BIBLIOTHÈQUE PROFESSIONNELLE

CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

(AVIATION)

par F.-R. PETIT



J. B. BAILLIÈRE & FILS

BIBLIOTHÈQUE PROFESSIONNELLE

Constructions Aéronautiques

(Aviation)

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du boulevard Saint-Germain, PARIS

ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE

Collection de volumes in-18 de 400 à 500 pages illustrés

Série à 10 francs le volume.

Auscher et Quillard. *Céramique*, 2 vol.
Bailly. *L'Industrie du blanchissage.*
Barral. *Analyse chimique qualitative.*
— *Analyse chimique quantitative.* 2 vol.
— *Analyse chimique biologique.* 2 vol.
Biège. *Industrie du gaz.*
Bouant. *Le Tabac.*
Boutroux. *Le Pain et la Panification.*
Brochet. *La Galvanoplastie.*
Busquet. *Précis d'hydraulique.*
Charabot. *Les parfums artificiels.*
Cherchefffski. *Analyse des corps gras.*
Coffignal. *Verres et émaux.*
Convert. *L'Industrie agricole.*
Coreil. *L'eau potable.*
Desalme et **Pierron.** *Couleurs et Vernis.*
Ducharne et **Vialettes.** *Manuel de l'Orfèvre.*
Dupont. *L'Industrie des matières colorantes.*
Fabrègue. *Chauffage central.* se
Gautier. *Sophistication et analyse des vins.*
Girard. *Cours de marchandises.*
Gondy. *Horlogerie.*
Guichard. *L'eau dans l'Industrie.*
Guichard. *La Distillerie.* 3 vol.
Guillet. *L'Électrochimie et l'Électro-métallurgie.*
Guinochet. *Les Eaux d'alimentation*
Haller. *L'Industrie chimique.*
Halphen. *La Soude.*
Halphen et **Arnould.** *Essais commerciaux.* 2 vol.
Joulin. *L'Industrie des Tissus.*
Lallié. *Le Froid industriel.*
Knab. *Les Minéraux utiles.*
Launay (A. de) *L'Argent.*
Leduc. *Chaux et ciments.*
Lefèvre. *L'Acétylène.*
Lejeal. *L'Aluminium.*
Leroux et **Revel.** *La traction mécanique.*
Montpellier. *Les Accumulateurs.*
Pécheux. *Précis de Métallurgie.*
— *Manipulations et mesures électriques industrielles.*
— *Physique industrielle.*
Piesse. *Chimie des Parfums.*
Poutiers. *La Menuiserie.*
Puget. *Cuirs et Peaux.*
— *Savons et Bougies.*
— *Fabrication du Papier.*
Riche et **Forest.** *L'Art de l'Essayeur.*
Schœller. *Les Chemins de fer.*
Sidersky. *Usages industriels de l'alccol.*
— *Sucrerie.*
Trillat. *L'Industrie en Allemagne.*
— *Les Produits chimiques.*
Vignon. *La Soie.*
Weil. *L'Or.*
Witz. *La Machine à vapeur.*

Série à 15 fr. le volume.

Barni, Montpellier et **Marec.** *Le Monteur électricien.*
Jumelle. *Huiles végétales.*
Letombe et **Lacoin.** *Les Moteurs.*
Witz. *Gazogènes.*

Ajouter 10 % pour port et frais d'emballage.

BIBLIOTHÈQUE PROFESSIONNELLE
Publiée sous la direction de M. René DHOMMÉE
Inspecteur Général adj. de l'Enseignement Technique

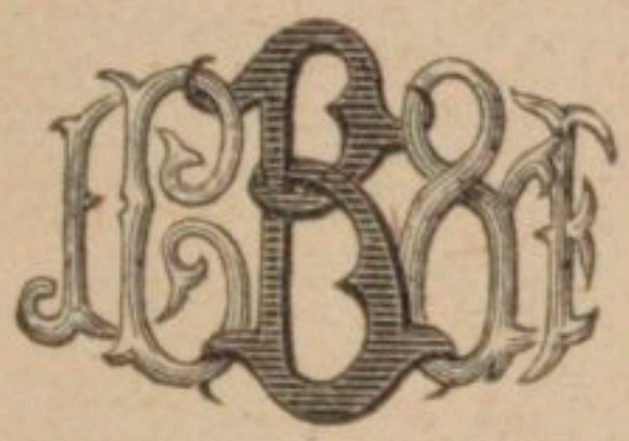
Constructions Aéronautiques

(AVIATION)

PAR

F.-R. PETIT

Ingénieur diplômé de l'École supérieure d'Aéronautique
et de l'École pratique d'Électricité Industrielle



PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, rue Hautefeuille, 19

1921

Constructions Aéronautiques

(Aviation)

CHAPITRE PREMIER

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'AVION

Généralités. — Dans ce chapitre, nous nous efforcerons de donner le plus brièvement possible un aperçu des connaissances générales nécessaires à toute personne qui veut aborder la construction d'un avion. Alors qu'au début des recherches sur l'aviation, les inventeurs étaient livrés à leur propre fantaisie et essayaient les combinaisons les plus diverses, il n'en est plus tout à fait de même aujourd'hui et certains points particuliers de l'étude, malheureusement encore trop rares, s'entourent d'une certaine précision, résultat des études théoriques et pratiques qui se sont poursuivies sans relâche depuis dix ans et que nous allons rappeler ici.

Résistance opposée par l'air au mouvement des corps qui s'y déplacent. — On conçoit qu'il est d'un intérêt capital de connaître aussi exactement que possible la résistance qu'oppose l'air au mouvement d'un esquif aérien. Cela permet de déterminer la puissance motrice.

Mais, indépendamment de cette résistance globale à l'avancement d'un esquif quelconque, il est de

toute importance de connaître, dans le cas d'un avion, quelle est la résistance opposée aux plans inclinés. Nous voyons donc bien apparaître ici deux parties de l'étude de la résistance de l'air. En réalité, pour l'expérimentateur, elles se confondent, mais pour le constructeur, on peut en quelque sorte les classer de la façon suivante : la première partie, étude de la résistance opposée par l'air à des corps quelconques qui s'y déplacent, donnera des résultats utiles pour l'étude des pièces de l'avion (capots, réservoirs, etc.) ; la seconde, étude de la résistance de l'air sur des plans, servira pour la construction des ailes, gouvernails, stabilisateurs.

Les expériences qui ont été effectuées pour l'étude de la résistance de l'air ne sont pas fort nombreuses. Nous ne citerons que pour mémoire les expériences anciennes de l'abbé Le Dantec, de Riaboutchinsky, Praudtl, etc. Elles sont fort intéressantes et ont donné des résultats théoriques susceptibles d'applications. Mais, cet ouvrage étant destiné aux constructeurs, nous préférons nous limiter aux études de M. Eiffel, qui sont les plus modernes et ont contribué pour une grande part aux progrès de l'aviation.

Le laboratoire de M. Eiffel (fig. 1) est une chambre spacieuse dans laquelle un ventilateur puissant détermine un courant d'air régulier. La vitesse de ce courant d'air est connue.

Une balance aérodynamique B, spécialement étudiée pour cet usage, porte un bras qui descend dans le courant d'air et sur lequel on peut fixer, à hauteur du centre de la buse du ventilateur, le corps à étudier A.

Un ensemble de manomètres spéciaux, tubes de Pitot, etc., permet de contrôler rigoureusement la vitesse du vent. On fait varier cette dernière en agis-

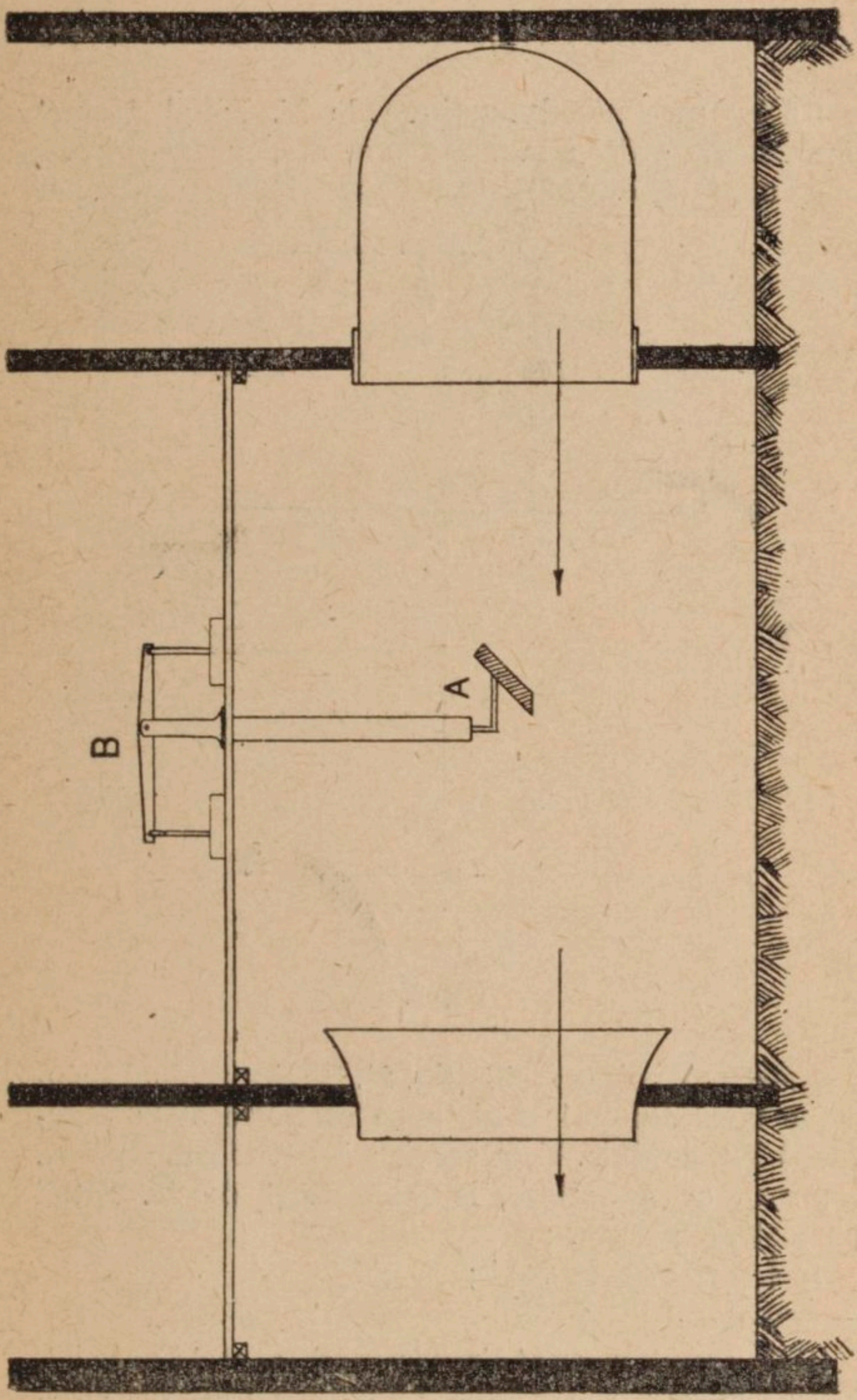


Fig. 1.

sant sur le moteur électrique qui actionne le ventilateur.

La balance aérodynamique de M. Eiffel permet de mesurer, grâce à la manœuvre de l'excentrique E, le moment (1) de la résistance opposée au corps A, par

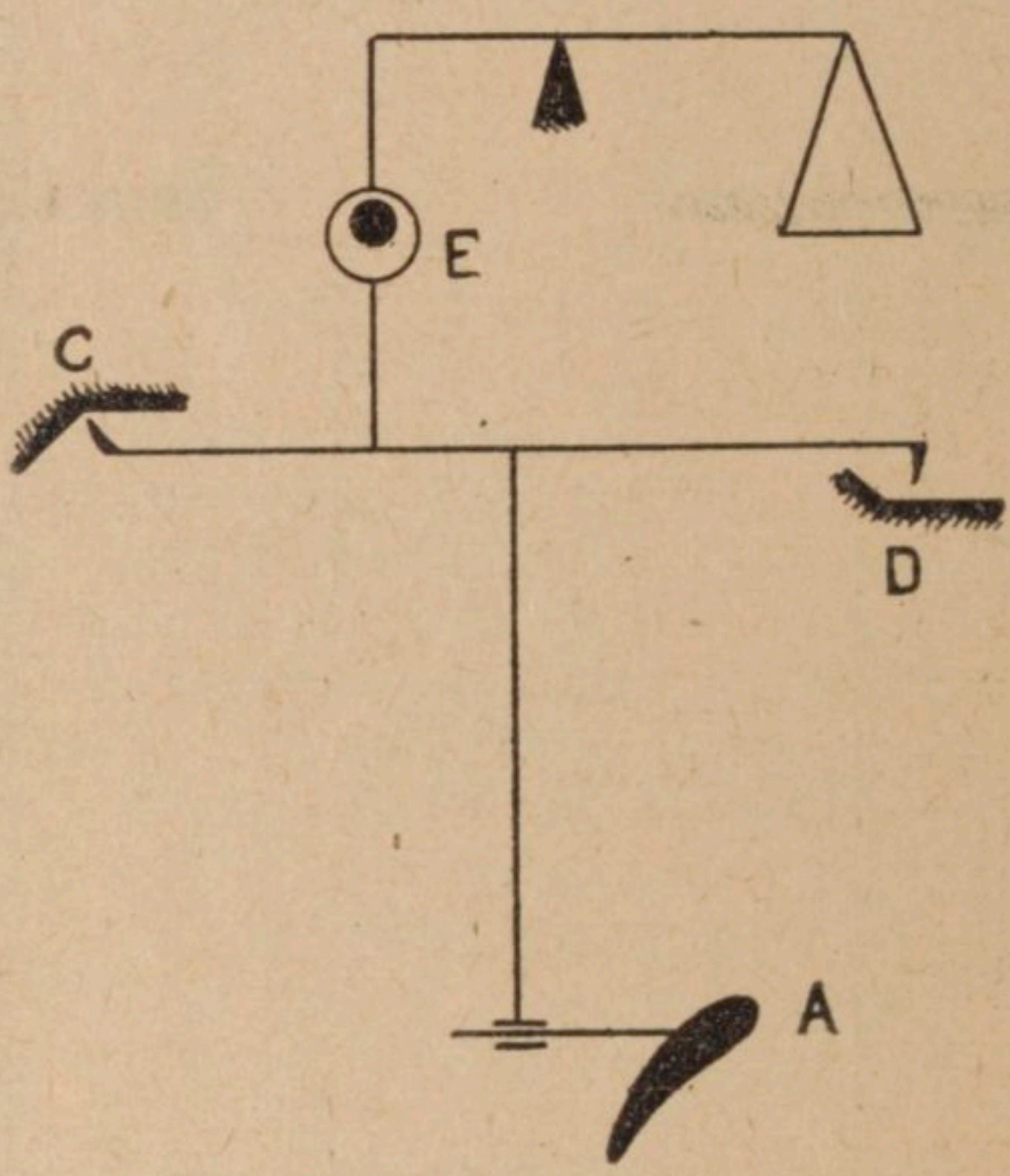


Fig. 2.

rapport aux points C et D(fig. 2). De là un calcul théorique nous donne la résistance verticale et la résistance horizontale. Cela servira à l'étude des plans.

Ainsi, en définitive, le laboratoire de M. Eiffel permet de mesurer :

1° La vitesse du vent ;

---

(1) On appelle moment d'une force par rapport à un point, le produit de cette force par sa distance au point considéré.

2° La résistance de l'air sur le corps étudié ; ses composantes verticale et horizontale (voir plus loin).

Résultats des expériences. — D'une façon générale, la résistance de l'air a été trouvée proportionnelle au carré de la vitesse et à la surface que le corps présente à la vitesse ; elle est égale au produit de ces deux valeurs multiplié par un nombre K variable suivant la forme du corps :

$$R = K \times S \times V^2$$

R = Résistance en kilogrammes.
S = Surface en mètres carrés.
V = Vitesse en mètres par seconde.
K = Nombre à mesurer par expérience.

On a trouvé que, pour des plans carrés, se présentant normalement au courant d'air, le coefficient K était d'environ 0,08 ; pour des surfaces carrées inférieures à un mètre carré, il est cependant un peu plus faible, ainsi que le montre le tableau suivant :

Plaque carrée	de 0 m. 357 de côté	K = 0,0716
—	de 0 m. 50 de côté	K = 0,0746
—	de 0 m. 707 de côté	K = 0,0772
—	de 1 m. de côté	K = 0,0789

Ces résultats concernant des plaques carrées, n'offrent qu'un intérêt limité, car il est rare que dans la pratique on se trouve juste en face de ce cas particulier.

Il est plus intéressant de noter le fait que la résistance de l'air varie suivant l'allongement des plans.

M. Eiffel a étudié l'influence de cet allongement en prenant des plaques de surface constante, mais plus ou moins allongées. La surface uniforme était

de 225 centimètres carrés. Le tableau suivant permet de se rendre compte de l'influence des variations de longueur. L'allongement porté dans la colonne correspondante est le rapport de la longueur à la largeur du plan.

Dimensions des plans en centimètres	Allongement	Coefficient K
15 × 15	1	0,066
18,4 × 12,25	1,5	0,0658
26 × 8,6	3	0,0705
36,9 × 5,1	6	0,0725
47,4 × 4,76	10	0,0755
58,05 × 3,96	14,6	0,0825
67,05 × 3,35	20	0,0885
82,35 × 2,7	30	0,092
95 × 2,3	41,5	0,0945
106 × 2,1	50	0,097

Ce tableau montre que la résistance augmente avec l'allongement.

En résumé, cette première partie des expériences nous permet de calculer l'effort nécessaire pour faire avancer une surface plane à une certaine vitesse dans l'air.

Il était intéressant d'étudier ensuite les variations de résistance pour des corps offrant au vent une aire constante mais dont la forme variait. M. Eiffel a donc mesuré le coefficient K pour des corps de formes diverses ; ceci a donné les résultats suivants :

Disque de 0 m. 30 de diamètre. K = 0,0675 (1)
Cylindre de 0 m. 30 de diamètre et 0 m. 15 de long ..... K = 0,068 (2)
Cylindre de 0 m. 30 de diamètre et 0 m. 30 de long ..... K = 0,055 (3)
Cylindre de 0 m. 30 de diamètre et 0 m. 60 de long ..... K = 0,050 (4)

On voit par ces chiffres, que les cylindres des mesures 3 et 4 offrent *moins de résistance qu'un disque de même diamètre.*

Poursuivant ces expériences, on passa à l'étude de cylindres de même diamètre, 0 m. 15, mais de longueurs différentes ; le vent frappant les cylindres normalement à leur base, voici quels furent les résultats.

Nos	Longueur des cylindres en cm.	Valeur de K
1.....	0 m. 15	0,0555
2.....	0 m. 225	0,0525
3.....	0 m. 30	0,051
4.....	0 m. 45	0,051
5.....	0 m. 60	0,0515
6.....	1 m. 05	0,059

Nous voyons cette fois que l'allongement exagéré fait à nouveau augmenter la résistance.

Quoi qu'il en soit, ces expériences nous montrent un fait capital : l'*influence de la forme arrière* des corps en expérience.

Quelques mesures effectuées au laboratoire Eiffel vont encore le préciser.

Ainsi une sphère de 0 m. 25 de diamètre donne une valeur de K égale à 0,011 ; coupons-là en deux et présentons la surface convexe au vent, on trouve K = 0,021. Ainsi, le fait de supprimer la demi-sphère arrière fait varier la résistance de 0,011 à 0,021.

Une autre expérience nous montre un corps constitué d'une demi-sphère de 0 m. 20 de diamètre raccordée à un cône ayant une ouverture de 20°. Le vent soufflant suivant l'axe du corps, si on présente la pointe effilée en avant, on trouve K = 0,0101. Si on présente la partie sphérique en avant, K n'est

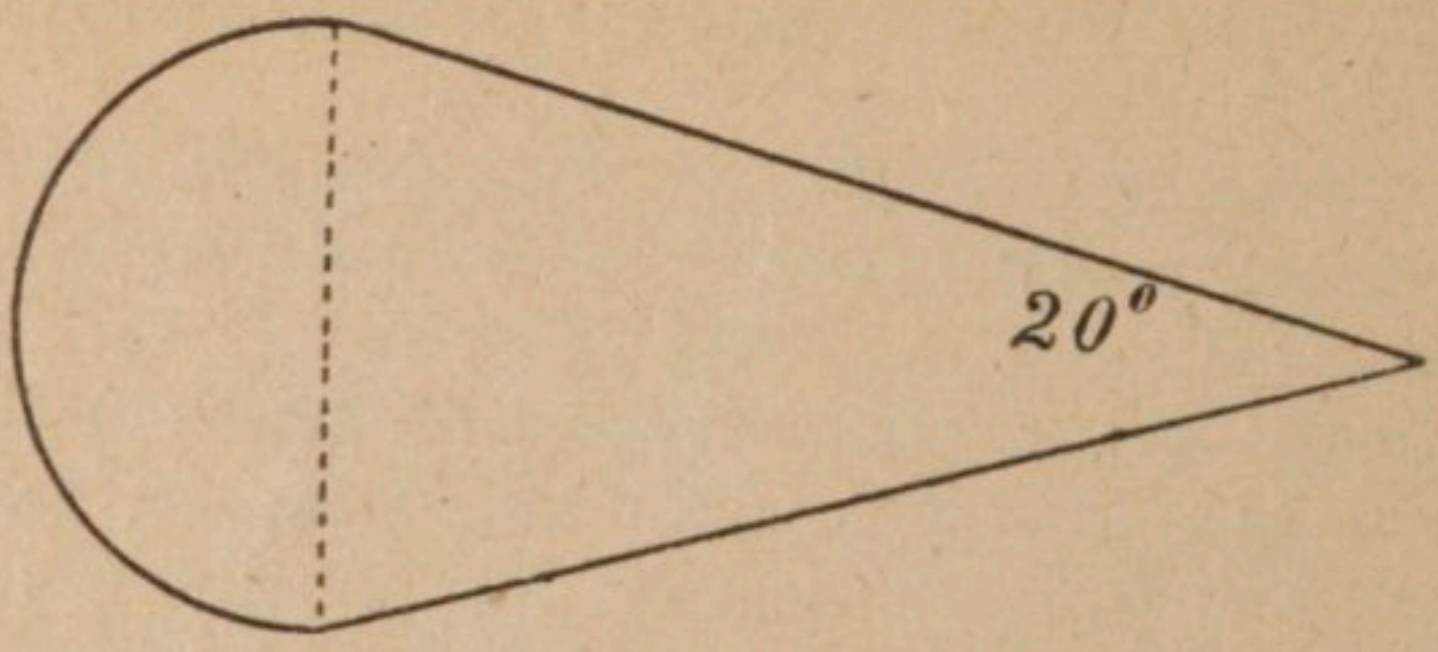


Fig. 3.

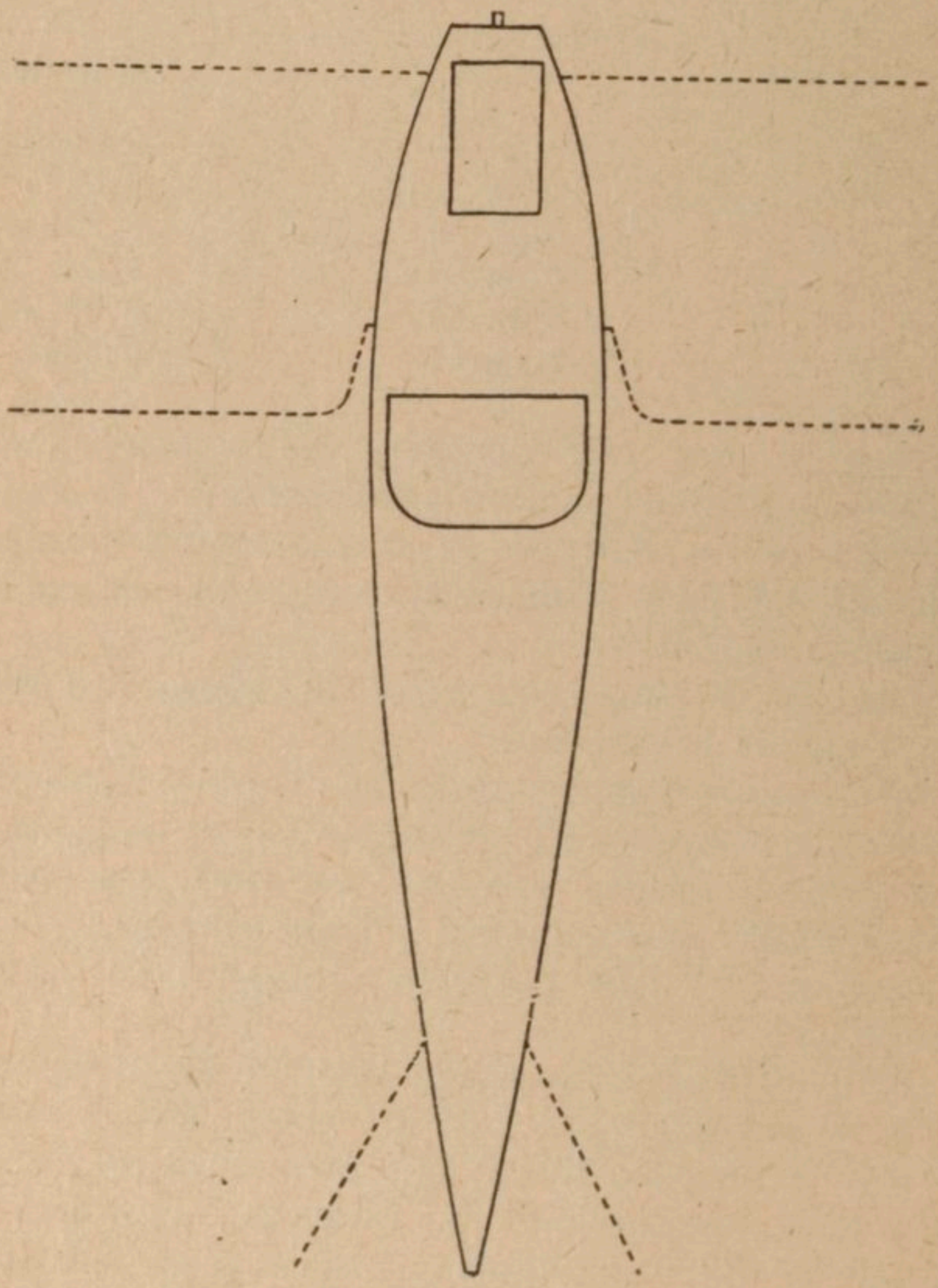


Fig. 4.

plus que 0,0055. La résistance a varié de 0,0101 à 0,0055, énorme proportion.

Ce dèrnier résultat est un de ceux qui ont eu le plus d'application dans la navigation. C'est en se basant dessus que l'on est arrivé à donner aux fuselages des avions les formes actuelles (fig. 4 et 5). Les sections

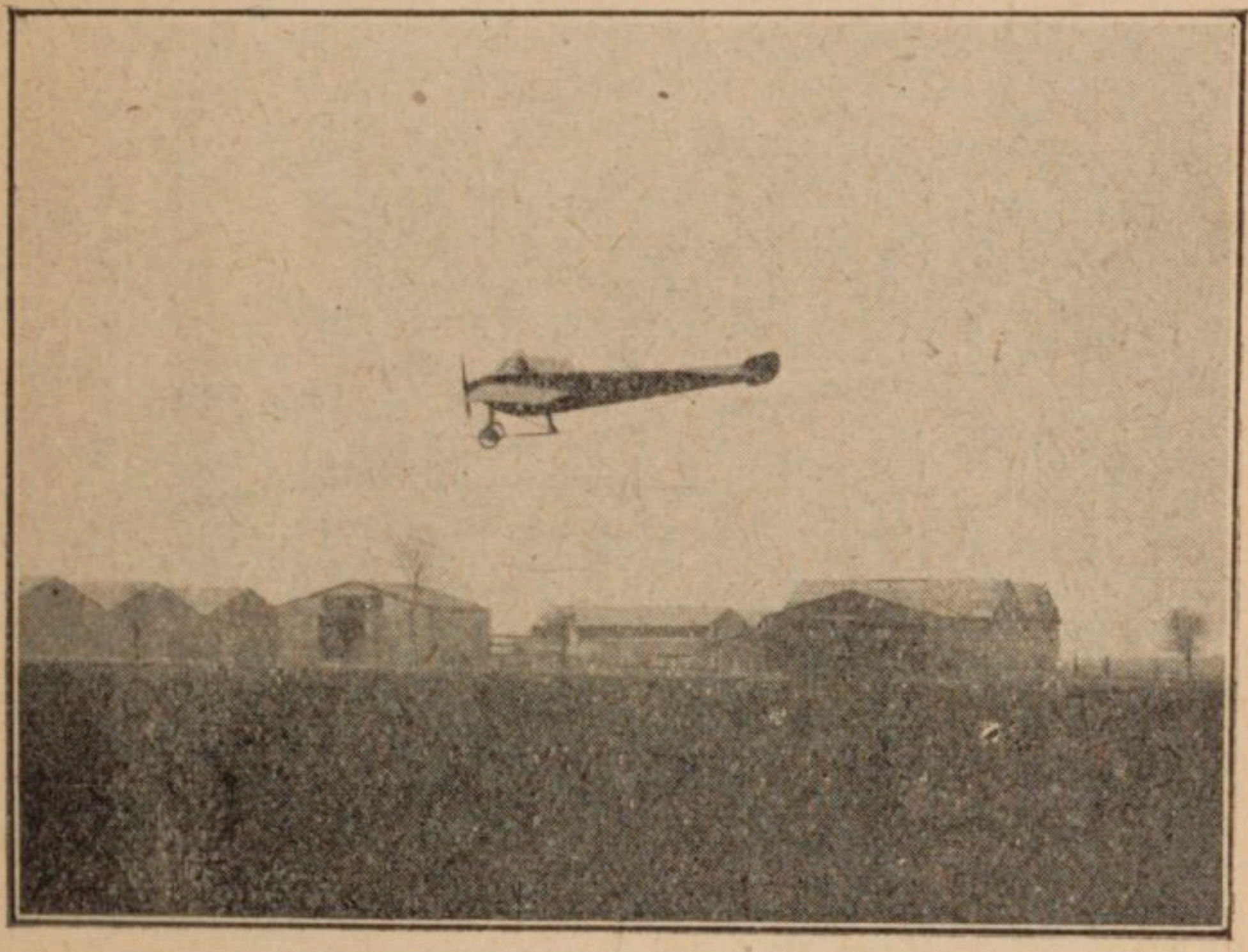


Fig. 5.

de pièces sont dessinées en s'inspirant de ce même fait.

Résistance de l'air sur les plans inclinés. — Lorsque nous déplaçons dans l'air une surface S, suivant une direction horizontale, à une vitesse V, (fig. 6), cette surface éprouve une résistance que nous désignons sur la figure par R. Cette résistance est appliquée en un certain point A.

Or l'expérience montre que lorsqu'on fait varier

l'angle d'incidence i, angle entre le plan S et l'horizontale, la valeur de R n'est pas seule à varier. Le point A se déplace et la direction de R change.

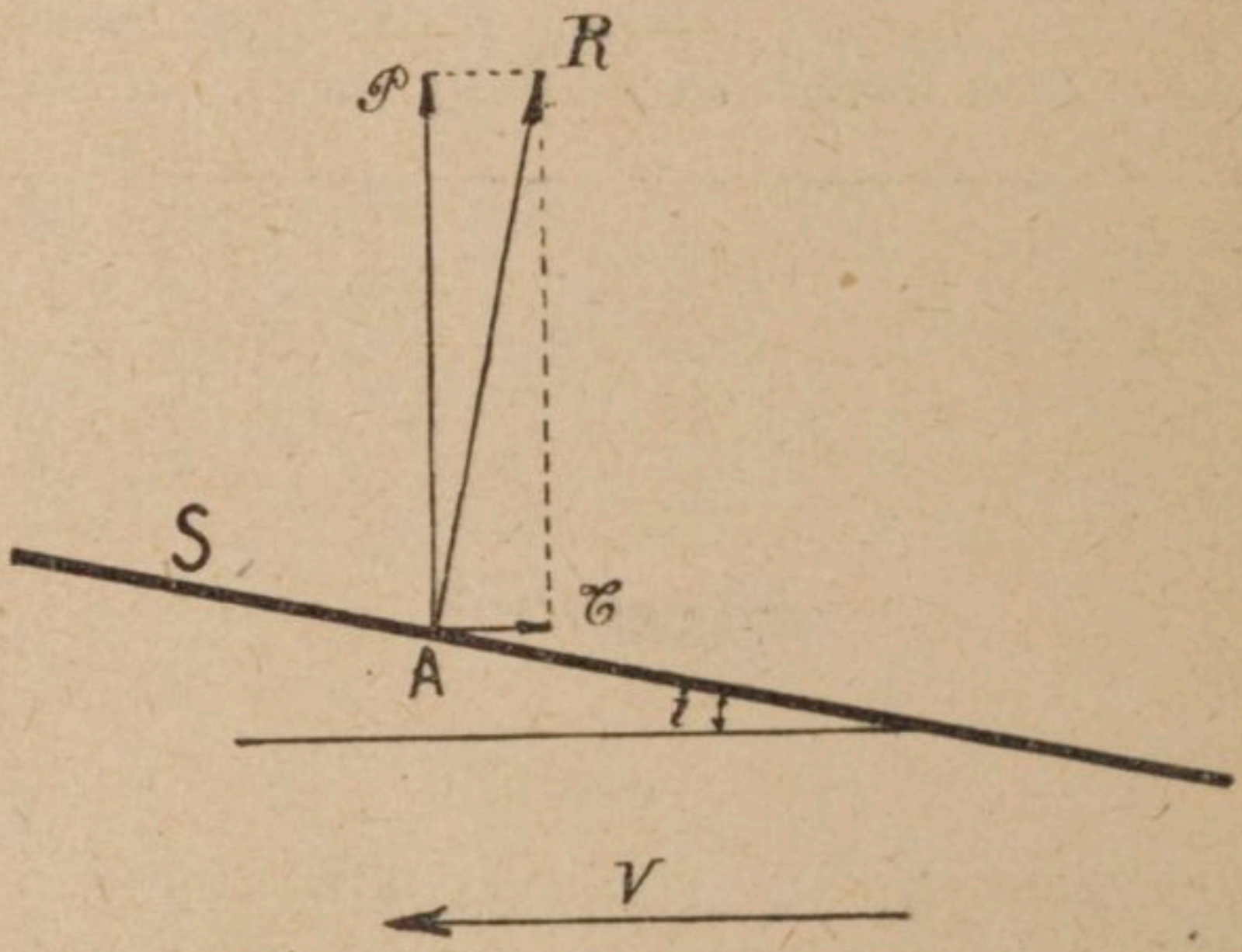


Fig. 6.

