

J.-M. CABANES
Ingénieur A. M. et E. S. T. Aé.

MANUEL DU
VOL SANS MOTEUR

LA
CONSTRUCTION
DES PLANEURS



ÉDITIONS I. SUSEP

MANUEL DU VOL SANS MOTEUR

Première Partie

LA CONSTRUCTION DES PLANEURS

TABLE DES MATIÈRES

TITRE	I. — Termes aérotechniques utilisés dans l'ouvrage.	
TITRE	II. — Les Matériaux de Construction.	
	Chapitre 1. — Généralités	15
	Chapitre 2. — Les Bois	16
	Chapitre 3. — Les Aciers	21
	Chapitre 4. — Les Alliages légers. Divers	22
TITRE	III. — Le Travail des Matériaux.	
	Chapitre 1. — Le travail des Bois	25
	Chapitre 2. — Le travail des Métaux	37
TITRE	IV. — La Construction des Eléments du Planeur.	
	Chapitre 1. — Les Ailes et les Empennages.	
	Art. 1 : Les Nervures	49
	Art. 2 : Les Longerons	54
	Art. 3 : Montage des Ailes	60
	Art. 4 : Caisson de Bord d'attaque	66
	Art. 5 : Freins de piqué	74
	Art. 6 : Montage des Empennages	76
	Chapitre 2. — Le Fuselage.	
	Art. 1 : Cadres de Fuselage	78
	Art. 2 : Poutres-Fuselages	79
	Art. 3 : Nez de Fuselage	80
	Art. 4 : Montage des Fuselages	82
	Chapitre 3. — Les Atterrisseurs	87
	Chapitre 4. — Les Commandes	90
TITRE	V. — Assemblage des Eléments entre eux.	
	Chapitre 1. — Fixation des Ailes au Fuselage	105
	Chapitre 2. — Fixation des Empennages et des Gouvernes	112
TITRE	VI. — Les Revêtements en Toile	
	Chapitre 1. — L'Entoilage des Ailes	119
	Chapitre 2. — Enduits. Vernis. Peintures	124
TITRE	VII. — Les Aménagements	129
TITRE	VIII. — Le Réglage	143
TITRE	IX. — Le Centrage	149
TITRE	X. — La Réparation	153
TITRE	XI. — L'Entretien - Le Stockage	155

AVANT-PROPOS

Au moment où les Sports Aériens vont prendre en FRANCE une place digne du passé aéronautique de notre pays et des grands hommes qui le bâtirent; au moment où la pratique des travaux manuels est réhabilitée dans nos écoles, cet ouvrage apporte les solutions du problème de la CONSTRUCTION des PLANEURS et de leur RÉPARATION, non seulement aux techniciens familiers des questions aéronautiques, mais aux " profanes " qui veulent se préparer à des situations aérotechniques et à tous ceux qui, conscients de leurs possibilités, veulent réaliser ou pouvoir réparer de leurs mains l'instrument du Sport le plus merveilleux et le plus complet.

Etant entendu, d'une part, que cet ouvrage s'adresse aux réalisateurs plutôt qu'aux chercheurs, et parmi ces réalisateurs plus spécialement à ceux dont les moyens restreints s'harmonisent à la CONSTRUCTION ARTISANALE, et, d'autre part, qu'il est plus facile d'extrapoler une méthode simple à un procédé industriel plutôt que d'analyser, en vue de la simplifier, une conception coûteuse, nous avons étudié, non pas toutes les solutions connues actuellement, mais seulement les plus caractéristiques, les plus simples, les plus logiques et les moins coûteuses.

Le plan était alors tout naturellement tracé puisqu'il suffisait de résoudre les difficultés au fur et à mesure de leur apparition. C'est pourquoi le texte est guidé par l'ordre logique d'une construction de prototype ou de petite série. Il nous a semblé cependant nécessaire de résumer en quelques pages les notions élémentaires sur les matériaux et les procédés d'usinage utilisés dans la construction des planeurs.

Enfin, les cours de technologie n'échappent pas à la sécheresse et parfois à la lourdeur de la terminologie des sciences appliquées et nous nous sommes efforcés d'expurger, quand elles n'étaient pas strictement nécessaires, les explications élémentaires, en les remplaçant par des illustrations nombreuses traitées avec le seul souci de la précision et du respect des proportions usuelles.

J. M. C.

G		Patin	87
Goujons	114	Pédale	90
Gousset	30	Peuplier	19
Gouttière	73	Peinture	124
Grisard	19	Pin d'Orégon	19
Guide câble	95	Plancher	133
Guignol	90	Plan de forme	82
H		Plan de montage des ailes	61
Hêtre	19	Plan fixe	114
I		Pont de nervure	53
Incidence	144	Porte de visite	129
L		Poulie fixe	95
Lamellaite	34	Poulie orientable	96
Lamelle	34	Poutre-fuselage	79
Lisse	64	R	
Longeron	54	Regards	129
M		Réglage	143
Madrier	56	Renvoi à sonnette	97
Manche à balai	90	Revêtement de bord d'attaque	68
Montage à blanc	79	Revêtements	119
Moules à nervure	49	Rotule	97
N		Roulure	17
Nervure	49	S	
Nez de fuselage	80	Semelles de longeron	56
O		Semelle de nervure	49
Oùls	38	Siège	132
Okoumé	19	Soudure autogène	45
P		Spruce	19
Palonnier	90	T	
Parachute	132	Tableau de bord	131
		Tendeur	43
		Train-rouleur	87
		Troupe d'anémomètre	138
		V	
		Variomètre	131
		Vernissage	124
		Volet-cache d'articulation	131



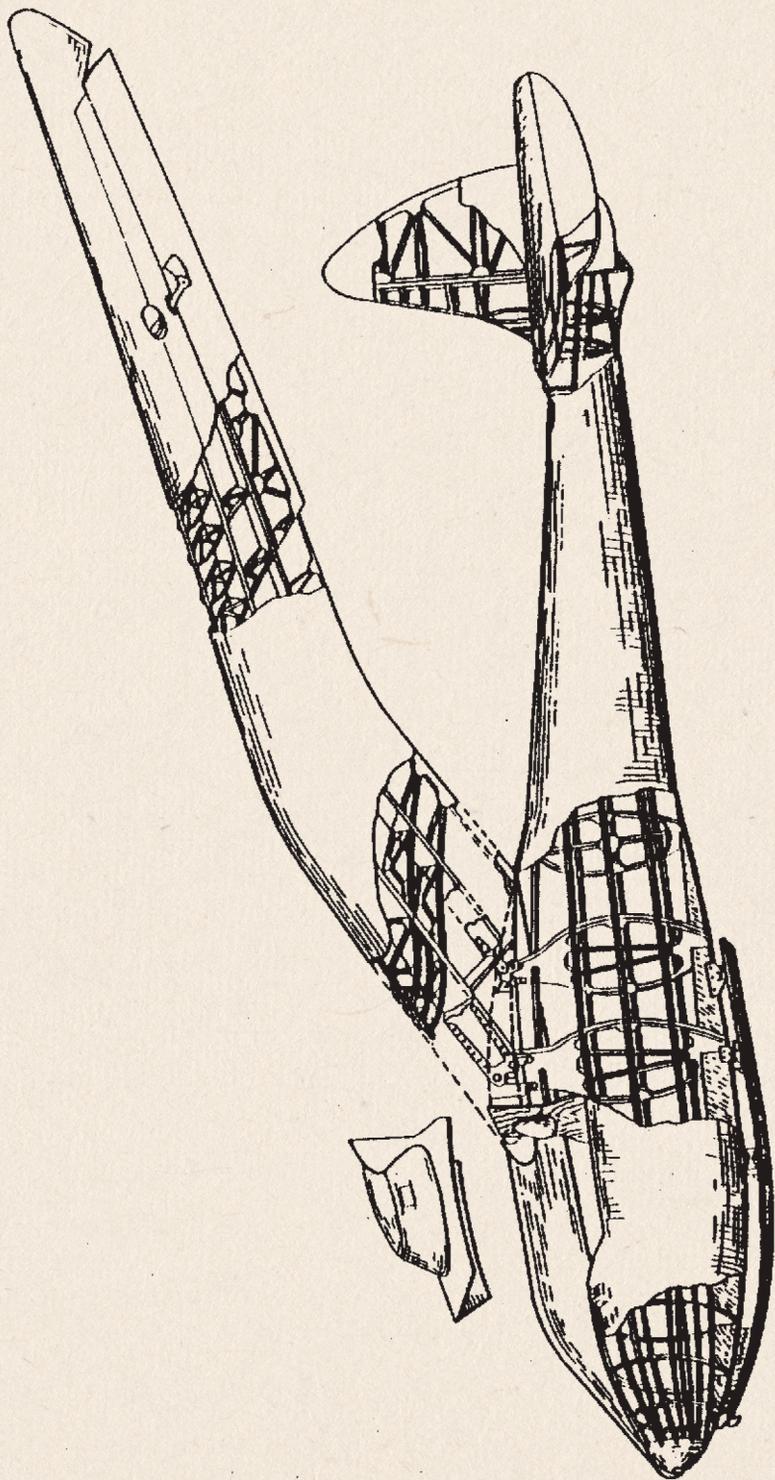


Fig. 1. — Appareil de performance.

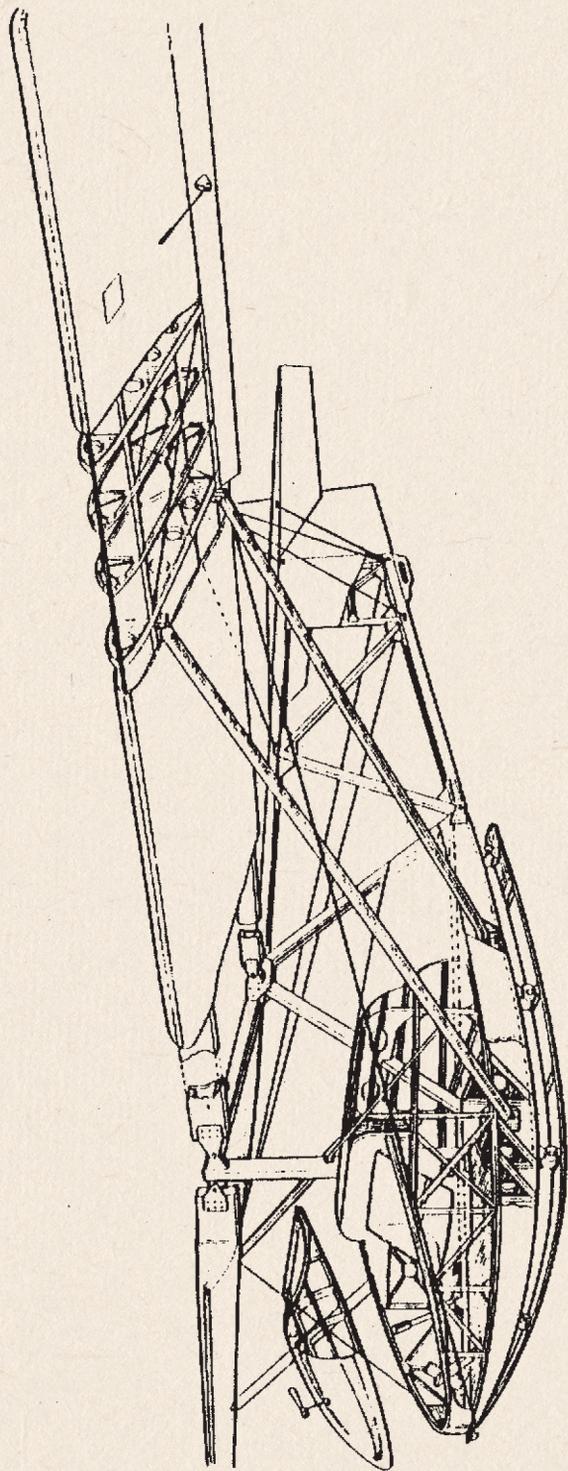


Fig. 2. — Appareil école.

TITRE II

LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Chapitre 1. — GÉNÉRALITÉS.

Chapitre 2. — LES BOIS.

Chapitre 3. — LES ACIERS.

Chapitre 4. — LES ALLIAGES LÉGERS. — DIVERS.

GÉNÉRALITÉS

Les matériaux utilisés dans la construction des planeurs doivent posséder les caractéristiques correspondant aux normes de l'Aéronautique, vérifiées par les services de contrôle de l'Aéronautique Civile (Bureau Véritas).

Tous les essais concernant les matériaux sont prévus dans ces normes. Les fabricants en garantissent les qualités et leurs caractéristiques sont cotées.

Les principaux matériaux utilisés dans la construction des planeurs sont :

- Les bois,
- Les aciers,
- Les alliages légers, les alliages divers,
- Les toiles de revêtement,
- Les colles, les enduits, les peintures.

Nous étudierons en particulier les bois, qui entrent pour la majeure partie dans la construction des planeurs.

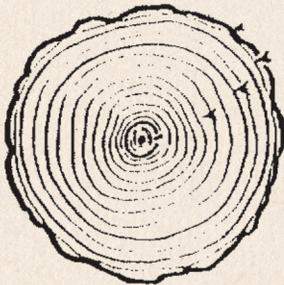


LES BOIS

STRUCTURE DES BOIS
 DÉFAUTS DES BOIS
 QUALITÉS MÉCANIQUES
 CONTREPLAQUÉ
 BOIS ET CONTREPLAQUÉS D'AVIATION

STRUCTURE DES BOIS

Le bois est composé de petits éléments, invisibles à l'œil nu, et appelés **cellules**. Les cellules sont essentiellement constituées par une membrane (cellulose) renfermant la matière vivante. Les cellules sont groupées en alignements visibles à l'œil nu. Une section transversale permet de distinguer :



a
b
c
d
e

- a) L'écorce morte ;
 b) L'écorce vivante ou liber ;
 c) L'aubier ou bois imparfait ;
 d) Le cœur ou bois parfait ;
 e) La moelle. (Dans les arbres adultes la moelle se dessèche et devient pulvérulente.)

Fig. 3. — Section transversale.

Les différents cercles ou **cernes** représentent l'accroissement annuel de l'arbre. Les cernes sont traversés par des alignements rectilignes de cellules, dirigés suivant le rayon de la section, et appelés **rayons médullaires**.

D'autres alignements, dans l'axe de l'arbre, constituent l'ossature résistante, ce sont les **fibres**. Les essences résineuses comportent en plus des cellules sécrétrices de résine appelées **canaux sécréteurs**. Dans les essences feuillues, de nouveaux alignements dans l'axe de l'arbre forment les **vaisseaux conducteurs de sève**.

Les **nœuds** proviennent des branches. Le nœud est vivant si la branche est vivante, il est mort si la branche est morte (« bouchons » des essences résineuses). Les œils de perdrix sont de tous petits nœuds (5^{mm} de diamètre) qui ne nuisent pas à la résistance du bois. Généralement, les nœuds forment des solutions de continuité de la résistance et, de ce fait, sont à rejeter dans la construction des planeurs.

La **fibre torse** caractérise un bois dont les fibres sont non parallèles. Un bois à fibre torse est inutilisable parce qu'il est impossible de le travailler.

Les **roulures** sont des décollements des couches d'accroissement. Elles se traduisent par des fentes dans les branches débitées. Dans les essences résineuses, ces fentes sont remplies de résine. Les bois ainsi avariés sont à rejeter.

Les bois ont parfois des défauts provenant d'anciennes blessures. Enfin ils sont sujets à des **maladies parasitaires**, qui occasionnent des pourritures. Exemple : pourriture blanche du hêtre, pourriture rousse du spruce, pourriture grise du hêtre, bleu des résineux (cette dernière moisissure ayant comme particularité de ne pas diminuer sensiblement les qualités du bois). Les vers peuvent aussi les attaquer, mais leur action visible est, par conséquent, assez facile à éviter.



Fig. 4. — Défauts des bois.
Nœuds. Roulures Bois sain.
et poches de résine.

QUALITÉS MÉCANIQUES

Les bois sont essentiellement **anisotropes** et **hygroscopiques**, c'est-à-dire que leurs qualités mécaniques varient suivant le sens des efforts considéré par rapport au sens des fibres et suivant leur degré d'humidité.

Les bois d'aviation ont une humidité comprise entre 10 et 15% en poids. D'une manière générale, le bois résiste beaucoup mieux aux efforts exercés dans le sens des fibres que dans tout autre sens.

D'autre part, il résiste beaucoup mieux aux efforts de traction qu'aux efforts de compression (trois fois plus environ). Le tableau ci-après résume les qualités mécaniques des bois d'aviation d'après les normes de l'Aéronautique.

CONTREPLAQUÉS.

Les bois sont fréquemment utilisés sous forme de contreplaqués obtenus en collant plusieurs feuillets de faible épaisseur appelés **plis**. Les plis sont en nombre impair, les fibres extérieures sont toujours parallèles, les fibres adjacentes sont toujours croisées.

Le contreplaqué présente les avantages suivants : suppression du fendage, suppression des retraits, répartition des résistances axiales suivant les divers sens d'orientation des fibres.

On divise les contreplaqués en catégories : **contreplaqué souple** (catégorie A) formé de trois plis égaux croisés à 90° et utilisé pour tous les usages et, en particulier, pour les revêtements ; **contreplaqué raide** (catégorie B) à trois plis inégaux (l'âme centrale a une épaisseur 1,5 fois plus forte environ que celle des plis extérieurs) utilisé pour les goussets, les âmes, les renforcements, etc. ; le **contreplaqué isotrope** (catégorie C) à cinq plis ou plus, utilisé pour les planches de bord, planchers, renforcement divers.

Les contreplaqués sont désignés par :

- 1° La marque du fabricant ;
- 2° L'abréviation Ctp. ;
- 3° Le nom de l'essence en toutes lettres ;
- 4° L'épaisseur en millimètres ;
- 5° La catégorie désignée par une lettre (A, B ou C) ;
- 6° Un chiffre arabe donnant le nombre de plis ;
- 7° Deux chiffres arabes donnant l'angle de croisement des fibres ;
- 8° Un groupe de lettres désignant la colle utilisée : Caséine (Ca), fibrine (Fi) ou albumine de sang, bakélite (Bk) liquide au moment de l'emploi, bakélite en film (Bkf), urée-formol ou caurite (Uf).

Exemple : Ctp. Okoumé 3,2 A 3 90 Ca. signifie contreplaqué Okoumé de 32/10 de millimètre, à trois plis égaux croisés à 90°, collés à la caséine.

Les contreplaqués ont souvent une surface lisse et une surface plus rugueuse qui sert aux collages.

BOIS ET CONTREPLAQUÉS D'AVIATION

Les bois sont classés d'après leur essence, leur poids et leur dureté.

Résineux.

Légers : Sapin, Epicéa, Spruce ;

Mi-lourds : Pin d'Orégon, Pin Sylvestre.

Feuillus.

Tendres : Peuplier, Grisard, Okoumé, Balsa ;

Mi-tendre : Bouleau, Tulipier ;

Mi-dur : Frêne, Hêtre.

Sapin. commerce livre aussi bien le Sapin blanc que *Épicéa*. Ils sont surtout utilisés pour la construction des cales d'encoignures, des montants de cadre et des semelles de nervures.

Spruce. Pin d'Orégon. A fibres très parallèles; généralement assez colorés. Ils sont utilisés pour la confection des semelles de longeron et de nervures, des poutres-fuselages, des couples de fuselage.

Peuplier. La variété commune en France est le **Grisard**. Le peuplier se travaille très bien, surtout quand il est sec. Il est léger (0,450), se mâche et se déforme sous les chocs sans se rompre. Il n'est pas sujet aux vermoulures; par contre, il pourrit très rapidement à l'humidité. Il est de plus en plus utilisé dans la construction des planeurs: sous forme de liteaux ou baguettes (nervures), sous forme de bois plein (cales de remplissage, entretoises), sous forme de contreplaqué (goussets, revêtements à faible résistance).

Okoumé ou acajou du Gabon. Il est léger, peu teinté, presque toujours sans nœud. Il est utilisé exclusivement sous forme de contreplaqué (tous emplois).

Balsa. Bois de l'Amérique Centrale, de densité très faible (0,1 à 0,2). Son extraordinaire légèreté et sa faible résistance le font utiliser uniquement sous forme massive (cales de remplissage, raccordements); on peut le durcir extérieurement par enduisage de colle à la caséine (nez de fuselage).

Bouleau. Bois à aubier et cœur confondus, d'un grain peu serré. Il se travaille facilement et sert à confectionner des contreplaqués d'aviation. C'est le meilleur contreplaqué de revêtement à haute résistance.

Frêne. Bois droit fil à grain grossier. C'est le plus flexible et le plus tenace de nos bois indigènes. On utilise surtout ses qualités de flexibilité (patin d'atterrisseur, cales flexibles).

Hêtre. Bois dur à grain assez fin. Il se travaille bien. Sous l'action de l'humidité, il se déforme constamment. On dit qu'il est « tortillard ». Il ne peut être utilisé que sous forme de cales massives contre-collées, cales de renforcement, ou sous forme de contreplaqué.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des bois les plus utilisés dans l'aviation (1).

CATÉ- GORIES	ESSENCES	DENSITÉ	RESISTANCE unitaire minimum de compression axiale à 15% d'humidité hpz	COTES		RESILIENCE		FLEXION DYNAMIQUE	
				Stationne de compression $\frac{C_{15}}{100 D_{15}}$	Spécifique de compression $\frac{C_{15}}{100 D_{15}}$	Totale minimum W joules	Cote dynamique minimum $\frac{K}{D_2}$	Fatigue unitaire minimum hpz	Réaction dynamique minimum sur appui (min. 0,616)
Résineux	Épicéa	0.420	335	8	19	12.0	1.1	1.000	111
	Spruce	0.432	345	—	18,5	13,5	1.2	1.000	111
	Sapin blanc	0.445	355	—	18	12,5	1.0	1.000	111
	Pin d'Oregon	0.500	400	—	16	14,0	0.9	1.200	133
	Pin Sylvestre	0.500	400	7,5	15	14,0	1,0	1.200	133
Feuillus tendres	Balsa	0.125	85	7	40	2,0	2,0	200	18
	Tilleul	0.333	230	—	21	7,5	1,2	800	89
	Okoumé	0.375	265	—	18,5	8,0	1,0	900	100
	Peuplier	0.436	305	—	16	11,0	1,0	900	100
	Grisard	0.450	315	—	15,5	14,0	1,2	900	100
Acajou d'Afrique	0.482	335	—	14,5	13,0	1,0	1.000	111	
Feuillus durs	Bouleau	0.582	405	7	12,0	19,5	1,0	1.200	133
	Hêtre	0.642	420	6,5	10,5	21,5	0,9	1.200	133
	Platané	0.650	425	—	10,0	24,0	1,0	1.200	133
	Frêne	0.685	445	—	9,5	24,0	0,9	1.400	156

(1) La spécification des essais et la définition des caractéristiques cotées des bois sont données par la norme Air-9395.

LES ACIERS

Dans la construction des planeurs, les aciers sont principalement utilisés sous forme de tôles, de fils d'acier à haute résistance, de câbles et de tubes. On les utilise rarement sous forme massive, l'usinage demandant un outillage trop important (seulement pour les axes d'articulations).

Les différents aciers sont catalogués dans l'Aéronautique suivant leur composition. Ils sont numérotés. Les aciers numérotés de 10 à 16 ne renferment que du fer et du carbone (acier ordinaire). Les aciers numérotés de 21 à 23 renferment en plus du nickel, de 31 à 36 du nickel et du chrome, au-dessus des constituants divers (aciers spéciaux parfois utilisés pour la fabrication d'axes à haute résistance traitées). Les aciers soudables sont les aciers à faible teneur en carbone (acier 12 principalement).

Dans la première catégorie, on utilise principalement les tôles en acier doux soudable pour la confection des ferrures en tôle soudée, les axes et les tubes en acier mi-dur. Ces deux aciers s'utilisent sans traitement thermique (le fabricant les livre déjà traités). Les tôles ne doivent pas être rouillées et elles sont exemptes de pailles, fentes, criques, gerçures et autres défauts qui les font éliminer d'office de tous les emplois aérotechniques. On peut vérifier la bonne qualité d'une tôle en la repliant à bloc sur elle-même, puis en la dépliant. Il ne doit se produire aucune crique à l'endroit du pli. Après martelage, la tôle s'écroute et durcit rapidement. Il faut la recuire pour lui redonner sa ductilité et sa malléabilité. Le recuit se fait à la température de 760° (rouge cerise) suivi d'un refroidissement lent à l'abri de l'air (sous une couche de cendre par exemple).

Les fils d'acier à haute résistance ou **cordes à piano** proviennent d'aciers de première qualité, à haute résistance, traités. On ne doit les chauffer sous aucun prétexte sous peine de détruire le traitement et les caractéristiques. Entre 1 et 6^{m/m} de diamètre, leur dimension varie de 0,5 en 0,5^{m/m}. La construction des planeurs utilise les dimensions comprises entre 1 et 3^{m/m}.

Les **câbles** ont une âme en chanvre ou en acier et sont utilisés pour les commandes (2^{m/5} à 3^{m/5} de diamètre). La résistance est environ de 18 kilogs par gramme au mètre.

ALLIAGES LÉGERS – DIVERS

Le principal de tous les alliages légers utilisés est le **duralumin**.

C'est un alliage d'aluminium et de cuivre (4%). Sa résistance à la rupture est la même que celle de l'acier doux. Mais il est insoudable (la soudure lui faire perdre toutes ses qualités mécaniques).

Quand on le travaille, il s'érouit rapidement et on doit fréquemment le recuire à la température de 110 à 120°. On contrôle le recuit par le noircissement du savon de Marseille (on peut chauffer la pièce à recuire à la lampe à souder, la température est atteinte quand des traces de savon de Marseille sur la pièce noircissent).

Les rivets de duralumin sont recuits de la même façon.

L'emploi de cet alliage se limite à la fabrication des pièces embouties ou tournées à faible résistance (nez de fuselage, supports de poulies, poulies) et à l'utilisation des mâts torpédés ou des tubes ronds de biellette de commande.

Les **fils de laiton** de 8 à 10/10 de diamètre, parfaitement recuits, sont utilisés pour la confection des ligatures ou le freinage des tendeurs. On vérifie qu'ils sont parfaitement recuits par pliage alternés.



TITRE III

LE TRAVAIL DES MATÉRIAUX

Chapitre 1. - LE TRAVAIL DES BOIS.

Chapitre 2. -- LE TRAVAIL DES MÉTAUX.

LE TRAVAIL DES BOIS

OUTILLAGE

SERRE-JOINTS. PRESSES

TRAVAIL AUX MACHINES-OUTILS

COLLAGES

DIFFÉRENTS ASSEMBLAGES ET COLLAGES

CINTRAGE

PONÇAGE

OUTILLAGE

Un établi de menuiserie complet (masse, valet, etc.) ;

Un riflard ;

Une varlope ;

Un rabot ;

Un rabot à fer bretté ;

Un petit rabot « américain » (petit rabot métallique) ;

Une scie ordinaire de menuisier ;

Une scie à découper ;

Une scie égoïne ;

Une scie Sterling ;

Un ciseau, un bédane, quelques gouges ;

Une râpe à bois 1/2 ronde ;

Des emporte-pièces de gros diamètre ;

Un tournevis ;

Des poinçons de diamètres variés ;

Un petit marteau ;

Un compas à découper ;

Des serre-joints de toutes tailles et de toutes espèces en grand nombre ;

Le lébitage des bois peut aussi exiger un travail de quelques heures aux machines-outils suivantes :

- Scie mécanique ;
- Scie circulaire ;
- Toupie ;
- Raboteuse, dégauchisseuse.

SERRE-JOINTS. PRESSES

La construction des planeurs exige un très grand nombre de serre-joints ou de presses.

Il est intéressant d'en posséder de tous types, tant le travail du collage peut être varié. Cependant, il n'est pas recommandé d'utiliser des serre-joints en bois parce qu'ils sont très encombrants et d'un emploi peu commode (fig. 5).

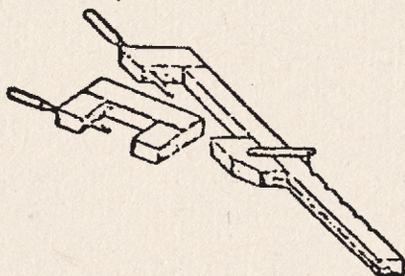


Fig. 5. — Serre-joints en bois.

Par contre, les presses métalliques (fig. 6) permettent presque tous les travaux.

On peut aussi confectionner à peu de frais de petits serre-joints qui peuvent se loger dans les enchevêtrements des constructions.

La figure 7 en donne un exemple (feuillard de 4 x 30), écrou soudé à l'autogène, boulon D-8 avec oreille rapportée par soudure.

La tête à oreille permet de limiter l'effort de serrage qui ne doit pas provoquer l'écrasement du bois.

La figure 8 montre les merveilleux crochets de serrage pour goussets ou petites cales, confectionnés en corde à piano de 2^m/₅ à 3^m/₅ de diamètre suivant leur ouverture.

La confection de ces crochets est très facile et demande seulement quelques essais préliminaires. La pointe d'extrémité est obtenue en sectionnant en biais la corde à piano, avec une pince coupante (1).

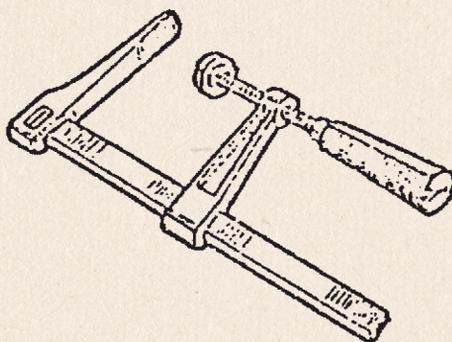


Fig. 6 — Presse métallique.

(1) La pose des crochets de serrage se fait au moyen d'une pince à tétons qu'il est aussi très facile de confectionner avec de la tôle de 4 mm. et 2 goujons rivés. L'axe est

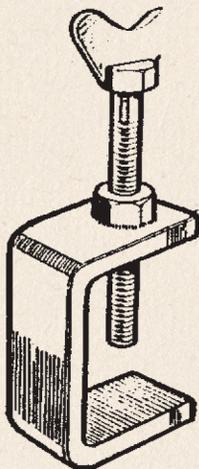


Fig. 7. — Serre-joint.

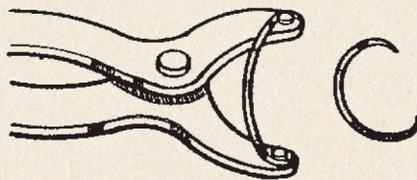


Fig. 8. — Crochet de serrage.

Les travaux spéciaux peuvent aussi nécessiter l'achat ou la confection d'outillages spéciaux comme des pinces simples ou doubles (voir fig. 111 et 112).

TRAVAIL AUX MACHINES OUTILS

Il exige certaines précautions par suite des faibles dimensions à débiter.

Tous les collages sont facilités par des surfaces rugueuses et on a intérêt à débiter les bois à la scie, directement aux dimensions d'utilisation. Pour limiter les déchets, il faut donc utiliser tous les dispositifs qui facilitent les travaux.

Le débit des grosses sections se fait à la scie à ruban avec un guide de sciage (fig. 9). Pour des sections plus faibles, il est préférable d'utiliser les scies circulaires dont le travail donne des surfaces remarquables pour le collage et des dimensions très régulières.

Les petites scies circulaires peuvent être utilisées pour l'obtention directe des petits liteaux.

Tous les ateliers ne disposent pas d'une

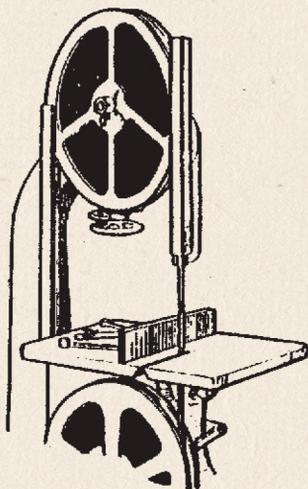


Fig. 9. — Scie à ruban avec guide.

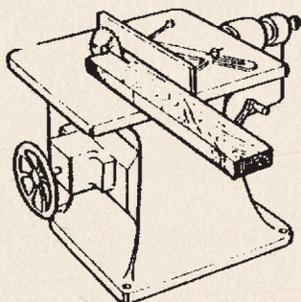


Fig. 10. — Travail à la scie circulaire.

telle scie. Par contre, la toupie est une machine outil très répandue qui peut rendre les mêmes services.

On peut équiper la toupie avec une ou plusieurs petites scies circulaires et débiter ainsi les bois de petites dimensions (fig. 11 et 12).

Ce système peut donner des surfaces trop lissées pour le collage par suite de la grande vitesse de rotation.

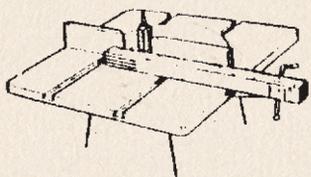


Fig. 11. — Travail à la toupie.

On peut alors jouer sur le nombre des dents de scies, la surface étant d'autant plus rugueuse que ce nombre est plus faiblement. Il faut presque toujours améliorer les surfaces de collage en les passant au **rabot à bretter** (sens diagonal et sens perpendiculaire aux fibres).

Dans toutes les opérations de débit des bois, l'opérateur doit vérifier constamment la valeur de ses sciages ; en particulier l'**équerrage des faces** doit être vérifié d'abord sur une pièce d'essai, ensuite, périodiquement, sur les bois débités.

Les contreplaqués d'épaisseur inférieure à 2^m sont faciles à découper avec l'angle d'un ciseau bien affûté ou au tranchet. Les épaisseurs supérieures sont débitées à la scie. Les goussets et les trous d'allègement sont obtenus très rapidement à l'**emporte-pièce** ou au **compas à découper**.

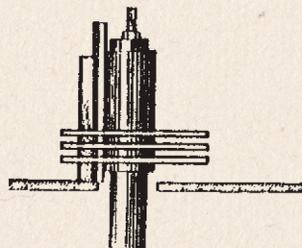


Fig. 12. — Montage des scies sur toupie.

COLLAGES

Le collage est le seul procédé utilisé pour fixer entre elles deux pièces de bois. De l'exécution des collages dépend la solidité de l'ensemble, aussi **doit-on considérer que c'est là le point essentiel de la construction**.

Un collage doit être d'autant plus soigné qu'il est souvent impossible de vérifier sa solidité. C'est pourquoi il est recommandé de s'exercer au préalable sur des échantillons avec lesquels il est possible de faire des essais de résistance.

La colle utilisée actuellement est la colle à froid à base de caséine (colle « Certus »). Sa préparation exige les précautions suivantes :

a) Choisir un récipient de faible capacité (un verre ordinaire par exemple) assez profond pour que la colle n'ait pas une grande surface d'évaporation et de forme cylindrique pour éviter que la poudre ne s'agglomère dans un angle et échappe au brassage. Ce récipient ne doit être **ni en cuivre ni en étain**. Le verre est facile à nettoyer, mais fragile. Les récipients en caoutchouc, que l'on peut retourner pour le nettoyage, sont les mieux adaptés à la préparation de ces colles ;

b) Le collage des bois tendres (peuplier, okoumé) nécessite une colle moins épaisse que le collage des bois plus durs (sapin, frêne, chêne, etc.). Une bonne colle moyenne, utilisable dans tous les cas, est obtenue en mélangeant le même volume de poudre non tassée et d'eau (500 grammes de colle pour un litre d'eau). On commence par verser toute l'eau neces-

saire, puis le rendre en délayant au fur et à mesure avec une latte de bois. La poudre est d'abord difficilement « mouillée » et on obtient une pâte granuleuse qui « ne coule pas ». L'hiver, on doit utiliser de préférence de l'eau tiède (30°).

On laisse reposer 5 à 10 minutes sans ajouter d'eau. La colle se transforme d'elle-même et devient fluide et onctueuse comme une huile épaisse. Pendant ce temps de préparation elle doit dégager une forte odeur ammoniacale. On peut alors l'utiliser. (Si la colle ne sent pas, c'est qu'elle est « éventée ». On évite cette détérioration en conservant la colle dans des récipients hermétiquement clos stockés dans des lieux très secs.)

Tous les collages doivent se faire sous pression.

Cette pression (10 kg/cm²) est exercée à l'aide de presses ou de pointes.

Dans le premier cas, on répartit la pression en utilisant des cales rigides interposées entre les presses et les éléments à coller (fig. 13).

Le collage des panneaux de grandes dimensions ne permet pas l'utilisation de presses suffisamment rapprochées. On utilise parfois, dans ce cas, des cales de bois dur (frêne), légèrement bombées, serrées à chaque extrémité par deux presses. Sous l'effort de serrage, les cales fléchissent et s'appliquent sur toute leur longueur, répartissant ainsi la pression. On interpose entre la cale et le panneau un carton ou un papier paraffiné (fig. 14).

L'utilisation des presses n'est pas toujours possible, soit qu'on n'ait pas la place de les poser, soit que la ligne de collage soit

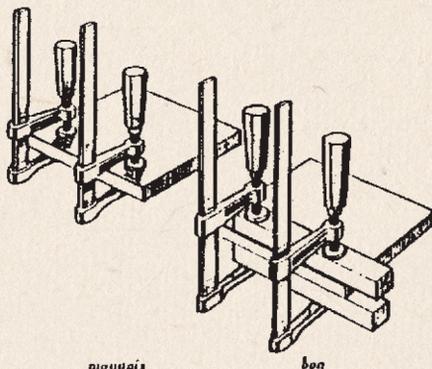


Fig. 13. — Collages sous presses.

trop sinuense. On a recours alors aux baguettes à clous.

La baguette à clous est généralement en peuplier de 5 × 20 ou en languette de contreplaqué de 20/10 et de 30^{mm} de largeur, plantées de clous tous les 15^{mm} environ. On prépare une certaine quantité de baguettes que l'on coupe à longueur au moment voulu. La figure 15 montre la pose d'une baguette à clous. Pour que le collage soit correct, il faut que la colle jaillisse des jointures.

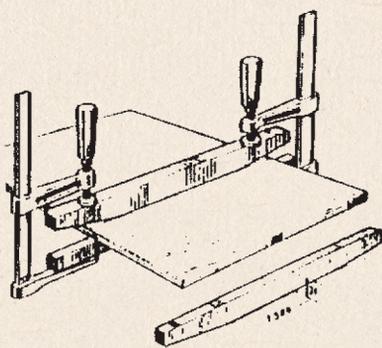


Fig. 14. — Collage de grandes surfaces.

après séchage, on enlève la bande et les clous. Les bords sont refoulés et la baguette peut alors resserrir.

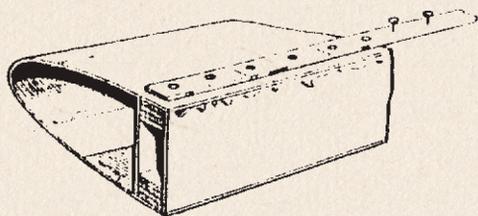


Fig. 15. — Pose d'une baguette à clous.

