diminuer encore les résistances passives de l'avion tout entier.

Pour les modèles réduits, on commence toujours à faire des plans

minces. Ces appareils de début n'ont même pas besoin de courbure et certains sont recouverts sur une face seulement. Les appareils de concours ou de performances, au contraire, peuvent recevoir des plans aux profils parfaitement étudiés.

FORME ET RÉPARTITION DES SURFACES

La forme des surfaces a une importance capitale, tant dans les avions grandeur que dans les modèles réduits. L'expérience a montré depuis longtemps que les meilleurs résultats étaient obtenus avec des ailes de grande envergure et relativement étroites.

Il peut arriver que le poids d'un modèle conduise à répartir la surface en deux plans superposés (biplan) pour éviter d'avoir une envergure trop grande. — Dans ce cas, on s'attachera à écarter suffisamment les plans l'un de l'autre. En effet, deux plans rapprochés, se gênent mutuellement ; il se produit une *interaction* qui nuit au rendement de l'appareil.

ALLONGEMENT DES AILES

L'allongement est le rapport de l'envergure au carré, divisé par la surface de l'aile : $\frac{E^2}{S}$

On utilise maintenant couramment, aussi bien dans les modèles que dans les appareils grandeur, des allongements d'une valeur de 8 et 9. — et même plus, dans les modèles dits „ à grand allongement ” — genre planeurs de performance.

ANGLE D'INCIDENCE

Nous avons déjà vu que l'incidence était l'inclinaison du plan. L'angle d'incidence est celui, formé par la corde du plan par rapport à la ligne de déplacement de l'avion.

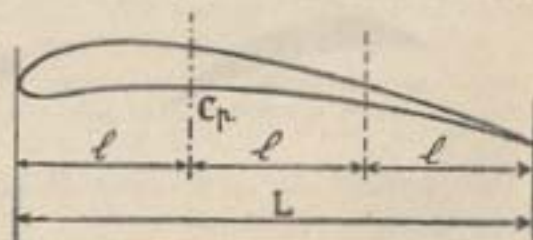
CENTRE DE POUSSÉE

C'est le point d'application de la force qui tend à soulever l'avion.

C_p = Ligne du centre de pression.

L = Largeur de l'aile.

l = Cote contenue 3 fois dans L .



Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le centre de poussée est variable avec chaque incidence, mais aussi avec chaque profil d'aile. Seuls, des travaux de laboratoire peuvent déterminer pour chaque profil et pour chaque incidence la position du centre de poussée.

Dans les modèles réduits, on admet que le centre de poussée se trouve environ au tiers du bord d'attaque de l'aile.

On adoptera cette position au moment de la construction et on se

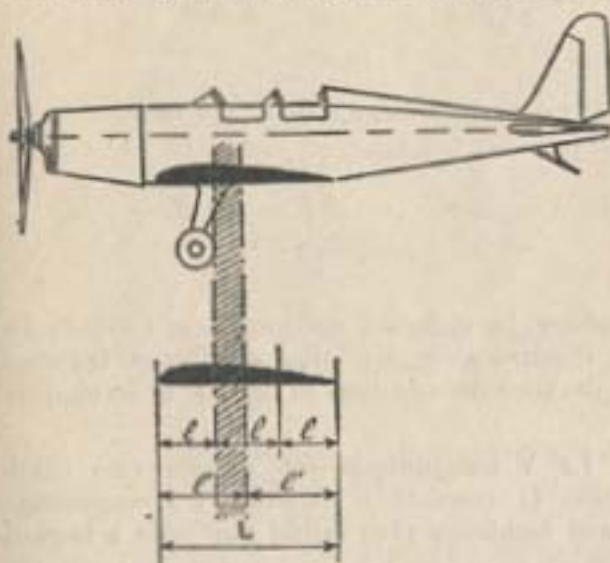
réservera la possibilité de la modifier légèrement au moment de la mise au point.

CENTRE DE GRAVITÉ

Le centre de gravité d'un corps est un point fixe où passe la résultante de tous les poids composant le corps.

Tous les éléments constituant un modèle ont un centre de gravité propre. Mais c'est le centre de gravité du modèle complet qui nous intéresse. Pour le trouver, il faut suspendre le modèle entièrement monté par un fil, de façon à ce qu'il soit en équilibre en position de vol, l'aile étant à son incidence de vol normal (Voir chapitre VIII).

Dans ces conditions, on admet que la ligne sur laquelle on rencontre le centre de gravité, doit passer entre le tiers avant et le milieu de l'aile.



Le modèle étant en équilibre le centre de gravité doit se trouver dans la zone ombrée comprise entre le tiers et la moitié avant de l'aile.

L = Largeur de l'aile.

l = Tiers de l'aile.

F = Moitié de l'aile.

DIÈDRE (Fig. 32). — Très fréquemment on dispose les surfaces d'un modèle de façon à ce qu'elles réalisent entre elles un angle dièdre plus ou

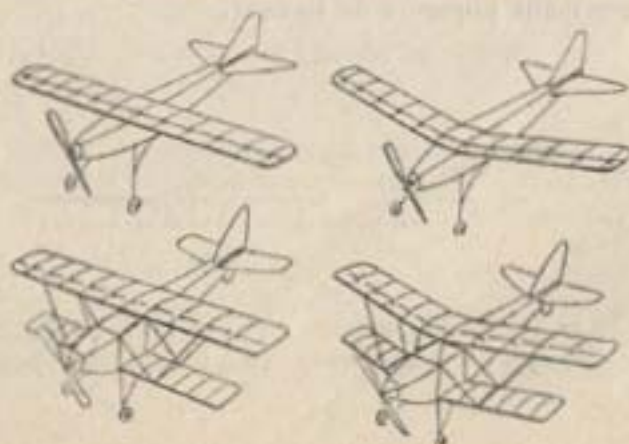
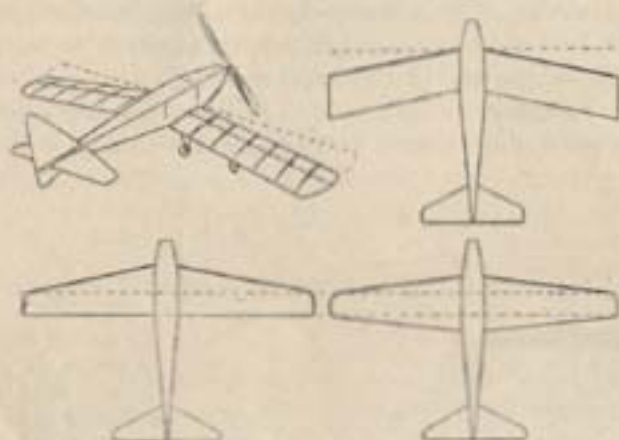


FIG. 32

moins prononcé, et ceci dans le but d'augmenter la stabilité latérale. Lorsque la diédre est exagéré il faut entraîner des mouvements pendulaires de l'appareil en vol.

En général, on ne dépasse pas 5 à 6 degrés dans les modèles courants, soit 10% environ.

FLÈCHE OU V EN PLAN. — Certains modèles ont les ailes déportées en arrière; on dit qu'elles ont " de la flèche ". Ce dispositif est



lui aussi destiné à augmenter la stabilité de route de l'avion. On obtient souvent le même résultat avec des ailes de forme trapézoïdales dont différents exemples sont donnés dans la fig. 33, et au chapitre VI " Aile ".

V LONGITUDINAL. — Le V longitudinal est encore une condition de stabilité des avions. Il consiste à disposer les empennages horizontaux de l'avion à une incidence plus faible que celle à laquelle est relié la voilure principale.

On peut trouver des appareils dans lesquels les ailes ayant une incidence de 0 degré, les empennages ont une incidence négative, c'est-à-dire qu'ils sont légèrement piqueurs de l'avant.

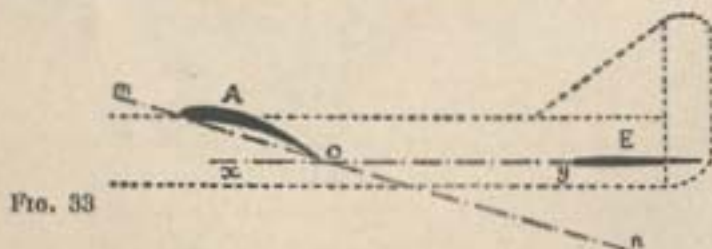
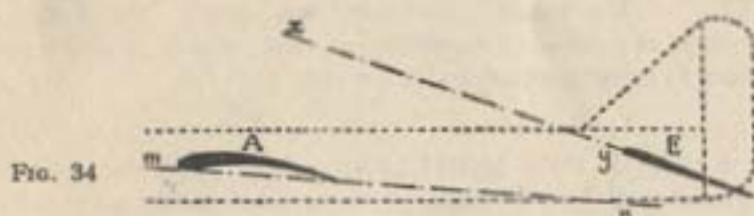


FIG. 33

L'examen de la figure 33, montre qu'avec le V longitudinal, l'avion en vol possède toujours un couple qui tend à le redresser dans les remous.

Au contraire, l'appareil qui aurait un empennage calé à une incidence plus grande que celle des ailes serait toujours sujet à s'engager de l'avant et à passer finalement sur le dos (Fig. 34).



PORTANCE. — La portance d'un plan, d'un modèle ou d'un aérodyne quelconque est la force qui assure la sustentation.

Elle est dirigée de bas en haut et pour permettre le vol de l'appareil, elle doit être au moins égale à son poids.

TRAINÉE. — La trainée est la somme des résistances nuisibles de l'appareil qui constituent une force dirigée horizontalement.

FINESSE. — La finesse est le rapport existant entre les deux forces précédentes : portance et trainée.

On conçoit que les meilleures conditions de vol sont données par la portance la plus grande et la trainée la plus faible, c'est-à-dire le meilleur rapport (finesse) entre ces deux forces.

CHARGE ALAIRE. — La charge alaire est obtenue en divisant le poids total de l'appareil par sa surface portante.

Pour les avions à moteurs, la charge alaire s'exprime au mq. Pour les modèles réduits on a adopté la charge au dmq (dm²).

STABILITÉ. — On dit, en mécanique, qu'un corps est en équilibre stable quand, écarté de sa position d'équilibre, il tend à y revenir de lui-même. La même définition est valable pour l'avion ou le modèle. Ceux-ci peuvent effectuer autour de leur centre de gravité des mouvements de rotation

dans trois plans différents qui correspondent aux différentes stabilités :

- 1^o Stabilité longitudinale ou en profondeur ;
- 2^o Stabilité latérale ;
- 3^o Stabilité de route.

INSTABILITÉ. — Un modèle instable, qui reçoit une sollicitation quelconque, rompt sa position d'équilibre, et sans revenir jamais à celle-ci, tend à accentuer la cause perturbatrice du vol.

STABILITÉ EN VOL DES MODÈLES. — On s'efforce toujours de concevoir des formes d'ailes, de fuselage, etc., qui donnent au modèle une *stabilité naturelle de forme*. Certaines ailes sont dites autostables. C'est en particulier le cas pour les voilures à double courbure. Les laboratoires aérodynamiques ont dès à présent étudié des milliers de profils d'ailes divers parmi lesquels on peut choisir ceux convenant le mieux au but recherché.

On combat les causes d'instabilité au moyen de l'adjonction d'empennages et de dérives judicieusement placés qui permettent de réagir contre les influences perturbatrices de l'atmosphère.

Les empennages horizontaux ont pour but d'assurer la stabilité longitudinale. Les dérives et gouvernes verticales doivent assurer la stabilité de route.

Nous avons vu également ci-dessus que la disposition même des voilures (V longitudinal, latéral, en plan) constitue un élément de stabilité important en premier chef.

HÉLICE. — L'hélice est un organe qui assure le déplacement de l'avion dans l'atmosphère afin de réaliser sa sustentation par la vitesse qu'elle lui imprime.

Elle comporte en général deux pales, mais peut en avoir trois, quatre ou même plus.

Les hélices sont définies par leur diamètre et leur pas. On dit d'une hélice qu'elle est tractive lorsqu'elle est placée en avant des surfaces principales de l'appareil. Placée à l'arrière, elle est dite propulsive.

PAS D'UNE HÉLICE

Le pas d'une hélice est la longueur dont elle devrait avancer sur son axe ou moyen dans une rotation complète. Le pas est donc plus ou moins grand suivant l'orientation des pales de l'hélice.

RECU. — L'air étant un fluide, il se trouve refoulé derrière l'hélice et celle-ci n'avance pas en réalité de la quantité théorique indiquée ci-dessus. La différence constitue le *recul*. Le seul élément utile à considérer est donc le *pas pratique* ou *l'avance réelle par tour*.



CHAPITRE IV

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Les matériaux employés à la construction des Modèles réduits, peuvent être classés de la façon suivante : les *Bois*, les *Métaux*, les *tissus*, *papiers*, *colles*, *enduits* et le *caoutchouc*.

BOIS

Le matériel le plus utilisé est le *Bois*. Sa légèreté, la facilité de le travailler et la modicité de son prix d'achat, permettent aux Modélistes la construction d'excellents appareils à peu de frais.

Il est vendu sous forme de *baguettes*, *planches* et *blocs* chez les Commerçants spécialistes du Modèle réduit.

Les baguettes se trouvent en section carrées, rectangulaires, rondes, de 1 à 10 cm. Tous les catalogues en donnent une gamme susceptible de répondre à tous les désirs.

Il existe trois catégories de Bois : les *Bois tendres*, les *bois durs*, et les *bois souples*. Les plus employés sont :

- Le Balsa, densité 0,12 à 0,15 ;
- Le PEUPLIER, densité 0,45 à 0,50 ;
- Le SPRUCE, densité 0,50 ;
- Le TILLEUL, densité 0,52 ;
- Le SAPIN, densité 0,55 ;
- Le LIMBO, densité 0,73 ;
- Le FRÊNE, densité 0,75.

BALSA. — Cette essence d'arbre provient des contrées humides et tropicales de l'Amérique (Équateur, Honduras, Brésil, etc.). De croissance très rapide, cet arbre atteint souvent à l'âge de 4 à 5 ans, une hauteur de 15 mètres environ, avec un diamètre de 0,90 cms. La meilleure qualité de Balsa, est fournie par les arbres provenant de l'Équateur, pays au climat excessivement chaud et très humide.

Sa légèreté (il pèse deux fois moins que le liège) et la facilité de le façonner avec une lame de rasoir et du papier de verre, sont à l'origine de sa renommée parmi les Modélistes.

Les baguettes de *Balsa*, sont utilisées pour la construction des longerons d'ailes et de fuselages, ainsi que des bords d'attaque et de fuite. Elles servent également pour les couples des fuselages (voir chapitre VI).

Avec les planches, on fabrique des nervures d'ailes. En faible épaisseur, on les utilise pour le revêtement d'ailes et de fuselages. On peut également renforcer les parties avant et arrière des fuselages en collant des feuilles de balsa entre les deux premiers et les deux derniers couples.

Dans les blocs, on taille des hélices, des roues, des carénages, etc...

Il existe également des baguettes en balsa profilé, permettant de réaliser des assemblages très résistants et notamment des poutres en forme de " caissons ".



PEUPLIER. — Genre de Salicinée, croissant dans les régions tempérées et humides, pouvant atteindre de 20 à 40 mètres de hauteur suivant l'espèce. Plus lourd que le balsa, il est plus résistant et, de ce fait les débutants ont tout intérêt à l'utiliser.

SAPIN. — Genre de conifère (ne pas confondre avec le pin). Légèrement plus lourd que le peuplier.

SPRUCE. — Bois exotique, très répandu dans les forêts vierges de l'Amérique du Nord. Importé de la Colombie Britannique (Côte du Pacifique) et des îles de cette côte, il est surtout employé dans l'Aviation " Grandeur ". Très résistant malgré sa densité relativement faible, il a l'inconvénient de se défibrer facilement.

LIMBO. — Essence provenant du moyen Congo, région située entre le Gabon et le Congo belge. Tend à disparaître en tant que matériel aéronautique. De densité extrêmement variable dans un même arbre, le déchet d'exploitation s'élève de 60 à 70%.

Tous ces bois : *Peuplier*, *Sapin*, *Spruce* et *Limbo*, sont utilisés dans la construction des Modèles réduits sous forme de baguettes. Dans les blocs, on taille des hélices ou des nez de fuselages.

FRÊNE. — Genre d'Oléacée. Bois très résistant mais relativement peu employé dans les Modèles à moteur caoutchouc à cause de son poids.

TILLEUL. — Genre de Tiliacée, croissant dans les régions tempérées. Bois blanc, tendre et léger. Il est surtout employé sous forme de baguettes qui ont l'avantage d'être assez souples. On l'utilise également pour la fabrication des hélices.

Il est évident que d'autres bois pourraient être employés pour la construction des Modèles réduits le *Fromager* et le *Parasolier* par exemple,

Provenant des colonies françaises (Côte d'Ivoire, Cameroun et Gabon) de densité assez faible (0,30 environ), ils sont aussi faciles à travailler que le balsa et ont l'avantage d'offrir une résistance légèrement supérieure.

Dans la catégorie „Bois souples”, figurent le *Rotin* et le *Bambou*.

ROTIN. — Bois provenant d'un palmier (rotang) poussant dans les forêts tropicales. Il est employé principalement dans la fabrication des trains d'atterrissage et des parties arrondies d'ailes et d'empennages.

BAMBOU. — Roseau arborescent des pays chauds, pouvant atteindre 25 mètres de hauteur. Quoique plus résistant que le rotin, il est plus difficile à travailler. Il faut l'employer en éléments droits, ou le courber à la chaleur d'une flamme (bougie par exemple), ce qui permet de réaliser les formes les plus variées.

CONTREPLAQUÉS. — Nous devons ajouter à cette énumération des Bois les *Contreplaqués* dont les plus utilisés sont ceux d'OKOUME et de

BOULEAU. Difficiles à travailler, leur résistance les fait employer dans la fabrication des pièces ayant à subir de violents efforts (couples avant et arrière du fuselage par suite de la torsion du caoutchouc, nervures centrales des ailes, etc.).

Le contreplaqué de balsa, obtenu par assemblage à la colle de feuilles de balsa (les fibres de chaque feuille étant disposées perpendiculairement aux fibres de la feuille précédente) sert à la fabrication des carénages, nez de fuselage, etc.

MÉTAUX

Le Métal est peu employé dans la construction des Modèles à moteurs caoutchouc, parce qu'il possède l'inconvénient d'être lourd.

Cependant la construction métallique a fait de nombreux adeptes en Allemagne où les Modélistes se servent de profilés spéciaux livrés en différentes largeurs et épaisseurs. Un outillage a été créé en série pour permettre de travailler ces profilés (cisailles, pinces, etc...), mais, son prix élevé (200 à 600 francs environ) et la minutie du travail, ne permettent pas de conseiller ce genre de construction aux débutants.

Les principaux métaux utilisés sont : l'*Aluminium* et son dérivé, le *Duralumin*, le *Magnésium*, l'*Acier* et le *Laiton*.

ALUMINIUM (densité 2,5). — Il existe des tubes dont les diamètres variant d'un millimètre, permettent l'emboîtement l'un dans l'autre. On se sert de ces tubes pour l'assemblage d'ailes démontables, pour la fabrication de paliers d'axes d'hélices et de roues, de mâts de haubannage, etc...

En Tôles, l'*Aluminium* est surtout utilisé comme élément de construction des avions moteur à essence (capots, supports de moteur, etc...)

DURALUMIN (densité 2,85). — Ce métal intéresse principalement les Modèles à moteurs à essence. Presque aussi léger, mais plus résistant que l'aluminium.

MAGNÉSIUM ou **ÉLECKTRON** (densité 1,8). — Même emploi que le Duralumin.

ACIER (densité 7,6). — Utilisé sous forme de Fil (Corde à piano). Il a son emploi comme axes d'hélices, crochets pour moteurs caoutchouc, crochets divers d'attaches d'ailes, empennages, ressorts. Souple et résistant, le Fil d'Acier sert à la fabrication de jambes de trains d'atterrissage, et en fil mince, comme haubans.

LAITON (densité 8,5). — Est employé sous forme de tiges, tubes, rondelles, billes, vis, clous, etc...

Le Fil permet d'effectuer des ligatures.

Nous signalons également de **PLOMB**, pour le lestage des planeurs et des appareils à ailes fixes.

On peut se procurer dans le Commerce certains organes mécaniques de fabrication difficile et nécessitant un outillage spécial : Multiplicateurs, Duplicateurs, butées à billes, roues libres d'hélices, etc.

PAPIERS ET TISSUS

Lorsque la carcasse du Modèle est terminée, le fuselage, les ailes et empennages doivent être recouverts d'une surface aussi lisse que possible. A cet effet, on emploie du Papier ou de la Soie.

Le revêtement le plus économique est certainement le *Papier* que l'on trouve chez les Commerçants spécialistes sous la dénomination de „ *Papier Japon* ". Léger et résistant (poids moyen : 10 grammes au mètre carré), on peut le tendre plus facilement que la Soie (recommandé aux débutants).

On peut également utiliser le revêtement de Soie. La plus utilisée est le „ *Pongée de Soie* " ou „ *Pongée du Japon* ", dont le poids est d'environ 20 grammes au mètre carré.

MATÉRIAUX DIVERS

LE CELLULOÏD trouve son emploi dans les Modèles Réduits, mais ne doit être utilisé qu'en petits éléments, du fait que ce matériau se déforme trop aisément sous l'influence de la chaleur ou de l'humidité.

Les tubes serviront comme moyeux de roues, emboîtages d'ailes ou de trains d'atterrissage. En feuille, il figurera les vitres dans les maquettes.

On le rencontrera surtout en objets formés, telles roues légères et résistantes, carénages de roues, capots et même moteurs et cylindres séparés pour maquettes.

Sous forme de balle traversée par un tube, on a réalisé des flotteurs rotatifs.

LA CELLOPHANE que l'on serait tenté d'employer pour sa transparence et sa légèreté, sera impitoyablement rejetée, comme étant plus soumise encore aux variations hygrométriques.

Seules les bandes de *cellulose adhésive* (que l'on trouve dans les papeteries, sous forme de rouleaux, genre papier collant, marque DUREX) seront employées avec succès pour renforcer certains éléments.

Signalons à titre indicatif, une composition qu'il serait intéressant de voir, sous forme d'éléments moulés, roues, hélices, etc..., c'est l'*ébonite émulsionnée*.

ENDUITS

Pour rendre les revêtements imperméables à l'air et à l'eau, il est nécessaire de les recouvrir à l'aide d'un produit spécial qui a l'avantage de tendre la surface enduite. On utilise généralement des enduits cellulosiques, composés de cellulose mélangée à un dissolvant de genre acétone. Le plus utilisé est l'*Avionine* que l'on trouve facilement dans le commerce spécialisé, en petits pots de prix modique.

Il est souvent nécessaire d'étendre plusieurs couches de ce vernis en ayant soin de maintenir les pièces enduites sur forme, pendant deux à trois jours, afin d'éviter qu'en séchant, elles ne se déforment.

Si l'on désire embellir la présentation de l'appareil, on peut employer des peintures genre DUCO ou NOVEMAIL, mais en tenant compte de l'accroissement du poids.

COLLES

Pour assembler les différentes pièces d'un Modèle réduit, on emploie de la colle. Parmi toutes les colles susceptibles d'être utilisées, nous signalons :

1° La COLLE CERTUS ou CERTUSINE. Cette colle à base de caséine est vendue sous forme de poudre blanche extrêmement fine.

Pour la préparer, il suffit de mélanger dans un petit récipient *non métallique* (pot de porcelaine, coquetier, etc...), la quantité de poudre



nécessaire dans un égal volume d'eau (par exemple un dé à coudre de poudre) pour la même quantité d'eau, proportions très suffisantes). Délayer au moyen d'une baguette (pas de pinceau), jusqu'à ce que la pâte soit bien homogène, sans grumeaux. Laisser reposer une dizaine de minutes avant utilisation

Cette colle a pour seuls inconvénients de ne pas se conserver et de sécher lentement. Aussi ne doit-on préparer que la quantité strictement nécessaire.

La *Colle Certus* qui est très employée dans l'aviation grandeur, possède de grands avantages ; très économique, elle ne se dissout pas sous l'action de l'eau et donne une adhérence remarquable aux parties assemblées.

Elle peut servir au collage du bois, du papier ou du tissu.

2° COLLE CELLULOSIQUE. — Pour tous assemblages, et surtout pour fixer certaines pièces métalliques sur le bois, on utilise la Colle Cellulosique, très adhésive et séchant en moins d'une demi-heure. Elle est très utile pour les réparations rapides, principalement sur le terrain.

Cette Colle ne doit jamais être employée pour la fixation des papiers ou tissus de revêtement car, séchant trop rapidement, elle ne permet pas de les tendre convenablement.

Lorsqu'elle devient trop épaisse, on la dilue avec un dissolvant (acétone).

COLLES DIVERSES. — Pour l'entoilage des surfaces ; ailes, fuselages et empennages, on utilise en plus de la CERTUSINE, soit de la *Colle Japonaise*, soit de la *Glufix* qui séchent assez rapidement. Ces dernières sont vendues en tubes.

Il est évident que le Modéliste pourra utiliser d'autres colles : Colle Forte de menuiserie, Seccotine, Gomme Arabique, etc., mais elles présentent souvent l'inconvénient d'une longue préparation à chaud ou d'une faible résistance à l'humidité.

CAOUTCHOUC

L'emploi du caoutchouc sous forme de moteur, dans les Modèles réduits de machines volantes, date de 1870, époque à laquelle Alphonse PENAUD l'utilisa pour son *Planophore*.

Il constitue une puissante source d'énergie, obtenue par torsion de l'écheveau moteur, torsion faite à la main.

Les caoutchoucs dont se servent les Modélistes sont de forme ronde, carrée ou plate. Les plus utilisés sont certainement ceux à section plate. On les trouve dans le commerce en épaisseur de 0 mm 8 environ pour les trois largeurs suivantes : 3 mm 17 — 4 mm 76 — et 6 mm 35.

Les moteurs caoutchouc sont constitués par des écheveaux dont le nombre et le poids varient suivant l'utilisation de l'appareil.

Le caoutchouc de petite largeur (3 mm 17) permettra pour une même section totale un nombre de tours de remontage plus élevé que celui de grande largeur (6 mm 35), mais ce dernier sera beaucoup plus nerveux au départ.

Le nombre de tours de remontage d'un moteur caoutchouc dépend de la longueur de l'écheveau, du nombre de brins de cet écheveau, de la dimension de ces brins, de l'état du caoutchouc (neuf ou usagé), de sa lubrification et surtout de sa qualité (Voir chapitre VI).

SOINS A DONNER AU CAOUTCHOUC

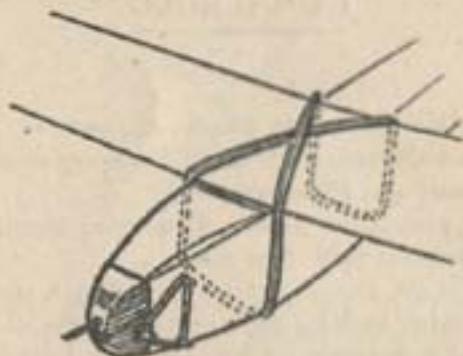
Avant chaque vol, pour donner de la souplesse au moteur caoutchouc, il est nécessaire de le lubrifier, c'est-à-dire de l'enduire d'un produit gras à base de savon noir ou de glycérine, dénommé "lubrifiant", que l'on peut faire soi-même, ou se procurer à bon compte chez les commerçants spécialisés.

Lorsque le moteur caoutchouc est bien lubrifié, il est nécessaire d'effectuer des remontages progressifs, en commençant à 50 tours par exemple. On laisse alors le caoutchouc se dérouler librement, puis on augmente le nombre de tours, en ayant soin de noter le remontage maximum, au-dessus duquel il y aurait rupture.

Après usage, le caoutchouc doit être lavé à l'eau tiède pour le débarrasser du lubrifiant dont la causticité le rongerait, ainsi que des impuretés (sable, graines ou terre) qui occasionneraient des coupures, lesquelles amèneraient une rupture inévitable au premier remontage.

Le caoutchouc étant très sensible à la lumière trop vive, à la chaleur et à la sécheresse, il est utile de le conserver dans une boîte à fermeture hermétique, afin de l'abriter de l'air.

En plus de son utilisation comme source d'énergie, on emploie le caoutchouc sous forme de brides élastiques pour la fixation des ailes, empennages, nez de fuselage, etc...



On se sert également de tubes en caoutchouc pour recouvrir les crochets avant et arrière du moteur, afin d'éviter l'usure par frottement.

Le caoutchouc-mousse est employé dans la fabrication des bandages pour les roues des grands Modèles (genre moteurs à essence).

D'une manière générale, le Modéliste, si ses moyens le lui permettent, aura tout avantage à se procurer les matériaux „ spéciaux ” qu'on trouve dans le commerce.

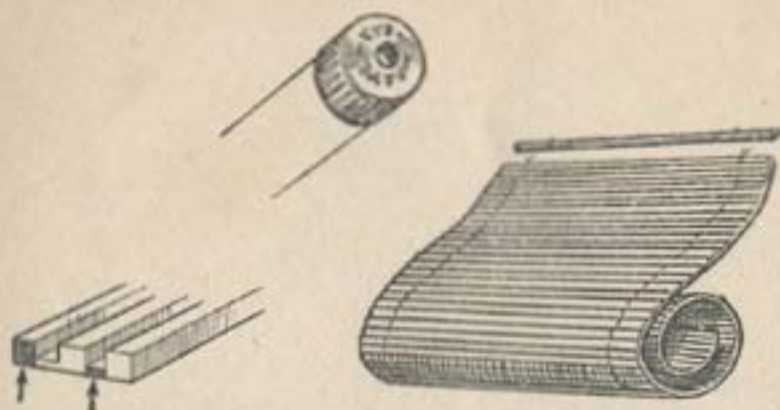
Mais la catégorie des véritables bricoleurs saura découvrir des sources peu onéreuses de matériaux adéquats !