D'autre part, si au lieu d'une surface plane nous expérimentons une surface courbe (figure 7), nous obtenons encore des résultats tout différents.



Fig. 7.

Mais, quoi qu'il en soit, à une position d'incidence bien déterminée d'une surface S quelconque correspondent une direction de R, une grandeur de R, un point d'application A.

Nous pouvons remplacer R par deux composantes, l'une horizontale T, l'autre verticale P. Nous voyons que la première seule s'oppose à l'avancement du plan S dans l'air, tandis que l'autre tend à le soulever.

La composante T s'appelle la *traînée* du plan ; la composante P s'appelle la *poussée*, ou *l'effort sustentateur*.

M. Eiffel a étudié dans son laboratoire une quan-

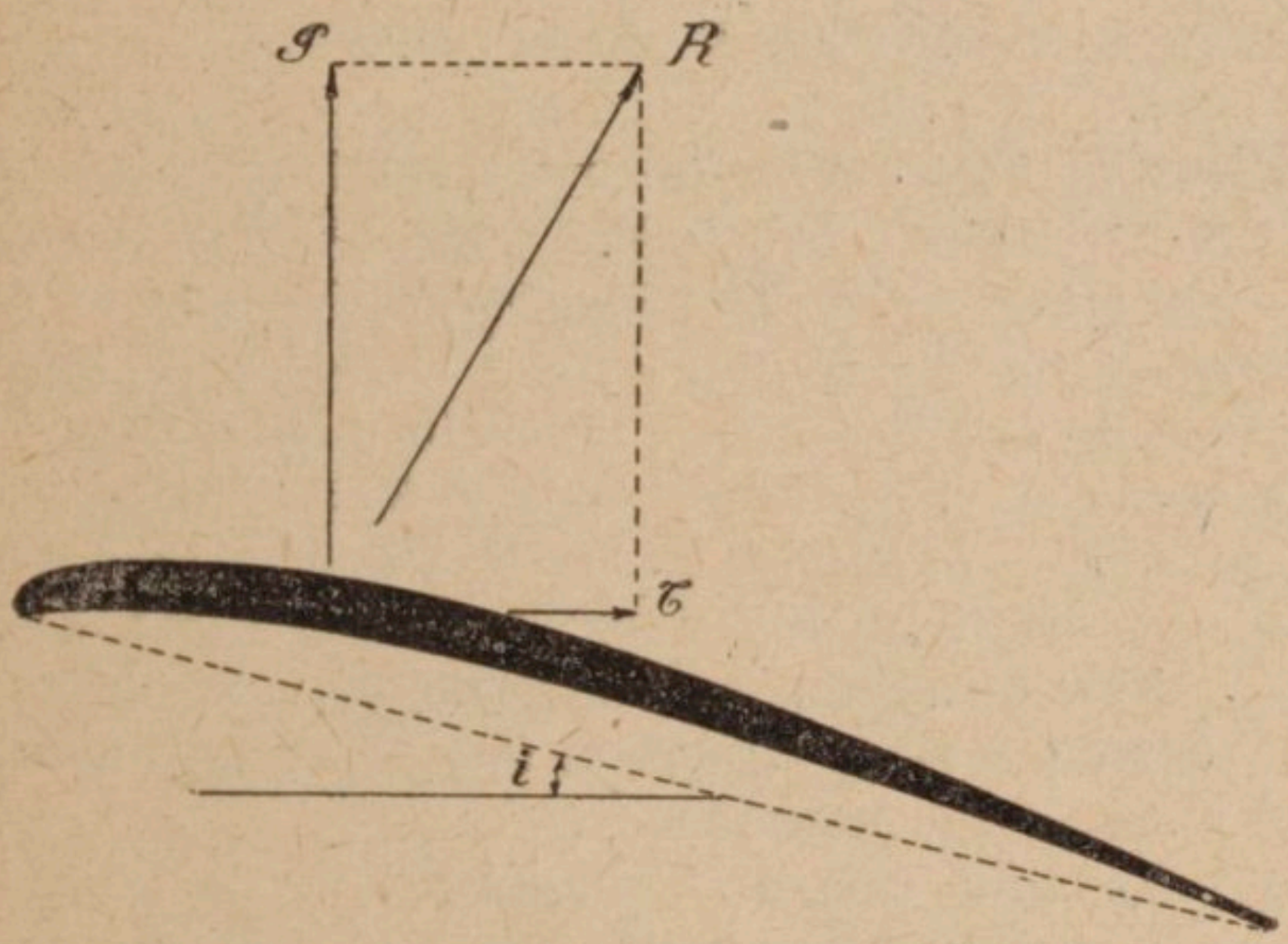


Fig. 8.

tité considérable d'ailes et nous ne pouvons nous arrêter sur ce sujet ici. Qu'il nous suffise de dire que les résultats des expériences étaient les suivants :

Pour un profil d'aile quelconque (fig. 8) les expériences donnent la *traînée*, l'*effort sustentateur*, suivant la valeur de l'angle d'incidence. En possession de ces données, le constructeur peut déterminer les dimensions de son avion, par des calculs plus ou moins compliqués et laborieux qui relèvent du bureau d'études et n'auraient pas leur place ici.

La conclusion des expériences a été que, par une

faible variation de courbure, on arrive parfois à des variations énormes des efforts T et P ; que certaines courbures convenaient particulièrement entre certaines vitesses et devenaient très mauvaises à d'autres, etc. Mais nous rappelons que, *seule*, l'expérience permet de nos jours de déterminer les qualités d'une surface courbe.

Nous abandonnerons ici l'exposé des notions générales sur la résistance de l'air pour arriver directement à l'étude générale de l'aéroplane.

Principe de l'aéroplane. — Déplaçons dans l'air une surface plane ou courbe dans les conditions de la figure 5, c'est-à-dire horizontalement avec une vitesse V et faisant un angle *i* avec l'horizontale. L'étude de la résistance de l'air nous a montré que ce déplacement développait deux forces : l'*effort sustentateur* P et *la traînée* T. De là à concevoir l'aéroplane théorique, il n'y a qu'une faible distance ; en effet, si nous équilibrons à tout moment les forces P et T par deux forces égales et opposées, nous aurons une machine en mouvement.

Fixons donc au point d'application de la résistance R, d'une part un poids égal à P et d'autre part une corde horizontale fournissant une traction égale à T. Nous avons une sorte de cerf-volant. Si, au lieu de la corde, nous plaçons un moteur actionnant un propulseur quelconque et fournissant la traction T, nous avons un aéroplane. Mais un tel ensemble est absolument théorique. Toutes les forces y sont, en effet, en équilibre. Pratiquement, il n'en sera plus de même.

Par exemple, *a priori*, le centre de gravité total ne se trouvera pas exactement sur la verticale de l'effort sustentateur. Il faudra donc équilibrer cette différence de direction par quelque effort agissant

sur l'appareil. De là, l'idée des stabilisateurs. Suivant les positions relatives, nous aurons des positions différentes de stabilisateurs.

En résumé, un aéroplane se compose donc d'un système porteur, d'un système propulseur, et d'organes de stabilité et manœuvre. Le système porteur peut être constitué par un seul plan, par deux ou par trois, ce qui nous conduit aux avions monoplans, biplans et triplans qui ne diffèrent d'ailleurs qu'au point de vue constructif, comme nous le verrons. Dans les croquis qui suivront, pour simplifier, nous éviterons de reproduire les types analogues qui ne diffèrent que par le nombre des plans.

Le système propulseur de l'avion est constitué par un ou plusieurs moteurs actionnant une ou plusieurs hélices.

Les organes de stabilité et de manœuvre sont de diverses catégories, suivant leur rôle ; la plupart du temps ces rôles s'ajoutent et chacun des organes concourt simultanément à la manœuvre et à la stabilité.

Cependant, nous pouvons les diviser ainsi :

1° Stabilité longitudinale. — Soit un avion schématique représenté par un système porteur A sur lequel l'air exerce un effort sustentateur P et une traînée T. Le système propulseur agit par exemple suivant la direction de T, mais en sens inverse. Il fait donc équilibre à la traînée.

L'effort sustentateur P est égal au poids total de l'appareil si le centre de gravité total est situé sur sa verticale. Supposons qu'il n'en soit pas ainsi.

Le poids P, par exemple, se trouve en arrière de la verticale de P. Ces deux forces tendront à cabrer l'appareil et il faudra que le stabilisateur placé à l'arrière fournisse une effort vertical qui combatte cette tendance au cabrage (fig. 9).

Si le poids P se trouve en avant l'aéroplane tendra

à piquer de l'avant et il faudra placer un stabilisateur à l'avant pour équilibrer cette tendance (fig. 10).

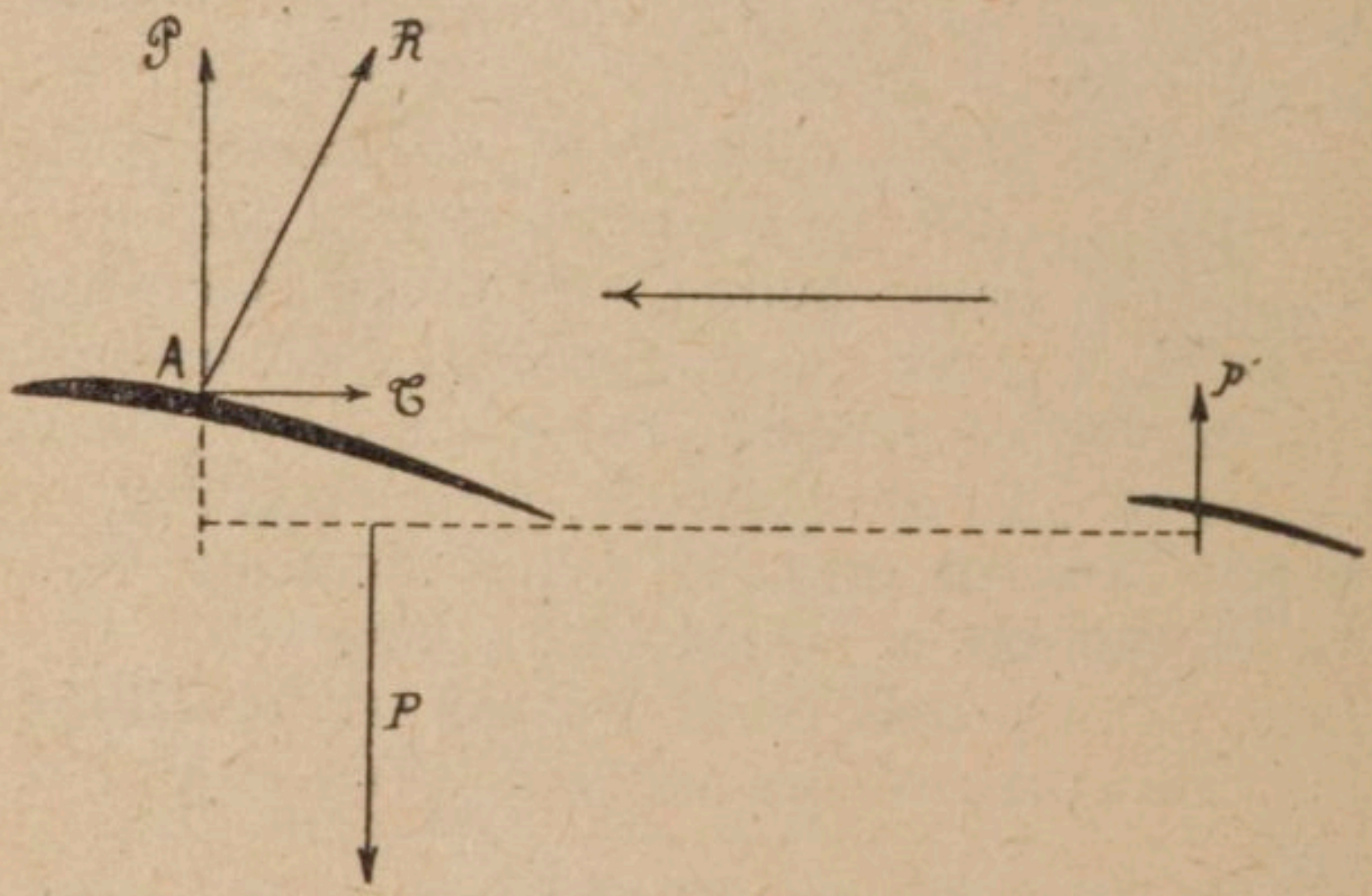


Fig. 9

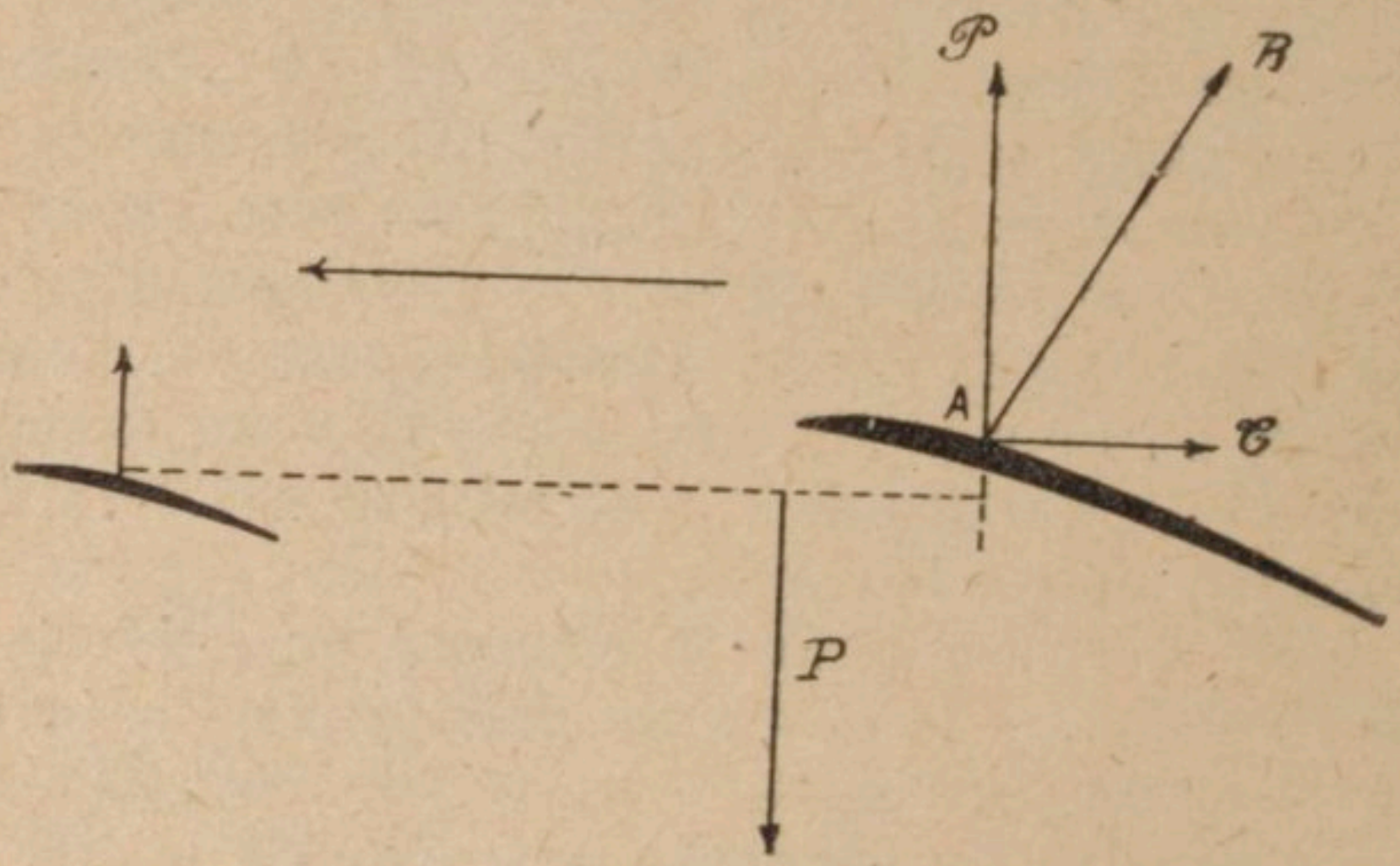


Fig. 10

Si le poids P coïncide avec l'effort sustentateur P, l'appareil est en équilibre, mais il faudra disposer un stabilisateur agissant indifféremment dans les

deux sens pour combattre toute variation de la position normale (fig. 11).

Indépendamment de cette fonction de stabilité, ces organes assurent le déplacement en altitude, par l'augmentation ou la diminution qu'ils permettent de donner à l'angle d'incidence.

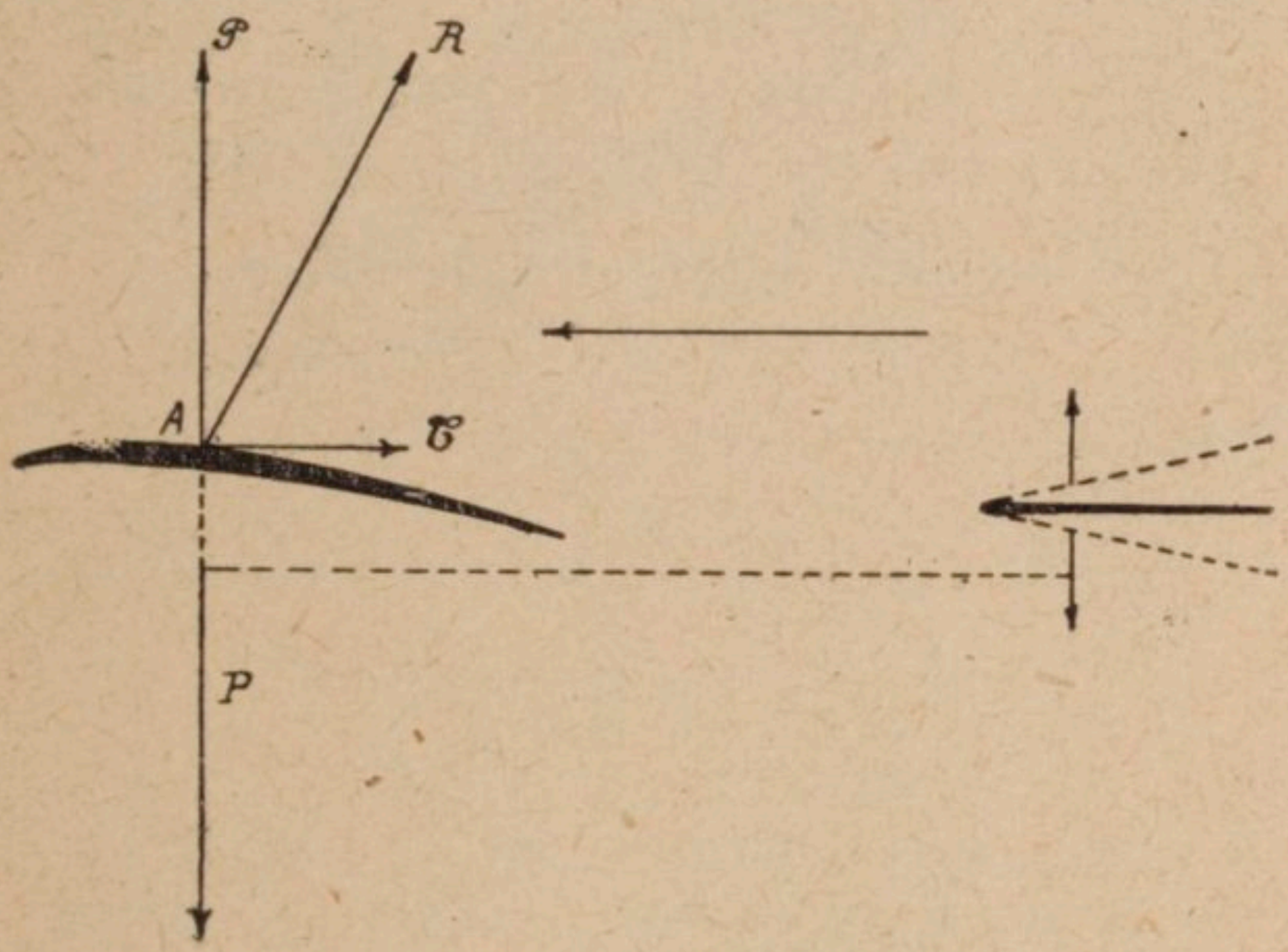


Fig. 11

2° Stabilité latérale. — Celle-ci est moins difficile à assurer que la stabilité longitudinale parce qu'elle n'est pas aussi influencée par le poids de l'appareil. On l'assure par le moyen général suivant : si l'appareil penche d'un côté, on augmente l'effort sustentateur de ce côté et on le diminue de l'autre ; de la sorte l'ensemble se redresse.

Ces variations de l'effort sustentateur sont obtenues par deux moyens : soit par gauchissement, soit par ailerons.

Dans le gauchissement, on augmente (fig. 12)

l'incidence de l'aile la plus basse et on diminue celle de l'aile la plus haute.

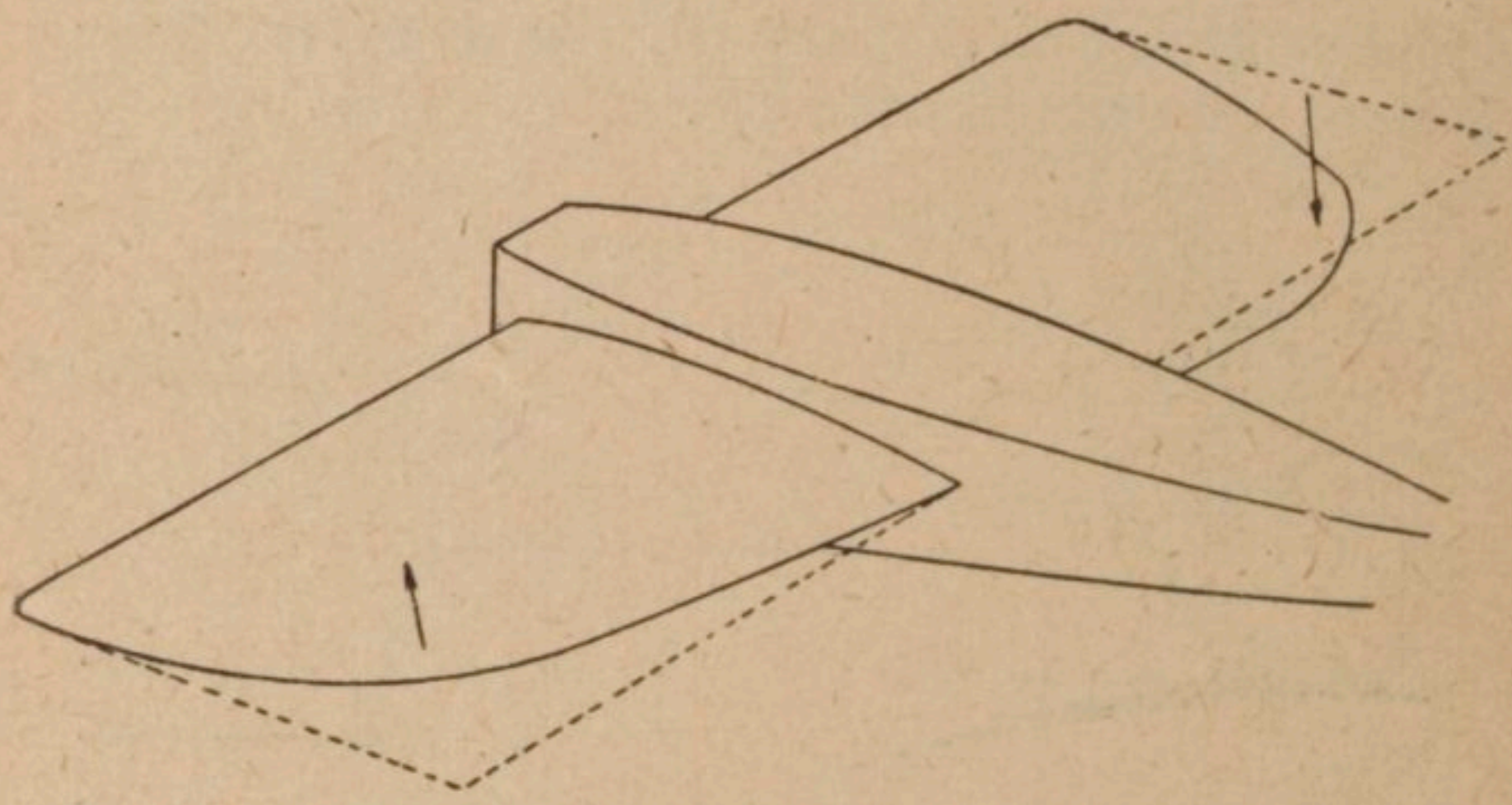


Fig. 12.

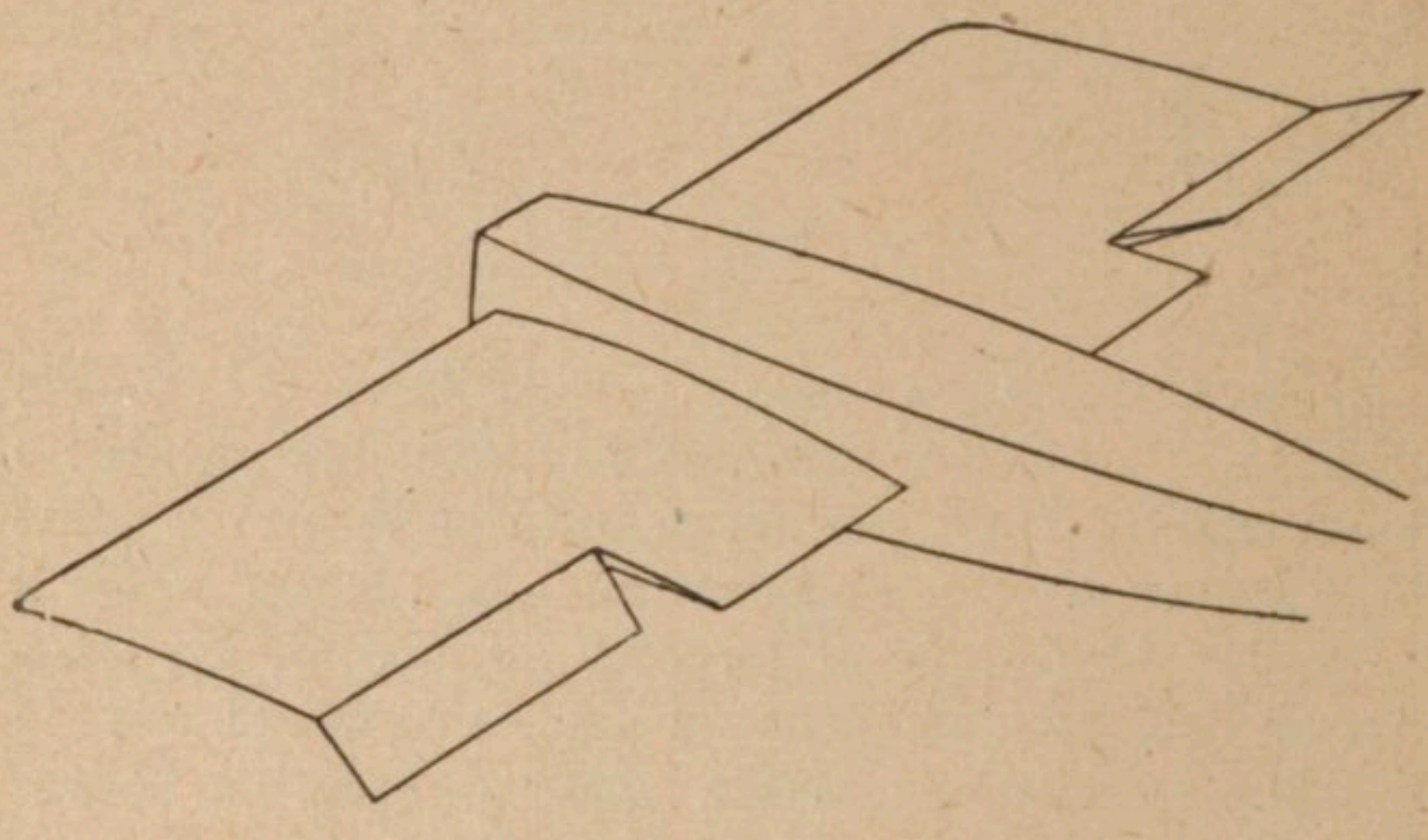


Fig. 13.

Les ailerons sont des volets placés de chaque côté de l'avion aux extrémités des ailes. En marche normale ils sont soit horizontaux, soit confondus avec la

courbure de l'aile. Les commandes sont disposées de façon que lorsqu'un aileron s'abaisse, l'autre se relève, créant ainsi des effets contraires qui tendent à redresser l'aéroplane (fig. 13).

3° Direction. — Les organes de direction sont beaucoup plus réduits que les précédents. La plupart du temps un seul plan vertical articulé suffit à assurer la direction de l'avion.

DIVERS TYPES D'AVIONS

En possession des éléments qui précèdent nous pouvons classer approximativement les divers modèles d'avions que l'on rencontre dans la construction.

A. Monoplans

En principe, le monoplan se compose d'un fuselage F sur lequel sont montées les ailes A, le stabilisateur S et le gouvernail G. En général, ces appareils ne comportent qu'un seul moteur placé à l'avant en M, l'hélice H étant montée directement sur l'arbre (fig. 14).

Quelquefois devant le stabilisateur et le gouvernail sont fixés des plans de dérive D_g et D_s mais cette disposition n'est pas générale.

Le siège du pilote est placé en P.

La forme et la construction des fuselages et détails des monoplans est très variable, mais l'allure générale varie peu.

Cependant, quelquefois, au lieu de placer les ailes à la hauteur que nous avons indiquée sur la figure, certains constructeurs français et étrangers les ont placées beaucoup plus haut, créant ainsi ce que l'on

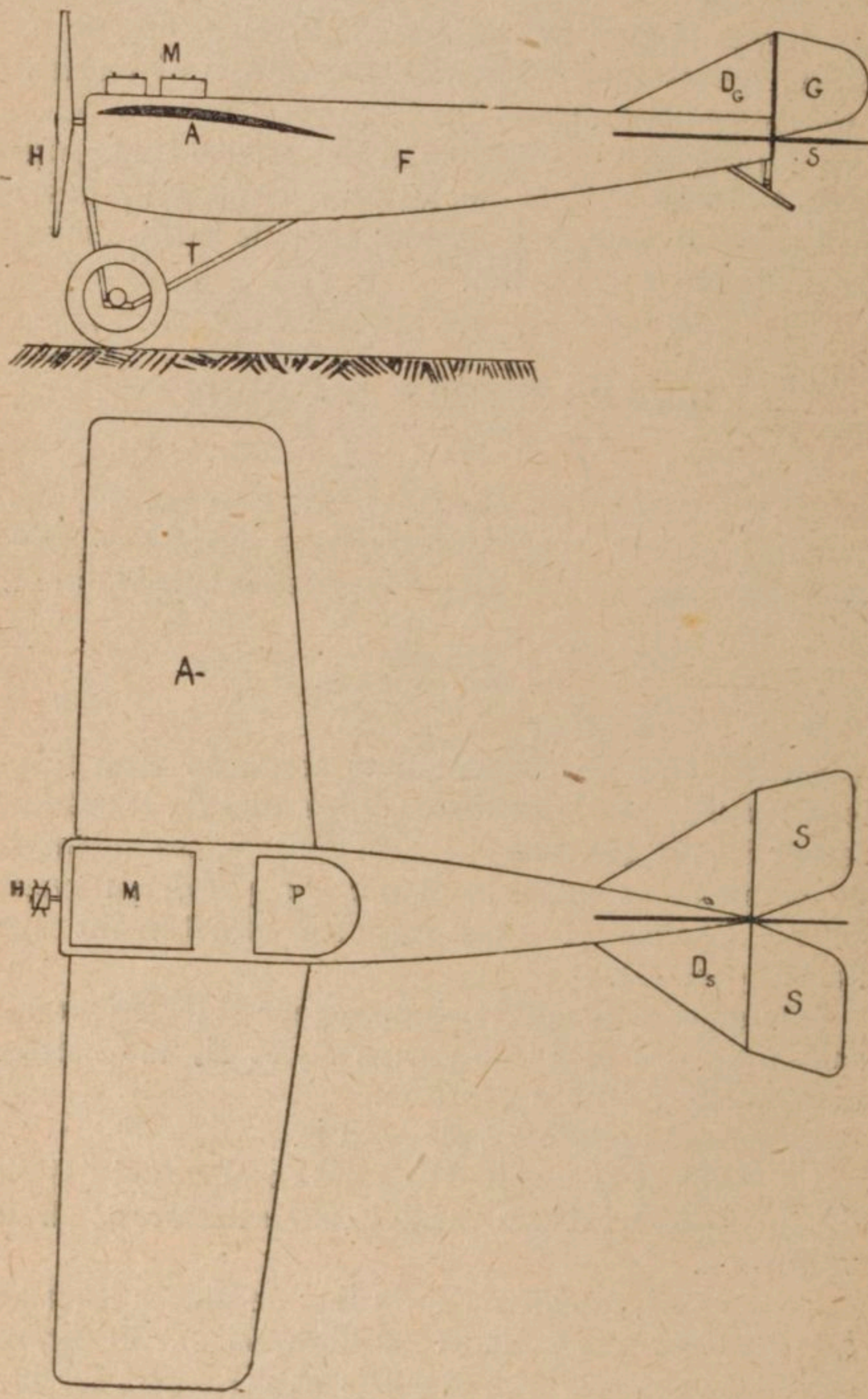


Fig. 14.