La figure 16 montre un tel collage appliqué à un gousset de nervure. Ce moyen de serrage doit cependant être utilisé le moins souvent possible.

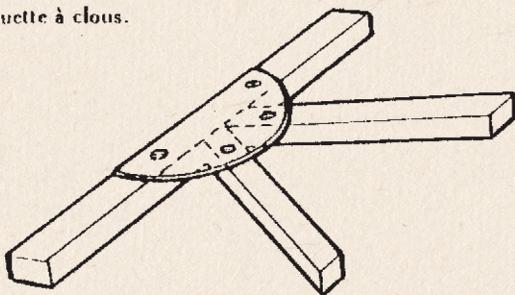


Fig. 16. — Collage des goussets.

Préparation des bois.

Les faces en contact doivent être parfaitement dressées et on ne doit pas compter sur la pression des serre-joints pour rattraper une erreur. Dans ce cas, en effet, la pression de serrage provoque une flexion des pièces en contact et l'apparition de tensions internes qui diminuent la résistance de l'ensemble.

Les surfaces à coller sont brettées. Si elles ont été ponçées avant collage, il faut enlever soigneusement la poussière du ponçage au plumeau, puis passer le rabot à bretter.

Exécution du collage.

La colle est étendue au moyen d'une latte ou d'un pinceau en crin végétal sur une des parties à coller. On met provisoirement les deux pièces en contact puis on les écarte et on repasse sur la deuxième pièce, une légère couche de colle, en particulier là où la colle de la première pièce n'a pas souillé la deuxième. Attendre une minute environ, puis remettre les deux pièces en contact et serrer progressivement par presses ou baguettes à clous. La colle doit jaillir hors des jointures et former une bavure continue, sinon elle est en quantité insuffisante. L'excès de colle est aussi un défaut car il augmente localement le degré d'humidité du bois, ce qui peut entraîner des déformations ou des fendages au séchage.

Par temps normal (15°) on peut enlever les presses au bout de six heures et les baguettes à clous après dix heures. La durée de séchage total est de vingt-quatre heures. Le durcissement de la bavure est un moyen de con-

trôle du séchage. On ne doit, en aucun cas, utiliser une colle préparée plus de quatre heures à l'avance. En été, ou dans un atelier surchauffé, la colle ne peut être utilisée que pendant les deux heures qui suivent sa préparation. Il est préférable de préparer très peu de colle, et de la renouveler fréquemment. Il faut, entre chaque préparation, nettoyer complètement, à l'eau courante, le récipient qui a déjà servi et enlever toute trace de vieille colle.

La colle « Certus » provoque un fort retrait des surfaces à encoller ; aussi est-il préférable de préparer tous les collages et de les effectuer simultanément, les pièces collées étant maintenues sur un chantier de collage dans leur position relative par des serre-joints. Ce procédé diminue au maximum les déformations dues au retrait de la colle.

DIFFÉRENTS ASSEMBLAGES ET COLLAGES

Chaque fois que l'on veut effectuer un collage, on doit penser que le bois est un corps essentiellement « anisotrope », c'est-à-dire que ses caractéristiques mécaniques varient suivant le sens des efforts par rapport au sens des fibres.

On ne doit jamais coller les bois en bout (fig. 17 a). Quand il est impossible de prévoir un autre mode de collage, on doit renforcer l'assemblage par un gousset (voir plus loin).

Le collage par recouvrement (fig. 17 b) n'est pas utilisé malgré sa résistance, parce qu'il provoque une variation de section et diminue la souplesse de l'ensemble. L'assemblage à enture (fig. 17 c) est communément employé. L'enture doit avoir une longueur égale à 15 à 20 fois l'épaisseur à coller.

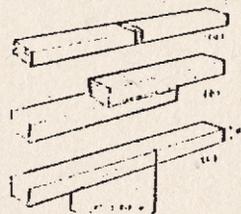


Fig. 17. — Collage des bois.

On doit faire l'enture dans le sens qui donne la plus grande surface de collage (fig. 18).

Dans le cas où il y a doute, il faut considérer le sens des efforts. La figure 19 a montre que l'enture a tendance à s'ouvrir sous l'effort. Dans



Fig. 18. — Entures.

ce cas, il est préférable d'utiliser l'assemblage de la figure 19 b. Les feuilles de contreplaqués sont également assemblées par enture (fig. 20). Elle doit avoir 12 à 15 fois l'épaisseur du contreplaqué, les deux feuilles sont raccordées de manière à se chevaucher très légèrement (3 ou 4/10 de millimètre). On affleure les deux épaisseurs au ponçage.

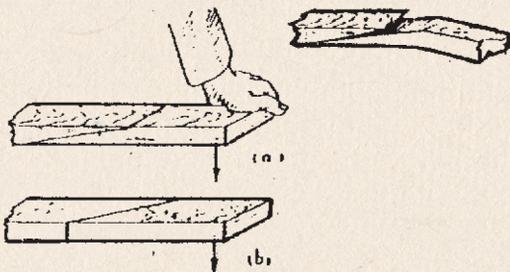


Fig. 19. — a) Enture mal faite, b) Enture bien faite.

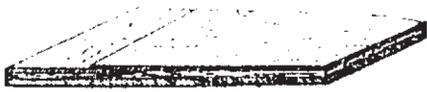


Fig. 20. — Assemblage des contreplaqués par enture.

Le biseau de l'enture peut être réalisé facilement au moyen d'un petit rabot bien affûté (les rabots métalliques dits «rabots américains» sont d'un emploi très pratique pour ce genre de travail).

Un collage par enture bien fait donne un assemblage aussi résistant que la pièce elle-même et peut être utilisé aussi bien comme mode d'as-

semblage normal que pour supprimer un défaut du bois par exemple.

Le serrage d'une enture peut provoquer un glissement relatif des deux pièces (fig. 21). Dans ce cas, le collage devra être repris, la surface collée étant insuffisante.



Fig. 21. — Défaut d'un collage par enture.

Le collage des pièces obliques est facilité par l'utilisation de cales en forme de coin, les deux faces de serrage devant être parallèles pour éviter les glissements sous les efforts de pression (fig. 22).

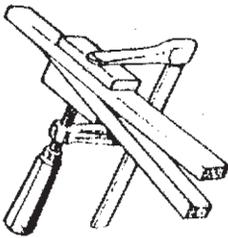


Fig. 22. — Serrage oblique.

On peut éviter ces glissements en solidarifiant provisoirement les deux pièces par une pointe fine que l'on enlève après séchage. Les collages en bois debout sont toujours renforcés par des cales et des goussets.

Les cales de renforcement doivent être disposées de manière que leurs fibres et celles des pièces à coller fassent l'angle le plus petit possible.

La figure 23 montre le sens des fibres pour un assemblage à angle obtus, la figure 24 montre le sens convenable pour un assemblage à angle aigu.

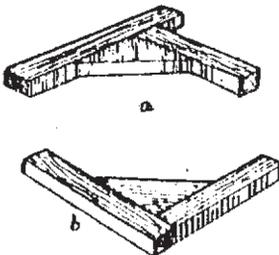


Fig. 23. — Cales d'encoignures a) mauvais, b) bon.

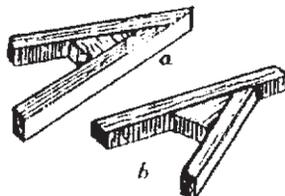


Fig. 24. — Cale d'encoignure a) mauvais, b) bon.

Goussets.

Les goussets sont demi-circulaires ou triangulaires. Dans le premier cas, ils sont découpés à l'emporte-pièce ou au compas à découper et peuvent être récupérés dans les chutes des trous d'allègement.

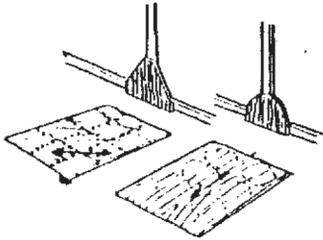


Fig. 25. — Découpage des goussets.

Si on les découpe dans une feuille de contreplaqué, on a intérêt, pour faire moins de chutes, à découper des goussets triangulaires ($1/2$ carré). A surface de collage égale, ce sont eux qui pèsent le moins. Avant de découper les goussets, tenir compte du sens des fibres extérieures (fig. 25).

Les renforcements d'encoignures (cales) sont généralement raidis par un collage extérieur de goussets de contreplaqué. Les goussets sont quelquefois remplacés par un revêtement rigide collé à la fois sur les pièces à assembler et sur la cale d'encoignure. Pour que ce collage soit correct, il est nécessaire que cette cale affleure exactement les autres pièces.

Assemblages mi-bois collés.

L'assemblage à mi-bois collé est le seul utilisé dans la construction des planeurs. Il est toujours renforcé extérieurement par un gousset ou un revêtement. Cet assemblage permet, dans certains cas, le montage à blanc d'un ensemble (sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des presses ou des pointes) pour faire la vérification des cotes et de la bonne exécution des éléments qui constituent l'ensemble (fig. 26).



Fig. 26. — Assemblage à mi-bois.

Collage lamellaires.

Les collages lamellaires sont utilisés dans deux cas :

- Pour constituer une masse de bois saine de forte section (cales, semelles de longeron) ;
- Pour obtenir facilement des formes cintrées.

Chaque fois qu'il est nécessaire d'obtenir une section importante de bois, on a intérêt, pour être certain de l'homogénéité en profondeur, de la constituer par collage de plusieurs sections plus faibles parfaitement saines. Nous verrons au chapitre I, art. 2, que les semelles des longerons, par exemple, sont constituées de lamelles collées entre elles. Il en est de même des cales de renforcement. Ces dernières servent à renforcer localement une partie de l'ossature qui supporte un effort bien particulier.

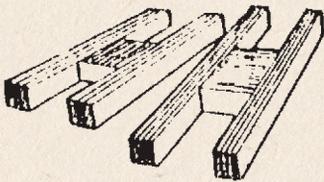


Fig. 27. — Cales de renforcement.

alors une rupture. A l'endroit où sont placées les cales de renforcement lamellaires, les déformations peuvent être judicieusement réparties par le découpage de ces cales en sections progressivement croissantes (fig. 28). Un tel découpage augmente progressivement la rigidité de l'ensemble sans apporter une localisation des déformations. La figure 28 b montre une cale de renforcement de longeron coudé. Chaque fois qu'il est possible de le faire, les fibres de deux lamelles juxtaposées seront orientées dans deux directions différentes (fig. 29).

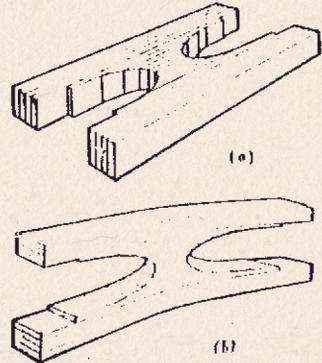


Fig. 28. — Cales de renforcement lamellaire.

CINTRAGE

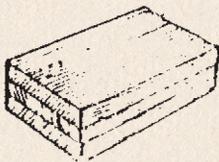


Fig. 29. — Croisement des fibres des lamelles.

Le cintrage des bois peut présenter de grandes difficultés quand les sections sont très fortes ou quand le cintrage n'est pas ensuite convenablement maintenu dans l'ensemble monté par des goussets ou des revêtements rigides. En effet, un bois cintré tend à reprendre sa forme primitive et se déforme beaucoup sous l'influence de la chaleur et de l'humidité.

Un procédé peu recommandable consiste à chauffer les bois à une température supérieure à 60° et à les cintrer ensuite sur une forme appropriée. On préfère généralement utiliser le collage lamellaire. La section du cintrage est obtenue par le collage de plusieurs liteaux cintrés séparément. On peut, par exemple, tracer sur une planche la forme à obtenir et la jalonner par des cales de bois clouées ou collées le long du

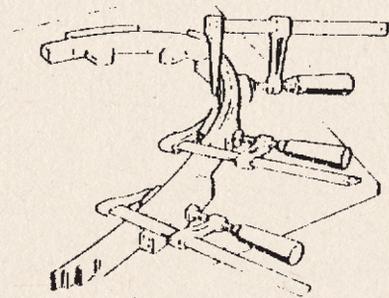


Fig. 30. — Collage d'un cintrage en lamelles.

tracé, extérieurement et intérieurement (disposition en quinconces). Le premier liteau enduit de colle intérieurement est cintré sans difficulté étant donnée sa faible épaisseur (3 à 8^m). Par élasticité, il se maintient de lui-même contre les cales extérieures. La deuxième lamelle est encollée des deux côtés, puis posée à l'intérieur de la première et ainsi de suite. Les lamelles sont maintenues serrées par des presses qui les appliquent alternativement sur une cale intérieure ou sur une cale extérieure. On empêche le collage des lamelles sur le moule ou sur les cales en vernissant ces derniers ou en interposant du papier paraffiné. Pour des collages moins importants on peut se servir du dispositif de la figure 31 ou de celui de la figure 32. L'avantage de ces derniers est de ne pas nécessiter de presse ou de serre-joint ; mais leur utilisation est limitée aux bois de petite section ou aux petits cintres.

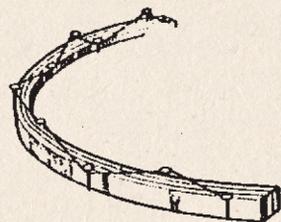


Fig. 31. — Collage de cintre.

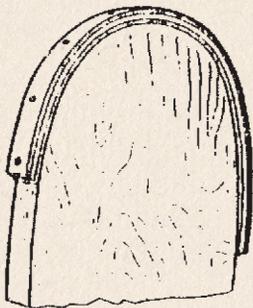


Fig. 32. — Collage de cintre.

Dans tous les cas, il faut prévoir des dimensions supérieures de quelques millimètres aux dimensions définitives pour obvier aux glissements possibles des lamelles entre elles. En particulier, les extrémités sont affranchies largement après collage, cet endroit étant souvent defectueux.

Cintres gauches.

Ils sont obtenus par contre-coudage d'un cintre-plan. Il est nécessaire de scier la partie à contre-couder avec une scie très fine (fig. 33) de manière à former des lamelles disposées dans le sens du nouveau coude. On écarte les lamelles avec des coins de bois dur et on introduit la colle dans les intervalles. La colle doit pénétrer uniformément. L'ensemble des lamelles est coudé sur une forme (fig. 34) et mis sous presses. Si les deux cintres sont séparés par une partie rectiligne, il est plus facile et plus solide de les construire séparément et de les raccorder ensuite par une enture.

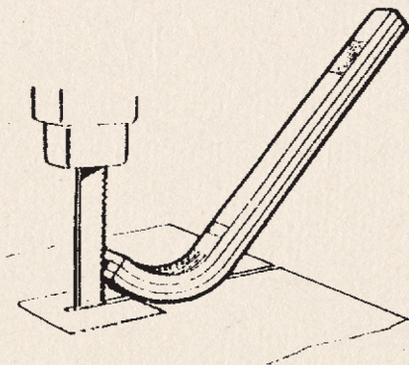


Fig. 33. — Exécution d'un cintre à double courbure.

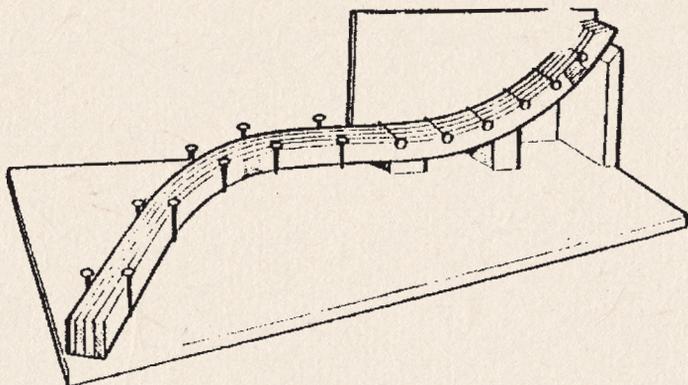


Fig. 34. - Cintre contre-coudé sur un montage de collage avant la mise en place des serre-joints.

PONÇAGE

Le ponçage des bois doit se faire obligatoirement avant tout vernissage ou toute peinture. On ne doit cependant poncer les bois qu'après collage ou après usinage. Dans le premier cas, en effet, la poussière de bois obstrue les pores et empêche la pénétration de la colle. Dans le deuxième cas la poussière de verre détériore rapidement le tranchant des outils à bois.

Il ne faut jamais tenir directement le papier de verre à la main, mais utiliser des cales de bois dont la forme se rapproche de celle à poncer. Le papier de verre est replié de manière à ce qu'une des faces rugueuses soit en contact avec la pièce à poncer et que l'autre face rugueuse soit en contact avec la cale de bois qui, ainsi, ne peut pas glisser et abîmer la bande de papier.



LE TRAVAIL DES MÉTAUX

OUTILLAGE

TRAVAIL DES TOLES

TRAVAIL DES FILS D'ACIER

TRAVAIL DES CABLES

FREINAGE DES TENDEURS ET ÉCROUS

SOUDURE AUTOGÈNE

RIVETAGE

OUTILLAGE

L'**outillage** nécessaire au travail des métaux dans la fabrication d'un planeur est inclus dans la liste ci-dessous :

Un établi d'ajusteur ;

Un étau à mors parallèles ;

Une paire de mordaches en cuivre ;

Un marteau de 300 grammes ;

Un burin, un bédane ;

Une scie à métaux ;

Une lime rude, une lime douce, une queue de rat ;

Un pointeau, une pointe à tracer, un compas, une équerre ;

Une perceuse à main et un jeu de forêts hélicoïdaux ;

Une cisaille à main ;

Une pince universelle, une pince ronde, une pince coupante ;

Un jeu d'alésoirs cylindriques ;

Un épissoir, un maillet de buis ;

Un jet de bronze de 10^m/_m de diamètre ;

Un jeu de clefs plates de 4 à 12^m/_m.

On peut avoir à se servir pour des travaux de faible durée :

D'un tour parallèle ;

D'un poste de soudure autogène ;

D'un marbre de traçage ou de dressage et des instruments de traçage correspondants.

TRAVAIL DES TOLES

Les tôles sont tracées, découpées à la cisaille ou à la scie et percées. Souvent elles sont pliées ou embouties pour leur conférer plus de rigidité. Les assemblages se font par soudure autogène.

Le **pliage** des tôles exige certaines précautions. Il se fait à froid. Les tôles ne sont jamais pliées à angle aigu (fig. 35 a). Le rayon de pliage est compris entre une fois et deux fois l'épaisseur de la tôle (fig. 35 b, c). On l'obtient en pliant la tôle sur une autre de même épaisseur déjà coulée. En aucun cas on ne doit la plier plusieurs fois, sauf si c'est pour corriger de quelques degrés l'angle de pliage initial. L'emboutissage se fait avec un outil de forme, en donnant le moins possible de coups

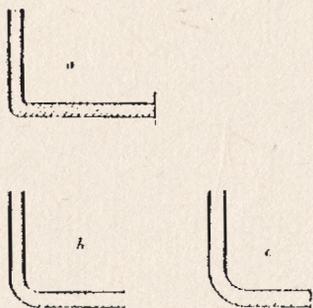


Fig. 35. Pliage des tôles.

de marteau. Le martelage, en effet, écarte la tôle et la rend cassante. Dans le cas où le martelage ne peut être évité, la tôle est recuite après chaque opération. Le recuit s'opère suivant les prescriptions données au titre II, chap. 3 et 4. Exemple : Emboutissage d'un nez de fuselage.

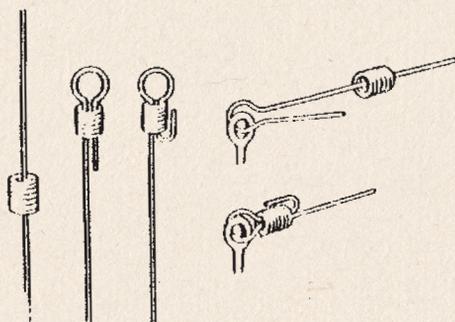


Fig. 36. -- Confection des œils de corde à piano.

Un perçage de précision ne s'obtient que par l'alésage du trou percé à une dimension intérieure de quelques dixièmes de millimètres à la dimension définitive.

TRAVAIL DES FILS D'ACIER

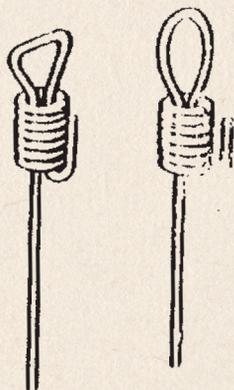


Fig. 37. Detail de l'œil.

Les fils d'acier utilisés dans la construction des planeurs sont appelés « **cordes à piano** ». On ne doit jamais chauffer le fil pour le travailler. L'assemblage des cordes à piano se fait par œil, au moyen d'une **cosse** vendue dans le commerce et constituée par une spirale d'acier. On fait toujours le premier œil avant de couper la corde à longueur (dans le cas où on doit relaire l'œil on ne perd que les 10 centimètres déjà utilisés). La cosse est tout d'abord enfilée sur la corde à piano (le trou intérieur est égal à deux fois environ le diamètre du fil d'acier). L'œil s'effectue comme le montre la figure 36. On referme l'œil sur la cosse de manière à ne laisser subsister aucun jeu (dans cette opération la

corde à piano est maintenue par pince plate serrant sur l'œil et non sur la cosse).

Les « œils » de corde à piano peuvent présenter les défauts suivants (fig. 37) :

- a) Boucle plate (pince trop petite) ;
- b) Boucle trop allongée ;
- c) Mauvais repliage laissant subsister du jeu.

La confection des **épingles de freinage** ne présente pas de difficulté nouvelle. Pour des fils de dimension supérieure à 10/10 de millimètre, il est intéressant de faire une double boucle, ce qui facilite la pose de l'épingle lui en conférant plus d'élasticité (fig. 38).

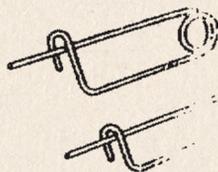


Fig. 38. — Epingle de freinage.

TRAVAIL DES CABLES

Les câbles d'acier sont toujours assemblés par épissure. La confection d'une épissure demande beaucoup d'application, mais ne présente pas de difficulté insurmontable pour un débutant.

Il existe deux sortes d'épissures :

a) Épissure autour d'une cosse vendue dans le commerce ;

b) Épissure bout à bout (cette dernière ne peut être utilisée que dans la réparation des câbles de commandes).

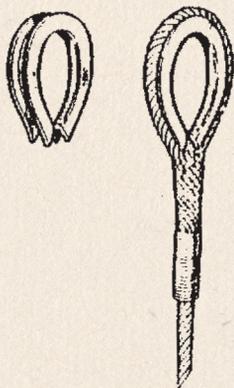


Fig. 39. — Cosse et épissure.

Les épissures sont faites au moyen d'un épissoir. Ce dernier peut être confectionné avec une vieille lime dont on aura meulé les dents et dont l'extrémité est convenablement appointée et polie. L'épissoir évidé facilite le travail (fig. 40).

On peut réaliser l'évidement avec l'angle d'une meule émeri. L'acier de l'épissoir est plus dur que celui du câble et il doit être parfaitement poli pour ne pas abîmer ce dernier.

Pour confectionner une épissure, il faut tout d'abord détorsader le câble sur une longueur de 20 à 30 centimètres environ (pour un câble de 3^m). L'extrémité des torons peut être détremmée avec une lampe à souder avant même de sectionner le câble. On évite ainsi le déroulement des torons au moment du sectionnement. Pour ne pas se piquer pendant l'exécution de l'épissure, on ligature l'extrémité de chaque toron avec une ficelle fine. Les torons sont numérotés dans l'ordre de la torsade soit au moyen de fils de couleur, soit par des taches d'encre sur les ligatures.

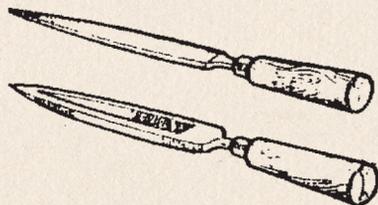


Fig. 40. — Épissoirs.

Contection de l'épissure.

1° Le cable est passé sur la cosse et immobilisé par deux ligatures en fil de laiton (fig. 41). On dégage l'âme, qui peut être en chanvre ou en acier. Dans le premier cas on peut la couper simplement ou l'enrouler sur un toron avec lequel elle sera épissurée. Dans le deuxième cas il ne faut jamais couper l'âme, mais l'enrouler à l'intérieur du brin fixé autour de l'âme de ce brin. On sépare trois brins fixes avec l'épissoir; on place l'âme contre l'extrémité de l'épissoir de manière à ce qu'elle soit entraînée

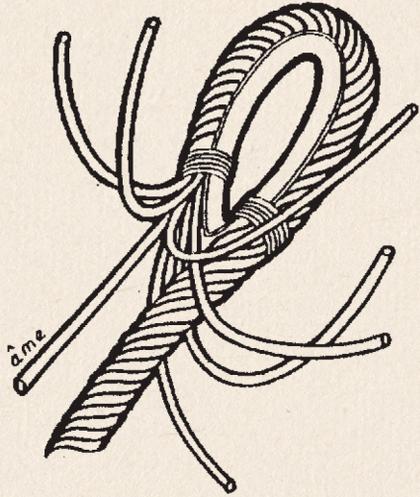


Fig. 41. — Âme en acier et torons séparés.

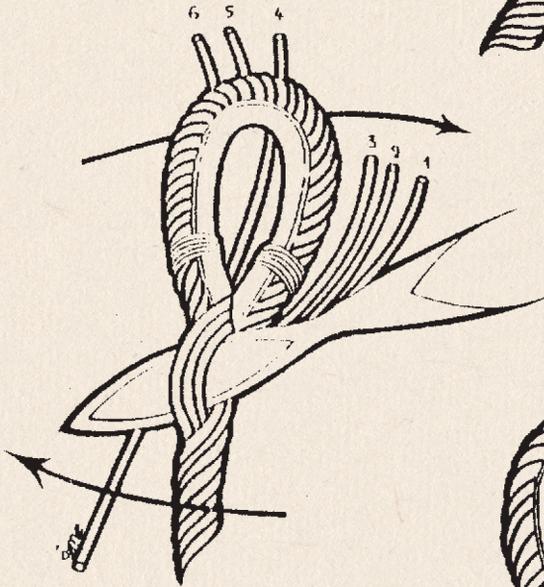


Fig. 42. — Enroulement de l'âme libre autour de l'âme fixe.

de l'âme qui pénètre ainsi à l'intérieur et autour de l'âme du brin fixe. On peut alors commencer la répartition des torons. La figure 43 montre comment on utilise l'épissoir évidé;

par la rotation de ce dernier dans le sens indiqué par les flèches de la figure 42. On tire vers le bas l'extrémité

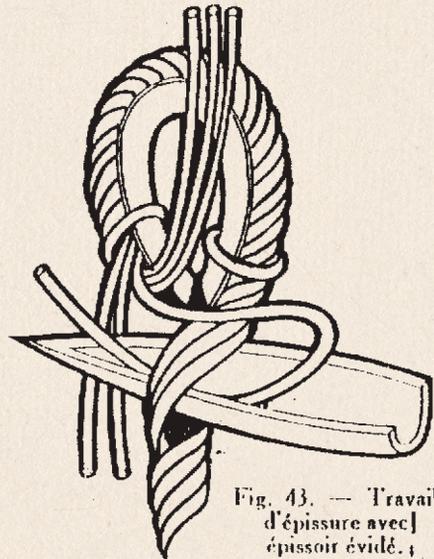


Fig. 43. — Travail d'épissure avec épissoir évidé.

2^o Pas les brins 1, 2, 3 sous trois brins fixes en tirant s le bas. Ne pas abîmer l'âme en introduisant l'épissure (fig. 44);

3^o Passer le brin 6 dans l'ouverture d'entrée des brins 1, 2, 3, mais le faire ressortir au-dessus d'un brin fixe. Le brin 6 est ainsi sous deux brins fixes et sur un brin fixe;

4^o Introduire le brin 5 dans la même ouverture, mais le faire passer entre les deux brins fixes accolés (fig. 45);

5^o La fig. 46 montre l'épissure retournée à l'envers. Replier alors le brin 2 qui est repassé dans son orifice de sortie, mais qui ressort sous deux brins fixes seulement. L'extré-

mité est saisie par une pince plate et ramenée fortement vers le haut. Il faut éviter que les torons ainsi repliés fassent un nœud ou une boucle trop petite;

6^o Repasser le toron 1 dans son ouverture de sortie (comme pour le toron 2), mais le faire ressortir sous un seul brin fixe seulement.

L'extrémité de ce toron est fortement tirée vers le haut ainsi que celles de tous les autres torons (fig. 47);

Dans cette position l'armature peut être libérée de ses ligatures et doit tenir sans aucun jeu.

7^o L'épissure commence maintenant avec le toron 4. La règle est la suivante : un toron libre passe sur un toron fixe puis sous deux torons fixes (fig. 48). C'est ainsi que le toron 4 débouche entre les mêmes torons fixes que le toron 3. Il est tiré fortement vers le bas, puis vers le haut pour « serrer » l'épissure ;

8^o Le toron suivant a le numéro 5, puis 6, 3, 1, 2. Quand tous les torons sont épissurés on dit qu'on a fait un tour d'épissure. Remarquons que le

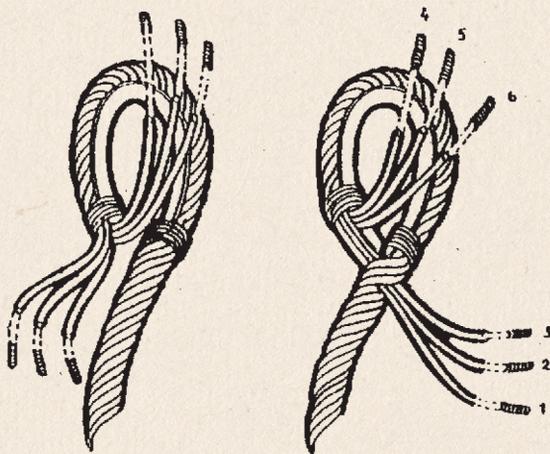


Fig. 44. — Opérations I et II.

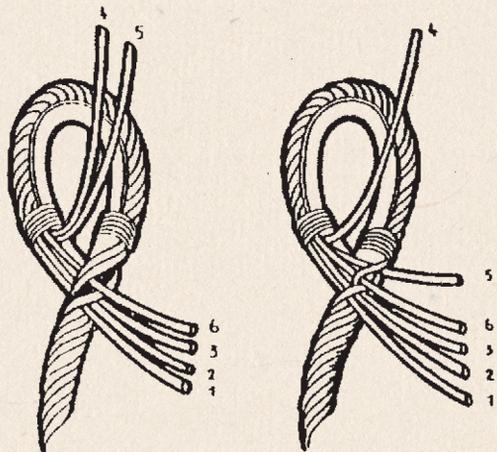


Fig. 45. — Opérations III, IV.

leur d'épissure se fait dans le sens inverse de la torsion du câble. A la fin, l'épissure est posée sur un morceau de bois de bout et est frappée



Fig. 46. — Epissure retournée.
Opération V.

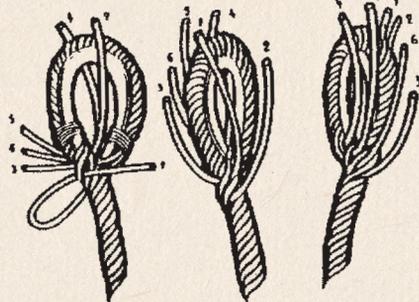


Fig. 47. — Opération VI. Epissure
vue sur ses deux faces.

fortement avec un maillet dans le sens inverse de la torsion du câble (fig. 49). Cette opération a pour but de régulariser la répartition des brins.

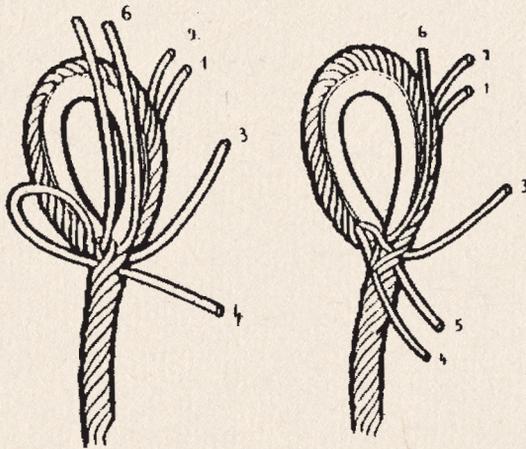


Fig. 48. — Opérations VII et VIII.

Après trois tours d'épissure on coupe un toron et on continue avec les cinq autres. A chaque tour suivant on supprime un toron. Quand ils sont tous sectionnés, l'épissure est terminée. Il faut alors l'arrêter par une ligature en fil de laiton à spires jointives (fig. 39).

Les extrémités du fil de laiton sont insérées entre les torons du câble au début et à la fin de la ligature. Ce travail demande un certain temps et on peut avoir besoin de fixer rapidement les câbles de façon provisoire ; par exemple, après un incident de vol, quand on ne possède qu'un seul appareil que l'on ne veut pas immobiliser. Dans ce cas, on peut utiliser des dispositifs serre-câble spéciaux vendus dans le commerce.

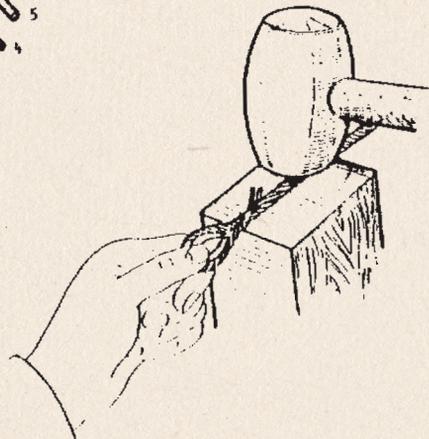


Fig. 49. — Régularisation d'une épissure.

Quand ce dispositif est freiné par fil de laiton sur un retour de câble (fig. 50) et que les écrous sont bloqués par matage, il présente la même sécurité qu'une épissure. Il est plus lourd et plus encombrant et on doit le remplacer par une épissure dès qu'il est possible de la faire.

FREINAGE DES TENDEURS ET ÉCROUS

Tous les filetages doivent être impérativement freinés.

Les tendeurs sont freinés par un fil de laiton (fig. 51) disposé de telle manière que la traction de ce fil empêche tout dévissage (aussi bien du filetage à droite que du filetage à gauche). Dans ce but, le tendeur possède un trou central dans lequel on doit passer le fil à freiner. On peut ne pas avoir sous la main une pince coupante pour sectionner les fils de laiton. Un procédé commode consiste à former une boucle que l'on réduit par traction des deux brins. Une traction brusque sectionne alors les deux brins (fig. 52).

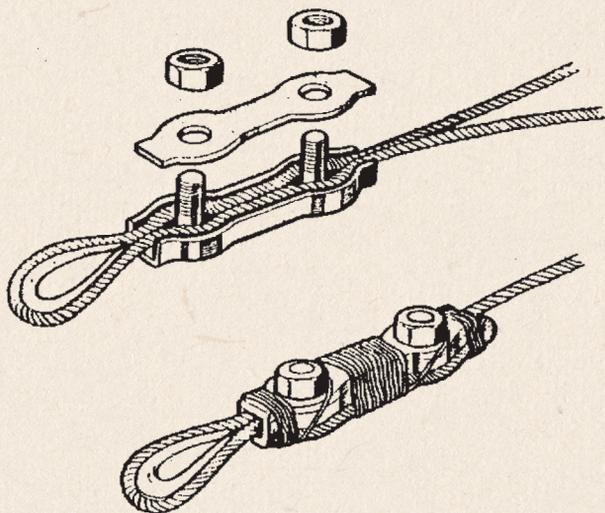


Fig. 50. — Dispositif serre-câble.

On peut adopter plusieurs dispositifs de freinage sur les écrous selon qu'ils sont appelés à être démontés fréquemment ou non.

Les écrous fréquemment démontés (écrous d'axes d'articulation de ferrures extérieures) sont freinés par goupilles fendues ou par épingles de freinage (fig. 53).

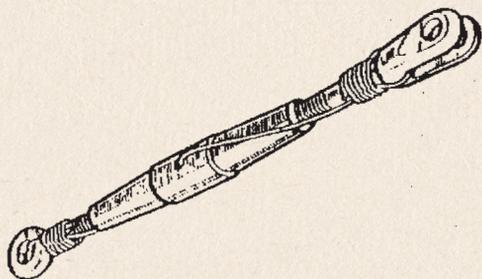


Fig. 51. — Freinage d'un tendeur.

Les écrous rarement démontés (ferrures de fixation d'ailes, renforcements boulonnés, ferrures intérieures) sont freinés par matage des filets ou par coup de pointeau entre cuir et chair (même figure). Pour ne pas ébranler l'ossature en bois pendant le coup de pointeau, il faut « porter coup » derrière la tête du boulon à freiner, avec une masse métallique plus lourde que le marteau frappeur.

SOUDURE AUTOGÈNE

Le soudure autogène doit être obligatoirement effectuée par un spécialiste. Cependant, la connaissance de ce travail permet la préparation intelligente des tôles à souder.

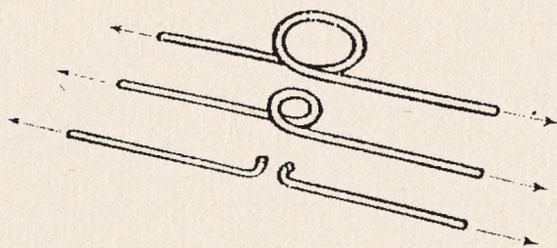


Fig. 52. --- Sectionnement d'un fil de laiton à la main.

Les trois soudures utilisées dans la construction des pièces métalliques des planeurs sont :

1^o La soudure bord à bord sur plat avec métal d'apport (fig. 55);

2^o La soudure bord à bord sur champ avec ou sans métal d'apport (fig. 54);

3^o La soudure d'angle avec métal d'apport (fig. 54).

Pour des épaisseurs inférieures à 2^{mm}, la soudure bord à bord ne nécessite aucune préparation des tôles.