On tirera facilement, des éléments courts, de petites planchettes provenant de la démolition de boîtes ! De grosses allumettes de la régie donnent de très beaux montants et traverses pour des petits appareils à fuselage ; le jonc, le rotin, se découvrent à chaque instant dans de vieilles corbeilles à papier, des fauteuils percés et inutilisables ; le fil d'acier dans des armatures d'abat-jour, des vieux ressorts de jouets, etc... Les baguettes rondes de 2 millimètres ? mais chez le quincailler. Vingt centimètres de store contre le soleil (appelé jalousie dans certaines régions) en 1 mètre ou 1 m. 20 de large, une chute de pièce obtenue à bon compte, constituera un stock important. Demander, non pas „ teint en vert ”, mais „ non peint ”, c'est-à-dire bois naturel, car les défauts n'étant pas cachés, le choix des meilleures baguettes sera plus facile.

Des baguettes carrées pour appareils simples ? mais des moulures électriques choisies en beau sapin de fil bien droit et découpées, en donneront de très belles.

On extraiera l'aluminium des boîtes pour dentrifées, ou produits pharmaceutiques dans lesquelles on découpera des petits éléments. Un couvercle de boîte ronde soigneusement martelé pourra constituer un

superbe capotage de moteur pour une maquette, et une batterie de cuisine réformée procurera des pièces importantes.



Quant au fer blanc, à la tôle mince, inutile d'en indiquer les origines possibles.

Les roues pour modèles baguettes seront simplement de gros boutons en bois nu dont on se fournira dans la boîte de maman, chez la couturière d'à côté ou la mercière d'en face.....

Du celluloïd? de vieilles pellicules photographiques !

Des billes de butée? perles en bois de la mercière, vieux collier de fantaisie et même perles en os (éviter toutefois le verre qui grippe).

Le caoutchouc, c'est plus difficile, vieilles bretelles ou ceintures n'en donnent que peu et de qualité souvent médiocre.

Pour le constructeur de Modèles réduits, le „ Système D " n'est pas inutile !

CHAPITRE V

OUTILLAGE

*Il n'y a pas de bons ouvriers
sans bons outils*

Pour le débutant Modéliste, l'outillage est assez restreint et surtout peu coûteux :

Crayon, règle plate graduée, équerre, compas, papier à dessin seront utilisés pour reproduire à échelle grandeur, certains plans réduits, ou pour concrétiser les idées personnelles du constructeur.

Pour travailler les bois ou métaux nécessaires à la construction d'un Modèle simple, il suffira de se procurer :

Une lame de rasoir ou un *bon canif* pour tailler les bois tendres ;

Une pince universelle pour couper et travailler les fils d'acier ;

Une pince ronde permettant de couder les fils métalliques et qui sera très utile pour la fabrication des crochets du moteur ;

Une paire de ciseaux ;

Des punaises, épingles, clous minces, pour maintenir les pièces à coller.

Du papier de verre fin pour polir les différentes pièces.

Il est évident que le Modéliste ayant déjà construit un ou plusieurs appareils et désirant créer une machine nouvelle et plus compliquée, aura besoin d'augmenter son outillage en acquérant :

Une petite scie à découper, très utile pour la confection de certaines pièces en contreplaqué ;

Quelques limes fines et une *rape à bois* ;

Une chignole pour percer les trous et qui, de plus, trouvera son utilisation sur le terrain où elle permettra le remontage du moteur.

Un petit *étai* qui facilitera l'exécution des différents travaux : sciage, limage, un *pèse-lettre* pour vérifier les poids, etc...

Ces outils connus de tous n'ont besoin d'aucune description, mais nous insisterons sur deux d'entre eux.

Le premier, qui est l'outil primordial du Modéliste, c'est la lame de rasoir mécanique.

Employée à l'état nu, elle est dangereuse, c'est pourquoi pour les jeunes, un canif à lame *mince* et bien affûtée sera préférable, quoiqu'on n'obtiendra jamais le même taillant, et par suite la même netteté dans les coupes.

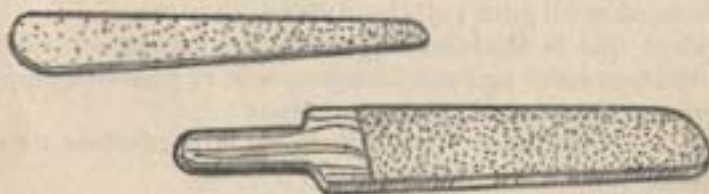
En dehors des modèles d'outils du commerce qui utilisent les lames, signalons un montage, à la portée des modélistes, qui a le grand avantage d'être simple et pour lequel les pièces de rechange ne coûtent pas cher, c'est la lame de rasoir cassée comme indiqué ci-dessous et emmanchée au besoin dans un porte-plume en fer dont le bout a été aplati.



Le second est la lime en papier de verre.

On trouve dans les magasins, pour se faire les ongles, des petites languettes de carton, verrées sur chaque face, et qui font merveille, surtout pour le travail des encoches étroites.

Mais pour le ponçage des surfaces plus grandes (blocs de nervures, hélices, etc.), on aura tout avantage à faire une rape plus large (25 mm), découpée dans une planchette ou dans un contreplaqué mince.



On collera sur une face un morceau de papier de verre le plus fin possible (le plus grand nombre de zéro qu'on pourra trouver) au moins trois), et sur l'autre face, un papier un peu plus rugueux, pour les dégrossissages des blocs, de nez avant, hélices, etc... Pour poncer les grandes surfaces (ailes complètes en balsa), employer un bloc de ponçage (fig. 45).

Pour travailler une grande plaque *mince*, avoir soin de s'appuyer sur une surface rigide et bien plane — marbre de cheminée par exemple.

Enfin pour clore ce chapitre outillage, nous n'aurons garde d'oublier



FIG. 45

la *forme de montage*, absolument nécessaire pour obtenir de bons résultats (chapitre VI).

La plus simple sera une planche *bien plane* ayant approximativement 1 mètre sur 25 à 30 centimètres de largeur et autant que possible en bois *relativement tendre*, peuplier par exemple. (Fig. 46)

On pourra, à défaut, utiliser une allonge de table, bien qu'encombrante et souvent déformée, et les modélistes confirmés pourront par contre,

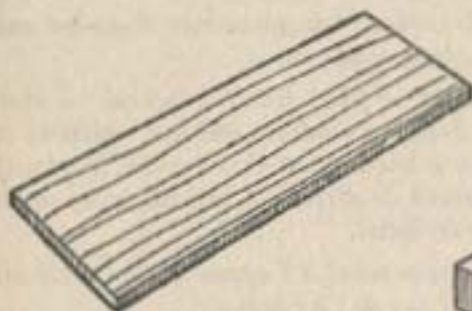


FIG. 46



FIG. 47

lancer dans les formes dites „ universelles ” qui permettent de réaliser aisément toute la gamme des assemblages.

On ajoutera un bloc de bois dur sans fil (Hêtre) de 20×10×5 qui servira de table de découpe. (Fig. 47).

Voilà pour l'atelier..... Passons au bureau d'études.....

CHAPITRE VI

ÉLÉMENTS ET PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION

*Un petit croquis
en apprend plus
qu'un long discours.*

Nous savons tous qu'un avion que nous appellerons normal se compose essentiellement de :

UN FUSELAGE, c'est-à-dire une poutre qui sert à loger, ou à réunir les principaux éléments de l'appareil, ailes, empennages, moteur, etc.

UNE AILE, dans les cas du monoplan, ou plusieurs dans les cas de multiplans qui constitue le ou les plans porteurs.

DES GOUVERNES qui comprennent le *plan fixe horizontal* ou stabilisateur, les *volets de profondeur* qui, dans les modèles réduits, existent rarement, puisqu'il n'y a pas de pilote à bord pour s'en servir, le *plan fixe vertical* — ou dérive — et le *gouvernail de direction*, qui lui aussi, comme les volets de profondeur, subsiste rarement.

UN TRAIN D'ATTEERRISSAGE qui permet à l'appareil de partir ou de se poser sur le sol ou sur l'eau dans le cas de l'hydravion.

UN GROUPE DE MOTEUR-PROPULSEUR, qui, dans cette étude se limitera au moteur " caoutchouc " et propulseur " hélice ".

FUSELAGE

FUSELAGES. — Trois groupes de fuselages : *Fuselage Baguette*, *Fuselage Fuseau*, *Fuselage Cabine*.

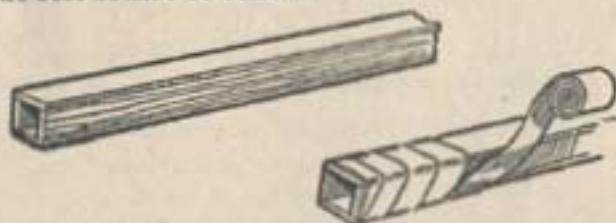
FUSELAGE BAGUETTE. — Ce terme en délimite bien la forme, et on déduit immédiatement qu'il s'agit d'un fuselage élémentaire qu'on retrouvera dans les appareils de début.

Il peut être constitué :

a) Par une simple baguette pleine de section rectangulaire ou ronde en bois dur ou tendre suivant l'appareil étudié.



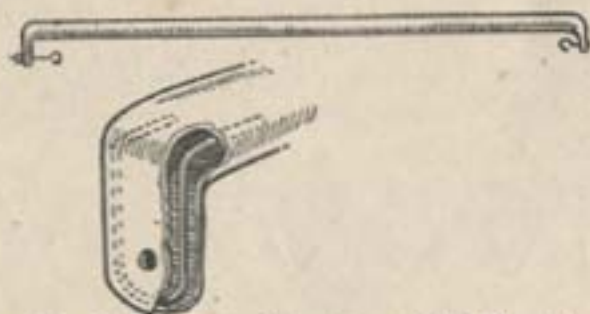
b) Par un corps creux composé de planchettes légères assemblées par collage et pouvant être, par bonne précaution "marouflé" au moyen d'une bande de soie roulée et collée.



Si ce corps est de petite section, le moteur sera à l'extérieur, si au contraire il atteint environ 25 m/m \times 15 m/m, l'écheveau de caoutchouc pourra être logé à l'intérieur.

c) Par un tube en aluminium, ou duralumin, diamètre 6 à 12 suivant dimensions de l'appareil et dont les extrémités seront repliés pour servir d'attache au moteur ou de palier à l'axe d'hélice.

Ne pas oublier de renforcer le tube par un fil d'acier comme croquis.



d) Par un tube d'assez gros diamètre, 20 à 30 m/m formé par une feuille de balsa 20/10, ou mieux, de bois de placage, roulé et collé.

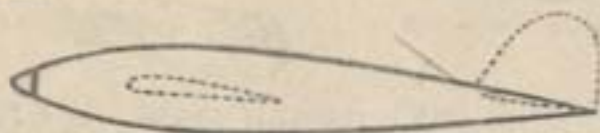
Ce procédé peu employé en France est très pratiqué en Italie, où certains appareils possèdent des fuselages tube de près de 2 mètres de long, légers, résistants, et permettant une très grande longueur entre crochets, d'où une grande durée de déroulement du moteur caoutchouc.

On peut faire des tubes soi-même avec un peu d'adresse et de précaution. Le collage se fait sur un mandrin (manche à balai) bien droit, cylindrique ou très largement conique. On le graisse pour que la colle n'adhère

pas et pour faciliter le démoulage. On forme la feuille de bois en cylindre en humectant légèrement si nécessaire et après avoir bien enduit le joint de colle (colle forte ou certus) on enroule une corde à spires jointives ou une bande de toile fortement serrée. On laisse sécher et on démoule. Il est prudent, pour le transport et entre les journées de vols, de laisser le tube sur son mandrin pour éviter qu'il ne se déforme.



FUSELAGE FUSEAU. — Sur les avions en grandeur, c'est le fuselage "tourisme", et pour les modélistes, le fuselage de la grande majorité de leurs appareils.



La forme du fuseau est trop connue pour que nous la décrivions, et le fuselage parfait doit se rapprocher le plus possible du volume bien profilé présentant la moindre résistance à l'avancement.

En réalité, les modèles réduits en approcheront très rarement surtout pour des raisons de facilité de construction, et également parce que aux faibles vitesses où ils volent, la traînée due à un carénage imparfait n'a qu'une importance toute relative, ce qui ne veut pas dire qu'on ne doit pas tendre à l'exécution de formes aussi parfaites que possible.

De ce fait les sections pourront être de formes géométriques plus ou moins simples.



Le maître couple, c'est-à-dire, la plus grande section se trouvera environ au tiers avant pour obtenir un profil gracieux.

Les sections rectangulaire ou carrée sont les plus faciles à construire, mais les moins élégantes, la section triangulaire fait gagner un peu de poids mais ne permet que des passages réduits aux extrémités du fuselage.

Les autres formes polygonales sont un peu plus difficiles à réaliser, et seront laissées à la fantaisie et surtout à l'habileté des Modélistes. Elles ne sont pas à conseiller pour les débutants.

Les sections cylindriques, elliptiques ou en poire exigent la construc

tion monocoque à revêtement rigide, ou un grand nombre de longerons ou de lisses si on emploie un revêtement souple, soie ou papier.

FUSELAGE CABINE. — Cette sorte de fuselage imitera le mieux possible les appareils "consuite intérieure" et par là même se rapprochera de la maquette volante.

D'autre part, lorsqu'une réglementation impose une section minimum au maître couple cette forme donne un peu plus d'élégance au modèle.



PROPORTIONS. — D'une manière générale, la longueur „ L ” du fuselage ne devra pas dépasser l'envergure „ E ”. Une bonne moyenne sera $\frac{3}{4}$ environ de cette dimension $L = E \times 0,75$. Le maître couple placé au $\frac{1}{3}$ avant pourra avoir comme hauteur du $\frac{1}{15}$ au $\frac{1}{10}$ de la longueur.

La surface de ce maître couple doit, pour répondre à certaines réglementations, être proportionnel à la longueur hors tout du fuselage.

CONSTRUCTION DES FUSELAGES. — Dans les deux cas, fuselage fuseau ou cabine, trois genres de construction : Charpente bois, charpente métal ; corps creux bois ou métal.

La charpente bois que nous étudierons en particulier se compose essentiellement de 3, 4, 8, 10 longerons suivant la forme choisie et de cadres ou couples d'assemblage.

Les longerons seront en spruce, sapin, tilleul ou balsa, de section généralement rectangulaire, 2×2 , 3×3 , 4×4 , etc., ou même ronde, de diamètre 1,5 ou 2 mm. pour les petits appareils.

Les bois nécessaires se trouvent à bon prix dans le commerce qui offre maintenant aux choix des constructeurs, une gamme très étendue.

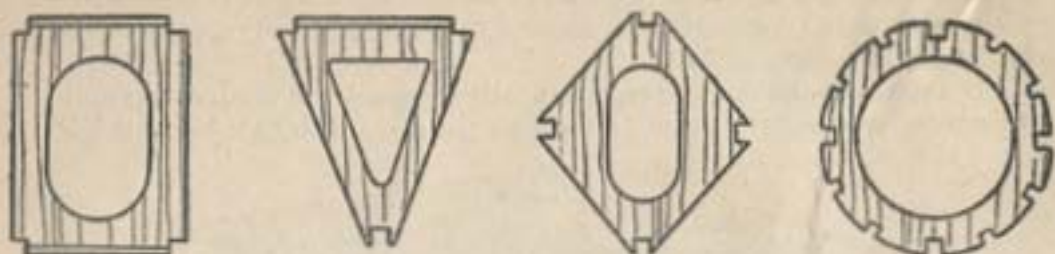
Les profilés en balsa, cornières (T, U), permettent des réalisations très intéressantes. (Voir chapitre IV, Matériaux).

Les cadres seront découpés, ou assemblés.

CADRES DÉCOUPÉS. — En général, pris dans de la planche en balsa 15/10, 20/10, pour les cadres jusque dix centimètres de hauteur, et seuls les cadres destinés à des appareils très lourds, grands planeurs, avions moteurs à essence, seront découpés dans du contreplaqué 15 à 30/10.

Toutefois dans les appareils moyens, les cadres avant et arrière pourront être en contreplaqué disposé de façon à offrir une plus grande résistance que les cadres intermédiaires.

Ne jamais oublier de les ajourer suffisamment pour permettre le passage de l'écheveau moteur. Ecartement moyen des cadres 4 à 6 cm. Mettre



le fil du balsa dans le sens de la hauteur. Dans les grands cadres renforcer par une baguette transversale.

CADRES ASSEMBLÉS.

La charpente métal se rapproche évidemment de la charpente bois, mais nous ne la citerons qu'à titre documentaire. Les éléments sont ou des tubes ou des profilés spéciaux en aluminium ou en duralumin assemblés au moyen de goussets et de rivets en métal léger. (Fig. 56),

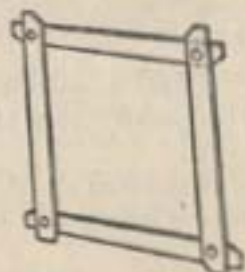


FIG. 56

Le corps creux sera ou bien une tôle d'aluminium emboutie ou formée au marteau, ou un revêtement en balsa rigide collé sur des faux longerons maintenus par des cadres, ou encore obtenu dans un bloc de balsa qui sera soigneusement évidé et profilé de manière à donner un corps creux en deux coquilles. (Fig. 57 et 58).

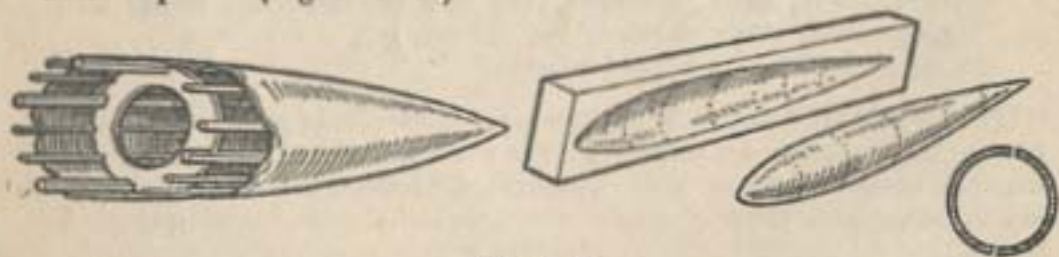


FIG. 57-58

Mais la charpente métal et le corps creux doivent être eux aussi *prohibés pour les débutants*, et nous ne les mentionnons qu'afin de les instruire des différentes méthodes employées.

MÉTHODES DE CONSTRUCTION.

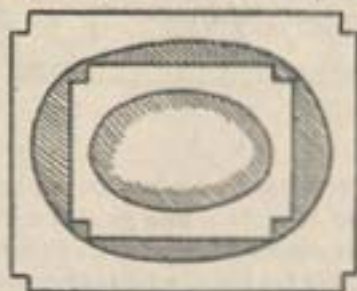
Avant tout, il faut si on ne le possède, pas établir en *grandeur* le plan du fuselage qu'on désire réaliser, et pour cela en déterminer les dimensions, longueur, section au maître couple, sections d'extrémités, etc... ainsi que la forme générale.

(Tout *débutant* aura avantage à se procurer un plan, car il risque d'oublier dans son étude quantité de petits détails indispensables.)

Puis, dessiner en *grandeur* les cadres.

ASSEMBLAGE PAR CADRES DÉCOUPÉS.

Si on a adopté la méthode par *cadres découpés*, préparer soigneusement ceux-ci, en s'arrangeant pour perdre le moins possible de bois.



S'il s'agit de cadres en balsa ou contreplaqué mince, 15/10 maximum prendre une règle, un outil à découper comme décrit au chapitre V. (Outillage), et travailler sur une planche de découpe en bois sans fil, qui ne fera pas dévier l'outil.

Nous conseillons de travailler sur bloc de découpe, pour éviter d'abîmer la planche de montage ou la table de la salle à manger.

Les cadres des gros appareils, découpés dans du contreplaqué épais, seront travaillés avec une scie à découper.

Commencer par ajourer le cadre, puis découper l'extérieur bien à l'équerre s'il s'agit d'un fuselage rectangulaire ; ensuite faire minutieusement les encoches pour les longerons.

En possession des différents éléments, fixer le dessin donnant la *rue en plan* du fuselage, ou un calque de ce dessin pour ne pas abîmer l'original, sur la planche de montage, au moyen de quelques punaises.

Cintrer les longerons en les maintenant en place par quelques clous minces, épingles ou aiguilles usagées de phono, de manière à leur faire épouser exactement le tracé du plan.



Disposer les cadres à leurs emplacements respectifs après avoir vérifié si l'écartement des encoches correspond bien à l'écartement des longerons.

Placer ces cadres bien verticaux, par rapport à la planche, c'est-à-dire à la partie supérieure du fuselage, car nous avons, pour faciliter les explications, adopté un fuselage ayant la partie supérieure plane.



Maintenir les cadres verticaux, au besoin au moyen d'un petit fil, ou d'une bride en caoutchouc et mettre une goutte de colle Certus de chaque côté des encoches, pour assembler longerons et cadres.

Laisser sécher, puis poser les longerons inférieurs, qui pour l'instant se trouvent à la partie supérieure de notre assemblage.



Maintenir le tout par des brides en caoutchouc, coller et laisser sécher au moins douze heures avant d'y toucher.

Avec des *cadres assemblés* on procédera de la même manière, après avoir construit séparément chacun des cadres, aux dimensions requises.

ASSEMBLAGES PAR TRAVERSES ET ENTRETOISES.

Une autre méthode un peu plus simple, consiste à faire les cadres en baguette, en même temps que l'assemblage proprement dit.

On commence comme dans la méthode précédente, mais cette fois sur la *vue de profil*, pour fixer par le même procédé (clous, épingles), un longeron supérieur et un longeron inférieur. Puis, on découpe à la demande, des petites baguettes de hauteur voulue, qui formeront les montants des cadres.

Attention, découper très soigneusement ces montants, à hauteur bien exacte sans forcer toutefois pour l'assemblage, car cela entraînerait une déformation qui n'apparaîtrait qu'après séchage (fig. 64).

Si le morceau est trop petit ou la coupe mal faite, ne pas hésiter à le recommencer, il servira pour un montant plus petit.

Cette recommandation est d'ailleurs valable pour les traverses lors de l'assemblage lors de l'assemblage final.

Les montants, seront eux aussi maintenus en place comme les longérons, on colle légèrement et on construit sur le premier flanc qui vient d'être assemblé, un second absolument identique.

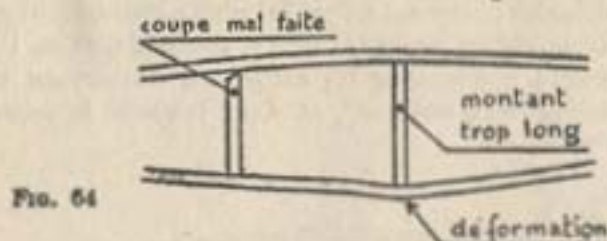
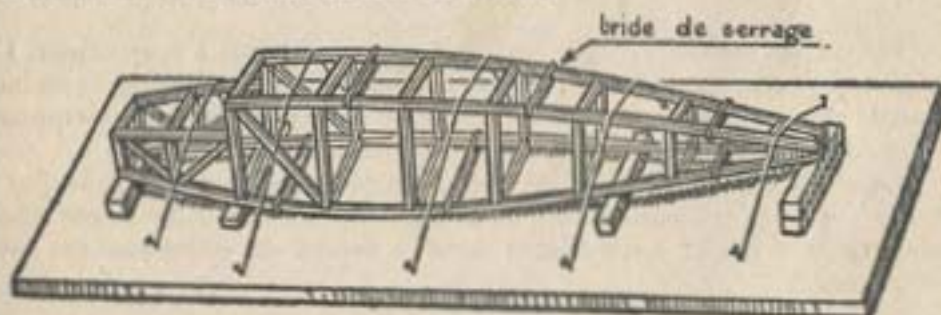
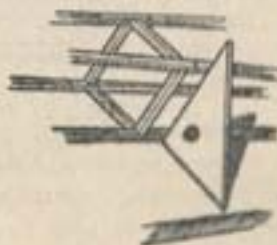


FIG. 64

On est donc certain de cette manière qu'ils seront symétriques. Séchage. Démoulage avec précaution en passant entre les deux assemblages une lame de rasoir mécanique. Puis, sur la vue en plan, on découpe les traverses et on assemble le tout sur forme.



Comme dans la plupart des cas, le dessus et le dessous du fuselage ne sont pas rectilignes, il faut dans cette méthode mettre des cales de manière à bien porter les flancs et à éviter que les brides de maintien ne les déforment. Bien vérifier si l'assemblage est d'équerre.



La carcasse étant finie, poncer légèrement les points de collage pour enlever l'excès, au contraire remettre un peu de colle s'il en manque.

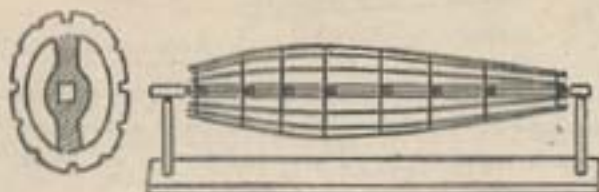
Renforcer par des goussets balsa 12 à 15/10, les intervalles des deux cadres avant ou arrière. Placer aux endroits choisis, les diagonales qui encaisseront les efforts du train d'atterrissage. Fixer les tubes dans lesquels celui-ci viendra s'emboîter, etc., en un mot parfaire le fuselage avant de procéder au recouvrement.

Conseils : Manipulez toujours avec soin un fuselage non entoilé. Laissez-le, sur forme, tant qu'il n'est pas terminé, et même après.

Ne lui infligez aucun effort avant qu'il ne soit recouvert et bien sec.

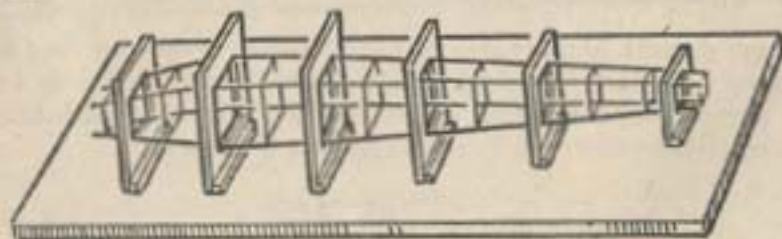
Bien que les méthodes ci-dessus soient les plus couramment employées, nous indiquerons trois autres procédés dits "assemblages en l'air".

Le premier consiste à découper les cadres en conservant une partie centrale, dont la coupe sera amorcée, et dans laquelle le passage d'une pièce de bois sera ménagé.



Les cadres sont enfilés sur cette pièce et maintenus à écartement. Les longerons posés, serrés par brides caoutchouc, et collés. Puis après séchage on enlève la poutre support. Avec un petit outil à découper, on supprime les parties centrales des cadres devenues inutiles.

La seconde méthode est l'inverse de la précédente, en ce sens que la forme support est extérieure, et non pas intérieure. Elle donne également de très beaux assemblages mais la forme en elle-même est assez ouvragée.



La dernière s'applique seulement aux fuseaux symétriques simples et a le grand avantage de ne nécessiter aucun montage.

Les longerons seront pris plus longs que nécessaire et réunis aux extrémités par une bride caoutchouc très serrée.

Tracer sur chacun d'eux les emplacements des cadres. Pendre le tout à un clou avec un poids à la partie inférieure. On commencera par poser le plus grand cadre qui devra résister aux efforts d'écrasement dus à la tension des longerons.



Comme toujours, laisser sécher avant d'y toucher.

Ce procédé ne pourra être employé qu'avec des longerons en bois demi dur ou dur, tilleul, sapin, etc. À prohiber pour le balsa.

AILE

Continuons par appeler les choses par leur nom...

aile parasol



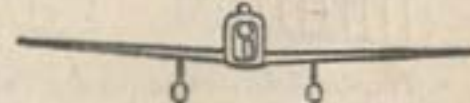
Aile haute



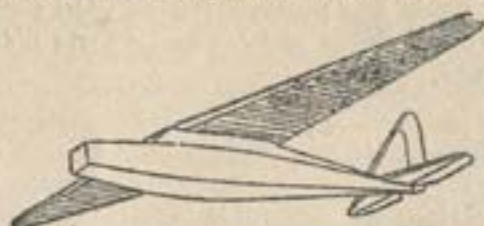
Aile encastrée



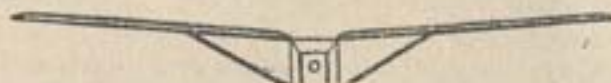
Aile basse.



Aile cantilever, c'est-à-dire supportant tous les efforts par sa propre rigidité.



Aile haubannée, c'est-à-dire renforcée par des mats obliques ou haubans souples.

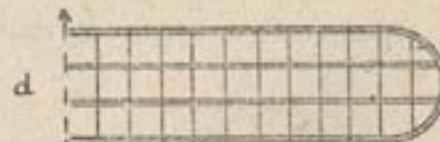
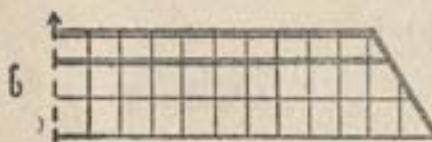
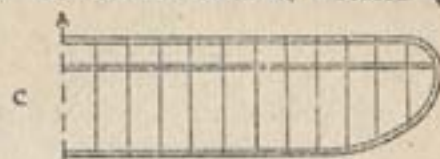


L'aile est un plan qui subissant les réactions de l'air, permet à l'appareil de s'y sustenter. C'est une surface constituée par un revêtement tendu sur un cadre. Ce cadre composé essentiellement de longerons et de nervures, peut affecter différentes formes comme on va le voir.

FORMES D'AILES

Rectangulaire. — L'aile de forme sensiblement rectangulaire, qui est la plus simple est celle dans laquelle le bord d'attaque et le bord de fuite sont parallèles. La construction en est aisée, toutes les nervures étant identiques.

Les extrémités peuvent affecter différentes formes, droites (a),



obliques (b), courbes (c et d). On remarquera que l'aile rectangulaire est celle qui donne le maximum de surface pour le minimum de poids de membrure.