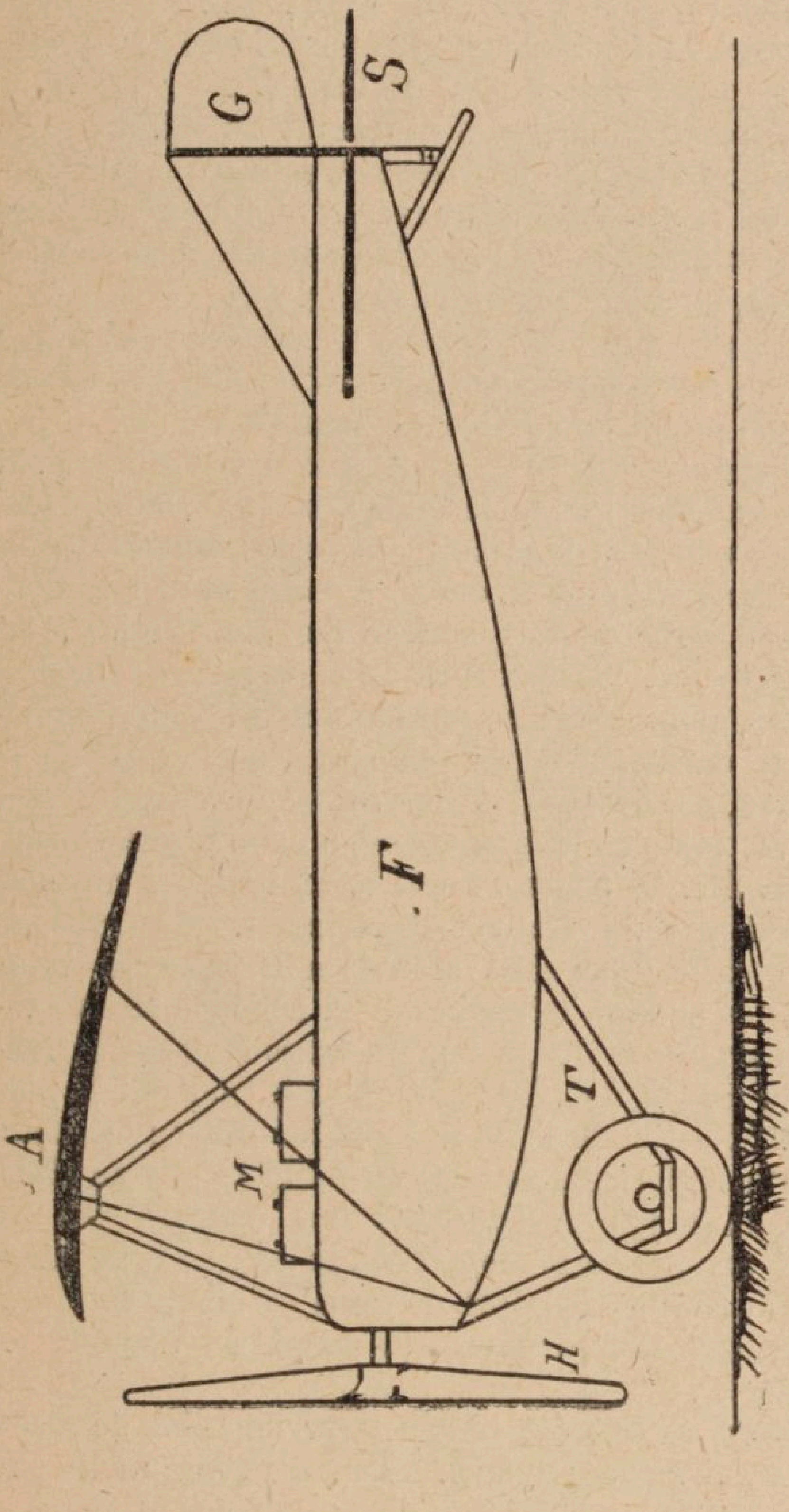


Fig. 15.

a nommé le type « parasol » (fig. 15). Ce type a l'avantage de dégager complètement la vue du pilote et du passager sur les côtés du fuselage.

D'autres constructeurs réduisent au minimum le fuselage F et installent le siège du pilote dans la charpente du train d'atterrissage. Le moteur reste alors à hauteur des ailes. Tels sont les monoplans de Santos-Dumont, de Train et de Grade (fig. 16).

Les types que nous venons de décrire sont à peu près les seuls à envisager aujourd'hui dans le cas de montage direct de l'hélice sur le moteur.

Les monoplans se prêtent mal à l'établissement d'une transmission entre le moteur et l'hélice. Aussi les essais tentés dans cette direction sont-ils assez rares. Santos-Dumont, dans un de ses modèles, montait le moteur devant le siège du pilote (fig. 17) et une chaîne C transmettait la puissance à l'hélice.

Enfin, nous citerons comme autre type de monoplan à commande par transmission, celui de la figure 18, dans lequel les ailes sont montées au-dessus d'un véritable châssis analogue à celui d'une voiture automobile. Ce châssis porte le moteur, les roues R et les sièges S du pilote et du passager. Le gouvernail et le stabilisateur sont montés à l'extrémité d'une poutre de section triangulaire P. L'hélice H est placée à l'arrière des ailes sur un arbre N et est actionnée par une chaîne. La fixation de la poutre à la partie avant est assurée de la façon suivante : les deux longerons inférieurs de la poutre sont réunis au châssis et le longeron supérieur est articulé par un joint tournant sur le moyeu de l'hélice. Ce type d'appareil a fourni autrefois de bons résultats mais est abandonné aujourd'hui (Monoplan Werner et Pfleiderer).

Des essais ont été tentés pour l'emploi de deux hélices sur les monoplans. La figure 19 en montre la

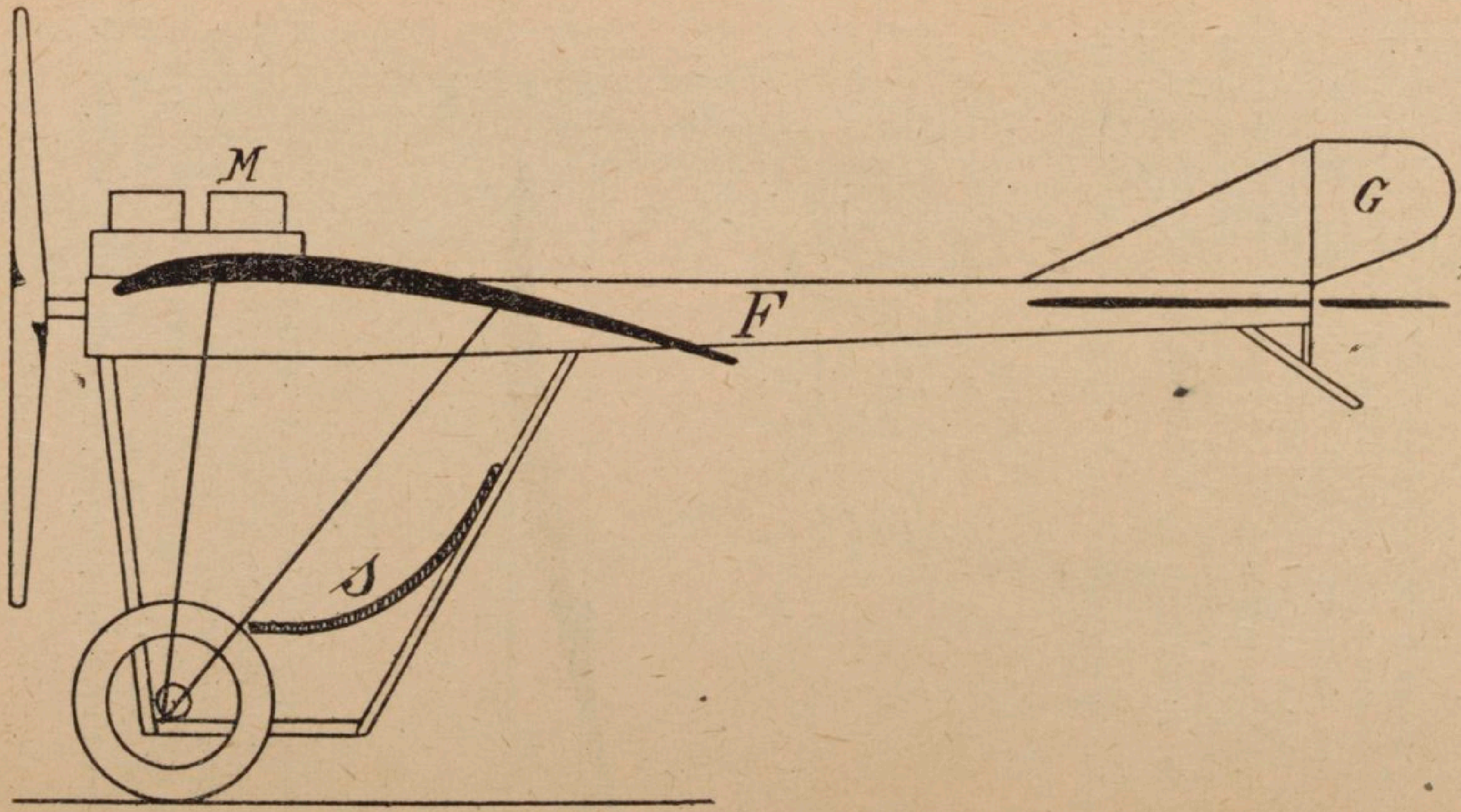


Fig. 16.

PETIT. — Co nst. aér.

disposition. Le moteur est toujours placé au milieu, en M et par un système de chaînes C, actionne les arbres A placés à hauteur des ailes. On voit qu'il est nécessaire, dans un tel appareil, de renforcer par un moyen quelconque toute la partie qui s'étend entre le fuselage et les arbres. D'ailleurs, on est forcément

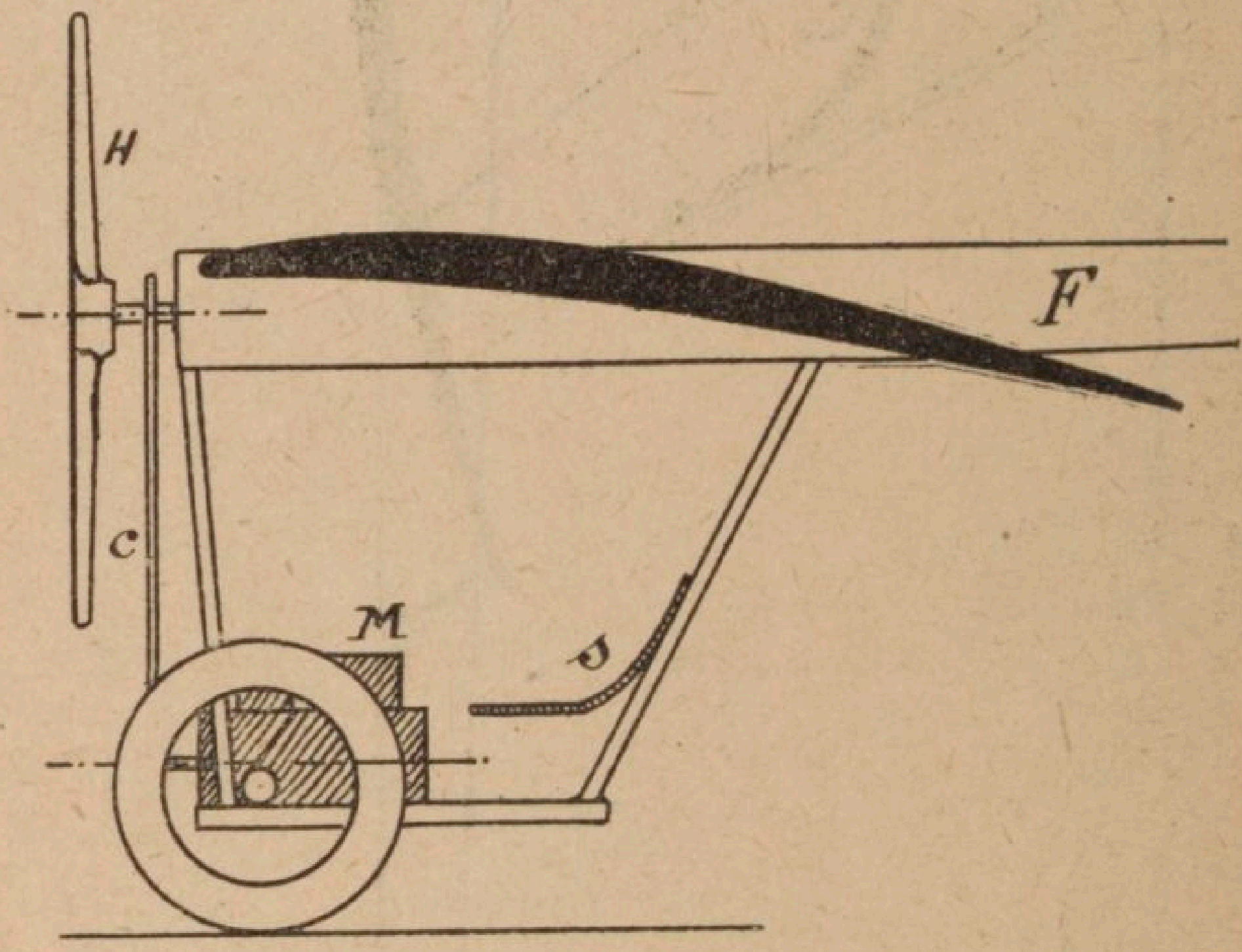


Fig. 17

amené à une complication par le montage de ces derniers.

Tels sont les divers types de monoplans que le constructeur peut être appelé à réaliser aujourd'hui. On voit qu'ils sont assez variés. Cependant, ce sont les types 14 et 15 qui sont à peu près seuls adoptés dans la grande fabrication. Ils offrent d'ailleurs une disposition générale très favorable à la recherche de bonnes formes aérodynamiques et de grandes facilités de montage.

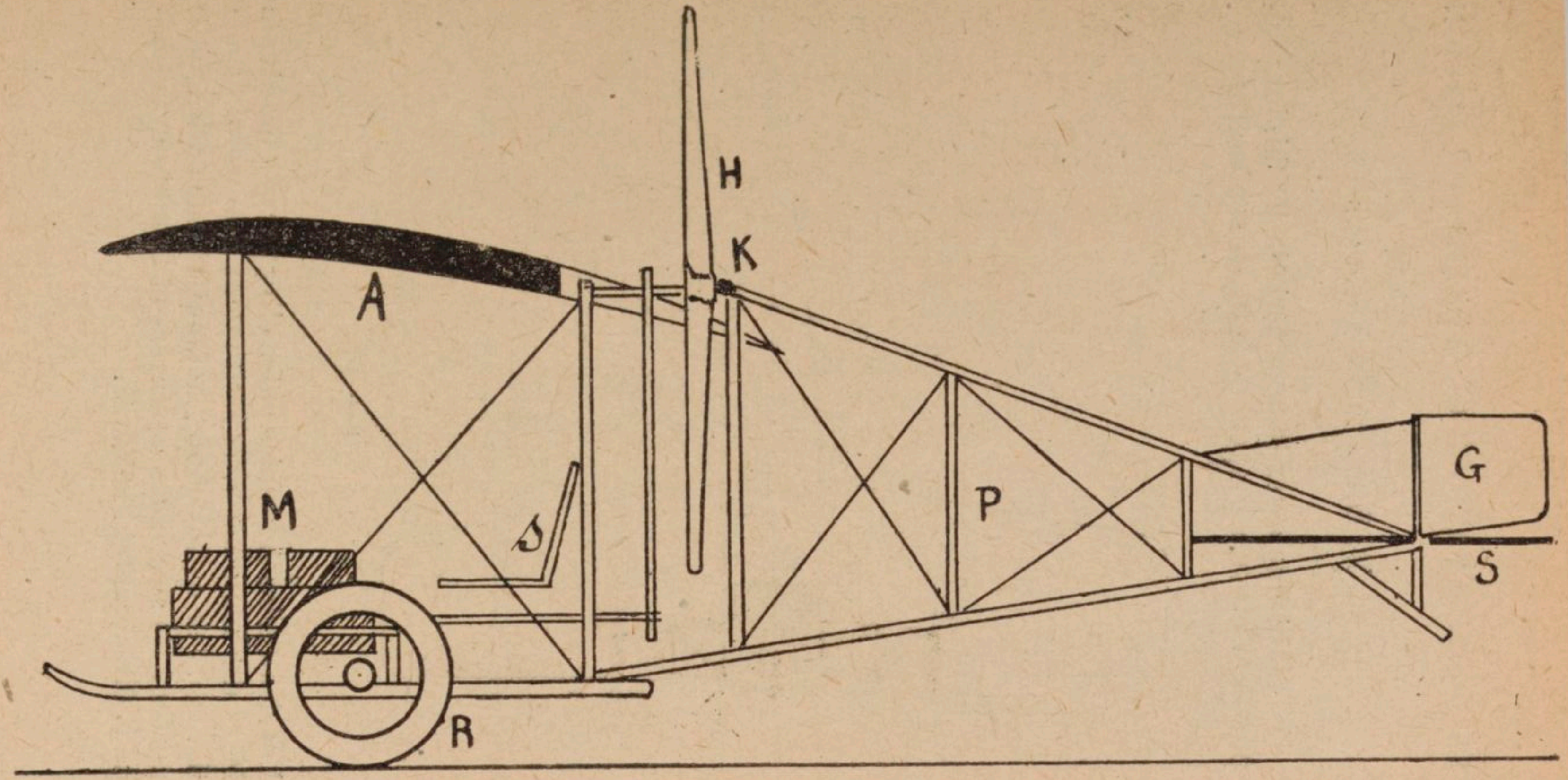


Fig. 18

B. Biplans et Triplans

Pendant une assez longue période les biplans répondaient tous à l'aspect de la figure schématique 20.

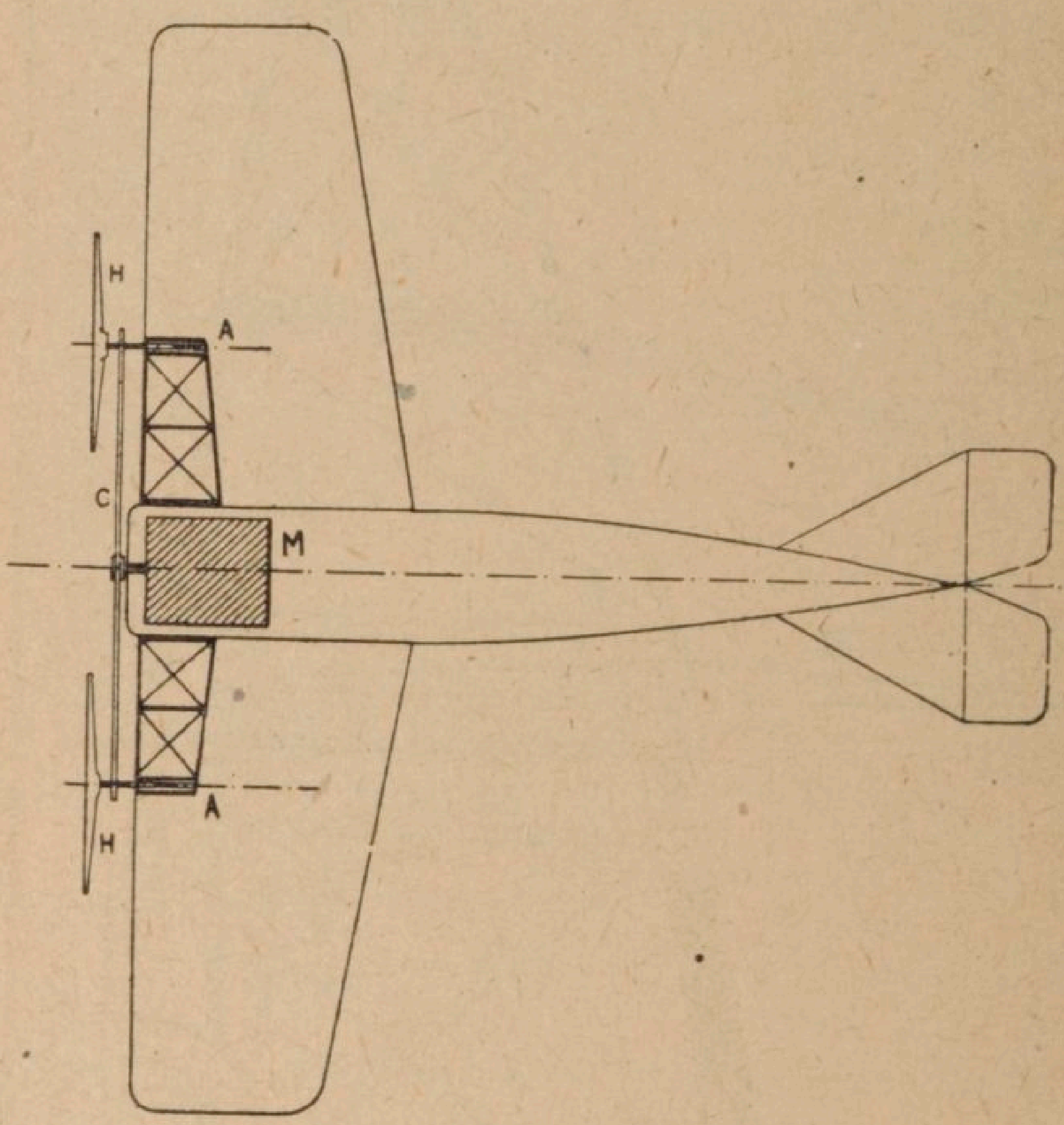


Fig. 19

Les deux ailes A réunies entre elles par des montants M et des haubans *h*, constituaient une cellule (voir fig. 21). Sur cette cellule, se montait une carlingue F, portant les sièges des passagers et le moteur actionnant directement l'hélice H.

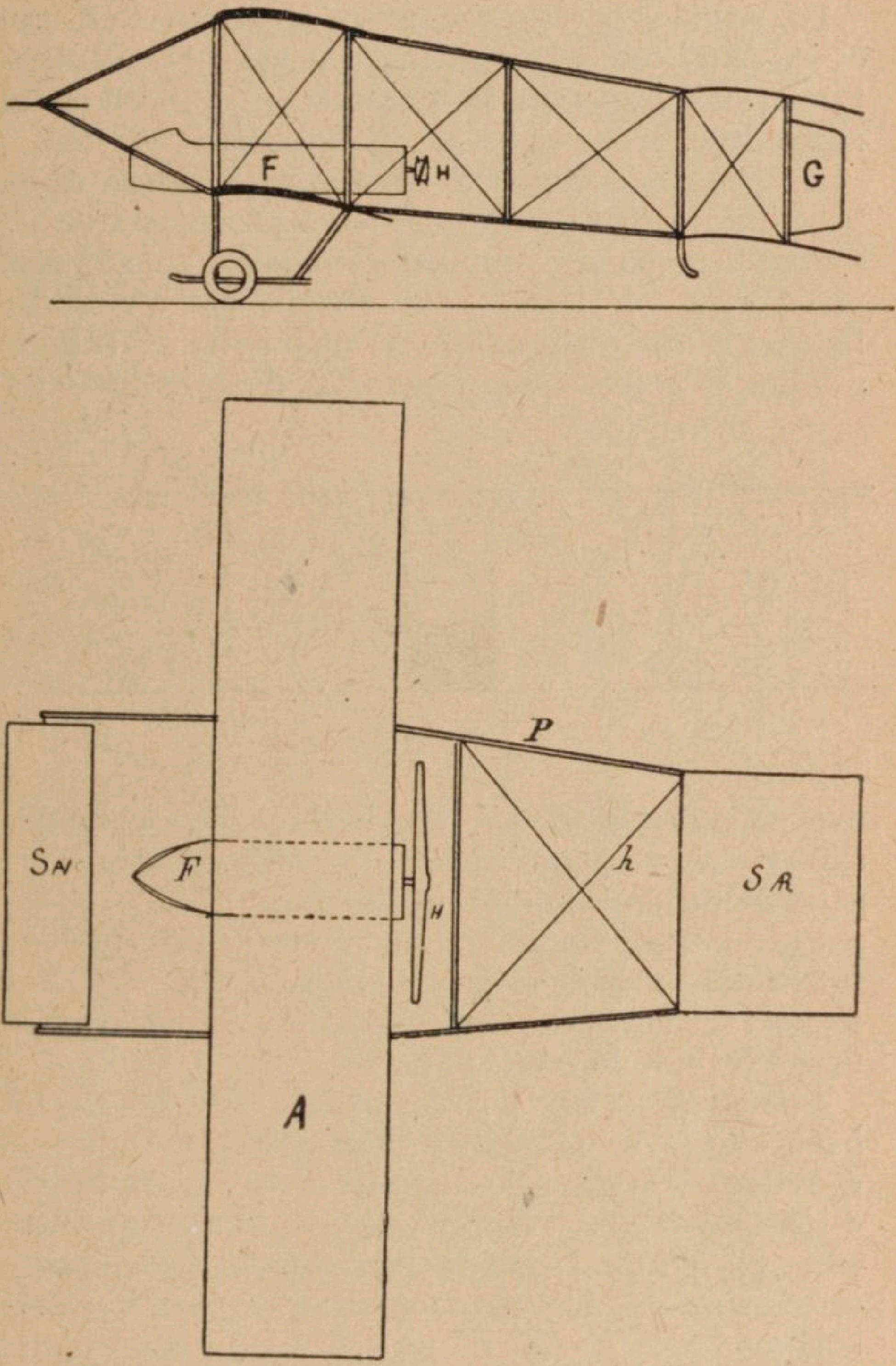


Fig. 20

La cellule était prévue avec des renforcements et raccords qui permettaient d'y fixer des poutres verticales P, portant les organes de stabilité et de manœuvre.

En général et pendant longtemps, l'arrière comportait une petite cellule maintenue par les poutres P. C'était l'empennage, qui correspondait d'ailleurs aux plans fixes que nous avons désigné par D, sur la figure 14. Sur cette cellule se montaient les stabilisateurs et gouvernails. Beaucoup de constructeurs

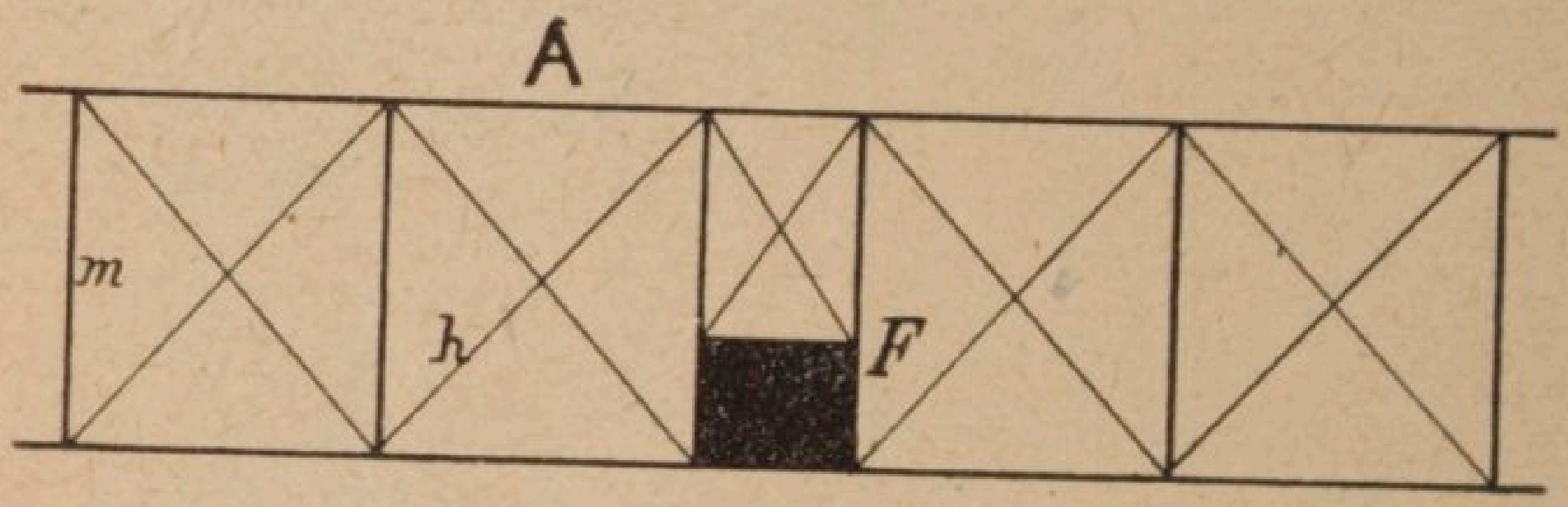


Fig. 21

avaient à l'avant de leur appareil un second stabilisateur S_A conjugué avec le premier. Ce dispositif superflu fut abandonné dans la suite.

La première simplification apportée aux biplans fut l'emploi d'empennages monoplans (fig. 22). Les poutres P, au lieu d'être parallèles comme sur la figure 20, se réunirent à l'arrière.

L'adoption d'un moteur placé à l'avant amena beaucoup de simplification. Elle permit notamment de réduire la largeur de la poutre arrière, qui jusqu'ici devait laisser libre l'espace nécessaire à l'hélice. Puis, enfin, elle permit d'adopter pour les appareils biplans et triplans, des fuselages analogues à ceux des monoplans.

C'est la forme adoptée aujourd'hui d'une façon complète.

Nous ne nous étendrons donc pas sur des descriptions d'autres types ; nous nous contenterons dans la suite de retenir les particularités des détails constructifs des types abandonnés, lorsque ces détails intéressent encore les constructions modernes.

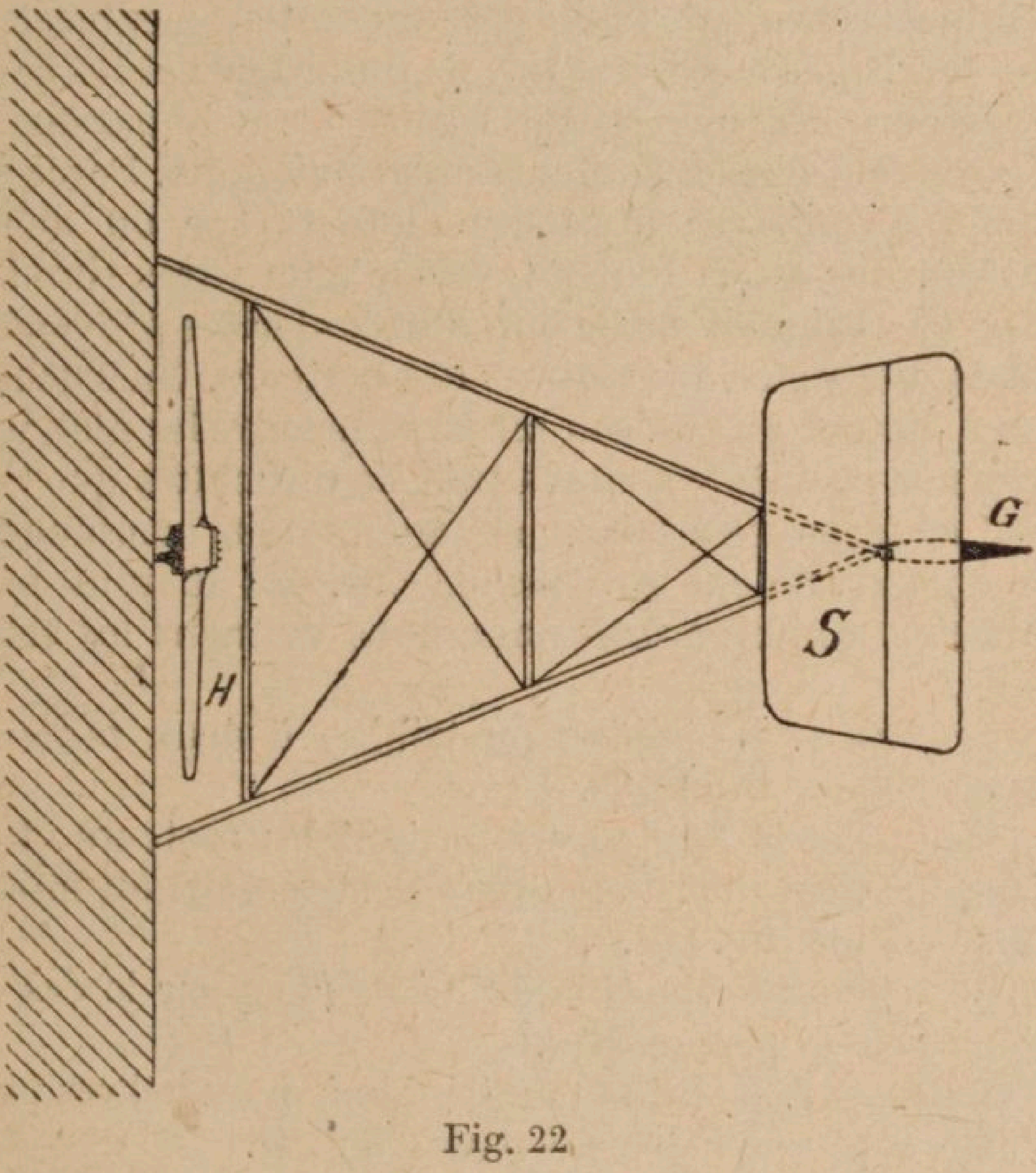


Fig. 22

L'appareil biplan ou triplan le plus simple sera évidemment celui à un moteur. Il aura en général l'aspect de la figure 23 qui ne diffère de celui de la figure 14 que par le nombre des ailes A. La partie pointillée montre l'aspect approximatif dans le cas de 3 plans. Ce dernier type d'appareil a été construit

en Angleterre par Sopwith et en Allemagne par Fokker.

Les progrès de l'aviation et les nécessités de la guerre obligèrent constamment les constructeurs à étudier des avions emportant des charges énormes et réalisant des vitesses de plus en plus grandes. Malheureusement, l'industrie du moteur à explosions ne suivit pas aussi vite la voie du progrès et les constructeurs d'avions ayant réalisé leurs appareils ne trouvèrent plus de moteurs assez puissants. Force fut donc d'employer plusieurs moteurs sur un même avion. Les essais tentés furent d'abord très timides, car on craignait beaucoup d'irrégularités provenant de la différence des régimes des moteurs. On s'acharna à assurer une liaison mécanique entre les moteurs, mais ce problème souleva tant de difficultés que l'on dut se résoudre à laisser chaque moteur commander indépendamment son propulseur. De là sont nées diverses combinaisons dont nous donnons les schémas.

Schéma I. — Biplan ou triplan à deux moteurs avec hélices tractives.

Deux petits fuselages *f* portent les moteurs et le fuselage principal de l'appareil est installé au milieu de la cellule (fig. 24).

Ce schéma se modifie de lui-même pour le cas de deux hélices propulsives.

Schéma II. — Biplan ou triplan à deux hélices propulsives et une hélice tractive (fig. 25).

Le lecteur voit immédiatement l'allure générale de l'appareil. Le fuselage principal cette fois comporte lui-même un moteur.

Schéma III. — Biplan ou triplan à deux hélices tractives et une hélice propulsive (fig. 26).

Ce type d'appareil comporte deux grands fuselages dans lesquels prennent place le pilote et les passagers.