La largeur totale de la pièce après soudure est égale à la somme des largeurs des deux pièces soudées plus 1,5 à 2^{mm}. Pour des épaisseurs supérieures à 2^{mm}, il faut prendre soin de

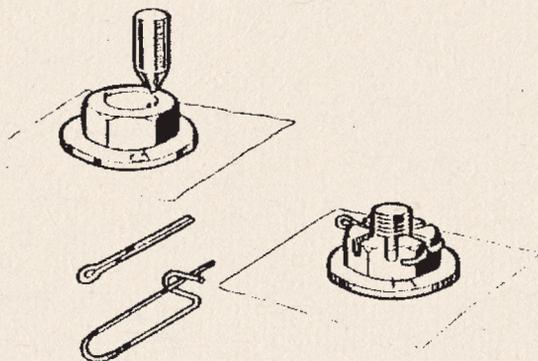
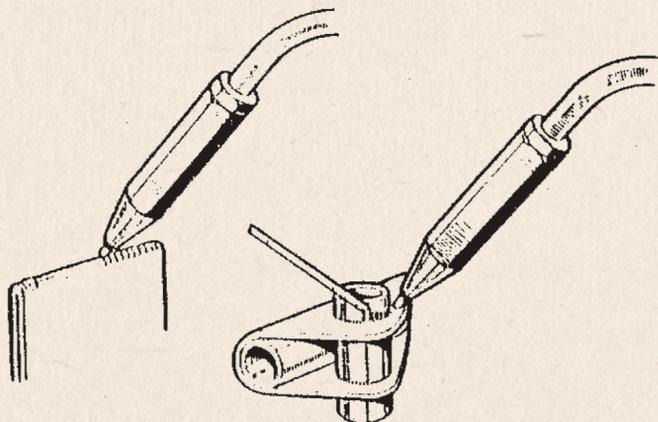


Fig. 53. --- Freinage des écrous.

meuler les deux bords à souder à 45° (fig. 55).



La largeur totale est, dans ce cas, égale à la somme des largeurs des pièces à souder plus 0,5 à 1^m (par suite du métal d'apport).

La soudure bord à bord sur champ sans métal d'apport est obtenue par fusion des deux bords juxtaposés. Cette soudure absorbe 2 à 3^m de largeur de tôle (fig. 54).

Pour faire une soudure d'angle, il est nécessaire que les tôles à souder soient de même épaisseur ou d'épaisseurs très voisines. La figure 54 montre une soudure d'angle sur un tube qu'on laisse dépasser de 4^m environ. La soudure des tubes entre eux exige l'ajustage préalable des intersections (fig. 56).

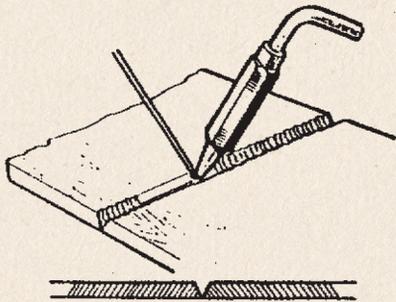


Fig. 55. — Soudure bord à bord sur plat.

RIVETAGE

Le rivetage se fait avec des rivets pleins ou des rivets tubulaires en acier ou en duralumin. Dans les deux cas, ils sont recuits (voir titre II, chap. 3 et 4).

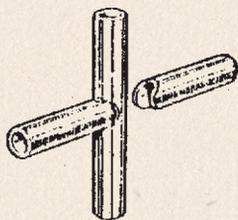


Fig. 56. — Ajustage de tubes pour soudure d'angle.

Si les tôles ont moins de 1^m/₅ d'épaisseur, les rivets doivent former une tête apparente. Pour former cette tête, on laisse dépasser le rivet de une fois et demie son diamètre.

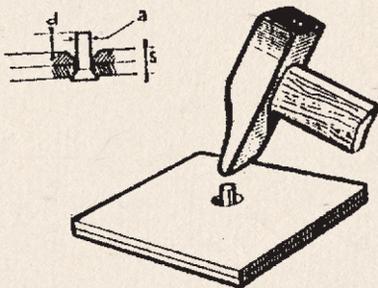


Fig. 57. — Rivetage.

Si les tôles sont plus épaisses, on peut pratiquer une fraisure à 90° sur le trou et affleurer la tête du rivet (fig. 57). On laisse ce dernier dépasser de une fois son diamètre. Le rivetage tubulaire est analogue à la pose des willets (voir titre VI, chap. 1).



TITRE IV

LA CONSTRUCTION DES ÉLÉMENTS DU PLANEUR

Chapitre 1. — LES AILES ET LES EMPENNAGES

- Article 1.* — LES NERVURES.
— 2. — LES LONGERONS.
— 3. — MONTAGE DES AILES.
— 4. — CAISSON DE BORD D'ATTAQUE.
— 5. — FREINS DE PIQUÉ ET D'ATTERRISSAGE.
— 6. — MONTAGE DES EMPENNAGES.

Chapitre 2. — LE FUSELAGE

- Article 1.* — CADRES DE FUSELAGE.
— 2. — POUTRES-FUSELAGES.
— 3. — NEZ DE FUSELAGE.
— 4. — MONTAGE DES FUSELAGES.

Chapitre 3. — LES ATTERRISEURS

Chapitre 4. — LES COMMANDES

LES AILES ET LES EMPENNAGES

Article 1. — LES NERVURES

MOULES A NERVURES. BECS DE NERVURES.

Les nervures sont constituées par deux semelles en spruce, en peuplier ou en sapin, cintrées et reliées entre elles par des croisillons de même section.

Les semelles et les croisillons sont reliés par des goussets ou des âmes en contreplaqué. La figure 58 montre diverses sections de nervures :

- a) Nervure avec gousset de part et d'autre ;
- b) Nervure avec deux âmes de part et d'autre (nervure caisson) ;
- c) Nervure avec âme centrale et demi-semelles rapportées de part et d'autre de l'âme ;
- d) Nervure avec âme centrale et semelle toupilées (ce procédé est à remplacer par la nervure c plus simple à construire).

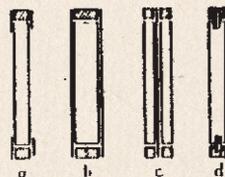


Fig. 58. — Sections de nervures.

La construction des nervures se fait dans des montages spéciaux appelés « moules à nervures ». Si les nervures sont toutes différentes, il faut autant de moules que de nervures (dans ce cas les moules sont généralement simples). Si les nervures sont identiques, on prévoit des moules suffisant pour la construction de plusieurs nervures à la fois.

MOULES A NERVURES

La figure 59 montre une nervure de planeur et les deux moules très simples qui permettent de la réaliser. Ces moules sont tracés sur une planche en bois dur, sec et parfaitement dressé.

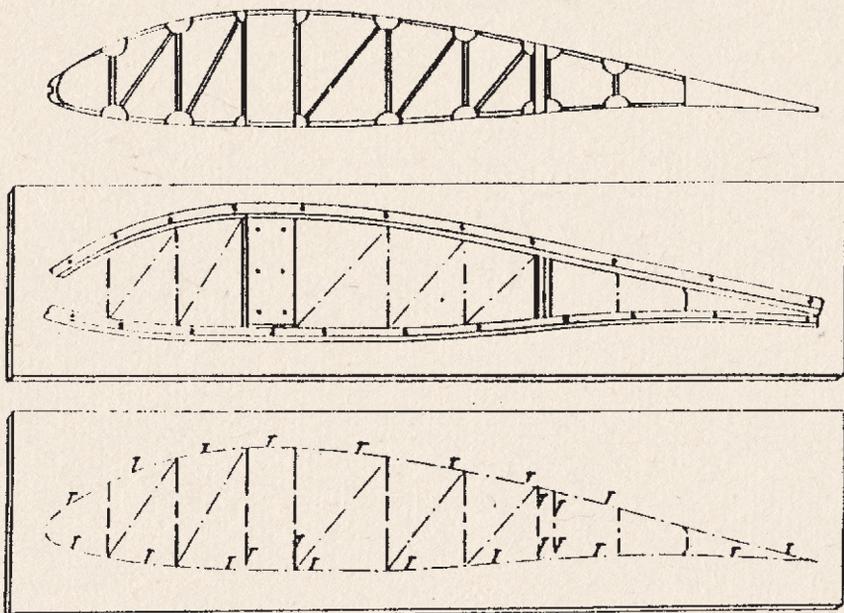


Fig. 59. -- Nervure et moules à nervure.

Le tracé se fait d'après le plan du constructeur. Ce plan est souvent tracé en vraie grandeur et il suffit de le décalquer soigneusement sur la planche support de moule. Si le tracé n'est pas donné en vraie grandeur, il faut le reconstituer de la façon suivante :

On trace une ligne de base qui est la **corde du profil**. Le dessin permet de définir la position des points de l'extrados et de l'intrados du profil à partir de cette ligne de base. Les points ainsi tracés sont jalonnés

par des clous sans tête. Pour relier les divers points entre eux on applique contre les clous un liteau mince et homogène. Il suffit de suivre avec une pointe à tracer le contour extérieur du liteau pour obtenir le tracé de la nervure (fig. 60).

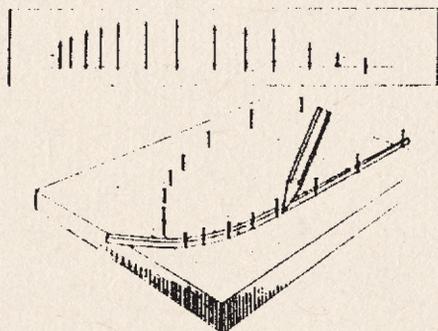


Fig. 60. -- Tracé du moule.

Le moule le plus simple est constitué par la même planche dont le tracé est jalonné par des clous sans tête tous les dix centimètres environ.

On peut améliorer le moule en clouant un liteau cintré ou



Fig. 61. — Moules à nervures pour appareil prototype.

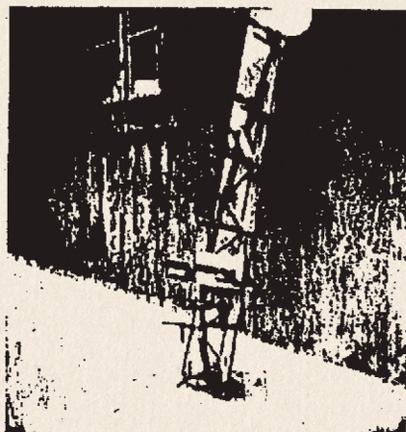


Fig. 62. — Mise sous presses d'une nervure dans un moule simple.

des cales de bois dur (fig. 61) le long des tracés et de part et d'autre des croisillons. La figure donne un exemple de moule à nervures très simple pour la construction d'un appareil prototype à ailes trapézoïdales. (deux nervures identiques seulement.)

La position des deux longerons sera pointée avec beaucoup de précision. L'envers de la planche peut servir à l'établissement d'un autre moule. Afin d'éviter que la colle ne fasse prise sur le moule, ce dernier sera verni ou paraffiné. Les éléments de la nervure sont découpés à l'avance et mis en place dans le moule. Les goussets sont posés encollés et maintenus par quelques clous de laiton ou mieux par cales et presses ou par le couvercle de moule à nervure serré par presses (fig. 62).

Le séchage terminé (24 heures), les nervures sont retirées des moules ; il reste à terminer les becs de nervure (voir plus loin).

Si les nervures sont identiques, le moule est conçu pour l'exécution simultanée de 4 ou 5 nervures (il est difficile de confectionner des moules pour plus de 5 nervures). Les liteaux de bordure du tracé sont remplacés



Fig. 63. — Nervures en trois pièces sortant du moule.

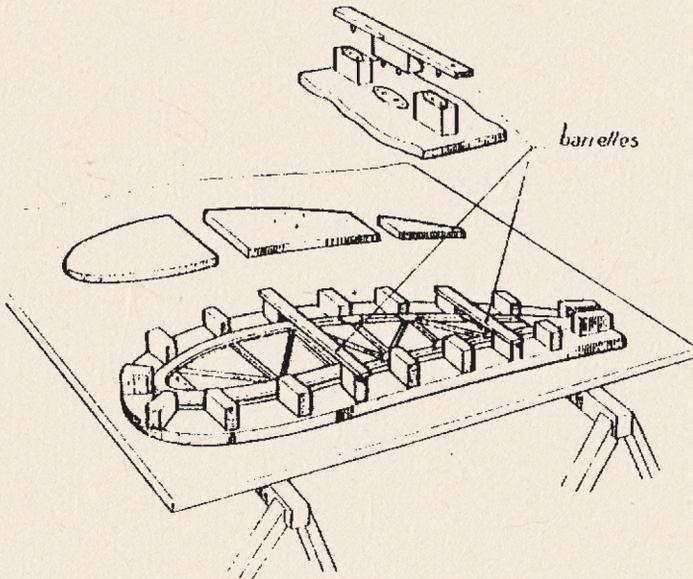


Fig. 64. — Moule à nervures multiples.

par des cales de bois dur (fig. 64). La difficulté consiste à dresser soigneusement les faces des cales pour obtenir des nervures identiques.

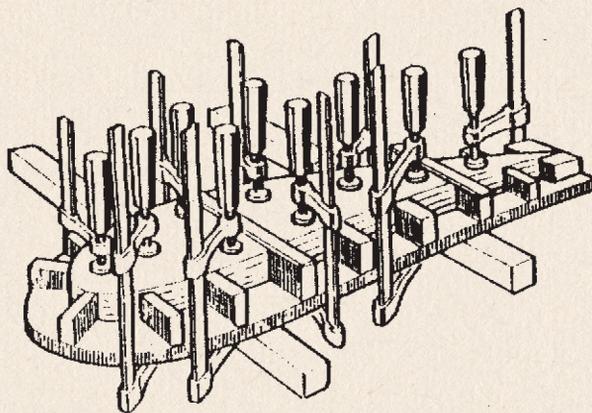


Fig. 65. — Moule sous presses.

Le passage des longérons se fait au moyen de barièlles démontables et le moule est fermé par des couvercles qui s'ajustent entre les cales. La hauteur des cales est légèrement inférieure à la hauteur totale des nervures plus l'épaisseur du couvercle, de manière à pouvoir mettre sous presses sans difficulté.

Les nervures sont placées dans le moule l'une après l'autre et collées au fur et à mesure. On les sépare par une feuille de papier paraffiné, ou mieux, par un découpage en contreplaqué verni ou paraffiné. Le couvercle est posé en dernier lieu. La pression de serrage est obtenue en disposant un grand nombre de presses sur le pourtour du couvercle (fig. 65). Elle peut être répartie uniformément en interposant une feuille de caoutchouc entre la dernière nervure et le couvercle.

L'extrémité avant de la nervure ou bec de nervure est généralement constituée dans le moule par une cale en bois plein sur laquelle viennent se raccorder les semelles de nervure (fig. 66). Après démoulage on trace le bec avec un calibre en tôle découpée, puis on scie le pourtour pour terminer la nervure (fig. 67). L'encoche d'extrémité, destinée à recevoir le bord d'attaque est tracée soigneusement et dégrossie à $1\frac{m}{m}$ du tracé. Cette encoche ne sera définitivement terminée qu'au moment de l'ajustage du bord d'attaque sur les nervures.

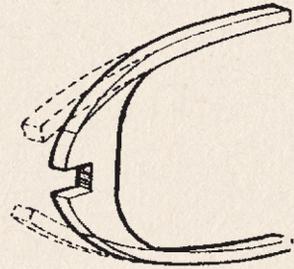


Fig. 66. — Bec de nervure.

Certaines nervures sont coupées par les longerons et sont, en conséquence, constituées par trois pièces.

Pour des commodités de stockage et de montage (montage à blanc), il est commode de relier ces trois pièces par de petits liteaux appelés « ponts » (fig. 68).

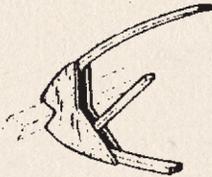
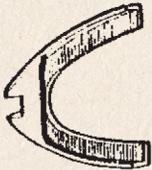


Fig. 67. — Bec de nervure.

Si la semelle de nervure est entaillée pour le passage d'une lisse, elle est renforcée à cet endroit par une cale, l'entaille étant effectuée seulement après achèvement de la nervure. La cale est mise en place dans le moule et pressée à l'aide d'un coin de bois dur coincé au marteau entre une butée du moule et cette cale (fig. 70).

La partie avant des nervures ou les fausses nervures de caisson de bord d'attaque sont parfois constituées par de simples feuilles de contreplaqué épais (5 à $6\frac{m}{m}$). Le découpage de ces nervures, comme le découpage des âmes de contreplaqué des nervures identiques peut se faire en bloc. Les feuilles sont assemblées entre elles par de longues pointes.

La feuille supérieure seule est tracée. Le découpage extérieur peut se faire à la scie à ruban (à condition que la table soit bien perpendiculaire

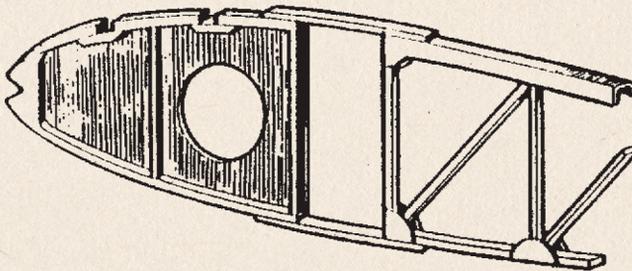


Fig. 68. — Éléments de nervure reliés par pont.

au ruban). L'intérieur se fait à la scie à découper ou à la scie sauteuse (fig. 69). Le sciage est amorcé par un trou qui traverse le bloc de contreplaqué.



Fig. 69. -- Bloc de nervures en contreplaqué

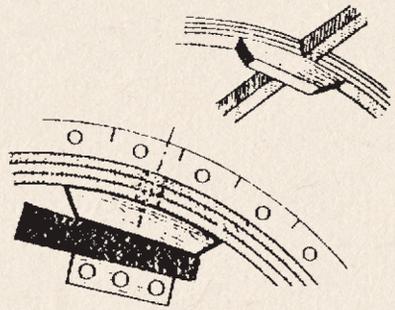


Fig. 70. -- Serrage d'une cale de renforcement par coin.

On peut rectifier l'ensemble au rabot ou à la râpe sur l'étau à mors parallèle. On ne dissocie les éléments du bloc qu'au moment du montage des nervures sur les longerons.

Article 2. -- LONGERONS

CONSTRUCTION DES SEMELLES. MONTAGE DES LONGERONS.

Le longeron est la pièce maîtresse de l'aile. Il supporte de gros efforts et sa construction doit faire l'objet de soins attentifs.

La construction des longerons varie suivant la conception de l'appareil, un longeron d'aile en porte-à-faux supportant des efforts plus importants qu'un longeron d'aile soutenu par un ou plusieurs mâts.

D'autre part, les appareils de début ont souvent deux longerons (longeron AV et longeron AR) qui absorbent chacun une partie des efforts

et des déformations. Ils sont alors conçus de façon identique. Au contraire, les appareils évolués ont souvent un **longeron principal** qui absorbe la majeure partie des efforts et un longeron auxiliaire ou **faux longeron** dont le rôle est de maintenir la forme de la structure et d'assurer la répartition

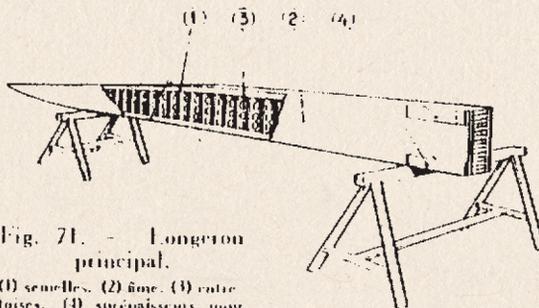


Fig. 71. -- Longeron principal.

(1) semelles, (2) âme, (3) entre-toises, (4) surépaisseur pour la fixation des longerons.

de ces efforts. Dans ce cas, les longerons seront différents, l'ongeron principal étant plus important que le faux longeron.

Quelle que soit leur conception, les longerons sont des poutres à fort moment d'inertie dans le plan vertical (effort de flexion).

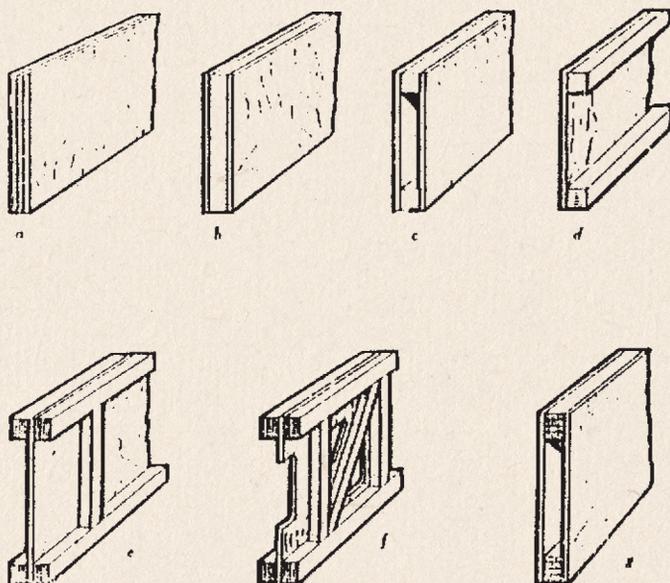


Fig. 72. — Divers types de longerons

Les quatre premières sections de longerons de la figure 72 sont souvent réservées aux faux longerons, longerons d'aileron, longerons d'empennage, nervures renforcées, barres obliques. Généralement les longerons principaux sont constitués par deux semelles (en spruce ou sapin) reliées par deux âmes en contreplaqué (fig. 72 g). Les semelles travaillent à des efforts de traction ou de compression et leurs fortes sections obligent fréquemment à une construction lamellaire (lamelles de 8 à 10^m, d'épaisseur).

Les âmes supportent l'effort tranchant et les fibres extérieures des contreplaqués doivent être disposées perpendiculairement aux semelles ou inclinées à 45° (fig. 73). Cette dernière disposition, préférable quant à la résistance aux efforts tranchants, ne peut être utilisée que si on dispose de chantiers de montage suffisants pour éviter en cours de montage la déformation par torsion du longeron due au retrait des collages. Les âmes sont raidies à l'aplomb des nervures, par de petites cales intérieures ajourées appelées entretoises (fig. 73).

Les entretoises sont constituées soit en peuplier de 10^m, environ d'épaisseur, soit par une âme en contreplaqué de 15 dixièmes épaulée par

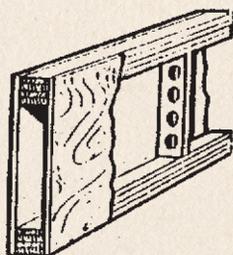


Fig. 73. — Entretoise.

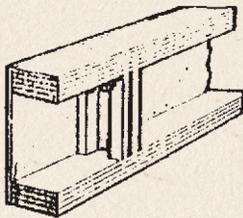


Fig. 74. — Entretoise.

deux ou quatre liteaux verticaux collés intérieurement sur les âmes du longeron (fig. 74).

D'autre part, les longerons doivent résister à des efforts locaux, en particulier aux attaches d'ailes sur le fuselage et aux attaches de mâts sur les longerons. Ils sont renforcés localement, au droit de ces attaches, par des cales lamellaires découpées de telle manière qu'elles assurent une rigidité progressive (voir titre III, chap. I).

La figure 75 montre la cale de renforcement lamellaire d'un longeron, au droit de la ferrure de l'attache d'aile.

CONSTRUCTION DES SEMELLES

On ne possède pas, en général, un établi suffisamment long pour la fabrication des semelles de longeron. Dans ce cas, le procédé le plus simple et le moins coûteux est d'utiliser un madrier en sapin (madrier de charpente) dont la longueur peut atteindre facilement 8 à 9 mètres. Le madrier est posé sur champ sur plusieurs tréteaux suffisamment rapprochés (2 mètres d'intervalle maximum). Il est calé de façon à porter parfaitement sur chaque tréteau sur lesquels il est fixé au moyen de clous de charpentier

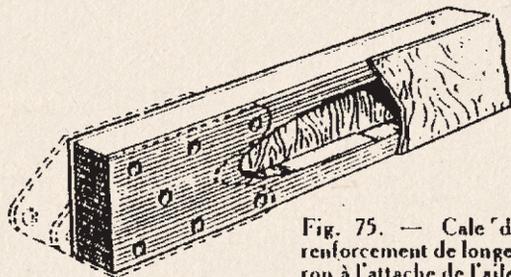


Fig. 75. — Cale de renforcement de longeron à l'attache de l'aile.

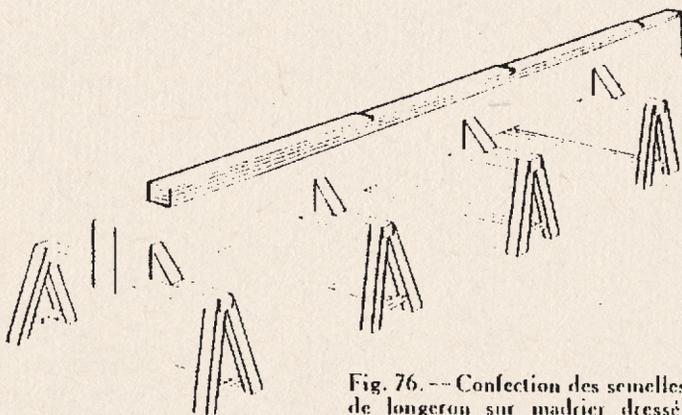


Fig. 76. — Confection des semelles de longeron sur madrier dressé.

ou de longues vis (fig. 76). Le madrier est ensuite parfaitement dressé à la varlope, la face dressée servira d'établi.

Les lamelles constituant les semelles de longerons sont d'abord débitées à la scie, puis tirées d'épaisseur à la raboteuse. Les surfaces sont brettées et elles sont coupées à longueur (l'épaisseur de la semelle de longeron est généralement décroissante de l'emplanture à l'extrémité).

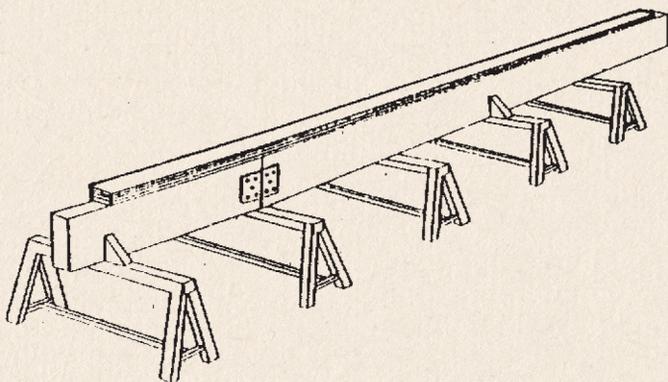


Fig. 77. — Montage d'un longeron coudé.

Le nombre de lamelles constituant ces semelles varie donc de l'emplanture à l'extrémité. Elles sont ensuite posées l'une sur l'autre dans la position de collage. Ce dernier n'est commencé que quand on a vérifié



Fig. 78 et fig. 79. — Collage des lamelles de semelles de longeron principal.

la bonne répartition des différentes lamelles le long de l'envergure (l'épaisseur totale ainsi obtenue doit être supérieure aux cotes définitives).

Le longeron est parfois coudé. Les semelles sont alors montées sur un chantier coudé constitué par deux madriers assemblés par ferrures boulonnées et supportés par des tréteaux de hauteur variable (ou de même

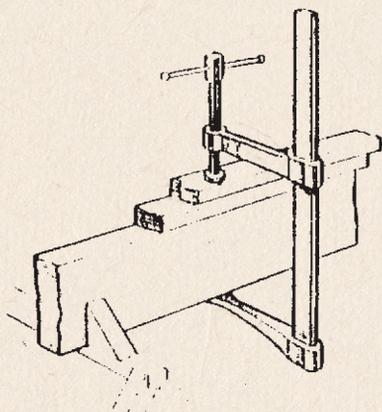


Fig. 80. — Collage des semelles de longeron.

disposé à plat. Dans le cas où le longeron est rectiligne, on peut coller entre elles les lamelles soit en serrant le madrier en même temps que les lamelles, soit en serrant côte à côte (les presses étant horizontales) deux ensembles de forme symétrique, par exemple les deux semelles supérieures des longerons droit et gauche (fig. 78 et 79).

On interpose tout d'abord une feuille de papier paraffiné entre le madrier et la première semelle, puis on encolle le dessus de cette semelle et le dessous de la semelle suivante et ainsi de suite. Les presses métalliques sont placées tous les 15 centimètres environ avec une cale intercalaire (fig. 80). On serre la première presse, puis la troisième, la cinquième, etc. Ensuite la deuxième, la quatrième, la sixième, etc., de manière à empêcher la colle de fuir vers les extrémités pressées en dernier lieu. Ce serrage doit être très progressif, on commence par serrer de un tour partout, puis on bloque toutes les presses. La colle doit jaillir régulièrement sur toute la longueur des jointures. La mise sous presses dure 24 heures. Quand on ne possède qu'un seul montage, la semelle déjà collée est entreposée sur des cales qui l'isolent du sol dans un local sec.



Fig. 81. — Chantier de montage d'un longeron.

hauteur avec des cales) (fig. 77). La différence de niveau entre l'extrémité du madrier oblique et la partie horizontale du chantier fixe l'angle du coude de longeron. On vérifie cette différence en tendant un fil parallèlement à l'arête horizontale du chantier.

La distance de l'extrémité du fil à l'extrémité du madrier oblique donne la différence de niveau à vérifier (le longeron étant souvent de hauteur décroissante entre l'emplanture et l'extrémité d'aile, les semelles inférieures et supérieures sont coudées à des angles différents (1)).

Le collage des lamelles se fait dans la même position ou sur le madrier

(1) Dans le cas où le constructeur donne l'angle du coude, on peut calculer cette hauteur de la façon suivante : D étant la longueur du madrier oblique (en mètre), h étant la hauteur cherchée (en millimètre)

$h = 17,4 \cdot D \cdot \sin(\text{angle en degré et dixième de degré})$.

Le madrier du chantier est ensuite vérifié à nouveau, et, s'il y a lieu, redressé. Les semelles sont tracées aux cotes définitives et ralés très soigneusement suivant le tracé.

MONTAGE DES LONGERONS

Le montage des longerons se fait aussi sur un chantier de montage constitué par un ou plusieurs madriers maintenant posés à plat (il faut

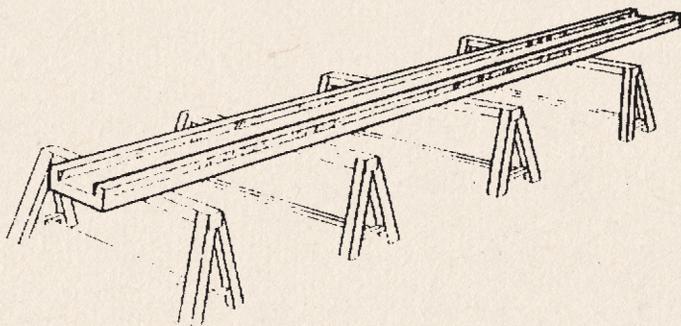


Fig. 82. — Chantier de montage du longeron.

rapprocher les tréteaux pour éviter les déformations de flexion). Cette nouvelle face du madrier est convenablement dressée, puis tracée aux contours du longeron (en particulier, on doit marquer la position des cales de renforcement et des entretoises). Le tracé extérieur est bordé par des cales clouées sur les madriers (fig. 82).

Quand le madrier a une largeur insuffisante par rapport à la hauteur

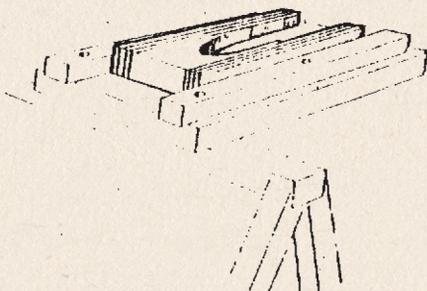


Fig. 84. — Assemblage des cales entre les semelles.

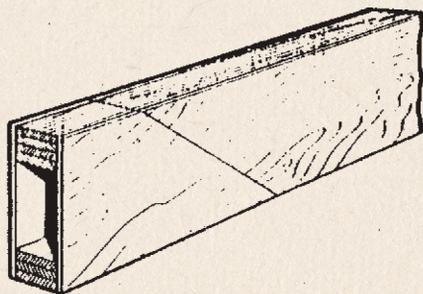


Fig. 83. — Ame de longeron à fibres disposées à 45°.

du longeron, les cales bordant le tracé peuvent être fixées latéralement comme le montre la figure 81. Ces cales doivent avoir une hauteur inférieure à la largeur de la semelle du longeron (1). On place ensuite les semelles contre les cales à l'intérieur

(1) Si le longeron est coudé, le chantier de montage sera construit en conséquence, la méthode de montage restant la même.

du chantier de montage (fig. 84) et on ajuste soigneusement les entretoises, les cales de renforcement, puis les âmes de contreplaqué qui seront accordées au droit d'une cale ou d'une entretoise (attention au sens des fibres). Quand les fibres sont disposées à 45°, on peut limiter les chutes en raccordant les panneaux par des joints perpendiculaires aux fibres. Dans ce cas, l'assemblage des panneaux se fait avant la pose de l'âme. Seuls les



Fig. 85. — Structure interne d'un longeron.

joints principaux se font sur les entretoises (fig. 83). On commence le collage des renforcements et des entretoises, la pression de serrage est obtenue par des presses placées horizontalement (les cales du chantier sont enlevées). Quelques presses verticales empêchent toute déformation du longeron en le solidarissant avec le chantier. Ce premier collage effectué, on affleure exactement les semelles, les entretoises et les cales de renforcement de part et d'autre du longeron. Le longeron présente l'aspect de la figure 85. On colle la première âme sur le chantier. Après séchage on retourne le longeron et on colle la deuxième âme (mettre les presses à l'aplomb de chaque entretoise).

Après 24 heures de séchage on libère le longeron et on affleure les bords de contreplaqué sur les semelles. Les faces des longerons seront parfaitement équarries à l'angle exact prévu par le constructeur.

Il faut alors percer, dans l'axe des âmes sur chacune des faces, un trou de 3 à 4^m entre chaque entretoise, faisant communiquer l'intérieur du longeron avec l'intérieur de l'aile. Ces trous servent à équilibrer les pressions extérieures et intérieures au longeron et, éventuellement, au caisson de bord d'attaque.

Les longerons sont stockés dans un local sec, sur des cales de bois qui les isolent du sol.

Article 3. — MONTAGE DES AILES

CHANTIERS DE MONTAGE. ASSEMBLAGE DES ÉLÉMENTS.

Le montage des ailes se fait d'après un **plan de montage** donnant la forme de l'aile et la position relative des divers éléments. En particulier, il faut préciser la position relative des longerons entre eux, des nervures entre elles, des diverses ferrures, des surfaces recouvertes d'un revêtement rigide.

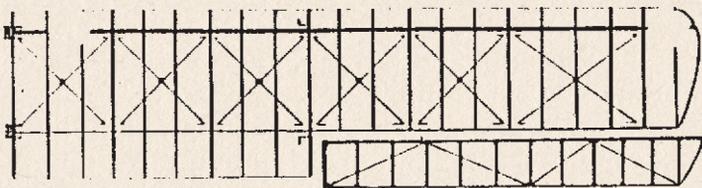


Fig. 86. — Plan de montage d'aile d'appareil école.

Le plan de montage est quelquefois complété par le plan du **chantier de montage**. Dans le cas contraire, il y a lieu de l'établir d'après les considérations suivantes :

Le montage des ailes peut se faire sur deux types de chantiers :

- a) Chantier horizontal ;
- b) Chantier vertical.

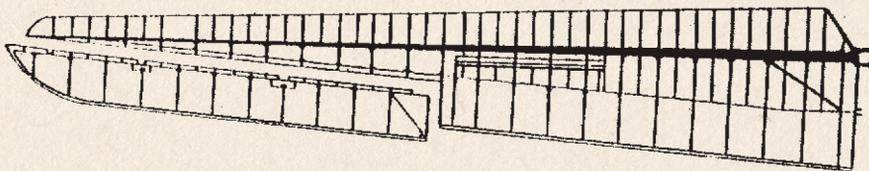


Fig. 87. — Plan de montage d'aile d'appareil de performance.

CHANTIERS DE MONTAGE

Le **chantier horizontal** permet d'utiliser le matériel courant d'un atelier non spécialisé: tréteaux, madriers, etc... Le montage de la structure interne de l'aile est facilité par la hauteur moyenne du chantier. Par contre, la mise en place des revêtements de bord d'attaque est difficile et le chantier est encombrant.

Le **chantier vertical** est plus long à construire, mais il est moins encombrant et facilite la pose des revêtements de bord d'attaque. Par contre, les différents éléments de la structure occupent, en hauteur, des positions variables et il est moins facile de les monter. Généralement, on se sert d'un chantier horizontal pour le montage de la structure interne et d'un chantier vertical pour la pose des revêtements et l'enduisage.

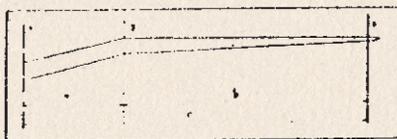


Fig. 88. — Demi-aile. Côtes de base du chantier.

La longueur du chantier est donnée par la cote (c) (fig. 88). Un tréteau est placé à chaque extrémité (fig. 89). Un troisième tréteau est placé éventuellement à l'aplomb du coude. On dispose des tréteaux intermédiaires pour limiter les déformations de flexion. On choisit un sol plat dans un hangar pouvant être facilement aéré et chauffé. Les tréteaux uti-

lisés sont rabotés et dressés. Les tréteaux extrêmes sont de même hauteur, vérifié tout d'abord qu'ils sont parallèles (mesure de la distance qui sépare les extrémités). On vérifie également que leurs arêtes supérieures sont horizontales (niveau). Les tréteaux sont fixés au sol par des petites cales de bois ou des poids. Un fil est tendu d'un tréteau à l'autre de façon

à concrétiser le plan passant par leurs arêtes supérieures horizontales. Les tréteaux intermédiaires doivent affleurer le fil tendu.

Les longerons sont placés sur les tréteaux par l'intermédiaire de cales de hauteur différente (dans la position qu'ils occuperont sur l'appareil). Les différentes hauteurs des cales sont mesurées sur le plan des profils (fig. 90). Ces cales de bois dur (hêtre ou sapin) sont clouées ou vissées



Fig. 89. — Mise en place des tréteaux d'extrémités.

sur les tréteaux. La position exacte des longerons est repérée par un tracé. Les longerons peuvent être fixés par des équerres de bois sur le chantier.

Les chantiers de montage verticaux utilisent généralement des tréteaux de forme spéciale ayant une hauteur suffisante pour éloigner le bord de fuite du sol. On profite de cette disposition pour réaliser un chantier



Fig. 90. — Plan des profils.

double (on doit laisser entre les deux ailes un passage suffisant pour qu'un ouvrier puisse y travailler) (fig. 92). La position relative des longerons est déterminée comme pour le chantier horizontal. On peut surélever le longeron sur des cales qui l'isolent du montage et qui facilitent la pose du revêtement du bord d'attaque.

MONTAGE DES ÉLÉMENTS

Il est possible de commencer le montage à blanc des éléments principaux (nervure d'emplanture, nervure d'extrémité, nervure au coude, nervure oblique, nervure caisson).

On fixe sur les premières nervures un fil tendu au bord d'attaque et au bord de fuite, ce qui permet de les aligner et de vérifier s'il n'y a pas

d'erreur. Le pontage à blanc peut porter sur toutes les nervures qu'elles sont munies d'un pont.

Il peut porter seulement sur les nervures principales. Il est indispensable dans la construction d'un premier appareil ou d'une tête de série.