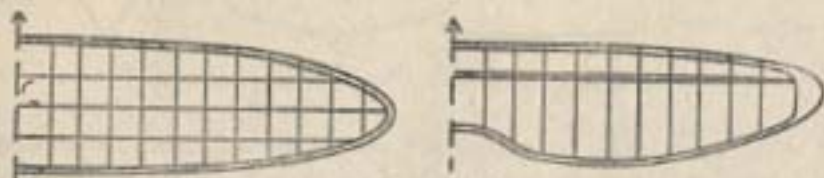


Trapezoidale. — Chaque demi aile représente en plan, sensiblement un trapèze symétrique ou dissymétrique avec extrémité droite ou arrondie. Ces formes sont un peu plus difficiles à bien réaliser puisque toutes les

nervures sont différentes et seuls les amateurs déjà expérimentés devront les aborder.

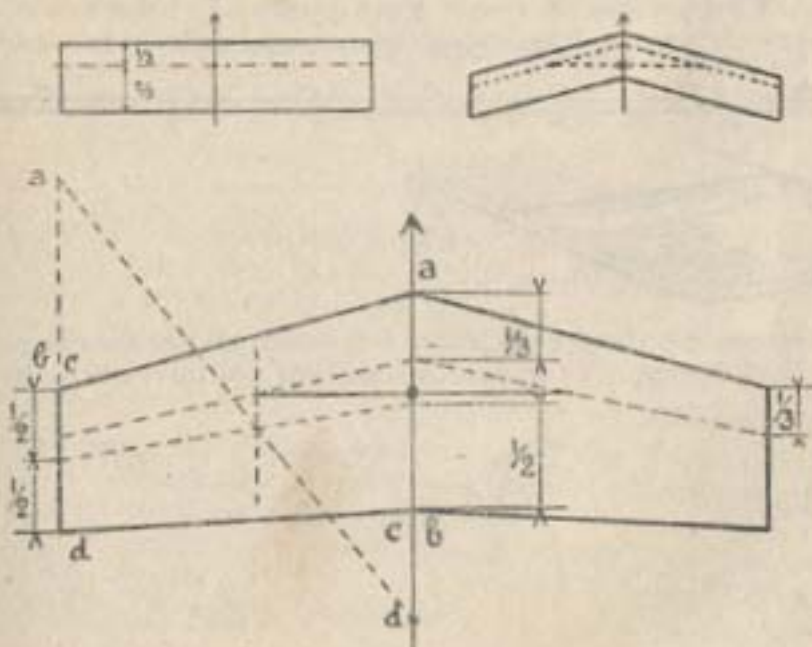
Diverses. — Dans cette catégorie, peuvent prendre place toutes les formes et découpes plus ou moins compliquées. Si ce n'est l'aile elliptique qui est théoriquement la meilleure, les autres découlent de la fantaisie du constructeur ou dans le cas d'appareil grandeur, des nécessités de l'emploi.

Inutile de dire que ces formes sont difficiles à bien construire, et que le modéliste débutant ne doit pas s'y arrêter.



Flèche. — Les ailes rectangulaires et trapézoïdales pourront vues en plan être disposées en forme de *flèche* afin de favoriser la tenue de route comme il est expliqué au chapitre III.

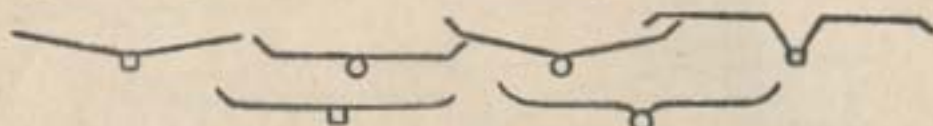
Pour les ailes en flèche ou trapézoïdale, ne pas oublier que le centre de poussée qui se trouve environ au tiers avant du profil (Chapitre III), recule comme indiqué ci-dessous.



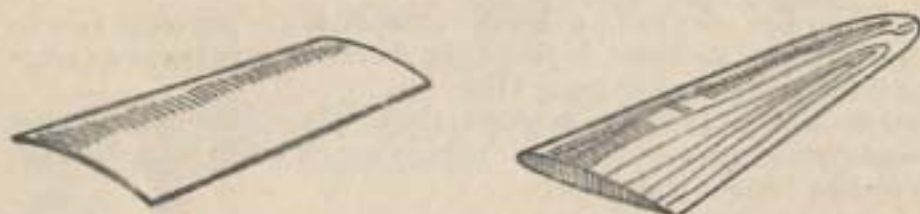
Dièdre. — Pour augmenter la stabilité latérale, il est indispensable de donner du dièdre à l'aile, autrement dit de lui faire affecter, vue de face la forme d'un V très ouvert.



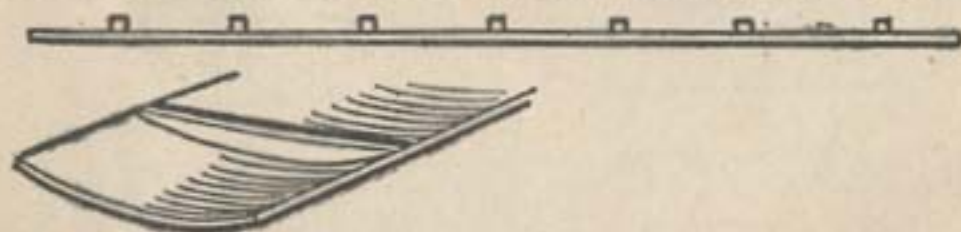
Pour les modèles volants, on pourra sans inconvénient, aller jusqu'à 10% de l'envergure, dans le cas de dièdre simple.



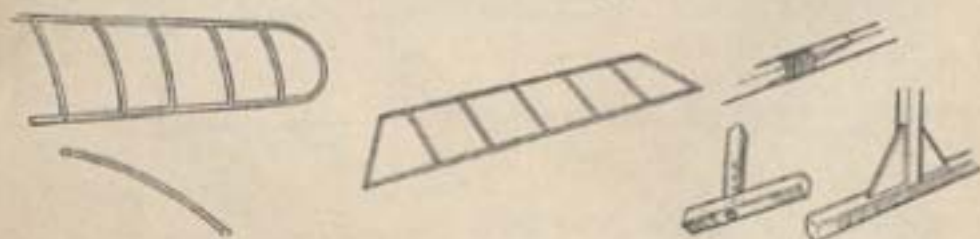
Aile mince. — Dans sa simplicité cette aile se compose soit d'une feuille de papier fort dans les modèles de début soit d'une planche de



balsa, droite ou profilée, ou encore d'une planche de balsa mince, 8 à 15/10, renforcée par des baguettes inférieures qui donnent la cambrure.



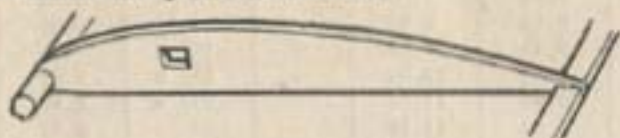
Dans les modèles simples elle pourra être constituée par deux baguettes formant bord d'attaque et de fuite, réunies par des traverses droites ou



courbées. Ces éléments seront en sapin ou tilleul, carré 2×2 — 3×3 ou encore en tilleul rond 20/10 ou même en rotin de 3 à 5 mm. de diamètre.

Aile semi-épaisse. — Cette aile sera un peu plus perfectionnée que la précédente en ce sens que les traverses auront un profil et de ce fait on les appellera "nervures".

Une baguette formant bord d'attaque, une autre bord de fuite, et si nécessaire, un longeron. Elle sera en général réservée aux petits appareils, ou devra être maintenue par des haubans.



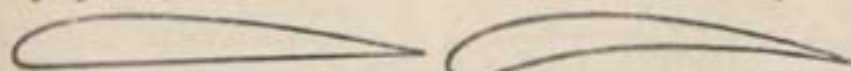
Aile épaisse. — Nous l'appellerons ainsi pour la différencier des précédentes, bien qu'en réalité, les profils employés couramment dans nos modèles, ne fassent pas partie des profils dénommés "épais" par les laboratoires.



Profils. — On a pu lire au chapitre III l'importance du profil de l'aile et on trouvera plus loin le moyen d'en reconstituer quelques uns choisis parmi les milliers qui ont été étudiés.

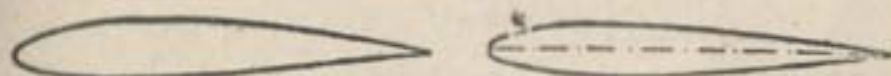
Indiquons en passant, trois désignations générales qu'il est nécessaire de connaître :

Profil plat : plan convexe, parce que l'intrados est rectiligne.



Profil creux : concavo-convexe, parce que l'intrados est concave.

Profil bi-convexe, parce que les deux faces de l'aile sont comme le mot l'indique, convexes ou bombées.



L'appellation "profil bi-convexe symétrique" sera employée lorsqu'il y aura dans le dessin, un axe de symétrie, et bi-convexe dissymétrique quand au contraire les courbures seront différentes.

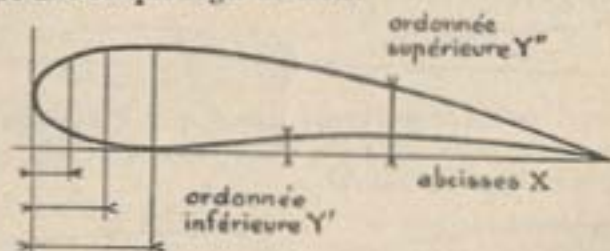
Nous ne donnerons que deux profils de nervures, qui conviennent à la plupart des modèles, c'est le Clark Y et le R. A. F. 32, dont on trouvera ci-après les tableaux des coordonnées.

X %	Y' %	Y'' %
0	3.50	3.50
1.25	1.93	5.45
2.5	1.47	6.50
5 »	0.93	7.90
7.5 »	0.63	8.85
10 »	0.42	9.60
15 »	0.15	10.69
20 »	0.00	11.36
30 »	0.00	11.70
40 »	0.00	11.40
50 »	0.00	10.52
60 »	0.00	9.15
70 »	0.00	7.35
80 »	0.00	5.22
90 »	0.00	2.80
95 »	0.00	1.49
100 »	0.00	0.12

X %	Y' %	Y'' %
0	3.42	3.42
1.25	1.96	5.56
2.50	1.50	6.52
5 »	0.88	7.84
7.5 »	0.50	8.83
10 »	0.30	9.72
15 »	0.08	11.02
20 »	0.00	11.92
30 »	0.30	12.98
40 »	0.70	13.10
50 »	1.10	12.46
60 »	1.46	11.06
70 »	1.60	9.10
80 »	1.46	6.56
90 »	0.92	3.60
95 »	0.52	1.98
100 »	0.00	0.12

Dans la première colonne, on a les abscisses en % de la longueur " L " du profil, dans la seconde les ordonnées inférieures (intrados) en % de L, et dans la troisième les coordonnées supérieures (extrados) également en % de " L ".

Si on exécute une nervure ayant 100 mm de largeur, il suffira de prendre les chiffres des colonnes pour déterminer les différents points des courbes. Par contre, pour réaliser tout autre dimension, il suffira pour chacun des points, de faire une simple règle de trois.



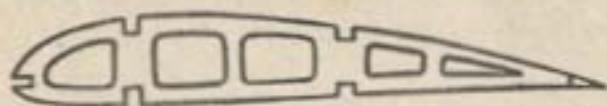
Un moyen plus simple, mais suffisant pour les débutants, consistera à reproduire les profils par la méthode des carrés.

FABRICATION DES NERVURES. — Dans la majorité des appareils, celles-ci seront découpées dans du balsa dur de 15 à 20/10 d'épaisseur. Seules les nervures de raccord ou celles devant supporter des efforts particuliers, (attaches de haubans) pourront être découpées dans du contre-plaqué 5 à 10/10 d'épaisseur.

Dans les grands appareils, planeurs de 2 à 3 mètres d'envergure, avions moteur à essence, les nervures pourront être en balsa de 4 à 5 mm d'épaisseur, ou en contreplaqué de 15 à 30/10.

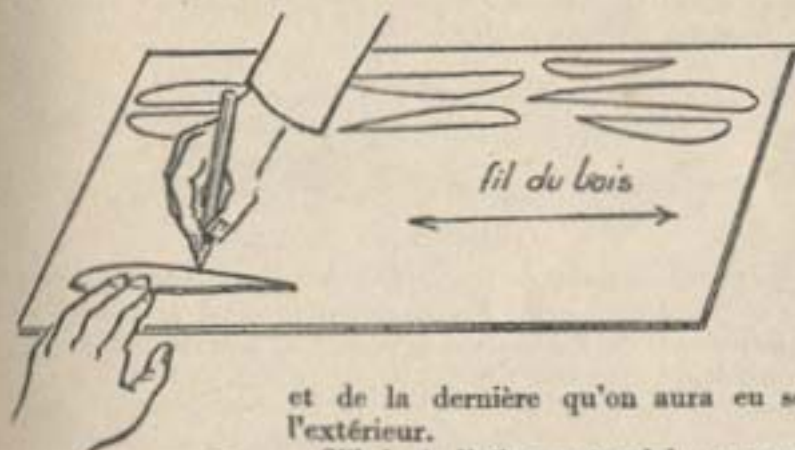
Ne jamais ajourer les nervures en balsa, le gain de poids est infime, mais la perte de rigidité est grande.

Cette restriction n'est pas valable pour le contreplaqué. On pourra réduire le poids dans de très notables proportions, tout en conservant une rigidité suffisante.



Découpe des nervures. — Si on construit une aile rectangulaire, on a vu que toutes les nervures étaient semblables. Pour gagner du temps, on ne finira pas chaque nervure séparément, mais on exécutera un gabarit en carton, en bois ou en tôle, et d'après lui on tracera sur la planche de balsa, toutes les nervures dont on a besoin. A défaut de gabarit on pourra reporter le dessin, en intercalant entre le plan et la feuille de balsa, un papier carbone.

Puis, on les découpera en laissant quelques millimètres de bois autour du tracé. Il suffira alors d'en faire un paquet en les réunissant par des



épingles ou clous très minces et de finir l'ensemble à la lime et au papier de verre, tout en se répétant sur le tracé de la première

et de la dernière qu'on aura eu soin de faire à l'extérieur.

S'il s'agit d'aile trapézoïdale, on pourra procéder de même et on obtiendra un bloc de forme pyramidale.

On profitera de l'assemblage en paquet, pour tracer

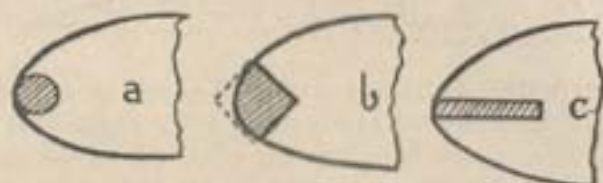
le passage des longerons et même exécuter les encoches au moyen d'une scie ou d'une bonne lime plate, tenue sur champ.



LONGERONS. — L'aile la plus simple n'a que deux longerons qui servent de bord d'attaque et de bord de fuite. On peut en disposer un plus grand nombre de manières variées, sans jamais oublier que c'est le tiers avant de l'aile qui encaisse les plus grands efforts.

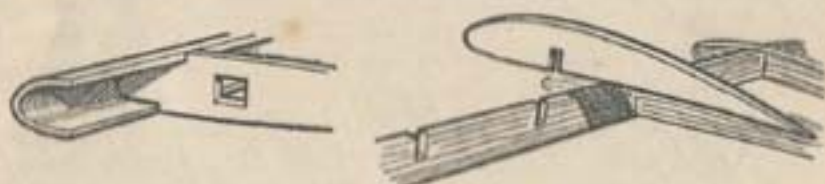


Le bord d'attaque sera constitué par une simple baguette ronde (a) carrée (b) que l'on placera de préférence en coin, ou plate (c). Pour ces dernières, l'arrondi sera fait après collage.

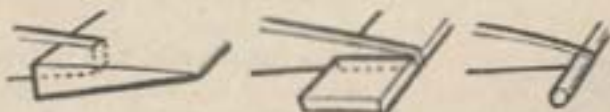


Pour obtenir une aile très résistante avec un bord d'attaque bien régulier, on pourra faire ce dernier au moyen d'une feuille de balsa roulée. En prolongeant celle-ci jusqu'au longeron qui en cette occasion, aura toute la hauteur de la nervure, on obtiendra un véritable caisson.

Pour rouler la feuille de balsa (épaisseur 6 à 8/10), il suffit de la passer à la vapeur d'eau très chaude, ou encore de l'humecter avec de l'eau chaude, au moment de l'assemblage.



Le bord de fuite sera une simple baguette ronde ou carrée, mais de préférence plate et profilée en coin. Relativement large, 8 à 10 mm, il permettra l'encastrement de queues de nervures et par là même un assemblage plus rigide.



Dans le cas du bord de fuite en baguette mince, des goussets en papier ou en blasa 10/10 joueront le même rôle. La réalisation d'un bord de fuite caissonné est également possible et ne demande qu'un peu d'adresse. Ne jamais employer un simple fil d'acier, car avec lui il est impossible d'obtenir un revêtement bien tendu.

Il n'y a aucune règle logique pour l'espacement des nervures. Plus

elles sont rapprochées, mieux le recouvrement suit le profil, trop espacées, on a des " côtes de cheval ". Quatre ou cinq centimètres sont des écarternements pratiques pour les appareils jusqu'à 1 m. 500 d'envergure. On pourra adopter 6 à 8 centimètres pour les gros appareils, à condition d'intercaler entre deux nervures des becs, ou fausses nervures.



BORDS MARGINAUX

Les extrémités d'un plan (aile-empennage) s'appellent bords marginaux.

Lorsque l'aile est rectangulaire ou trapézoïdale à bords droits ou obliques, ils sont constitués par une simple baguette ou une nervure.



Pour les petits arrondis on emploiera une plaquette de balsa découpée, mise à plat et renforcée par les extrémités des longerons.



Pour les grands arrondis, une baguette coudée à chaud, un fil d'acier, ou de préférence, un bambou mince, un rotin permettront de réaliser aisément les courbes irrégulières.

À titre documentaire, signalons les ailes monocoque, c'est-à-dire formées d'une feuille de balsa ou de métal léger, moulée sur des nervures. Indiquons en passant la construction métallique qui permet de superbes



réalisations, surtout pour les gros appareils, mais qui par contre est très coûteuse et demande une habileté au-dessus de la moyenne.

MONTAGE DE L'AILE

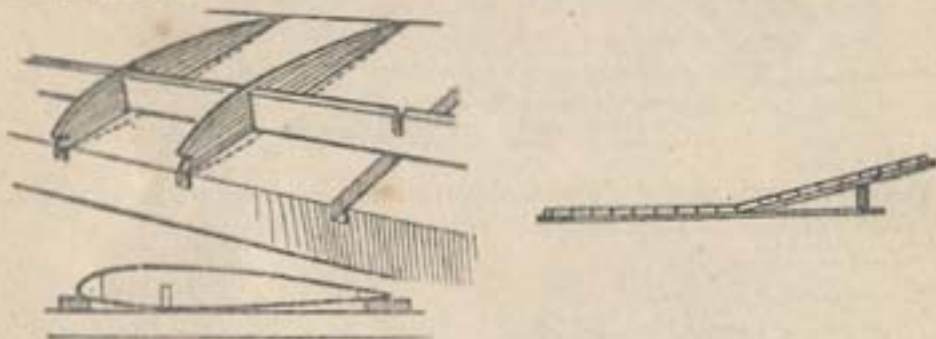
L'assemblage des différents éléments d'une aile se fera comme pour le fuselage, sur une table de montage.

Si le profil choisi est plat (Clark Y par exemple), le travail sera facile.

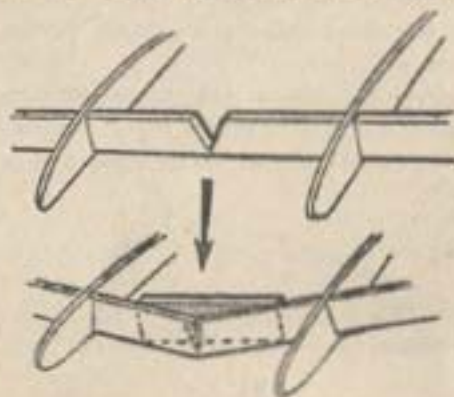
Si le profil est à intrados convexe, il faudra surélever le bord d'attaque et de fuite sur une réglette, ou employer une forme de montage à entailles.



Les collages se feront à la certus, et séchage sur forme. Si on dispose d'une grande forme, il y aura intérêt à assembler toute l'aile *à plat d'une seule pièce*, quitte à la séparer en deux ensuite, soit pour en faciliter le transport ou pour lui donner le dièdre voulu.



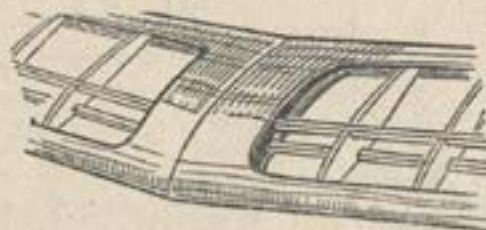
Si on conserve l'aile d'une seule pièce, ce qui n'est pas conseillé lorsqu'elle dépasse 1 mètre d'envergure, on incisera les longerons et on les rapprochera pour les réunir, tout en renforçant l'assemblage.



Dans le cas d'une aile en deux ou plusieurs éléments, ceux-ci seront rassemblés au montage de l'appareil au moyen de tubes s'emboîtant les uns dans les autres, ou de broches en fil d'acier s'emboîtant dans de petits tubes en celluloïd.

Ces tubes en celluloïd se trouvent dans le commerce, mais peuvent être réalisés en roulant et collant à l'acétone, une pellicule photographique, soigneusement débarassée, par immersion prolongée dans l'eau tiède, de la gélatine sensibilisée.

Il est bon dans tous les cas de renforcer la partie centrale de l'aile par un caissonnage en halsa sur lequel s'appuyent les brides en caoutchouc qui fixent l'aile au fuselage.



En passant posons un principe :

Débutants, ne faites jamais d'ailes à *position fixe*. Adaptez toujours vos ailes sur vos appareils, d'une manière *souple et réglable*, c'est-à-dire par brides en caoutchouc. N'employez jamais de boulons ou autres *éléments rigides* de fixation, car c'est la catastrophe assurée ! (Voir : Assemblage).

EMPENNAGES

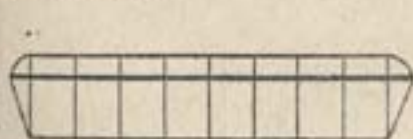
Il a été montré au chapitre III, que les empennages étaient les organes stabilisateurs des appareils. Pour remplir leur rôle, ils sont dans la plupart des conceptions actuelles, situés à l'arrière, mais cet emplacement n'est nullement immuable.

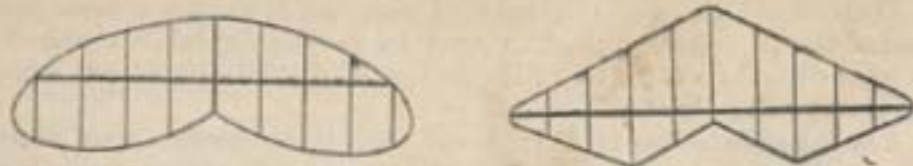
Dans les modèles réduits, ils sont simplifiés et se composent d'un plan fixe horizontal et d'un ou de deux plans verticaux.

Les volets de direction ou de profondeur, sont du fait de l'absence de pilote, généralement supprimés.

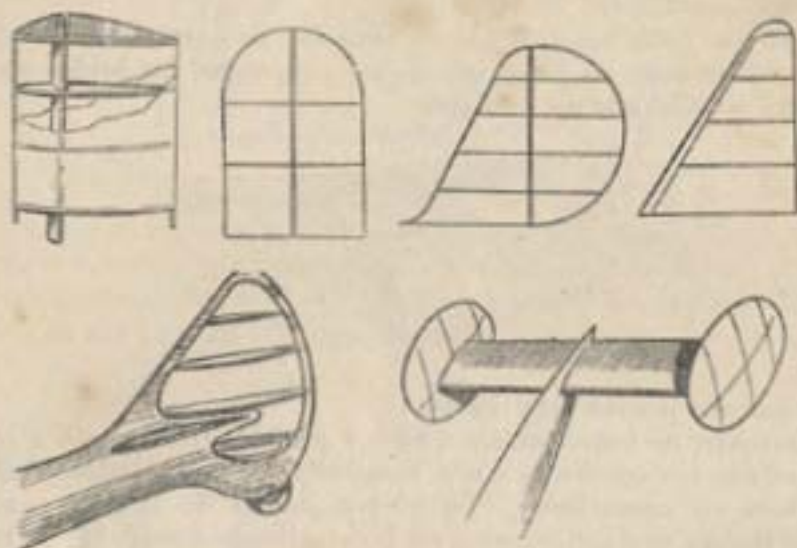
Comme pour les ailes, toutes les formes sont possibles.

Plan horizontal.





Plan vertical.

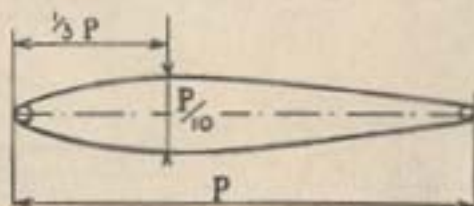


La surface du plan horizontal est en théorie, proportionnelle à la surface de l'aile principale, et à la distance qui sépare ces deux éléments.

Cette distance, ou bras de levier d'action des gouvernes, étant relativement faible dans les modèles réduits à caoutchouc, étant donné la position très en arrière du centre de gravité, et par conséquent de l'aile, on est amené à mettre un plan fixe horizontal, variant en surface de 20 à 30 % du plan principal.

Ne jamais prendre les proportions des avions en grandeur, qui sont trop faibles, et même pour les maquettes volantes, ajouter à la surface au moins 10 %.

Nous ne nous étendrons pas sur les procédés de construction qui sont identiques à ceux de l'aile.



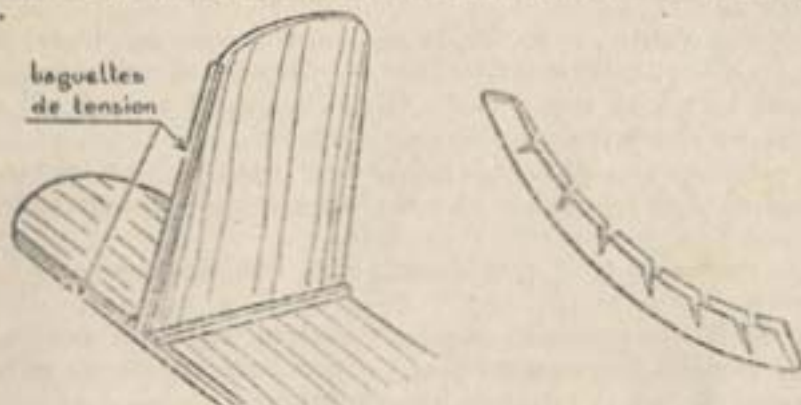
Le profil adopté dans la majorité des cas est un profil bi-convexe mince ou semi-épais. Epaisseur 10 % de la profondeur.

On peut toutefois prendre un profil plat ou creux et faire supporter à l'empennage horizontal une partie de la charge.

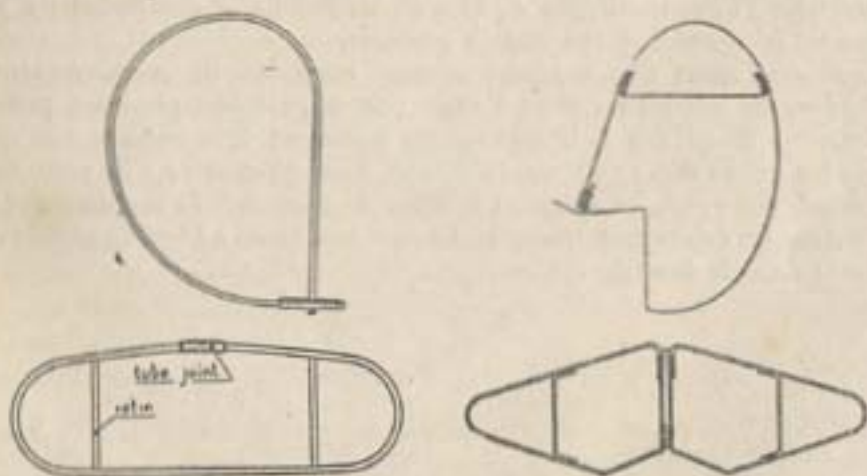
Signalons que pour les petits appareils, les empennages seront rapidement exécutés par découpe dans une feuille de balsa 8 à 15/10.

Un peu plus lourds peut-être, mais tellement simples à faire.

Pour les rendre moins fragiles et éviter autant que possible qu'ils ne se tordent, on pourra coller une petite baguette de sapin comme bord d'attaque et de fuite. On pourra employer également une bande de soie ou de cellulose adhésive, à condition de la „ cranter ” dans les parties courbes.



Deux autres procédés, le cadre en rotin sur lequel est légèrement tendu du papier, ou le fil d'acier qui malheureusement nécessite des ligatures multiples ou soudures.



En principe, le plan vertical aura une surface d'environ 4 à 5/10^e de celle du plan horizontal.

RECOUVREMENT

Nous n'emploierons pas le terme " entoilage " puisque dans nos appareils le papier est très souvent utilisé et nous éviterons ainsi le néologisme courant " entoilage en papier ".

Si on vise à l'économie, ou à l'extrême légèreté, seuls les papiers pourront être recommandés. La soie sera réservée aux modélistes expérimentés, du fait de son prix et des difficultés de pose un peu plus grandes. Quant aux recouvrements bois ou métal, nous ne les signalons qu'à titre documentaire.

A défaut d'autre, le papier de soie, ou le calque très léger, pourront servir, mais le premier en vérité bien fragile, ne trouvera son application que dans les petits appareils de début, quant au second, s'il est plus résistant il a l'inconvénient d'être un peu lourd.

De préférence on utilisera le papier dit " JAPON " qui tout en offrant une régularité de fabrication et une résistance assez grande se tend bien tout en ne " buvant pas trop " d'enduit.

Il se trouve en trois qualités ou plutôt trois épaisseurs, et même en différents coloris.