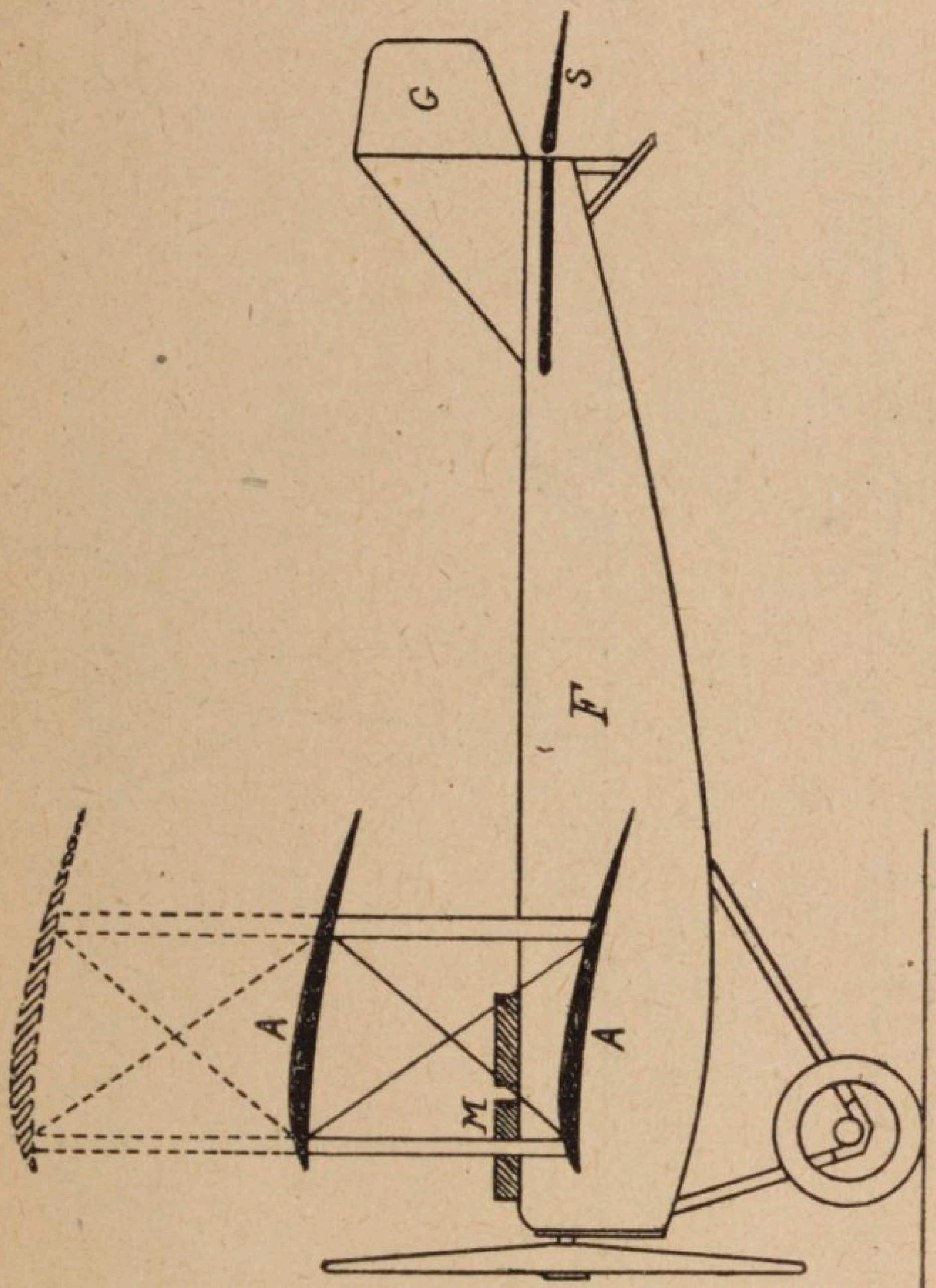


Fig. 23

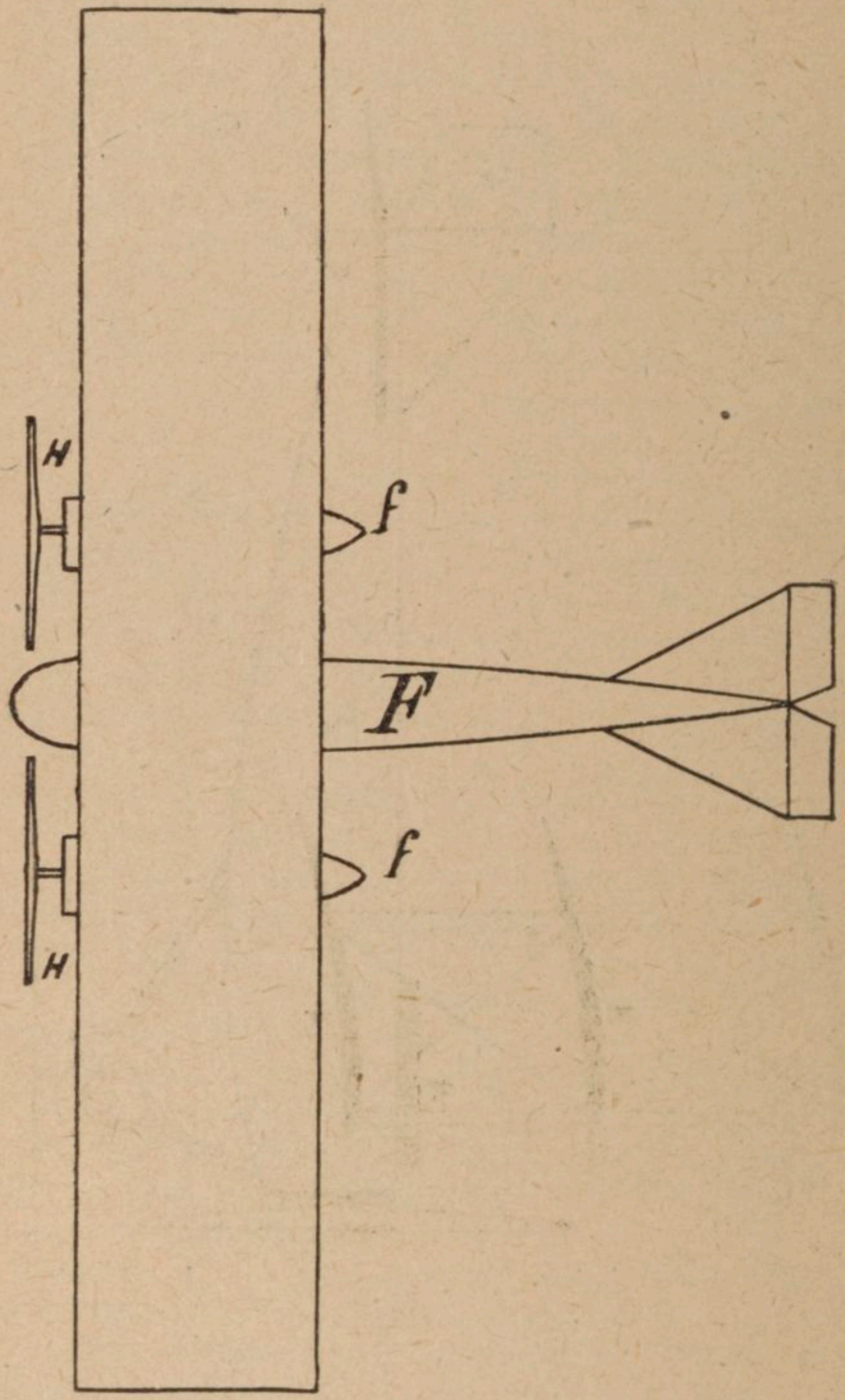


Fig. 24

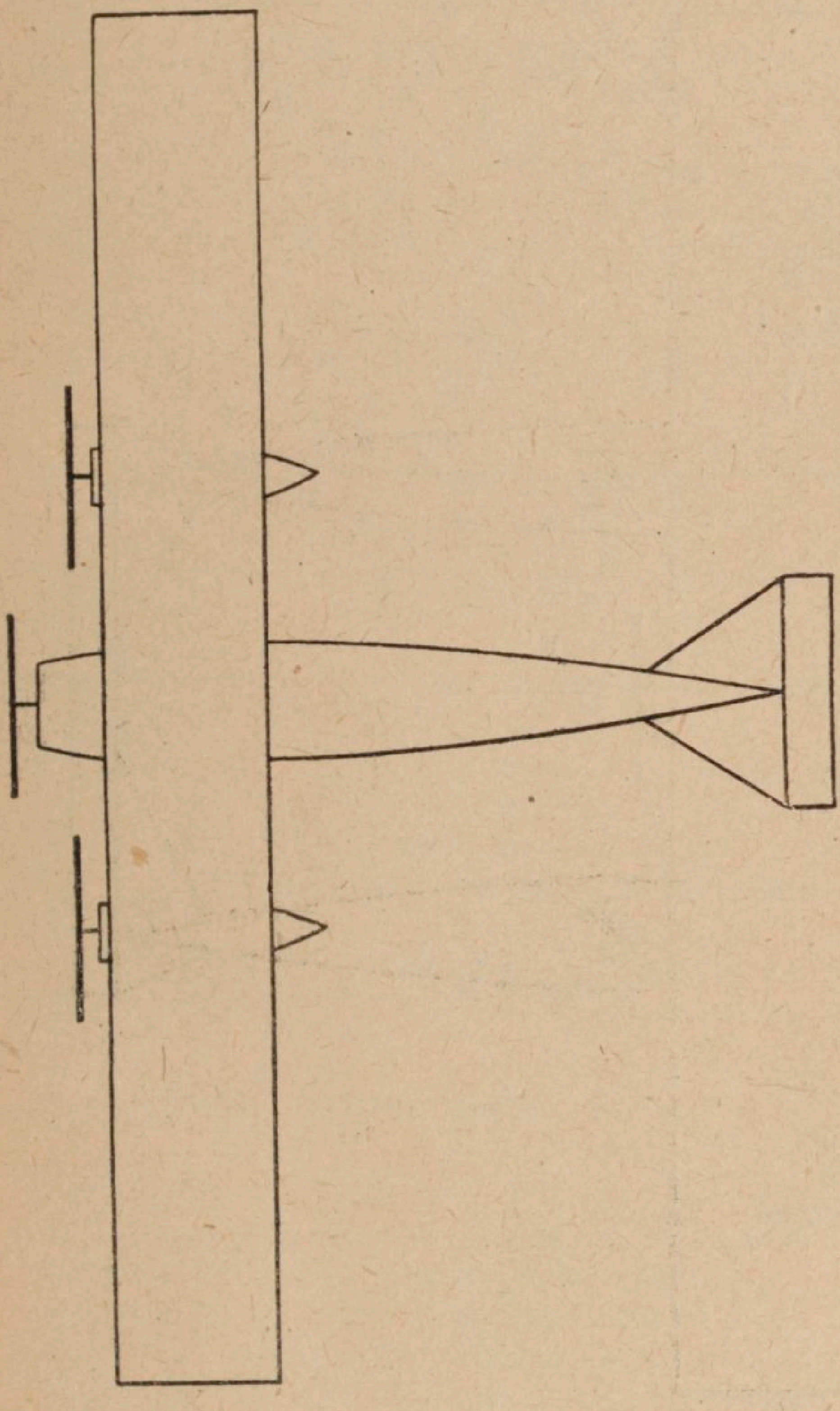


Fig. 25

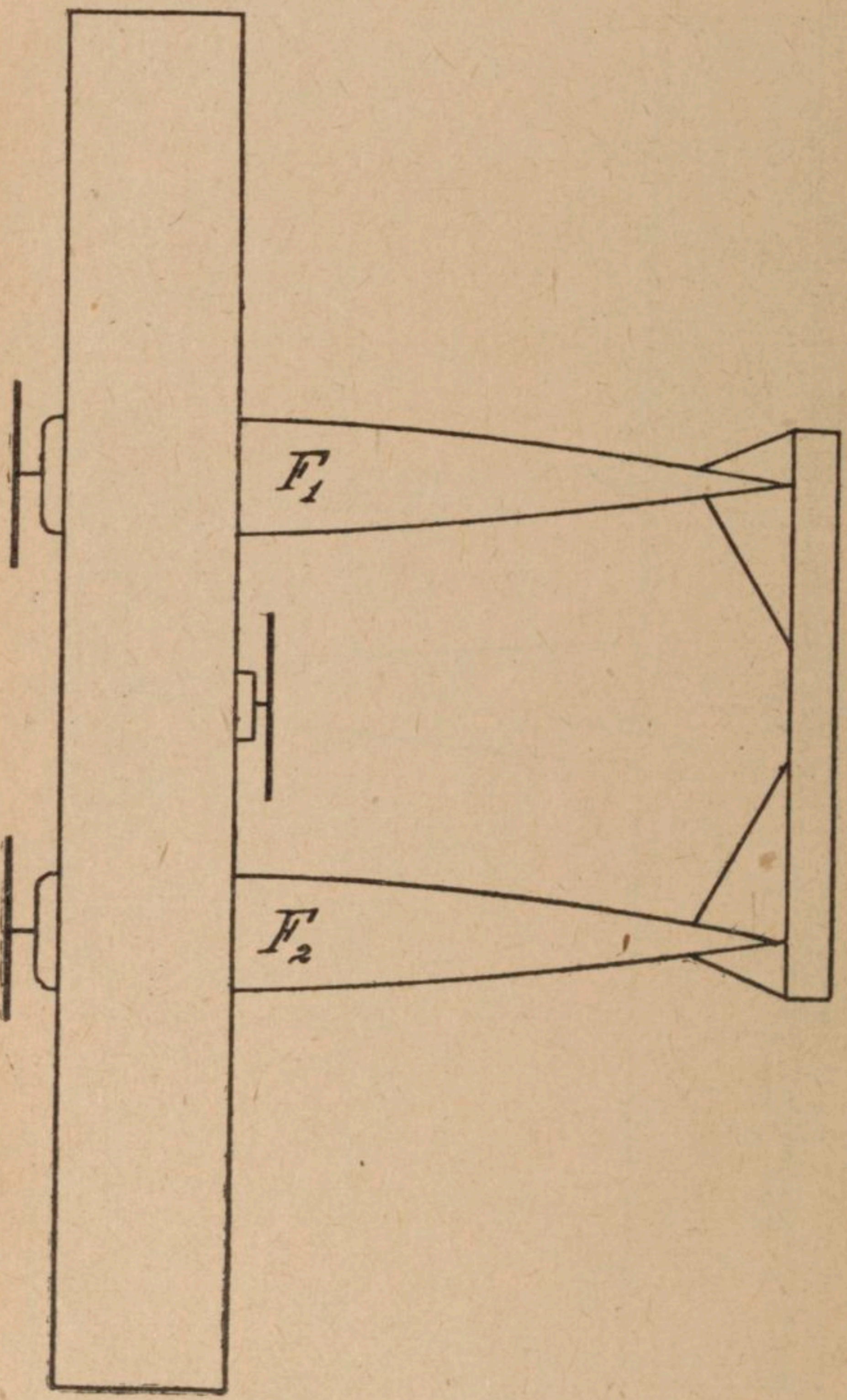


Fig. 26

A l'avant de chacun de ces fuselages est monté un moteur avec hélice tractive. Au milieu de la cellule est installé un fuselage qui porte à l'arrière un moteur avec hélice propulsive.

Schéma IV. — Enfin citons pour mémoire ce triplan à cinq moteurs. La vue de face suffit à l'explication, la vue en plan correspondant au schéma III.

Nous voyons en 1 et 2, deux fuselages principaux (comme sur la figure 26) qui portent deux moteurs à

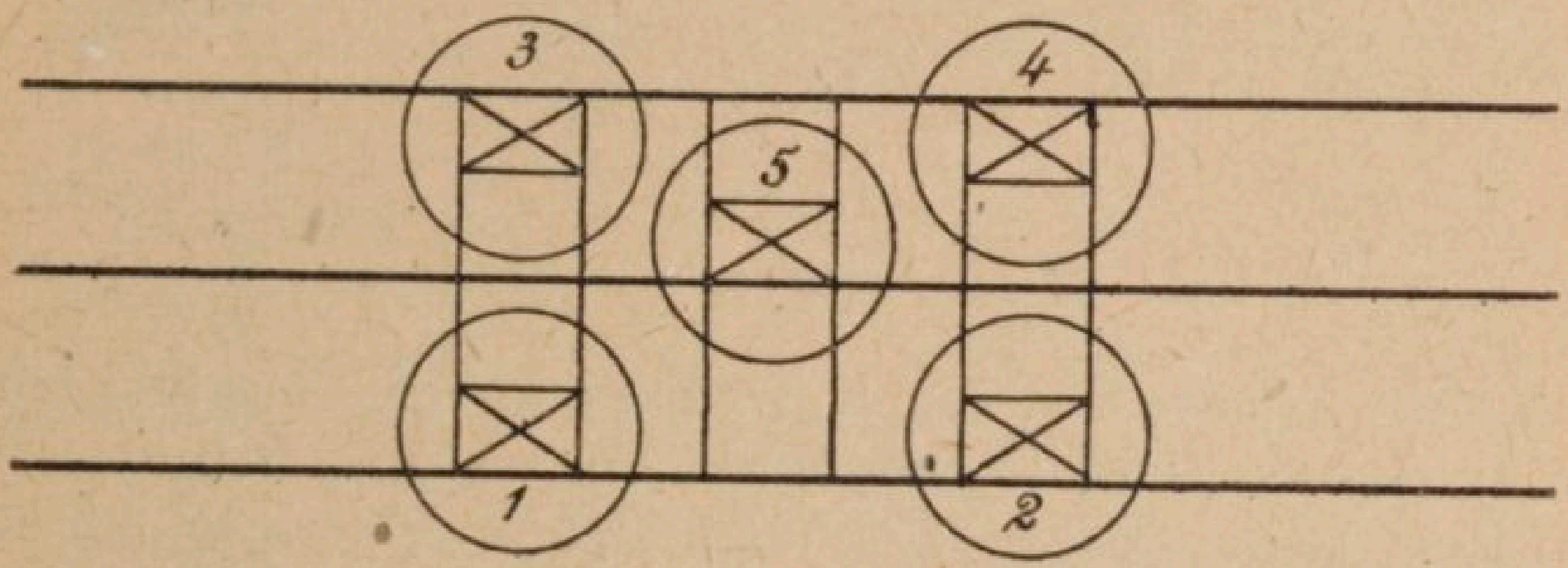


Fig. 27.

l'avant, en 5 un petit fuselage avec moteur à l'arrière et en 3 et 4 deux petits fuselages avec moteurs à l'avant.

Nous terminerons ici la classification des avions pour aborder l'étude de la manœuvre.

MANŒUVRE DES AVIONS

Les manœuvres que l'on doit pouvoir imposer à un avion sont de deux sortes : manœuvres de déplacement en hauteur et manœuvres de direction.

Les organes de stabilité longitudinale servent à la première de ces catégories ; quant aux organes de stabilité latérale, ils sont aussi, la plupart du temps,

employés simultanément avec les gouvernails de direction.

a) Montée et Descente. — Reprenons l'avion schématique de la fig. 9. Et supposons que l'on

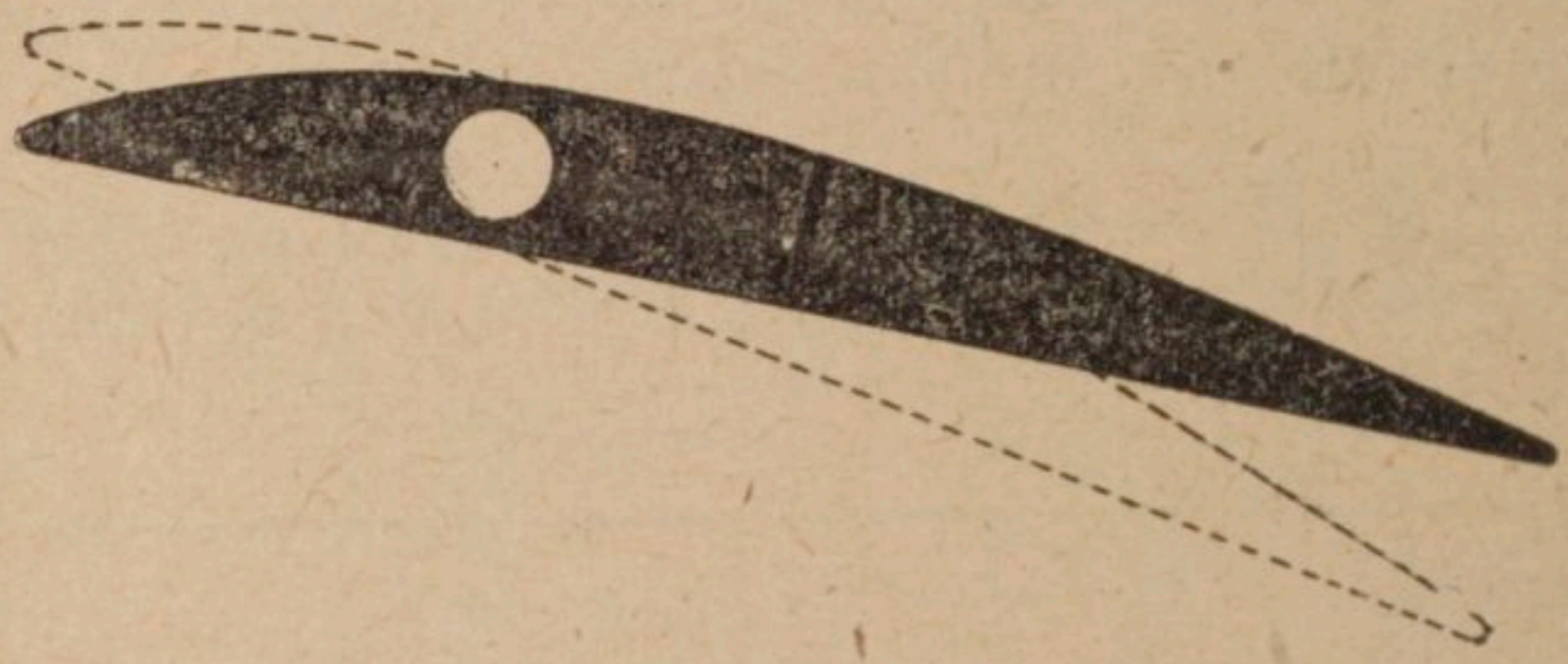


Fig. 28.

veuille le faire monter. Il faudra pour cela augmenter l'incidence de l'aile principale. On y arrivera en diminuant la poussée *p* sur le stabilisateur. La poussée *p*

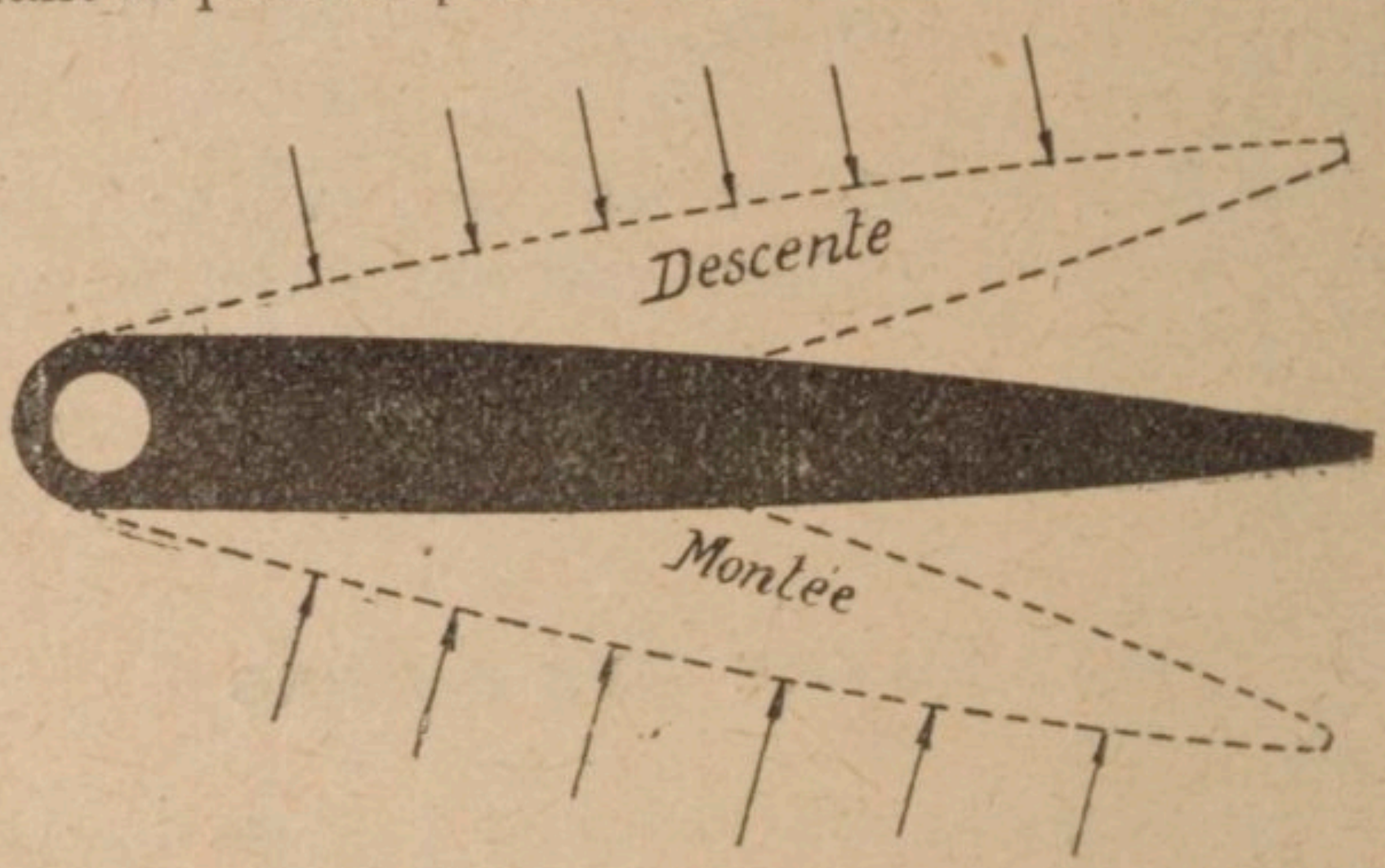


Fig. 29.

diminuant la queue de l'avion va baisser et l'ensemble se trouvant cabré va monter. Pour arriver à ce résultat, il suffit de faire tourner le stabilisateur autour d'un axe quelconque d'un léger angle (figure 28).

On comprend facilement que la manœuvre de descente soit exactement inverse.

Si nous considérons maintenant l'avion de la figure 10, dans lequel le stabilisateur est à l'avant, il faudra, pour les mêmes effets, faire tourner le plan stabilisateur dans des sens inverses de ceux que nous avons trouvés dans le cas de la figure 9.

Quant à l'appareil de la figure 11, dans lequel le

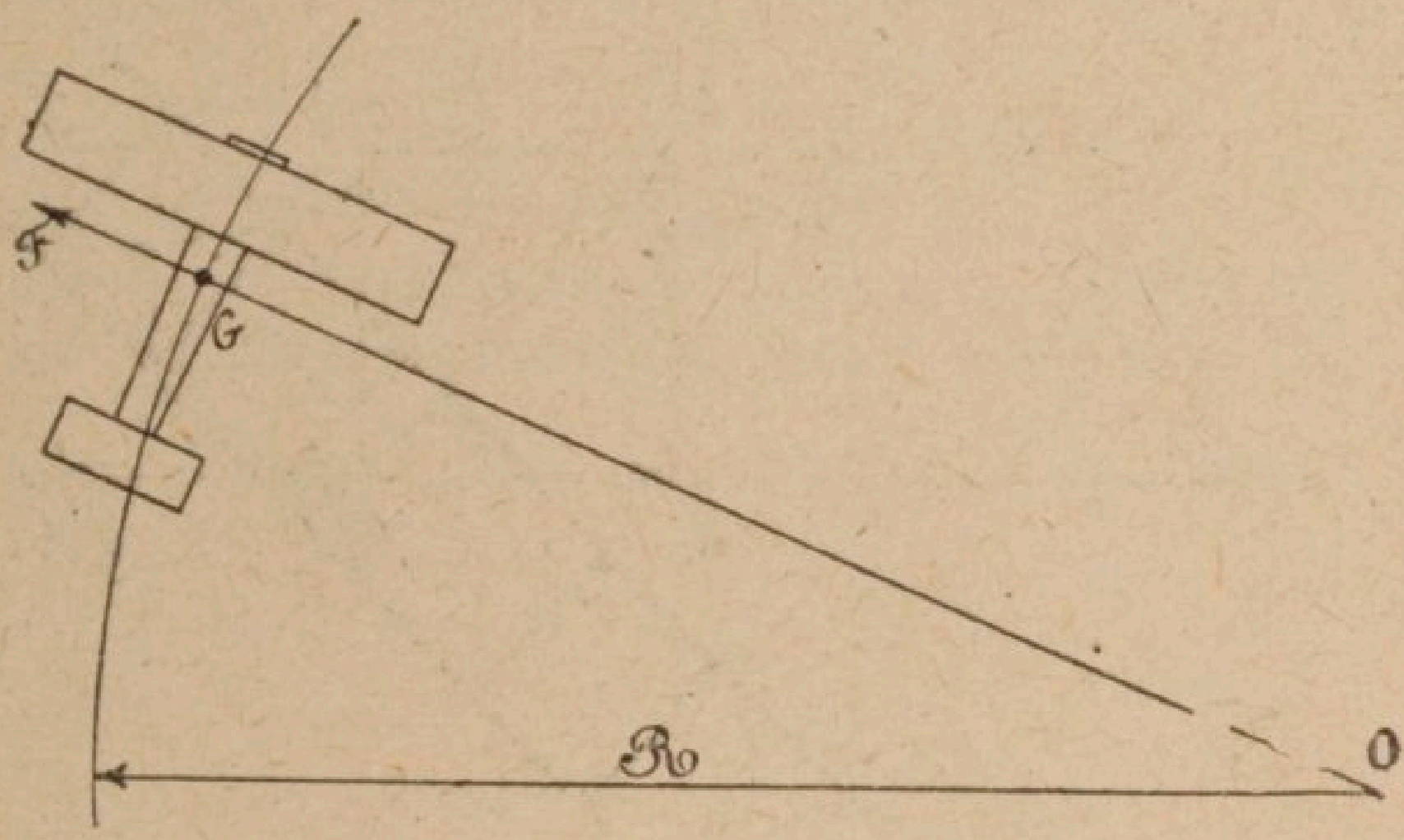


Fig. 30.

stabilisateur ne porte rien en marche horizontale normale, il devra pour monter élever le stabilisateur, de façon que l'air le frappe par le dessus, créant ainsi une force qui abaisse l'empennage. Et inversement pour la descente (fig. 29).

b) Direction. — Quand un appareil vire, soit à droite, soit à gauche, il est soumis à la force centrifuge qui tend à l'éloigner du centre de son virage (fig. 30). Pour combattre cette force centrifuge, il faut lui opposer une force égale, autant que possible appliquée au même point. On y arrive en inclinant l'avion latéralement vers le centre du virage. De cette façon, la poussée totale de l'air se décompose en deux

parties, dont l'une combat la force centrifuge. La figure 31 suffit à l'explication. La plupart du temps, l'inclinaison se fait automatiquement, du fait de la différence de vitesse entre les extrémités des ailes. L'aile inférieure, allant moins vite, porte moins et descend au-dessous du niveau de l'aile extérieure au virage.

Mais le virage une fois terminé, il est quelquefois

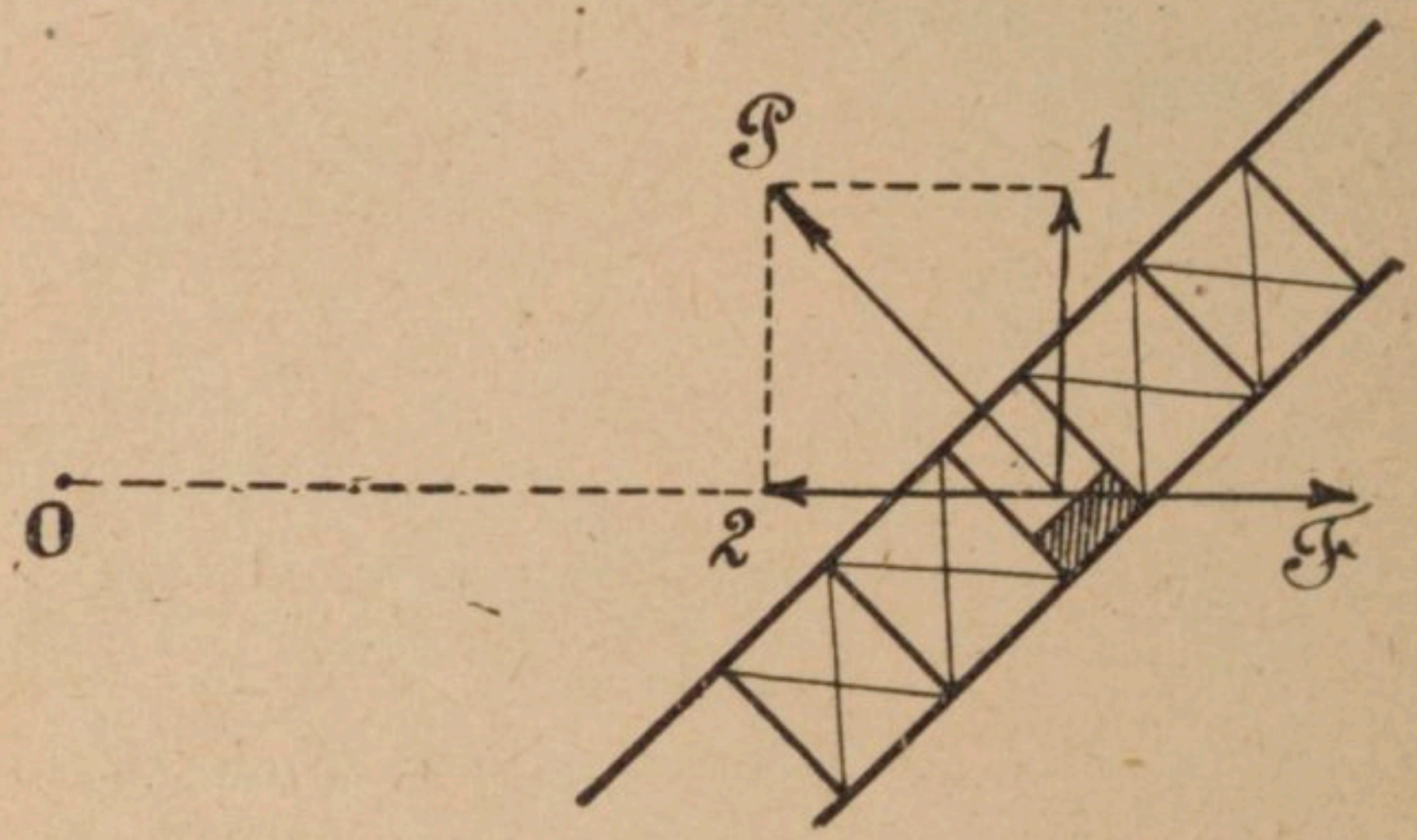


Fig. 31.

bon d'aider au redressement de l'appareil par les organes de stabilité latérale, gauchissement ou ailerons. C'est ce qui explique le rôle simultané de tous ces organes.