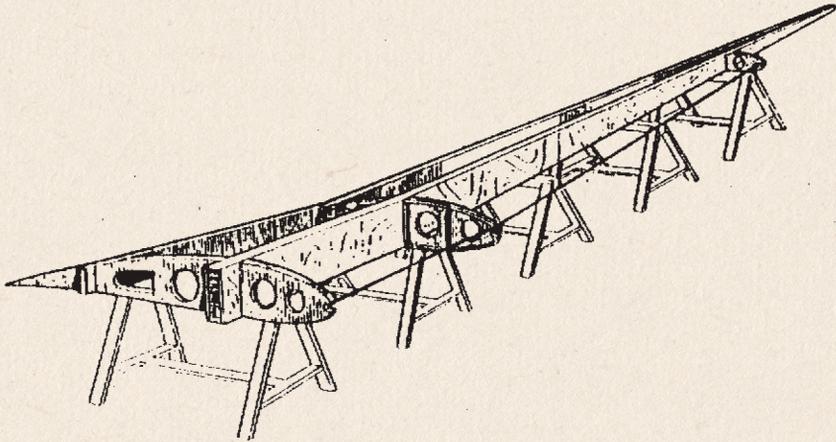


Fig. 91. — Chantier de montage horizontal.

La figure 93 montre la façon de poser les presses pour le collage des nervures ; la partie à presser étant très étroite, la presse appuie en partie sur une cale de même hauteur. Les nervures sont parfois enfilées sur le longeron, en particulier dans le cas où elles sont toutes identiques (ailes rectangulaires). Un assemblage parfait est absolument nécessaire pour assurer un collage régulier autour du longeron. Les nervures à pont permettent ce montage particulier, mais le pont est supprimé au moment du collage.

Le longeron est quelquefois oblique par rapport à la ligne générale de l'envergure et les nervures font avec lui un angle différent de 90° (fig. 96). Les liteaux de collage sur le longeron sont assemblés seulement au montage et restent parallèles à l'axe du fuselage.

Le collage oblique se retrouve aussi à l'intersection de nervures et de la barre oblique (barre de traînée).

Cette dernière est fixée sur les longerons soit au moyen de

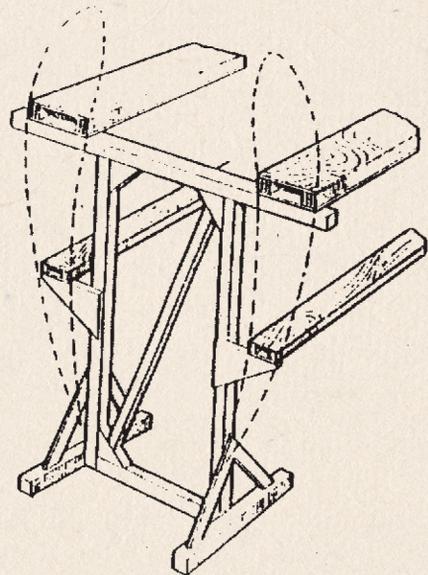


Fig. 92. — Chantier vertical.

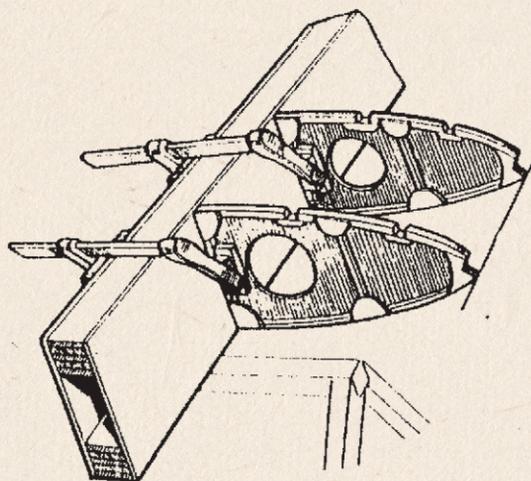


Fig. 93. — Montage des nervures sur longeron.

longeron est défectueux, il peut entraîner la déformation en torsion de l'aile entière.

Quand toutes les nervures et fausses nervures sont collées, on ajuste le bord d'attaque et le bord de fuite.

Le bord d'attaque est constitué fréquemment par une baguette de spruce, sapin ou frêne de 2 à 4 cm² de section, rassemblée sur les becs de nervure.

La figure 99 et la figure 100 montrent deux types d'assemblages différents.

L'ajustage se fait sur le chantier, la lisse de bord d'attaque étant maintenue par de petites presses. L'entaille des nervures est retouchée (on avait pris soin de l'ébaucher seulement), puis la lisse est souvent allégée à l'intérieur de l'aile, par toupillage. Le bord d'attaque est ensuite collé puis arrondi au rabot à la forme du bec de nervure. Il faut accentuer l'arrondi sur chaque arête susceptible d'entrer en contact avec le revêtement (fig. 99).

Sans cette précaution, il se produirait sur le revêtement rigide une cassure apparente due à la tension du contreplaqué au retrait de la colle. Dans les appareils ayant des caissons de bord d'attaque de grandes dimensions, le bord d'attaque est renforcé et raidi par plusieurs lisses paral-

cr' (fig. 97), soit par collage direct et cales de renforcement (fig. 98). Dans le premier cas, sa construction est analogue à celle d'un faux longeron ou d'une nervure renforcée; dans le deuxième cas, la construction est souvent lamellaire. Généralement, la barre de trainée passe au travers des nervures. L'assemblage correct présente les mêmes difficultés que l'assemblage des nervures enfilées sur un longeron oblique.

Si l'assemblage de la barre de trainée sur le

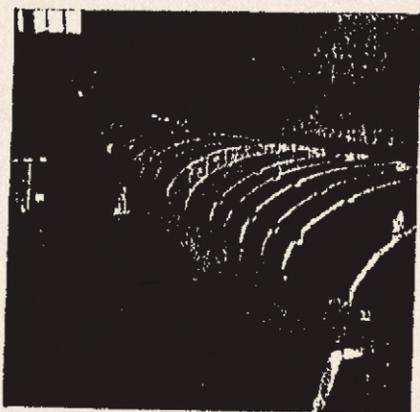


Fig. 94. — Pose des becs de nervures.

lèles au lit ou de bord d'attaque et dont la pose s'effectue de la même façon.

Le bord de fuite est constitué par un liteau de spruce ou de sapin collé à la pointe extrême arrière de la nervure.

Le bord de fuite doit être très rigide pour supporter sans déformation la tension de la toile et pour résister aux efforts au cours des manœuvres au sol. Aussi est-il souvent raidi par une ou deux âmes de contreplaqué (fig. 101). La figure 102 montre l'aspect d'une aile entoillée à bord de fuite insuffisamment rigide.



Fig. 95. — Chantier de montage d'aile.

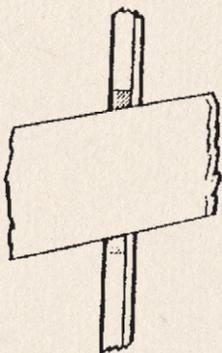


Fig. 96. — Nervure oblique.

Les queues de nervure sont fixées par des goussets de contreplaqué (fig. 103). Quand l'âme du bord de fuite est médiane, il faut entailler la queue de nervure. Quand les goussets sont collés directement sur la baguette, ils provoquent une surépaisseur visible après entoilage. Cette solution n'est pas utilisée sur les appareils plus fins dans lesquels le bord de fuite est généralement raidi par deux âmes extérieures découpées en forme de goussets en face de chaque queue de nervure (fig. 104).

L'extrémité de l'aile se termine par un arrondi prolongeant le bord d'attaque. Cet arrondi est constitué par un assemblage lamellaire construit dans un moule et raccordé par enture sur le bord d'attaque et le longeron (fig. 105).

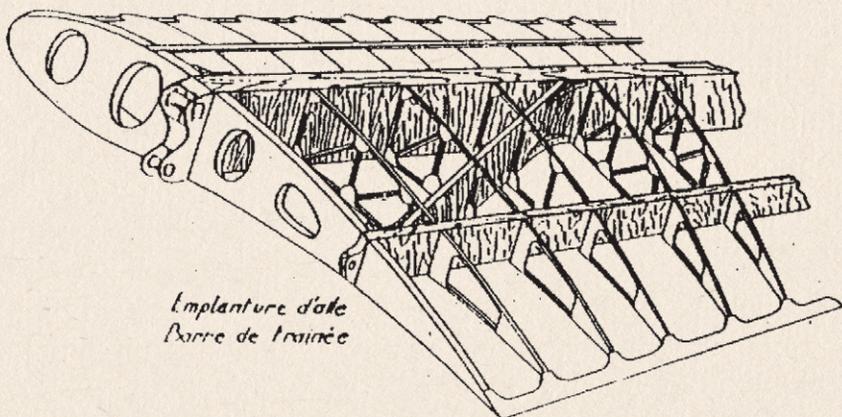


Fig. 97. — Implantures d'aile.

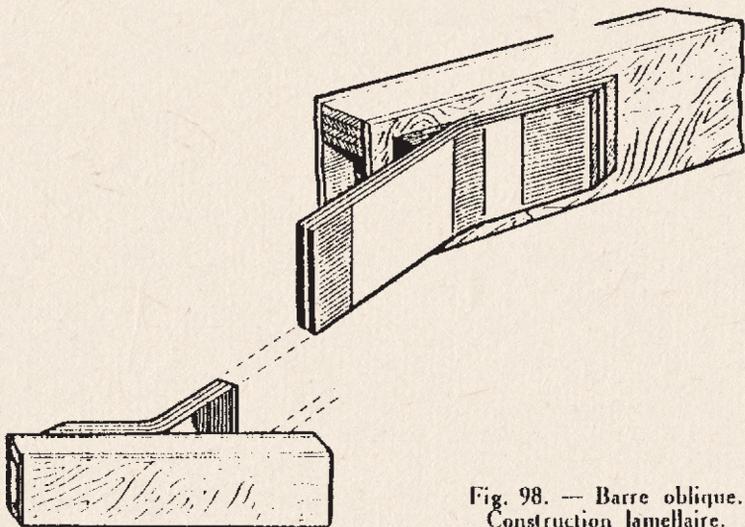


Fig. 98. — Barre oblique.
Construction lamellaire.

A l'extrémité de l'aile, les deux longerons sont parfois assemblés l'un à l'autre par collage direct et cales de renforcement (fig. 105).

Article 1. — CAISSON DE BORD D'ATTAQUE.

CAISSON D'AILE

Contreplaqués de bord d'attaque.

La pose des revêtements de contreplaqué de bord d'attaque constitue une des opérations

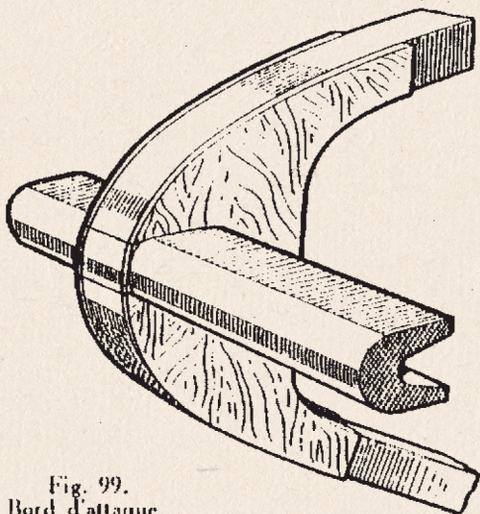


Fig. 99.
Bord d'attaque.

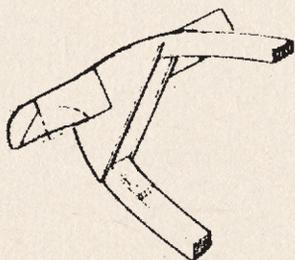


Fig. 100. — Bord d'attaque.

les plus délicates et les plus importantes de la fabrication du planeur. Il est nécessaire de prendre les précautions suivantes :

1^o S'assurer de l'alignement parfait

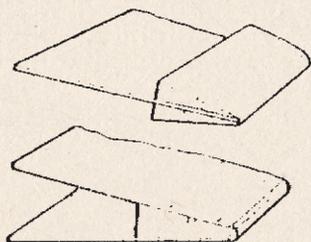


Fig. 101. — Bord de fuite.

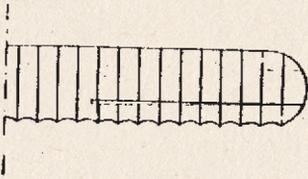


Fig. 102. — Bord de fuite insuffisamment rigide.

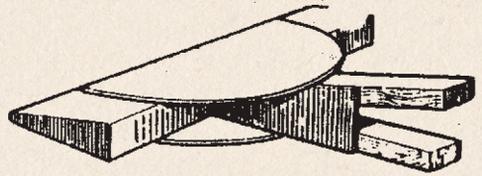


Fig. 103. — Fixation de queue de nervure sur le bord de fuite.

des becs de nervure ; 2^o Fixer soigneusement l'aile sur le chantier de montage, dans une position qui doit rester immuable jusqu'à la fin de l'opération.

En effet, les tensions provoquées par la mise en forme du contreplaqué

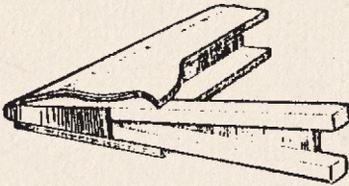


Fig. 104. — Bord de fuite.

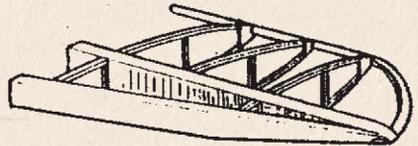


Fig. 105. — Extrémité d'aile.

de revêtement et le séchage inégal des premiers panneaux pourraient provoquer, si l'on ne prenait pas cette précaution, des déformations

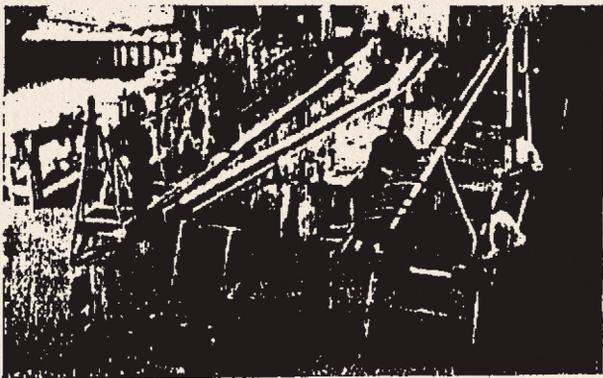


Fig. 106. — Atelier de montage.

en torsion, impossibles à rattraper par la suite. On empêche ces déformations en fixant l'aile au moyen de presses sur le chantier dans la position



Fig. 107. — Préparation d'un bord d'attaque pour la pose du revêtement.

Le point d'appui est fourni par une sangle enroulée autour du caisson. Les presses spéciales ne s'appliquent plus sur le chantier comme le montre cette figure, mais appuient sur des cales elles-mêmes posées sur les montants de nervures, assurant ainsi la pression nécessaire à leur collage sur le longeron.

L'alignement des becs de nervures se vérifie en présentant parallèlement au longeron principal (ou obliquement si l'aile est trapézoïdale) une règle droite, de préférence métallique, appuyant sur les semelles de becs de nervures. On rectifie les dépassements au rabot, à la râpe ou au moyen d'une râpe spéciale analogue à celle de la

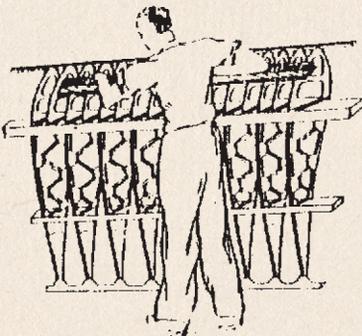


Fig. 109. — Alignement des becs de nervures.

qui assure leilage correct de tous les profil. Le chantier de montage vertical facilite cette opération (fig. 92).

On peut prévoir la mise en place du revêtement avant même de coller les nervures sur l'aile. La pose du revêtement se fait sur un chantier, le caisson de bord d'attaque étant vertical (fig. 107).

Une difficulté se présente ensuite pour coller les nervures que l'on ne peut pas presser sur le longeron.

On assure alors la pression de serrage au moyen d'un dispositif spécial ; analogue à celui de la figure 118 utilisé pour la pose des revêtements contreplaqués.

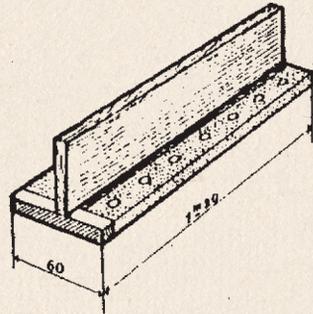


Fig. 108. — Râpe spéciale à aligner les becs de nervure.

figure 108. Cette râpe est constituée par deux baguettes de bois dur et sec : chêne ou frêne (à l'exception du hêtre qui se déforme trop) collées en forme de « T » et recouvertes par collage d'une bande de papier de verre à gros grains. La longueur de la râpe est telle qu'elle doit reposer toujours sur trois nervures au moins (1 m. 200 pour des nervures espacées de 30 cm.). La figure 109 montre comment on se sert de cette râpe, le travail étant vérifié fréquemment comme il est dit plus haut. Quand on utilise ce procédé il faut avoir soin, avant tout collage, de brosser soigneu-

sement les surfaces à encoller pour enlever toute trace de poussière de bois qui bouche les pores et empêche la colle de pénétrer. Passer ensuite le rabot à bretter sur les semelles de becs des nervure.

Si les nervures sont enfilées sur le longeron, on colle entre chaque semelle (sur le longeron) un liteau de même épaisseur sur lequel viendra se raccorder le revêtement (fig. 110).

Les contreplaqués utilisés pour les revêtements de bord d'attaque sont d'épaisseur décroissante de l'implanture à l'extrémité, les différents panneaux se raccordant sur les nervures renforcées ou les nervures caisson. Leur épaisseur peut varier de 10/10 à 32/10 de millimètre.

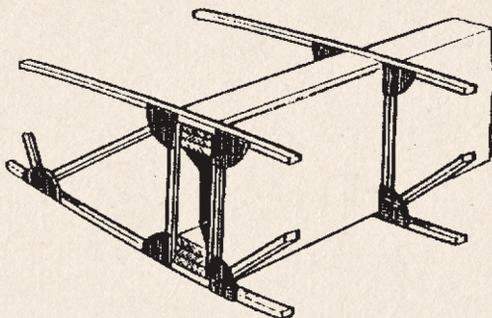


Fig. 110. — Pose d'un liteau pour le collage d'un revêtement en contre-plaqué.

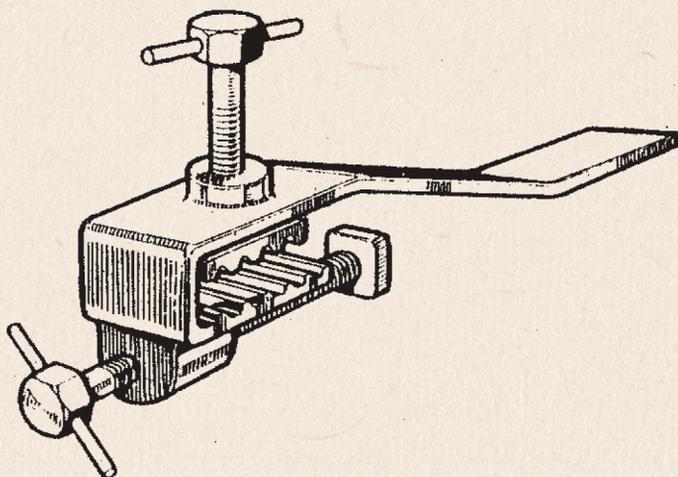


Fig. 111. — Pince simple pour mise à la forme des caissons de bord d'attaque.

Les opérations s'effectuent dans l'ordre suivant :

- 1^o Mise à la forme ;
- 2^o Traçage et ajustage ;
- 3^o Encollage et mise sous presse ;
- 4^o Finition ;
- 5^o Vérification des collages.

La mise à la forme s'effectue après mouillage des deux faces du contreplaqué. Suivant son épaisseur, le mouillage s'effectue à l'éponge

10/10 à 20/10) ou par immersion dans l'eau tiède pendant une ou deux heures (20 à 30/10).

Le revêtement de bouleau, plus rigide, demande souvent une immersion de plus longue durée. Le contreplaqué de peuplier, d'épaisseur

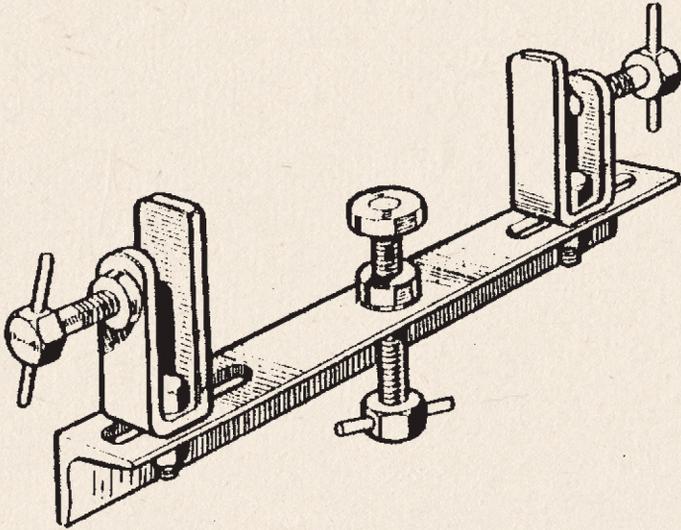


Fig. 112. Pince double pour la mise en forme de caisson de bord d'attaque.

inférieure à 15/10 est souvent placée à sec. Les panneaux de revêtement sont ensuite présentés sur le bord d'attaque, les fibres extérieures parallèles aux longerons pour des contreplaqués croisés à 90°, et inclinés à 45° par rapport au longeron pour des contreplaqués croisés à 45°. La face dépolie du contreplaqué est celle qui doit être en contact avec les nervures.

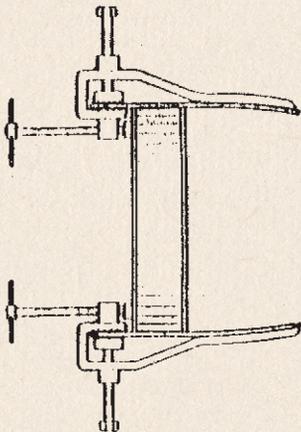


Fig. 113. Mise en forme avec pince simple.

Si on ne dispose pas d'un outillage spécial, on fixe un des bords des panneaux de contreplaqué à l'aide de baguettes à clous. L'autre bord est tendu par traction que l'on exerce en saisissant le contreplaqué avec des pinces plates ou de petits étaux à main. On doit exercer cette traction au milieu de la longueur totale du panneau, puis on se rapproche symétriquement des extrémités sur lesquelles on ne doit pas tirer (le contreplaqué gondole) et que l'on fixe en dernier lieu. La tension ne doit pas être trop forte pour provoquer des déformations. Le procédé nécessite deux opérateurs et la pose, toujours très longue, d'un grand nombre de baguettes à clous. On peut utiliser, pour simplifier ce travail, des pinces spéciales (fig. 111 et fig. 112)

faciles à briquer dans du feuillard de 5×40 , des câbles de 40×40 et des boulons de $D = 8$ à 10^m . Ces pinces sont placées comme l'indiquent les figures 113 et 114. La pince simple à l'inconvénient de créer des efforts de torsion du longeron quand le serrage est inégalement réparti sur les deux bords du panneau de revêtement. Dans tous les cas, le contreplaqué doit déborder de 50 à 100^m . La mise en forme dure jusqu'au complet séchage du contreplaqué. Si on a pris soin de découper les feuilles à 50^m environ des dimensions définitives, toutes les feuilles peuvent être mise en forme en même temps en se chevauchant.

Les pinces de mise à la forme sont rapprochées au maximum, il doit y avoir obligatoirement une presse en face de chaque nervure ou fausse nervure (fig. 115).

Après séchage, les feuilles sont enlevées une à une et tracées au fur et à mesure de manière à les faire accorder sur une nervure (par enture), donc en prévoyant une longueur supplémentaire de part et d'autre égale à la largeur de l'enture.



Fig. 115. — Espacement de pinces de mise en forme.

traçage direct sur le contreplaqué présente des difficultés et entraîne des erreurs, on peut tracer au préalable et par tâtonnement la forme du panneau sur une feuille de carton qui servira ensuite de gabarit pour le découpage de la feuille de revêtement.

Il faut faire attention au fait que les deux biseaux de raccordement ne se trouvent pas sur la même face du contreplaqué. Il est intéressant de bacher la face à bisoter avant d'enlever complètement de la forme la feuille de revêtement. Cette précaution évite beaucoup de temps perdu et de contreplaqué gâché.

Les procédés de collage varient suivant l'outillage dont on dispose. Le collage par baguettes à clous (fig. 116) est toujours possible et assure une bonne adhérence. Il est long

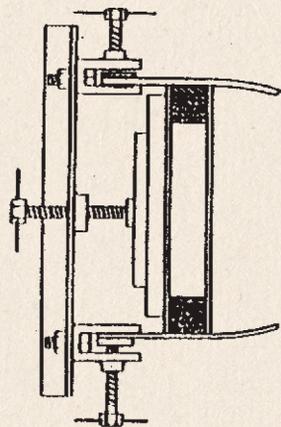


Fig. 114. — Mise en forme avec pince double.

On peut être obligé, pour utiliser des chutes de contreplaqué, de raccorder ces dernières entre deux nervures. Ces raccords sont fait avant la mise en forme conformément à la figure 14. Dans le cas où le

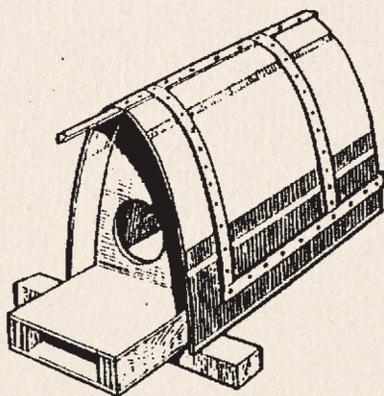


Fig. 116. — Collage d'un caisson par baguettes à clous.

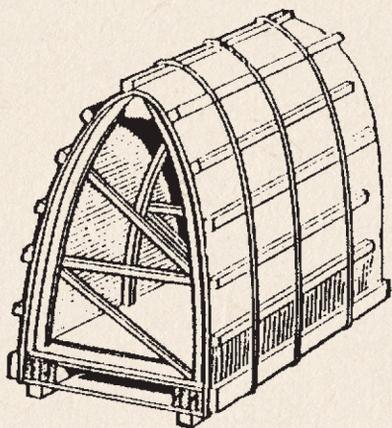


Fig. 117. — Mise sous presse par baguettes et ligatures humides.

partie généralement plate du profil (fig. 118 et 119).

Quand on dispose de pinces spéciales, on les utilise comme pour la mise en forme et on augmente la pression sur le bec de nervure par un serrage par presse sur deux cales de forme (fig. 120).

L'encollage se fait d'abord sur les nervures, le bord d'attaque, les lisses et la partie du longeron intéressée par le premier panneau. Si la mise en forme est insuffisante ou si l'épaisseur du contreplaqué est importante, on mouille la face extérieure à l'éponge, on l'applique sur les parties encollées et on la retire.

On encolle à nouveau la feuille de contreplaqué aux endroits souillés et on remet en place avec le dispositif de serrage adopté.

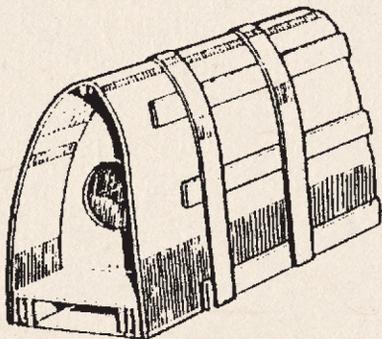


Fig. 119. — Collage par sangle humide.

et coûteux, et le trou des clous dans le contreplaqué affaiblissent le revêtement.

Un bon collage s'obtient par baguettes et ligatures en corde mouillée, tendues par garots ou interpositions de coins de bois. Le procédé est long et demande beaucoup de matériel (fig. 117).

On peut le simplifier en utilisant des sangles humides ou des sangles métalliques posées à l'aplomb des nervures et serrées par coins ou presses spéciales (fig. 118 et 119). On est souvent obligé d'interposer entre l'intrados et les sangles des coins de forme ou des baguettes qui assurent un serrage correct sur cette

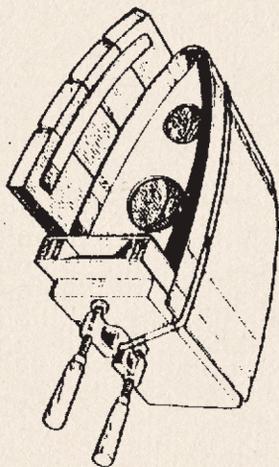


Fig. 118. — Sangle métallique pour pose de revêtement.

Aux raccordements des feuilles de contreplaqué, il est à peu près indispensable d'utiliser les baguettes à clous qui assurent une meilleure jonction et qui rattrapent les inégalités des entures.

La finition comporte le découpage du revêtement suivant l'arête du longeron et le ponçage des raccor-

dements panneaux de revêtement. Si le caisson se prolonge à l'arrière du longeron sur la nervure, le contreplaqué peut être découpé de manière à former des goussets à larges raccords (fig. 121). Cependant, cette méthode, très simple, est à éviter; les fibres extérieures des goussets doivent être perpendiculaires aux arêtes du longeron.

Les goussets sont rapportés et fixés par enture sur le revêtement.

La vérification du collage se fait au moyen d'un petit maillet de bois avec lequel on frappe le

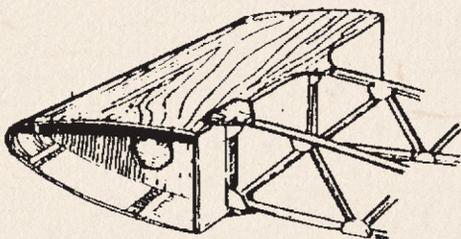


Fig. 121. Gousset de nervure découpé et gousset rapporté.

leau de contreplaqué de 10/10 à 15/10

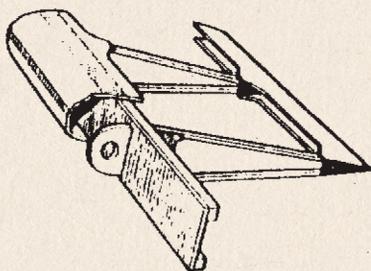


Fig. 122. — Bord d'attaque de gouverne en gouttière.

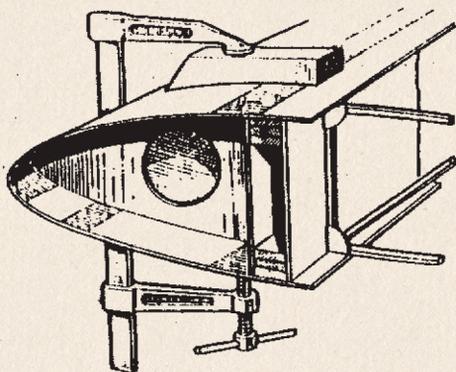


Fig. 120. — Serrage par presse et coins de forme.

contreplaqué à l'aplomb et le long des semelles de nervure ou lausse nervure. Si le contreplaqué n'applique pas sur la nervure ou s'il n'est pas collé, on entend un bruit caractéristique de corps creux.

GOUVERNES

Les gouvernes sont quelquefois caissonnées au bord d'attaque au moyen d'un rouleau d'épaisseur (gouttière) collé sur de petits becs de nervure rapportés en avant du longeron et généralement en peuplier plein (fig. 122).

Le mode de fixation et de col-



Fig. 123. — Gouttière et cache d'articulation.

lage est le même que celui utilisé pour les caissons de bord d'attaque (1).

(1) Le système de fixation par vis est plus avantageux. En effet, les goujons de fixation du plan fixe constituent une partie fragile et, au cours des manipulations des éléments séparés, ils peuvent être faussés par des chocs locaux.

D'autre part, la dérive et le plan fixe sont souvent revêtus de contre-plaqué. Si la gouverne possède une goulière arrondie, il faut prévoir

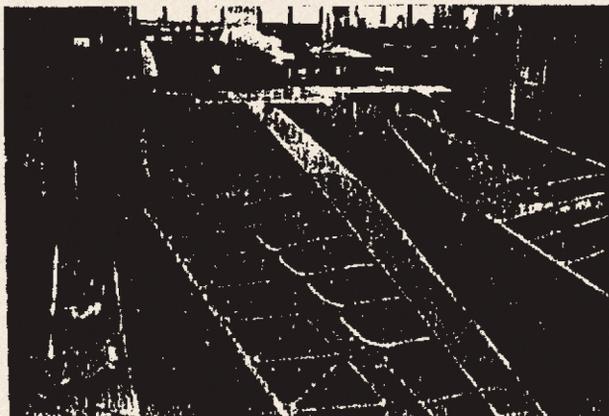


Fig. 124. — Ensemble d'aile entièrement montée avant entoilage.

un recouvrement plus large débordant le longeron et découpé de manière à servir de volet-cache d'articulation (fig. 123).

Article 5.

**FREINS DE PIQUÉ
ET D'ATTERRISSAGE (1)**

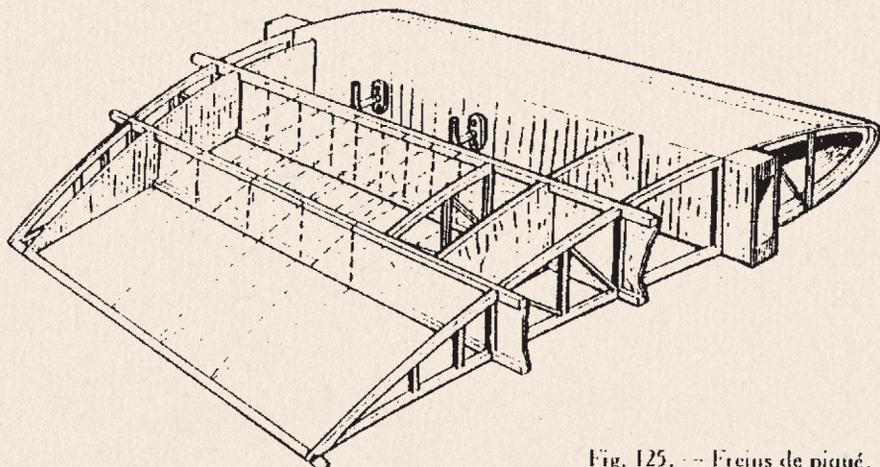
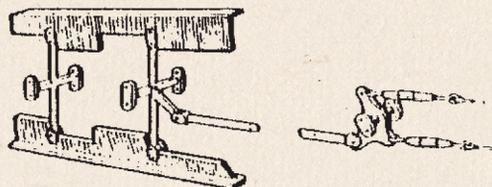


Fig. 125. — Freins de piqué.

(1) Nous ne parlerons des freins de piqué que pour signaler les particularités de montage qu'ils peuvent éventuellement provoquer.

Ils sont plusieurs sortes. La figure 125 montre un motif particulier aux freins de piqué des appareils de performance modernes.

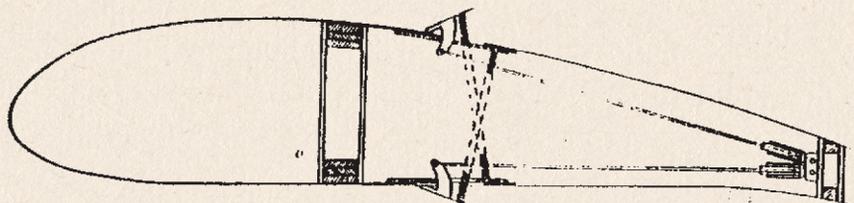


Fig. 126. — Frein de piqué métallique.

Le frein vient se replier dans un logement pratiqué entre le longeron principal et un faux longeron supplémentaire. Entre ces deux longerons

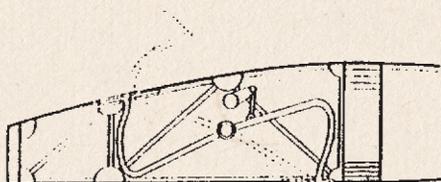


Fig. 127. — Frein de piqué métallique.

les nervures sont sectionnées. A l'extrémité du logement, les deux longerons sont reliés par des nervures renforcées.

Les freins des figures 126 et 127 occasionnent moins de différence de montage que le frein précédent. Il suffit de prévoir des renforcements locaux du revêtement ou des nervures pour les attaches d'articulation et les ressorts de rappel.



Fig. 128. — Frein de piqué.

Article 6. — MONTAGE DES EMPENNAGES ET DES GOUVERNES

Il n'y a pas de différence sensible entre le montage des empennages et des ailes. Mais, étant données leurs faibles dimensions, les chantiers

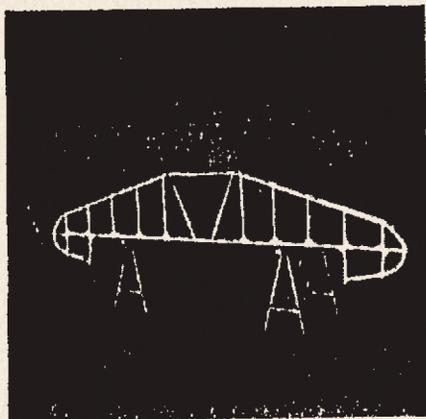


Fig. 129. --- Chantier de montage d'empennage horizontal.



Fig. 130. --- Moule de gouvernail de direction.

de montage des empennages peuvent être conçus de façon à limiter le plus possible les tracés et les tâtonnements (en particulier dans la



Fig. 131. --- Aileron en cours de construction.

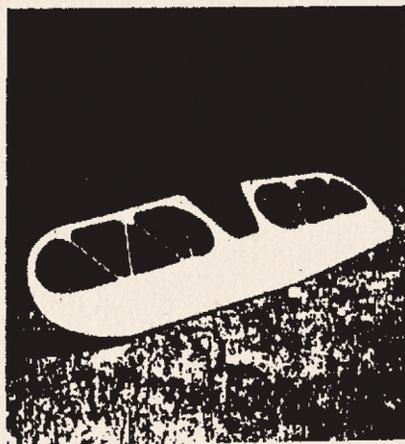


Fig. 132. --- Empennage horizontal terminé (entoilage).

construction en série). Aussi ressemblent-ils plus souvent à des moules de construction.

Le chantier d'empennage horizontal de la figure 129 est construit en vue d'une production de petites séries. Aucun tracé n'est nécessaire pour le montage de cet empennage.

La figure 130 montre un moule utilisé pour le montage d'une gouverne de direction.

Le revêtement des parties fixes des empennages est plus souvent constitué par des panneaux de contreplaqué qui viennent se raccorder sur le longeron. Les gouvernes ont parfois un **longeron gouttière** de construction analogue à celle des caissons de torsions (titre IV, chapitre I, art. 4).