La *Tarlatane* gommée, employée surtout avant la guerre, et sur certains modèles jouets, n'est plus guère utilisée car elle ne se tend pas très régulièrement et est assez hygrométrique.

La *Soie* ou plutôt le pongée de soie, si ce n'est son prix un peu élevé, est le matériau qui se rapproche le plus de la toile de soie employée dans l'aviation grandeur. Mais attention, n'employer que de la soie naturelle, étant donné l'incompatibilité de la soie artificielle et des enduits à base d'acétone, ce dernier dissolvant la première.

Nous ne ferons que rappeler comme matériau de recouvrement le *celluloid* et la *cellophane* dont l'usage est à prohiber pour les grandes surfaces. — Seuls des petits éléments pourront être utilisés soit pour figurer les vitres d'un avion cabine, soit pour permettre s'ils sont collés à l'aplomb des crochets avant et arrière, de surveiller la manière dont se comportent les écheveaux moteurs, lorsque remontés à bloc, ils se trouvent enfermés dans le fuselage.



Ces petites fenêtres de visée, ont permis d'éviter bien des déboires, le caoutchouc ayant tendance parfois à s'enrouler sur les crochets, ou des'y couper, d'où ruptures intempestives ou fantaisies de vol inexplicables.

Méthodes de recouvrement. — Les formes à recouvrir étant toujours irrégulières, il est absolument nécessaire de procéder par éléments séparés et aussi petits que possible.

Fuselage. — Découper autant de morceaux qu'il y a de faces au fuselage, 3 pour fuselage triangulaire, 4 pour fuselage carré, 8 pour octogonal, etc. ;

Toujours découper ces éléments dans le sens de la pièce de soie ou de la feuille de papier, c'est-à-dire le plus grand axe parallèle à la lisière. — Le papier et surtout le tissu ayant tendance à se rétrécir un peu plus en travers du fil, il vaut mieux que la tension la plus grande s'exerce sur les plus courts éléments (montants ou traverses de fuselage).

Dans le cas de formes complexes, ne pas hésiter à découper d'abord des " patrons " en papier ordinaire, de manière à gâcher le moins possible le matériau définitif, tout en laissant sur le pourtour quelques millimètres en trop.

Sur la première face choisie, enduire soigneusement et rapidement les traverses, diagonales et longerons d'une colle spéciale, colle japonaise ou glufix, qui sèche moins vite que la colle cellulosique.

On pourra évidemment employer d'autres colles, mais les résultats seront moins certains et le travail souvent moins propre.

Ouvrant une parenthèse, signalons que certains modélistes mettent les cadres en retrait des longerons de manière à ce que le recouvrement se tende entre ces derniers seulement. — Si l'aspect général est parfois meilleur, la résistance du fuselage y perd, car il ne faut pas oublier que le collage du revêtement sur tous les éléments : longerons, montants, diagonales, assure à l'ensemble une rigidité et une résistance à la déformation très grandes. C'est un véritable *revêtement travaillant* et le modéliste doit s'efforcer d'atteindre ce résultat.

Poser la pièce de soie ou papier, et avec le doigt, l'appliquer soigneusement sur tous les éléments encollés, tout en tendant très légèrement. — Laisser sécher, ce qui pourra se faire pendant le recouvrement d'une face opposée, flanc gauche, si on a par exemple, commencé par le flanc droit.

Après séchage, enlever les bavures, avec une lame de rasoir et procéder de même pour les autres faces.

Puis remettre le tout à sécher sur forme avant d'enduire.

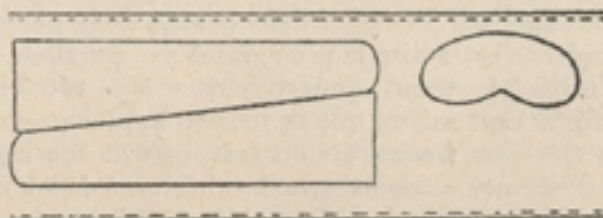
Ailes et empennages. — Principes : toujours procéder par demi aile, dans le cas de voilure à dièdre simple, ou par surfaces élémentaires dans le cas de double ou triple dièdre.

Toujours entoiler la partie inférieure (intrados) en premier, puis la partie supérieure (extrados).

A ce dernier principe, une seule exception sera faite pour l'aile rectangulaire, ou le recouvrement pourra cheminer du bord de fuite, intrados, au bord d'attaque, extrados, pour venir s'arrêter sur le bord de fuite.

Comme pour le fuselage, tracer sur patrons, notamment dans le cas d'ailes trapézoïdales ou de formes complexes.

Découper dans la pièce de soie ou feuille de papier, la plus grande longueur parallèle à la lisière s'il s'agit d'une aile dont les nervures sont perpendiculaires au bord d'attaque. Dans le cas d'aile en forme de trapèze non rectangle, ne pas mettre le tissu en biais.



Rappelons que dans les ailes à profil mince ou pour les empennages d'appareils simples, on peut se contenter de recouvrir une seule face (extrados pour l'aile).

Comme pour le fuselage, laisser l'aile ou l'empennage *sécher sur forme*, avant d'enduire.

ENDUITS

Les appareils simples, baguette à aile mince avec recouvrement papier pourront être utilisés sans enduit, mais pour les autres, c'est une nécessité à laquelle tout constructeur sérieux ne peut se soustraire.

Comme opération préliminaire et pour obtenir une légère tension, on pourra humecter très superficiellement le recouvrement en y *vaporisant* de l'eau.

Cette projection sera faite à l'aide d'un vaporisateur à parfums ou d'un vaporisateur à bouche tel ceux employés par les dessinateurs pour "fixer" le fusain.

Avant de commencer à enduire, veiller à ce que le recouvrement soit *parfaitement sec*. Ne pas laisser un ensemble (fuselage ou aile) dans une pièce humide, ou accroché le long d'un mur.

Pour bien réussir la pose de l'enduit, procéder dans une pièce à atmosphère sèche, avec une température de 16° à 18° ou l'été, en plein air, sans toutefois se mettre au soleil.

Employer les enduits cellulósiques que l'on trouve régulièrement dans le commerce. — Ne prendre que la quantité nécessaire pour une petite surface, et la mettre dans un récipient en porcelaine qui sera facilement *nettoyé et séché*. — Bien reboucher la boîte ou le flacon car le dissol-

vant est très volatil et l'enduit s'épaissit rapidement — si le cas se présente, ajouter un peu d'acétone, ou de diluant spécial —.

Étendre une première couche en employant soit un pinceau large et plat en soies souples (petite queue de morue) et procéder régulièrement et légèrement dans le sens de la plus petite largeur — travers de l'aile ou



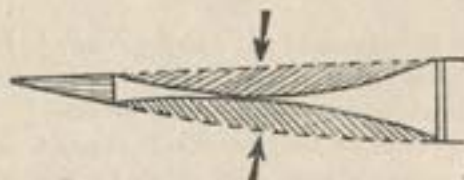
du fuselage — nettoyer souvent le pinceau en le trempant dans l'acétone et en le laissant sécher quelques minutes.

Prendre bien soin d'en mettre partout sans toutefois surcharger.

A défaut de pinceau, on peut se servir d'un tampon de coton hydrophile.

L'enduit peut se mettre au pistolet pneumatique, mais il s'agit d'un matériel coûteux que nous ne mentionnons qu'à simple titre d'information, bien qu'il existe des appareils simples, fonctionnant sur certains aspirateurs de poussière.

Faire attention vers le bord de fuite, les deux surfaces se rejoignent et se collent parfois. Les séparer immédiatement avec une épingle.



Laisser soigneusement sécher sur forme, puis si nécessaire, passer une seconde couche.

Les traces d'humidité se manifestent au cours du séchage de l'enduit cellulosique, par des taches blanchâtres. — Si le cas se présente, faire sécher soigneusement avant de mettre une nouvelle couche.

PEINTURES ET VERNIS

Si on désire une construction destinée à voler par tous les temps, ou même s'il s'agit d'un hydravion, ne pas hésiter à mettre deux ou trois couches d'enduit cellulosique, de manière à obtenir des surfaces imperméables.

Un beau brillant est obtenu après la dernière couche, en ponçant légèrement avec un petit tampon de coton trempé dans l'acétone.

Pour imperméabiliser, on peut aussi employer du vernis gras très léger, ou vernis à l'alcool.

Sur des flotteurs, on emploiera avec succès une ou deux couches de silicate de soude.

Lorsque l'appareil aura été essayé et mis au point, et qu'on sera

certain qu'il n'y a pas de modifications importantes à lui apporter, quelques filets de peinture viendront en améliorer la présentation.

Employer dans ce cas des peintures émail du commerce, genre " Duco, Valentine, Novémail, Lory, etc..." qui n'ont qu'un léger inconvénient, c'est d'être assez lourdes.

Pour les grandes surfaces, elles sont à prohiber, et on emploiera de préférence le vernis cellulosique incolore, auquel on aura mélangé au choix de la teinture à base d'aniline.

Mieux vaut encore employer de la soie ou du papier coloré.

Sur le bois, ailes ou fuselage *tout balsa* par exemple, les enduits ne donnent pas des surfaces d'un fini parfait, si on les pose directement.

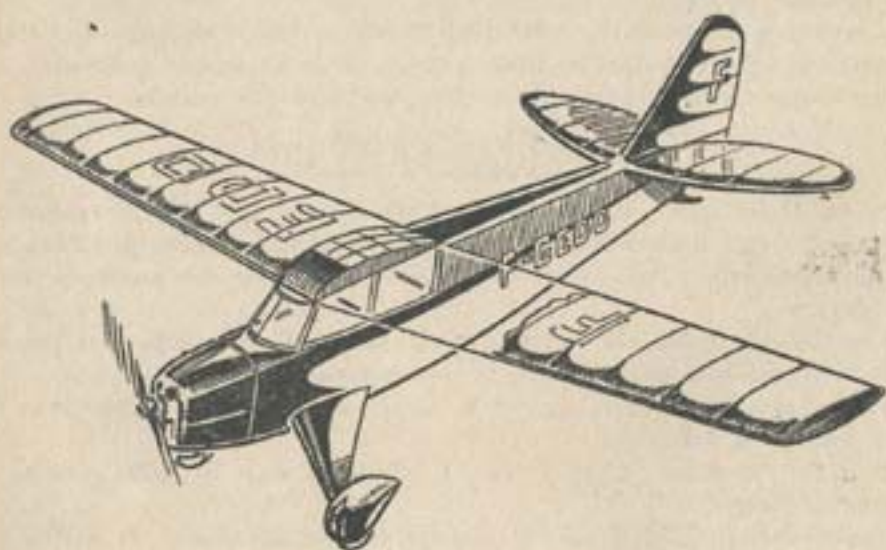
Il faudrait employer d'abord du " bouche-pores " puis poncer, mais tout cela entraînerait une surcharge assez grande. — Si on veut obtenir des surfaces brillantes, le mieux est de commencer par coller une feuille de papier très mince, qu'on vernira.

Les pièces métalliques pourront dans le cas de maquettes, être peintes couleur aluminium ou de tout autre manière.

Lettres et insignes. — Tout modéliste aura à cœur, si son appareil en est digne, de lui faire porter soit le nom dont il l'aura baptisé, soit son indicatif, soit son monogramme, soit encore l'insigne du club auquel il appartient.

S'il veut peindre directement ces attributs sur le fuselage, les ailes, ou l'empennage vertical, il court à un échec presque certain, à moins d'être spécialiste, nous dirons même presque : un artiste.

Une astuce à la portée de tout le monde consiste à dessiner ces lettres ou insignes dans du papier mince, à les colorer si bon semble, et à les coller à l'endroit voulu. Une couche de vernis et l'effet obtenu est splendide.



TRAIN D'ATERRISSAGE

Le train d'atterrissage est souvent la partie la plus disgracieuse et la moins soignée des modèles volants.

Plusieurs causes :

Les hélices, comme on le verra plus loin, sont, dans les modèles volants disproportionnées par rapport aux autres parties des appareils, et entraînent, par conséquent, des fuselages " hauts sur jambes ".

Constitués par des éléments métalliques, tels amateurs adroits dans le travail du bois, le sont moins lorsqu'il s'agit de la corde à piano, et sont perdus devant une soudure.

Le rôle du train d'atterrissage étant apparemment restreint, le modéliste croit devoir le négliger.

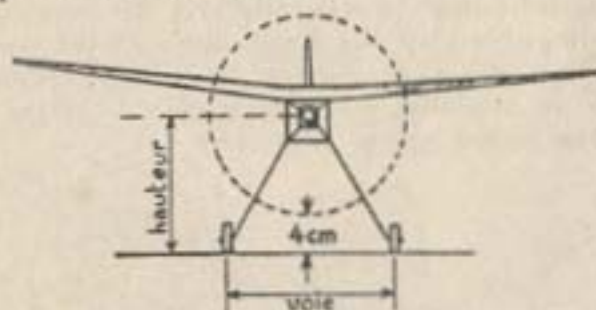
Tout constructeur sérieux devra donc s'attacher à ne pas tomber dans ce travers, s'il veut obtenir des résultats réguliers.

En effet, on voit couramment des trains trop légers s'affaisser sous l'appareil au moment d'un départ au sol, et l'hélice touche.

Par le même défaut, une jambe fléchit et l'avion, après avoir roulé quelques décimètres fait un superbe cheval de bois.

CONSTRUCTION

Hauteur. — Tout appareil devant, en principe pouvoir partir du sol, on laissera au moins 4 centimètres en dessous de la pale de la plus grande hélice — l'appareil étant horizontal.



Voie. — La voie, ou écartement des roues, sera sensiblement égale à la hauteur.

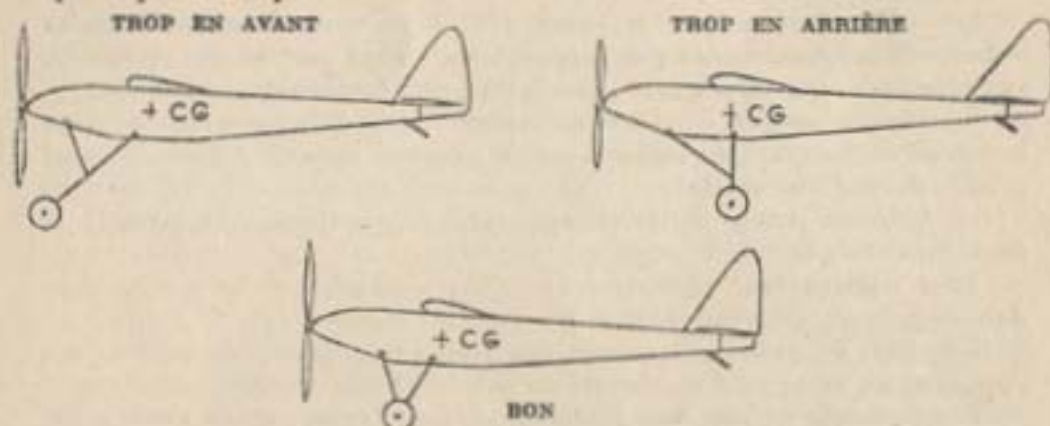
Position des roues. — Vues de profil, les roues seront au moins à 5 cms. en avant du centre de gravité.

Les mettre très en avant, sous prétexte de protéger l'hélice ou d'avancer le centre de gravité, toujours trop en arrière dans les modèles volants, est bien théoriquement, mais gêne au moment du décollage au sol, car l'appareil dans ce cas, pèse sur la queue.

Au contraire, mettre les roues trop près de la verticale passant par

le C. G. ou en arrière, c'est inévitablement faire mettre l'appareil en pylône (sur le nez) au départ.

Là encore, certains modélistes qui règlent leurs avions avec départ à la main, sont surpris des insuccès qu'ils rencontrent lors d'un concours qui impose le départ au sol.

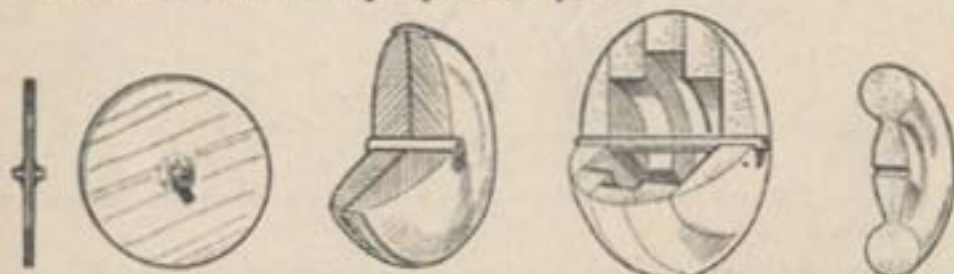


Roues. — La dimension des roues, sera en principe, proportionnée aux dimensions de l'appareil. — S'il s'agit de maquettes volantes ou fixes, elles doivent nécessairement être à l'échelle.

Dans le cas de modèles volants, elles sont proportionnellement plus petites, sans toutefois tomber dans l'excès, toujours à cause des départs au sol, et de l'état plus ou moins bon des pistes de départ.

On trouve actuellement dans le commerce des roues en aluminium coulé, en balsa tourné, en bois, en aluminium embouti avec bandage en caoutchouc plein, et même pneumatique, et enfin en celluloïd.

Il sera facile au modéliste habile de réaliser lui-même ses roues, et nous donnons dans ce but quelques exemples.



a) Roue découpée dans du contreplaqué 15 à 20/10 — moyeu en bois dur, collé — convient pour diamètre jusqu'à 40 mm. et appareils simples.

b) Roue étroite ou ballon, en balsa — composée de plusieurs épaisseurs soigneusement collées avant d'être tournées en forme (moyeu en tube alu, laiton ou celluloïd).

c) Roue en balsa plein ou en bois dur. Une bride en caoutchouc pourra être posée à la périphérie pour éviter la détérioration du balsa toujours un peu tendre.

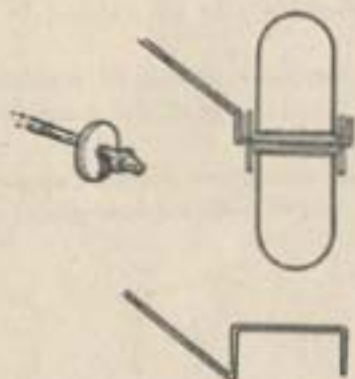
Le débutant aura tout intérêt à prendre les roues du commerce, en balsa ou celluloid, ces dernières notamment, bien que creuses, sont légères et résistantes.

Les roues, avec moyen flasque en aluminium, et pneumatique se gonflant comme les grandes... seront, de par leur prix, réservées aux maquettes.

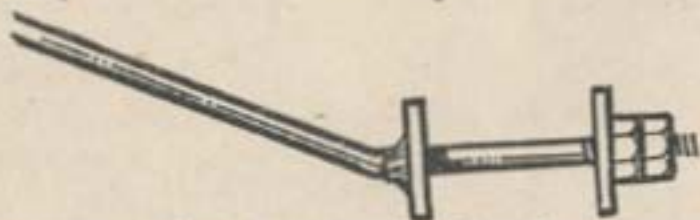
Les arrêts de roue seront très simples :

a) extrémité de la corde à piano repliée ou écrasée.

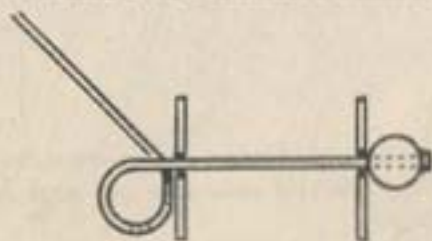
Ne pas oublier de mettre une petite rondelle en laiton, de chaque côté.



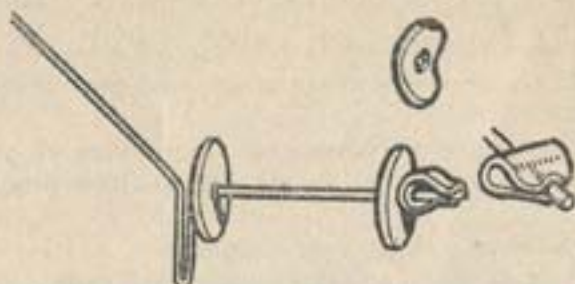
b) un écrou, si la corde à piano est suffisamment grosse pour être filetée — mais ne pas oublier d'arrêter l'écrou par un autre écrou, ou par une goutte de peinture ou vernis cellulosique.



c) Par une bille creuse en laiton soudée. Procédé solide.



d) Par une rondelle en laiton pliée en deux et pincée fortement sur la corde à piano.

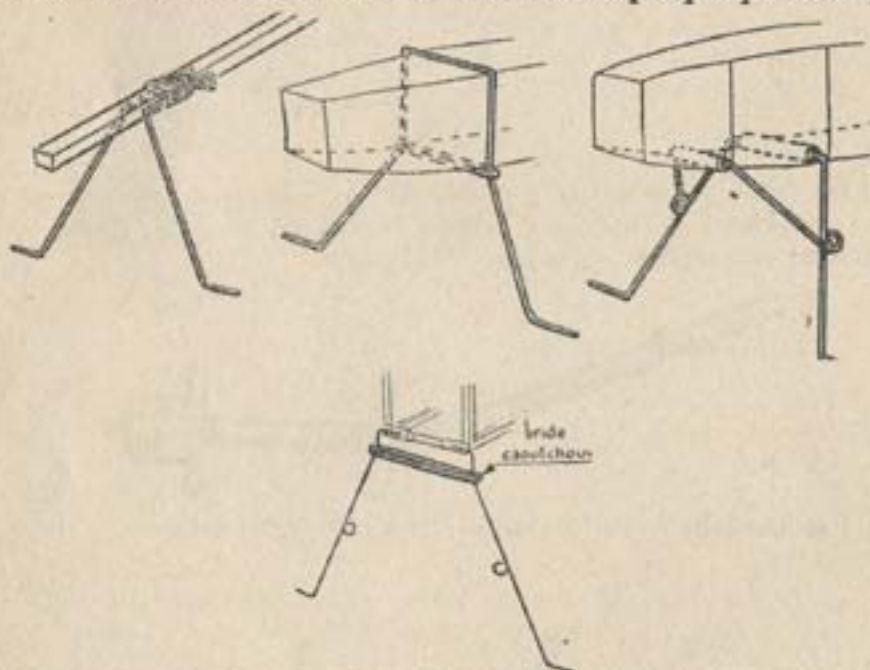


Ce dernier procédé est recommandé, car il est simple, léger et permet le démontage de la roue, en cas de détérioration.

Jambes. — Trois procédés : le fil d'acier, le bambou, combinaison acier-bois.

Les trains les plus simples sont en fil d'acier trempé (dits corde à piano) de 10, 12, 15 ou 20/10 de mm. de diamètre, suivant la grandeur et le poids de l'appareil.

Cent combinaisons sont possibles, depuis l'appareil baguette jusqu'aux gros avions à moteur essence et nous ne donnerons que quelques exemples.

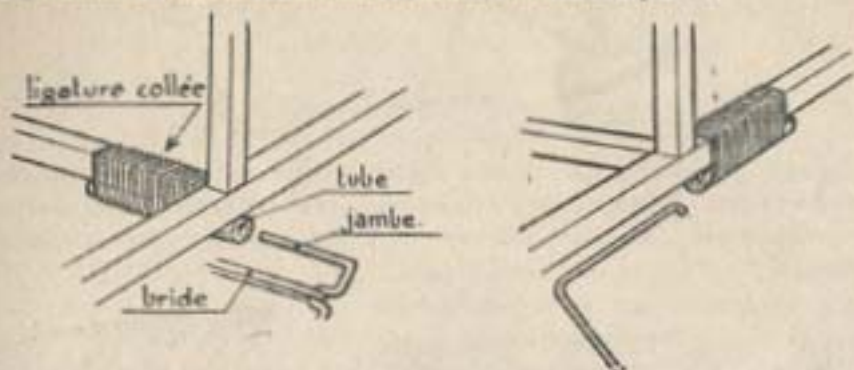


Les modèles avec boucles de flexion sont à recommander.

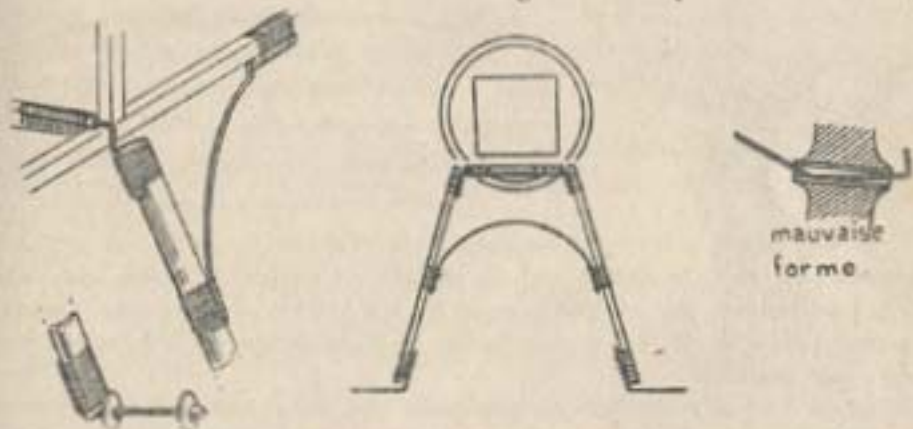
Autant que possible éviter les soudures qui sont rarement bien faites, surtout sur l'acier trempé.

La partie supérieure des jambes sera disposée pour pouvoir pivoter afin de permettre le transport facile de l'appareil, ou s'emboîtera dans des petits tubes en aluminium, cuivre ou cellulo, fixés sur le fuselage.

Une bride en caoutchouc maintiendra le tout en place.

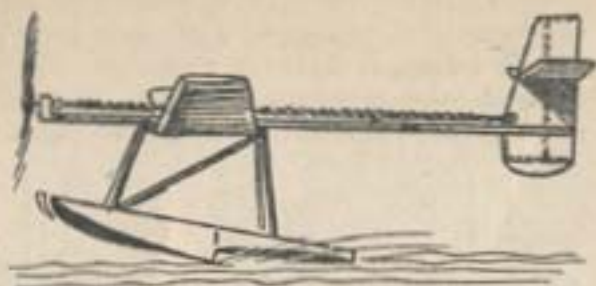


Bambou. — C'est dans les jambes d'atterrissage que le bambou trouve un de ses emplois les mieux indiqués. Des petits profils peuvent être taillés et donner des éléments très rigides et souples en même temps.

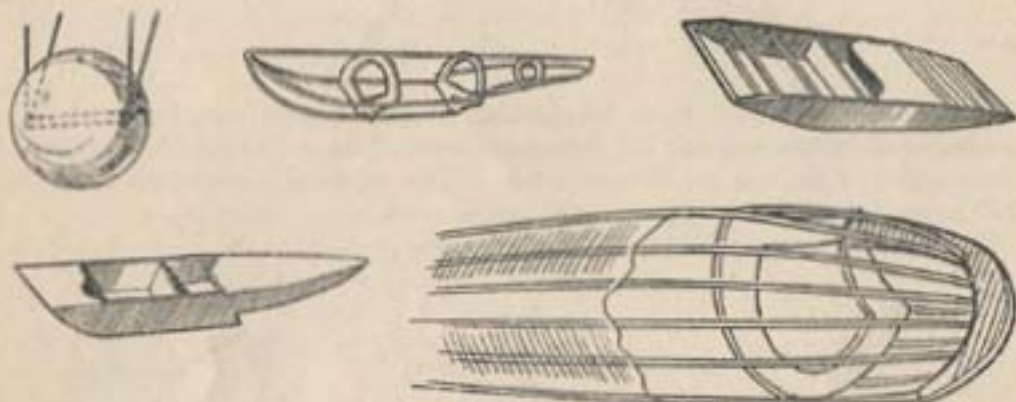


Pour les maquettes, on pourra combiner le fil d'acier et le bois d'une manière heureuse.





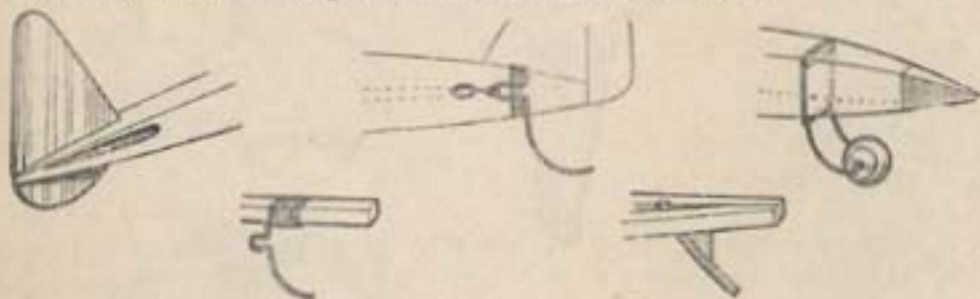
S'il s'agit d'hydravion, les roues doivent évidemment être remplacées par des flotteurs. Nous ne nous étendrons pas sur cette catégorie particulière d'appareil ; et nous donnerons seulement quelques croquis de flotteurs.



Une des plus belles astuces est certainement la balle en celluloïd traversée par un tube également en celluloïd, et montée comme une roue.

Ne pas oublier de cabrer fortement les flotteurs pour que, lorsque l'appareil prend le départ queue haute, le déjaugeage se fasse aussi facilement que possible.

Pour la béquille de queue, quelques croquis également indiqueront aux modélistes dans quel sens ils peuvent diriger leurs études, tout en n'oubliant pas qu'une petite roue de queue, bien que d'une utilité discutable, sauf dans les maquettes, est tout aussi réalisable.



Comme dit précédemment, nous ne retiendrons que le moteur caoutchouc comme devant être seul employé par les jeunes modélistes ; les autres moteurs : air comprimé, gaz carbonique, essence, fusée, etc... sortant nettement du cadre de cette publication.

L'utilisation du fil de caoutchouc tendu a été trouvé, comme on a pu le lire dans la partie historique (chapitre premier), par PENAUD, et ce fut là une géniale invention au point de vue " modèles réduits ".

C'est en effet le plus simple et le plus économique des accumulateurs d'énergie dont on peut rêver.