En résumé, on voit que dans certains cas, assez souvent rencontrés d'ailleurs, virage en montée par exemple, le pilote peut être amené à employer simultanément tous les organes. Il faut donc que ceux-ci soient réunis par des commandes les plus simples possible. Pour cela, les constructeurs ont conçu de nombreux systèmes. Nous en verrons quelques-uns plus loin, mais nous pouvons dès maintenant signa-

ler que, d'une façon assez générale, les commandes sont agencées de la façon suivante : le pilote a devant lui une poignée montée à l'extrémité d'un levier. Le mouvement de la poignée dans la direction de l'axe de l'avion détermine les variations d'altitude. Si le pilote tire la poignée à lui, l'avion monte ; s'il la repousse, l'avion descend.

Le mouvement latéral commande les organes de stabilité latérale, ailerons ou gauchissement. Porter la poignée à droite ou à gauche suffit à redresser l'appareil.

Enfin la direction est commandée par le mouvement des pieds sur un palonnier.

Des variantes de construction nombreuses se rencontrent dans l'exécution. Nous y reviendrons plus loin.

CHAPITRE II

MATÉRIAUX EMPLOYÉS EN CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

Généralités. — Les matériaux employés en constructions aéronautiques sont assez variés, mais, d'une façon générale, ils doivent toujours être d'une qualité supérieure. Les bois, notamment, doivent être l'objet d'une surveillance toute particulière. Il en est de même des étoffes.

Longtemps, les avions furent construits presque entièrement en bois. Cette matière avait l'avantage, pour les constructeurs du début, qui ne disposaient pas de pièces spéciales ni de procédés de fabrication modernes, d'être d'un traitement facile. Avec le bois, en effet, en disposant d'un outillage assez rudimentaire, on peut, moyennant quelque habileté, réaliser des assemblages assez compliqués, des pièces de formes très diverses. Une bonne exécution de cintrages, dans un bois de bonne qualité, permet de construire des ensembles extrêmement solides et légers. Naturellement, c'est à la possibilité du collage que tiennent tous ces avantages. D'autre part, on trouve le bois en longueurs assez grandes et on peut réaliser des longerons dont la section varie d'une extrémité à l'autre ; chose qui serait extrêmement difficile et coûteuse à réaliser en métal.

Aujourd'hui, le bois entre encore pour une grande part dans la construction des avions, mais beaucoup de modèles sont construits en métal.

La construction d'un avion métallique est extrêmement compliquée à tous points de vue. Chaque pièce doit être fixée par brides, boulons, vis, rivets. On ne dispose plus dans l'avion métallique de l'avantage de pouvoir, par exemple, clouer les toiles sur les ailes, etc. Aussi, malgré les intéressantes recherches entreprises depuis longtemps et malgré les bons résultats qu'elles ont donnés au point de vue fonctionnement de l'appareil, la construction entièrement métallique n'est guère répandue aujourd'hui. Elle est encore trop coûteuse et il faut attendre que l'avion se soit encore modifié jusqu'à devenir une machine très simple, pour pouvoir l'appliquer.

Mais, malgré la prépondérance du bois dans l'ensemble d'un avion, beaucoup d'autres matériaux y jouent un rôle très important.

Nous allons donc les étudier successivement, en signalant les qualités particulières à chacun d'eux.

A. — BOIS

Les bois employés en constructions aéronautiques sont assez variés. Cependant, on se limite à peu près à l'emploi du frêne, du sapin, pour les pièces principales. Ces deux bois ont l'énorme avantage de se présenter assez communément en grandes longueurs et sans nœuds. De sorte qu'ils sont relativement faciles à usiner. Le frêne est beaucoup plus résistant que le sapin mais il pèse beaucoup plus lourd. Quoi qu'il en soit, ces deux bois sont employés simultanément dans les avions.

Le *frêne* sert particulièrement à la fabrication de longerons, de mâts, de patins. D'une façon générale

on l'emploie plutôt pour construire des pièces qui ont à supporter de gros efforts, des montants de train d'atterrissage par exemple. Dans ce cas, la plupart du temps, les pièces sont pleines.

Le *sapin* s'emploie pour des pièces analogues aux précédentes, mais soumises à des charges moins grandes. Ainsi, dans une même cellule on trouvera des mâts de dimensions extérieures identiques, mais les uns en frêne, les autres en sapin.

Les nervures d'ailes sont quelquefois constituées de petites lattes de sapin clouées sur une âme en frêne.

Les variétés de sapin sont très nombreuses et les noms dont elles sont désignées suivant les régions, peuvent quelquefois prêter à confusion et il y a lieu d'apporter une grande attention au choix des arbres.

Le meilleur, dont l'emploi s'est d'ailleurs généralisé, est le Spruce ; il en existe divers types qui ne diffèrent guère que par la couleur. Le plus répandu a une légère coloration rose : c'est le Red Spruce. Il provient des Etats-Unis ou du Canada.

Ce bois a l'avantage d'être assez homogène et d'offrir des fibres très régulières. Il se travaille facilement.

Il y a lieu, à part quelques exceptions, de proscrire tous les sapins que beaucoup confondent avec l'épicea.

Le *peuplier* est beaucoup moins employé que le frêne et le sapin. Il ne trouve son emploi que dans des travaux secondaires. Il est employé à faire des lamelles pour donner diverses formes à certains entoilages. Mais il faut toujours qu'il soit cloué sur un bois plus résistant, sans quoi il ne conserverait jamais les formes initiales qu'on lui donne. Le peuplier est, en effet, un bois très tendre, sensible à l'humidité. Sa faculté de se courber facilement le désigne pour les

travaux que nous avons indiqués. Malheureusement, sa résistance est tout à fait insuffisante.

Indépendamment de ces bois courants, l'aviation emploie des bois spéciaux.

Le *noyer* a été longtemps exclusivement employé pour la construction des hélices. Certains constructeurs ont essayé pour cette fabrication l'acajou, mais ces essais ont été tout au moins inutiles, le noyer remplissant parfaitement le rôle demandé et coûtant, de plus, beaucoup moins cher. Dans la suite même, le noyer fut remplacé en partie par des essences inférieures.

Le *bambou*, que nous citons pour mémoire, n'est plus employé du tout aujourd'hui. Il est assez résistant, se présente en grandes longueurs ; mais les irrégularités de sa surface extérieure et les difficultés qu'il apporte à la réalisation des assemblages l'ont fait totalement abandonner.

Enfin certains autres bois comme le *chêne*, l'*acacia*, l'*orme*, peuvent parfois être employés dans la construction d'un avion, mais ce n'est que dans des cas très particuliers et pour de toutes petites pièces.

En résumé, on voit que la plupart du temps le constructeur se limite au frêne, au sapin, au peuplier et au noyer.

Naturellement, ces bois doivent être absolument intacts et ne présenter *ni roulures*, ni *gélivures*. Un stationnement trop prolongé dans un endroit manquant d'air ôte beaucoup de qualités au bois. Il est absolument nécessaire de n'employer que des bois très secs et dont le séchage s'est opéré en plein air et non en étuve. Ce dernier point est à considérer pour la permanence de la forme des pièces.

Les pièces doivent être exemptes de nœuds et droites de fil, afin de présenter une résistance sensiblement constante dans toute leur longueur.

On conçoit que réunies, toutes ces conditions présentent de fortes difficultés dès qu'il s'agit de pièces de grandes dimensions. Aussi est-on amené à travailler le bois de façon à utiliser les parties les meilleures. C'est ainsi que l'on construit des pièces dont la section est analogue à celle des figures 32 et 33. Cela permet de choisir dans des morceaux différents les pièces constituantes. On arrive de cette façon à obtenir des longerons, des montants d'une parfaite homogénéité.

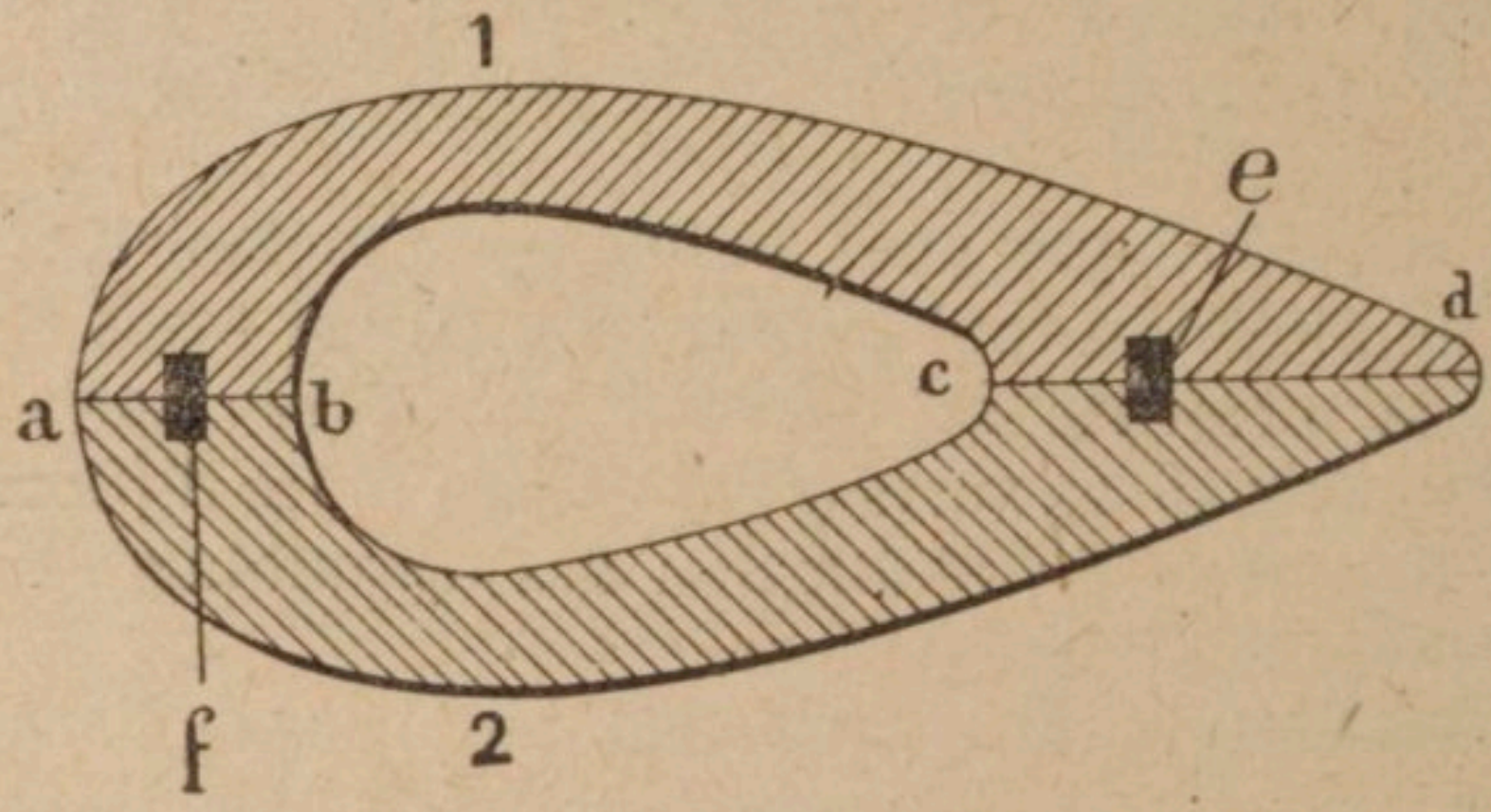


Fig. 32

La figure 32 représente une section de mât pour cellule de biplan. Ce mât est composé de deux parties 1 et 2, exemptes de tout défaut. Elles sont toupillées à l'intérieur de *b* en *c* et collées sur les faces *ab* et *cd*. Les languettes *e* et *f*, logées dans de petites rainures prévues à cet effet, facilitent les opérations du collage. C'est là leur principal rôle. On conçoit facilement qu'une telle pièce offre des qualités nettement supérieures à celle d'une pièce analogue façonnée dans le même morceau de bois.

La figure 33 donne encore un exemple de bonne utilisation des qualités du bois. C'est une section de nervure analogue aux fers à T employés dans les constructions métalliques.

L'âme E de la nervure est une mince planchette de frêne de 5 millimètres d'épaisseur. Sur chacun de ses bords et de part et d'autre, comme le montre la figure, on colle au moyen d'un moule spécial, une lamelle triangulaire en peuplier (A, B, C, D). Par

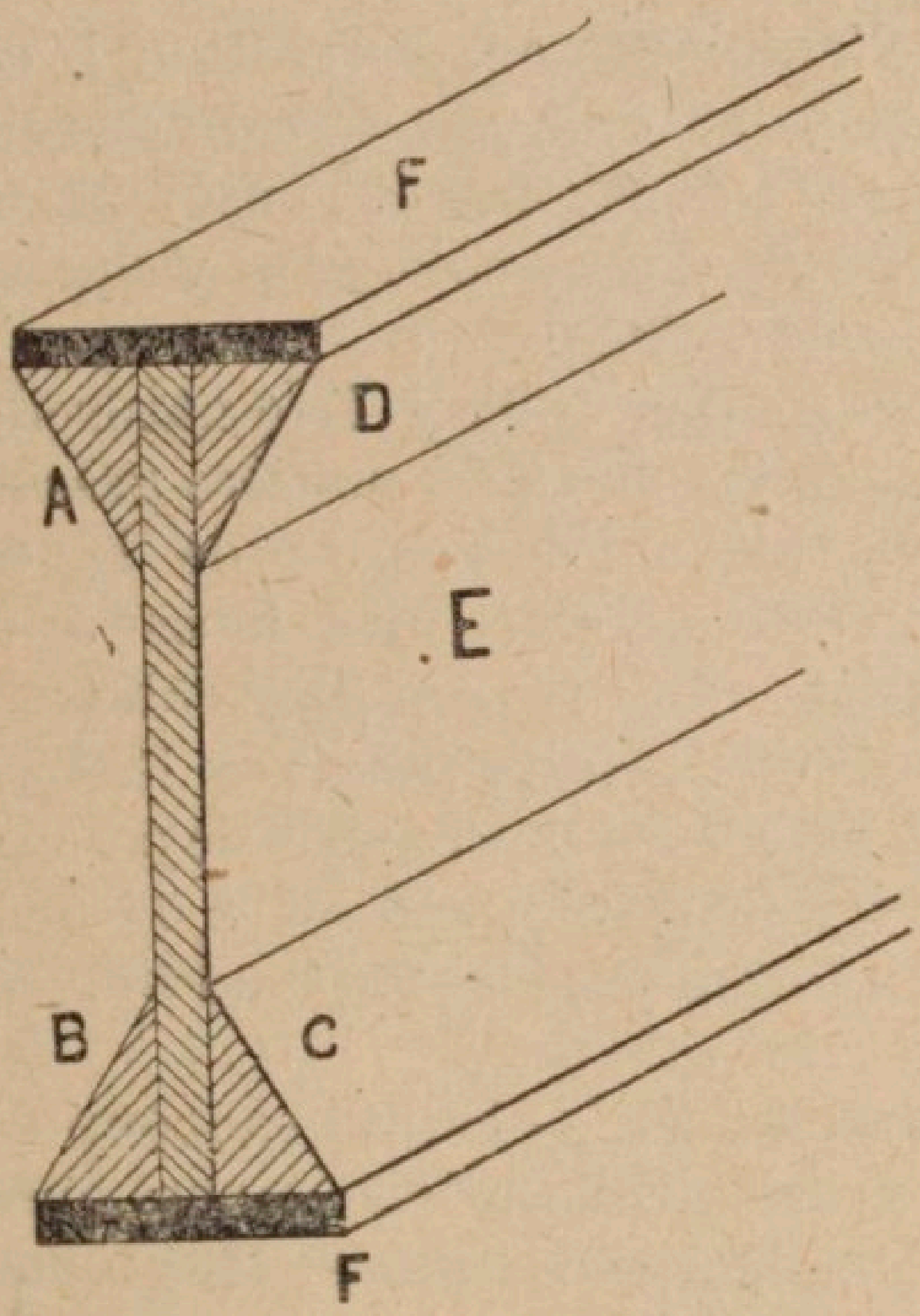


Fig. 33

dessus le tout viennent se coller deux lamelles de sapin F. C'est sur elles que se clouera la toile. Nous ne citerons que ces deux exemples ici car ils se rapportent plus particulièrement à la construction. Nous en retrouverons de nombreux en étudiant successivement les divers organes des avions et leur construction.

En ce qui concerne ce chapitre, ils nous ont montré l'importance du rôle que peut jouer le collage pour

la bonne utilisation des bois et par suite l'obtention d'une grande légèreté. Les colles employées pour ces travaux sont les mêmes que dans d'autres industries. La *colle forte* ordinaire donne les meilleurs résultats. Elle est obtenue en traitant chimiquement les os ou les peaux.

On doit l'employer en dissolution à chaud dans l'eau. La colle ne doit pas être introduite en trop grande quantité dans l'eau et l'ensemble doit former un liquide fluide. Toute colle trop visqueuse ne donnera pas un bon collage.

Les pièces à coller doivent être naturellement très propres, exemptes de toute matière grasse ou vernis qui empêcheraient l'adhérence de la colle. Pour augmenter cette dernière, les faces à coller sont rayées légèrement au moyen d'un rabot spécial.

Les pièces sont ensuite chauffées légèrement, puis quand on y a appliqué une couche de colle, on les serre l'une contre l'autre pendant 12 à 15 heures. C'est le temps minimum pour obtenir un bon collage.

Bois contreplaqués. — Dans beaucoup de cas, il est nécessaire d'obtenir des pièces minces qui ne présentent pas de tendances à se fendre trop facilement. Ces pièces pourraient être façonnées dans des bois exempts de tout défaut, mais il serait difficile de trouver ces derniers en grande quantité.

On a donc été amené à former des pièces minces en plusieurs épaisseurs dont les fibres ne présentent pas la même direction. Tout d'abord, les constructeurs fabriquaient les pièces elles-mêmes en se basant sur ce principe, mais l'extension de l'aviation a conduit à l'emploi courant des bois contreplaqués qui sont livrés aux fabricants en grandes plaques dans lesquelles il ne reste plus qu'à découper les profils que l'on désire.

Les bois contreplaqués sont en général constitués de trois épaisseurs collées ensemble.

Longtemps ces trois épaisseurs constituantes furent égales, de sorte qu'il était difficile d'obtenir une constance de la résistance dans tous les sens. Aujourd'hui, on fabrique des bois contreplaqués dans lesquels l'épaisseur de la couche médiane est plus forte que celle des couches de surface. Ce système a fourni d'assez bons résultats, mais ne s'est pas encore généralisé.

La plupart des bois contreplaqués sont constitués d'essences différentes ; des qualités inférieures renferment une âme en bois résistant et des couches extérieures en bois tendres.

Les bois employés sont très variés : on trouve dans la fabrication courante le peuplier ou grisard, le bouleau, l'orme, etc. Récemment, des recherches entreprises à la suite des difficultés d'approvisionnement nées de la guerre, ont conduit à un emploi assez répandu de bois provenant de nos colonies, notamment de l'Afrique équatoriale, tels que l'okoumé.

Naturellement, la qualité d'un bois contreplaqué dépend beaucoup du soin apporté par le fabricant au collage. Il y a lieu de rechercher des colles spéciales dérivant de la colle forte ordinaire mais qui soient moins hygrométriques.

D'autre part, la dessiccation exagérée de la colle conduit à des déboires aussi importants et les cas sont nombreux de bois contreplaqués que l'on doit rejeter pour cette dernière raison.

Telles sont les observations que l'on peut faire couramment au sujet de l'emploi des bois dans les constructions aéronautiques. Il y aurait lieu d'y ajouter bien d'autres observations qui sont générales et que le lecteur connaît déjà ; la pratique de la me-

nuiserie, de l'ébénisterie, de la charronnerie, etc. fourniront naturellement à l'ouvrier une instruction pratique qui trouvera son application dans beaucoup de cas qui se présentent dans la construction d'un avion. Il n'y a pas lieu de les mentionner ici et nous nous sommes borné à indiquer ce qui se rapporte à l'aviation d'une façon particulière.

B. — MÉTAUX

Les métaux employés en construction aéronautique sont les mêmes que dans la construction automobile ; nous y rencontrerons notamment l'acier, l'aluminium, pour les pièces ayant une grande importance soit au point de vue solidité, soit par leur rôle d'utilisation. Mais alors que dans l'automobile le bronze et le cuivre sont très employés, nous en rencontrerons peu dans l'avion.

Tout d'abord, l'avion devant être léger, la plupart des inventeurs se lancèrent d'une manière irréfléchie dans l'emploi de l'aluminium, qui est le métal courant le plus léger.

L'aluminium avait l'avantage de se couler facilement et on pouvait réaliser de cette façon des pièces d'assemblages assez compliquées et peu coûteuses.

L'emploi irraisonné de l'aluminium fut de courte durée et de nombreux accidents survenus par suite de bris de pièces ramenèrent à juste raison l'attention sur l'utilisation de l'acier.

Malheureusement, tel qu'il fut conçu il y a une dizaine d'années, l'emploi de l'acier était extrêmement coûteux. Les constructeurs se bornaient, en effet, à faire exécuter dans la masse d'acier forgé les pièces dont ils voulaient attendre une grande sécurité. C'est ainsi que l'on a vu des pièces qui, coulées,

auraient coûté un prix de l'ordre de 10 francs,revenir à plus de 100 francs usinées dans l'acier forgé.

Les progrès réalisés dans la technique et la pratique de la soudure autogène ont ouvert une ère nouvelle et aujourd'hui, grâce à ce développement, on on est arrivé par l'emploi des tôles d'acier à constituer des pièces extrêmement compliquées et répondant parfaitement aux conditions que l'on en peut exiger.

La soudure autogène s'est ensuite étendue à l'aluminium, mais son emploi n'est pas encore à recommander en raison de l'extrême facilité d'oxydation de l'aluminium sous l'influence des hautes températures en présence de l'air.

Enfin, signalons l'innovation, qui paraît hardie, mais cependant très justifiée, prise par certains constructeurs, de l'emploi de la fonte fine malléable. Naturellement ce métal n'est pas d'une grande résistance, mais étant donné sa facilité de coulage en minces épaisseurs, il prend le dessus dans quelques cas sur d'autres métaux, notamment quand il s'agit de pièces travaillant à la compression. Il demande évidemment une grande attention de la part du laboratoire d'essai, qui doit rigoureusement contrôler la teneur des livraisons, les fontes étant très nombreuses et faciles à falsifier.

Ayant ainsi résumé les directives générales de l'emploi des métaux dans l'aviation, nous allons en étudier maintenant les caractéristiques propres.

A. Aciers.

Nous n'insisterons pas ici sur les emplois de l'acier tels qu'on les comprend dans n'importe quelle fabrication ; les indications sont les mêmes et il n'y a pas lieu de s'y arrêter ici.

Rappelons simplement quelques chiffres concernant les aciers spéciaux.

Résistance des aciers spéciaux.

DÉSIGNATION	RUPTURE en kgr/mm²	LIMITE d'élasticité en kgr/mm²	ALLONGEMENT en p. 100
Aciers de la Bismarckhütte (Haute-Silésie).			
Acier NC 2, fondu.....	64,7	45,7	8,1
Acier NC 2, trempé.....	138	45,7	4,6
Acier NC 2, recuit.....	64,8	40,4	15,8
Acier N4H, fondu	72,6	55,2	11,4
Acier N4H, trempé	141,4	125,3	6,4
Acier N4H, recuit	68	39,4	16,1
Acier NC 4, au nickel-chrome, non trempé	75 à 100	»	12 à 8
Acier NC4, au nickel-chrome, trempé.....	150 à 200	»	10 à 3
Acier NC1, non trempé ..	60 à 70	»	18 à 14
Acier NC1, trempé	110 à 130	»	10 à 5
Acier au nickel NSV_a non trempé	50 à 55	»	24 à 20
Acier au nickel NSV_a, trempé	90 à 110	»	12 à 6
Acier nickel-manganèse NM6, pour trempé à l'huile ; 1°) non trempé...	90 à 95	»	11
2°) trempé	165	»	5
Acier nickel à 25 p. 100, N 25 W, non trempé (ne se trempe pas).....	80	»	25
Acier nickel NC 4, raffiné	80 à 110	70 à 80	15 à 10
Aciers des Ateliers Krupp, à Essen.			
Acier ordinaire d'automobile	50	30	28

DÉSIGNATION	RUPTURE en kgr/mm²	LIMITE d'élasticité en kgr/mm²	ALLONGEMENT en p. 100
Aciers des Ateliers Krupp, à Essen (suite).			
Acier « Spécial » C 460 ...	70	50	15
Acier nickel-chrome EF 60	75	65	18
Acier nickel-chrome EF 60 trempé dans l'huile	111,5 à 163	156	8 à 13
Acier nickel-chrome EF 36 (ne se trempe pas)	72,5 à 80	»	»
Aciers divers.			
Acier nickel NV 4, recuit .	79	»	»
Acier nickel NV 4, raffiné.	81	»	»
Acier nickel NV 6, recuit..	84,8	»	»
Acier nickel NV 6, raffiné.	77,8		
Acier nickel chrome CNV 10, raffiné.....	60,2	»	»
Acier nickel chrome CNV, raffiné	92,9	»	»
Acier SM, 3 p. 100 Ni....	80,5	55,2	23,3
Acier nickel, à haute teneur.....	68,2	33,3	48,4

En constructions aéronautiques on n'emploie guère l'acier que sous forme de boulonnerie, de tubes, de fil et de tôles.

Boulonnerie

Pour la boulonnerie, nous nous bornerons à rappeler que les pièces doivent être constituées en acier recuit et forgé. Elles doivent être susceptibles de subir des pliages nombreux avant de se casser. En un mot,

pour employer le langage courant, elles doivent être « souples ».

Pour constater ces qualités, on fait subir aux échantillons des essais, d'ailleurs variables avec les firmes, mais qui se résument en général à des pliages dont le rayon et l'angle sont spécifiés dans les cahiers des charges.

Tubes

Les tubes d'acier doivent être l'objet d'une surveillance particulière. Il convient de procéder, lors de leur livraison, à une vérification de la régularité du diamètre, de la densité. Puis, il y a lieu ensuite de faire des essais de flexion sur des échantillons quelconques. Ces essais répétés plusieurs fois sur des morceaux divers doivent donner des résultats *très sensiblement constants*.

Les tubes sont livrés en trois catégories : dur, demi-dur et doux. Les deux premières sont les plus employées.

On essaie assez souvent les tubes à la traction, mais il est à recommander, dans ce cas, de prêter une attention particulière à la confection des extrémités d'attache. L'essai ne sera concluant que pour des ruptures qui se produiront autre part que sur la partie aplatie que l'on serre dans les mâchoires de la machine. Or, la plupart du temps, c'est en ce dernier endroit que se brise l'échantillon.

D'une façon générale, l'essai des tubes est assez délicat. L'examen de l'aspect fournit de bons indices à un œil exercé, mais il est à recommander pour avoir des précisions de s'adresser à des spécialistes de laboratoire.

Fils

Le fil d'acier n'est guère employé en aviation que sous la forme de fil trempé dit corde à piano ou sous celle de fils câblés.

Les essais de traction sont évidemment les plus concluants pour apprécier la qualité d'une livraison, mais à condition d'y prêter une grande attention.

Tout d'abord, l'homogénéité de la trempe d'un rouleau de corde à piano est à exiger du fabricant.

Ensuite, il faut vérifier que la dureté de la corde à piano n'est pas exagérée. Il est préférable, la plupart du temps, d'employer des rouleaux moins durs qui ont par conséquent une élasticité plus grande et fourniront des haubans susceptibles de supporter très largement un choc anormal sans se briser. Les cahiers des charges doivent mentionner avec beaucoup de précision le degré d'allongement que l'on exige et la charge à la rupture.

En général, on exige un allongement de 7 à 9 p. 100 et une charge de rupture de l'ordre de 100 à 120 kilogrammes par millimètre carré, ces chiffres étant considérés comme des minima.

Indépendamment de ces essais, l'ouvrier habile se rend assez facilement compte de la qualité d'une corde à piano par un simple essai à la pince ronde.

L'exécution d'une simple boucle sur une corde à piano de 20/10 révèle de suite une dureté trop grande ou une insuffisance de trempe, mais comme on le conçoit facilement, cette faculté d'appréciation ne s'acquiert que par la pratique.

Les essais de câbles sont moins précis que ceux des fils simples, car ils se bornent à peu près à des essais de traction qui donnent le chiffre de rupture.

Le tableau suivant indique la résistance des câbles extra-souples.

Diamètre des câbles	COMPOSITION des CABLES	Diamètre des fils en centièmes de m/m	POIDS aux 100 mètres	RÉSISTANCE approximative à la rupture	
				en fils Qualité 200 kilos	en fils Corde à piano
m/m			kgr.	kgr.	kgr.
2	7 Torons de 7 fils	20	1,600	300	350
2,4	7 — 7 —	25	2,500	380	540
2,8	7 — 7 —	30	3,200	680	750
3,2	7 — 7 —	35	4,500	860	1.165
3,2	7 Torons de 19 fils	20	4,000	760	880
4	7 — 19 —	25	6,500	1.100	1.350
4,7	7 — 19 —	30	8,500	1.650	1.900
5,7	7 — 19 —	35	12,000	2.300	2.700
6,3	7 — 19 —	40	15,000	3.000	3.600
7	7 — 19 —	45	18,000	3.500	4.200
8	7 — 19 —	50	22,000	4.500	5.500
5,3	12 Torons de 19 fils	25	11,000	2.000	2.400
6,3	12 — 19 —	30	14,500	2.500	3.200
7,3	12 — 19 —	35	17,000	3.300	4.200
8,3	12 — 19 —	40	21,000	4.200	5.400
9,5	12 — 19 —	45	30,000	6.000	7.200
10,5	12 — 19 —	50	36,000	7.000	8.800

Nous n'insisterons pas ici sur les vérifications qu'il y a lieu de faire, concernant l'étamage. Elles sortent du cadre de cet ouvrage.

Enfin, nous rangerons encore dans la catégorie des fils les haubans profilés que l'on rencontre dans certains avions et dont l'emploi tend à se généraliser. Ils sont naturellement soumis aux mêmes règles que les cordes à piano.

Toles

Les tôles d'acier ont des usages très divers en aviation. On les emploie en général en épaisseurs comprises entre 5 /10 et 30 /10.

Les tôles se classent en plusieurs catégories, suivant la dureté de l'acier constituant, depuis l'extra-doux jusqu'au demi-dur. Les tôles doivent toujours être recuites et dans ces conditions on en exige une résistance de rupture variant entre 35 kilogrammes par millimètre carré pour les tôles extra-douces et 50 kilogrammes pour les tôles demi-dures.

Les tôles minces sont en général moins résistantes que les tôles épaisses et il convient de diminuer légèrement ces chiffres en ce qui les concerne.

Les essais des tôles sont plus faciles à exécuter que les essais de tubes, ou tout au moins, ils donnent des résultats plus constants.

Toute tôle doit être recuite et un premier examen permet de se rendre facilement compte de la régularité du recuit. Une tôle recuite dans un four mal compris présente en effet des variations de teinte très caractéristiques qui révèlent les endroits où elle a reçu un « coup de feu ». Une tôle traitée dans de bonnes conditions présente une surface lisse, de couleur constante et on ne doit pas y voir de traces de laminage.

On essaie les tôles de diverses façons, mais les plus

répandues sont l'essai à la traction jusqu'à rupture et l'essai de pliage.

L'essai de traction se fait sur une bande de longueur et largeur déterminée que l'on fixe entre les mâchoires de la machine et sur laquelle on opère comme sur une éprouvette ordinaire de métal. Les chiffres à adopter sont sensiblement les mêmes que pour l'acier ordinaire.

Cependant, il y a lieu de considérer que, pratiquement, une tôle est toujours plus résistante dans le sens du laminage que dans le sens transversal.

C'est surtout lorsque l'utilisation prévoit un pliage qu'il est important de tenir compte de cette observation. Un pliage à froid suivant une génératrice parallèle au sens de laminage est toujours fatal pour une tôle de qualité secondaire. Il ne s'exécute presque jamais sans la production de criques ou fendillements.

Même avec une tôle de bonne qualité, on devra, autant que possible, s'inspirer de cela dans le tracé des pièces constituées par un seul morceau avec pliage.

Les essais de pliage des tôles s'exécutent sur des bandes que l'on applique sur des machines à faible rayon, d'abord dans un sens, puis dans l'autre. La qualité de la tôle étudiée est évidemment proportionnelle au nombre des pliages que l'on peut exécuter.

Enfin, on arrive à apprécier la qualité d'une tôle par un essai à la bille. Cet essai consiste à immobiliser une pièce de tôle P entre deux mâchoires M et M' présentant un trou rond. On applique dessus une bille en acier B sur laquelle on exerce une pression que l'on fait croître graduellement jusqu'à rupture de la pièce de tôle. Le degré d'abaissement de la bille indique la qualité d'allongement de la tôle essayée et,

en particulier, sa valeur au point de vue de l'emboutissage.