LE FUSELAGE

Article 1. — CADRES DE FUSELAGE

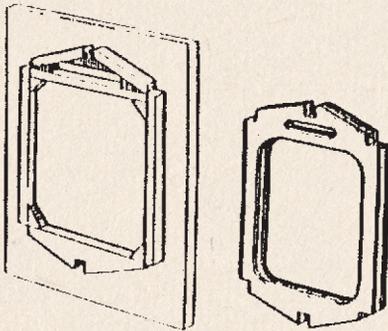


Fig. 133. — Confection de cadres sur moule.

analogues aux moules à nervures. Les montants des couples sont reliés entre eux par des cales et des goussets de contreplaqué. La figure 133 montre la confection d'un cadre à flancs rectilignes.

Les cadres à flancs arrondis sont constitués par des lamelles de 3 à 6^m d'épaisseur collées dans un moule, puis renforcées par une âme en contreplaqué. L'assemblage des lisses sur les couples se fait par entaille du couple seulement, ou à mi-bois dans le cas où le couple est de section trop faible. Le passage des longerons ou des lisses de fuselage est souvent renforcé par des goussets ou des cales. Cales et goussets sont collés dans le

Les couples du cadre de fuselage se divisent en deux catégories :

a) Les cadres à flanc droit (section polygonale du fuselage) ;

b) Les cadres à flanc arrondi (fuselage à section ovoïde).

La construction de cadres est semblable à celle des nervures, mais les sections mises en jeu sont plus fortes. Aussi a-t-on recouru fréquemment au cintrage lamellaire.

La construction des cadres à flancs droits se fait sur des moules

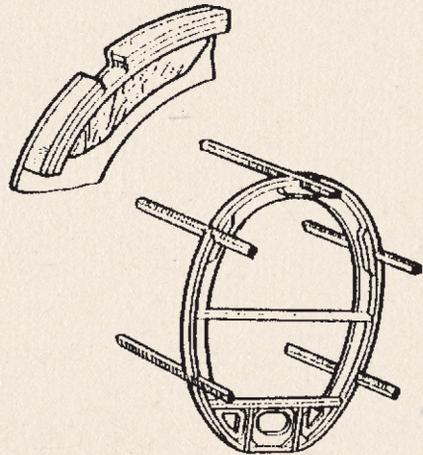


Fig. 134. — Couple ovoïde.

moule au moment de la confection du cadre (fig. 70). Les caisses sont faites après démoulage. On a intérêt à entailler les bois à l'instant du tracé de manière à laisser suffisamment de matière pour l'assemblage définitif des longerons et des lisses au moment du montage à blanc.

Les couples sont généralement renforcés à la partie inférieure, soit pour permettre la fixation des paliers de commande, soit pour permettre



Fig. 135. — Cadre principal à flancs rectilignes.

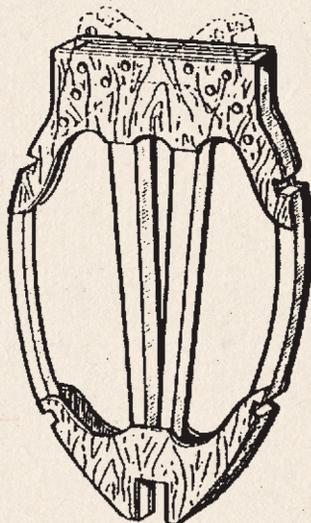


Fig. 136. Coupe principal.

la fixation des amortisseurs de l'atterrisseur. Les cadres d'un fuselage sur lesquels sont fixées les ferrures d'aile portent le nom de *cadres principaux*.

Ils sont renforcés et les fortes sections utilisées nécessitent souvent des constructions lamellaires. L'emplacement des ferrures de fixation d'aile est toujours renforcé par des cales (sapin généralement) traversées par les boulons de fixation.

La partie inférieure supporte généralement un amortisseur de patin et est renforcée.

Des montants transmettent les efforts de la partie inférieure du cadre.

Article 2. — POUTRES FUSELAGE

Dans les appareils de début, la partie avant du fuselage est constituée par une poutre analogue à un longeron-caisson et sur laquelle viennent se souder les mâts de cabane. Ces mâts sont encastés dans la poutre

centrale et collés sur elle par l'intermédiaire de cales de renforcement (n° 137).

Cet assemblage, très important pour l'ossature du planeur, est souvent renforcé par deux ferrures boulonnées de part et d'autre sur les mâts et la poutre.

La construction de tels fuselages se fait sur des tracés exécutés sur

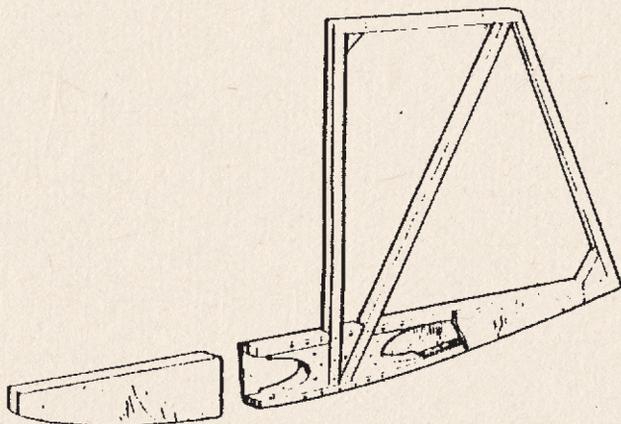


Fig. 137. - Poutre fuselage. Partie avant.

de grandes surfaces planes (sol cimenté d'un atelier par exemple).

La partie arrière du fuselage, raccordée sur la partie avant par une ferrure supérieure et une ferrure inférieure, est de construction analogue.

L'assemblage des mâts de cabane entre eux se fait par cales de renforcement et goussets d'angle.

Article 3. NEZ DE FUSELAGE

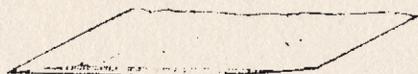


Fig. 138. - Nez de fuselage en contreplaqué.

C'est la partie avant du fuselage.

Le nez de fuselage peut être un simple carénage recouvrant et terminant l'avant du fuselage. Il peut servir aussi à raccorder les longerons ou les lisses de bord d'attaque et, dans ce cas, il remplace souvent un couple de fuselage.

Comme simple carénage, il peut être construit en bois ou en tôle.

La construction d'un nez de fuselage creux en contreplaqué

(fig. 138) s'agit sur une forme en bois plein vert. Les « côtes » de contreplaqué sont d'autant plus étroites que le carénage est plus petit et que la courbure est plus forte.

Chacune est amincie sur chaque bord de manière à se raccorder par enture sur la côte suivante (chevauchement des bords).

Le collage s'effectue sur la forme au moyen de baguettes à clous. Il est préférable de démonter les deux moitiés du carénage avant de les raccorder entre elles (le démoulage est plus facile que celui de la forme entière).

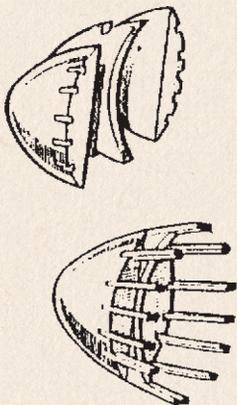


Fig. 140. — Nez de fuselage en bois plein.

Le nez de fuselage en duralumin chaudronné fixé par vis sur le cadre avant du fuselage s'emboutit également sur une forme de bois plein (voir titre III, chap. 2).

Les nez de fuselage sur lesquels viennent se raccorder les longerons ou les lisses sont en bois plein ou en contreplaqué.

La figure 140 montre un nez en peuplier constitué par collage à fibres croisées de trois éléments distincts. Des encoches en biseaux permettent le raccordement par enture des lisses et des longerons.

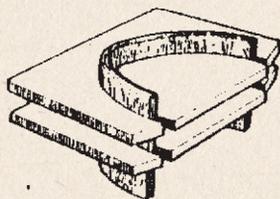


Fig. 142. — Moule pour nez de fuselage en contreplaqué.

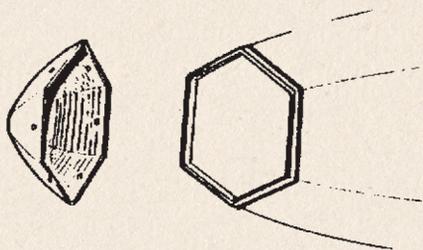


Fig. 139. — Nez de fuselage en duralumin embouti.

Le nez de fuselage peut être aussi constitué en balsa massif, renforcé aux divers points d'assemblage sur le fuselage par des flasques de contreplaqué.

La surface extérieure est durcie par application de colle Certus :

- a) On fait une première application de colle Certus assez fluide qui pénètre dans les pores du bois. Après séchage on ponce la surface ;
- b) On applique une dernière couche de colle épaisse avec un tampon imbibé ;
- c) Après ponçage, on isole la surface avec un vernis gras.

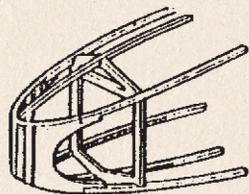


Fig. 141. — Nez de fuselage développable.

Le nez de fuselage à surface développable (fig. 141) est moulé dans une forme spéciale (fig. 142), le cintre étant constitué par plusieurs épaisseurs de contreplaqué collées entre elles dans le moule.

Les raccords des longerons sur le nez se font par encastrement à mi-bois ou entures.

Article 4. — MONTAGE DES FUSELAGES

FUSELAGE POUTRE.
FUSELAGE COQUE.
POSE DU REVÊTEMENT.

FUSELAGE POUTRE

Le montage de tels fuselages ne présente pas de difficulté. La poutre centrale et la cabane sont assemblées à plat (voir titre IV, chap. 2, art. 2).

L'ensemble est calé en position verticale et sert de chantier pour la mise en place des cadres ou des superstructures de la carène (cette dernière ne participe pas à la résistance générale de l'ensemble et ne sert que de nacelle pour le pilote) (fig. 143).

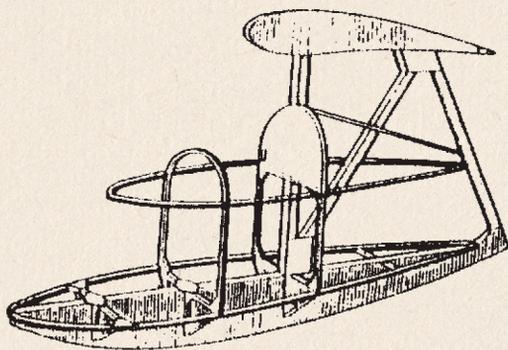


Fig. 143. — Fuselage poutre et armature de carène.

FUSELAGE COQUE

Le montage est plus délicat et se fait sur un chantier de montage. Le chantier est établi suivant le mode de construction du fuselage d'après un plan de forme donné par le constructeur (fig. 144). On choisit comme ligne de base du chantier un longeron rectiligne à peu près perpendiculaire aux divers couples ou cadres du fuselage. Le chantier est constitué par un chassis de madriers et des cadres rigides fixés sur les madriers à la même distance que les cadres du fuselage. Sa hauteur est telle que l'appareil puisse être monté la quille en l'air. En effet, cette partie est généralement renforcée et il est possible de fixer provisoirement les couples

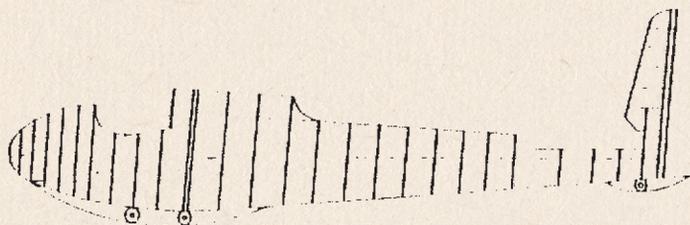


Fig. 144. — Plan de forme de fuselage.

sur trois points : deux points de fixation sur les deux longerons de base, un point de fixation au moins sur le ou les longerons de quille, ce qui facilite le montage.

Les longerons de base sont tout d'abord fixés sur le chantier à la distance convenable par des presses ou par des dispositifs spéciaux (fig. 146) constitués par des cales de bois dur serrées par un boulon qui traverse la partie supérieure des cadres du chantier.

Ces cales sont moins larges que les longerons et sont disposées à l'intérieur du fuselage pour ne pas gêner la pose du revêtement de contreplaqué.

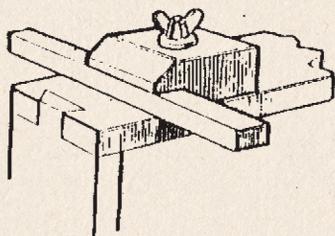


Fig. 146. — Cales de serrage des longerons sur le chantier.

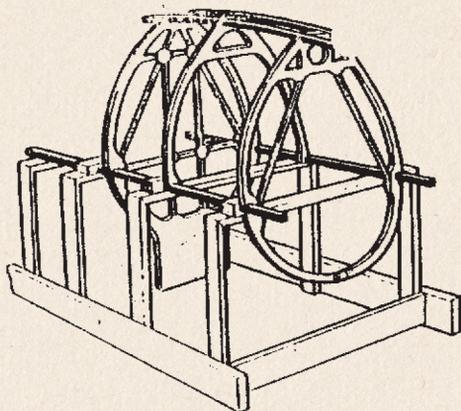


Fig. 145. — Mise en place des couples sur un chantier de montage de fuselage.

Certains fuselages ne se prêtent pas facilement à une telle construction. Le chantier de montage est alors constitué par des cadres triangulaires dont la pointe s'insère facilement entre les couples du fuselage (fig. 147 et 151). Ceux-ci sont fixés par presses ou par vis sur le chantier.

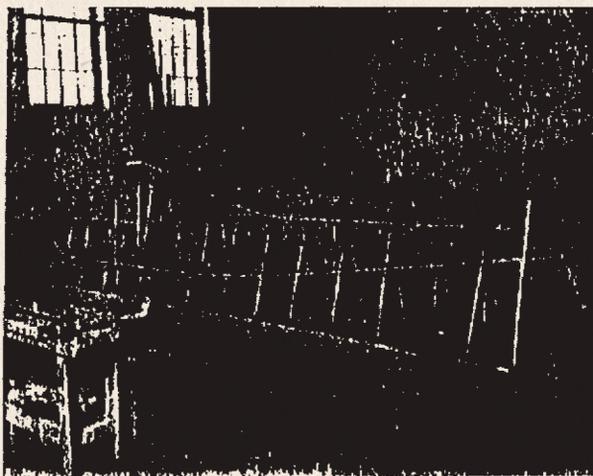


Fig. 147. — Chantier de montage.

Les fuselages à flancs rectilignes se prêtent plus facilement à une construction sur chantier de montage horizontal, le plan de base étant celui d'un flanc.



Fig. 148. — Chantier de montage horizontal vu de l'avant.



Fig. 149. — Chantier de montage horizontal vu de l'arrière.

Outre la facilité de mise en place des divers cadres, ce montage-là facilite la pose du revêtement d'un flanc. Il est cependant nécessaire

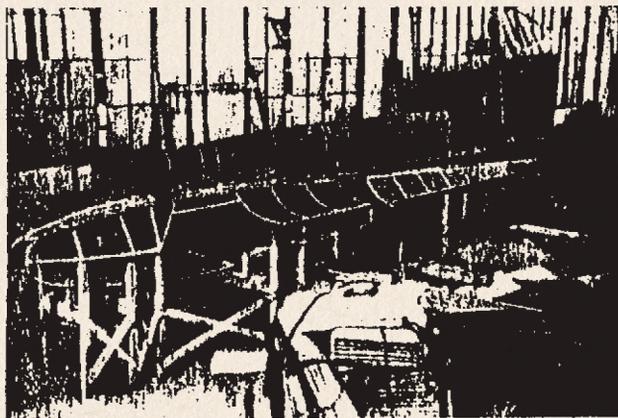


Fig. 150. — Pose des revêtements sur un flanc du fuselage.

de fixer soigneusement la coque sur le montage avant de commencer la pose de ce revêtement. En effet, sous l'influence des retraites au collage, le fuselage pourrait se cintrer du côté du revêtement.

Les longerons et les lisses sont souvent fortement cintrés l'avant. On peut les amincir, les cintrer ensuite et coller une surépaisseur qui permettra d'obtenir la cote définitive.

On commence toujours par le montage à blanc pour vérifier la position relative des cadres principaux et des cadres intermédiaires et pour ajuster les longerons et les lisses.

Quand le collage de l'ossature est terminé, on doit placer toutes les ferrures. Les commandes sont montées ainsi que les ailes et les mâts. C'est le montage à blanc général qui permet de vérifier la position relative de tous les éléments entre eux.



Fig. 151. — Avant de fuselage.

POSE DU REVÊTEMENT

On commence généralement par la pose des panneaux inférieurs, le fuselage étant disposé la quille en l'air ou sur champ comme il a été dit plus haut (fig. 152). Les fibres extérieures du contreplaqué sont disposées parallèlement à l'axe du fuselage, à l'exception peut-être des panneaux avant fortement cintrés. Dans ce cas, en effet, les fibres seront disposées

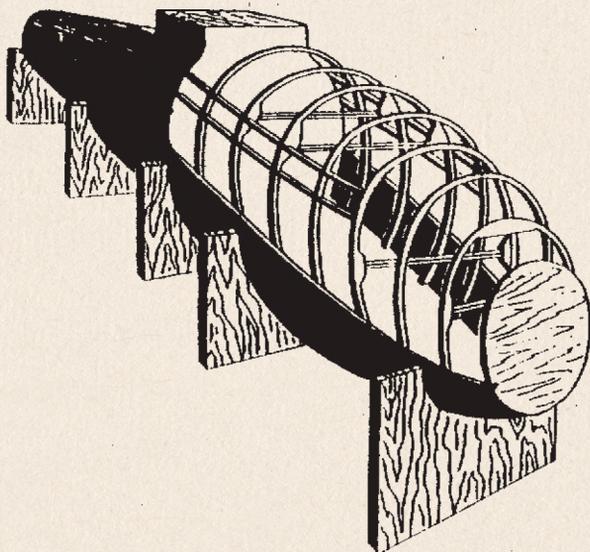


Fig. 152. — Pose du revêtement en contreplaqué.

en long (fig. 153) pour éviter la formation au séchage de « côtes » entre chaque couple. Dans le cas contraire, le séchage de la colle provoque un retrait important et une tension des panneaux qui les fait déformer

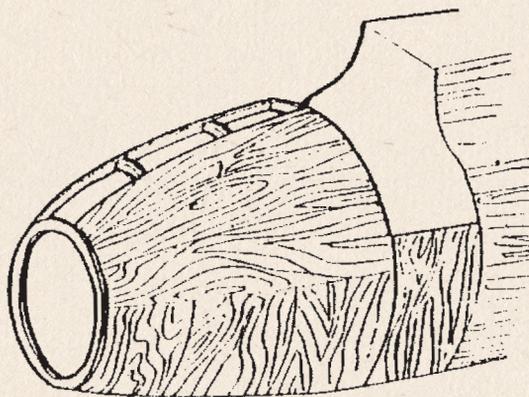


Fig. 153. — Pose du revêtement à l'avant du fuselage.

entre chaque couple. Les panneaux sont assemblés sur les couples ou sur les longerons par enture. Quand il est possible de le faire, la pose des panneaux doit s'effectuer de façon symétrique pour répartir les retraits au fur et à mesure de l'avancement du train. Dans un revêtement bien condi-



Fig. 154. — Amélioration de la pose d'un revêtement cintré.

tionné, on ne doit voir aucun méplat des panneaux entre les cadres.

On peut éviter la « cassure » du revêtement au droit d'une lisse en rapportant, de part et d'autre de celle-ci, deux congés en bois léger évidé (fig. 154).



LES ATERRISSEURS

L'atterrisseur est constitué à l'avant par un patin (1) et à l'arrière par une béquille. Le patin est une planche de frêne de 20^m d'épaisseur environ et de 100^m de large environ, souvent appointé vers l'avant.

Le patin est fixé au fuselage par collage ou vissage (cale de renforcement lamellaire en frêne) (fig. 156) ou par ferrures (fig. 155). Il est isolé du fond du fuselage par des amortisseurs.

Quand le patin est fixé par ferrures à l'avant, celles-ci sont boulonnées sur le patin et articulées par un boulon de $D = 8^m$ environ sur une ferrure boulonnée à l'extrémité avant du fuselage. Les **amortisseurs** sont souvent constitués par des blocs de caoutchouc évidés. Ils sont fixés sur le patin et le fond du fuselage par des ferrures en tôle d'acier de 15/10 vissées ou boulonnées sur le patin et sur le fuselage.

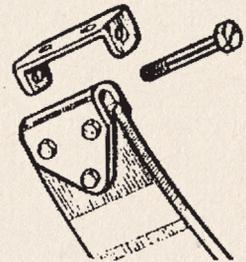


Fig. 155. — Ferrure de fixation avant du patin.

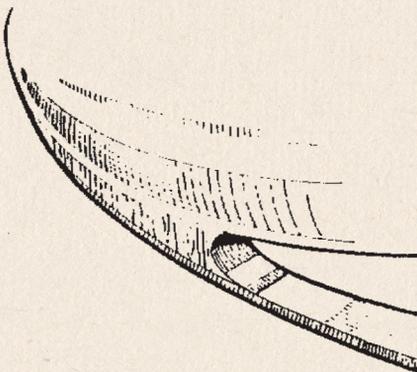


Fig. 156. — Patin fixé par collage à l'avant.

Le caoutchouc est fixé aux ferrures par des boulons qui le traversent (fig. 157) ou par des ligatures en cuir graissées (analogue aux cordons de cuir utilisés pour les chaussures) (fig. 158). Le boulon de la ferrure supérieure est, dans ce cas, glissé dans le canal central du bloc de caoutchouc. Cette fixation est bien préférable à celle qui nécessite le perçage du bloc en l'affaiblissant.

(1) Certains planeurs de performance possèdent une ou deux roues jumellées ou un train rouleur larguable. Nous n'envisagerons pas leur construction qui ne présente pas, par ailleurs, de difficultés nouvelles.

Le perçage d'un bloc de caoutchouc se fait avec une perceuse à main. On lubrifie abondamment avec de l'eau.

La partie inférieure du patin ne doit présenter aucune aspérité gênante pour le glissement du planeur. Les têtes des boulons de fixation des ferrures sont noyées dans un évidement correspondant du patin (fig. 160).

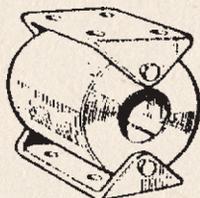


Fig. 157. — Amortisseur fixé par boulons.

L'amortisseur est parfois constitué par une chambre pneumatique (chambre de motocyclette) interposée entre le fond du fuselage et le patin, et maintenue latéralement par des bandes de toile fixées, d'une part sur le patin et, d'autre part, sur le fuselage.

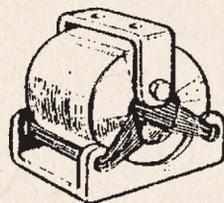


Fig. 158. — Amortisseur fixé par lanières de cuir.

La valve de gon-

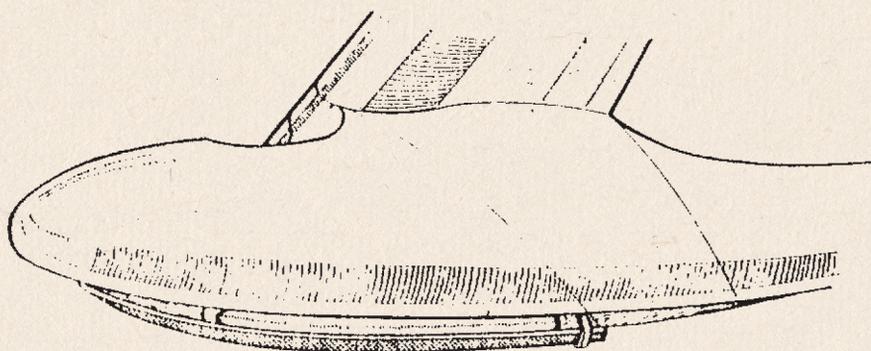


Fig. 159. — Amortisseur pneumatique.

flage de l'amortisseur passe dans un trou ménagé dans le fond du fuselage, par exemple sous le siège. Le patin est aminci vers l'arrière et coulisse dans une ferrure guide.

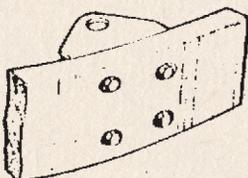


Fig. 160. — Fixation des ferrures d'amortisseur sur le patin.

Il est intéressant, dans ce mode de construction, de fixer l'avant du patin par collage ou vissage sous le fuselage; dans les atterrissages « ripés » une telle construction empêche souvent une détérioration du patin et de la ferrure arrière (fig. 159).

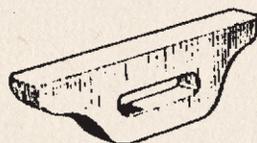


Fig. 161. — Béquille simple.

La béquille peut être simplement constituée par une cale de frein, découpée, pour faciliter les départs au sandow et la manipulation de l'appareil au sol (fig. 161). Cette cale est collée sous l'étambot auquel

elle transmet ses efforts à l'atterrissage. La béquille rigide, en tubes soudés, de la figure 162, est fixée par boulons freinés sous l'étambot et sous le dernier couple du fuselage. Les béquilles métalliques sont quelquefois élastiques ; l'élasticité est donnée par deux lames de ressort avec interposition d'une balle de tennis sous l'étambot (fig. 163).

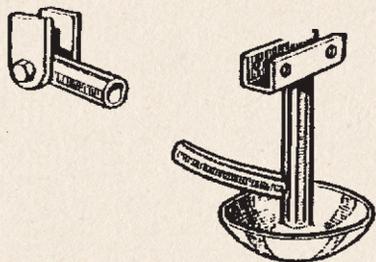


Fig. 162. — Béquille métallique rigide.

Plus fréquemment, les appareils de performance ont une béquille en bois, rigide, venant de construction avec le fuselage. A l'intérieur de celui-ci, l'étambot est renforcé à la partie inférieure par une cale de frêne (fig. 164).

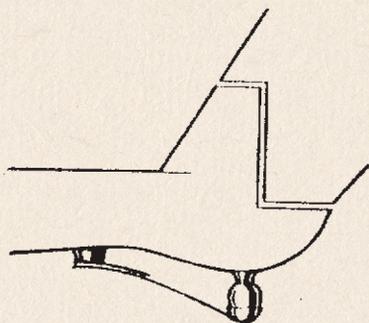


Fig. 163. — Béquille métallique élastique.

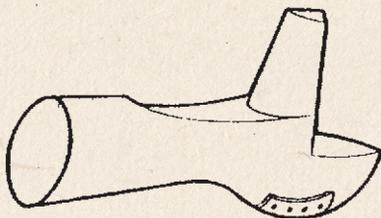


Fig. 164. — Béquille rigide d'appareil de performance.

Extérieurement la béquille est recouverte d'une coquille en tôle d'acier mi-dur, rivée ou vissée à travers la cale de frêne intérieure (têtes de rivets noyées).



LES COMMANDES

GÉNÉRALITÉS
 ORGANES DE MANŒUVRE
 ORGANES DE TRANSMISSION
 ORGANES DE RÉCEPTION
 RÉGLAGE

GÉNÉRALITÉS

Les commandes doivent faire l'objet de soins particuliers, car elles conditionnent la sécurité du pilote. La principale difficulté réside surtout dans leur mise en place et leur réglage.

Dans chacun des dispositifs de commande, **commande de direction**, **commande de profondeur** et **commande de gauchissement**, nous examinerons les organes constitutifs suivants :

- a) **Organes de manœuvre** : palonnier, pédales, manche à balai, tube de torsion, paliers, dispositifs réglables en vol ;
- b) **Organes de transmission** : câbles, biellettes, renvois, poulies, guides tendeurs ;
- c) **Organes de liaison** : guignols, articulations.

Les figures 165 et 166 donnent l'ensemble des commandes dans le cas particulier d'un planeur école (commandes souples) et d'un planeur de performance (commandes semi-rigides).

Les commandes souples sont des organes de liaison en câble d'acier de 2^m,5 à 3^m,5 de diamètre.

Les commandes rigides ou semi-rigides utilisent des câbles d'acier et des systèmes rigides articulés, en tube de duralumin ou en tube d'acier.

ORGANES DE MANŒUVRE

L'**organe de direction** est soit un **palonnier**, soit, plus généralement sur les planeurs, un ensemble de **pédales articulées** (elles sont plus utilisées parce qu'elles ont un faible encombrement).

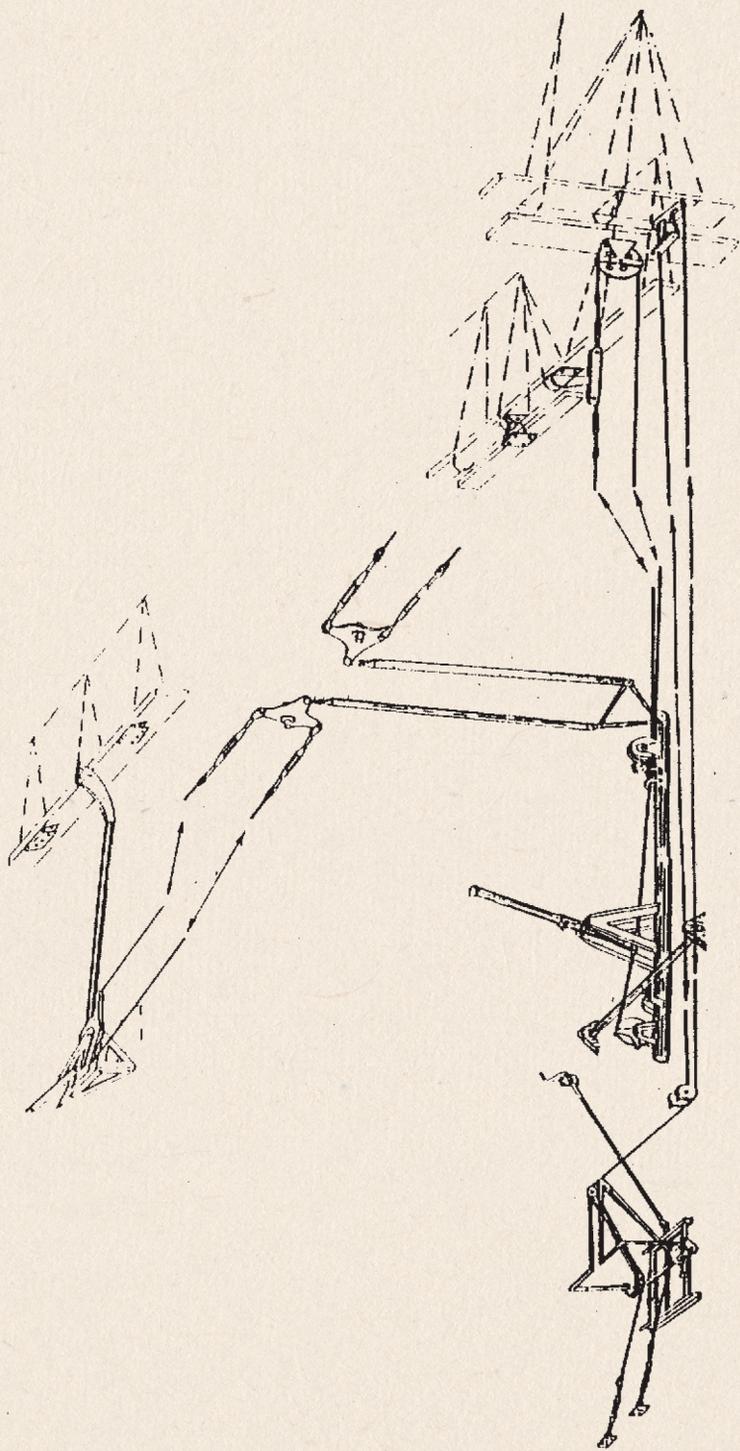


Fig. 165. — Commandes semi-rigides d'appareil de performance.

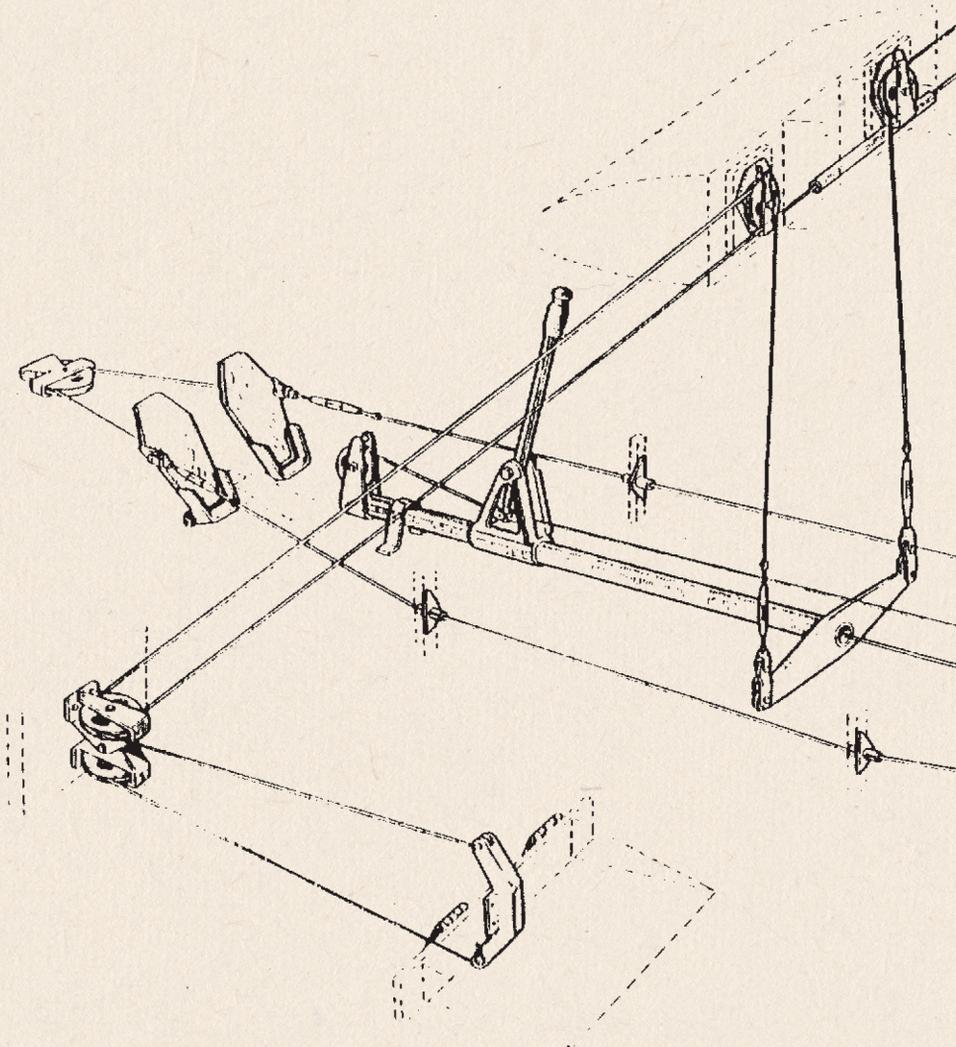
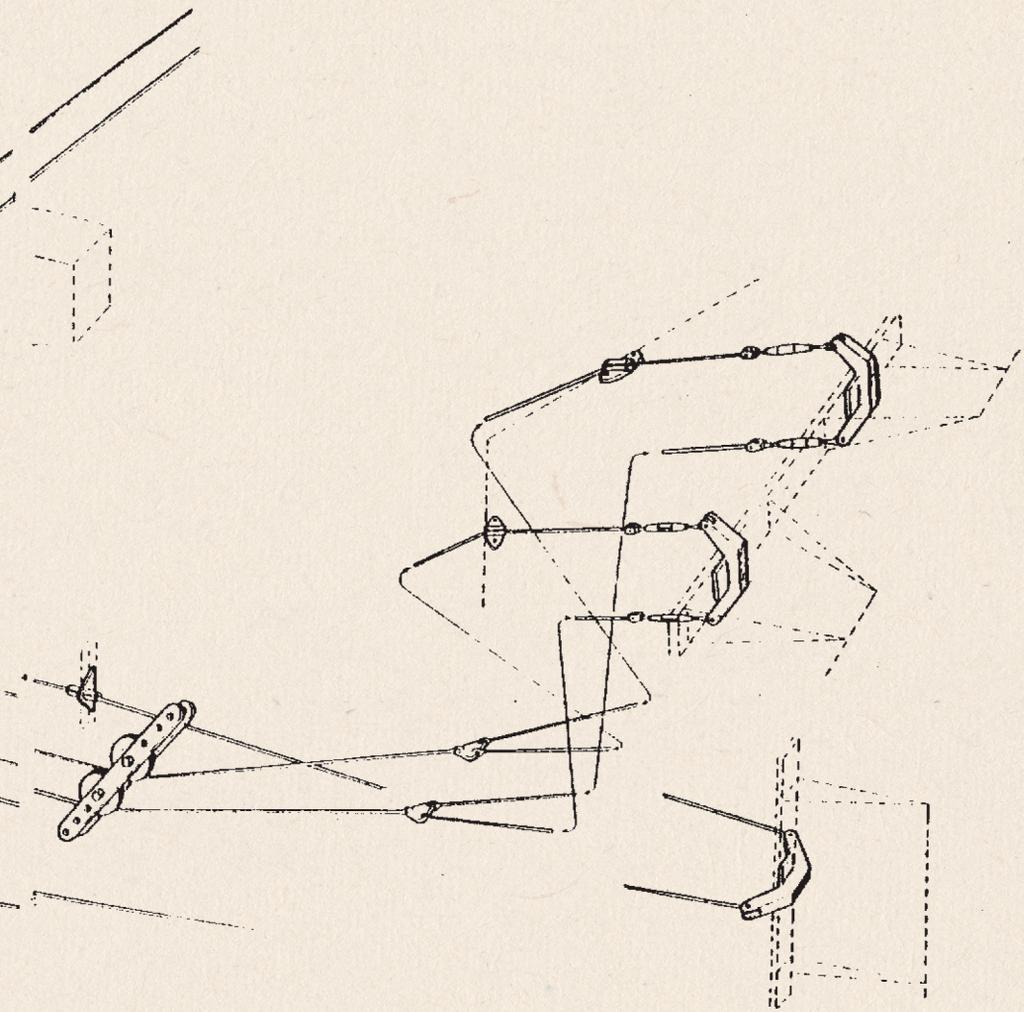


Fig. 166. Command



les souples d'appareil école.

Les pédales sont constituées par deux repose-pieds en contreplaqué de 7 à 10^m d'épaisseur, rivés ou boulonnés sur les pièces d'articulation généralement en tube d'acier soudé. Dans le premier cas, la pédale porte à la base un repose-talon en bois ou en tôle emboutie qui empêche le pied de glisser vers le bas et sur les côtés. Les pédales en tubes ont au moins 100^m de largeur et une hauteur suffisante pour que le talon n'accroche rien en se déplaçant (le plancher doit toujours se prolonger jusqu'à l'extrémité du fuselage, en particulier sous le palonnier ou sous les pédales).