Il a toutefois deux défauts, dont on s'accommode, c'est qu'il est irrégulier comme fabrication et que sa puissance n'est pas constante.

C'est pourquoi nous éviterons de donner des formules plus ou moins complexes, mais surtout plutôt fausses qu'exactes car il y a trop de coefficients variables, pour permettre d'en faire état d'une manière sérieuse.

Le caoutchouc parfait est celui qui donne le meilleur couple moteur pendant le plus grand nombre de tours et toujours pour le moindre poids.

Les résultats varient avec : la section du caoutchouc, la pureté de sa composition, sa vicillesse et son origine... tous facteurs qu'il est impossible de chiffrer.

Le rendement d'un moteur est également facteur de la section employée de la longueur libre de l'écheveau, du lubrifiant, et, de la température extérieure...

Appellation : Retenir d'abord :

Qu'on appelle *brin*, la longueur d'un fil ;

Qu'une *boucle* est égale à deux brins ;

Qu'un *écheveau* est l'ensemble de plusieurs boucles ou brins.

Section. — On trouve le caoutchouc en section carrée, plate, rectangulaire, ronde et tubulaire.

La section carrée, se limite aux fils N° 14, 16, 18 ; la section plate : 3, 17, 4,76 et 6,35, avec une épaisseur de $1/32^e$ de pouce 0,8 à 1 mm. et même $3/64^e$ de pouce, soit 1 mm. 2.

Ces sections sont les plus utilisées, car seuls les fils carrés ou plats sont coupés directement dans la feuille, tandis que le fil rond ou le tube sont constitués par des gommés chargées qui ont, par conséquent, été soumises à un travail supplémentaire qui, infailliblement en altère, si peut que ce soit la qualité originale.

Lubrifiant. — On a lu également au chapitre IV (Matériaux), les soins qu'il y a lieu de donner au caoutchouc si on veut en tirer le meilleur parti, ainsi que la nécessité d'employer un lubrifiant.

Il existe différentes formules qui donnent des compositions plus ou moins visqueuses et, plus ou moins efficaces, surtout si on en croit les fournisseurs.

La plus simple est la glycérine, une autre, très employée, consiste à lui adjoindre du savon noir, aussi neutre que possible, dans des proportions variant du 1/4 à la moitié — quitte à ajouter un peu d'eau si le mélange n'est pas assez fluide. L'huile de ricin a également ses partisans.

Le rôle indiscutable de ce lubrifiant est d'augmenter le nombre de tours de remontages de très fortes proportions, et, d'éviter que le caoutchouc ne se coupe trop rapidement.

Il s'agit en isolant les brins, d'empêcher qu'ils n'adhèrent les uns aux autres, par suite de la forte pression à laquelle ils sont soumis lorsque l'écheveau est remonté à bloc. Cette adhérence empêchant tout glissement et créant de véritables collages locaux, amène des ruptures intempestives, certaines portions de fil étant soumises à des efforts de traction plus grands que d'autres.

Constitution de l'Echeveau. — Il faut retenir que : *plus un écheveau a de brins d'une même section, c'est-à-dire plus son poids augmente, pour une même longueur entre crochets, moins on peut y emmagasiner de tours.*

Plus un écheveau est long, pour un même poids de caoutchouc ou pour un même nombre de brins de même section, plus on peut le remonter (donc plus de durée mais moins de puissance).

Le meilleur compromis est donc d'obtenir jusqu'à la fin du vol une puissance suffisante avec un écheveau le plus long possible, ayant une section totale la plus petite possible, et partant, de là, le moindre poids.

C'est donc par tâtonnement que le modéliste trouvera la meilleure formule suivant qu'il destine son appareil : à la durée (ou distance), moteur juste suffisant pour maintenir l'appareil en ligne de vol, mais avec un long déroulement ou, à la vitesse, moteur puissant à déroulement court.

Comme base d'essai, pour un appareil de durée, on pourra prendre comme proportion du poids du moteur par rapport au poids total, environ 1/4 si la longueur de l'écheveau libre est égale à la longueur entre crochet.

1/3 si la longueur de l'écheveau libre est entre 1,25 et 1,5 la distance entre crochet.

1/2 si on emploie une longueur égale à deux fois l'entre-crochet, ou des dispositifs de multiplicateurs, double hélices, etc...

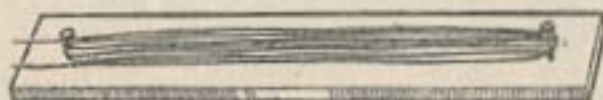
Ces proportions ne sont qu'indicatives, et, le modéliste qui créera un appareil devra faire des essais progressifs en variant le nombre de brins, la section, la longueur de l'écheveau, de manière à obtenir le meilleur résultat, sans oublier l'influence de l'hélice qui intervient par son pas et son diamètre.

La bonne combinaison de ces différents facteurs est en réalité l'art des charapions.

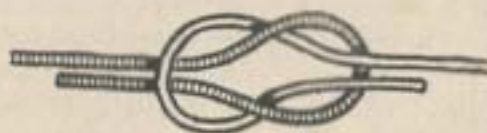
C'est pourquoi nous insistons à nouveau sur ce point, les débutants auront tout intérêt à construire d'après un plan d'appareil ayant fait ses preuves.

Préparation de l'écheveau. — Prendre une pièce de bois et y planter deux clous à une longueur correspondant à l'écartement des crochets ou plus, si l'on désire un écheveau à long déroulement.

Si l'on veut un écheveau de dix brins par exemple, faire cinq boucles et ligaturer soigneusement les extrémités du fil.



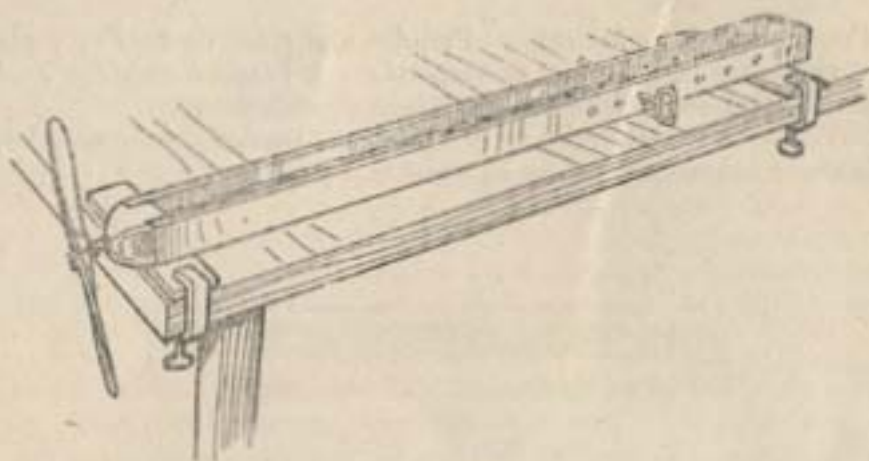
Pour cette opération, avoir soin que la gomme soit bien sèche, et faire un nœud double ordinaire, bien serré.



Par sécurité, ligaturer les extrémités avec du fil de lin, en ayant bien soin de ne pas couper les bords du caoutchouc.



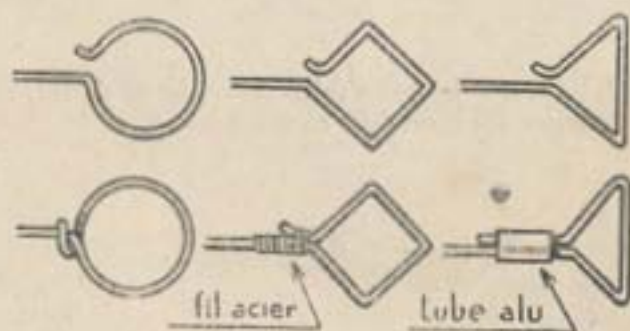
Ne jamais essayer un écheveau dans le fuselage. Pour cela, employer un montage très simple comme indiqué, et, qui d'ailleurs pourra servir à faire "l'écheveau", car il ne faut jamais non plus remonter à fond un écheveau neuf, mais bien progressivement.



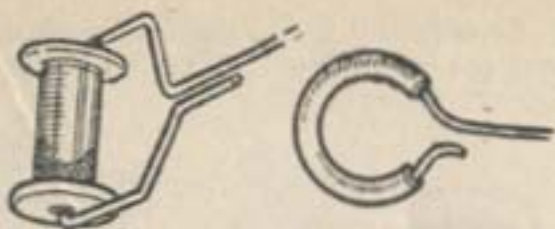
Crochets. — Pour pouvoir être tordu sur lui-même, l'écheveau moteur est monté entre deux crochets ; un fixe, généralement placé à l'arrière, l'autre libre portant l'hélice qu'il entraîne dans sa rotation.

Ces crochets sont exécutés en corde à piano de 8 à 20/10^e de m/m. de diamètre suivant la grandeur des appareils. — On n'a pas gros avantage à faire des crochets en fil d'acier trop mince car ils se déforment ou coupent le caoutchouc et la différence de poids est souvent négligeable.

Formes de crochets. — Pour éviter que le caoutchouc se coupe trop



rapidement, on pourra garnir le crochet d'un petit tube de caoutchouc ou d'un petit galet en bois, en os (isolateur) ou en papier roulé et collé

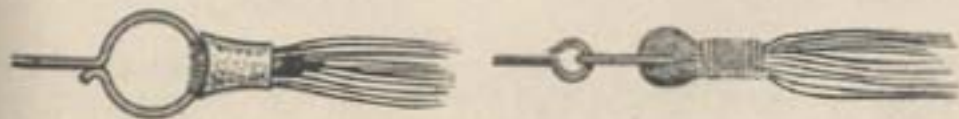


L'écheveau sera toujours soigneusement vérifié avant montage, pour éviter qu'une amorce de coupure ne se transforme en catastrophe.

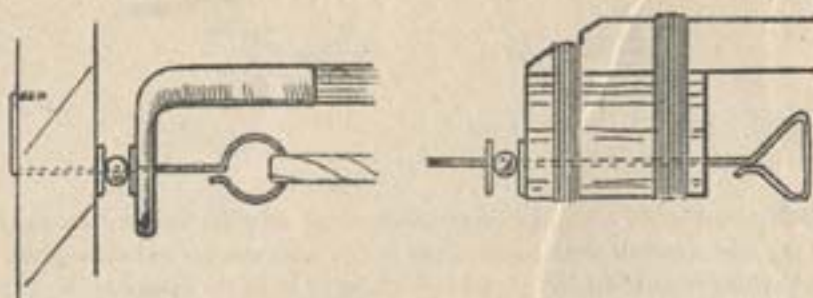
On équilibrera bien la tension de chaque brin de manière à ce que l'un d'entre eux ne travaille pas plus que les autres.



Pour empêcher l'écheveau de "monter" sur le crochet, ce qui provoque des surtensions ou des vibrations, on pourra employer le procédé ci-dessous, anneau de caoutchouc, mais *on évitera* la ligature par cordelette serrée qui empêche les brins de prendre une tension uniforme.

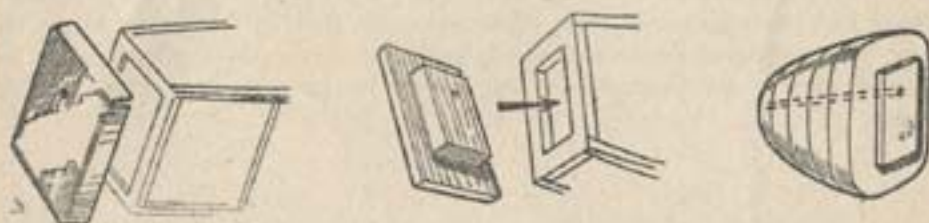


Nez avant. — Le nez avant le plus simple est constitué dans le cas de l'appareil baguette par le tube replié, ou par un bloc en bois servant de palier.



Dans les appareils à fuselage fuseau ou fuselage cabine, le nez avant est toujours rapporté ou amovible pour permettre l'introduction et le retrait aisé du moteur.

- a) une simple tôle d'aluminium aux bords repliés.
- b) un morceau de contreplaqué de trois à quatre millimètres d'épaisseur auquel on aura adjoint à l'arrière une plaquette qui viendra se centrer dans le premier couple du fuselage.
- c) un nez "en forme" constitué par plusieurs épaisseurs de balsa collées à contre fil, et ensuite découpées au profil voulu.



Ces nez doivent s'emboîter librement sur le fuselage de manière à se déboîter aisément à l'atterrissage si l'hélice touche le sol.

Cela évitera à la fin du vol, une détérioration presque inévitable avec un nez rigide.

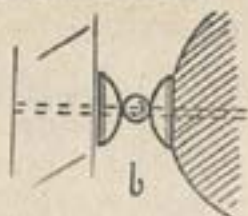
Le palier d'axe sera constitué par un petit tube en laiton emboîté puis collé à la cellulose. A défaut de tube, on pourra coller à l'avant et à l'arrière deux petites rondelles en laiton qui rempliront le même rôle.

On trouve d'ailleurs chez les commerçants des petites pièces en laiton parfaitement adaptées et d'un prix très abordable.

L'écheveau remonté exerçant une grande traction, il sera nécessaire de mettre entre l'hélice et le nez, une butée d'absorption.

Cette butée pourra être une simple bille creuse, en laiton, ou même

une bille en bois qui tournera en s'appuyant sur des rondelles laiton planes ou encore sur des rondelles cuvettes,



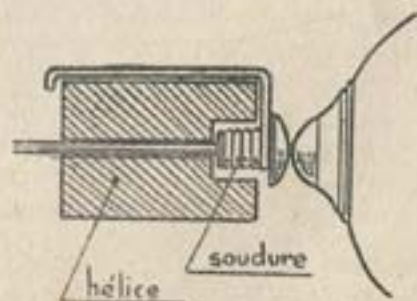
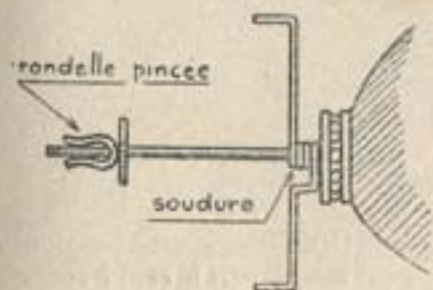
Dans la plupart des cas ces dispositifs simples suffiront. Signalons toutefois l'existence pour les appareils de performance de petites butées à billes parfaitement conditionnées et d'un poids minime.

Entraînement de l'hélice. — Différents procédés sont employés pour rendre l'hélice solidaire de l'axe crochet. Le plus simple consiste à replier le fil sur lui même en forme de crochet. Un gros inconvénient c'est qu'il rend le changement de l'hélice impossible, si on ne change pas l'axe et le nez en même temps, car ajoutons-le, on ne doit jamais détordre et retordre au même endroit, une corde à piano.



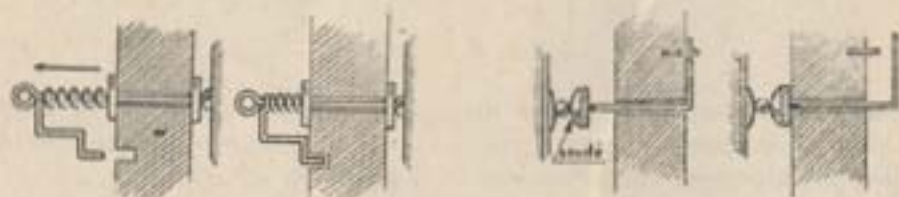
Avec un gros axe (rayon de bicyclette), on peut serrer l'hélice entre deux écrous, mais ce procédé est à déconseiller car inévitablement l'hélice patine sur l'axe à fond de remontage.

Bien que nécessitant une soudure, les autres dispositifs ci-contre sont de beaucoup plus sérieux et en outre permettent le changement instantané de l'hélice.

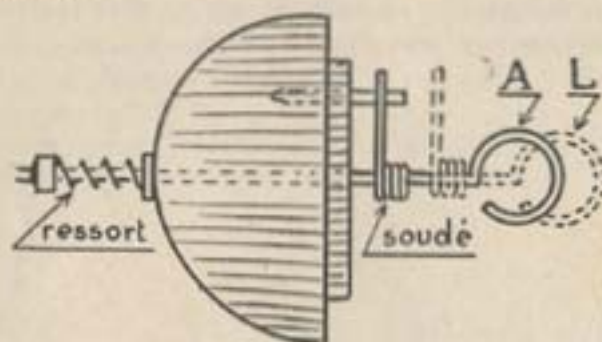


Dans les appareils de performances on emploie parfois des roues-libres, afin de désolidariser l'hélice du moteur lorsque celui-ci est détendu de manière à la rendre folle et à allonger la trajectoire du plané autant que possible.

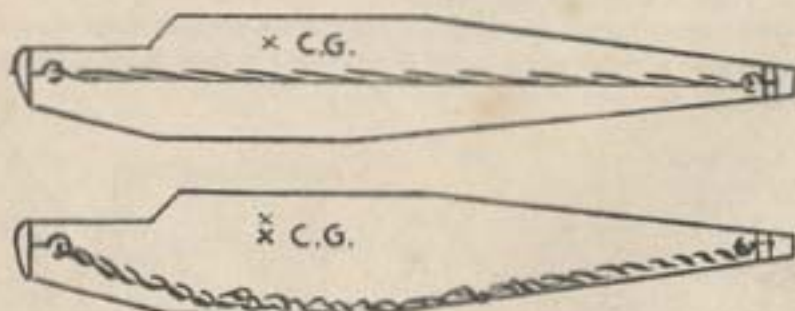
Bien que les avis soient partagés sur l'efficacité de cette méthode, nous donnons ci-dessous quelques réalisations.



Un dispositif intéressant est également employé dans des appareils de grande performance, qui emploient un écheveau plus long que la distance entre crochet.



Il s'agit d'une butée d'arrêt qui empêche le moteur de se dérouler à fond, et évite à l'avion de se déséquilibrer du fait que l'écheveau se pose irrégulièrement dans le fond du fuselage.



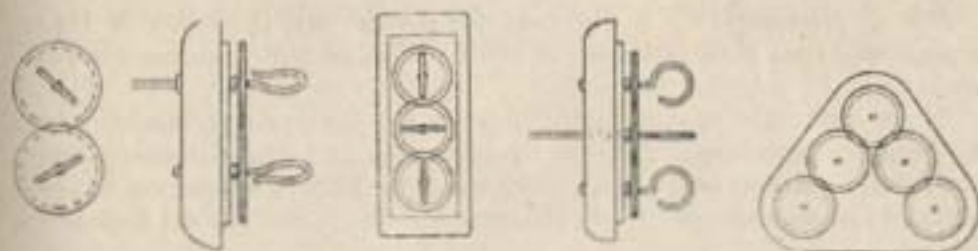
Moteurs complexes. — Malgré le rendement faible des multi-moteurs attaquant la même hélice et, bien que le moteur simple soit le seul à recom-

mander aux jeunes modélistes, nous donnerons à titre d'exemple quelques réalisations de multi-moteurs.

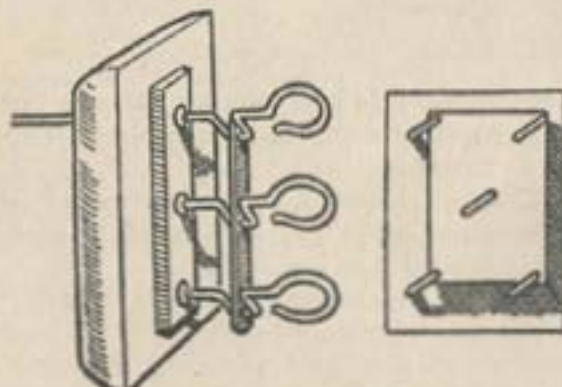
Duplicateur. — Se dit d'un ensemble de pignons de même diamètre, et, dont un des axes attaque directement l'hélice.

Le moteur peut se réaliser à 2, 3, 4... X écheveaux et la disposition des pignons est laissée à la fantaisie du constructeur.

Le duplicateur à deux écheveaux — ou à *paire* symétriques à l'avantage, en plus de l'augmentation de durée, d'annuler l'effort de torsion qu'exerce dans un fuselage le mono-écheveau ou les combinaisons impaires.



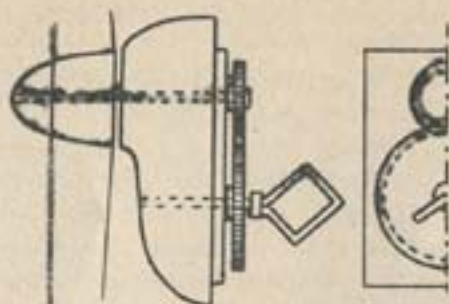
On a réalisé des duplicateurs à 3, 5, 10, 20 moteurs, composés non plus de trains de pignons, mais de bielles. A condition d'être bien réalisés, le fonctionnement est acceptable, mais tous les moteurs tournent dans le même sens, et le fuselage est soumis à la torsion de tous les écheveaux.



Multiplicateurs. — Si dans les modèles volants, on adopte en général la prise directe, c'est-à-dire, l'hélice tournant à la même vitesse que le ou les crochets du moteur, on peut, au lieu d'une grande hélice tournant lentement, adopter une hélice plus petite tournant plus vite.

Ceci dans le cas d'appareils de vitesse par exemple, ou encore de maquettes volantes, dans lesquelles on doit respecter une échelle donnée.

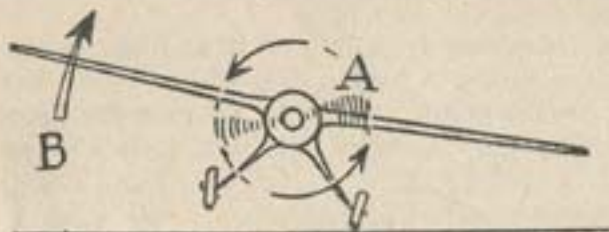
Certains modèles de compétition ont été montés avec des multiplicateurs de 1 à 6, mais on se limite, en général, au rapport 1 à 3 — c'est-à-dire, l'hélice tournant trois fois plus vite que les crochets.



Démultiplicateurs. — A l'inverse des précédents, il s'agira de trains de pignons ayant pour but de faire tourner l'hélice plus lentement que les crochets.

Si on rencontre des démultiplicateurs sur les avions grandeur, leur emploi ne se justifie pas dans les modèles réduits à moteurs caoutchouc.

Moteurs à double hélice. — L'inconvénient de l'hélice unique est de créer un couple de renversement très puissant lorsque le moteur est remonté à fond.



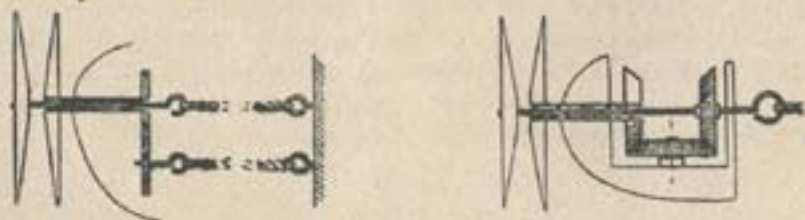
Du fait de leurs formes et de leur rôle, les pâles de l'hélice en réalité, s'appuient sur l'air (A) et ont tendance à renverser l'appareil du côté opposé à leur sens de rotation (B).

Si ce couple n'a qu'une importance relative quand l'appareil est en l'air, il n'en est pas de même lorsqu'il est près du sol, au moment du départ, et de nombreux accidents lui sont imputables.

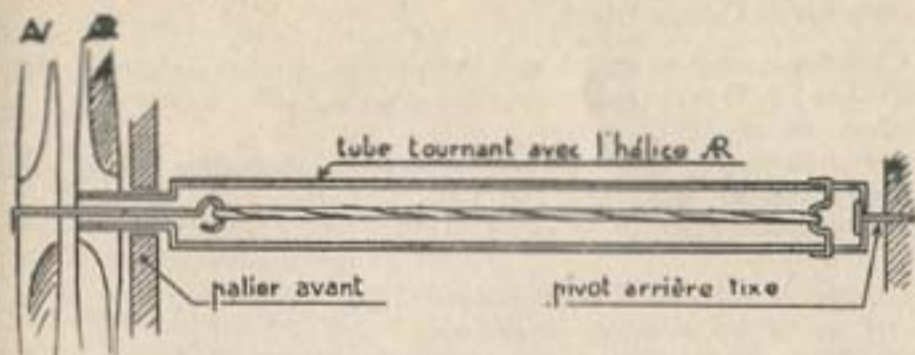
En l'air, l'appareil en s'inclinant décrit des orbes, et à conditions qu'elles ne soient pas trop serrées, cela n'est pas un inconvénient, sauf toutefois dans les cas où le vol rectiligne est recherché, pour battre un record de distance ou de vitesse par exemple.

En plus des astuces de réglage qu'on trouvera au chapitre VIII, il existe un procédé connu bien que très peu employé dans l'aviation grandeur.

Il consiste en deux hélices concentriques, tournant en sens inverse et dont les couples de renversement s'annulent.



Dispositif sans pignon, dans lequel l'écheveau entraîne d'un côté un tube qui porte une hélice et par l'autre extrémité un crochet qui hôte la seconde hélice.



Nous arrêterons là l'énumération des différents types de moteurs, en rappelant une fois de plus que les modélistes débutants ne doivent pas aborder ces complications mécaniques.

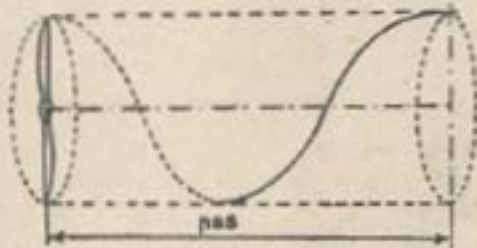
HÉLICE

Si l'aile est l'élément sustentateur, l'hélice elle, est l'élément propulseur.

C'est la réaction sur l'air, des 2, 3 ou 4 pales dont elle est composée, qui transforme le couple-moteur (mouvement de rotation) en traction ou poussée (mouvement de translation).

Nous disons traction ou poussée, car, si dans la plupart des appareils l'hélice, placée à l'avant, est tractive, dans d'autres, elle est à l'arrière et par conséquent pousse l'avion (propulsive).

On appelle diamètre de l'hélice, le diamètre de la circonférence décrite par le point de la pale le plus éloigné de l'axe.



Pas de l'hélice. — Le pas de l'hélice est la distance théorique, dont se déplacerait l'hélice en un tour complet si elle se vissait dans une matière compacte à la manière d'une vis dans un écrou.

Récul. — **Pas pratique.** — En réalité l'avance exacte pour un tour, est inférieure à l'avance théorique, car l'air qui est fluide, est refoulé et comprimé en arrière de l'hélice.

Le pas pratique ou avance exacte est donc inférieure au pas théorique et la différence s'appelle *recul* ou glissement.

Pas relatif. — Il s'agit ici du rapport entre le pas théorique " Pt " au diamètre de l'hélice " D " — $Pr = \frac{Pt}{D}$

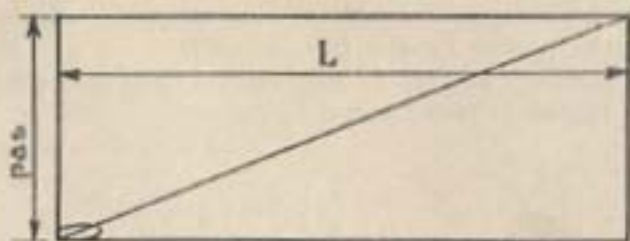
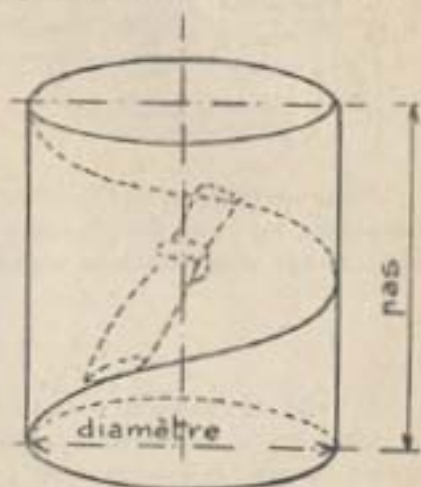
C'est de ce rapport qu'il s'agit lorsque l'on dit par exemple : Hélice de 300 pas 1,5. Il faut traduire : Hélice d'un diamètre de 300 mm. — pas théorique de $300 \times 1,5 = 450$.

Calcul du pas. — Il est intéressant soit pour en établir une soi-même, soit pour vérifier celle que l'on possède de pouvoir calculer le pas d'une hélice.

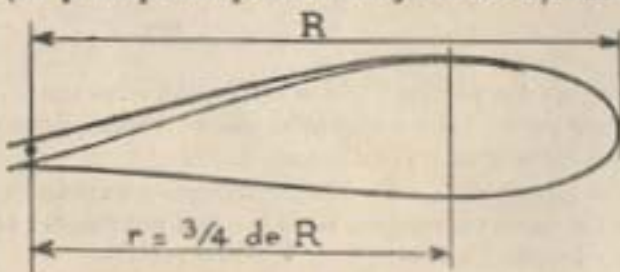
Supposons une pale d'hélice coupée au $\frac{3}{4}$ de sa longueur et imaginons qu'elle tourne en se déplaçant normalement à l'intérieur d'un cylindre en papier. L'extrémité va décrire une courbe représentée, si on fend ce cylindre en papier, il donnera, développé, le tracé suivant :

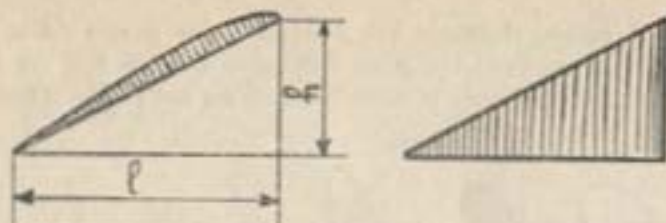
Le triangle aura comme hauteur le Pas de l'hélice, et la longueur "L" sera en réalité le développement de la base du cylindre soit : $D \times 3,1416$.

Le problème est donc simple : si par exemple on veut vérifier le pas d'une hélice de 400 mm. de diamètre,



on tracera en travers de la pale — à l'endroit où elle est la plus large — un trait — (en principe on prendra toujours les $\frac{3}{4}$ de la longueur de la pale).