Ce dernier genre d'essai est un des plus concluants au sujet de l'homogénéité du métal. Une tôle qui donne de bons résultats en face de cette épreuve en

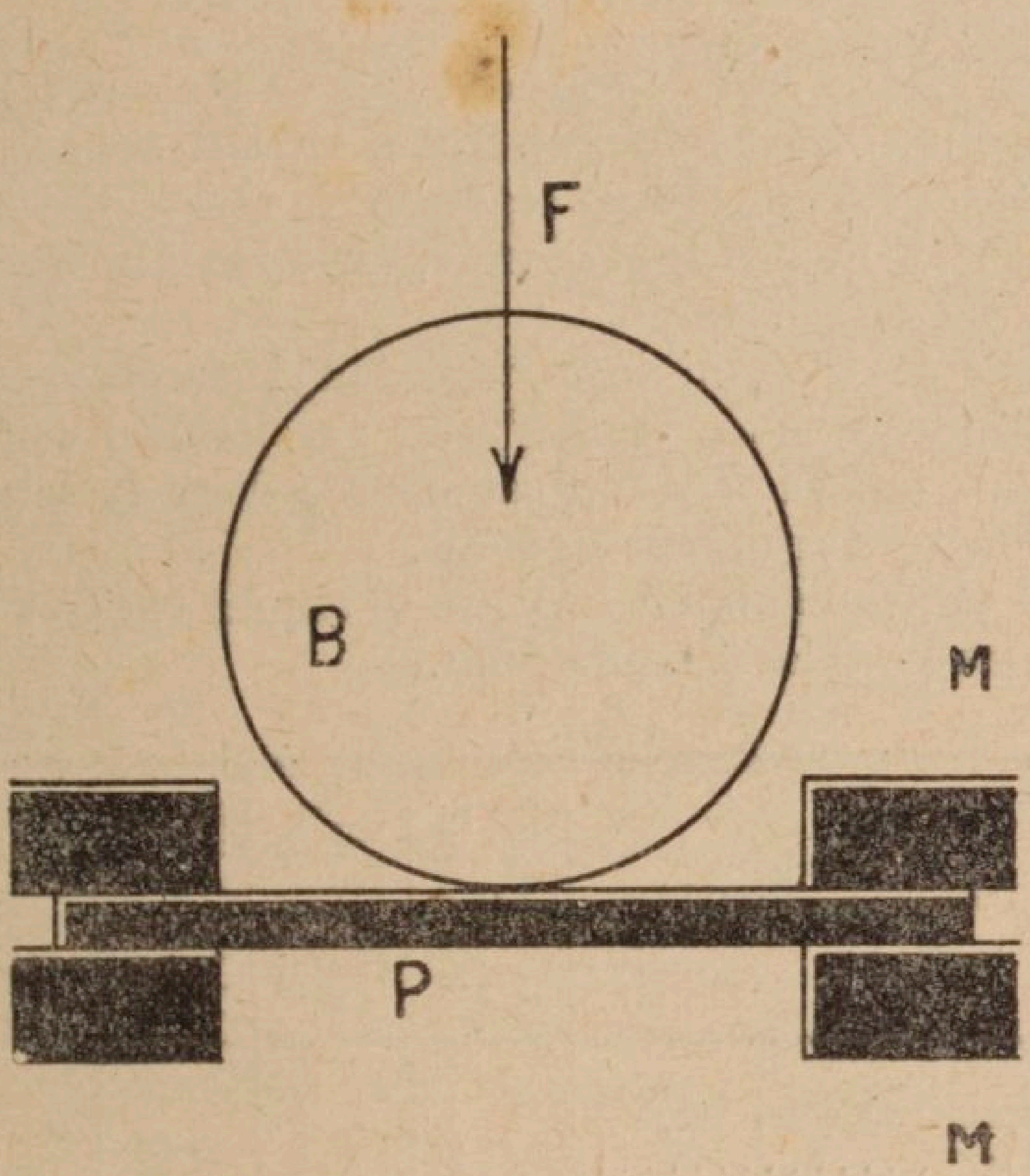


Fig. 34

donne en général de très bons aux essais d'allongement dans les deux sens de la plaque.

B. Aluminium.

L'aluminium qui, comme nous l'avons dit, a été fort employé autrefois, ne l'est plus guère aujourd'hui que sous forme de tôle.

Nous ne le retrouverons guère à l'état massif que dans des alliages divers.

Les échantillons d'aluminium doivent être soumis à des essais du même genre que ceux que l'on fait subir aux autres métaux. Seuls les taux de résistance diffèrent.

Les tôles d'aluminium sont très employées pour la confection des capotages. Elles offrent simplement l'avantage d'une grande légèreté ; la résistance nécessaire n'étant pas très grande, elles remplissent très bien cet office.

Les tôles d'aluminium présentent les mêmes caractéristiques que les tôles d'acier : résistance variable suivant que la traction est opérée dans le sens du laminage ou transversalement.

Le tableau suivant indique quelques chiffres concernant les tôles d'aluminium.

DÉSIGNATION	RUPTURE en kgr/mm²	LIMITE d'élasticité kgr/mm²	ALLONGEMENT en p. 100	DENSITÉ
Aluminium pur, tôle de 8 mm.....	11,1	4,5	11,9	2,64
Aluminium pur, tôle de 2 mm.....	16,5	15,9	2,5	2,64
Aluminium + 2 p. 100 cuivre, tôle de 8 mm. .	24,5	23	3,5	2,9 à 3
Aluminium + 3 p. 100 cuivre, tôle de 8 mm..	27,6	26,1	2,5	2,9 à 3
Aluminium + 4 p. 100 cuivre, tôle de 8 mm..	29,5	27,5	2,5	2,9 à 3

En plus des essais mécaniques qui peuvent suffire pour les tôles d'acier, il est bon de leur faire subir des

essais chimiques qui révéleront la présence d'impuretés.

L'aluminium est un métal qui s'allie très facilement à toutes sortes de corps étrangers qui en font varier la résistance et surtout la durée. Certaines plaques de tôles, présentant un aspect et une résistance satisfaisantes, ne résistent cependant pas aux intempéries et s'oxydent très rapidement au contact de l'air. Les essais chimiques que l'on fera subir aux échantillons éviteront bien des mécomptes. Leur complexité et leur genre spécial, qui relève de la compétence du laboratoire, ne trouveraient pas leur place ici et nous renverrons le lecteur aux ouvrages de métallurgie qui traitent amplement ce sujet.

C. Duralumin

Afin d'éviter de trop charger ce chapitre, nous citerons seulement parmi les autres métaux que l'acier et l'aluminium, le duralumin.

Les variétés de duralumin sont assez nombreuses et leur composition est mal connue dans le public. Elles sont composées en majeure partie d'aluminium et de cuivre.

Ces alliages ont une densité comparable à celle de l'aluminium, mais subissent la trempe et acquièrent de ce fait une résistance analogue à celle de l'acier doux.

Le tableau ci-après, donne une idée des chiffres que l'on obtient aux essais.

DÉSIGNATION	RUPTURE en kgr/mm²	LIMITE d'élasticité kgr/mm²	ALLONGEMENT en p. 100	DENSITÉ
Duralumin, tôle de 7 mm.	46	26	17,5	2,8
Duralumin, tôle de 6 mm.	51	43	7	2,8
Duralumin, tôle de 5 mm.	55	45	7	2,8
Duralumin, tôle de 4 mm.	57	54	4	2,8
Duralumin, tôle de 3 mm.	59	53	3,5	2,8
Duralumin, tôle de 2 mm.	62	54	3	2,8

Il est facile de concevoir l'avantage qu'offre leur emploi ; aussi celui-ci s'est-il fort répandu depuis quelques années.

Malheureusement, on ne peut avoir une confiance absolue dans les pièces en duralumin. La trempe de ce métal est très délicate et, mal exécutée, elle l'affaiblit considérablement dans certaines régions, de sorte que certaines pièces se brisent brusquement sans que des indices nets aient pu faire prévoir cette éventualité.

Les variations de température influent fortement sur la résistance du duralumin au choc, et, au cours de la guerre 1914-1918, il nous a été donné de constater maintes fois, lors des grands froids, le bris très net d'essieux d'avions, au moment de l'atterrissage. L'examen des cassures ne révélait cependant aucune trace de fêlure ni même l'aspect cristallin qui caractérise la brisure des métaux sous l'influence de chocs répétés.

Le duralumin présente encore l'inconvénient de ne pouvoir servir à la confection de pièces dont les cotes doivent être précises. La trempe le déforme, en effet, considérablement, et nous retrouvons là, très

amplifiées, les difficultés que l'on rencontre dans l'exécution de pièces en acier trempé.

Malgré tous ces inconvénients, le duralumin est cependant fort employé sous forme de tubes et de tôles et, avec les progrès de la technique de sa fabrication et de son traitement, on peut espérer que son emploi se généralisera.

C. — TOILES

Il va sans dire que les toiles ont un rôle d'une importance particulière dans l'avion. Elles constituent en effet le premier rempart contre lequel vient s'exercer l'effort de l'air avant d'être transmis aux pièces de métal ou de bois qui constituent la charpente.

Les premiers avions construits il y a une douzaine d'années étaient entoilés au moyen de toiles caoutchoutées fabriquées d'une manière analogue à celle des toiles pour dirigeables. On peut dire que le fait que la navigation aérienne n'avait, à cette époque, réussi qu'au moyen de ballons, était pour quelque chose dans la raison de ce choix de l'étoffe caoutchoutée.

Il faut dire que les résultats obtenus étaient absolument déplorables. D'abord la toile caoutchoutée ne restait pas tendue sur les ailes. Au bout de quelque temps, elle devenait flottante. Ensuite, la vulcanisation étant encore bien imparfaite, on arrivait vite à une décomposition du caoutchouc et l'entoilage était à refaire. Enfin, le prix de revient de ce matériel était très élevé.

Aussi fut-il de courte durée, mais ce fut grâce à une conception nouvelle des procédés d'entoilage. Avec la toile caoutchoutée, on tendait sa surface lors de la pose, comptant uniquement sur cette tension pour maintenir la permanence de la forme de l'aile.

Dans le nouveau système, la toile est employée brute et tendue modérément lors de sa fixation définitive sur la carcasse. Pour arriver à la tendre, on l'imprègne ensuite d'une dissolution qui fait corps avec les fibres de la toile et se contracte en séchant, tendant très énergiquement la surface.

L'application de ce procédé d'entoilage, le seul employé aujourd'hui, quel que soit d'ailleurs le système de fixation de la toile (clouage, laçage, etc.) n'était possible qu'à condition d'avoir à sa disposition l'enduit convenable. La découverte et la fabrication de ces derniers porta un coup fatal et définitif à l'emploi de la toile caoutchoutée.

En conclusion, les toiles employées en constructions aéronautiques, sont donc brutes. On a employé des toiles spécialement tissées avec renforcement, comme la toile Deperdussin qui comportait dans son tissage des bandes de renfort suivant la trame et la chaîne (fig. 35). Cette toile était de qualité supérieure et extrêmement difficile à déchirer ; elle apparut même offrir une résistance inutile et fut abandonnée.

Aujourd'hui on n'emploie que des toiles à tissage courant. Choisies avec soin, montées judicieusement, elles offrent une sécurité largement suffisante.

On rencontre trois catégories de toiles dans la construction des avions : les toiles de lin, de soie et de coton, mais la plus répandue est la toile de lin. C'est d'ailleurs la plus solide et la plus facile à traiter. Elles doivent se rompre sous une charge de 1.700 à 1.900 kilogrammes pour une bande de 50 millimètres de largeur ; les essais sont toujours faits sur des échantillons mouillés ; en procédant sur des échantillons secs, on s'exposerait à trouver des chiffres trop variables suivant le degré d'humidité et qui ne constitueraient pas un critérium d'appréciation suffisant.

Indépendamment de la résistance à la traction cons-

tatée successivement dans les deux sens, suivant la chaîne et la trame, les toiles de lin ne doivent pas excéder le poids de 160 grammes par mètre carré.

Les toiles de coton auxquelles on impose une charge de rupture analogue à celle des toiles de lin peuvent cependant être admises avec un poids légèrement supérieur au mètre carré.

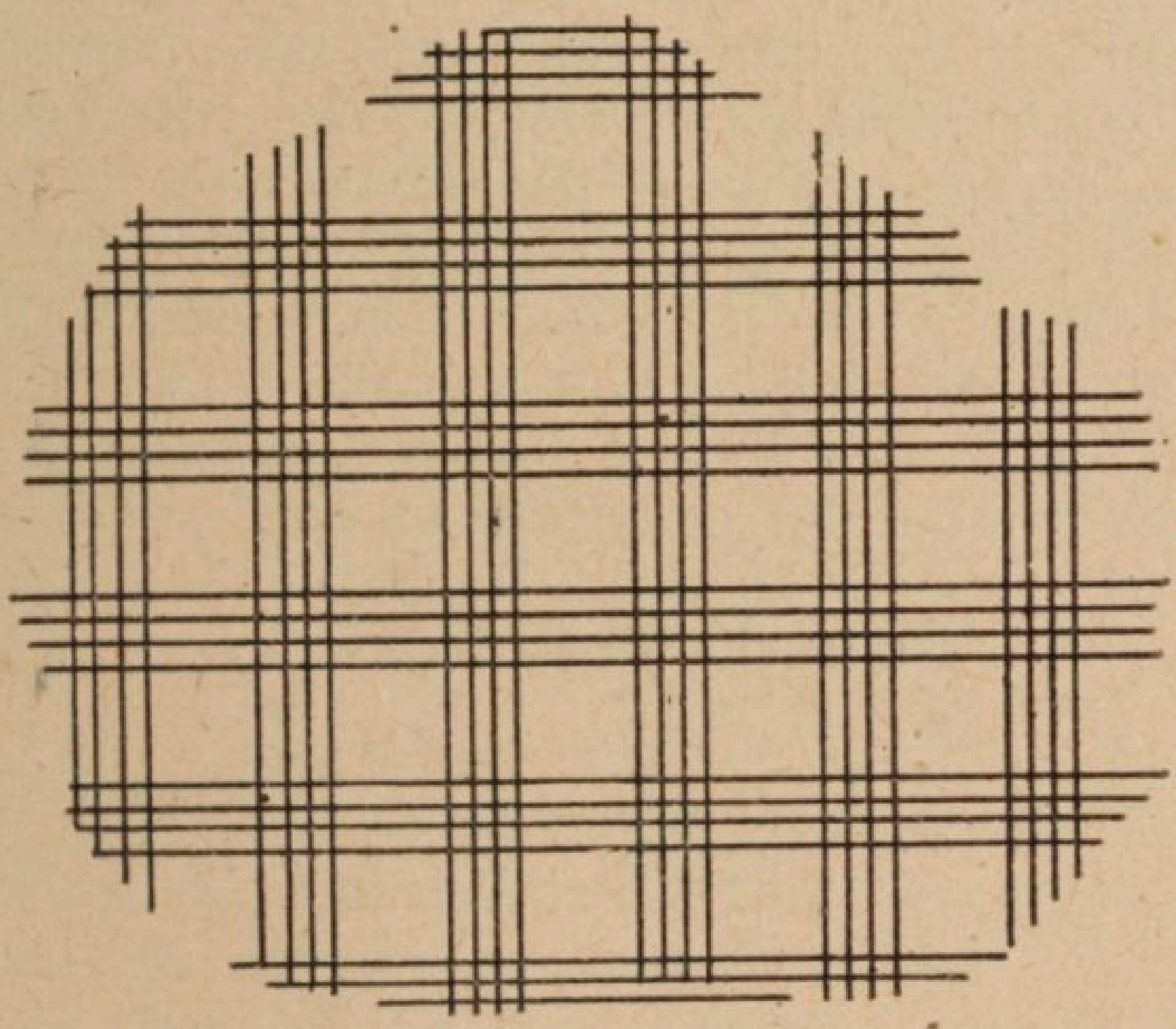


Fig. 35. — Toile Deperdussin.

Les poids sont évalués sur des échantillons secs, pour des raisons opposées à celles que nous signalions au sujet des épreuves de traction.

Enfin, les toiles que l'on accepte à la livraison ne doivent pas être chargées de corps étrangers employés au cours de leur fabrication (décolorants).

Cette dernière observation est dictée par la nécessité qu'il y a de ne pas laisser les toiles chargées de corps chimiques qui, à la longue, pourraient avoir une action sur leur texture et modifier ainsi la résistance.

Les essais qui s'y rapportent sont relativement simples, mais nécessitent cependant des connaissances chimiques pour déceler la présence de corps nuisibles et les déterminer.

Ici se limitent les renseignements pratiques qui trouvent leur place dans cet ouvrage. On voit qu'ils sont plus limités en étendue qu'au sujet des autres matériaux. Mais les essais des toiles ont une importance capitale. Disons pour finir, toute l'importance qu'il y a à entreposer les stocks de toile dans des endroits appropriés, d'une température qui peut être variable, mais suivant le degré d'humidité, il faudra procéder très souvent à l'aération. Eviter toujours l'empilage de rouleaux l'un sur l'autre.

Suivant immédiatement les toiles, nous devons dire quelques mots des enduits dont nous avons parlé tout à l'heure et qui, en somme, joignent étroitement leurs propriétés à celle du tissu pour créer la qualité de l'entoilage.

Enduits et Vernis

Les enduits apportèrent, comme nous l'avons dit, un grand perfectionnement dans l'art de l'entoilage.

Ils sont, en général, obtenus par dissolution d'un corps dérivé de la cellulose dans un corps analogue à l'acétone. Naturellement, la composition des enduits de diverses marques varie quelque peu et reste le secret du fabricant, mais elle revient toujours sensiblement à cette composition.

Un bon enduit doit être évidemment dépourvu de tous corps étrangers non volatils qui puissent porter atteinte à la texture des tissus. En principe, après séchage, il ne doit laisser d'autre trace que le corps constituant prévu pour augmenter la résistance de

la toile et la tendre. Le produit volatil qui ne sert que d'agent mécanique pour l'étendre doit disparaître complètement.

Les compositions sont, comme nous l'avons dit, très variées, et c'est ici que doit intervenir particulièrement le laboratoire de chimie lors des essais de réception. L'étude complète d'un enduit demande des essais chimiques très compliqués.

Les enduits sont livrés la plupart du temps en divers numéros de compositions chimiques analogues, mais de degrés de fluidité variables.

Les enduits n° 1 sont appliqués sur les toiles brutes ; ce sont les plus fluides et très volatils ; ils sont peu chargés du corps principal et pénètrent profondément le tissu.

Les enduits n° 2 commencent à combler les intervalles entre fils, étant moins fluides que les précédents. Ils laissent déjà des traces de dépôt.

Les enduits n° 3, analogues aux précédents, mais dans lesquels on a employé un corps dissolvant moins volatil, achèvent le remplissage des vides laissés par le précédent et, outre cela, par une quatrième couche, laissent sur la surface de la toile une épaisseur d'acétocellulose, souple, brillante et imperméable qui achève de donner à l'aile une tension élastique satisfaisante.

Certaines marques comportent des numéros différents de ceux que nous avons adoptés mais l'ordre des opérations est le même.

Enfin, il existe des enduits colorés qui viennent s'ajouter aux précédents. Quelquefois, l'enduit coloré est appliqué à la troisième couche, mais ces procédés rapides, nés de l'urgence des fabrications de guerre, sont peu recommandables. Il suffit d'avoir constaté l'état de quelques ailes d'avions ainsi traitées pendant un temps de brouillard pour avoir peu de confiance dans leur durée.

L'application des enduits sur les toiles entraîne une augmentation de poids de 70 grammes environ.

Outre les propriétés qu'ont les enduits de tendre les tissus sur la carcasse, de les protéger contre l'humidité et de rendre leur surface lisse, ils ont celle d'en augmenter la résistance. La résistance d'un tissu enduit est d'environ 20 p. 100 supérieure à celle d'un tissu essayé dans les conditions que nous avons indiquées. Mais, ce chiffre s'applique à des étoffes traitées avec soin, et il est très variable en pratique, suivant les équipes chargées du travail.

L'enduit est quelquefois appliqué sur des toiles trop humides et une fois évaporé emprisonne des fibres textiles qui sécheront peu à peu et ne joindront pas leur résistance à celle de la pellicule d'acétocellulose. Celle-ci sera sujette à se fendiller facilement.

Longtemps, on s'est contenté pour la protection de la toile, de la pellicule déposée par l'enduit, mais de nos jours on protège à son tour cette dernière par des vernis, dont la composition est, autant que possible, faite de corps non sensibles à l'humidité ; ou plus exactement, de corps qui ne se gonflent pas sous l'influence de l'eau, acquérant de ce fait des dimensions plus grandes qui amènent la distension de la toile.

Les vernis à base de corps dérivés de la cellulose sont les plus pratiques, en ce qui concerne l'entretien de l'avion, car ils s'allient facilement aux enduits et permettent ainsi le collage facile des petites pièces sur les déchirures. Malheureusement, l'industrie chimique n'a pas encore réussi à produire le vernis non hygroscopique idéal. Le seul que l'on connaisse est à base de nitro-cellulose, et il offre le grand inconvénient d'être fort inflammable.

Aussi est-on obligé, par mesure de prudence, de recourir à l'emploi des vernis gras divers bien connus.

La plupart du temps, ceux-ci sont composés en majeure partie d'huile de lin.

Une surface ainsi convenablement enduite et vernie offre un aspect parfait.

Mais, en cas de déchirure dans la toile, il est nécessaire, pour procéder à la réparation, de nettoyer l'alentour de la partie abîmée, d'abord de son vernis, au moyen de corps tels que l'alcool, puis de l'acétocellulose de l'enduit au moyen d'acétone. Beaucoup de vernis se dissolvant dans l'acétone, il suffit de recourir à ce dernier produit pour mettre l'étoffe à nu. On peut alors procéder à l'application de la pièce, puis on traite l'ensemble comme un entoilage neuf, en ayant soin de raccorder proprement les diverses couches afin d'éviter les surépaisseurs disgracieuses.

Certains constructeurs ont essayé de recouvrir les ailes de couches de peinture, mais ces essais sont abandonnés, étant donné les résultats déplorables qu'ils donnèrent.

Aujourd'hui, on se contente presque universellement de recouvrir l'étoffe de 3 couches d'enduit et d'une couche de vernis.

D. — CAOUTCHOUC

Nous terminerons l'étude des corps employés en constructions aéronautiques par quelques mots sur le caoutchouc.

Le caoutchouc est employé dans les avions sous forme de pneumatiques, de bagues ou extenseurs divers servant dans les trains d'atterrissage.

Nous ne dirons rien ici du caoutchouc lui-même dont chacun sait la provenance.

Les pneumatiques font l'objet d'une fabrication spéciale sur laquelle nous n'avons pas à insister ici non

plus que sur tout ce qui concerne le caoutchouc employé en pièces massives.

La seule spécialité qui se rapporte à l'avion est l'extenseur, dont l'emploi s'est généralisé aujourd'hui.

Les extenseurs sont formés de fils de caoutchouc dits fil anglais, de section carrée de 1 mm. de côté. Ces fils sont emprisonnés et serrés dans une gaine formée d'une couche de coton et d'une couche de fil, destinée à les protéger contre les attaques extérieures.

Le tressage de la gaine est tel que celle-ci puisse subir un allongement égal à celui du caoutchouc. La gaine doit serrer le caoutchouc d'une façon constante.

L'extenseur offre le grand avantage de permettre d'utiliser le caoutchouc en fil relativement petit, et cela, par le serrage de la gaine, sans craindre de voir les fils se briser successivement sous un allongement exagéré. On obtient par ce procédé, des ensembles d'une élasticité parfaite dont on n'a jamais à redouter la rupture brusque. D'autre part, par la variation du nombre des fils, on obtient dans la fabrication toute une gamme de résistances permettant de répondre aux exigences de la construction aéronautique.

Les extenseurs sont livrés en longueurs différentes et les fabricants fournissent avec chaque numéro des courbes indiquant les tensions correspondant aux divers allongements. Grâce à ces données, il est facile de choisir rapidement le type dont on a besoin.

L'attache des extenseurs est variable suivant les marques, surtout en ce qui concerne les gros diamètres.

La plupart du temps l'extrémité caoutchouc et gaine est introduite dans une chape tubulaire sur laquelle on pratique un ou deux sertissages qui serrent énergiquement le tout sur le pourtour et l'empêchent ainsi de s'échapper de la chape. Cette dernière est munie d'une patte percée pour recevoir un boulon, un axe ou toute autre pièce de fixation.

CHAPITRE III

AILES ET PLANS

Généralités. — Au cours de ce chapitre, nous aborderons l'étude constructive de l'aile en général et des

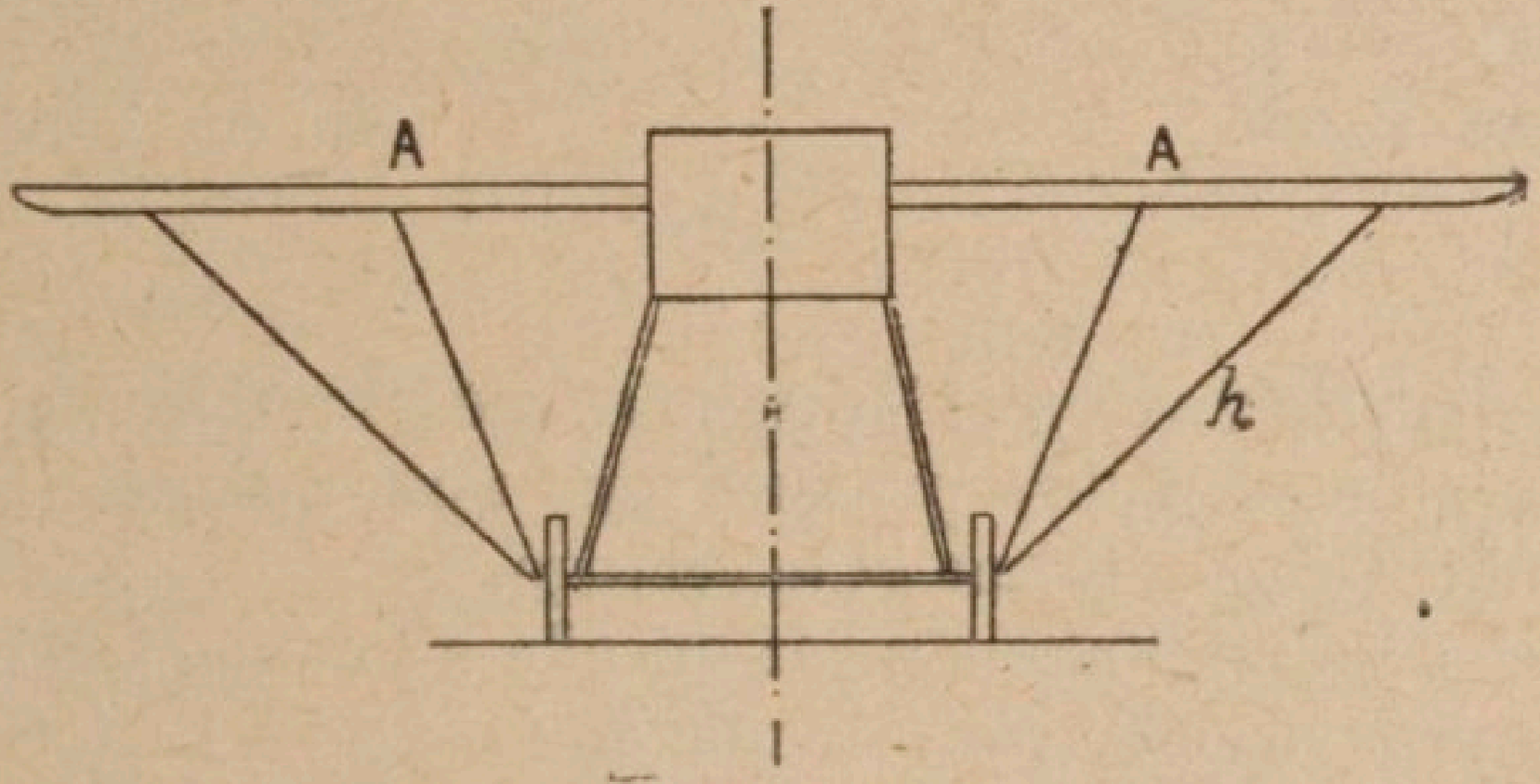


Fig. 36

plans secondaires divers. Nous pensons, en effet, que ces parties de l'avion, qui reçoivent les poussées de l'air, sont à classer au tout premier rang.

Sous le nom d'aile, nous entendons le système sustentateur principal. Il est constitué d'ailes simples ou de cellules diversement agencées.

L'aile simple est un plan d'une forme déterminée qui se déplace dans l'air. Elle est haubannée, mais les

haubans qui la soutiennent sont fins, autant que possible.

Le type initial d'appareil qui se sustente au moyen d'ailes simples est le monoplan. Schématiquement, vues de face, les ailes du monoplan se réduisent à la figure 36, dans laquelle on voit en A les ailes proprement dites et en *h* les haubans.

Il existe aussi des appareils à ailes simples, que l'on désigne du nom d'ailleurs impropre de doubles monoplans (types allemands Fokker D-7). Dans ces appareils, les plans se suffisent à eux-mêmes pour

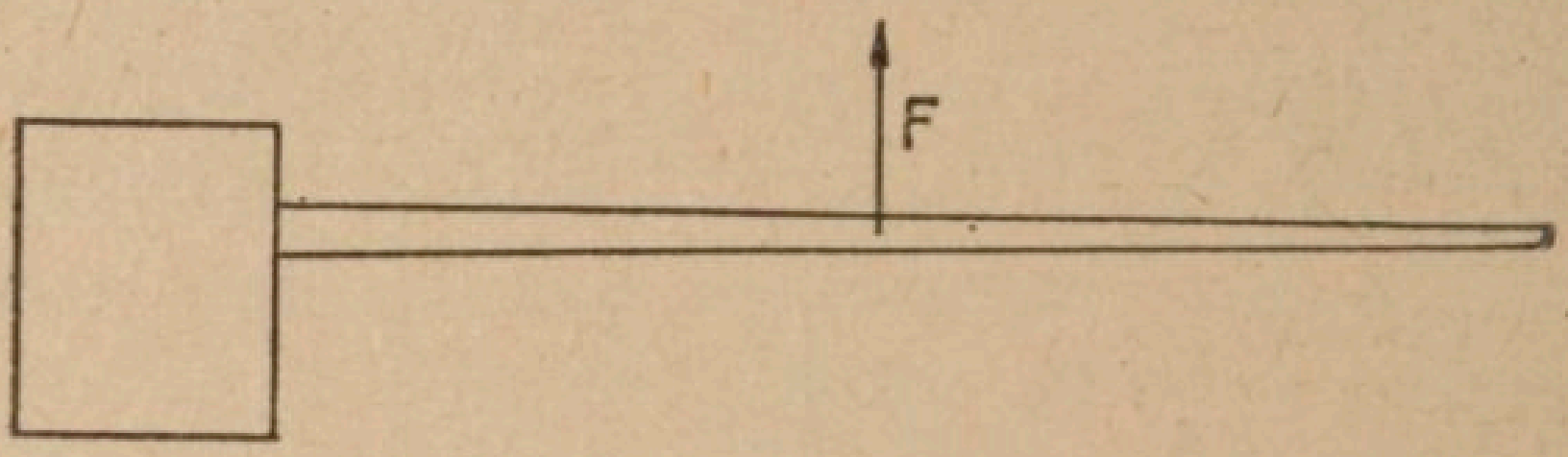


Fig. 37

résister à la flexion et les menues pièces qui les réunissent ne sont guère prévues que pour maintenir la régularité de la forme et le réglage.

En resumé, l'aile simple ou aile de monoplan doit être prévue pour résister par elle-même à l'effort de flexion F auquel elle est soumise (fig. 37). Le haubannage est un moyen de renforcement qui dépare l'aile simple.

On se rend facilement compte de l'ordre de grandeur des efforts et, par suite, de la grosseur des pièces principales d'une aile simple.

Aussi, pour obtenir une plus grande résistance à la flexion avec un poids total plus faible, a-t-on songé, dès les débuts de l'aviation, à utiliser les propriétés des poutres composées. Cela a amené la conception du biplan.

Les appareils biplans ont des ailes réunies entre elles et constituant une cellule. Vue de face, la cellule offre l'aspect de la figure 38. Les ailes A_1 et A_2 sont réunies par des montants ou mâts M et la permanence de la forme est assurée par des haubans H. Un tel ensemble résiste admirablement à l'effort F.

Les sections S_1 et S_2 des longerons n'ont plus besoin d'être aussi fortes que les sections correspondantes dans l'aile simple. A poids égal, on arrive

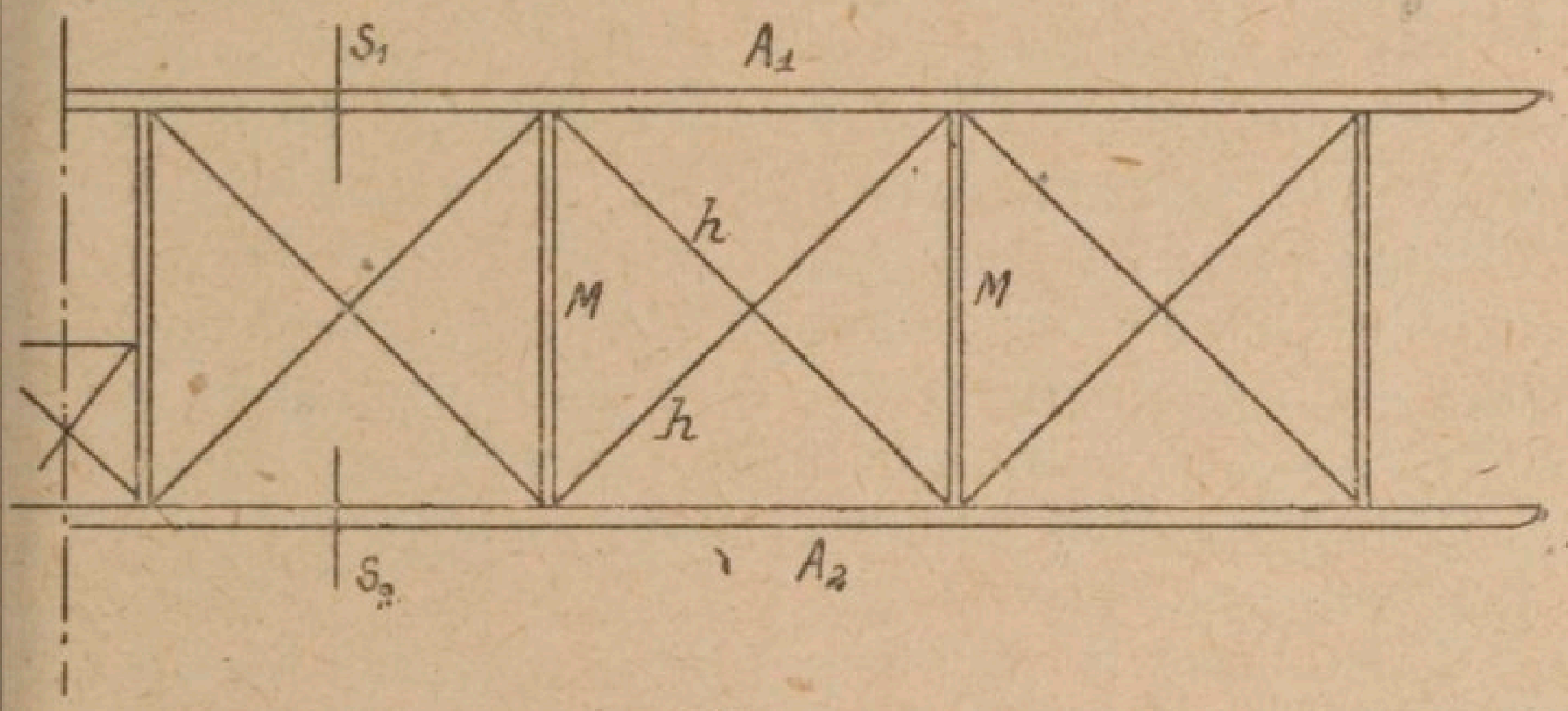


Fig. 38

donc avec le biplan à un coefficient de sécurité beaucoup plus grand.