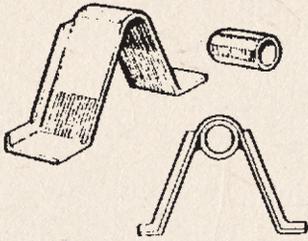


Fig. 167. Paliers de tube de torsion.

Les appareils de performance utilisent quelquefois des palonniers réglables en vol au moyen d'une manivelle. Cette disposition évite au pilote la fatigue due à l'immobilité prolongée dans une position invariable.

Les pédales ou le palonnier sont toujours conjugués, par exemple par un câble reliant les deux pédales. Ce câble passe par une poulie orientable fixée à l'avant du fuselage. La conjugaison peut se faire par deux ressorts à boudin (fil de 10/10, D = 15) fixés, d'une part, sur les pédales, d'autre part, à l'avant du fuselage et légèrement tendus en position neutre.

L'organe de profondeur et de gauchissement est un tube articulé à la "cardan" et appelé **manche à balai**. Ce tube de manœuvre est en duralumin ou en acier dans sa partie supérieure, presque toujours en acier à la partie inférieure. Un réglage permet parfois de modifier sa longueur (fig. 165). La partie inférieure

pince, dans ce cas, la partie supérieure au moyen d'une vis de $D = 4^m$ environ, serrant deux bossages soudés à l'autogène de part et d'autre d'une fente de pincage. La partie supérieure se termine par un bouton d'arrêt soudé ou rivé et fréquemment par une poignée en caoutchouc (guidon de bicyclette). La partie inférieure est traversée par un tube entretoise soudé dans lequel passe un boulon de 4 à 6^m de diamètre servant d'axe d'articulation pour les mouvements de profondeur. L'extrémité inférieure est façonnée en forme de chape ou d'œil sur lequel viennent s'articuler les extrémités des câbles de la gouverne de profondeur.

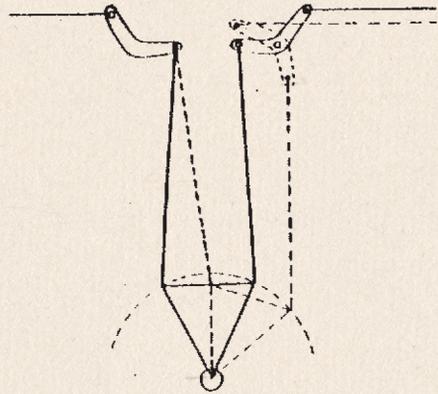


Fig. 168. — Système de différentiel.

Les supports d'articulation du manche à balai sont en tôle l'acier de 10 à 15/10 de millimètre d'épaisseur raidie par pliage et soudée de part et d'autre d'un tube horizontal transmettant en torsion les mouvements de gauchissement, c'est le tube de torsion. Il pivote par deux paliers (fig 167), eux-mêmes fixés sur les couples ou la poutre fuselage. La figure 167 donne un exemple de construction de ces paliers obtenus en soudant un tube d'acier sur une tôle raidie par emboutissage.

Le tube de torsion ne doit pas pouvoir se déplacer latéralement dans les paliers. Il est arrêté par des tubes entretoises fixés par goupilles.

Les mouvements des tubes de torsion sont transmis aux câbles ou aux biellettes par un palonnier en tôle soudé à l'extrémité du tube (fig. 166) ou par un système triangulé assurant le réglage différentiel des ailerons (fig. 165). Le principe d'un tel dispositif est donné par la figure 168. Le déplacement inégal des biellettes verticales provoque un déplacement inégal des ailerons.

La fixation et le démontage de l'ensemble, manche à balai et tube de torsion, doit pouvoir se faire facilement quand le planeur est entièrement terminé. C'est pourquoi toutes les ferrures et toutes les articulations sont fixées par boulons freinés par goupilles ou épingles.

ORGANES DE TRANSMISSION

Les organes de transmission des commandes souples sont constitués par des câbles en acier de 2,5 à 3^m/_m de diamètre. Une extrémité des câbles, façonnée en œil, est directement fixée sur l'organe de manœuvre et de liaison. L'autre extrémité est reliée à un tendeur qui permet le réglage de la longueur de la commande.

Les câbles neufs ont une longueur totale qui permet la prise de sept ou huit filets du tendeur (au maximum). En effet, le câble s'allonge à l'usage de plusieurs millimètres et la course totale du tendeur doit permettre le rattrapage des jeux, sans démontage des commandes.

Les câbles sont guidés par des poulies ou des guides-câbles tubulaires (fig. 166). On ne doit jamais allonger un câble de commande par une épissure. (Celle-ci pouvant se coincer dans les gorges des poulies-guides.)

Pour apprécier la longueur définitive des câbles, on dispose tous les organes de manœuvres et de liaison dans un montage à blanc. On repère aussi la position exacte des poulies de telle manière que les câbles de commande ne touchent aucun organe de structure.

Les épissures d'extrémités des câbles de commande ne peuvent souvent se faire que quand le montage complet du planeur est terminé.



Fig. 169. — Poulie mal orientée.

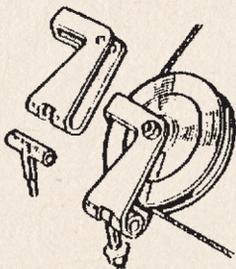


Fig. 170. — Poulie orientable.

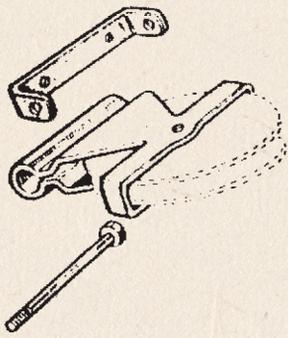


Fig. 171. -- Poulie orientable.

Les poulies fixes sont utilisées partout où les câbles se déplacent dans un plan fixe. Les poulies orientables s'utilisent dans tous les autres cas. Les figures 170 et 171 montrent deux dispositifs de ferrures orientables, le support étant constitué par une tôle de 10/10 de millimètre d'épaisseur, l'axe de 4^m/_m environ. Les poulies sont en laiton, en duralumin, en acier ou en toile bakélisée de diamètre de 50 à 80^m/_m. Elles peuvent avoir un axe en laiton ou en cuivre rouge, certaines sont montées sur roulement à bille.

Le passage de deux câbles côte à côte exige l'utilisation d'une poulie double (fig. 173). Le support est agencé de manière telle qu'il empêche le dérailage du câble.

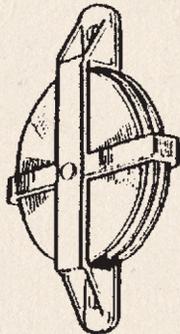


Fig. 173. -- Poulie double.

Dans les commandes rigides ou semi-rigides, les câbles sont partiellement ou totalement remplacés par des tubes de 20^m/_m de diamètre environ.

Les changements de direction sont assurés par des renvois à sonnette.

Les biellettes de commande se terminent par des chapes en acier ou des rotules rivées ou soudées à l'extrémité du tube suivant qu'il est en duralumin ou en acier.

Les renvois à rotule évitent les coincements. Le réglage des commandes est facilité par des rotules telles que celle de la figure 176. La queue est filetée et vissée à l'extrémité du tube de biellette. Un contre-écrou évite tout déblocage intempestif. La partie mâle est fixée sur le renvoi à sonnette, les deux parties sont solidarisiées entre elles par une épingle en corde à piano logée dans une rainure de la rotule. La figure 177 montre le montage d'une extrémité de biellette à rotule sur un renvoi à sonnette articulé sur la ferrure de fixation d'aile.

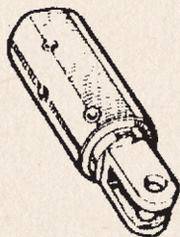


Fig. 175. -- Biellette en duralumin.

Les poulies de renvoi se divisent en deux types :

- a) Poulies fixes ;
- b) Poulies orientables.

Les poulies fixes sont utilisées partout où les câbles se déplacent dans un plan fixe. Les poulies orientables s'utilisent dans tous les autres cas. Les figures 170 et 171 montrent deux dispositifs de ferrures orientables, le support étant constitué par une tôle de 10/10 de millimètre d'épaisseur, l'axe de 4^m/_m environ. Les poulies sont en laiton, en duralumin, en acier ou en toile bakélisée de diamètre de 50 à 80^m/_m. Elles peuvent avoir un axe en laiton ou en cuivre rouge, certaines sont montées sur roulement à bille.



Fig. 172. Poulie en acier.

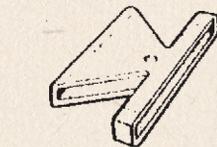
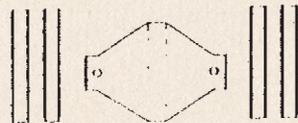


Fig. 174. -- Support de poulie fixe.

La figure 178 montre un dispositif semi-rigide de

commande de profondeur; aucun réglage n'est prévu sur la biellette. La position du gouvernail est réglée par la longueur des câbles de commande (longueur réglée par tendeurs).

Les renvois, dit « renvois à sonnette », sont des tôles d'acier ou de duralumin découpées, dont l'épaisseur est suffisante pour assurer la rigi-

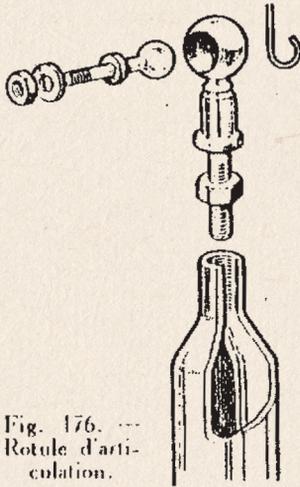


Fig. 176. ---
Rotule d'articulation.



Fig. 177. --- Mise en place
d'une biellette.

dité du renvoi. Dans le cas contraire, on augmente cette rigidité par emboutissage ou soudure autogène de raidisseur. Etant donnée leur faible épaisseur, l'axe des renvois en tôle doit être rapporté. C'est généralement

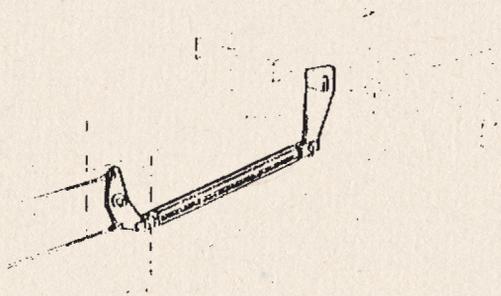


Fig. 178. --- Commande semi-rigide
de la profondeur.

un tube soudé sur un flasque, puis rivé ou soudé sur le renvoi. Le boulon servant d'axe permet aussi d'assurer la fixation du renvoi sur la structure (fig. 179).

Les appareils de performance de grande envergure ont souvent des ailerons en deux parties. La commande de chacune de ces parties est assurée par un guévol indépendant (fig. 181).

Le réglage des commandes est indispensable au montage de l'appareil qu'en cours d'utilisation, par suite des allongements des organes de transmission. Dans les commandes souples, le réglage se fait au moyen de tendeurs. Quand l'appareil est neuf, les extrémités

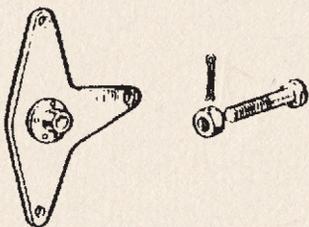


Fig. 179. - Renvoi à sonnette.



Fig. 180. - Fixation des renvois sur les ferrures d'aile.

filetées des tendeurs doivent s'engager dans la partie centrale sur une longueur égale à deux fois au moins leur diamètre, soit 8 à 10^m. Il faut veiller à ce que les extrémités soient engagées de la même quantité de

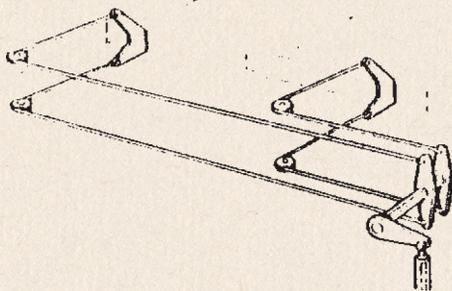


Fig. 181. - Commande d'aile en deux parties.

part et d'autre. Les tendeurs sont obligatoirement freinés par fil de laiton (titre III, chap. 2).

ORGANES DE RÉCEPTION

Ils sont constitués par des ferrures spéciales appelées **guignols**, boulonnées sur les longerons des gouvernes.

Les guignols sont en contreplaqué, en acier ou en duralumin, mais il faut leur conférer une grande rigidité par des emboutissages ou par le

choix des *guignols*. Un moyen fréquemment utilisé consiste à intercaler entre deux toles d'acier de 10/10 de millimètre d'épaisseur une feuille de contreplaqué raide de 3 à 5^m d'épaisseur. La liaison se fait par les boulons de fixation et par un rivet tubulaire en cuivre rouge ou en laiton qui sert aussi de trou d'articulation pour câbles ou biellettes de commande. Ce rivet est serti de part et d'autre des flasques d'acier soit extérieurement (cuivre rouge malléable), soit dans un fraisage du logement (laiton) (fig. 182).

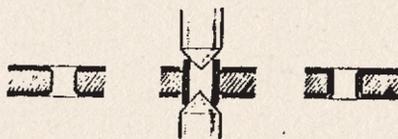


Fig. 182. — Pose d'un axe de guignol.

Pour augmenter la finesse des appareils de performance on dispose parfois les guignols à l'intérieur des articulations, en particulier pour les gouvernes de profondeur et de direction (fig. 183, 184). Dans ce cas, les câbles de gouverne viennent s'articuler sur des ferrures de forme spéciale constituant aussi une partie de l'articulation.

La figure 184 montre un montage spécial dans lequel il est possible de

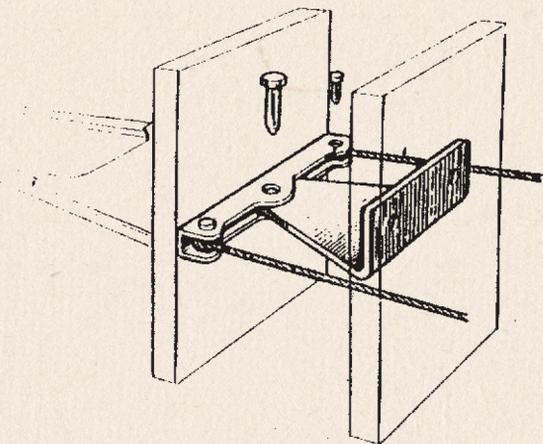


Fig. 183. — Articulation de gouvernail de direction.

débrancher le gouvernail de direction sans avoir à débrancher les câbles des commandes.

Le gouvernail de profondeur est lui-même commandé par un guignol intérieur fixé au milieu du longeron et qui se déplace dans une fente du fuselage (fig. 186). La commande de ce guignol est intérieure au fuselage, le guignol étant branché soit directement sur le va-et-vient du câble, soit par l'intermédiaire d'une biellette. La figure 186 montre l'ensemble des commandes des gouvernails arrière, le guignol central du gouvernail de profondeur et le guignol apparent du gouvernail de direction.

Le montage à blanc des gouvernes permet de repérer l'emplacement exact où les câbles de commande traversent le revêtement de l'aile ou

ce^l du fuselage. A cet endroit, les revêtements sont ouverts. Les bords de l'ouverture sont ourlés autour d'une corne à piano de 10/10 (fig. 226) ou renforcés par le collage d'un mouchoir en contreplaqué découpé. On commence par coller le contreplaqué, puis on découpe le revêtement au canif en suivant l'entaille du mouchoir (fig. 185).

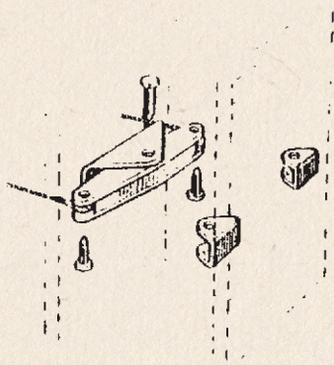


Fig. 184. — Articulation démontable de gouvernail de direction.

dans les deux plans) et à tendre les câbles ou à visser les dispositifs de réglage pour que les commandes soient neutres dans cette position. On vérifie alors que le déplacement des organes de manœuvre provoque des déplacements des gouvernes dans le sens indiqué par la figure 187.

Cette première opération effectuée, on agit rapidement tous les organes de manœuvre dans tous les sens. On constate alors générale-

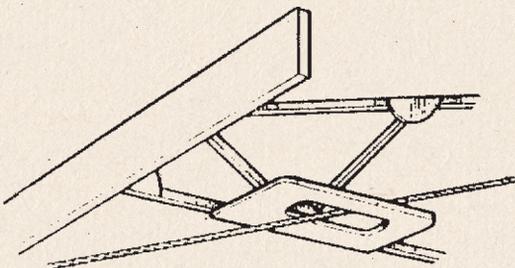


Fig. 185. — Passage d'un câble au travers d'un revêtement.

ment que les gouvernes ne sont plus à la position neutre. Il faut reprendre le réglage des câbles qui se sont détendus inégalement. On recommence ces opérations jusqu'à obtenir la permanence du réglage. Les câbles doivent être tendus sans excès, ce que l'on peut vérifier en essayant de les faire sortir des gorges des poulies.

Il reste à vérifier que l'amplitude du débattement des gouvernes est suffisante et correspond à celle prévue par le constructeur. Elle est généralement de 20 à 40 degrés vers le haut et vers le bas pour le gouvernail de profondeur, de 50 à



Fig. 186. — Guignol de commande des gouvernes de l'empennage.

90 degrés vers la droite ou vers la gauche pour le gouvernail la direction, 20 à 30 de degrés vers le haut et vers le bas pour les ailerons d'un appareil-école de 20 à 35 degrés pour l'aileron qui s'élève et de 10 à 15 degrés pour l'aileron qui s'abaisse pour un braquage différentiel. On peut contrôler le débattement des gouvernes avec un rapporteur ou en

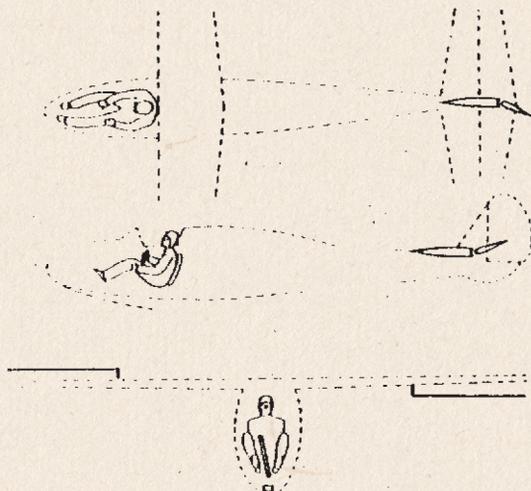


Fig. 187. — Montage des commandes.

mesurant la distance qui sépare le bord de fuite de la partie mobile et celui de la partie fixe. Dans ce cas, l'angle de braquage est donné par la formule :

$$\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right) = \frac{h}{2r}$$

$\sin\frac{\varphi}{2}$ est le sinus trigonométrique de la moitié de l'angle de braquage.

$\frac{\varphi}{2}$ est donné dans les tables trigonométriques.

r étant la profondeur de la gouverne mesurée à partir de l'articulation, h étant la hauteur mesurée comme il est dit plus haut.

Un bon réglage des gouvernes doit donner les caractéristiques suivantes :

- a) Douceur des commandes ;
- b) Commandes neutres pour des positions neutres du pilote ;
- c) Amplitude de braquage correcte ;
- d) Permanence du réglage.

TITRE V

ASSEMBLAGE DES ÉLÉMENTS ENTRE EUX

Chapitre 1. — FIXATION DES AILES AU FUSELAGE

Chapitre 2. — FIXATION DES EMPENNAGES ET DES
GOUVERNES

FIXATION DES AILES AU FUSELAGE

GÉNÉRALITÉS
FERRURES D'AILE
LES MATS
CORDES A PIANO

GÉNÉRALITÉ:

Les ailes peuvent être fixées au fuselage par des ferrures, des mâts et des cordes à piano.

La réalisation de ces ferrures conditionne la résistance d'une des parties les plus importantes du planeur. Leur mise en place sur les ailes et sur le fuselage est délicate, par suite de la symétrie à réaliser. C'est pourquoi on devra s'assurer, par un montage à blanc, de cette symétrie, et de la bonne exécution des angles de calage, avant toute fixation définitive.

Les ferrures sont boulonnées sur les longerons, ou rivées au moyen de rivets tubulaires (ce dispositif présente l'inconvénient de n'offrir aucune possibilité de rattrapage des jeux qui apparaissent par suite du séchage des bois ou des déformations produites par les efforts en cours d'utilisation). Les boulons étant rarement démontés, ils sont freinés par coup de pointeau entre cuir et chair, ou matage des filets extrêmes. La valeur de l'assemblage bois et fer dépend de l'adhérence de la partie métallique sur la partie bois. Cette adhérence est obtenue par la répartition égale de la pression de serrage. Pour cela, on serre progressivement et modérément les boulons ou les rivets et on renforce les surfaces de pression par des collages de flasques en contreplaqué à fibres croisées qui résistent mieux et sans écrasement aux efforts de compression. Il est recommandé de ne jamais serrer une ferrure sur un bloc de bois sans interposition d'un flasque en contreplaqué.

On peut augmenter l'adhérence de l'assemblage en interposant entre le bois et le métal un mélange de poix de cordonnier et de cire d'abeille

(à la proportion de un pour un en poids). Ce mélange est posé à chaud (fondu) sur la surface de bois. On applique ensuite la ferrure sur cette surface et on serre progressivement en chauffant avec précaution au moyen d'une lampe à souder. Le mélange doit sortir des jointures quand la pression de serrage est suffisante. On peut alors freiner tous les écrous. Une ferrure placée dans ces conditions est très difficile à démonter. Par contre, il faut chauffer très lentement et assez peu pour éviter une détérioration du bois et une déformation de la ferrure. Quand cela est possible, le perçage des trous doit se faire dans la position de montage. La ferrure est maintenant au moyen de presses.

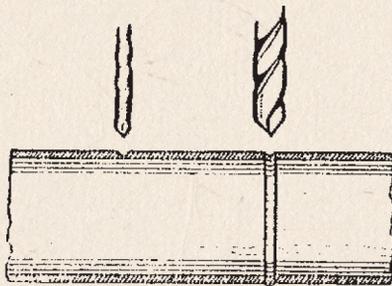


Fig. 188. - Perçage avec avant-trou.

Le trou définitif ne peut être percé que s'il existe déjà un avant-trou de guidage (fig. 188). Quand on doit percer de grandes épaisseurs dans la position de montage, cette opération ne peut se faire qu'à la main (exemple : perçage des ferrures et des emplantures de longerons). On commence par percer de part et d'autre un avant-trou sur les flasques métalliques extérieurs. Ces avant-trous correspondent le plus exactement possible au tracé. On commence alors par percer le bois sous la ferrure jusqu'à mi-épaisseur, puis on enlève la mèche et on recommence la même opération de l'autre côté de la ferrure (fig. 189) jusqu'à ce que les trous se rejoignent. On agrandit le premier avant-trou au moyen d'une mèche plus forte que l'on fait traverser directement. Ce trou va nous servir de guide pour le perçage du trou définitif avec une mèche de 5/10 de millimètre plus faible que le boulon qui va dans le trou. On ajuste le boulon par alésage cylindrique. Le trou doit être rigoureusement perpendiculaire aux flasques et les bavures de perçages sont soigneusement enlevées au grattoir pour assurer le "portage" correct de la tête du boulon.

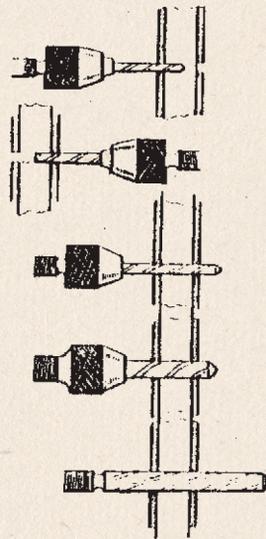


Fig. 189. Perçage en trois fois.

FERRURES D'AILE

Elles sont boulonnées sur les longerons et viennent s'assembler au moyen d'axes démontables sur les ferrures fixées aux cadres principaux du fuselage (fig. 190). Dans les appareils d'école ou d'entraînement, ces liaisons sont simplement des articulations (fig. 191), des mâts assurent la liaison rigide de l'aile et du fuselage. Dans les ailes en porte-à-faux, les ferrures absorbent tous les efforts d'encastrement.

Pour év l'utilisation des machines-outils importantes, l ferrures sont généralement en tôles d'acier découpées et soudées entre elles à l'auto-gène. La figure 191 montre la construction d'une ferrure d'aile d'appareil

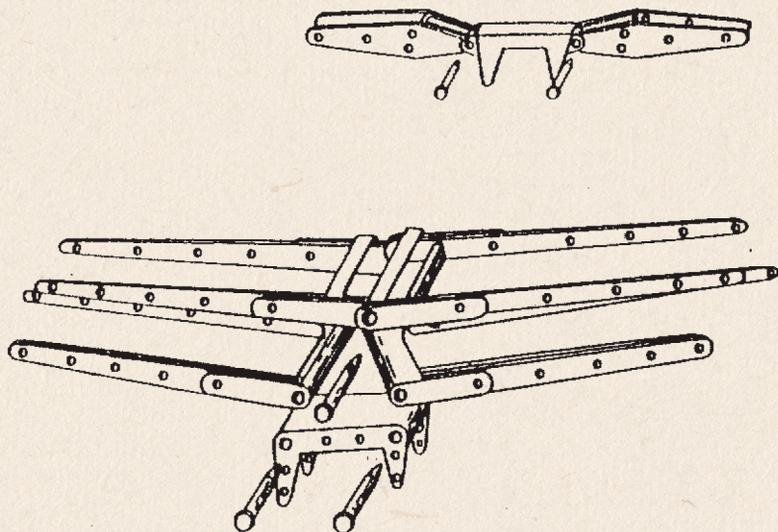


Fig. 190. — Ensemble des ferrures de fixation d'ailes en porte à faux.

éole. C'est le type le plus simple de ferrure d'aile. La figure 192 montre le découpage et l'assemblage des ferrures d'aile en porte-à-faux.

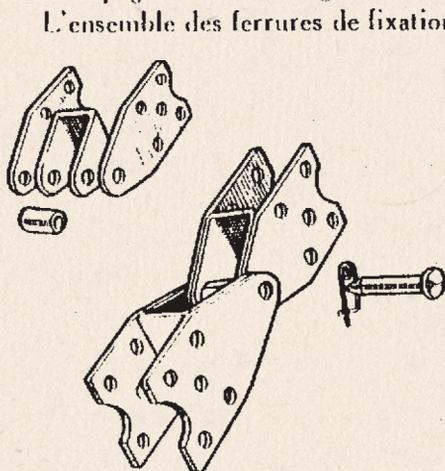


Fig. 191. — Ferrure d'aile avec mat.

bossage de la ferrure d'aile (fig. 196). Ce bossage est d'abord vissé sur l'axe, puis soudé à l'autogène sur le flasque (par ce moyen on est sûr de le centrer parfaitement par rapport à l'alésage conique).

L'ensemble des ferrures de fixation d'aile en porte-à-faux sur le fuselage est donné par la figure 193. Les axes d'assemblage sont cylindriques ou coniques (conicité 5% par rapport à l'axe) pour permettre les rat-trapages de jeux.

Des dispositifs spéciaux permettent le blocage ou le déblocage de ces axes coniques. La figure 194 donne une position de blocage; la position de déblocage correspond à la figure 195.

Un autre dispositif de blo-cage est assuré par le téton fileté qui termine l'axe conique et qui se visse dans un

Les trous coniques de la ferrure d'aile et de la ferrure de fuselage sont alésés ensemble, **les ferrures étant en position de montage**. On se sert d'un alésoir dont la conicité est la même que celle de l'axe (cet alésoir est généralement fabriqué spécialement pour cet usage).

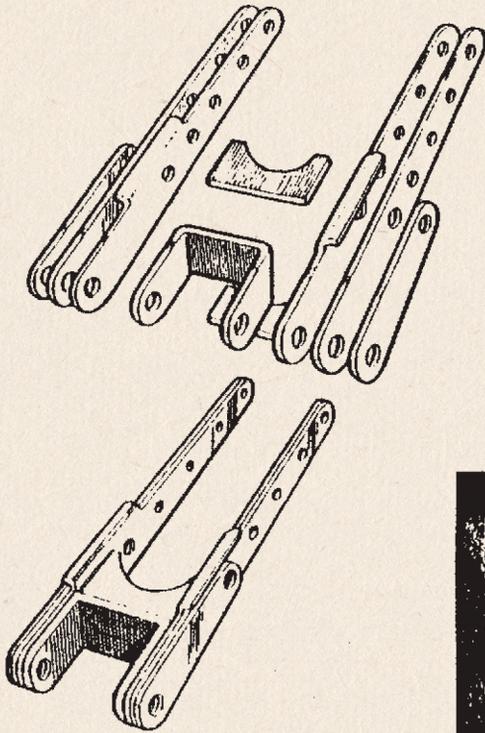


Fig. 192. — Éléments d'une ferrure d'aile en porte à faux.

alèse son logement de la même façon (fig. 197).

L'assemblage des ferrures entre elles est parfaitement réalisée de cette façon sans aucune possibilité de déblocage (1). Dans

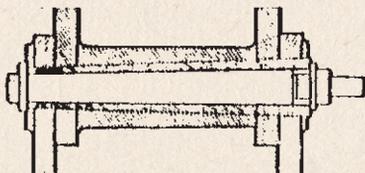


Fig. 194. — Axe conique en position de blocage.

Les ailes sont mises en place sur le fuselage et maintenues solidement par des chandelles. Un des axes est mis provisoirement en place et bloqué. Le logement du deuxième est alésé dans cette position, puis le deuxième axe est mis en place. Le premier axe est déblocé et on

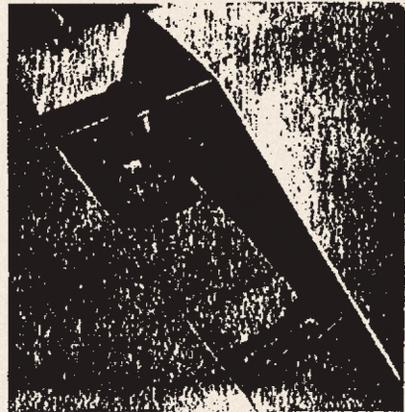


Fig. 193. — Ensemble de ferrure d'aile en porte à faux.

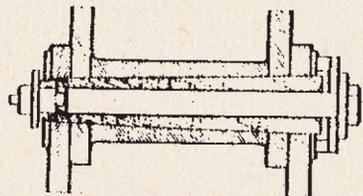


Fig. 195. — Axe conique en position de déblocage.

(1) On peut, dans une construction de petite série, prévoir un montage représentant le couple principal et le longeron d'aile dans leurs positions relatives et aléser les ferrures sur ces montages.

le sens latéral, un tel assemblage ne doit présenter aucun jeu sensible. En effet, si une des ferrures pouvait se déplacer par rapport à l'autre, ce mouvement provoquerait immédiatement le desserrage de l'assemblage (fig. 198).

LES MATS

Les mâts sont constitués par des tubes en acier ou en duralumin.

Les mâts en acier sans soudure sont cylindriques. On peut les profiler avec un contreplaqué de 10/10 enroulé sur le mât et raccordé sur une lisse de bord de fuite.

Le contreplaqué est fixé sur le mât par des sangles métalliques ou des ligatures en fil de laiton (fig. 199). L'extrémité est façonnée en forme de chape par soudure autogène (fig. 200). L'autre extrémité est constituée par une chape à queue fileté se vissant dans un écrou rendu solidaire de l'extrémité du mât par soudure autogène ou rivetage (fig. 201). La longueur du mât est définitivement

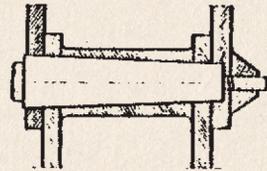


Fig. 196. — Dispositif de blocage d'un axe conique.

réglée par un freinage à contre-écrou.

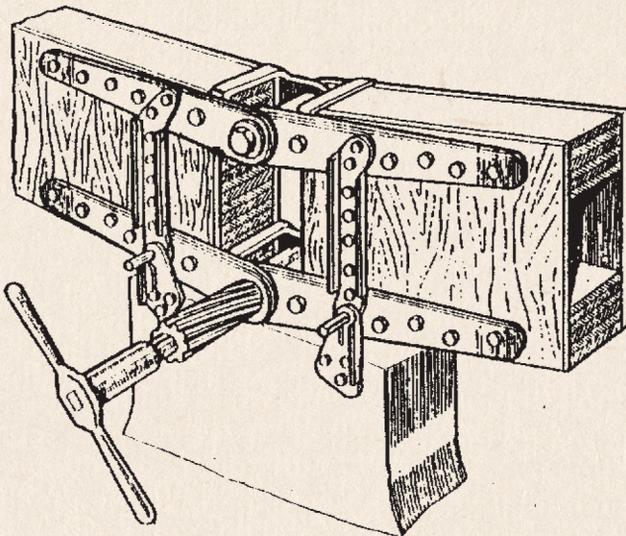


Fig. 197. — Mise en place des ferrures de fixation d'aile.

Les mâts en duralumin sont en profilés « torpédos ». Les extrémités sont en acier rivées sur le tube en duralumin et souvent réglable en longueur comme précédemment.

Les mâts s'articulent sur des ferrures solidaires des

ailes et du fuselage par des axes horizontaux qui forment rotules et permettent le réglage du dièdre et de l'incidence (titre VIII). Les ferrures d'attache des mâts sont boulonnées sur les longerons d'aile, ceux-ci sont localement renforcés

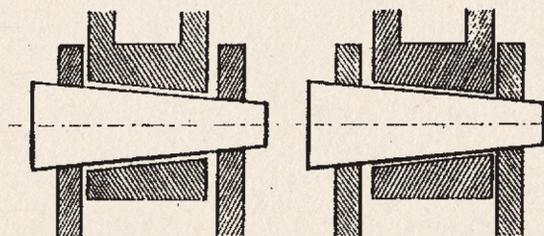


Fig. 198. — Desserrage de l'axe conique dû au jeu latéral.

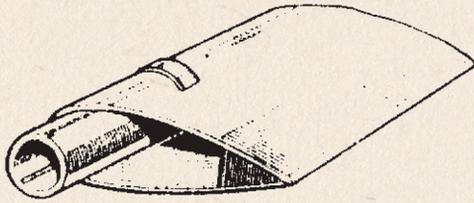


Fig. 199. --- Mât en acier profilé par contreplaqué.

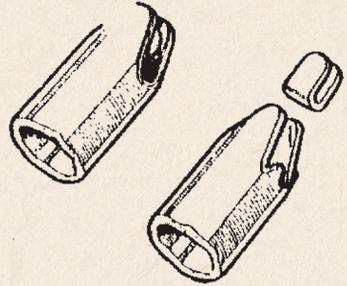


Fig. 200. --- Extrémité de mât en acier.

par des cales intérieures et des flasques extérieurs en contreplaqué. Sur le fuselage, elles sont boulonnées à la poutre centrale ou sur les cadres principaux. Dans ce dernier cas, une traverse renforce le cadre et transmet les efforts d'une attache de mât à l'autre.

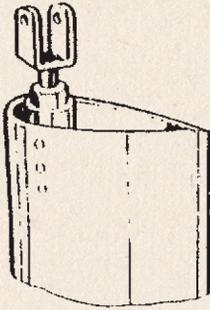


Fig. 201. --- Attache de mât supérieur.

La longueur des mâts est vérifiée au montage à blanc, le fuselage étant vertical et les ailes maintenues dans la position de vol normal par des chandelles.

Cette longueur est telle qu'elle puisse être raccourcie ou allongée par les chapes de réglage, les déformations en cours d'utilisation pouvant se traduire par des allongements (par déformation permanente en traction) ou des raccourcissements (par déformation permanente en flexion).

CORDES A PIANO

Le fuselage poutre des appareils de début est rigide seulement dans le plan vertical. Pour le rendre rigide dans tous les plans et empêcher ses

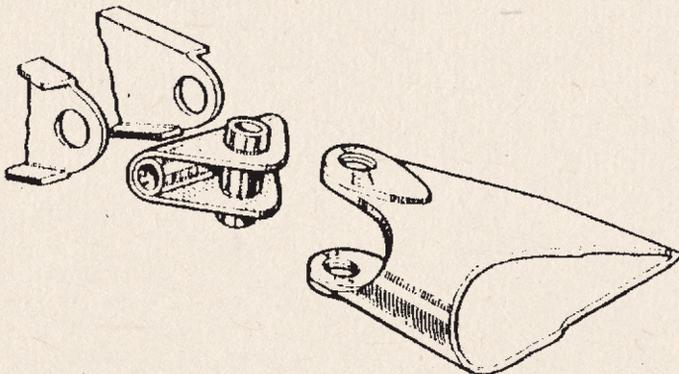


Fig. 202. --- Attache de mât inférieur.

déformatic il est nécessaire de le relier aux autres éléments (l'aile en particulier). On utilise des fils d'acier trempé appelés **cordes à piano**.

Les cordes à piano sont placées, d'une part, sur les ferrures boulonnées au longeron d'aile, d'autre part, sur la poutre-fuselage (par deux ferrures en tôle d'acier boulonnées deux à deux) (fig. 203).

Un tendeur permet de régler leur longueur et leur tension. Dans le cas où les cordes à piano frottent sur un organe (un mât par exemple) qu'elles peuvent détériorer à la longue, on les entoure, à cet endroit, d'une bande de chaterton. Les extrémités sont façonnées en forme d'œil (titre III, chap. 2).

En cours d'utilisation, les cordes à piano s'allongent de quelques millimètres. C'est pourquoi la longueur du fil d'acier neuf ne doit permettre que la prise de quelques filets du tendeur. Quand le fil est tendu à l'état neuf, les extrémités du tendeur doivent s'engager d'environ deux fois leur diamètre.

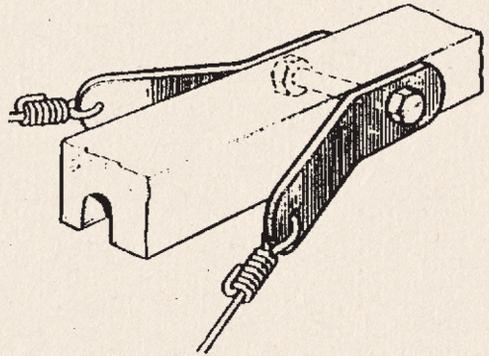


Fig. 203. — Fixation des cordes à piano sur la poutre fuselage.