On pose l'hélice avec son axe bien perpendiculaire et on mesure les côtés du triangle rectangle formé. (Au besoin, découper un petit triangle en carton qui facilitera les mesures). On calculera la longueur de la circonférence à l'endroit du trait.

Dans notre exemple $R = 200$ — $r = 3/4$ de $R = 150$.

$l = N2 r = 3,1416 \times 2 \times 150 = 94$ cm., 248.

Si nous avons relevé sur notre coin en carton :

$l = 5$ cm. et $h = 3$ cm., on aura :

$$\text{Pas} - P = \frac{L}{I} \times h = \frac{94}{5} \times 3 = 56 \text{ cm. } 4$$

$$\text{Le Pas relatif : } Pr = \frac{Pr}{D} = \frac{5,64}{30} = 1,88.$$

Si on est familiarisé avec la trigonométrie, on pourra simplifier la méthode en relevant simplement l'angle de la pale.

Dimensions. — Si ce n'était la question esthétique, ou poids, les hélices devraient avoir le plus grand diamètre possible surtout dans nos modèles.

Il ne faut pas oublier, en effet, que la surface du cercle balayé par une hélice est proportionnelle au carré du rayon.

Pour une même vitesse de rotation, et un même pas, on aura une traction double de la précédente.

En plus de cela, pour les modèles de durée, on recherche le déroulement du moteur le moins rapide possible, et là encore, une grande hélice sera avantageuse.

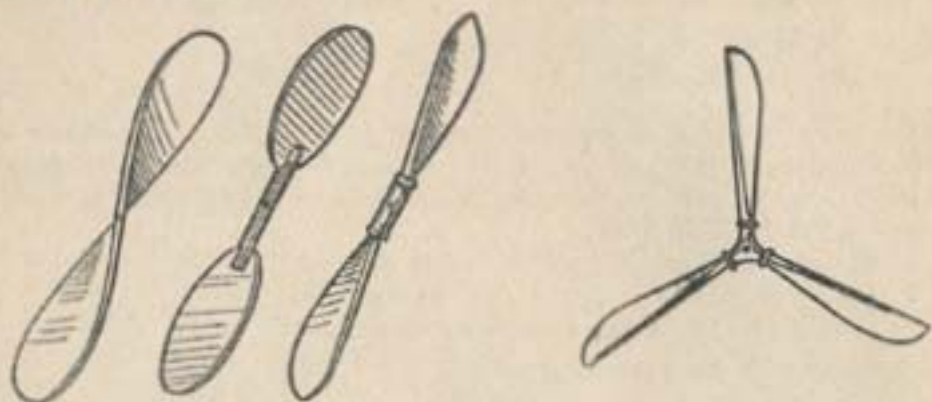
Mais on est limité d'une part, par les proportions d'ensemble, et d'autre part par le couple de renversement qui, lui aussi, intervient, et on prendra comme diamètre du $1/4$ au $1/3$ de l'envergure ; quoique certains amateurs aient pu pour des appareils de performance, atteindre la $1/2$ de l'envergure avec, il faut le dire, des hélices ultra-légères.

La largeur des pales, pour les hélices à faible pas relatif — 1, 1,25 — ne devra pas dépasser 15 0/0 du diamètre jusqu'à 35 cm. et 10 à 12 % pour des diamètres de 40 à 60 cm.

Toutefois dans les cas de pas 1,5 à 2, ces pourcentages peuvent être portés à 20 et 15 % — ce qui donne des hélices à pales très larges.

Conseil. — Employer, lorsqu'il y a du vent, et avec le même moteur, une hélice à pales plus étroites et de diamètre plus petit, que lorsque le temps est calme. Les deux hélices ayant le même pas.

Centre. — L'hélice normale est à deux pales prises dans un bloc on rapportées sur un moyeu. On peut faire des hélices à 3 ou 4 pales afin de réduire le diamètre, mais la construction en est plus difficile et le rendement moins bon.

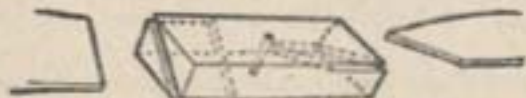


Les hélices à pas réglable, ou même variable en vol ne sont indiquées ici, qu'à titre documentaire.

Ne jamais employer d'hélice en métal qui coupe et se déforme aux chocs.

Pour les appareils de début qui sont souvent malmenés et qui demandent des petits diamètres, prendre des hélices en bois dur et réserver le balsa pour les appareils de performances.

Les débutants ne devront pas essayer de réaliser eux-mêmes leur hélice, où ils devront se limiter aux formes rudimentaires, ou à la construction avec pales en contre-plaqué mince ou carton (carte de Lyon). Ils auront tout intérêt à les acheter.



Mais tout véritable aéromodéliste voudra tôt ou tard fabriquer lui-même son hélice. C'est pourquoi nous en donnons sommairement la méthode.

a) Tracer le bloc — et percer le trou de passage de l'axe à crochet bien perpendiculaire.

b) Dégrossir le bloc ;

c) Marquer les arrêtes des pales.

d) Dégrossir la face supérieure des deux pales ;

e) Dégrossir la face inférieure des deux pales. ;

f) Finir progressivement à la râpe et poncer au papier de verre fin ;

g) Vérifier si les deux pales sont de même poids, c'est-à-dire équilibrer.



Ne pas oublier que si les pales doivent être minces, tout en conservant une section suffisante pour résister aux chocs, vers le moyeu, on doit arriver à des sections de plus en plus fortes.

Hélices. — Une bonne précaution consiste pour les hélices en balsa, à recouvrir le bout des pales, et même les pâles entières, de soie collée à l'enduit cellulosique.

On pourra dans le même but de protection se contenter de garnir le bord d'attaque de la pale d'une bande de soie ou de cellulose adhésive.

ASSEMBLAGE

La réalisation des différents éléments, d'une manière aussi parfaite que possible ne doit pas faire oublier qu'il faut les assembler entre eux, pour obtenir un appareil complet.

Chaque constructeur, quand il crée, a ses méthodes propres, mais les procédés varient évidemment avec chaque appareil et d'un modéliste à l'autre.

Quelques dispositifs de montage sont pourtant " classiques " et il est bon de les connaître.

Fixation de l'aile. — Principe déjà énoncé, mais qu'il est bon de confirmer : Débutants, ne faites jamais un appareil à aile fixée rigidement au fuselage ! Employez une fixation souple, et rejetez impitoyablement tout procédé par vis, boulons, etc...

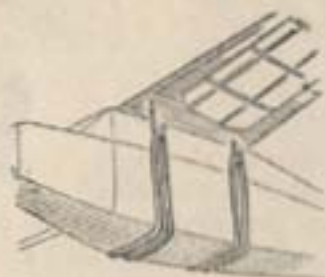
Trois raisons : une aile à attache souple permet le réglage facile, et précis.

Une aile à attache souple se déplace si l'appareil atterrit brutalement, ou s'il rencontre un obstacle et les chances de casse sont ainsi réduites de beaucoup.

Une aile à attache souple se démonte et remonte avec grande facilité.

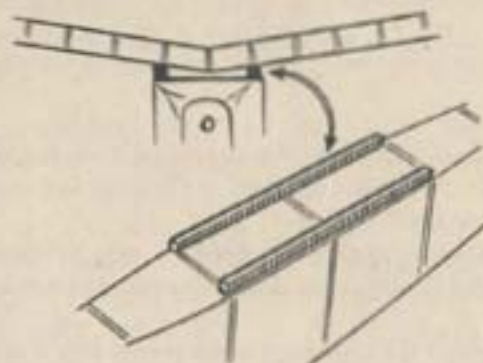
Brides. — Plusieurs procédés dont quelques-uns classiques : Une simple boucle prenant le fuselage et venant se croiser sur le dessus de l'aile. (Voir chapitre IV, croquis p. 34). Proportionner la section de la bride et sa tension à la grandeur de l'appareil ; trop serrée, on risque de casser

le fuselage surtout dans le cas de fuselage en baguettes balsa; trop lâche, l'aile se déplace trop aisément et l'appareil se dérègle.



Deux brides simples avec crochets.

Guidage. — a) Avec une aile en une seule pièce ou en deux pièces, mais sans partie horizontale de raccord. Coller deux réglettes sur les bords supérieurs du fuselage, et, passer au travers de l'aile quatre petites broches en rotin qui viendront se guider sur les réglettes, intérieurement ou extérieurement.



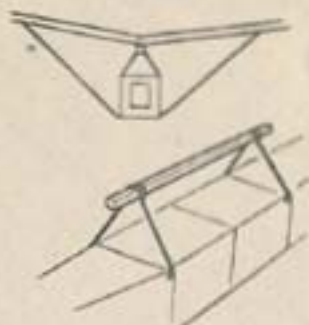
b) On aura intérêt à construire l'aile avec un caisson central, plat ayant la largeur de la partie supérieure du fuselage.



Un bon guidage est nécessaire pour éviter que l'aile se place en oblique par rapport à l'axe du fuselage. Pour les ailes basses, on pourra employer les mêmes procédés mais inversés. Quant aux ailes encastrées, on n'en parlera pas.

Signalons quelques montages en *parasol*.

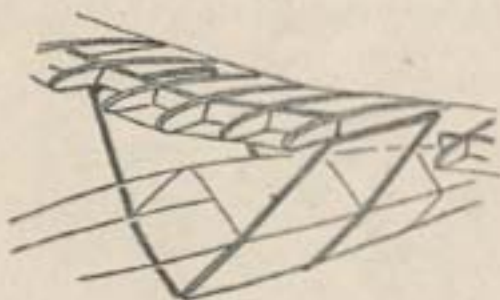
a) Cabane constituée par un bambou carré supporté par des jambes en fil d'acier. Fixation de l'aile par petites brides en caoutchouc. Des haubans rigides sont, dans ce cas, nécessaires ;



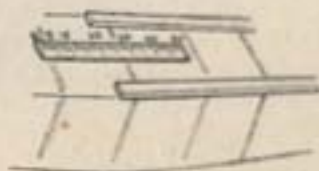
b) Cabane en fil d'acier pour petits appareils. Le fil est plié de manière à servir à la fois de guide et d'attache de brides ;



c) Cabane fixe en fil d'acier. L'aile montée par deux brides, peut se déplacer, etc...

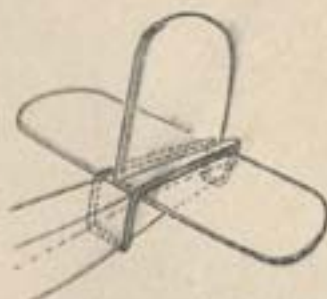


Échelle de repérage. — Une astuce... bien utile consiste à coller sur la partie supérieure du fuselage et de manière à pouvoir toujours aisément la lire, une échelle millimétrique en papier. Celle-ci permettra, à condition de l'inscrire *avant*, de retrouver le réglage exact — *après* un vol qui se révèle merveilleux... car à l'atterrissage, l'aile a peut-être reculé d'un centimètre.



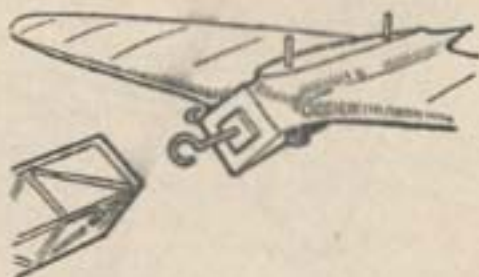
Fixation des empennages. — Les procédés les plus simples de montage des empennages sont similaires à ceux employés pour l'aile, c'est-à-dire fixations souples autant que possible.

a) Bride simple ;



b) Broches en acier fixées sur le bord d'attaque du plan horizontal et, venant d'emboîter dans deux petits tubes fixés au fuselage après être passés dans deux boucles du plan vertical. Une petite bride allant de la béquille au crochet arrière du plan vertical maintient le tout ;

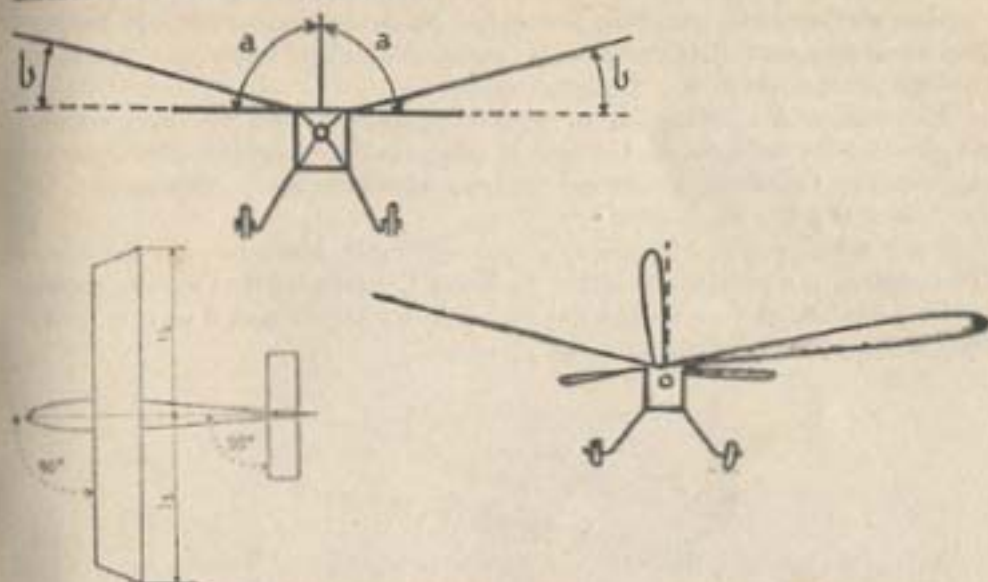
c) Procédé plus complexe, où le plan horizontal vient de construction avec la pointe du fuselage. Le plan vertical vient s'emboîter sur deux broches. L'ensemble est maintenu très fermement en vol par la tension du moteur, toutefois, il faut adjoindre deux petites brides pour éviter le dérèglement quand l'écheveau est déroulé.



Pour le montage du train d'atterrissage, tout a été dit précédemment.

Pour le nez, ne jamais oublier de consolider sa fixation par une petite bride. Quant à l'hélice, il suffit de la mettre à l'endroit et de se rappeler qu'elle doit tourner (si elle est tractive), dans le sens des aiguilles d'une montre (pas de l'hélice à droite), si l'opérateur est dans l'appareil. Il n'y a pas à se tromper, il suffit de remonter le moteur en tournant l'hélice dans le même sens, peu importe si on remonte de l'avant ou de l'arrière, quand elle est attachée directement. Attention, dans le cas de montages avec pignons.

Vérifications. — Bien vérifier les positions les unes par rapport aux autres des différents éléments.



Si on constate des déformations dans les surfaces, ne pas compter sur le hasard pour les rectifier.

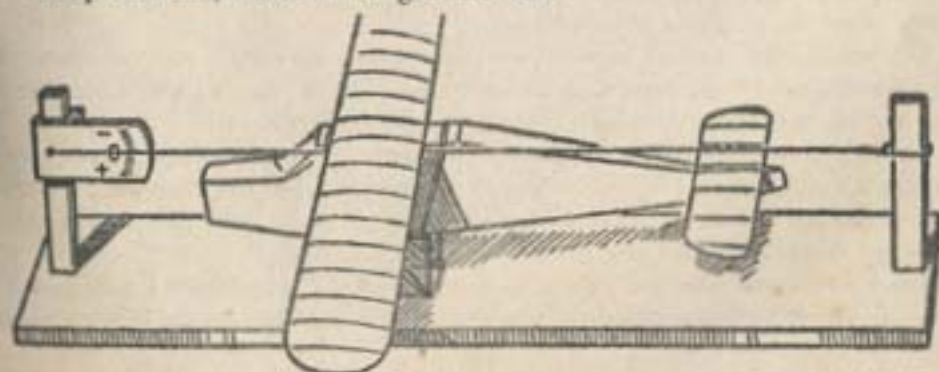
Faire plutôt taire son impatience, remettre en forme, au besoin en humectant un peu et en chargeant la partie déformée, car une aile ou un empennage tordus, feront que l'appareil s'engagera, amorcera une virille qui se transformera en catastrophe... ou, empêcheront toute mise au point sérieuse.

Pour les mauvaises positions, une petite cale judicieusement placée permettra probablement de rétablir l'équilibre.

Une autre vérification consistera à contrôler les angles exacts de l'aile, du plan fixe arrière et du crochet de traction.

On croit parfois qu'ayant travaillé avec tous les soins désirables la réalisation ne peut qu'être parfaite. Mieux vaut pourtant vérifier.

Et pour cela, voici un angulomètre...

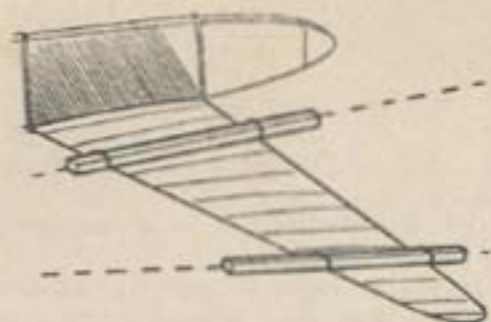


Caler l'appareil de manière à ce que le plan arrière soit horizontal, en mettant le profil parallèle au fil qui doit passer sur O.

Puis mettre le fil parallèle à la corde du profil en montant le rapporteur et descendant l'anneau. On lira aisément l'incidence qui devra, en général, varier de 0 à $+8^{\circ}$ maximum.

Faire la même opération pour vérifier l'inclinaison de l'axe crochet qui devra être nulle, à moins que le plan de construction n'indique un angle exact. On obtient souvent de bons résultats avec empennages 0° , axe hélice 0 à 2° , aile $+3^{\circ}$ à $+6^{\circ}$.

Pour vérifier d'une manière précise si l'aile n'est pas tordue, fixer deux règles, une près du fuselage, l'autre à l'extrémité de l'aile au moyen de deux brides, et voir si elles sont parallèles, en veillant à ce que toutes deux soient bien alignées avec les nervures.



EMBALLAGE

Emballage. — Et maintenant, il faut chercher une boîte avant de partir au terrain, boîte en carton, en carton fibre, en contreplaqué, peu importe, mais de grâce ne pas partir avec un appareil simplement enveloppé dans du papier.

Un geste malheureux, une chute de bicyclette, et de nombreuses heures de travail seraient perdues.

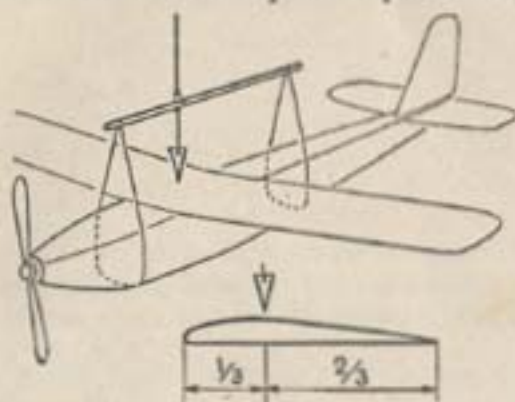
Emporter quelques outils : pinces, fil d'acier, fil de lin, colle cellulosique, pour de menues réparations.

Un tout petit dernier conseil, ne pas mettre les outils en vrac dans la boîte en disant : " ils resteront dans le coin ", non, car à l'arrivée au terrain on les retrouvera infailliblement dans le fuselage !

Centrage. — Assembler l'appareil complètement sans l'aile, mais avec le train d'atterrissage, l'hélice et le moteur et si celui-ci est plus long que la distance entre crochets, le remonter légèrement pour qu'il soit tendu sans excès, et arrêter l'hélice par un fil.

Disposer au-dessus du fuselage une baguette très légère, aux extrémités de laquelle on suspendra l'appareil par deux boucles en fil à coudre.

Suspendre le tout à un autre fil que l'on attachera à une potence ou au lustre de la salle à manger ! Car il faut procéder à l'abri des courants d'air. Après avoir fait une petite boucle dans laquelle on coulissera la traverse de notre palonnier, on attachera un petit morceau de métal pointu qui fera fil à plomb. Puis on déplacera la boucle pour amener l'appareil bien horizontal et on marquera la pointe de notre fil à plomb.



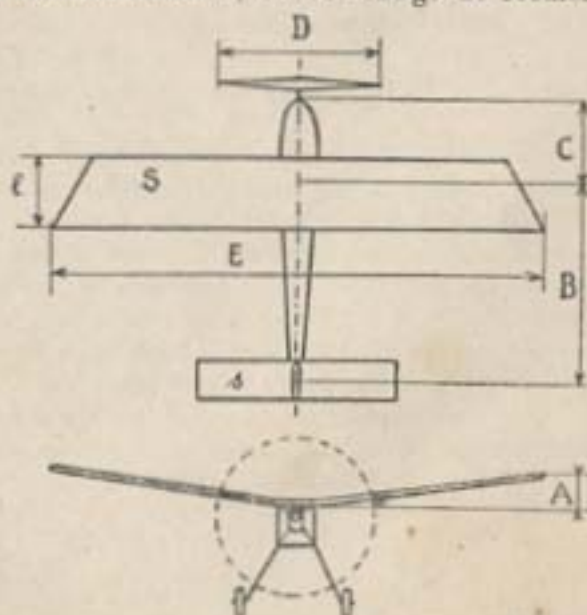
Après avoir fixé l'aile, approximativement au $\frac{1}{3}$ avant par rapport au point que l'on vient de trouver, on vérifiera l'équilibre et on le rétablira en déplaçant à la fois, et par très petites quantités, l'aile et la boucle du fil de suspension jusqu'à ce que l'appareil complet revienne horizontal et que la pointe du fil à plomb reste au $\frac{1}{3}$ de la profondeur de l'aile. (Centre de poussée).

Repérer sur l'échelle millimétrique la position de l'aile à ce moment. Ce sera la position de réglage théorique qui servira de départ au réglage pratique sur le terrain.

Si par défaut d'étude ou de construction, on est obligé de reculer l'aile d'une manière exagérée — queue trop lourde — il faudra charger l'avant, soit avec un peu de lest, soit en remplaçant l'hélice balsa par une hélice en bois dur.

QUELQUES PROPORTIONS POUR LA CONSTRUCTION D'UN MODÈLE STABLE

- S - Surface du plan principal.
- E - Envergure.
- L - Longueur du fuselage.
- l - Largeur de l'aile.
- A - Valeur du dièdre - hauteur du bout de l'aile par rapport au centre - 5 à 10 % de E.
- B - 40 % à 60 % de E.
- C - $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ de B.
- D - $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ de E.
- I - $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{10}$ de E.
- s - Surface de l'empennage de 30 % à 40 % de S de l'aile.



CHAPITRE VII.

LECTIONS D'APPAREILS

Ayant ainsi passé en revue la majorité des procédés de construction et l'assemblage des différents éléments qui constituent un modèle réduit, on a abordé, en pleine connaissance du sujet, le chapitre des réalisations.

En toutes choses il faut apprendre et pour réussir il faut étudier méthodiquement.

Le moniteur qui sera amené à se former lui-même, au même titre que le modéliste isolé, aura intérêt à se plier à une petite discipline qui consiste à :

- Commencer par des modèles simples, mêmes enfantins.
- S'appliquer à bien les réaliser.
- S'efforcer à les faire voler correctement.
- Déceler les défauts qu'ils peuvent présenter.
- N'aborder les modèles plus complexes ou personnels qu'après avoir obtenu d'excellents résultats d'appareils étudiés par des modélistes expérimentés.
- Et surtout ne jamais débiter par de grands appareils mais bien par des petits de construction aisée et rapide.
- Ne jamais débiter par une maquette volante qui n'a que sa beauté, mais vole difficilement.
- Ne jamais débiter en construisant un avion à moteur à essence.

Dans cet esprit, on trouvera dans les pages qui suivent 5 modèles dont certains bien connus mais qui permettront par leur simplicité de donner les premières explications sur la résistance de l'air, les surfaces portantes, le centre de gravité, le centrage, la perte de vitesse, etc...

Tout débutant saura les construire. S'il réussit, il sera content. Si le modèle ne marche pas, il le jettera, mais mieux vaudra à ce moment chercher à lui expliquer les causes de son succès et si possible les corriger que de lui laisser croire que la réussite est due au hasard.

Voici d'abord un premier modèle de planeur, oh... combien modeste... mais qui n'en donnera pas moins de belles satisfactions.

Planeur N° 1. — Prendre une demi-feuille de papier format commercial 21×27 . Plier ce morceau qui fait donc $13,5 \times 21$ suivant les 2 axes, puis faire un petit rouleau plat d'un centimètre de largeur environ, et s'arrêter lorsqu'on sera ainsi exactement à la moitié de la feuille.

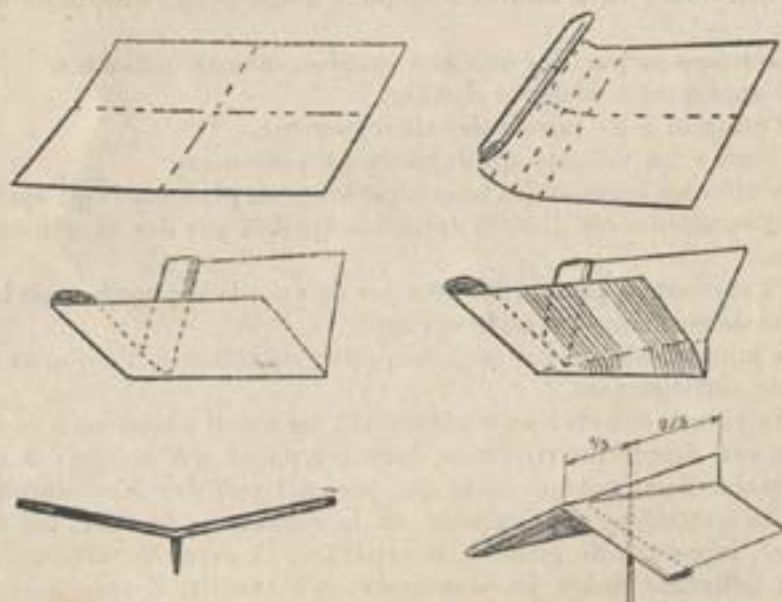
C'est-à-dire quand le *bord d'attaque* de notre surface sera juste sur le trait obtenu par le pliage.

Par une autre pli, former une quille de 2 cm. de hauteur qui servira, en réalité de dérive. Puis donner du dièdre, et voici un premier planeur sans queue.

Exécuté correctement il doit, étant lancé, non pas en montant, mais très légèrement incliné vers le sol, donner un superbe plané..

En relevant très légèrement les coins arrière, nous augmenterons sa stabilité de route, mais si nous avons le malheur de les abaisser, nous les verrons immédiatement agir comme des volets de profondeur, et l'appareil piquera... à mort !

Si nous déroulons d'un demi-tour, nous augmenterons la surface portante, mais notre centrage n'est plus bon et l'appareil se met en perte de vitesse (voir chapitre VIII), par contre si nous faisons un pli en plus à notre rouleau, l'appareil planera peut-être encore, mais on remarquera qu'il descend plus vite, car pour une même charge, la surface est réduite (V. chapitre III) on verra même qu'il a une tendance au piqué.

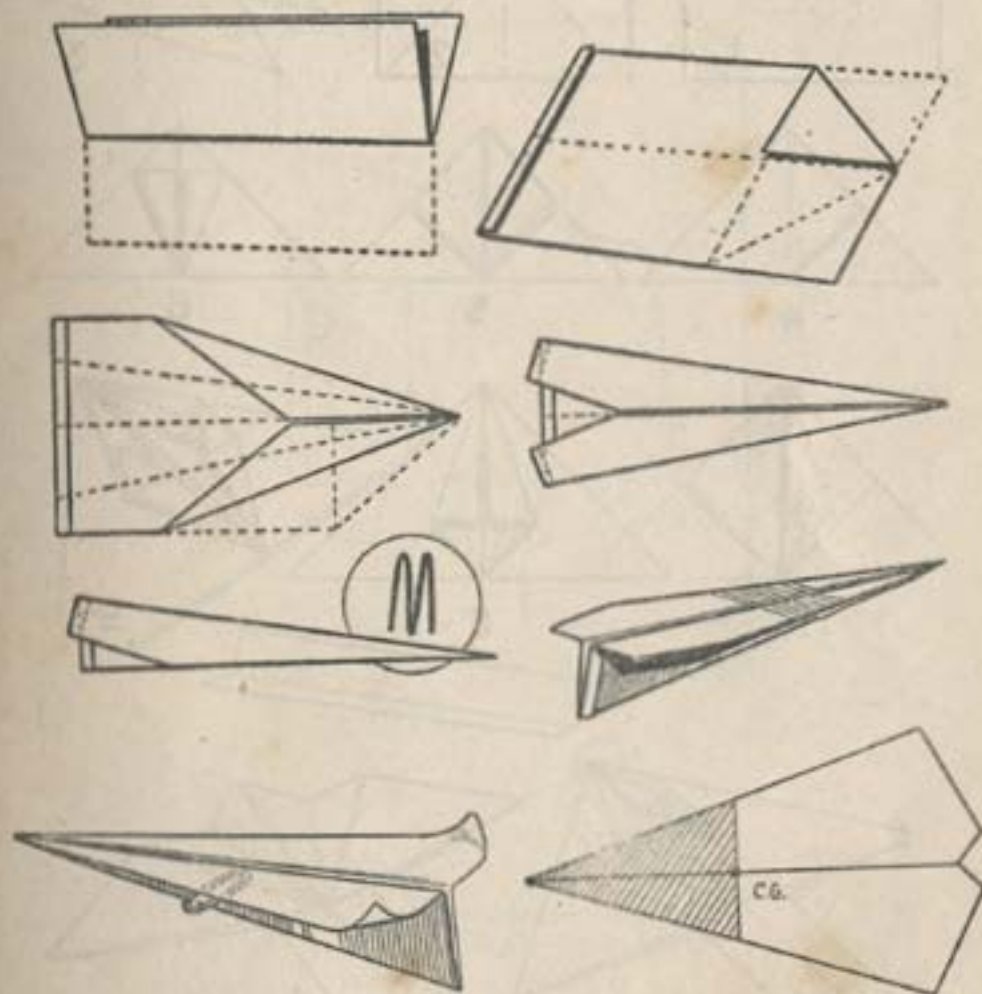


En plus, si l'on pose l'appareil la quille en l'air en le déplaçant sur une épingle ; jusqu'à ce que l'aile soit horizontale, on s'aperçoit que le point d'équilibre — centre de gravité est sensiblement au $1/3$ avant de la profondeur de l'aile.