C'est pourquoi le monoplan qui eut une grande vogue est à peu près complètement abandonné aujourd'hui. Le défaut principal du monoplan résidait dans les haubans que l'on devait prévoir pour soutenir les ailes. Ces haubans, relativement longs, flottaient dans l'air et augmentaient considérablement la résistance à l'avancement. On a dès les débuts cherché à les supprimer le plus possible en donnant à l'aile une résistance à la flexion de plus en plus grande, mais cette voie conduisait malgré tout à des solutions limitées et il fut difficile de réduire au-dessous de quatre par aile le nombre des haubans.

Un essai de construction de monoplan sans haubans fut tenté par la Société Antoinette, mais il conduisit à des ailes d'une épaisseur considérable ; cette dernière atteignait en effet, 0 m. 70 à la base. Cet appareil ne donna pas de résultats dignes d'être retenus.

En présence de l'impossibilité de supprimer complètement le haubannage des ailes de monoplans, les constructeurs se remirent à l'étude du biplan et s'efforcèrent de réduire à leur tour les pièces des cellules.

Par l'emploi de carcasses d'ailes de plus en plus solides, on put arriver à réduire le nombre des mâts ; on employa des haubans rigides ; on fusela toutes les pièces et on obtint de cette façon des appareils dont la résistance à l'avancement n'était guère plus grande que celle des monoplans correspondants, mais qui offraient par contre une grande garantie de solidité.

C'est pourquoi, aujourd'hui, le monoplan est fort peu employé.

Cependant, il n'y a pas lieu d'en abandonner l'étude, car on peut espérer qu'avec les progrès de la construction, on arrivera à réaliser à nouveau des modèles satisfaisants. Ils auront tout au moins l'avantage de la grande vitesse.

Ces considérations générales étant exposées, nous allons aborder la construction des ailes, en étudiant successivement les éléments constitutifs.

Constitution générale d'une aile.

La constitution générale d'une aile simple est la suivante : la résistance totale de l'air sur la surface est supportée par des pièces principales auxquelles sont accrochés les poids principaux par des artifices divers que nous exposerons. Ces pièces principales sont

les longerons. Sur les longerons sont montées ensuite les les nervures, qui constituent une ossature secondaire sur laquelle on tend la toile ou plus généralement la voilure.

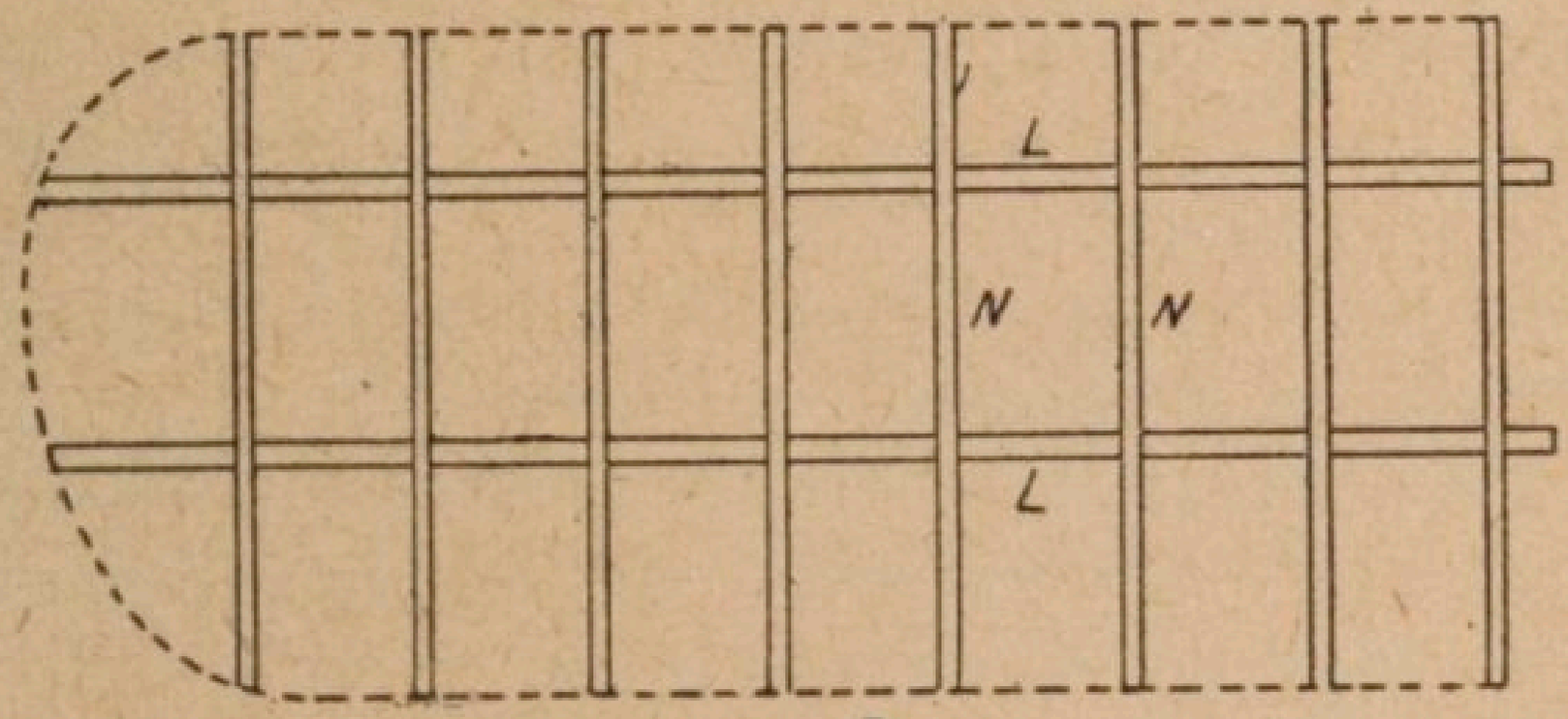


Fig. 39

Ces divers éléments sont réunis de diverses façons, mais l'allure générale de l'ensemble correspond à la figure 39, dans lequel les longerons sont représentés

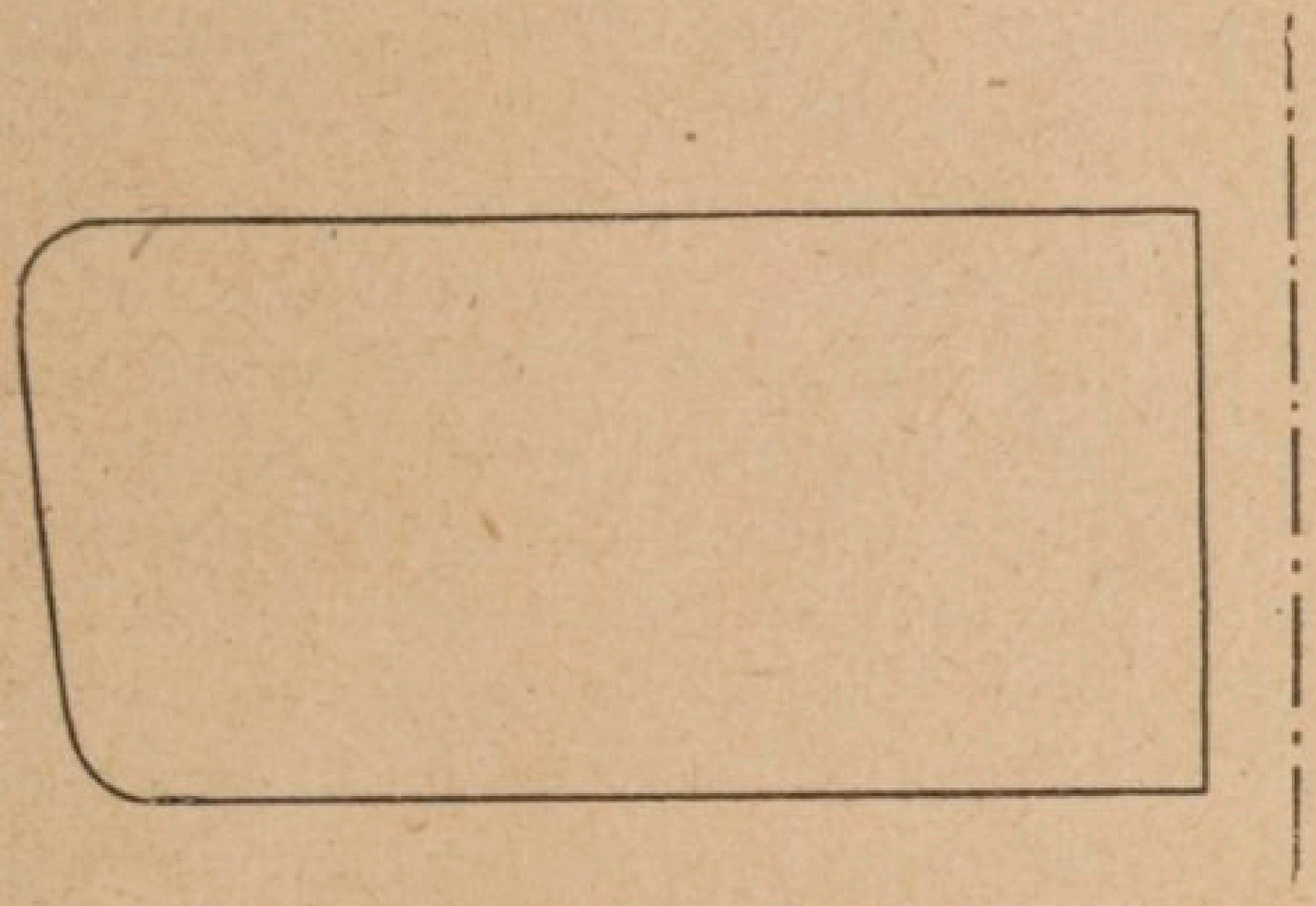


Fig. 40

en L, les nervures en N. La ligne pointillée indique le contour de l'aile, d'ailleurs très variable avec les constructeurs.

Les contours d'ailes furent autrefois très discutés

et l'ignorance des lois expérimentales de l'aérodynamique, le manque de documents précis, aboutirent pendant quelques années aux plus extravagantes fantaisies.

Aujourd'hui, l'allure générale des contours est sensiblement la même pour tous les avions. Elle n'a d'ailleurs pas grande importance au point de vue aérodynamique.

Le croquis 40 donne l'allure à peu près rectangulaire que l'on adopte de nos jours.

L'assemblage des longerons et des nervures ne suffit pas à fournir une carcasse suffisamment complète pour la pose de la voilure. Aussi est-on obligé de border le contour, d'une pièce rigide en bois ou métal qu'on appelle l'*arêtier*.

Longerons. — Les longerons d'ailes sont construits en bois ou en métal. Mais alors que dans le second cas ils sont toujours constitués par un tube rond, dans le premier, ils offrent des sections très variables.

Longerons métalliques. — Un longeron métallique est la plupart du temps constitué par un tube en acier ou en duralumin, dont la section est constante d'un bout à l'autre de l'aile.

Dans certains cas, pour donner une solution plus mécanique au problème, on peut constituer le longeron métallique de plusieurs tronçons de tubes, de section décroissante suivant le moment de flexion, mais cette solution n'est à adopter que pour de très grandes ailes. Elle ne fournirait que des avantages négligeables pour une aile de faible envergure.

La figure 41 représente un longeron ainsi constitué de 3 tronçons de sections différentes. Il convient, pour une telle construction, de choisir des tubes de sections telles que l'on puisse les emboîter l'un dans

l'autre. Cette condition facilite beaucoup les assemblages entre tronçons successifs.

Il va sans dire que ces assemblages doivent être faits sur une grande longueur et avec beaucoup de soin ; de la qualité de leur exécution dépend entièrement la valeur du longeron, le moindre jeu entre pièces étant une cause de graves accidents.

Beaucoup de constructeurs ont essayé l'emploi de longerons métalliques de profils divers. Ces essais ont donné satisfaction, mais n'ont pas été poussés très loin jusqu'ici. L'augmentation de prix qui en résultait n'était, en effet, pas compensée par des

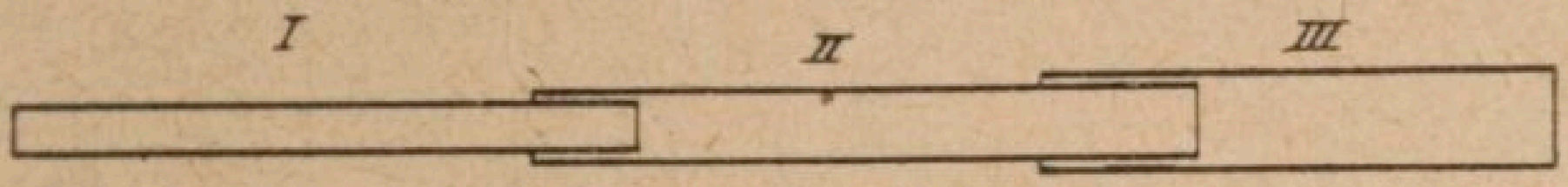


Fig. 41

avantages sérieux. Il faut prévoir, cependant, que les longerons métalliques profilés retrouveront leur place dans les constructions de l'avenir.

Longerons en bois. — Les longerons en bois se font en une ou plusieurs pièces ; pour de petits appareils biplans, on emploie en général des longerons façonnés d'un bout à l'autre dans la même pièce.

Dans les monoplans, on évite ce procédé et on préfère employer des longerons de profils divers, constitués de plusieurs pièces réunies par collage ou par assemblage quelconque.

Les longerons sont placés à des endroits différents de l'aile. Au début de l'aviation, le longeron était placé au bord même de l'aile, mais cet usage n'était guère général que dans les biplans. Dans les monoplans, le longeron avant était placé à environ 0 m. 40 du bord avant.

Nous n'insisterons d'ailleurs pas sur ce point qui se rapporte plutôt au point de vue constructif à l'étude des nervures, comme on le verra plus loin.

Nous nous étendrons plus particulièrement sur les moyens employés pour réunir ensemble deux plans et en former une cellule.

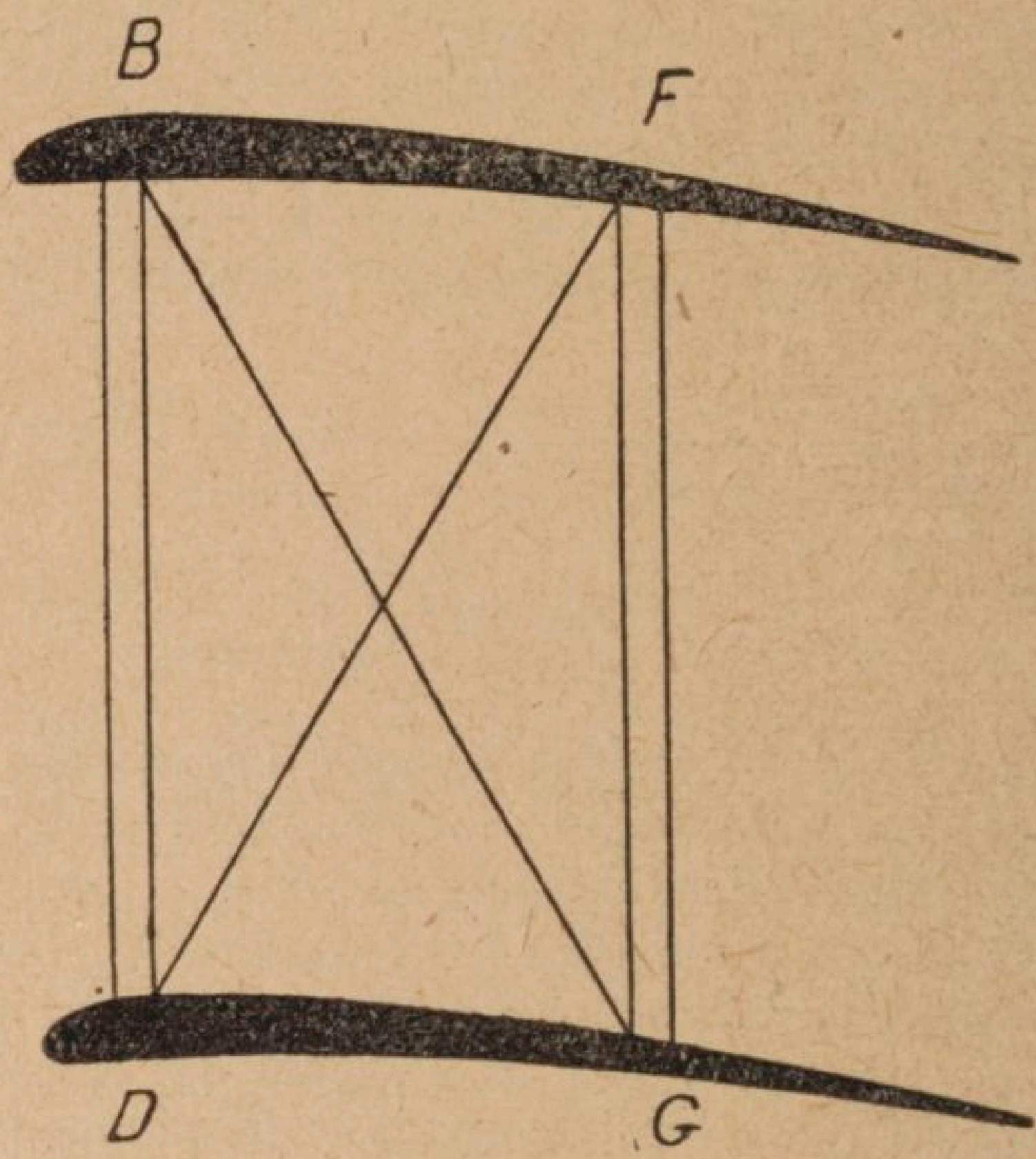


Fig. 42

Une cellule se compose en principe de deux ou plusieurs plans, deux la plupart du temps, réunis entre eux par des *mâts*. La rigidité de la cellule est maintenue par des croisillons. La figure 42, profil de la figure 38, suffit, en complétant cette dernière, à donner une idée de l'ensemble obtenu.

On voit que les points d'assemblage B D F G, qui

réunissent les longerons et les mâts, doivent être l'objet d'une étude particulière.

En ce qui concerne ce paragraphe, on voit qu'il faudra, pour ne pas s'exposer à des diminutions de section, prévoir des parties renforcées dans les longerons aux endroits où viennent se poser les pieds des mâts, en B et C par exemple.

Un longeron simple aura donc l'aspect général de la figure 43 ; les sections faites en S_1 et S_2 indiquent

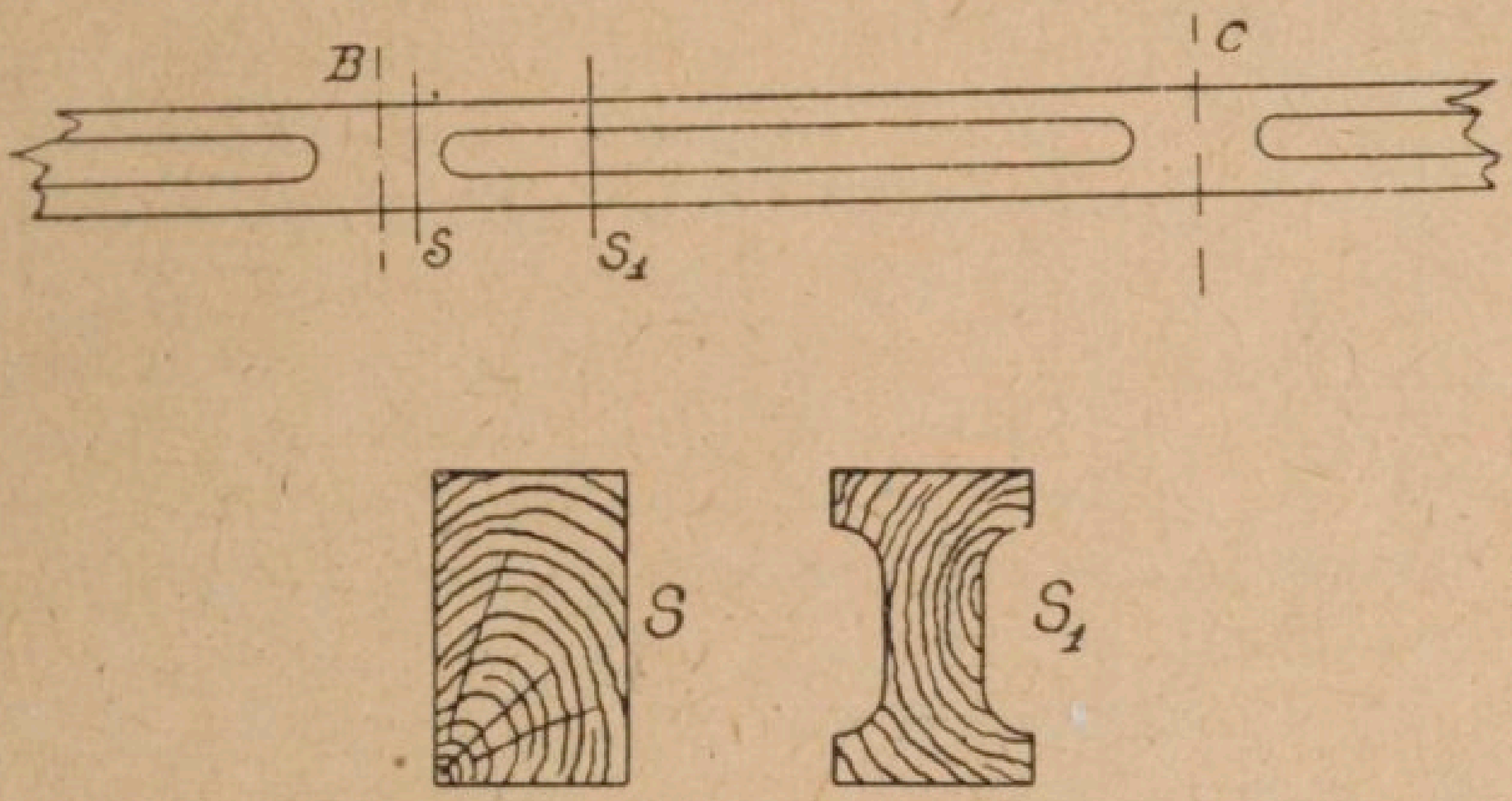


Fig. 43

nettement que le toupillage pratiqué en T s'interrompt dans les régions B et C. Il est donc possible en ces points, bien que cela ne soit pas recommandable, de percer des trous pour fixer les pièces d'assemblage, sans nuire à la constance de la section.

Les types de longerons les plus répandus sont ainsi conçus.

Indépendamment des longerons usinés dans la même pièce de bois, il existe des types divers, dont nous avons parlé plus haut. La majorité des longerons ont une section composée de plusieurs pièces collées ensemble. Schématiquement, un longeron de

ce type peut être constitué de 3 planches I, II, III, comme sur la figure 44. Le collage de ces planches doit être parfaitement exécuté et pour le protéger, il est bon de recouvrir le tout d'une bande de toile enduite, puis vernie. Cette dernière opération, connue sous le nom de *marouflage*, reçoit son application dans la construction de presque toutes les pièces en bois.

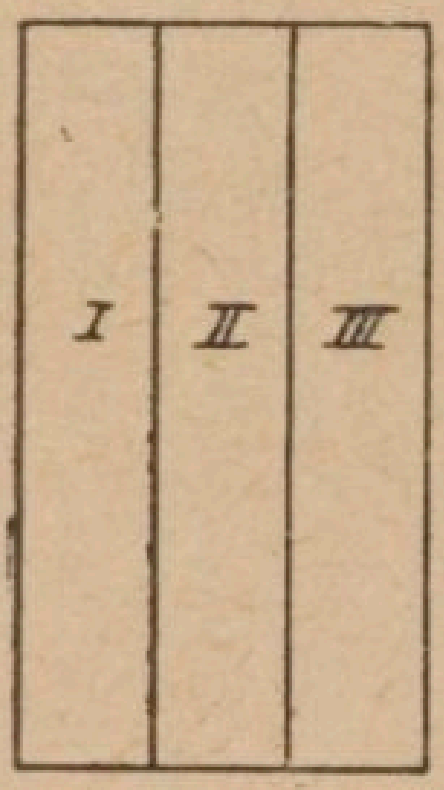
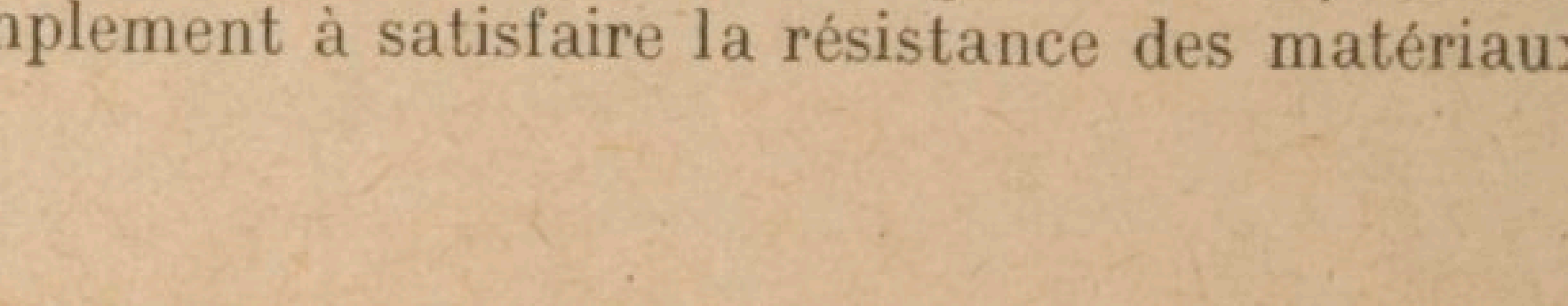


Fig. 44.

L'avantage des longerons composés est de pouvoir être faits avec des bois parfaits et en n'importe quelle longueur. La construction par elle-même permet en effet le choix des diverses pièces.

Pour fabriquer les longerons toupillés dans une masse unique on est obligé de procéder à des réunions de pièces diverses par les systèmes universellement connus dont le plus répandu est le « trait de Jupiter ». Ces assemblages, bien exécutés, sont très solides. Il est de toute importance de les maroufler.

Indépendamment de toutes ces considérations d'ordre général, les constructeurs ont suivi des princi-


Fig. 45

pes très variés et ont été aussi amenés à profiler les longerons suivant des dessins inspirés par les nécessités de la résistance à la pénétration dans l'air. Ainsi les appareils dans lesquels le longeron avant borde l'aile ne sauraient admettre un profil rectangulaire et, alors que par exemple le rectangle A B C D, suffirait amplement à satisfaire la résistance des matériaux,

il est nécessaire de compléter le profil suivant la ligne E (fig. 46). Mais, alors, on obtient une section totale qui, malgré sa forme impropre, offre une résistance surabondante. Dès lors, un toupillage devient possible en T, sous les réserves que nous avons indi-

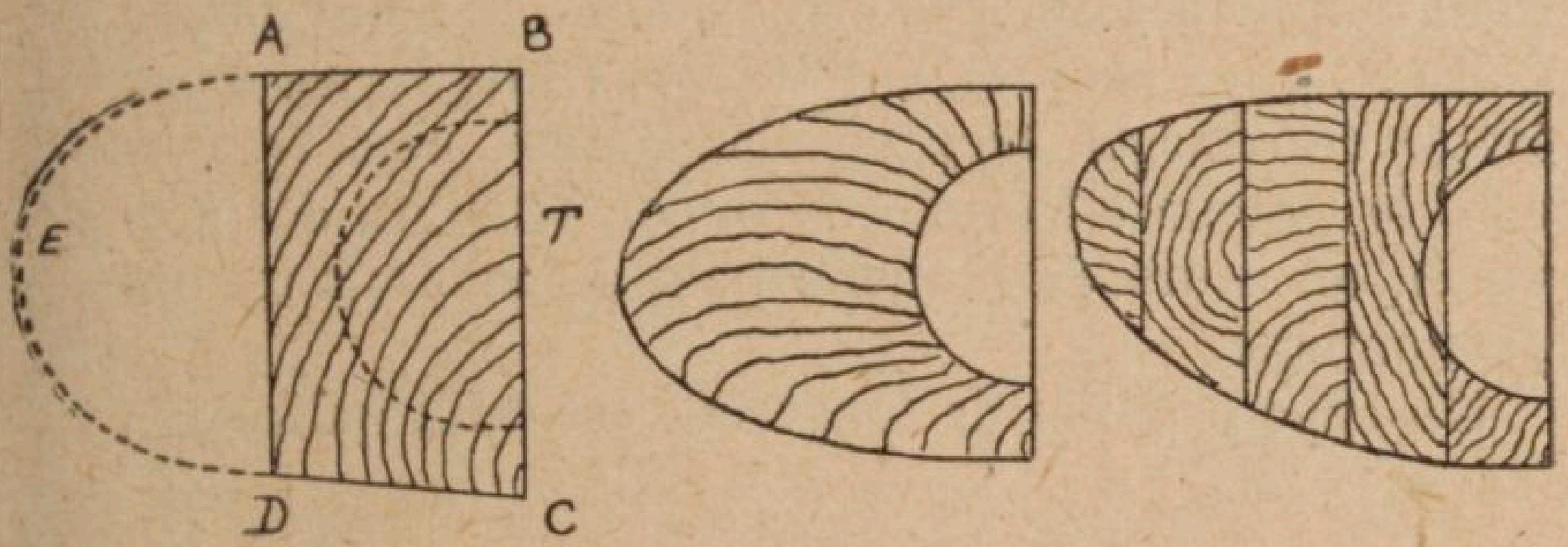


Fig. 46, 47, 48.

quées plus haut et on aboutit finalement à des sections dont l'allure générale est celle des figures 47 et 48.

Quand le longeron ne se trouve pas placé au bord de l'aile, il obéit parfois à des considérations sem-

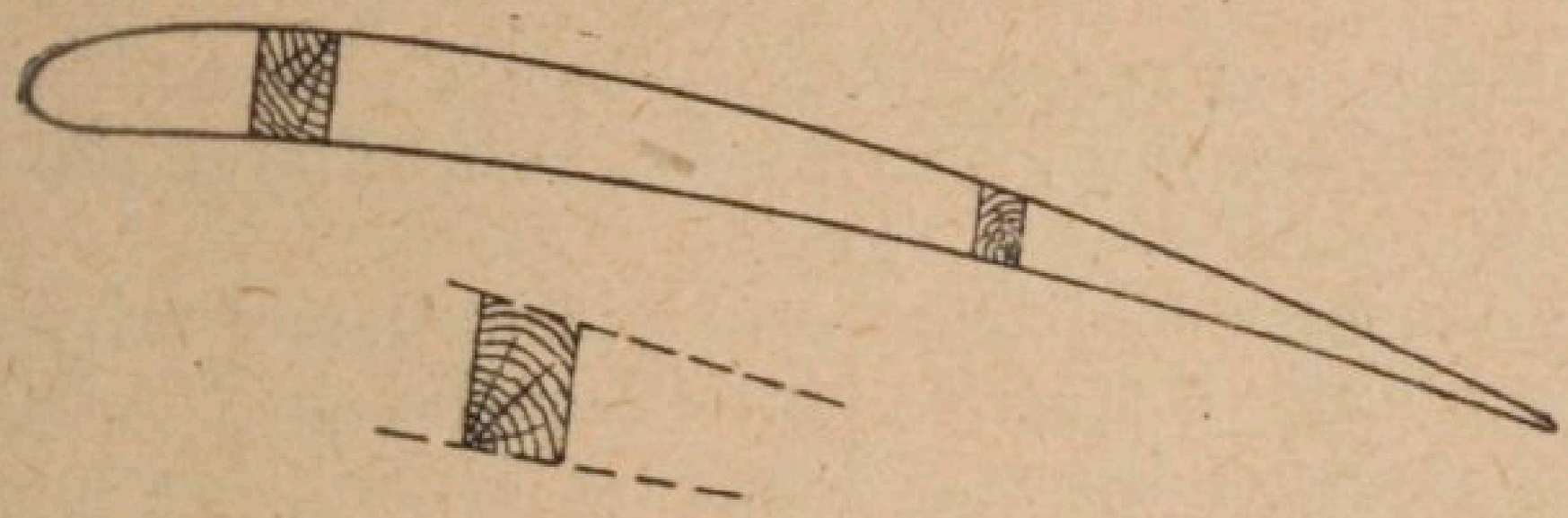


Fig. 49

blables, résultant du choix de la section que l'on veut donner à l'aile d'après les études aérodynamiques. Dans ce cas, le mode de construction des nervures intervient pour beaucoup. Aussi on voit *a priori*, que le longeron avant de l'aile dont le profil est dessiné fig. 49 pourra être sensiblement rectangu-

laire et qu'il serait difficile que le longeron arrière le fut aussi. La section indiquée plus bas donne l'idée de la déformation approximative qu'il devra subir.

On conçoit facilement le nombre illimité de solutions auxquelles on peut être conduit au point de vue de la section proprement dite des longerons. Pour éviter de charger trop ce paragraphe, nous renverrons le lecteur à l'étude de la construction des nervures, au cours de laquelle nous signalerons les cas particuliers.

Un type original de longerons est celui qu'innova

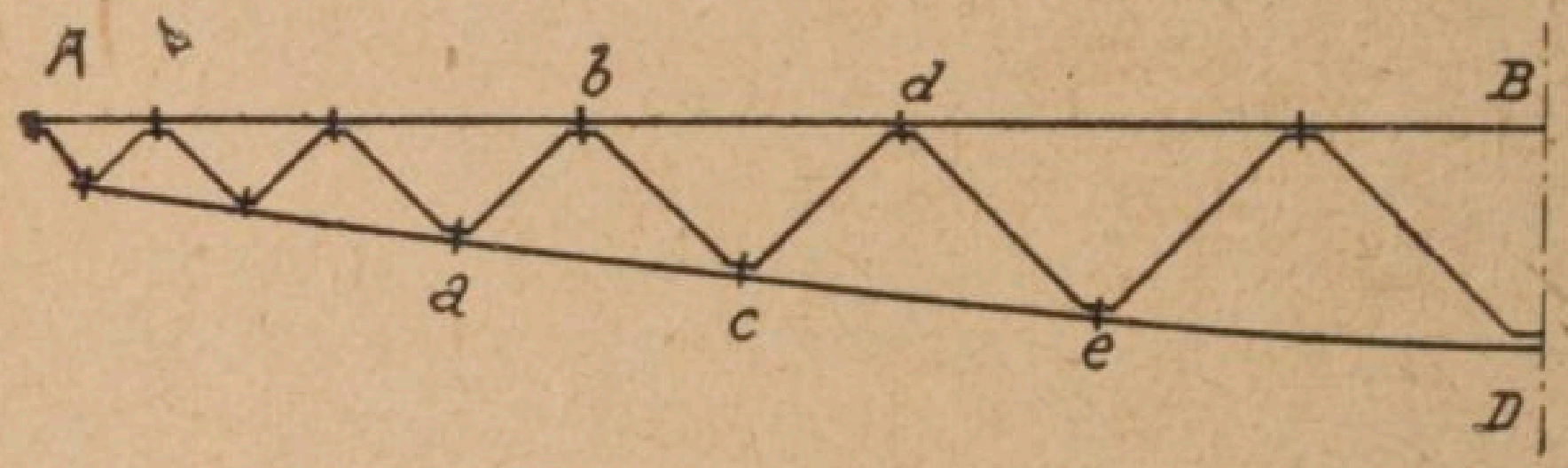


Fig. 50

M. Fabre sur son hydroaéroplane. Ce modèle est presque abandonné, mais il peut servir à l'inspiration de certains détails.