FIXATION DES EMPENNAGES ET DES GOUVERNES

ASSEMBLAGE DES GOUVERNES SUR LE FUSELAGE
ET SUR L'AILE

FIXATION DU PLAN FIXE SUR LE FUSELAGE

ASSEMBLAGE DES GOUVERNES SUR LE FUSELAGE ET SUR L'AILE

Les ailerons sont généralement articulés sur le faux longeron d'aileron au moyen de charnières (fig. 204). Celles-ci sont boulonnées ou quelquefois

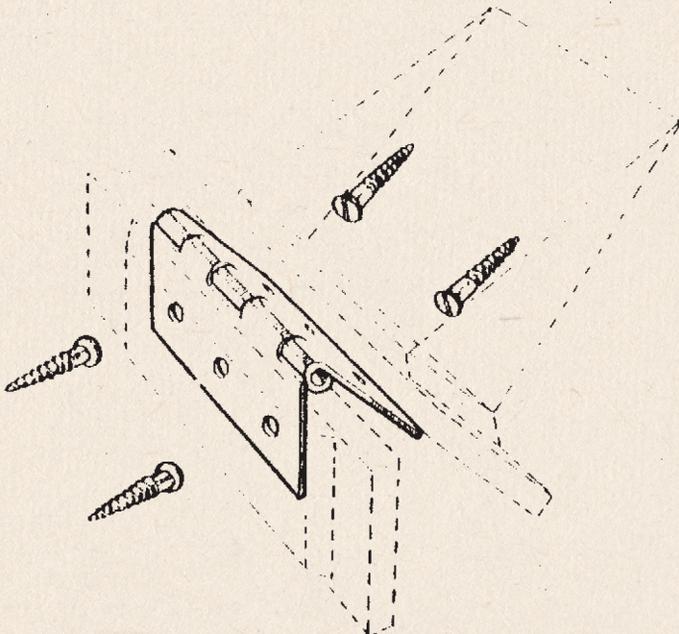


Fig. 204. -- Charnière d'aileron.

vissées, d'une part, sur le faux longeron d'aile, d'autre part, sur le longeron de l'aileron.

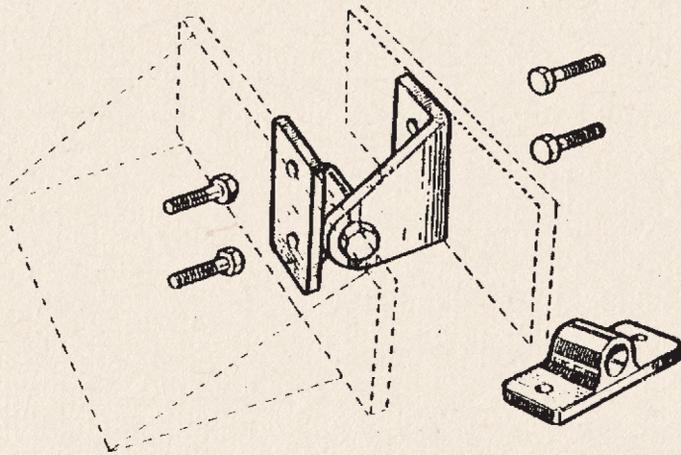


Fig. 205. — Articulation de gouvernes.

Dans le cas où elles sont fixées par vis, celles-ci s'engagent dans des cales de bois dur et sec (frêne ou hêtre). La pose des charnières est délicate. Si elles ne sont pas exactement alignées, le mouvement de l'aileron peut présenter des **points durs**. On trace tout d'abord sur les longerons la ligne d'axe des charnières. On fixe provisoirement ces dernières par le trou central au moyen d'une petite vis et on vérifie les mouvements de l'aileron. Les charnières sont déplacées, s'il y a lieu, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucun coincement.

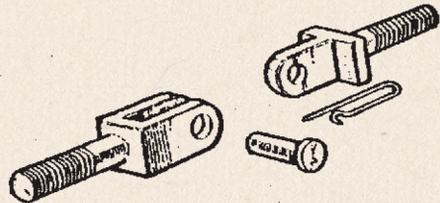


Fig. 206. — Articulation à chappe.

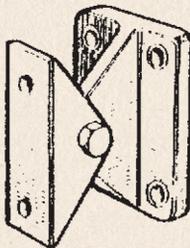


Fig. 207. —
Articulation.

Elles sont alors définitivement fixées sur les longerons. Les vis de fixation seront légèrement suffées avant leur mise en place, l'avant-trou ayant les dimensions minima fixées par un essai sur une cale de bois dur.

Les ailerons, comme les autres gouvernes, peuvent être articulés par deux ferrures reliées par un axe. L'axe peut être un boulon à écrou goupillé ou un axe lisse freiné par épingle.

Une articulation telle que celle de la figure 205 est simplement constituée, d'une part, par une tôle de 15 à 20/10 de millimètre coudée et, d'autre part, au moyen d'un petit palier constitué par un tube soudé sur une plaquette de tôle de même épaisseur. Les deux ferrures sont boulon-

s sur les longerons, l'axe est un boulon de $D = 6 \frac{1}{2}$. La figure 207

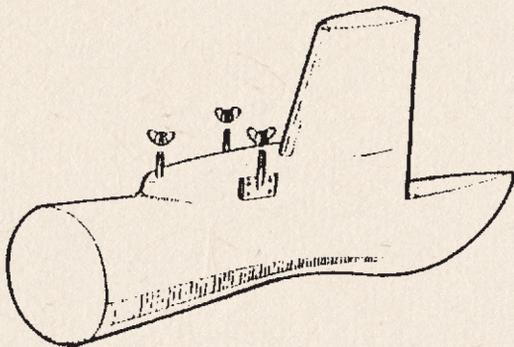


Fig. 208. — Goujons de fixation du plan fixe.

montre un autre exemple d'articulation de gouvernes. Enfin, on trouve dans le commerce des articulations à chape fixées par queue filetée avec écrou freiné ; elles ont l'inconvénient d'avoir un poids assez élevé.

Le gouvernail de direction est parfois articulé sur des ferrures spéciales qui servent aussi à la fixation des câbles de commande (voir titre IV, chapitre 4).

FIXATION DU PLAN FIXE SUR LE FUSELAGE

Le plan fixe est boulonné sur le fuselage en avant de l'étambot.

La fixation la plus courante se fait en trois points par trois goujons ou trois vis amovibles de 6 à 8^m, de diamètre (fig. 208). Dans certains appareils-école à fuselage-poutre, la fixation se fait par deux goujons sur la poutre et deux mâts d'empennages.

Les goujons sont soudés sur les plaquettes ou directement boulonnés sur les cadres arrière du fuselage. Les vis se vissent dans des écrous solidaires des cadres de fuselage.

La figure 209 représente un goujon à base conique.

Un tel dispositif permet le blocage certain du plan fixe sur le cône et

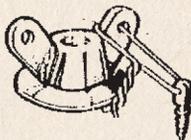


Fig. 210. — Freinage d'un écrou à oreille.

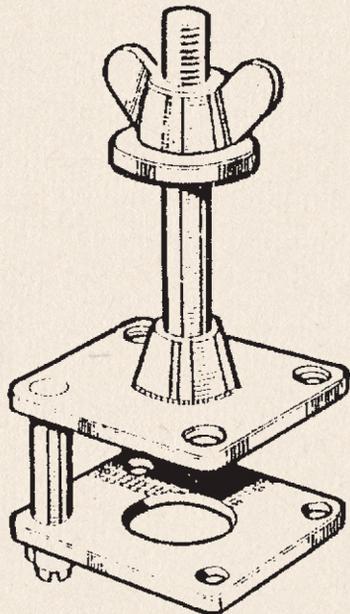


Fig. 209. — Goujon à base conique.

assure une liaison sans jeu. Par contre, le réglage de l'angle de calage du plan fixe se faisant souvent par interposition de rondelles à la base du goujon ; un tel dispositif ne permet pas ce réglage.

Les goujons ou les vis passent au travers du plan fixe dans les cales de renforcement. A la construction, il faut veiller à ce que les trous soient parfaitement centrés au milieu de ces cales (fig. 211).

Le plan fixe doit être facilement démontable (atterrissage en campagne, prise en remorque). A cet effet, il est intéressant de prévoir sur les goujons ou les vis des écrous à oreille. Le freinage de tels écrous se fait facilement au moyen d'un fil de laiton passé dans un trou d'oreille et dans un petit têtou vissé à proximité de l'écrou (fig. 210) (le têtou peut être fabriqué avec une vis à bois tronquée de 5^m de diamètre et percée d'un trou de 15/10 de millimètre. La mise en place du têtou est facilitée par une fente de tissage).

Le fil de freinage doit être fixé sur l'oreille qui tend à s'éloigner du têtou au desserrage, sinon le dispositif est inefficace.

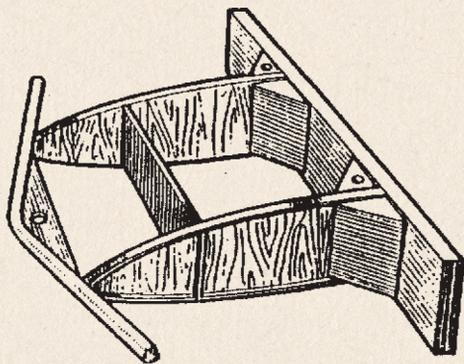


Fig. 211. -- Plan fixe. Trou de fixation.



TITRE VI

LES REVÊTEMENTS EN TOILE

Chapitre 1. — L'ENTOILAGE DES AILES

Chapitre 2. — ENDUITS. VERNIS. PEINTURES

L'ENTOILAGE DES AILES

L'entoilage des ailes, et éventuellement du fuselage, se fait avec une toile spéciale dont les caractéristiques sont :

- a) Le poids au mètre carré (30 à 100 grammes environ) ;
- b) La résistance de rupture au mètre linéaire (500 à 1.000 kg.).

Ces caractéristiques sont garanties par le fabricant et sont vérifiées par des essais mécaniques prévus dans les normes de l'aéronautique.

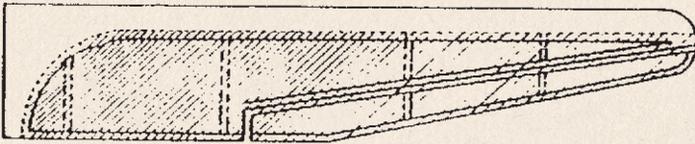


Fig. 212. — Plan d'entoilage.

Ces toiles sont en lin, en coton ou en soie naturelle (les deux dernières sont plus utilisées dans la confection des planeurs).

Ces tissus doivent être stockés roulés dans des pièces à température moyenne (de 15 à 20 degrés) à atmosphère parfaitement sèche. L'humidité est le facteur de détérioration le plus important des toiles de revêtement.

Ces tissus sont vendus en bandes de largeur variable, quelquefois insuffisante pour le revêtement complet de l'aile. Dans ce cas, les bandes sont assemblées entre elles, les coupures sont toujours disposées parallèlement aux nervures (fig. 212).

La couture se fait au moyen d'un fil en lin, en coton ou en soie dont la résistance de rupture est au moins quatre kilos. Le poids aux cent mètres (18 grammes environ) est une caractéristique donnée par le fabricant. On procède par deux coutures espacées de 3 à 4^m sur quatre épaisseurs de toile (voir fig. 213).

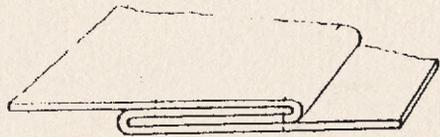


Fig. 213. — Couture.

On peut avoir à faire une couture parallèle au bord de fuite pour relier le revêtement d'extrados et le revêtement d'intrados.

La fixation de la toile sur la structure en bois se fait plus **généralement par collage**. Pour le collage de la toile sur la structure, on emploie soit la

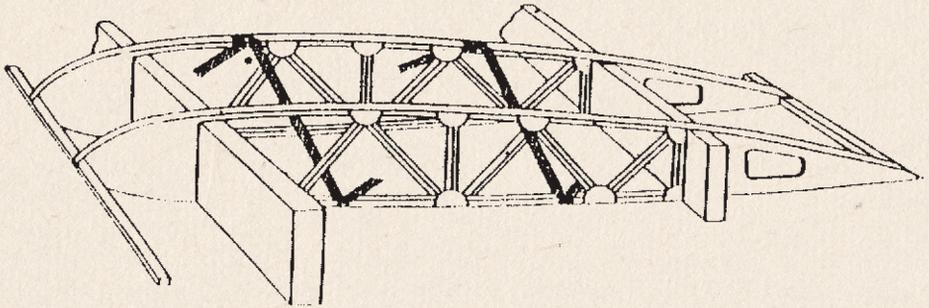


Fig. 214. - Bande « Jaconas ».

colle à bois « Certus », soit une colle à base d'acétate de cellulose « émailite colle ». Celle-ci est utilisée de la façon suivante :

1^o On passe deux couches de colle sur la partie bois à entoiler. On laisse sécher complètement ;

2^o La toile est présentée sur la partie à coller, puis enduite extérieurement d'un diluant à base d'acétone avec un pinceau à poils ras. Le diluant pénètre dans le tissu et dissout l'émailite colle ; celle-ci pénètre dans la toile et colle au séchage.

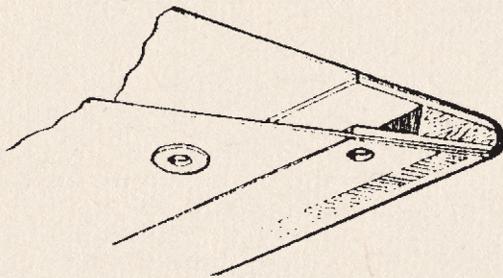


Fig. 215. - Trou de répartition de la pression.

efforts de tension inégaux de la toile. Pour éviter cette déformation, les nervures sont reliées entre elles par des bandes de toile disposées en diagonales et enroulées sur les semelles de nervures. Ce sont « les bandes Jaconas » (fig. 214). On n'utilise pas les bandes Jaconas dans les ailes ayant un caisson de torsion et un faux longeron, la distance entre les deux longerons étant trop faible pour que la nervure ait tendance à se coucher.

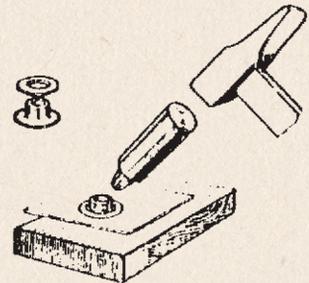


Fig. 216. - Pose d'un œillet.

Au droit des nervures, le revêtement est collé ou lardé. Sur les profils creux des planeurs, le revêtement est obligatoirement lardé sur l'intrados pour l'obliger à suivre le profil après l'enduisage et la tension qu'il provoque.

Le lardage se fait autour de la nervure ou autour de la semelle de nervure seulement. Le fil à larder est un fil spécial, plus résistant que le fil à coudre, pesant environ 60 grammes aux 100 mètres. Sa résistance est de 15 kilos environ.

Le fil de lardage est enfilé sur une longue aiguille dite « aiguille à larder ».

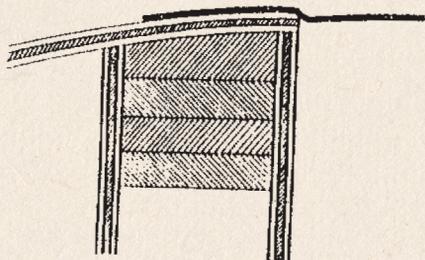


Fig. 218. — Défaut d'entoilage.

d'entoilage (suivant l'appareil le profil est entièrement recouvert de tissu ou partiellement à partir du longeron avant jusqu'au bord de fuite; le tissu, dans ce cas, est collé sur une largeur de 5 cm. environ sur le revêtement contreplaqué du longeron);

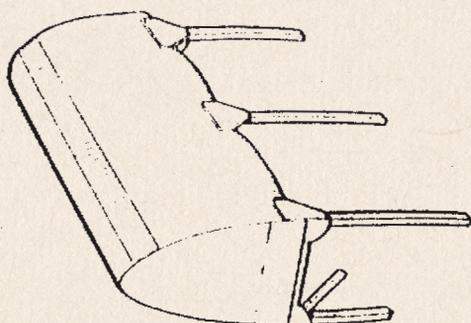


Fig. 220. — Découpage du revêtement du bord d'attaque en festons.

commence généralement par l'intrados et l'aile est soigneusement amarrée sur le chantier pour éviter toute déformation). Pendant le séchage, le tissu est maintenu en place par des punaises espacées.

On peut alors larder sur l'intrados. La même opération se répète sur

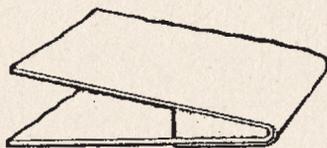


Fig. 217. — Raccordement du revêtement du bord de fuite.

La semelle de nervure est parfois entourée d'une bande collée qui permet le lardage. C'est le « marouflage » de la nervure. Il se fait généralement avec une bande de toile de coton analogue aux bandes Jaconas.

Exécution de l'entoilage.

1^o Préparation des toiles aux dimensions mesurées sur le plan

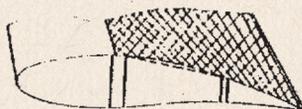


Fig. 219. — Déformation du profil sous l'influence de la tension de la toile.

2^o L'étoffe est roulée dans le sens parallèle au longeron et tendue aux deux extrémités par deux opérateurs. Un troisième colle tout d'abord le bord avant sur le longeron. Après séchage, l'étoffe est déroulée (la superstructure ayant été encollée à l'émaillite-colle), puis collée sur le bord de fuite (on

l'extrados. Le collage s'effectue par imprégnation de la toile avec un dissolvant.

Le lardage, de part et d'autre, se fait après cette opération. Généralement, l'aile est posée sur un montage vertical ; le lardage est effectué par deux opérateurs situés de part et d'autre de l'aile (voir plus loin).

Quand le revêtement d'intrados est terminé, il faut placer les œillets des trous de répartition de pression (fig. 215).

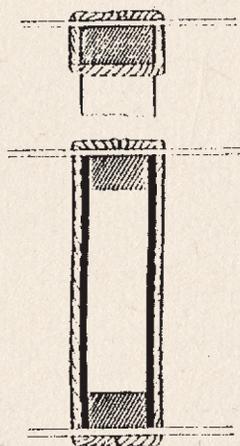


Fig. 221. — Points de lardage.

Ces trous sont pratiqués dans l'étoffe au ras du contreplaqué de bord de fuite pour que, éventuellement, l'eau de condensation puisse s'évacuer entièrement. Un trou pratiqué dans le contreplaqué (fig. 215) ne permet pas l'évacuation des gouttes d'eau le long de ce rebord et peut amener la détérioration de la toile à cet endroit. Ces trous, de 4 à 5 mm de diamètre environ, sont renforcés par un œillet ou par une petite rondelle en rodhoïd percée et collée à l'acétate de cellulose (la pose d'un œillet se fait au moyen d'un outillage spécial vendu dans le commerce). On peut l'exécuter avec un outillage de fortune analogue à celui de la figure 216. Ces trous sont disposés entre chaque nervure. Au droit des ailerons, ces œillets sont placés en avant du faux longeron et au bord de fuite de l'aileron.

On améliore l'aspect de l'entoilage en repliant le revêtement de l'extrados au bord de fuite sur une largeur de 5 cm. environ (fig. 217).

La colle utilisée pour la fixation du revêtement du contreplaqué de bord d'attaque se restreint au séchage et tend l'étoffe. Au longeron-avant, il peut alors se produire un ressaut préjudiciable aux qualités aérodynamiques de la voilure (fig. 218). De plus, l'enduit que l'on passe sur le revêtement tend l'étoffe qui se creuse entre chaque nervure et déforme le profil (fig. 219).

On évite ces défauts en festonnant le revêtement du caisson-avant entre chaque nervure (fig. 220). La surface des festons est enduite de paraffine pour empêcher l'étoffe d'y adhérer.

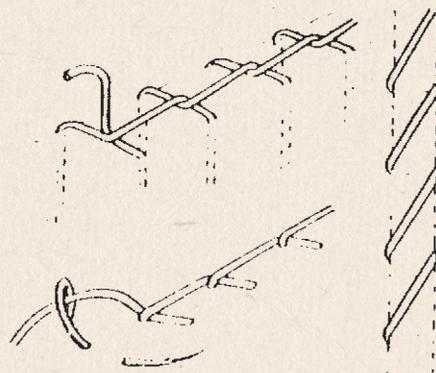


Fig. 222. — Points de lardage.

Lardage.

On larde souvent sur une bande de coton un peu plus large que la nervure et rattachée sur le revêtement.

La figure 221 représente le point de lardage autour de la semelle, et le point de lardage autour de la nervure.

Le premier est exécuté avant entoilage complet ou au moyen d'une aiguille à larder courbe. Le deuxième se fait au moyen d'une longue aiguille droite.

Les points de lardage sont espacés de 3 à 5 cm. suivant la courbure du profil. Après chaque point, les fils sont croisés ou noués (fig. 222).

La main droite assure la tension du fil, la main gauche l'empêche de glisser. Le nœud de lardage se fait comme le montre la figure 224. Dans le cas où la nervure est marouflée, l'aiguille

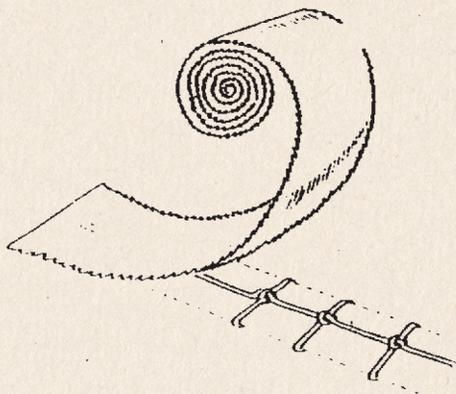


Fig. 223. --- Bande crantée.

courbe est passée dans l'épaisseur de la toile de marouflage (fig. 222). Généralement, les points de lardage sont recouverts d'une bande d'étoffe collée sur le revêtement. Pour améliorer ce collage, les bords de cette bande sont crénelés ou effilochés. C'est la **bande crantée** (1) (fig. 223). On effiloche parfois le bord de la toile de revêtement pour améliorer son adhérence sur le revêtement de contre-plaqué. On peut aussi coller sur tous les bords de raccordement une bande crantée.

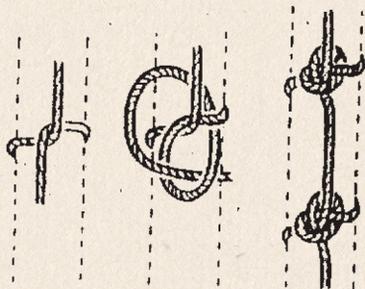


Fig. 224. --- Nœud de lardage.

Le raccordement des fils de lardage se fait par un nœud plat (fig. 225).

Le passage des câbles de commande à travers le revêtement en toile se fait par une ouverture pratiquée dans celle-ci.



Fig. 225. --- Nœud plat.

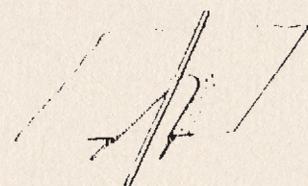


Fig. 226. --- Renforcement d'une couverture du revêtement en toile.

On peut renforcer les bords de cette ouverture par une boucle en corde à piano comme dans l'ourlet de la toile. On peut aussi utiliser un mouchoir de contreplaqué collé intérieurement (fig. 185).

(1) On a intérêt à coller la bande crantée après avoir passé sur la toile la première couche d'enduit. La pose est facilitée par la tension du revêtement consécutive au séchage de cette première couche.

ENDUITS — VERNIS PEINTURES

Les revêtements sont imprégnés avec un enduit cellulosique spécialement étudié pour les toiles d'avion.

On utilise quelquefois un premier enduit appelé **enduit d'imprégnation**, puis un deuxième enduit, dit de **finissage**.

Les enduits sont passés à l'aide d'un pinceau plat assez grand (queue de morue) ou d'un pistolet à air comprimé. Les enduits de différentes marques ne se comportant pas tous de la même façon, il est recommandé de faire un essai sur un panneau de même toile tendue sur un cadre de bois.

Le local nécessaire pour l'enduisage doit être vaste, non poussiéreux, hermétiquement clos, chauffé à une température de 18° environ. La température de 18° est nécessaire pour obtenir un séchage correct et rapide. L'enduisage provoque une forte tension de la toile qui peut amener des déformations.

Il faut prendre les précautions suivantes :

- 1° Fixer l'aile sur le chantier ;
- 2° Enduire d'abord une face entière (intrados), puis l'autre face en changeant de face après chaque couche d'enduit ;
- 3° Ne jamais repasser avec le pinceau ou le pistolet sur les parties déjà enduites dans une même couche. Ne pas laisser d'espace non enduit ;
- 4° Adopter une allure régulière la plus rapide possible ;
- 5° Enlever au pinceau toute trace de poussière avant chaque couche d'enduit.

Pour la première couche, on peut abaisser la température à 15° pour limiter l'évaporation et donner plus de temps à l'opérateur. Le pinceau doit être abondamment imprégné, car l'étoffe neuve « boit » très rapidement l'enduit.

Le séchage de la première couche est très rapide ; la deuxième peut être passée trois ou quatre heures après. Après douze heures de séchage, elle

est poncée. Papier de verre très fin. On enlève toute trace de poussière au plumbeau ou à l'aspirateur.

La troisième couche est passée dans les conditions suivantes :

On ferme hermétiquement l'atelier, on arrête toutes les machines, on empêche le tirage des instruments de chauffage et on évite tout déplacement inutile. Après séchage (12 heures au moins), on lisse la couche au moyen d'un tampon d'ouate enroulé dans un chiffon de fil et imbibé d'acétone.

La deuxième et la troisième couches sont quelquefois remplacées par un vernis cellulosique spécial passé après ponçage à la température de 18 à 20°.

Ce vernis doit être suffisamment dilué et il faut le passer très rapidement sur les parties incurvées pour l'empêcher de « couler » et de former des rides. On laisse sécher quarante-huit heures et on lave à l'eau froide avec une peau de chamois.

Les revêtements de contreplaqué sont vernis eux aussi après avoir été bouche-porés (enduit spécial) et convenablement poncés (1).

L'intérieur de l'ossature est souvent verni à l'alcool. Ce vernis peut être utilisé pour les parties extérieures des fuselages-poutres, par exemple.

L'enduisage des ailes est parfois complété par une peinture laquée à séchage rapide genre « Duco ». Ce procédé est à déconseiller pour les appareils sujets à des avaries fréquentes (écoles et entraînement) parce qu'il complique les réparations et les collages. De plus, l'enduisage à la peinture est assez lourd (l'enduisage au vernis cellulosique pèse environ 100 grammes au mètre carré).



(1) On peut boucher les trous des baguettes à clous soit au moyen d'un bouche-pore, soit à la paraffine, soit en humectant le contreplaqué à l'eau tiède. Avant le vernissage, on peut effacer les taches de colle Certus trop apparentes en frottant la tache avec un tampon imbibé d'acide oxalique (100 grammes de cristaux par litre d'eau tiède).

TITRE VII

LES AMÉNAGEMENTS

LES AMÉNAGEMENTS

PORTES DE VISITE. REGARDS
VOILETS CACHE D'ARTICULATION
AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS

TABLEAU DE BORD.
SIÈGE.
BOÎTE A PARACHUTE.
BOÎTE A BAROGRAPHE.
CEINTURE. REMBOURAGES.

CAPOT-PILOTE

PARE-BRISE.
CONDUITE INTÉRIEURE.

DIVERS

CROCHET DE LANCEMENT.
TROMPE D'ANÉMOMÈTRE.
VENTURI.

PORTES DE VISITE. REGARDS

Les regards et les portes de visite servent à la vérification et à l'entretien périodique des poulies ou des articulations intérieures.

Ils sont mis en place après finition complète des revêtements. Une difficulté apparaît dans la construction des portes de visite sur les surfaces courbes en contreplaqué. On commence par renforcer, par des collages lamellaires, l'encadrement futur de la porte. Puis on colle à l'intérieur de l'encadrement un deuxième cadre lamellaire entretoisé et renforcé par goussets (fig. 227). Entre les deux cadres on insère une feuille de carton paraffiné. Après séchage, on découpe soigneusement le contreplaqué de revêtement entre les deux cadres.

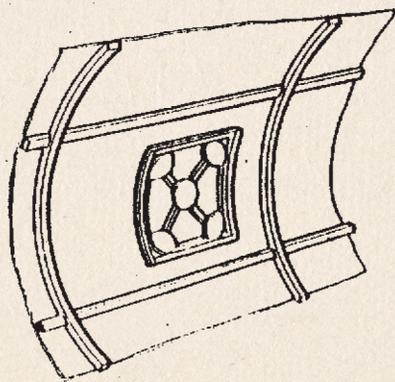


Fig. 227. — Découpage d'une porte de visite.

Il suffit alors de prévoir une charnière pour l'articulation de la porte ainsi coupée.

Un autre procédé très commode est représenté par la figure 228. L'encadrement intérieur, qui renforce la découpeure ou revêtement, est

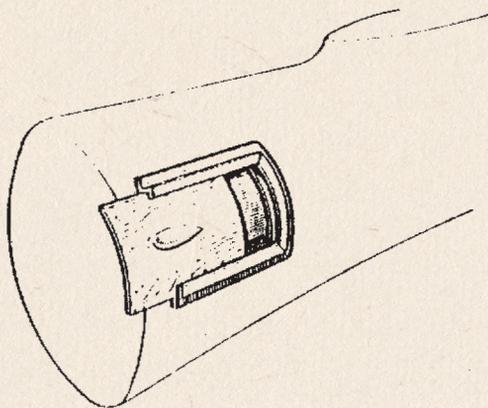


Fig. 228. — Porte de visite souple.

complété par un encadrement extérieur en contreplaqué de 10/10 embouti en forme de glissière et raidi par la colle Certus. La porte est constituée simplement par une feuille de contreplaqué 10/10 et une poignée collée en peuplier profilé.

La dimension des portes de visite doit permettre le passage de la main et de l'avant-bras (100 millimètres de diamètre au moins).

Sur les flancs plats, les ouvertures sont généralement circulaires (fig. 229). Deux

trous permettent le passage des doigts pour la manœuvre de la porte ou le passage des deux pointes d'un compas si le regard est trop petit.

Sur la partie entoilée de l'aile on pratique des portes de visite en face des articulations des gouvernes et des poulies de renvoi. L'entoilage est renforcé à cet endroit par une feuille de contreplaqué collée.

On évite souvent des pertes de temps en traçant sous les portes de visite et sur le corps du fuselage et de l'aile correspondant des traits de repère qui indiquent, quand ils sont en regard, que la porte est ouverte.

Les portes de visite et les regards ont parfois une poignée de manœuvre profilée de 20^m de hauteur et de 50^m de longueur environ. Quand la porte de visite est fermée, la poignée est dans le lit du vent (fig. 230).

La figure 231 montre la porte de visite d'une boîte à lest située dans la béquille de certains appareils de performance.

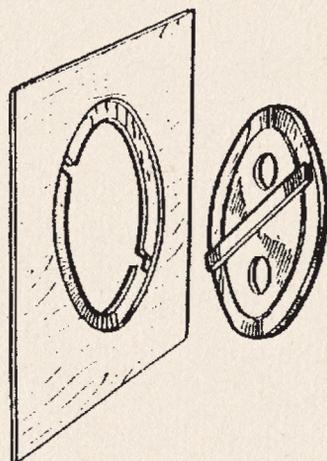


Fig. 229. — Portes de visite.

VOILETS CACHE D'ARTICULATION

La solution de continuité du profil provoquée par la manœuvre des gouvernes est parfois masquée (en particulier dans les appareils de performance) par de petits volets en contreplaqué de 10/10 articulés sur l'aile et appliqués sur la gouverne par des ressorts.

L'articulation se fait au moyen de charnières en toile en laiton (fig. 232 et 233). Le ressort d'application est constitué soit par une épingle en corde à piano de 8/10 plantée à force dans le faux longeron (fig. 235), soit par un ressort à boudin agissant sur l'axe de charnière en laiton (fig. 234).

En raison de la faible épaisseur du volet, la charnière est rivée sur la feuille de contreplaqué et vissée sur le longeron.



Fig. 230. — Poignée de manœuvre profilée.

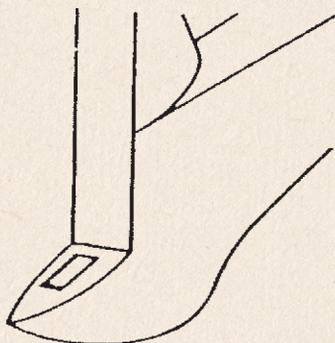


Fig. 231. — Boîte à lest.

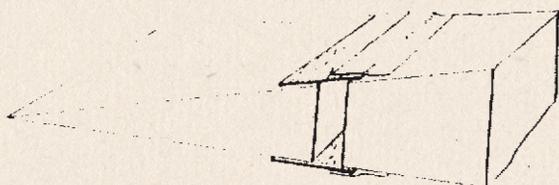


Fig. 232. — Volets cache d'articulation.

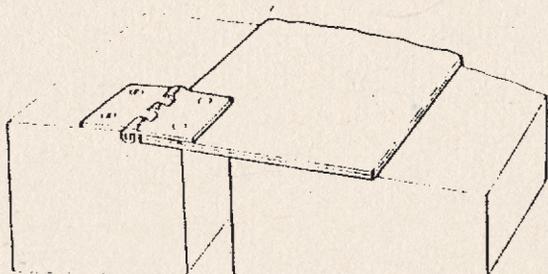


Fig. 233. — Articulation par charnière.

AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS

Ils comprennent :

- Le tableau de bord,
- Le siège,
- La boîte à parachute,
- La boîte à barographe,
- Le plancher,
- Les ceintures,
- Les rembourrages.

Une vue d'ensemble des divers aménagements intérieurs, montrant leur position relative dans un appareil de performance, est donnée par la figure 236.

Tableaux de bord.

Le tableau de bord est une planchette de contreplaqué raidie sur laquelle peuvent être fixés les instruments de bord suivants :

- Anémomètre,
- Variomètre,
- Altimètre,
- Compas,
- Appareil de pilotage sans visibilité,
- Montre, etc.

Ces instruments sont fixés sur la planchette par des petits boulons ou par vis (dans ce dernier cas les vis prennent dans des cales de bois dur collées derrière la planchette).

e tableau de bord est toujours indépendant de la structure du fuselage, sur lequel il est fixé par trois vis ou boulons (fig. 238). Dans ce cas, il est intéressant de prévoir des écrous à oreille pour son démontage rapide.

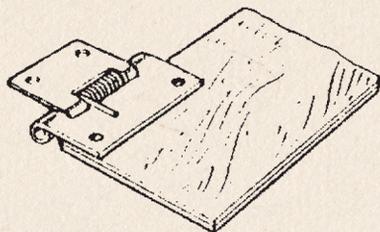


Fig. 234. — Charnière à ressort.



Fig. 235. — Ressort en corde à piano.

Siège et boîte à parachute.

On utilise sur les planeurs des parachutes du type « dorsal ». La boîte à parachute est donc située dans le dos du pilote. Le siège est à double

Fig. 236. — Aménagements intérieurs.

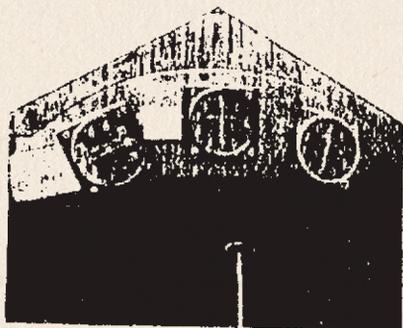
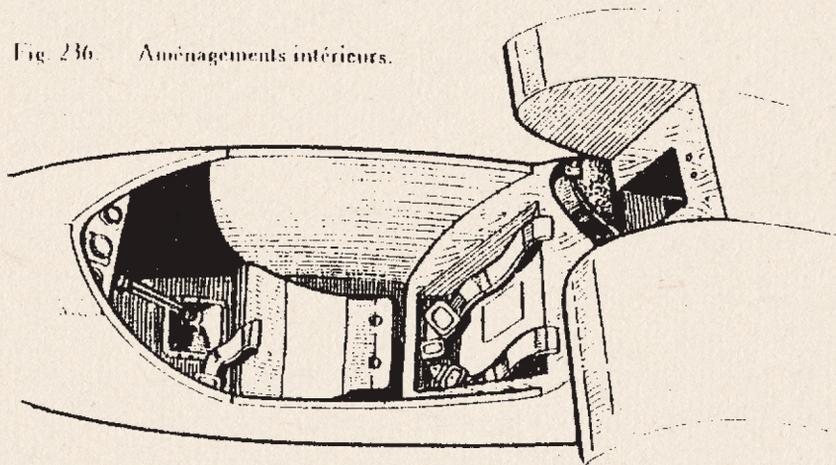


Fig. 237. — Tableau de bord.

courbure pour éviter que le pilote ne se blesse en étant projeté vers l'avant au moment de l'atterrissage brutal. La figure 240 montre la forme que doit affecter l'ensemble, siège et boîte à parachute. On remarque, pour cette dernière, que la partie inférieure est plate pour supporter le poids du parachute pendant le vol. La partie supérieure, au contraire, est arrondie pour faciliter le dégagement du pilote. Les parois sont en contre-plaqué et participent quelquefois à la résistance générale de l'ensemble, dans le cas assez fréquent où le dossier du pilote est un couple

oblique reliant l'avant du fuselage au premier couple principal (dans ce cas, ne pas ouvrir des regards dans cette paroi). Les dimensions d'un parachute dorsal sont : largeur 0 m. 40, hauteur 0 m. 50, épaisseur 0 m. 15.

Le siège en contreplaqué de 20 à 30/10 est collé sur deux formes cintrées en contreplaqué épais. Des baguettes transversales améliorent sa rigidité (fig. 239).

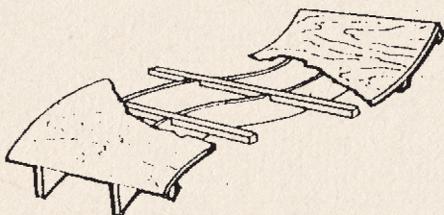


Fig. 239. — Siège simple.

des qui passent en dessous. Le dessous du siège peut également servir de boîte à outil ou de boîte à lest.

Boîte à barographe.

Elle peut être disposée comme le montre la figure 236 ou sur le côté de l'appareil, derrière la boîte à parachute.

Elle doit avoir une dimension minima suivante : largeur 200^m/_m, hauteur 200^m/_m, longueur 300^m/_m. Elle est parfois capitonnée intérieurement, en particulier dans les appareils de performance soumis à de fortes accélérations. Elle est toujours capitonnée dans les appareils acrobatiques. La porte peut être simplement constituée par une feuille de contreplaqué de 15/10 et charnière en toile. La fermeture se fait par épingle sur un téton vissé (fig. 241).

Le plancher est une feuille de contreplaqué de 5^m/_m environ d'épaisseur fixé sur le couple et les longeron inférieurs du fuselage en avant du siège. Le plancher doit être renforcé partout où le pilote est susceptible de poser les pieds, soit en montant, soit en descendant de l'appareil, et sous les pédales de direction.