Planeur N° 2. — Et le deuxième appareil plus grand que le précédent, constitué avec une feuille complète de papier est la " flèche " que tout le monde connaît.

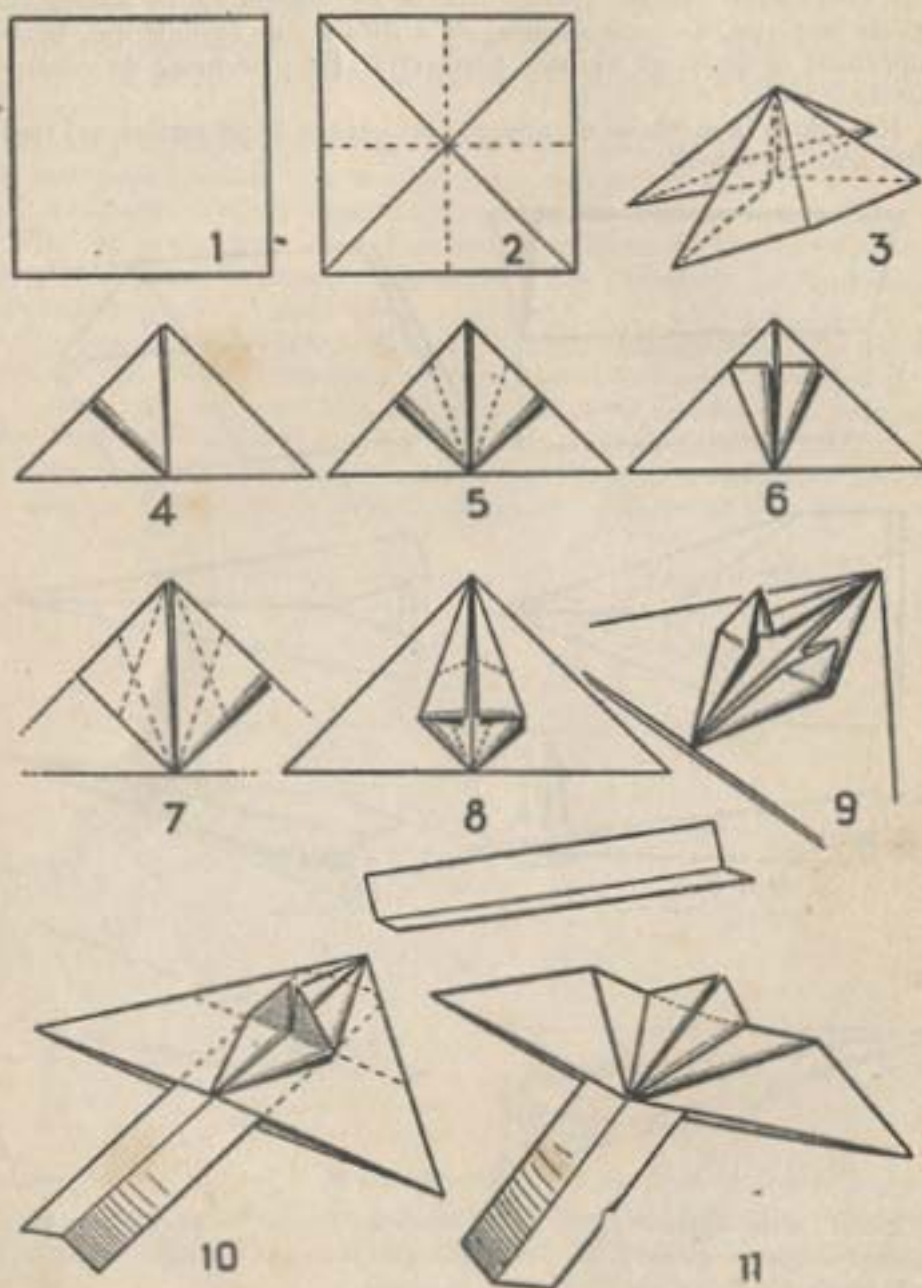
Mais dans ce type, on n'a plus le petit rouleau pour parfaire le réglage, aussi emploiera-t-on une petite attache de bureau en fil d'acier, dite attache anglaise, de petit modèle, ou à défaut une épingle qui, tout en empêchant la quille de s'ouvrir permettra le déplacement du centre de gravité.

Rappelons la méthode de pliage, sans oublier le pli arrière qui raidira notre bord de fuite.



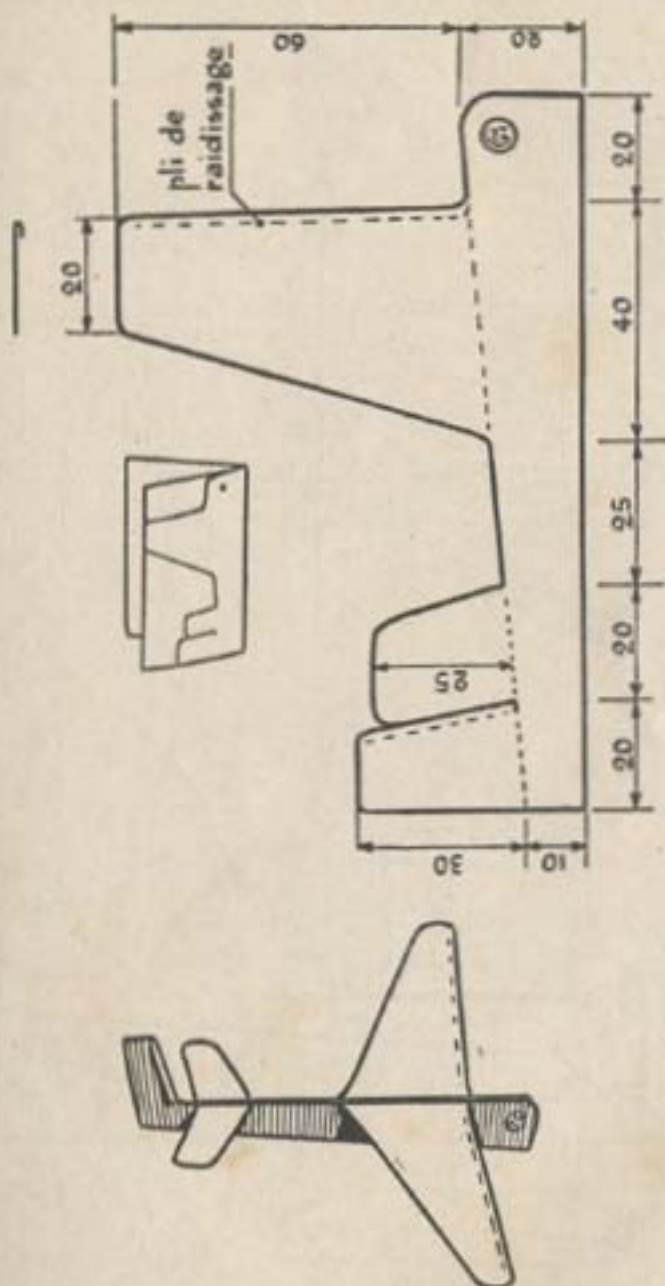
Si on vérifie après réglage la position du centre de gravité, on pourra constater que la surface du petit triangle avant est sensiblement le $\frac{1}{3}$ de la surface totale de la flèche vue en plan.

Planeur N° 3. — Le 3^e modèle, d'un pliage un peu plus complexe, a l'avantage de se rapprocher de la forme classique des avions et planeurs. Le réglage s'obtiendra, si nécessaire, par la modification de la longueur de la queue.

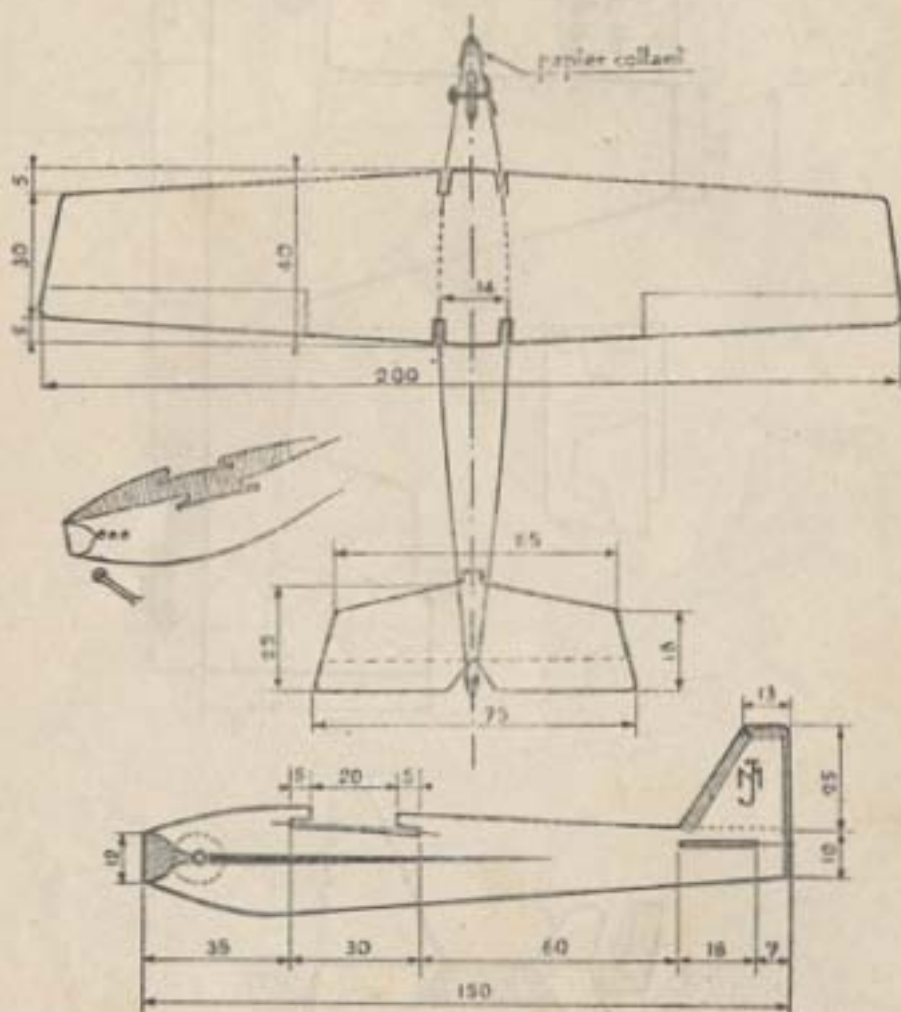


Planeur N° 4. — Le N° 4 de belle allure demande à être dessiné, ce sera pour les jeunes un exercice de dessin suivi d'un tout petit travail manuel.

Le centrage s'obtiendra par un bouton pression judicieusement placé.



Planeur N° 5. — Quant au N° 5, réalisé en papier plus rigide (couverture de cahier), ce sera le premier planeur muni d'une aile à courbure. L'équilibre se fera par une petite rondelle (pièce d'un sou en nickel), tenue entre les deux parois du fuselage par une attache parisienne ou un petit morceau de fil de fer, qui les traversera.



Fuselage. — Le fuselage " baguette " se compose d'une pièce de balsa dur de 30 cm. de long et d'une section de 10×10 . Le nez sera appointé comme indiqué au dessin, et une petite entaille sera faite sur chaque angle pour tenir le lest, qui dans ce modèle, sera un simple fil de plomb enroulé (fusible électrique 20/10) — L'arrière sera également appointé, et découpé pour la fixation des empennages.

Puis il sera soigneusement poncé au papier de verre très fin.

Empennages. — Découpés dans de la feuille de balsa dur 15/10 d'épaisseur, les arrondis tracés au compas et découpés au canif ou les arrondis tracés au compas et découpés au canif ou à l'outil rasoir puis ils seront soigneusement poncés. Bien marquer la largeur du fuselage, avant de placer le plan horizontal afin qu'il soit exactement au centre et d'équerre.

Réduire les cales qui proviennent de la découpe du fuselage de l'épaisseur de l'empennage de manière à ce qu'elles viennent bien dans le prolongement de la poutre.

Coller à la certus, ou pour ce petit modèle tout balsa, à la cellulosique qui est d'un emploi plus facile.

Aile. — L'aile est une simple plaquette de balsa dur de 40 cm. de long sur 5 cm. de largeur — épaisseur 15/10^e — qui, après tracé et découpe des arrondis, sera poncée très soigneusement, jusqu'à ce qu'aucune aspérité n'apparaisse.

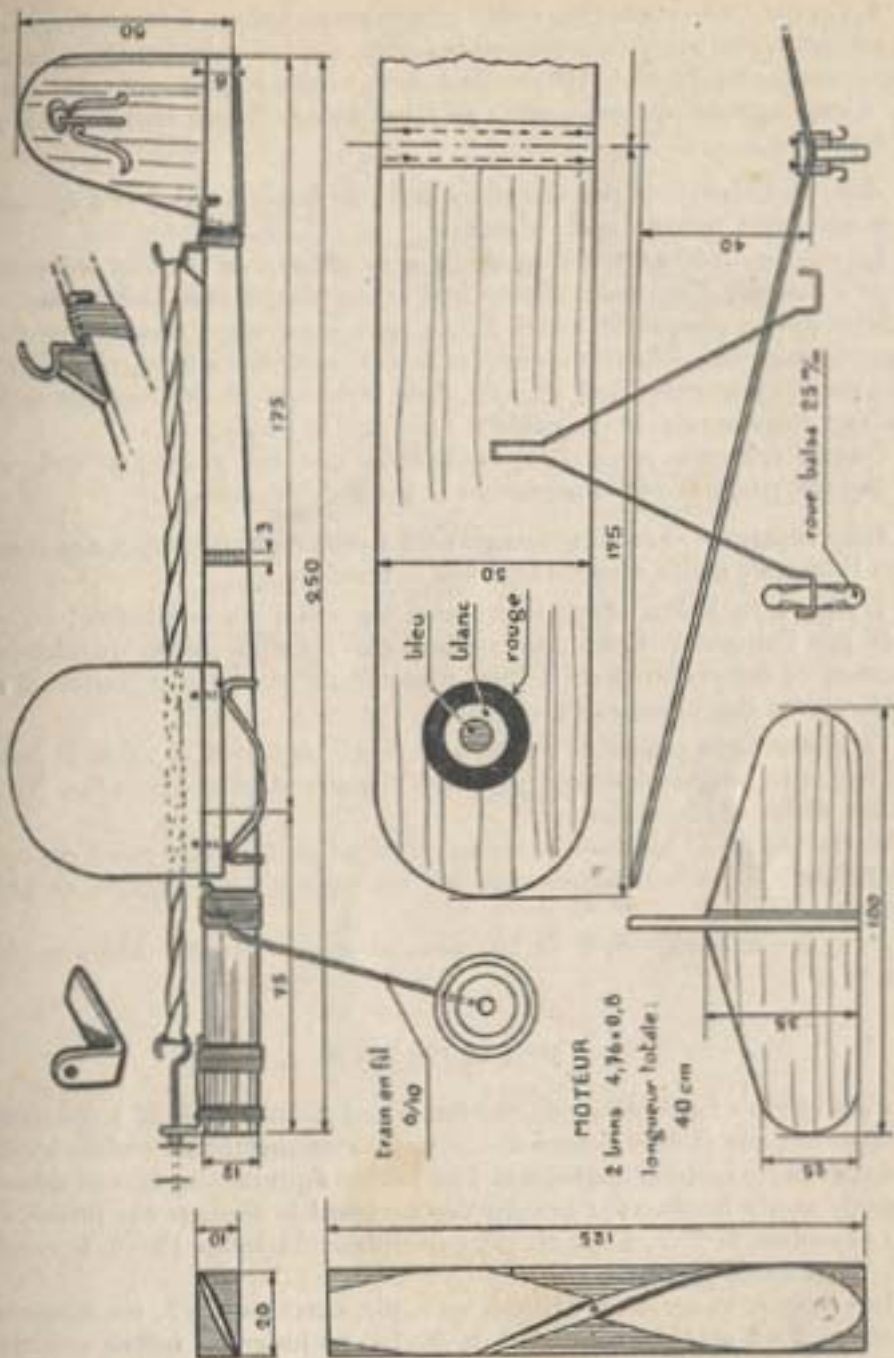
Elle sera munie en son centre d'une pièce support suivant dessin qui lui donnera de l'incidence, cette pièce sera collée bien au milieu de l'aile. C'est ce bloc d'incidence qui sera attaché au fuselage par deux petits bracelets en caoutchouc — ce procédé permettra le réglage par déplacement en avant ou en arrière. (Voir chapitre VIII mise au point). Quand on aura trouvé le meilleur plané, repérer la position de l'aile par un trait de crayon.

AVION N° 7

Il s'agit d'un appareil qui s'apparente fortement au planeur N° 6 de par son mode de construction qui est également du „ tout balsa ”.

Fuselage. — La baguette fuselage à une longueur de 250 mm. et une section maximum de 12 mm sur 4 d'épaisseur. Elle sera en balsa dur. — ou à défaut en sapin, mais dans ce cas les dimensions pourront être ramenées à 10×3 —. Découper la partie inférieure de manière à obtenir exactement la pente indiquée.

A l'avant une petite équerre, en tôle d'acier ou de laiton, sera fixée par ligature au fil de lin, encollé. Un trou permettra le passage de l'axe d'hélice qui sera en acier 6/10^e de diamètre. Une petite bille en bois dur s'appuyant sur deux rondelles en laiton, servira de butée d'hélice.



A l'arrière un crochet en 6/10^e plié comme indiqué, et soutenu car il est surélevé, par une petite cale en bois dur, est lui aussi ligaturé. Le train d'atterrissage en fil de 6/10^e est fixé de la même manière et ne demande pas d'explications spéciales pour sa fabrication. Roues balsa de 25 mm. de diamètre.

Aile. — Constituée par une planchette de balsa de 15/10^e d'épaisseur, soigneusement poncée après découpe.

Le dièdre de 40 mm. à l'extrémité sera obtenu en fendant légèrement jusqu'à *mi-bois* d'un trait transversal et en pliant avec précaution.

Une petite plaquette collée à la partie supérieure viendra renforcer la partie centrale — laisser sécher en forme —. Coller à la partie inférieure deux petites baguettes de 3 × 5 × 50, dont le dessus sera légèrement incliné. Ces baguettes serviront de guide à l'aile sur le fuselage.

Quatre épingles, recourbées et arrêtées par une goutte de colle mise sur la tête, permettront d'accrocher la bride de fixation.

Empennages. — Les empennages sont simplement découpés aux dimensions fixées, et collés directement sur le fuselage.

L'Hélice en balsa, sera prise parmi les séries du commerce, ou exécutée par l'amateur. C'est dans ce but que les dimensions du bloc sont données, et étant donné ses faibles dimensions on pourra tenter sa réalisation avec des chances de succès.

Le moteur sera constitué par 40 cm. de fil plat de 4,76 × 0,8. Il pourra être remonté progressivement jusqu'à 500 tours et peut-être plus. Ne pas oublier de bien le lubrifier.

Mettre au point méthodiquement, mais ne jamais faire voler cet appareil à l'intérieur d'une pièce, mais sur un terrain bien dégagé, de préférence une prairie.

Avec les appareils 8, 9 et 10, nous abordons les véritables modèles volants.

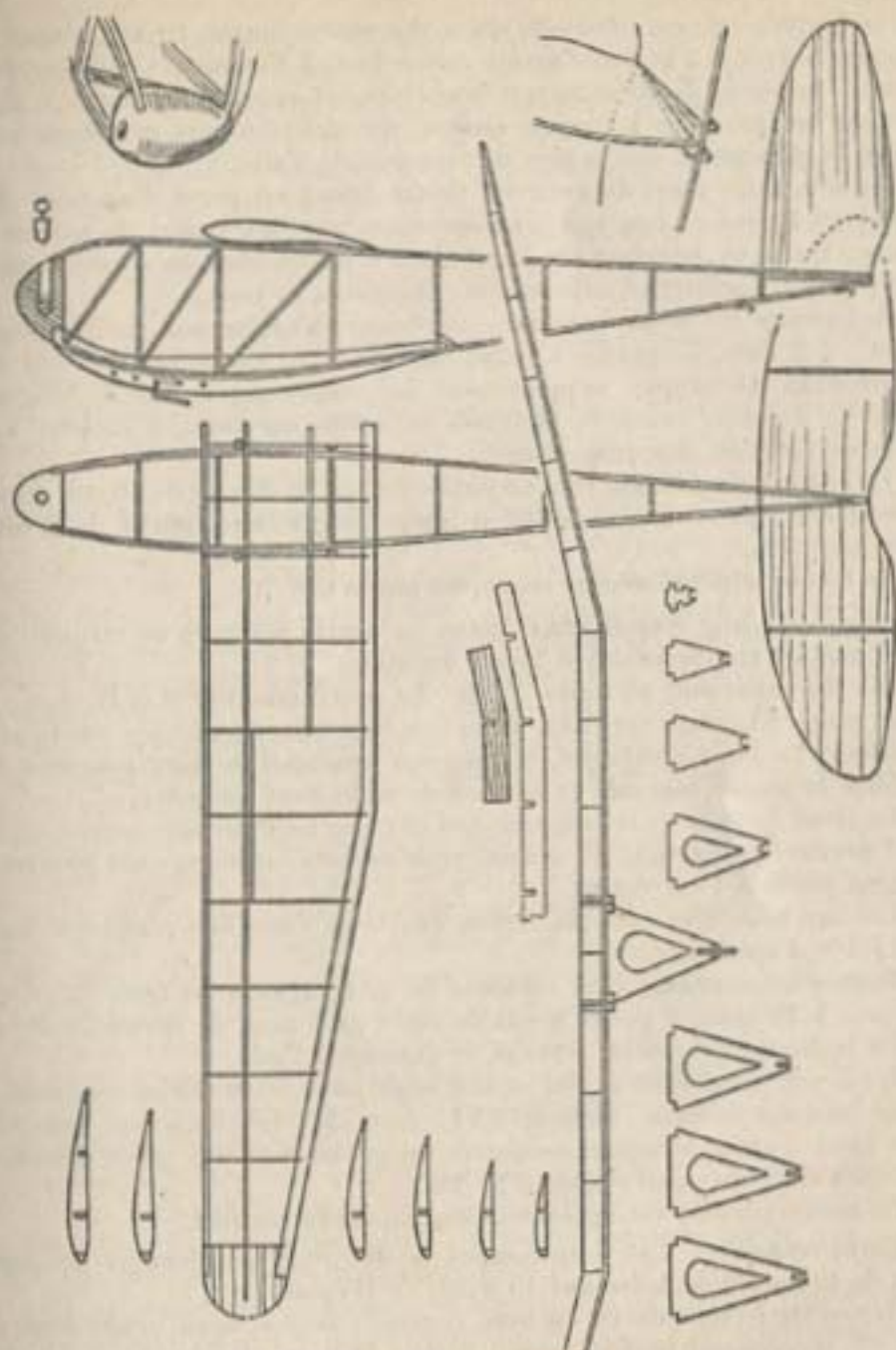
PLANEUR N° 8

Fuselage. — Le fuselage de section triangulaire est facile à construire, en le posant sur la face supérieure, il suffira de mettre les cadres inclinés au lieu de les maintenir verticaux. Des petites équerres en carton découpé à l'angle voulu faciliteront le maintien pendant le séchage sur forme.

Les cadres 1, 2, 3, 4 seront découpés dans du balsa 15/10, les cadres 5, 6, 7 resteront pleins.

Les longerons seront en tilleul ou sapin carré de 3 × 3, les diagonales seront en 2 × 2 ou même en rond de 20/10. Le longeron inférieur s'arrête contre le cadre 4 où un gousset vient renforcer l'assemblage.

Il se prolonge sur le patin en deux baguettes de 3 × 1, qui serviront à arrêter le recouvrement.



PLANEUR N° 3 (Echelle 1/4).

Pour se procurer le plan de ce modèle, grandeur d'exécution, voir page 120.

Le patin, qui est découpé, dans du contreplaqué 10/10^e s'encastre dans les cadres 1, 2 et 3 et s'arrête contre le 4. A l'avant il s'encastre dans le nez. Une série de trous percés à écartement régulier servira à la fixation du crochet. Sur la partie arrière, des crans seront pratiqués pour éviter le glissement des brides de fixation de l'aile.

Le nez, taillé dans du bois dur (hêtre-frêne) est percé d'un trou dans lequel on logera le lest qui sera constitué par des grains de plomb de chasse. Un petit bouchon de liège muni d'un crochet en corde à piano 6/10, qui en facilitera l'enlèvement, obstruera le trou.

A l'arrière les deux longerons supérieurs s'arrêteront sur le dernier cadre — 2 faux longerons s'encastrent dans ce cadre et fixés suivant l'horizontale théorique, supporteront les empennages. Sur le longeron inférieur 2 petits crochets ligaturés et collés serviront d'attache à la bride de fixation des empennages.

Le crochet de traction fixé au patin sera en fil d'acier de 10/10^e recuit, de manière à pouvoir être déplié et replié lors de la recherche de la meilleure position.

Le recouvrement exécuté en papier japon fort.

Aile. — L'aile rectangulaire dans sa partie centrale se termine par deux parties trapézoïdales à bouts arrondis.

Les nervures sont en balsa 15/10^e. Le profil adopté est le R. A. F. 32 (Voir page 53, chapitre VI). Elles peuvent être décalquées sur le plan grandeur. Le bord d'attaque, le longeron principal, le faux longeron qui renforce la partie centrale et le bord de fuite sont en balsa.

Le bord de fuite et le longeron qui ont une hauteur constante jusqu'à la 5^e nervure en partant du centre, vont ensuite en diminuant progressivement jusqu'à l'extrémité.

Les arrondis d'extrémités seront découpés dans une plaquette balsa de 15/10^e d'épaisseur.

Toutes les nervures sont espacées de 40 mm. sauf les trois du centre qui sont à 25 mm., 4 petits bouts de rotin de 3 mm. de diamètre dépassant à la partie inférieure, servent de guidage à l'aile.

L'aile sera construite à plat en une seule pièce, et le dièdre sera ensuite donné comme indiqué chapitre VI, page 51. Le longeron principal et le bord d'attaque seront renforcés au centre par une pièce découpée en forme dans du contre-plaqué 10/10.

Le recouvrement est également en papier japon fort.

Empennages. — Les empennages seront tout simplement découpés dans de la feuille de balsa dur 15 à 20/10^e d'épaisseur.

Respecter le sens du fil du bois, comme indiqué, deux petits renforts en 2×2, légèrement profilés seront fixés à la partie la plus large du plan horizontal. L'assemblage de ce dernier avec le plan vertical se fera par deux coins qui seront façonnés de manière à prolonger la partie supérieure du fuselage.

Le bordure sera utilement renforcée par une bandelette de soie collée sur tout le pourtour, ou mieux par un ruban de cellulose adhésive "Durex".

Réglage. — Etant construit exactement d'après le plan, l'inclinaison de la partie supérieure du fuselage donnera l'incidence nécessaire à l'aile, quelle que soit sa position.

Lester l'appareil de manière à ce que l'aile soit sensiblement à l'endroit indiqué.

Se reporter aux conseils du chapitre XIII pour le réglage du plané.

AVION N° 9.

Cet avion de lignes simples et de construction robuste sera le véritable appareil d'étude du modéliste.

De réalisation aisée, il pourra être facilement exécuté par ceux qui auront préalablement construit les modèles qui précèdent.

Aile. — L'aile est de forme rectangulaire avec bords marginaux légèrement arrondis. Envergure : 750 mm. Profondeur : 80 mm. 18 nervures balsa 15/10 — profil Clark Y — Bord d'attaque et bord de fuite constitués par une baguette ronde de tilleul 15/10. Longerons en balsa, hauteur constante : 10 mm. ; épaisseur : 15/10. Montage des nervures par encastrement à mi-hauteur. La flèche sera faite au cours de l'assemblage à plat. Le dièdre après séchage. Des renforts seront collés entre les 2 nervures centrales.

Sur le longeron et le bord de fuite deux pièces en corde à piano de 6/10 serviront de guide à l'aile, et de crochets d'attache des brides de fixation sur le fuselage.

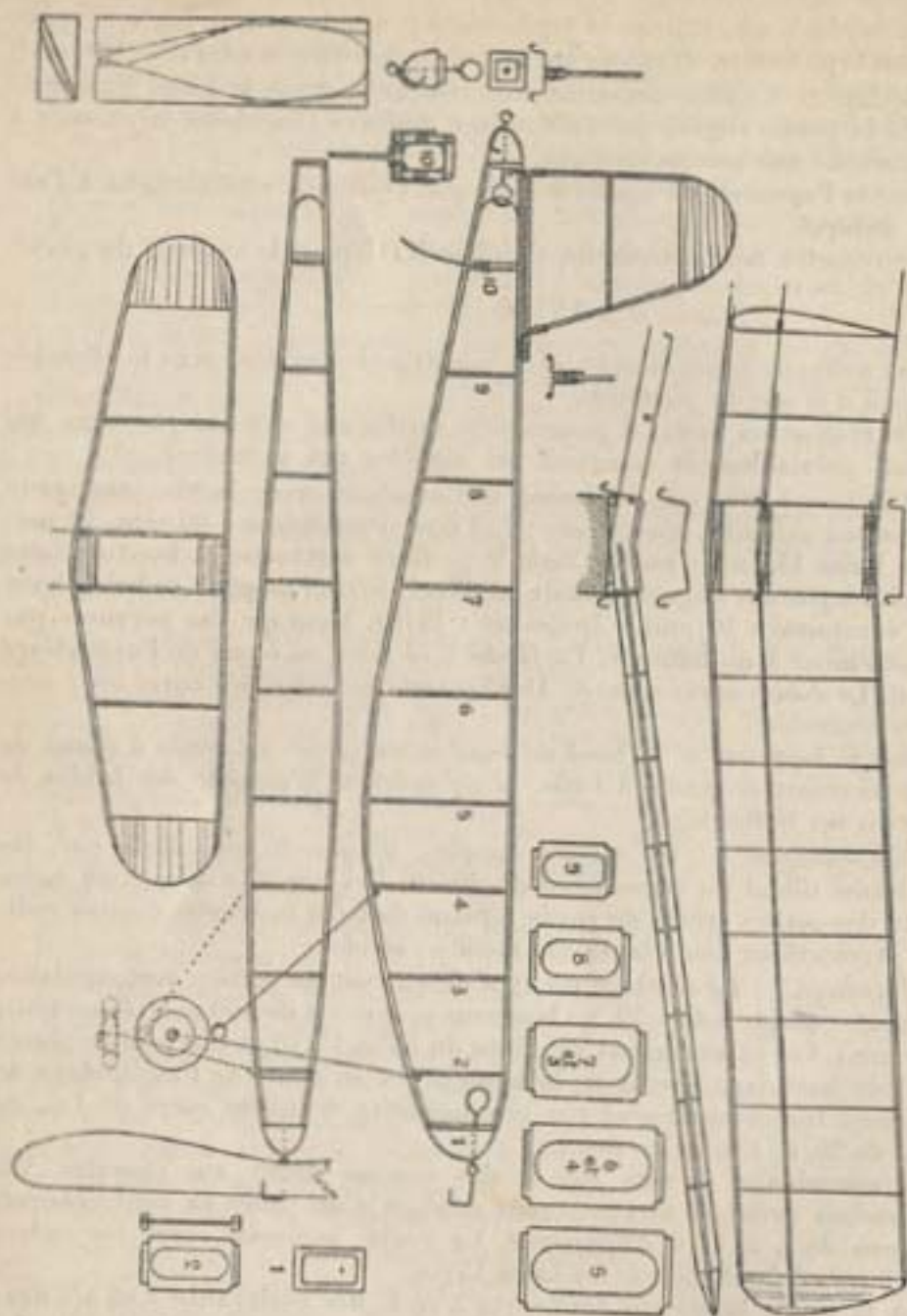
Empennages. — De formes simples, ils seront constitués par des baguettes tilleul ou sapin rond de 20/10. Les arrondis seront en balsa 15/10 des petites pièces en corde à piano de 6/10 façonnées comme indiqué permettront une adaptation facile et solide.

Fuselage. — Le fuselage du type fuseau est de section rectangulaire. Le maître couple a 40 x 70. Sa longueur propre est de 450 mm. (hors tout, 510 mm.). Les cadres seront pris dans du balsa 15/10. Avoir soin de placer le fil du bois dans le sens de la hauteur, et au cours de l'assemblage de renforcer transversalement par une baguette de tilleul carré de 1,5, ou rond de 20/10 fendue en deux.

L'assemblage se fera sur le dos comme décrit au chapitre VI. Les cadres avant et arrière seront doublés d'un cadre en contreplaqué, bouleau de 5 à 7/10 d'épaisseur. La partie comprise entre les cadres 1 et 2 sera caissonnée par du balsa 15/10.

A la partie inférieure des cadres 2 et 4, des petits tubes en alu ligaturés et collés à la cellulose recevront les jambes de l'atterrisseur. Le cadre 10 recevra la béquille. Sur les longerons supérieurs entre les cadres 9 et 10 seront fixés 2 tubes destinés à recevoir les broches du plan arrière.

Le recouvrement sera en soie avec 2 couches d'enduit.



AVION N° 9 (Echelle 1/4).

Pour se procurer le plan de ce modèle, grandeur d'exécution, voir page 120.

A la partie supérieure 2 réglettes guide en tilleul ou balsa 3×3 seront collées pour améliorer la pose de l'aile.

Atterrisseur. — Constitué par du fil acier 10 à 12/10, il est, comme on peut s'en rendre compte, de construction très simple, et surtout *sans soudure*. Les 2 jambes avant sont formées d'un seul fil, portant les 2 roues et passant dans le tube du cadre 2. Les jambes arrière fixées par un petit toron, sur la boucle inférieure des jambes avant, s'emboîtent dans les tubes du cadre 4, et sont maintenues par une petite bride en caoutchouc qui passe en dessous du fuselage. *Bien remarquer qu'elles se croisent.* (L'amateur inexpérimenté pourra commencer par réaliser le train en *fil de fer*, qui se travaille plus aisément que le fil d'acier — ce " faux train " lui servira de " patron " et lui permettra de déterminer aisément les longueurs exactes des différents éléments).

Nez avant. — Formé d'un morceau de bois demi-dur, peuplier ou tilleul, ou de pièces de balsa assemblées à contre fil et façonnées en forme. En perçant le passage de l'axe, bien respecter l'inclinaison indiquée.

Le crochet d'hélice en corde à piano 8 à 10/10 sera du modèle élémentaire, simplement recourbé, mais il pourra être remplacé par tout autre modèle suivant l'habileté du constructeur.

Pointe arrière. — Remarquer que le fuselage se termine par un cadre ouvert et une pointe arrière amovible. Cette pointe en bois semi-dur ou balsa comme le nez avant, porte le crochet fixe, qui dépassant à l'extérieur, formera un petit anneau. Cet anneau pourra servir à faire le *remontage du moteur par l'arrière* ou encore à *attacher* l'appareil pendant le remontage, si l'on a pas d'aide pour le tenir. Le remontage se faisant dans ce cas par l'avant.

Moteur. — Le moteur sera constitué par 10 à 12 brins de caoutchouc plat, $3,17 \times 0,8$. Longueur libre : 650.

Hélice. — Diamètre : 250 pas 4,5, si possible en balsa.

Le modéliste habile trouvera les dimensions du bloc sur le plan en grandeur.

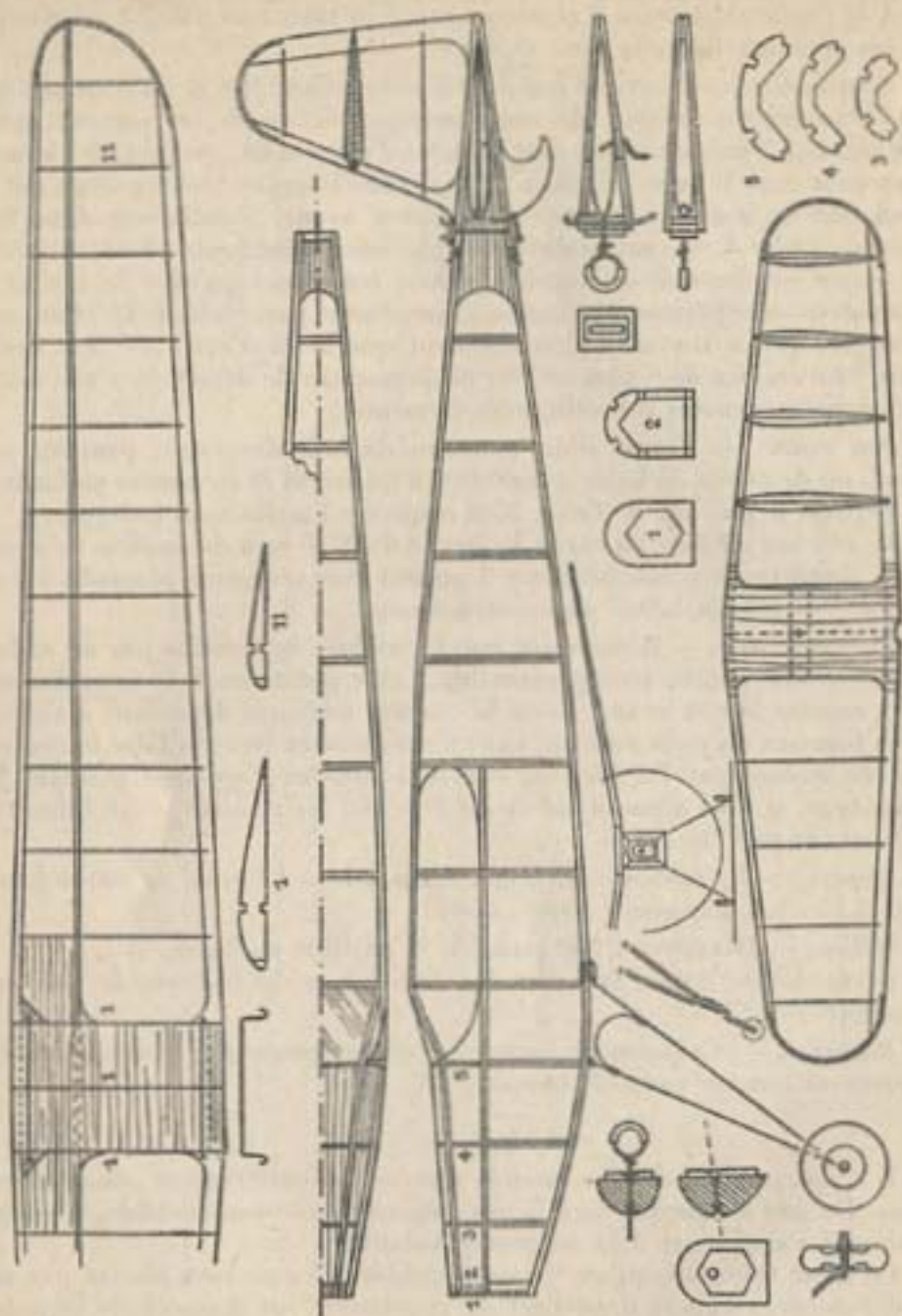
Réglages. — Commencer les essais, aile et empennages à plat et les poursuivre comme conseillé chapitre IX.

AVION N° 10

Il s'agit pour ce dernier modèle d'un avion entièrement construit en balsa. De par ses formes aux lignes élégantes, aile trapézoïdale, fuselage cabine, il s'apparente à la maquette volante.

Ce n'est toutefois qu'un " modèle volant " qui, bien réalisé par un modéliste déjà expert dans l'art de construire, lui donnera de grandes satisfactions à tous points de vue.

Aile. — L'aile de forme trapézoïdale, avec extrémités largement arrondies, a 1 mètre d'envergure.



AVION N° 10 (Echelle 1/4).

Pour se procurer le plan de ce modèle, grandeur d'exécution, voir page 120.

Les nervures en balsa 15/10 seront découpées par la méthode du bloc (Voir page 54, chapitre VI), c'est pourquoi il n'a été donné que le dessin grandeur de la première et de la dernière. Comme le profil est le Clark Y, il sera facile au constructeur de dessiner chacune d'entre elles s'il le désire.

Le bord d'attaque a une section dégressive du centre (8×4), à l'extrémité 5×4 , l'arrondi dégrossi avant assemblage, sera fini après, au moment du ponçage général de la membrure.

Le longeron est constitué par 2 baguettes de 3×3 superposées, réunies jusqu'à la nervure 6 par une plaquette verticale en balsa 10/10. Le bord de fuite triangulaire sera tiré d'une pièce de 8×3 .

Au moment de la mise en forme pour obtention du dièdre, la partie centrale sera recouverte en balsa 8 à 10/10 d'épaisseur.

Les pièces d'attache des brides, en corde à piano 6/10 seront posées, et collées à la cellulósique.

Les bords marginaux seront constitués par un bambou coudé de 15×15 . Après séchage parfait en forme, le recouvrement sera exécuté en soie.

Fuselage. — Le fuselage du type " Cabine " à 600 mm. de longueur propre. Les longerons et cadres sont en balsa dur de 3×3 . Il sera construit suivant la méthode " assemblage par traverses et entretoises " (chapitre VII), c'est-à-dire en commençant par les deux faces latérales qui seront ensuite réunies entre elles par les traverses.

Les cadres de la partie avant seront surmontés de cintres découpés dans du balsa 15/10 qui porteront les deux lisses qui viennent se raccorder à la partie supérieure du fuselage tout en formant cabine vitrée.

Le cadre avant, constitué par des pièces en balsa 5×3 et le cintre supérieur, sera renforcé par un plastron en contre-plaqué 5/10.

La pointe arrière sera construite avec le fuselage et ne sera séparée qu'après finition. Ne pas oublier à l'assemblage de poser le cadre en baguette 5×3 , les deux cadres en contre-plaqué 5/10, la plaquette de centrage et le cadre en balsa plein de 5 mm. au travers duquel passe la béquille.

Après pose des plaques en balsa 15/10, dans lesquelles seront ménagés les passages du plan fixe, la pointe sera détachée en coupant les 4 longerons entre les 2 cadres en contre-plaqué.

Les collages de cette partie ayant été fait " légers " seront renforcés. Ne pas oublier la pose des tubes pour le train d'atterrissage et des crochets d'attache des brides qui maintiendront la pointe arrière en place.

La partie arrondie à l'avant du fuselage sera recouverte avant entoilage d'une feuille de balsa 8/10^e. Le vitrage en celluloïd 5/10^e sera également collé avant le recouvrement qui sera fait en soie.

Empennages. — L'empennage vertical est solidaire de la pointe arrière. Bord d'attaque, bord de fuite et nervures sont en balsa ; ces der-

nières découpées dans du 15/10° ont un profil biconvexe symétrique.

L'arrondi est en bambou 15/10° carré. L'entoilage se fera en même temps que la pointe arrière. L'arrondi de raccord de la partie inférieure du plan vertical avec la section carrée de cette pointe, sera aisément obtenu en posant la soie sans la tendre. L'enduit se chargera de faire un raccord superbe. Après séchage, fendre la soie pour ouvrir le passage du plan horizontal et coller en rabattant à l'intérieur.

L'empennage horizontal de construction similaire à l'aile, ne présente aucune difficulté importante. Bord d'attaque, bord de fuite et nervures en balsa, arrondi en bambou. Partie centrale renforcée sur les deux faces par un recouvrement en balsa 8/10° après avoir introduit un bloc de 10 mm. de largeur contre lequel la nervure centrale s'arrête.

Au centre de ce bloc, un trou sera percé pour permettre à la partie arrière de la béquille, de s'y emboîter à la manière d'un verrou.

Une petite échancrure pratiquée dans le bord de fuite, empêchera les déplacements latéraux.

Train d'atterrissage. — La jambe avant qui reçoit les roues, est d'une seule pièce (12/10°) et passe dans le tube fixé sous le cadre 4. Une contre-fiche vient s'attacher par un toron — si possible soudé, au pied de chaque jambe, et s'emboîte dans un tube fixé sur le longeron inférieur. L'écartement est maintenu à la partie supérieure par un demi arc de cercle, en corde à piano 6/10° ligaturé par fil de cuivre, ou soudé.

Chaque jambe est entoillée double-face, l'écartement des deux tiges d'acier, étant maintenu à largeur voulue pendant le séchage. Par flexion on pourra déboîter le train et le replier. Les roues en balsa ou celluloid sont arrêtées par une rondelle pincée.

Nez. — Ce nez sera formé d'épaisseurs de balsa 3 mm. assemblées à contre-fil, la surface de pose sera en contreplaqué 5/10. Le passage de l'axe est incliné de 3 mm. vers le bas et de 1 mm. vers la droite. Le crochet avant en 10 ou 12/10° sera simple, comme indiqué, ou muni d'une roue libre.

Le crochet arrière sera bien ancré et collé dans le cadre avant de la pointe comme indiqué au dessin. Tous deux seront garnis d'un tube en caoutchouc.

Hélice. — L'hélice aura 300 mm. de diamètre, Pas 1,5- et sera en balsa. Elle pourra être taillée dans un bloc ayant 40 mm. de large et 26 d'épaisseur.

Moteur. — 10 ou 12 brins de gomme 3,17 ; épaisseur : 0,8 ; longueur libre : 650 mm.

CHAPITRE VIII

MISE AU POINT. — ESSAIS

Si vous n'avez personne pour vous conseiller, c'est-à-dire, si vous n'avez pas un camarade modéliste expérimenté, partez avec un seul aide, sans autre témoin.

Le public ne sert à rien, énerve le constructeur, et risque de le décourager par quelques réflexions désobligeantes.

Choix du terrain. — Le plus loin possible de toute agglomération, plat, sans arbre, ni arbustes... Si la perfection est difficile à trouver, retenir qu'il ne faut jamais se mettre à moins de 100 mètres d'un arbre isolé et d'un kilomètre d'un bois, à moins de se placer sous le vent, jamais près d'un hangar, d'un rideau d'arbres, ni en haut, ni au pied d'une butte de terre, car tous ces obstacles produisent des remous d'air extrêmement nuisibles.



Eviter également les mares et le voisinage des routes à " grand trafic ", les lignes à haute tension, etc...

Donc l'isolement le plus complet, et pour le tout premier essai, pas de vent, et comme sol, de l'herbe qui amortit merveilleusement les chutes.

Montage de l'appareil. — Assembler soigneusement et calmement tous les organes.

S'il s'agit d'un avion, bien lubrifier le moteur, ne pas le laisser traîner sur la terre, et mettre de suite tant qu'on y pense, une goutte d'huile sur la butée d'hélice.

Au contraire, s'il a tendance à piquer, placer cette cale à la partie inférieure du nez, mais procéder avec prudence, et en augmentant les cales de millimètre en millimètre et même par demi-millimètre.

Du fait de la réaction de l'hélice sur l'air (couple de renversement) l'appareil a tendance à s'incliner à gauche (l'hélice s'appuyant à droite) et à virer de ce côté.

Pour un lancé à la main, ce couple étant maximum, au départ, mais s'atténuant vite, le mal est minime, mais il n'en est pas de même au sol.

Pour y remédier, mettre sur le côté gauche du nez une cale qui inclinera l'axe d'hélice vers la droite, ce procédé est préférable à celui qui consiste à tourner le plan de dérive.



Si on employait une hélice avec pas à gauche, il faudrait évidemment faire l'inverse.

Une fois de plus mesurer l'épaisseur exacte des cales donnant le meilleur rendement, et sitôt rentré à la maison, et même sur le terrain, coller des cales définitives soigneusement taillées.

Réglage en puissance. — Remonter progressivement le moteur, en augmentant chaque fois d'une centaine de tours, s'il s'agit d'un écheveau pouvant en emmagasiner plusieurs centaines, et chaque fois corriger les cales, jusqu'au remontage maximum.

Si le moteur est trop puissant, l'appareil fait une chandelle, il se redresse parfois s'il est assez haut, et comme la pointe de puissance tombe assez rapidement, le vol se continue normalement, l'excès ayant permis un décollage vigoureux.

Si l'avion passe régulièrement sur le dos, et percute à la verticale... enlever une boucle de caoutchouc, ou augmenter légèrement l'angle d'inclinaison de l'axe d'hélice vers le bas.

Par contre si le modèle ne grimpe pas, et se contente de voler à quelques mètres du sol, moteur à bloc, aile reculée jusqu'à l'amorce de la perte de vitesse, cale d'inclinaison du nez posée, etc... ajouter 2 ou 4 brins.

Départ au sol. — Faire les essais sur un terrain identique à celui choisi

pour les essais à la main, mais se munir d'une piste (1 mètre de large sur 4 à 5 mètres de long) à moins qu'il n'existe une aire en terre battue ou ciment.

Placer l'appareil reposant sur ses roues et sa béquille, le moteur remonté aux $\frac{3}{4}$ seulement en tenant l'hélice d'une main (gauche) et le bout de l'aile de l'autre main.

Cette méthode est peut-être un peu plus difficile que celle qui consiste à tenir le fuselage de la seconde main, mais elle a l'avantage d'habituer le constructeur à ne pas pousser son appareil, chose interdite dans les concours, et d'autre part, en soutenant l'aile gauche, il empêchera l'appareil de s'engager de ce côté, toujours par suite du couple de renversement.

Il est évident que le décollage du sol est plus ardu que le départ à la main. Pour la mise au point, la poussée sera autorisée..., et pour cela tenir le fuselage, au lieu de l'aile.

Le départ " plein gaz " ne devra être tenté qu'après avoir acquis une certaine expérience.

Remontage du moteur. — On a lu dans les chapitres précédents, les soins à donner au caoutchouc, et le lubrifiant à employer pour augmenter le nombre de tours que peut emmagasiner le moteur.

Il a été dit, également, qu'il fallait remonter progressivement son écheveau, en augmentant chaque fois le nombre de tours, de 50 ou 100, et en répartissant de temps à autre le lubrifiant.

Tout cela est bon à répéter, et on retiendra aussi la méthode et les conseils suivants de remontage :

Faire tenir l'appareil par un aide, et cela d'une manière bien ferme, une main au cadre avant du fuselage, l'autre à l'arrière, le corps protégeant l'aile du vent s'il y en a, pour éviter qu'elle ne s'arrache, ou même se mette dans le sens du vent.

Etendre le moteur le plus possible, 4, 5 fois sa longueur, sans toutefois arracher le crochet arrière, et remonter progressivement tout en se rapprochant du fuselage, et en laissant toujours 5 à 6 cm. d'extension possible, pour arriver à quelques centimètres du fuselage quand il ne reste plus qu'une centaine de tours à mettre avant le nombre maximum atteint aux essais en chambre.

On aura ainsi un moteur avec des couches de nœuds parfaitement régulières, et on arrivera au maximum possible.

Ce maximum varie avec la qualité de la gomme employée — et les défauts et amorces de coupure qu'il faut toujours essayer de déceler avant de remonter à fond — c'est pourquoi il faut toujours examiner de près son moteur et ne pas hésiter à faire un nœud plutôt que de remonter un brin à demi-coupé. Mais attention, faire un nœud avec du caoutchouc lubrifié est impossible, aussi faut-il laver auparavant les éléments à joindre.

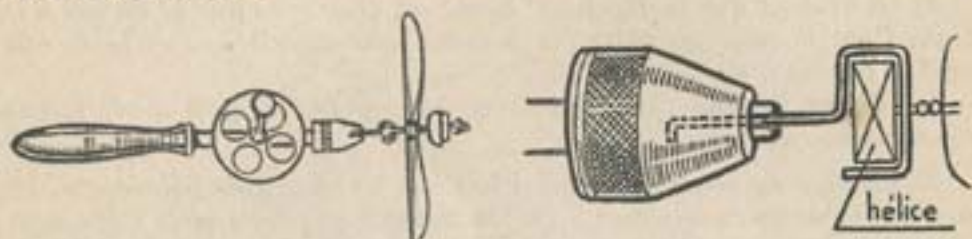
Ne jamais laisser un moteur remonté à fond pendant plus de quelques minutes, non seulement il soumet le fuselage à une compression formidable, mais il risque de perdre de sa nervosité.

Et suivant l'expression bien connue des modélistes, au premier craquement. " Un demi-tour en arrière ", s'il en est encore temps...

Pour remonter l'écheveau, le doigt est le procédé le plus simple mais le plus fatigant quand il s'agit d'emmagasiner quelques milliers de tours.

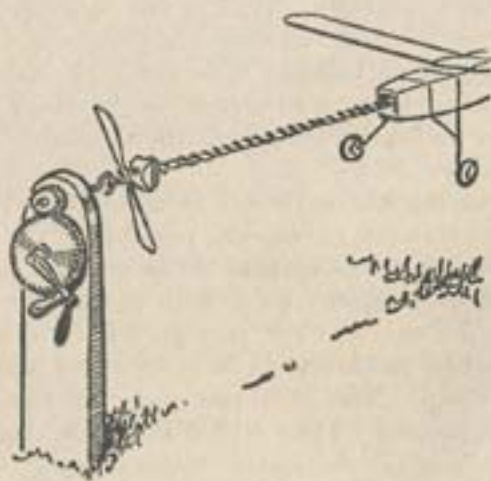
Signalons deux dispositifs :

La chignole. — Qui n'a qu'un inconvénient, c'est souvent d'avoir des pignons avec un rapport de multiplication extraordinaire aussi faut-il préparer un tableau de remontage d'avance pour être certain de ne pas se tromper.



Attention au crochet d'entraînement qui devra être replié derrière les mors du mandrin, afin de ne pas s'échapper au moment où la tension sera maximum, provoquant ainsi un accident aux doigts de l'aide, si ce n'est fracassant l'avant du fuselage !

Un procédé plus perfectionné consiste en un véritable remontoir avec pignons, de rapport normal, 1 à 10 par exemple monté sur potence, muni au besoin d'un compteur marquant les tours. Ce sera là un appareil de club. Avec lui c'est l'avion qui doit se rapprocher de l'hélice au cours du remontage.



S'il n'y a pas de compte tours à votre " remontoir " ne vous laissez pas distraire, par une question plus ou moins précise d'un admirateur, car, comme par hasard, vous oublierez le nombre exact auquel vous êtes arrêté et quand il restera — soi-disant — 100 tours à mettre, le moteur claquera, et cela fait un petit choc... au cœur... la première fois !

Lancement des planeurs. — Le planeur, lui, n'a pour se sustenter, que sa vitesse propre. Sa durée de vol est donc facteur de sa vitesse de descente, et par conséquent de sa finesse, de la hauteur à laquelle on pourra le larguer, ou encore des caprices, des ascendances thermiques, ou dynamiques qu'il rencontrera sur son chemin.

Sans entrer dans les détails de ces " influences " voici simplement les quatre méthodes de lancement des planeurs :

- a) A la main,
- b) Au sandow,
- c) Au cable-tiré,
- d) Au treuil.

a) *Lancement à la main.* — Tenu à hauteur d'homme, l'appareil est lancé légèrement incliné vers le sol, ou encore en un rond de bras on lui fait exécuter une boucle, de manière à ce qu'il se rétablisse à la plus grande hauteur possible, d'où il commencera son plané de descente.

Ce dernier procédé demande un certain entraînement et ne peut se pratiquer qu'avec des petits planeurs.

Le lancement direct ne donne en terrains plats que des vols de faible durée ou distance. Les modélistes allemands le pratiquent couramment pour le lancé d'appareils très grands : 2 m., 2 m. 50, 5 m. d'envergure, et lourdement chargés, 30 à 50 grammes au dm² en terrain montagneux.

b) *Lancement au sandow.* — Les appareils lourds peuvent être lancés au sandow court, constitué par quelques mètres de caoutchouc carré de 3 à 4 mm. de côté, tel celui employé dans les frondes.

Il suffit simplement d'en attacher une extrémité à un poteau, et l'autre au planeur.

On l'utilise aussi avec un berceau de glissement pour l'appareil, c'est en vérité une catapulte.

c) *Lancement au cable tiré.* — Le cable, est constitué par un fil de lin



pour les appareils jusqu'à 200 grammes, ou une légère ficelle au-dessus. La longueur de ce câble ne dépassera pas 200 mètres, mais est en réalité limitée par la surcharge que peut enlever l'appareil, non pas seulement en poids, mais par l'effort que le vent crée sur le fil.

La traction sera obtenue soit par le déplacement de l'aide qui court en maintenant l'extrémité, soit encore par la détente d'un fil de caoutchouc, N° 14-16 de 4 à 5 mètres, fixé à l'extrémité du câble et au point d'attache au sol.

d) *Lancement au treuil.* — Cette dernière méthode est celle qui permet de "monter" le planeur le plus haut possible.

Le câble fil de lin ou ficelle, s'enroule sur un treuil que tient et manœuvre l'opérateur. Un treuil est constitué par un tambour sur lequel s'enroule le câble et qui est entraîné par pignons et manivelle.



La science du lancement consiste à "sentir" l'appareil, à lui rendre du fil quand le vent mollit, à le tenir ferme quand il a tendance à se dégager, à le tirer "dur" quand le vent est plus fort, etc...

Ceux qui ont pratiqué le cerf-volant, acquerront vite ce sens, car en réalité, cette opération consiste à faire grimper le planeur le plus haut possible à la manière d'un cerf-volant avant de lui permettre de se décrocher.

Signalons que l'extrémité du câble devra être munie non seulement d'un anneau léger qui se mettra dans le crochet qui reste fixé à l'appareil, mais encore d'un flot de ruban de soie, blanc et rouge, qui permettra au chronométreur de vérifier le décrochage.

Rappelons que la position du crochet sur le patin, du planeur ainsi que sa forme ont une très grande influence, pour la tenue de l'appareil pendant le lancement.

Et maintenant, modélistes, que vous connaissez les grands principes qui régissent la construction des modèles réduits, que vous avez appris un certain nombre d'astuces, étudiez... construisez... mettez au point, et essayez de battre des records !

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre I.	<i>Historique</i>	5
Chapitre II.	<i>Définition des Modèles réduits</i>	9
Chapitre III.	<i>Notions Élémentaires.</i>	
	Principes de Mécanique	17
	Notions élémentaires sur le vol	21
Chapitre IV.	<i>Matériaux de construction</i>	31
Chapitre V.	<i>Outils</i>	41
Chapitre VI.	<i>Éléments et procédés de construction.</i>	
	Fuselage	44
	Aile	53
	Recouvrement	66
	Train d'atterrissage	71
	Moteur	77
	Helice	87
	Assemblage	91
Chapitre VII.	<i>Description d'appareils</i>	99
	Planeur N° 1	100
	— N° 2	101
	— N° 3	102
	— N° 4	103
	— N° 5	104
	— N° 6	105
	— N° 7	106
	— N° 8	108
	— N° 9	111
	— N° 10	113
Chapitre VIII.	<i>Mise au point et essais</i>	117

DES PLANS EN GRANDEUR D'EXECUTION

des modèles décrits dans cet ouvrage sous les numéros 8, 9 et 10 peuvent être fournis pour permettre au modeliste de construire exactement ces appareils. Ces plans très bien faits donnent tous les détails qui sont nécessaires pour exécuter soi-même un bon travail. Chaque plan pris à nos bureaux :

Prix : 5 Francs

Par poste : 1 franc en plus

Les expéditions se font contre commande accompagnée de timbres, mandat ou virement postal : Compte Chèque Postal Paris 1-152-72. Les envois peuvent être faits contre remboursement, frais à la charge du destinataire.

Achévé d'imprimer sur les presses de la
SOCIÉTÉ MODERNE D'IMPRESSIONS
35 rue Mazarine — PARIS

Prix : 12 Francs