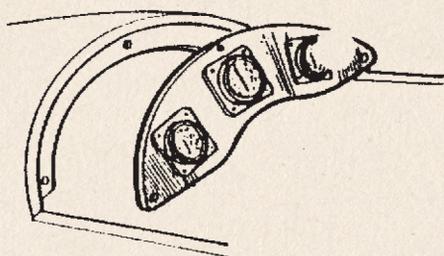


Fig. 238. — Fixation du tableau de bord sur la structure.

Le siège est posé dans le fond du fuselage, l'appui doit se faire sur une grande surface ou en de nombreux points. Dans le cas contraire, il a tendance à se fendre au moment d'un atterrissage brutal.

La figure 236 montre un siège articulé à l'avant pour permettre la visite des commandes

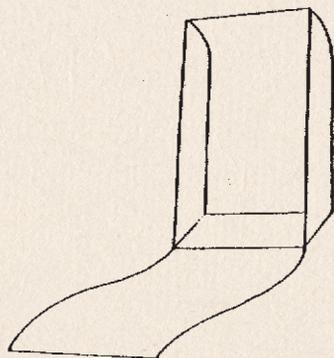


Fig. 240. — Siège et boîte à parachute.

de l'appareil, et sous les

Dans certains appareils étroits, les articulations inférieures du manche à balai sont protégées de la poussière ou des graviers qui peuvent se

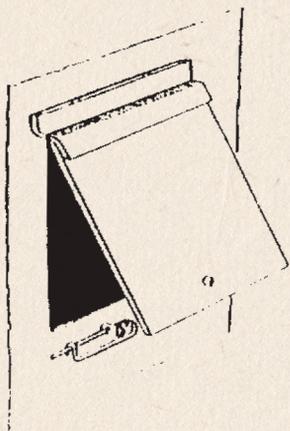


Fig. 241. — Poste et boîte à barographe.

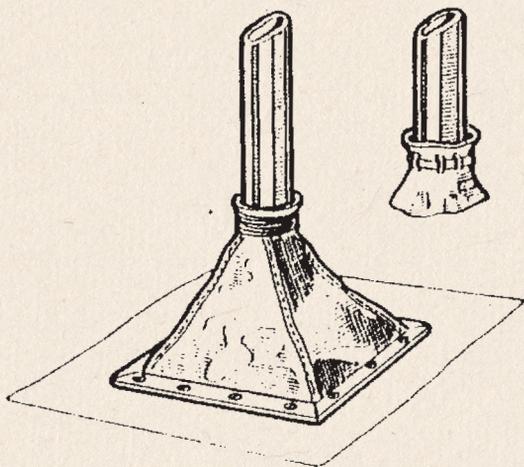


Fig. 242. — Protection de la partie inférieure du manche à balai.

glisser dans le poste pilote. Cette protection est assurée par un capuchon de toile imperméable ou de basane, fixé sur le plancher par baguettes vissées et sur le tube par ligatures ou lanière de cuir (fig. 242).

Ceintures. Rembourrages.

Des ceintures sont vendues toutes prêtes dans le commerce et leur emplacement est généralement prévu sur les plans de l'appareil. Dans le

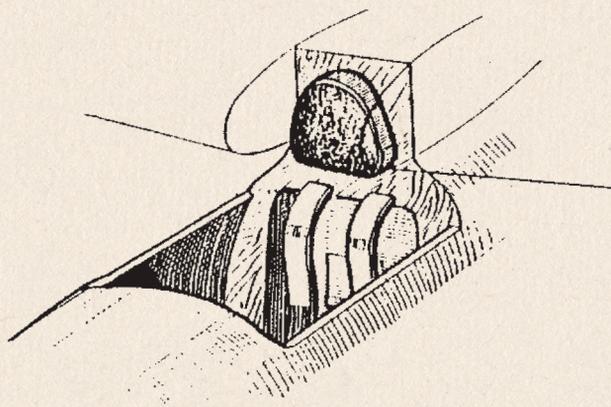


Fig. 243. — Rembourrage.

cas contraire, il faut s'efforcer de placer le point d'attache des ceintures de taille le plus bas possible par rapport au siège. La fixation doit se faire sur les parties les plus résistantes du fuselage ; les efforts qui peuvent s'exercer sur ces points d'attache sont extrêmement importants, en particulier au

moment d'un accident. Généralement, on choisit le cadre principal-avant ou la contre-fuselage et les mâts de cabane.

Les **reouvrages** concernent la protection de la tête du pilote. Ils sont généralement formés par un petit coussin de toile, de préférence caoutchouté extérieurement (ou de basane légère), garni de crin animal ou végétal, de feutre ou de caoutchouc mousse. La toile est clouée par des semences à larges têtes sur le cadre supportant le rembourrage ou pincée entre ce cadre et un petit liteau (fig. 243).

CAPOT-PILOTE

Conduite intérieure. Pare-brise.

Le capot-pilote est aménagé ou non en conduite intérieure. Dans ce dernier cas, il porte généralement le pare-brise et quelquefois le protecteur de tête.

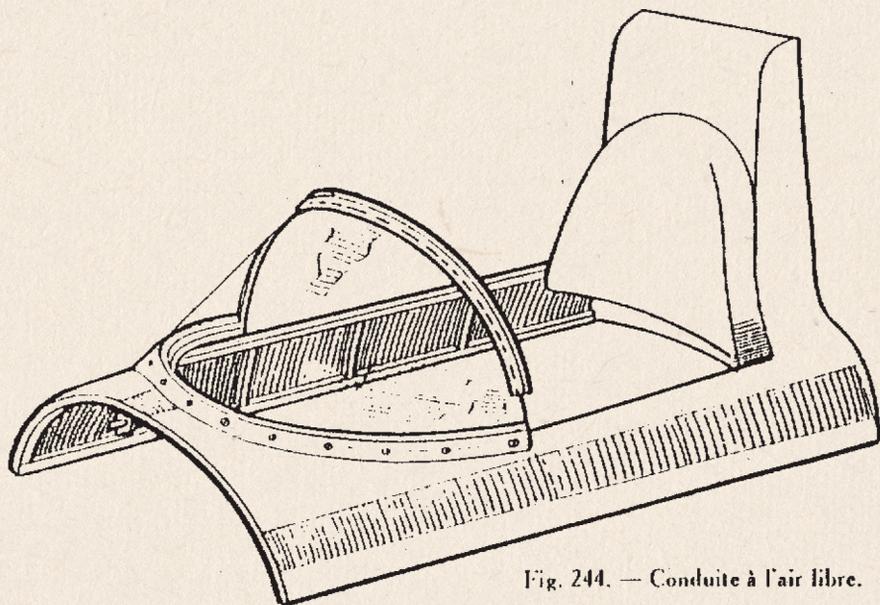


Fig. 244. — Conduite à l'air libre.

La conduite à l'air libre de la figure 244 est constituée par des demicadres lamellaires ouverts, réunis par des lisses elles-mêmes entrecroisées. Le tout est recouvert en contreplaqué. Le pare-brise est fixé par vis et cuvette sur un liteau lamellaire de section triangulaire collé extérieurement sur l'avant du capot (fig. 245).

Les pare-brise sont en matière transparente (rodhoïd, plexiglass, cellon). Ces feuilles sont découpées à la scie-sterling ou à la cisaille à main. Si le pare-brise est de forme non dé-

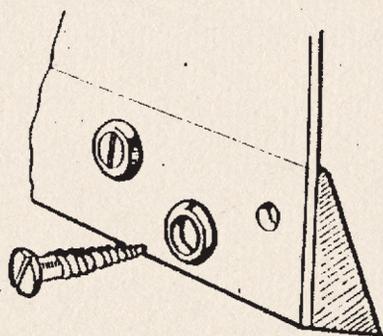


Fig. 245. — Fixation d'un pare-brise par vis et cuvettes.

veloppable, il faut l'emboutir. On ne possède pas toujours l'outillage nécessaire à ce genre de travail. On construit alors une forme en bois plein parfaitement poncée et boucheporée. Le rodhoïd ou le plexiglass sont ramollis à la chaleur d'un four, le cellon à l'eau chaude. (Si l'on trempe le plexiglass ou le rodhoïd dans l'eau chaude, la surface devient laiteuse et cesse d'être transparente.) On applique la feuille ainsi

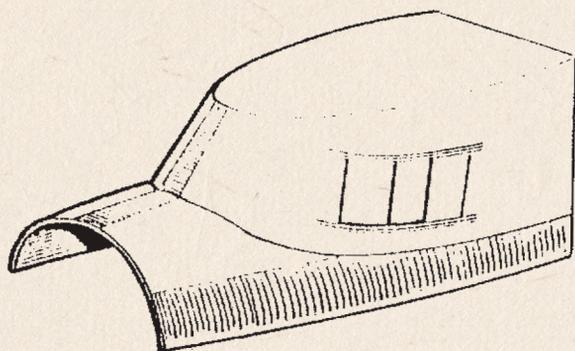


Fig. 246. — Conduite intérieure en rodhoïd.

ramollie sur la forme et on obtient le pare-brise après deux ou trois chauffes. Il faut que la feuille soit suffisamment grande pour que l'on puisse faire disparaître, par découpage, les bords gonflés qui se produisent fatalement pendant l'opération. Le raccord des diverses parties en matière transparente se fait par collage soit avec une colle spéciale, soit avec de l'émailite-colle. Quand le cintre à obtenir est très faible, on peut se passer de forme en bois (il est très difficile de faire disparaître la structure poreuse du bois et de l'empêcher de marquer sur la matière transparente). Une forme de cintre excellente est constituée par une aile de carrosserie automobile.

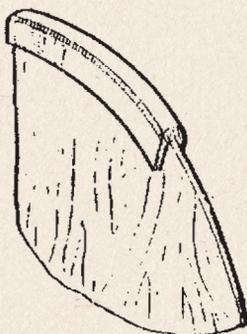


Fig. 247. — Collage d'une bande de protection.

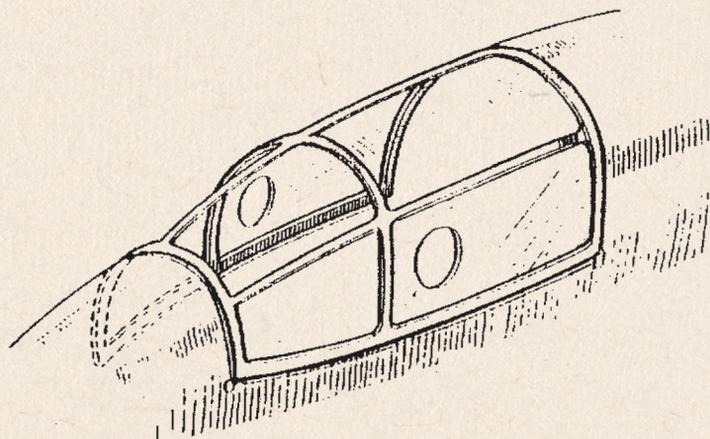


Fig. 248. — Conduite intérieure.

Il faut fixer le pare-brise avec une bande de cuir ou de caoutchouc qui le rend moins coupant. Des bandes spéciales vendues dans le commerce sont cousues sur le bord (fig. 244).

On peut se contenter de coller avec de l'émaille colle épaisse une bande de caoutchouc qui recouvre le bord libre du pare-brise (fig. 247).

Les conduites intérieures sont souvent constituées par une carcasse de peuplier en liteaux lamellaires assemblés à mi-bois et renforcés extérieurement par des bandes de contreplaqué de 10/10 (fig. 248). La matière transparente est placée en carreaux légèrement bombés entre les croisillons de la carcasse. La figure 249 donne



Fig. 249. — Fixation du rhodoid sur l'armature d'une conduite intérieure.

une coupe de la carcasse montrant comment les carreaux peuvent être fixés entre le bord du contreplaqué et des petites baguettes un quart de rond fixées par pointes très fines sur la carcasse. On ménage, de part et d'autre, les ouvertures d'aération de la cabine. Elles peuvent être réglées ou fermées par un volet en matière transparente

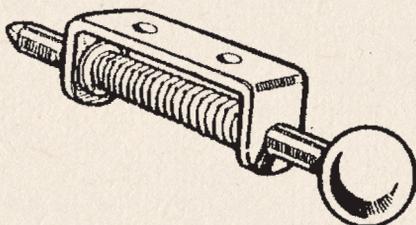


Fig. 250. — Verron de conduite intérieure.

couissant dans des glissières de même matière collées à l'intérieur de la conduite (fig. 246).

Les conduites intérieures et les capots doivent pouvoir s'enlever très rapidement en vol pour permettre l'évacuation du pilote avec son parachute. Aussi sont-ils fixés seulement à l'avant par un verrou manœuvrable de l'intérieur et fixé sur la cabine (fig. 250). A l'arrière et sur les côtés, elles sont maintenues en place par de petits tétons s'encastant dans le fuselage ou par de petits goussets généralement métalliques (fig. 248).

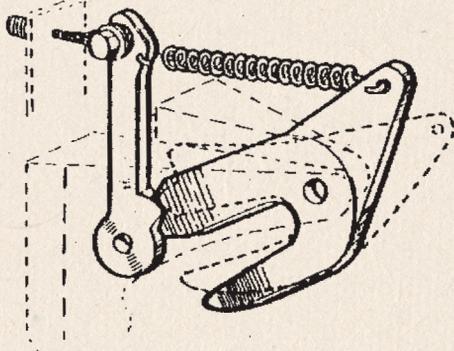


Fig. 251. — Crochets de remorquage à trois positions.

Crochets de remorquage.

Ils sont en acier mi-dur (acier 14) pris dans la masse. Ils sont articulés sur des ferrures de tôle fixées à l'avant sur la poutre du fuselage ou sur le cadre avant. La commande se fait par câble d'acier de 20/10 (fig. 251).

Le crochet doit pouvoir permettre trois positions

- 1^o Position complètement fermée (remorquage par avion) ;
- 2^o Position demi-ouverte (lancement par câble et par sandow) ;
- 3^o Position grande ouverte (language du câble).

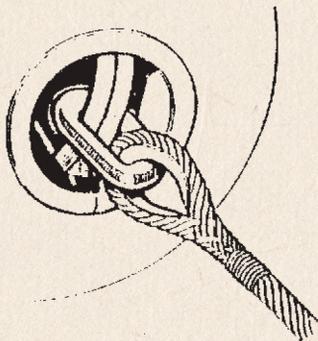


Fig. 252. — Crochet de remorquage par avion.



Fig. 253. — Crochet de retenue ouvert.

Les axes d'articulation ont des têtes plates et rien ne doit pouvoir retenir le câble, même accidentellement, quand le crochet est ouvert.

Un crochet spécial pour remorquage par avions est quelquefois prévu à l'avant et dans l'axe du fuselage (fig. 252). S'il existe en même temps un crochet de lancement au treuil à ouverture commandée, la commande de l'ouverture des deux crochets se fait par le même câble.



Fig. 254. — Aménagement intérieur.

Un crochet de retenue pour le lancement au sandow est quelquefois prévu à l'arrière du patin (fig. 253). L'ouverture de ce crochet se fait par une commande indépendante.

Il peut encore exister d'autres dispositifs spéciaux : Commande de langage

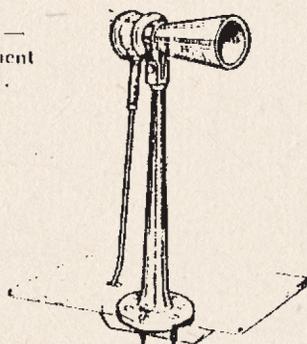


Fig. 255. — Fixation de la tige d'anémomètre.

de train leur, commande de frein de roues de train de roulagé.

La figure 254 montre les aménagements intérieurs et les commandes d'un appareil de performance :

a) Tableau de bord comprenant un contrôleur de vol au centre, un variomètre à gauche, un anémomètre à droite ;

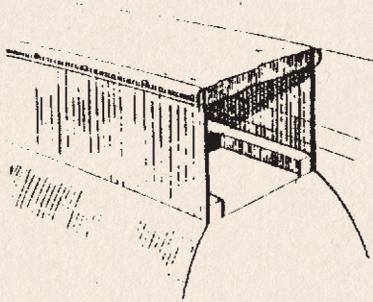


Fig. 257. — Fixation de la toile sur patin.

f) A l'extérieur, à droite, la trompe d'anémomètre, à gauche, le venturi du contrôleur de vol.

Les appareils extérieurs au fuselage sont vissés à travers la coque sur des cales de bois dur collées au contreplaqué. Les trompes d'anémomètres seront disposées le plus en avant possible et hors de tout sillage. Elles sont reliées au tableau de bord par des tubes de cuivre, la jonction de ces tubes avec la trompe, d'une part, et l'appareil enregistreur du tableau de bord, d'autre part, se faisant au moyen de petits tuyaux de caoutchouc ligaturés (fig. 255).

Profilage du patin.

Le patin est souvent profilé par une toile fixée sur lui et le fuselage (fig. 259). Sur ce dernier, la toile est pincée entre le fond et un liteau

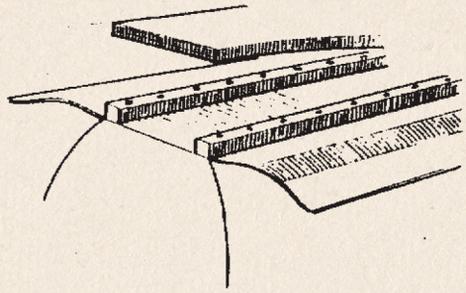


Fig. 256. — Fixation de la toile de protection du patin sous le fuselage.

b) Un manche à balai à articulation protégée ;

c) En bas, à gauche, la poignée de manœuvre du crochet de retenue et celle du train rouleur ;

d) Au centre, à gauche, la poignée de manœuvre des freins de piqué ;

e) En haut, à gauche, la poignée de manœuvre des crochets de remorquage et de lancement ;

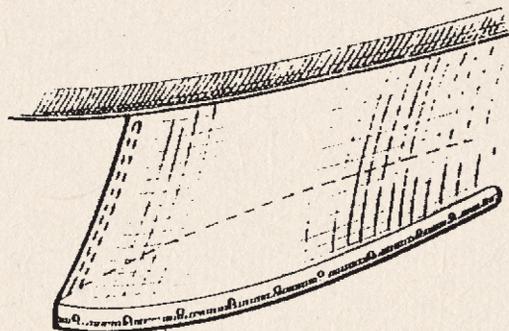


Fig. 258. — Raccordement des toiles à l'arrière du patin.

clé (fig. 256). Sur le patin, la toile est pincée par un biseau demi-rond cloué (fig. 257).

À l'arrière, le patin est souvent appointé et les deux toiles sont cousues en forme d'arête (fig. 258).

Pour pouvoir effectuer facilement les déplacements du planeur sur le sol, on se sert généralement d'un chariot à deux roues. Le patin peut être simplement posé sur le chariot qui est manipulé au moyen d'un levier (fig. 260) ou fixé provisoirement par un têtou du chariot qui s'engage dans un trou du patin. Ce trou est placé 5 cm. en avant du centre de gravité à vide (titre IX) de manière à assurer la prépondérance du poids sur la queue et faciliter les manœuvres.

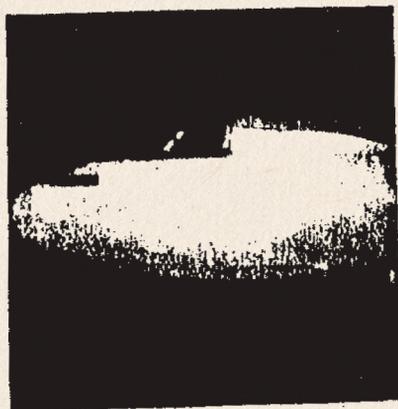


Fig. 259. — Patin profilé.

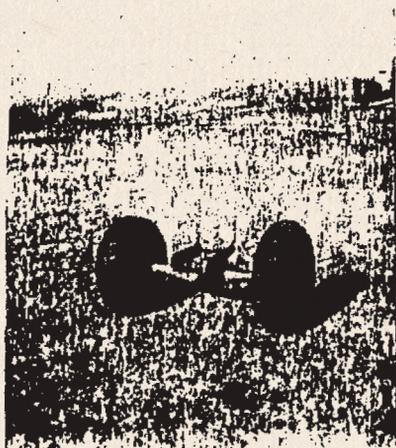


Fig. 260. — Chariots de manœuvre.



TITRE VIII

LE RÉGLAGE

LE RÉGLAGE

Régler un planeur, c'est assurer la position correcte des éléments les uns par rapport aux autres.

Le planeur est réglé au montage à l'état neuf ; mais il est susceptible de se dérégler en cours de vol. L'opération de réglage doit donc se faire à intervalles périodiques et, en particulier, après une réparation.

Sur les appareils sans mât, le réglage de l'aile se fait une fois pour toute lors de la pose des ferrures au fuselage. La position de l'aile par

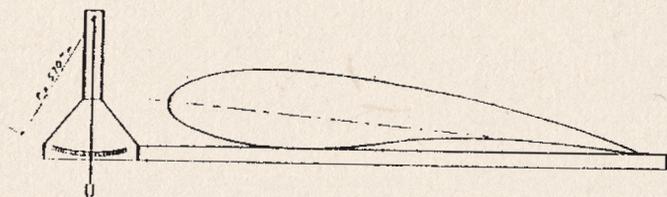


Fig. 261. — Appareil pour mesurer les angles de calage.

rapport au fuselage s'appelle l'**angle de calage** et est donné généralement en degrés par rapport à une ligne de référence horizontale (un longeron du fuselage en général).

On commence donc par mettre horizontale la ligne de référence du fuselage à l'aide d'un niveau (dans un appareil à poutre, c'est la poutre supérieure qui est disposée horizontalement). On vérifie l'angle de calage dans cette position au moyen d'un dispositif spécial très facile à construire (fig. 261).

Il est constitué essentiellement par une règle en bois dur et sec (frêne ou chêne) verni, de 30^m de large et de 50^m de hauteur environ. Un fil à plomb ou une aiguille lestée est suspendue à un montant vertical fixé par goussets sur la règle.

Quand celle-ci est horizontale, le fil à plomb ou l'aiguille lestée marque zéro. Les graduations sont espacées de 10^m et, si

le rayon du cercle décrit par l'aiguille est égal à 573^m, les graduations valent chacune un degré. Il est donc possible d'apprécier le 1/10 de degré (1^m).

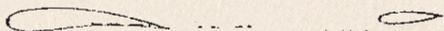


Fig. 262. — Dièdre longitudinal.

Maintenu dans la position donnée par la figure 261, un tel appareil donne l'angle formé par l'horizontale (donc la ligne de référence) et la

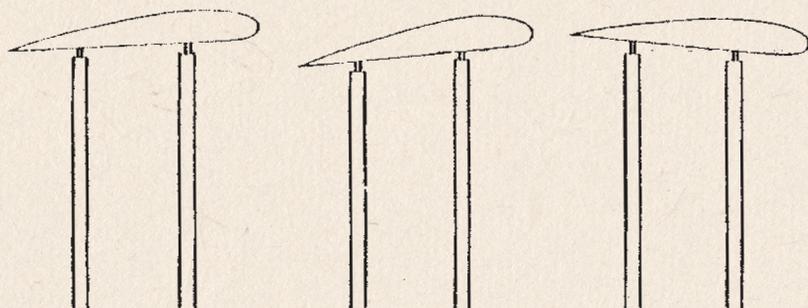


Fig. 263. — Réglage de l'incidence par le mât arrière.

droite tangente au profil. Il suffit d'ajouter l'angle formé par celle-ci et la corde (mesurée sur le dessin du profil) pour obtenir la valeur de l'angle de calage. La position du plan fixe, par rapport au fuselage, est vérifiée de la même façon.

On vérifie aussi le dièdre longitudinal, qui est l'angle formé par la corde de l'aile et la corde du plan fixe (fig. 262). Dans les appareils-

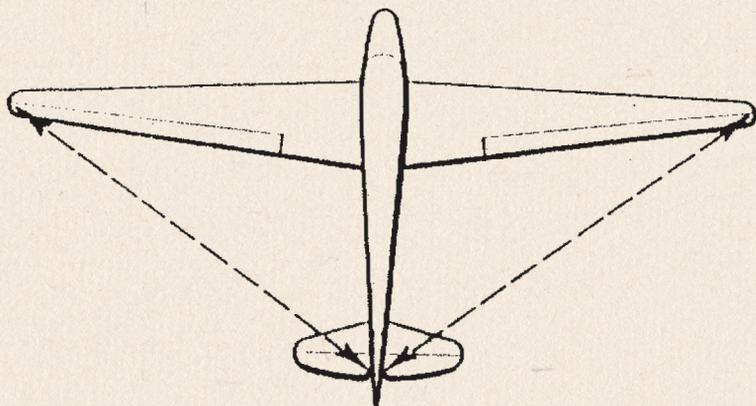


Fig. 264. — Vérification de la position correcte des ailes par rapport au fuselage.

école, le réglage de l'incidence de l'aile est assuré, à l'implanture, par la position correcte des ferrures et, le long de l'envergure, par le réglage de la longueur des mâts.

Réglages des mâts avant.

Un appareil bien réglé répond aux caractéristiques suivantes :

1^o Deux points homologues de chaque demi-aile sont à égale distance de l'étambot (fig. 264) ;

2° Le fuselage étant vertical, le dièdre doit être le même part et d'autre, sa valeur est celle donnée par le constructeur ;

3° La poutre est plane et, par conséquent, verticale ;

4° L'empennage horizontal est bien perpendiculaire à la poutre ;

5° Les angles de calage sont corrects.

On commence par caler le fuselage de manière que le mât de cabane avant soit vertical. On règle la longueur des mâts avant de telle manière que l'extrémité des ailes soit à égale distance du sol supposé horizontal (les ailes ont ainsi le même dièdre) (fig. 265 a). La valeur de ce dièdre est donnée généralement en degrés par le constructeur. On la vérifie en mesurant la différence de hauteur de l'intrados de l'aile à l'implanture et aux ferrures de mât avant. Si h est cette hauteur en millimètres, d la distance en mètres qui sépare l'implanture de la ferrure de mât, et i le dièdre (en degrés et dixièmes de degré), on a :

$$h = 17,4 \times d \times i.$$

Exemple :

$$d = 2,5 \text{ mètres,}$$

$$i = 3^{\circ}30', \text{ soit } 3,5 \text{ degrés,}$$

$$h = 17,4 \times 2,5 \times 3,5 = 152,25 \text{ }^m_m$$

On ne possède pas toujours une aire plane et horizontale (en particulier sur un terrain de V.S.M.). On dispose alors l'appareil de manière que le fuselage soit vertical. On place à une distance de 5 mètres en avant un tréteau horizontal sur lequel on pose une règle métallique.

Avec l'arête supérieure de la règle on vise l'intrados à l'implanture, puis sous la ferrure de mât avant. Un deuxième opérateur concrétise l'intersection de la ligne de visée et d'un mètre tenu verticalement appuyé sous l'attache de mât (fig. 266). Cette mesure donne une précision de 2 à 3^m_m, soit une erreur de 0^m07 pour l'exemple précédent. Une telle erreur est négligeable. Pendant ces opérations, l'aile est maintenue en place par des chandelles de hauteur réglable (fig. 269).

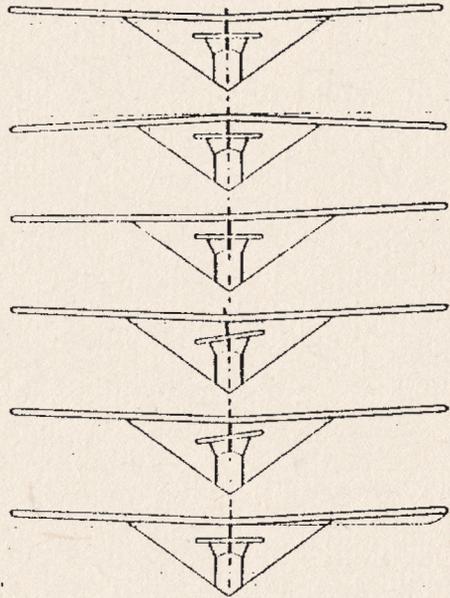


Fig. 265. -- Réglages d'un appareil école.



Fig. 266. -- Réglage du dièdre sur le terrain.

glage des mâts arrière.

L'aile peut occuper les positions de la figure 265 c ; le réglage est correct quand on constate que la ligne de bord de fuite est parallèle à la ligne d'intrados (l'opérateur se met dans l'axe de l'appareil en arrière et plus bas que l'aile). Dans le cas contraire, on ramène ces deux lignes parallèles en jouant sur la longueur du mât arrière (fig. 263).

Réglage de la poutre.

En regardant un planeur-école en face, on peut constater que la poutre-fuselage est gauchie (fig. 265 d) ; on la ramène dans la bonne position en jouant sur la longueur des cordes à piano.

Réglage des empennages.

Le plan fixe doit être parfaitement horizontal dans cette position. Dans le cas contraire, il faut retoucher la longueur des mâts d'empennage.



Fig. 267. — Chaudière de soutien.



TITRE IX

LE CENTRAGE

LE CENTRAGE

Centrer un planeur, c'est faire passer la verticale du centre de gravité à une distance déterminée du bord d'attaque, l'appareil étant en ligne de vol.

La position de ligne de vol est fixée par le constructeur ; c'est, généralement, un longeron ou une partie de la poutre qui doit être horizontale. On met l'appareil en ligne de vol avec un niveau.

On se borne généralement à vérifier la position du centre de gravité, c'est-à-dire à vérifier la construction.

La position du centre de gravité, par rapport au bord d'attaque, est généralement donnée en pourcentage de la profondeur de la corde pour un pilote de poids donné. Exemple : le centre de gravité doit se trouver à 28% de la corde pour un pilote de 80 kilos. Si la corde de l'aile a 1 m. 50 à l'emplanture, le centre de gravité se trouve à $\frac{1,5 \times 28}{100} = 0 \text{ m. } 420$ du bord d'attaque.

On peut donner aussi deux limites de centrage à ne pas dépasser quel que soit le poids du pilote. Exemple : le centrage est compris entre 27 et 35% de la corde de l'aile, soit de 0 m. 405 à 0 m. 525 du bord d'attaque.

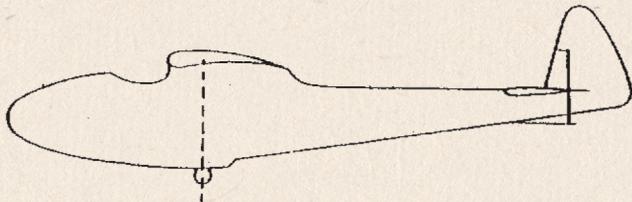


Fig. 268. — Centrage au rouleau.

Enfin, le constructeur peut prévoir l'adjonction d'un lest pour un pilote de poids donné.

Deux méthodes sont utilisées pour vérifier la position du centrage :

- a) Méthode du rouleau ;
- b) Méthode de la bascule.

Centrage au rouleau.

Cette méthode est peu précise et ne permet qu'une grossière vérification (fig. 268).

L'appareil, avec son pilote, est placé sur un cylindre de 8 à 10 cm. de diamètre (bouteille, tube rigide, rouleau de bois, etc...). Un niveau permet de contrôler la position de vol à chaque instant. L'équilibre est obtenu en reculant ou en avançant l'appareil sur son cylindre. La verticale élevée du centre du rouleau (fil à plomb) concrétise la verticale du centre de gravité.

Centrage à la bascule.

On dispose d'une ou deux bascules. Dans ce dernier cas, le planeur et son pilote sont mis dans la position de la figure 269. On contrôle la ligne

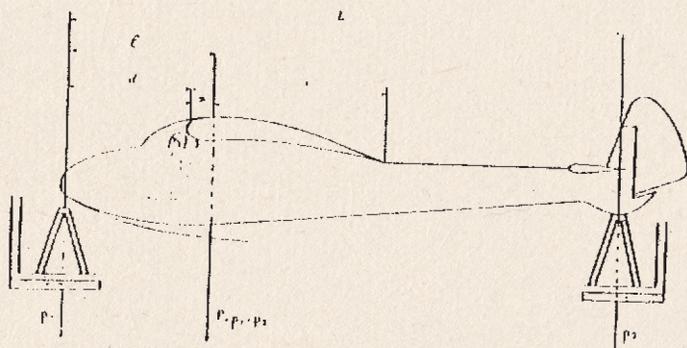


Fig. 269. — Centrage à la bascule.

de vol à l'aide d'un niveau. Les bascules donnent les indications P_1 et P_2 . Le poids de l'appareil en charge est $P_1 + P_2$. La distance X cherchée est donnée par la formule :

$$X = \frac{P_2 \times L}{P_1 + P_2} = d$$

Si l'on dispose d'une seule bascule, on trouve les poids P_1 et P_2 par deux pesées successives, la bascule étant alternativement disposée à l'avant et à l'arrière du planeur (celui-ci est maintenu en ligne de vol par des tréteaux).

Dans le cas où la bascule ne peut accuser un poids supérieur à 100 kg., on fait deux pesées qui donnent P_1 et P_2 (sans le pilote). Le pilote pèse P_3 . Le poids du planeur à vide est : $P_1 + P_2$. Le poids du planeur en charge est de :

$$P_1 + P_2 + P_3$$

On refait alors une pesée avec le pilote dans l'appareil, et on obtient le poids P_2 . La formule est la suivante :

$$X = \frac{P_2 \times L}{P_1 + P_2 + P_3} = d$$

Le centre de gravité de l'appareil à vide est, à la distance X' du bord d'attaque :

$$X' = \frac{P_2 \times L}{P_1 + P_2} = d$$

TITRE X

RÉPARATION ET ENTRETIEN

Chapitre 1. — LA RÉPARATION

Chapitre 2. — L'ENTRETIEN

LA RÉPARATION

La réparation ne demande pas d'outillage spécial, mais elle réclame des ouvriers avertis. En effet, il est surtout difficile de localiser la rupture. Un effort provoque la cassure d'un élément et les déformations de tout l'ensemble. Ces déformations se traduisent parfois par des décollements souvent très éloignés de la rupture immédiatement constatée. Exemple : la rupture d'un empennage peut entraîner la torsion du fuselage et le décollement des cadres principaux.

Dès que l'on constate une rupture, il faut essayer de reconstituer l'accident et d'analyser les efforts qui l'ont provoquée. Cette analyse permet d'orienter les recherches et de découvrir les ruptures cachées.

D'autre part, une rupture du bois se traduit souvent par une fente imperceptible que l'on ne peut discerner qu'à la condition d'éclairer violemment la partie suspecte et de remuer les éléments. Les angles doivent faire l'objet d'une vérification attentive. Les décollements se traduisent souvent à cet endroit par la cassure de la bavure de colle, c'est-à-dire par un petit trait noir qui serpente le long de l'angle.

On ne possède pas toujours le plan de l'appareil accidenté. Il faut essayer de reconstituer la forme initiale avec les débris pour retrouver les mesures principales des pièces à changer. L'examen des débris donne aussi les caractéristiques des matériaux de construction à utiliser pour la réparation.

On peut réparer avec des moyens assez faibles les avaries suivantes :

1^o Rupture d'atterrisseur : patin, amortisseurs, ferrures d'amortisseurs, béquille ;

2^o Rupture ou déformation des parties métalliques : corde à piano, mâts ;

3^o Défonçage des panneaux contreplaqués : flancs de fuselage, extrémités d'ailes, empennages.

Toutes les autres réparations ne peuvent être effectuées que par le constructeur du planeur ou des spécialistes (rupture de cadres, de longérons d'aile, de longeron d'empennage, d'étambot).

Rupture d'atterrisseur.

On remplace les pièces rompues après avoir vérifié que les cadres de fuselage situés à l'aplomb des amortisseurs ne sont pas ouverts.

Rupture de pièces métalliques.

L'assemblage fer sur bois est délicat. Les déformations d'une pièce métallique entraînent la détérioration de la pièce de bois qui sert de support. La pièce métallique avariée est toujours changée.

Un mât flambé ne peut être réutilisé que s'il est possible de le ramener à sa forme primitive en appuyant ses extrémités sur deux cales de bois et en faisant pression au centre. Ne jamais chauffer. Le mât ainsi redressé ne doit présenter aucun pliage résiduel.

Défonçage de panneaux contreplaqués.

Il faut enlever toute la surface défoncée jusqu'à l'ossature résistante, sur laquelle on effectue les raccords par enture.

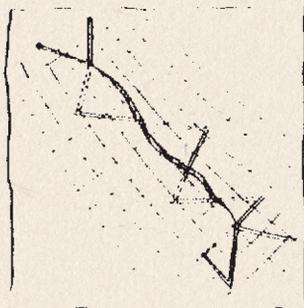


Fig. 270. Couture d'un accroc.

Déchirure de la toile.

S'il n'y a qu'un trou, on se borne à coller un emplâtre de toile. S'il y a une grande fente, on rapproche les deux lèvres par couture et on colle une pièce extérieure. Le fil de couture doit passer alternativement en dessus et en dessous des bords de la déchirure.

On arrête le point de départ en nouant le fil d'aller et le fil de retour après avoir passé le fil deux fois de suite dans la toile pour former en bout de la déchirure une patte d'amarrage en forme de triangle (fig. 270).



L'ENTRETIEN — LE STOCKAGE

Entretien des parties en bois.

Il faut vérifier le vernissage extérieur. Le revêtement contreplaqué est nettoyé à l'eau savonneuse périodiquement et les parties à nu sont vernies à nouveau.

Entretien des parties en toile.

Quand la toile est trop souillée, on la nettoie à l'eau savonneuse.

On peut améliorer un vieil enduisage craquelé en le frottant avec un tampon imbibé d'acétone.

Entretien des parties métalliques.

Graisser abondamment les axes d'articulation, les ferrures extérieures, les cordes à piano, les câbles, les poulies et toutes les parties en acier. Vérifier de temps à autre que les câbles « n'accrochent pas » (en faisant glisser les mains sur le câble). Si un des fils est rompu, le câble doit être immédiatement changé.

Entretien des parties transparentes.

Il existe des produits spéciaux destinés à l'entretien des parties transparentes qui se rayent et qui jaunissent ou blanchissent avec le temps.

STOCKAGE

Le stockage de planeurs doit se faire dans un local sec et à l'abri du soleil (mettre des rideaux devant les ouvertures). Si le stockage doit être de longue durée, il est nécessaire de démonter les éléments qui ainsi n'ont plus à se soutenir entre eux. Les ailes sont posées debout sur le bord d'attaque isolé du sol par des tasseaux de bois et appuyés sur des planches obliques au droit des nervures importantes. — On peut aussi les poser à plat sur des tasseaux qui les isolent de l'humidité du sol et permettent une circulation d'air tout autour. Le fuselage doit être calé au droit des couples dans la position de vol normal. Les autres éléments sont disposés de manière à ne pas se déformer.

CE MANUEL
EST SORTI DES PRESSES
DES
IMPRIMERIES RÉUNIES
DE CHAMBÉRY
EN AVRIL 1946