Le longeron était composé de deux lames principales AB et AD (fig. 50) entre lesquelles on montait une série de croisillons *abcd*..., le tout en bois mince et large. Ces croisillons étaient fixés aux tablettes principales suivant des systèmes divers. Des constructeurs ont proposé celui de la figure 51. Les croisillons sont formés par le pliage d'une longue bande de bois mince, simple ou contre-plaquée et rivés simplement en A avec les tablettes.

L'avantage des longerons de Fabre réside surtout en la possibilité de donner un grand moment d'inertie

à la section, sans augmenter outre mesure la résistance à l'avancement. Il faut considérer en effet que les pièces se présentent suivant leur arête. Mais cet avantage n'est à retenir que dans le cas particulier d'ailes dans lesquelles le longeron n'est pas empri-

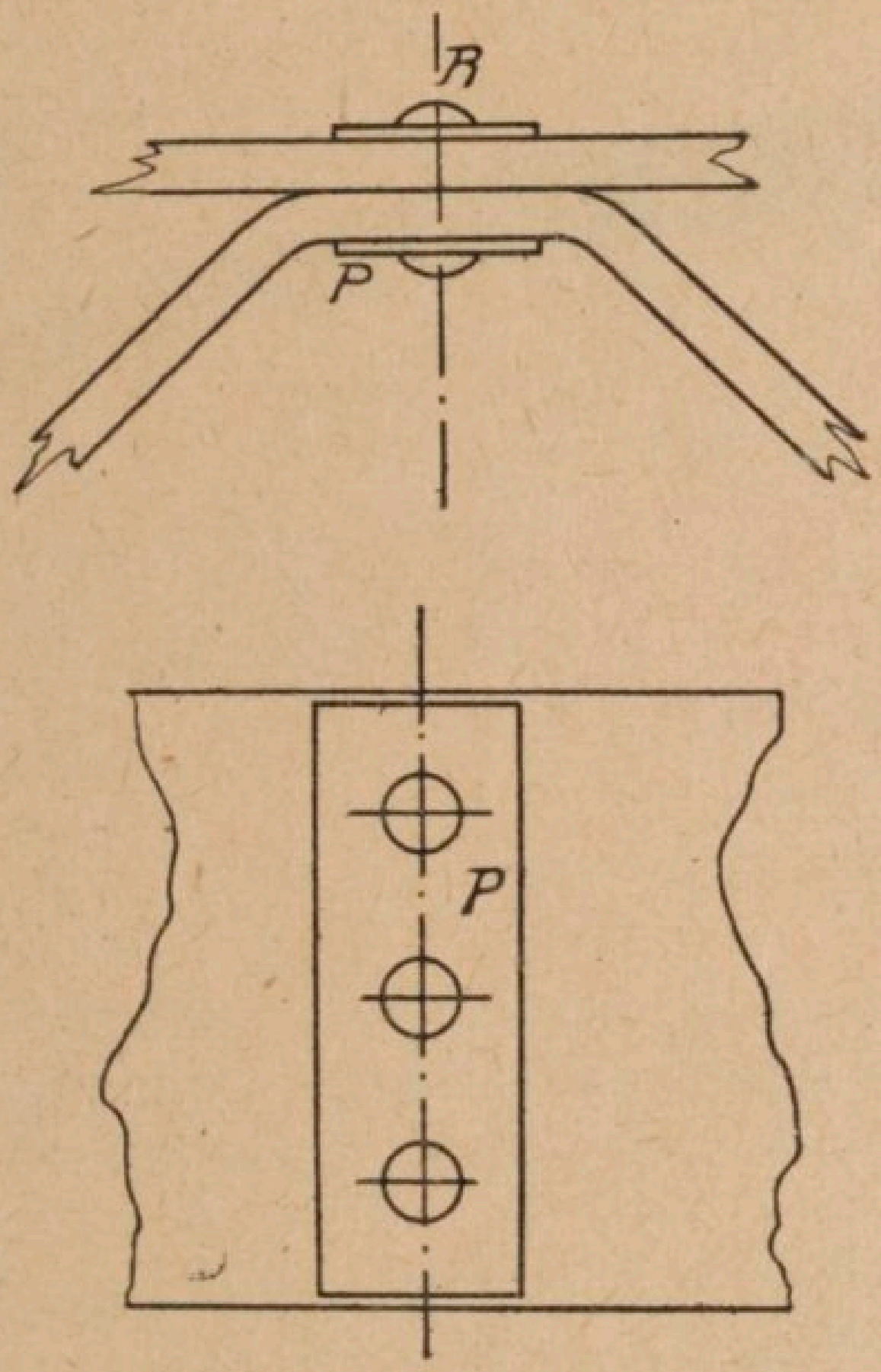


Fig. 51

sonné dans la voilure et c'était le cas de l'hydroaéroplane Fabre.

Construction des nervures.

Le problème qui se pose lorsqu'on aborde la construction des nervures d'une aile est le suivant : réali-

ser le profil imposé par l'étude aérodynamique de l'aile en tenant compte des conditions pratiques de construction.

Le profil imposé est limité par un simple trait (fig. 52) et il faut que dans cette partie hachurée, le constructeur de la nervure emprisonne les longerons,



Fig. 52

les arêtiers, etc., tout en prévoyant qu'il faudra fixer solidement la voilure sur le tout.

Nervures en bois

Les premières nervures furent construites en bois. Comme elles étaient destinées à des biplans portant peu de poids par mètre carré de voilure, elles étaient très légères.

Le type de nervure le plus simple est, en général construit de la façon suivante (fig. 53).

Deux lamelles AB, en bois, d'une faible épaisseur sont montées au-dessus et au-dessous des longerons L_1 et L_2. Elles sont fixées dessus par des vis V.

La formé de la courbure est assurée par des tasseaux *t* placés entre les lamelles A et B. Quant à l'arrière de la nervure, il se termine simplement par la réunion des deux lamelles au moyen d'une bande de fer blanc repliée et renfermant un fil d'acier *f* qui borde l'aile et sert à la fixation de la voilure (fig. 54).

Wright fixait les lamelles A et B sur le longeron

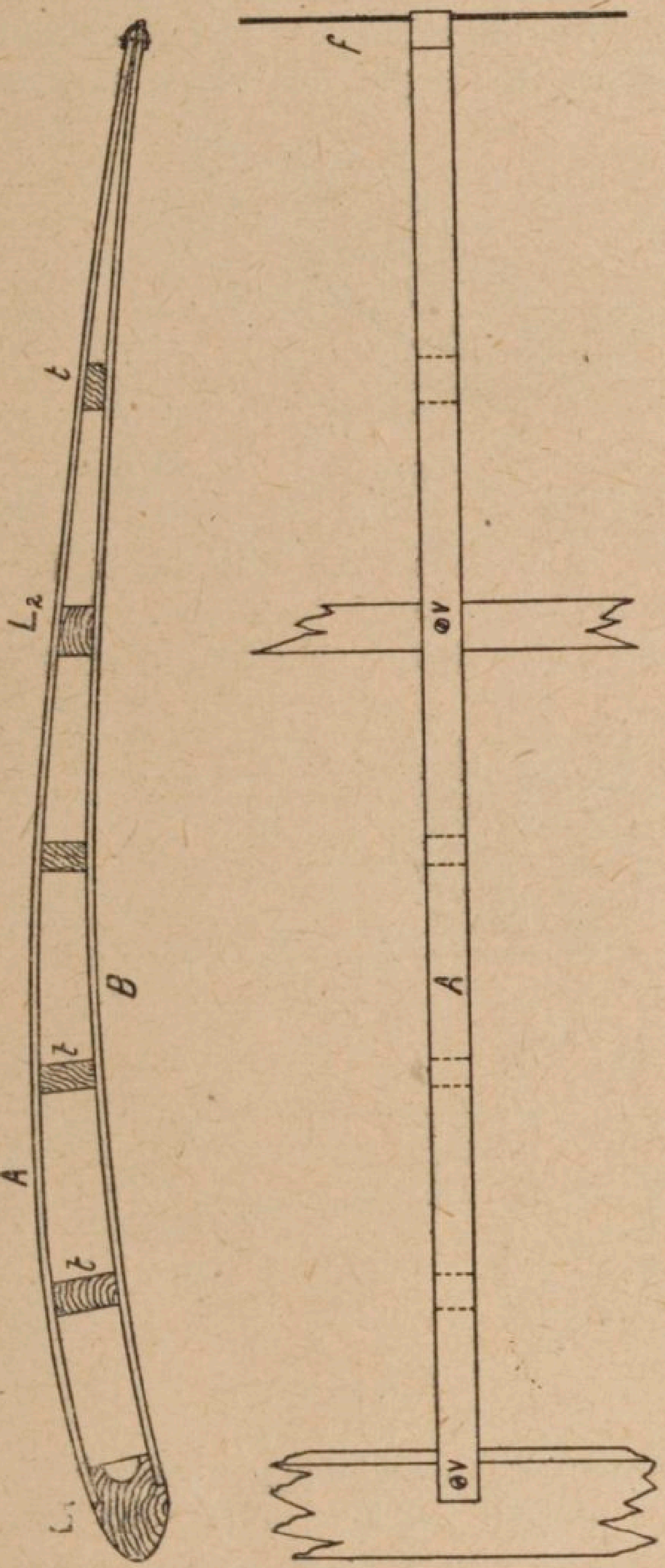


Fig. 53.

d'une façon légèrement différente qui avait pour avantage d'éviter de le creuser trop fortement. Les lamelles étaient fixées par des vis E et F sur une

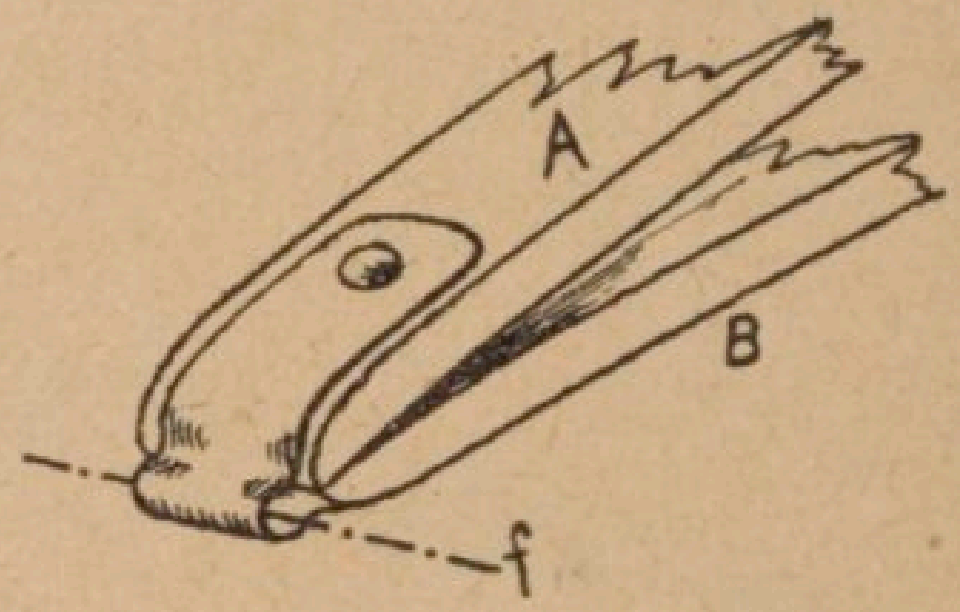


Fig. 54

pièce de bois C et cette dernière était elle-même immobilisée sur le longeron par la vis V (fig. 55).

Les nervures que nous venons de décrire avaient

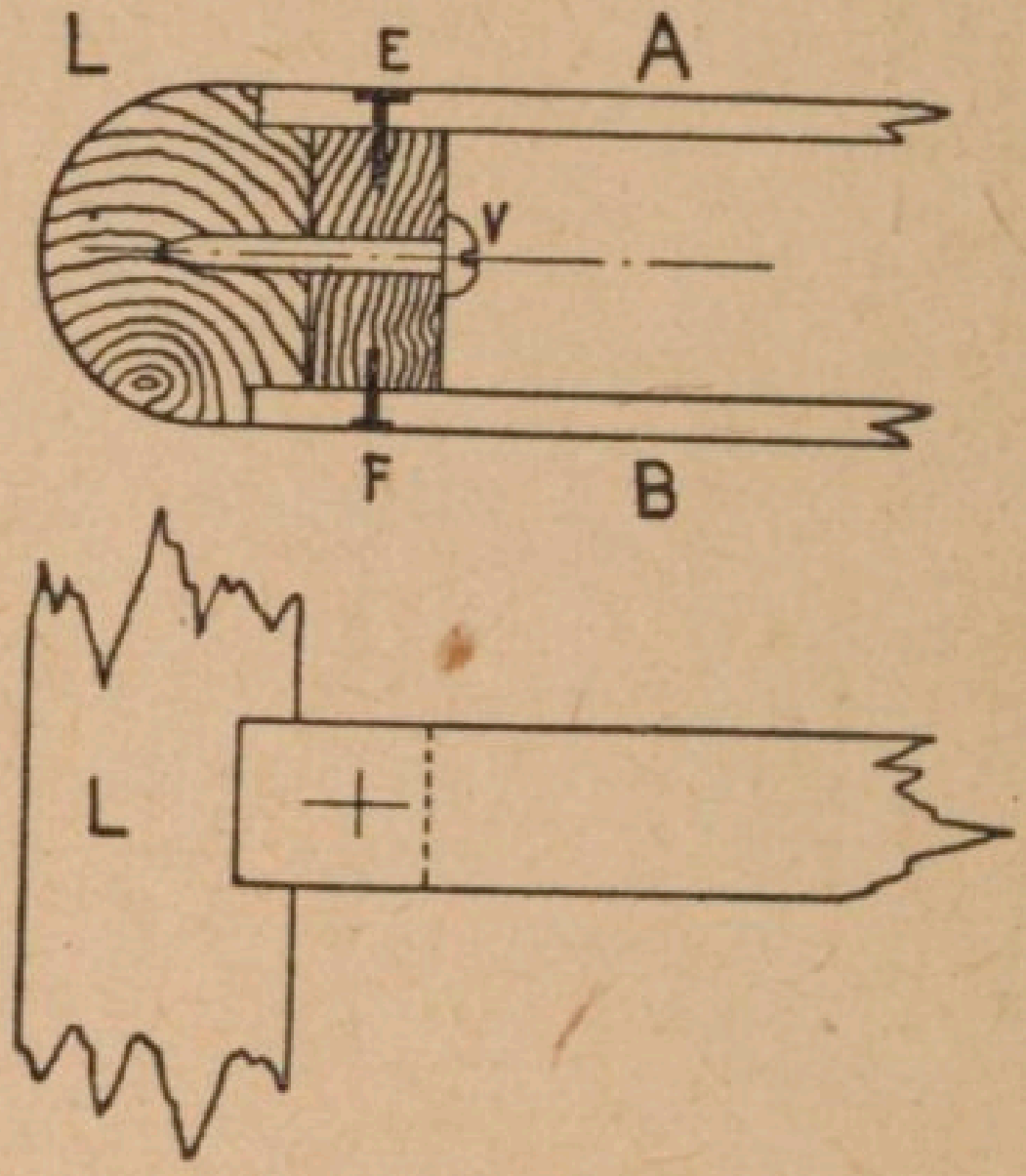


Fig. 55

le grave inconvénient de se déformer assez facilement, les tasseaux *t* n'étant pas suffisants pour l'atténuer.

Il était donc nécessaire de prévoir d'autres dispositifs, assurant l'indéformabilité de la courbure.

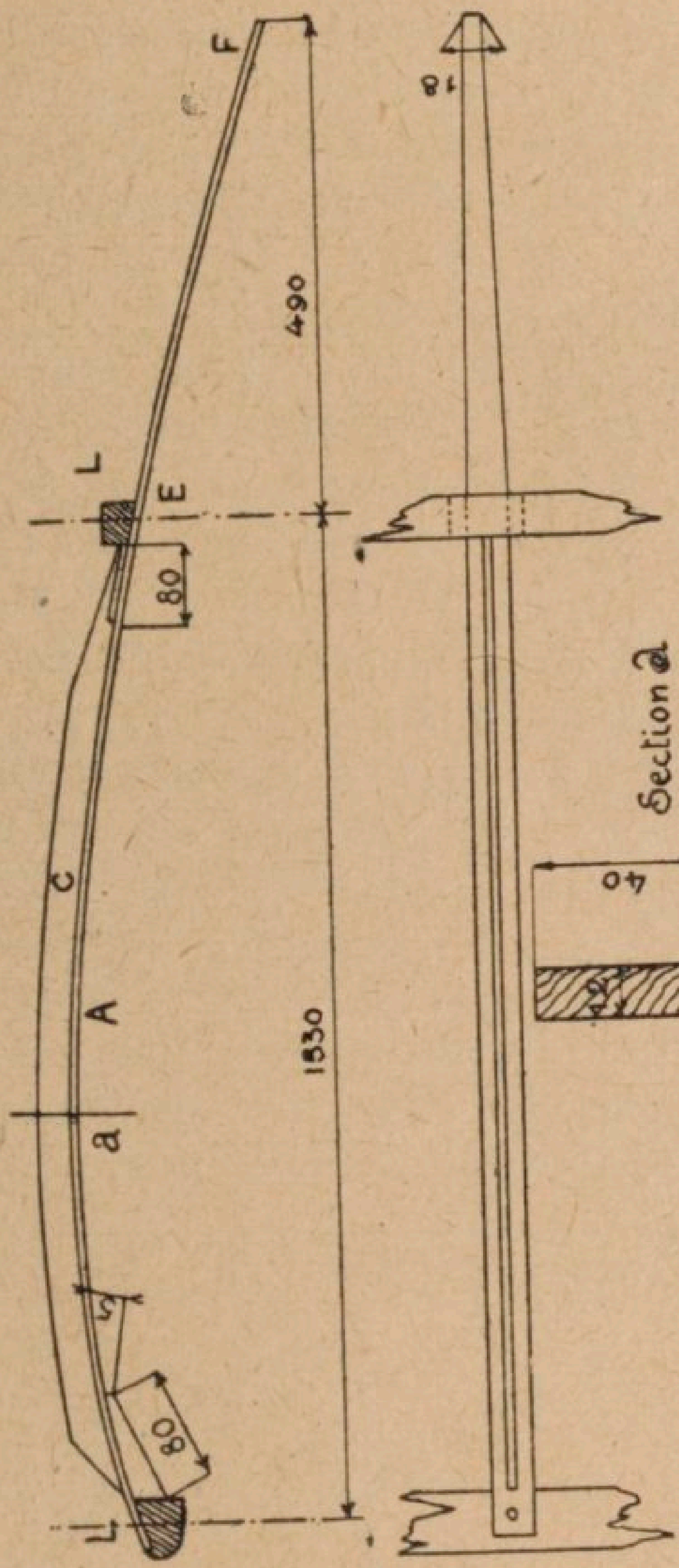


Fig. 57.

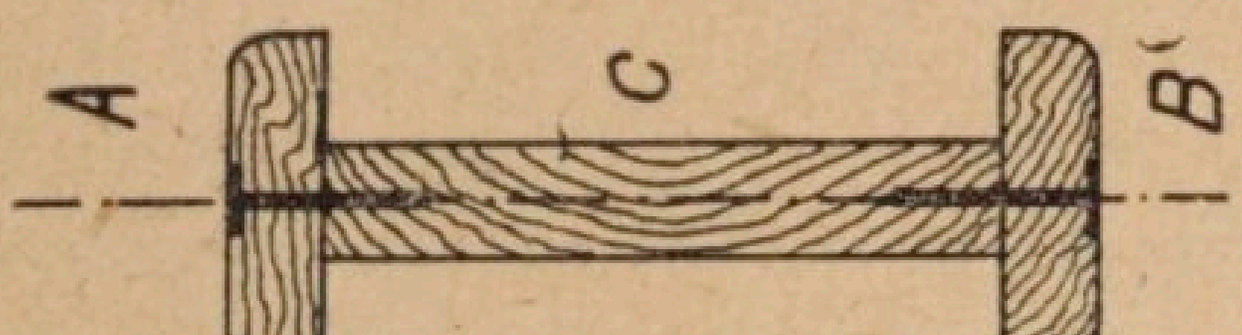


Fig. 56.

Le plus simple consiste en l'interposition d'une *âme* entre les lamelles A et B. Cette âme découpée suivant le dessin de la section de l'aile, remplit beaucoup mieux que les tasseaux le rôle qu'on en attend.

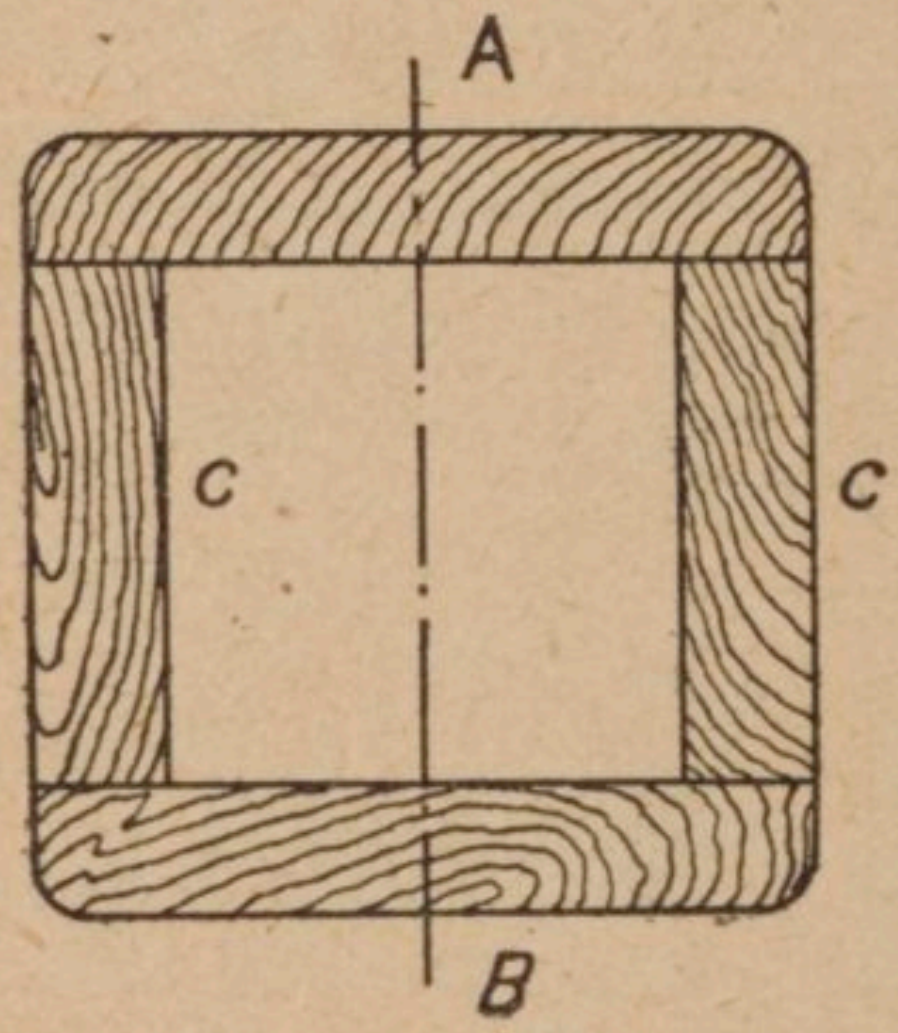


Fig. 58.

Le type le plus simple construit de cette façon aura donc la section suivante (fig. 56). Ces lamelles A et B sont simplement vissées sur l'âme C.

Ce modèle a été peu employé. On en trouve une variante dans l'appareil H. Farman 1912 (fig. 57). La nervure se compose d'une seule lamelle A passant sous les longerons L et entre ceux-ci se trouve une âme C, la partie arrière restant flexible. Dans ce même appareil,

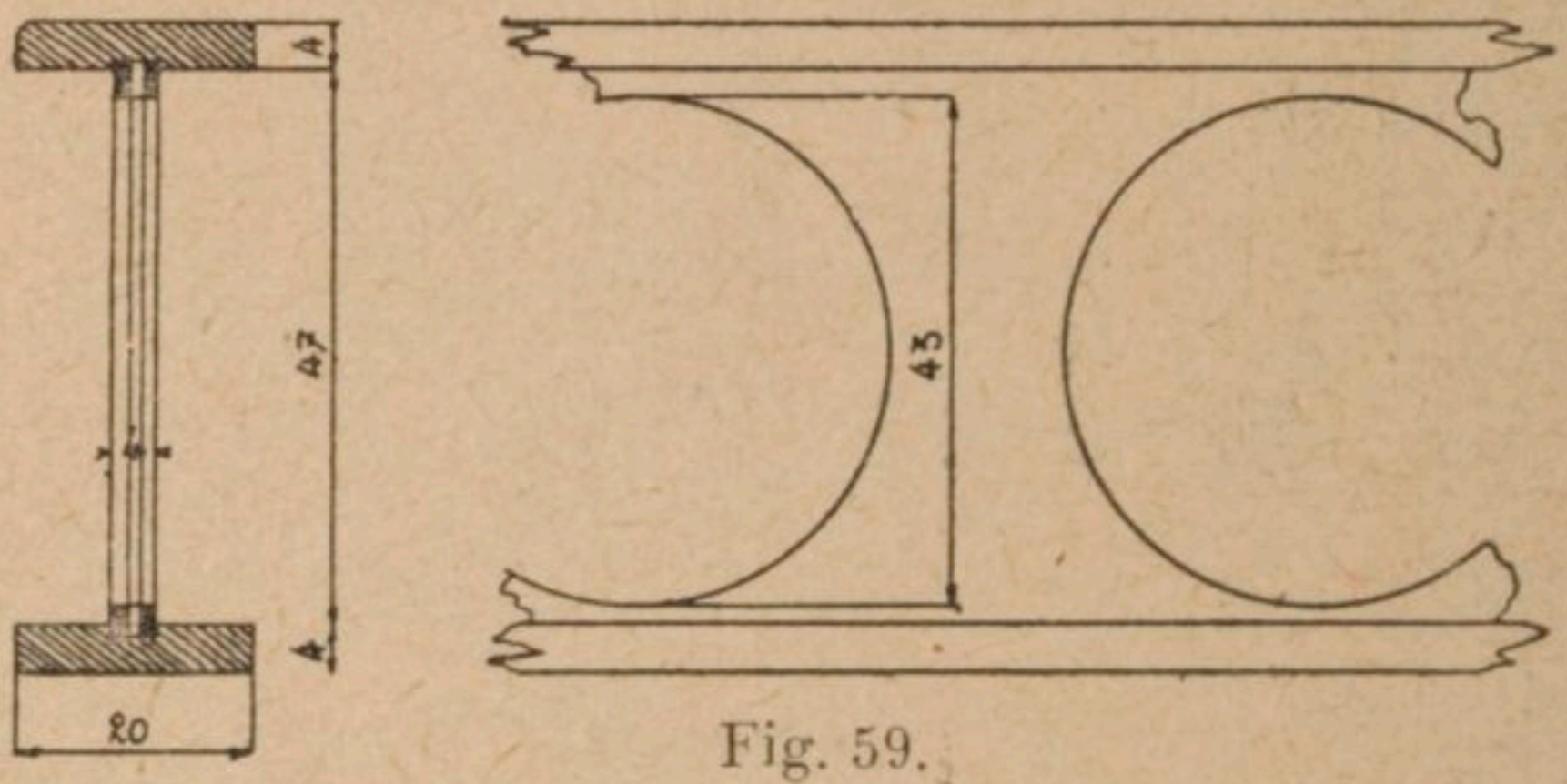


Fig. 59.

nous trouvons des types de nervures renforcées dont la section est donnée par la figure 58. En C se trouvent les âmes découpées suivant le profil de l'aile et, en A et B, nous retrouvons les lamelles analogues

aux précédentes, mais de dimensions beaucoup plus fortes.

Ces modèles de nervures furent peu à peu abandonnés en face de perfectionnements nouveaux.

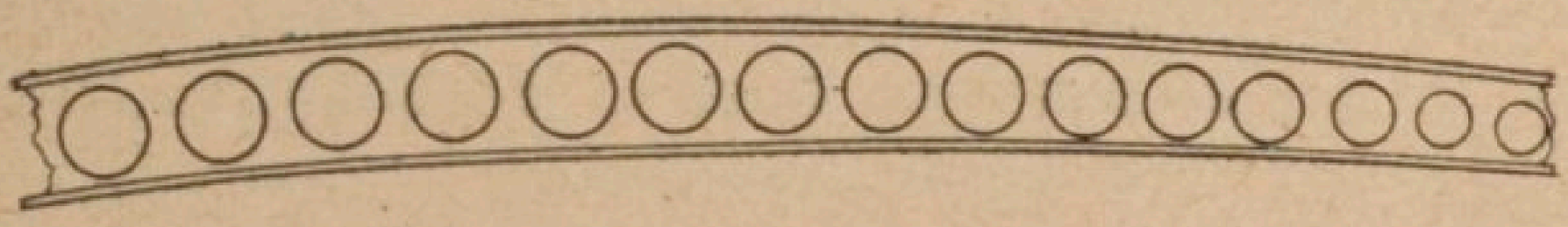


Fig. 60

Par l'emploi d'une âme en contreplaqué, Maurice Farman réalisa sur ses appareils 1913 des nervures extrêmement légères. Il suffit de jeter un coup d'œil

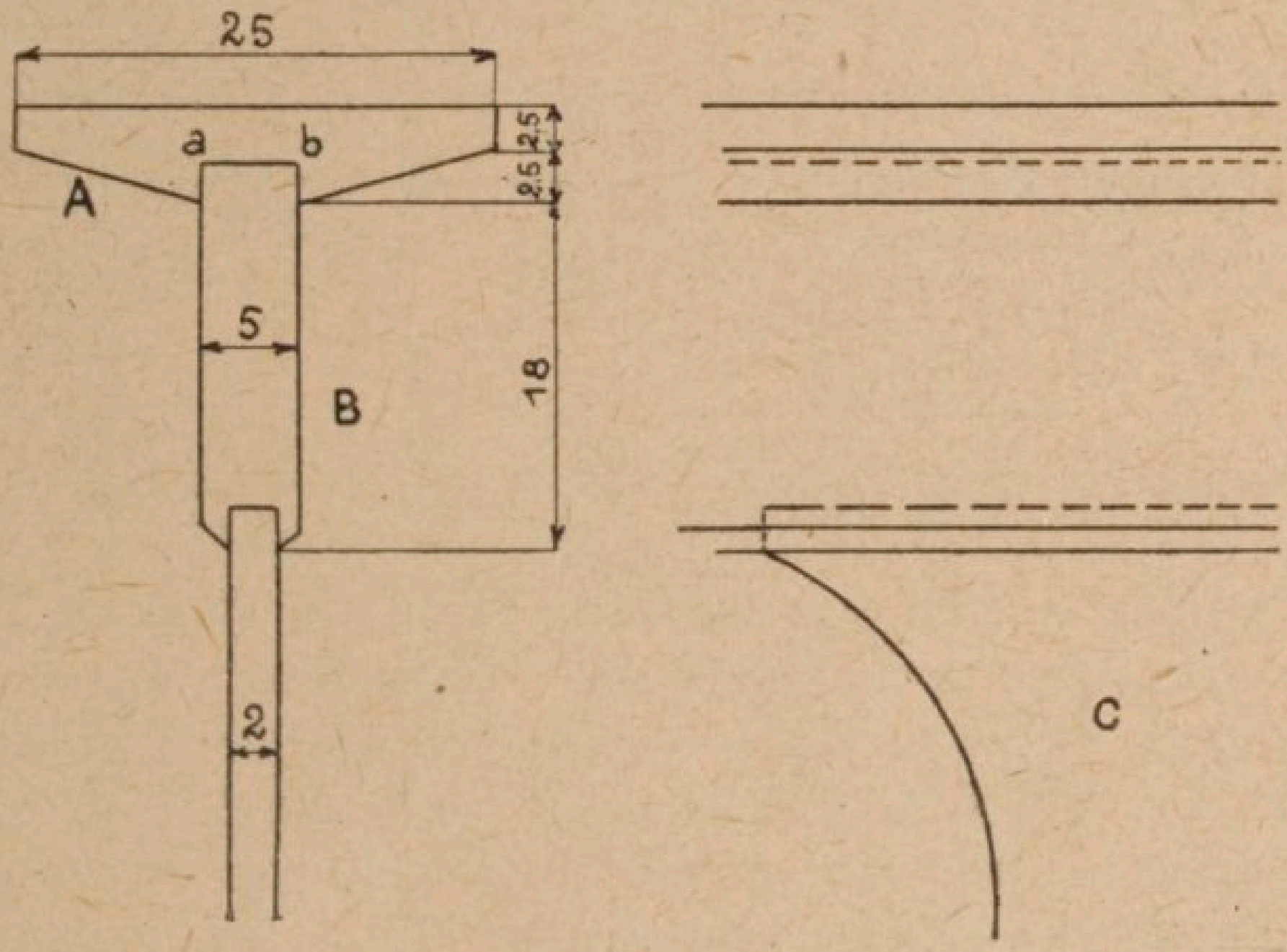


Fig. 61

sur les cotes de la figure 59 pour s'en rendre compte. L'âme en contreplaqué était percée de trous T d'un bout à l'autre de la nervure (fig. 60). Les lamelles A et B étaient en sapin de 4 × 20. Elles présentaient une saignée dans laquelle était collée le contreplaqué.

Blériot, dans ses appareils type XI, employait des nervures très légères ainsi constituées.

Les deux tablettes A (fig. 61) étaient rainées d'un bout à l'autre en *ab*. Dans ces rainures venaient se loger les pièces B que l'on y collait. Les pièces B à leur tour présentaient de place en place une rainure de 60 millimètres environ de longueur, dans laquelle se logeaient des pièces C très minces.

L'ensemble de ces pièces dont on peut constater

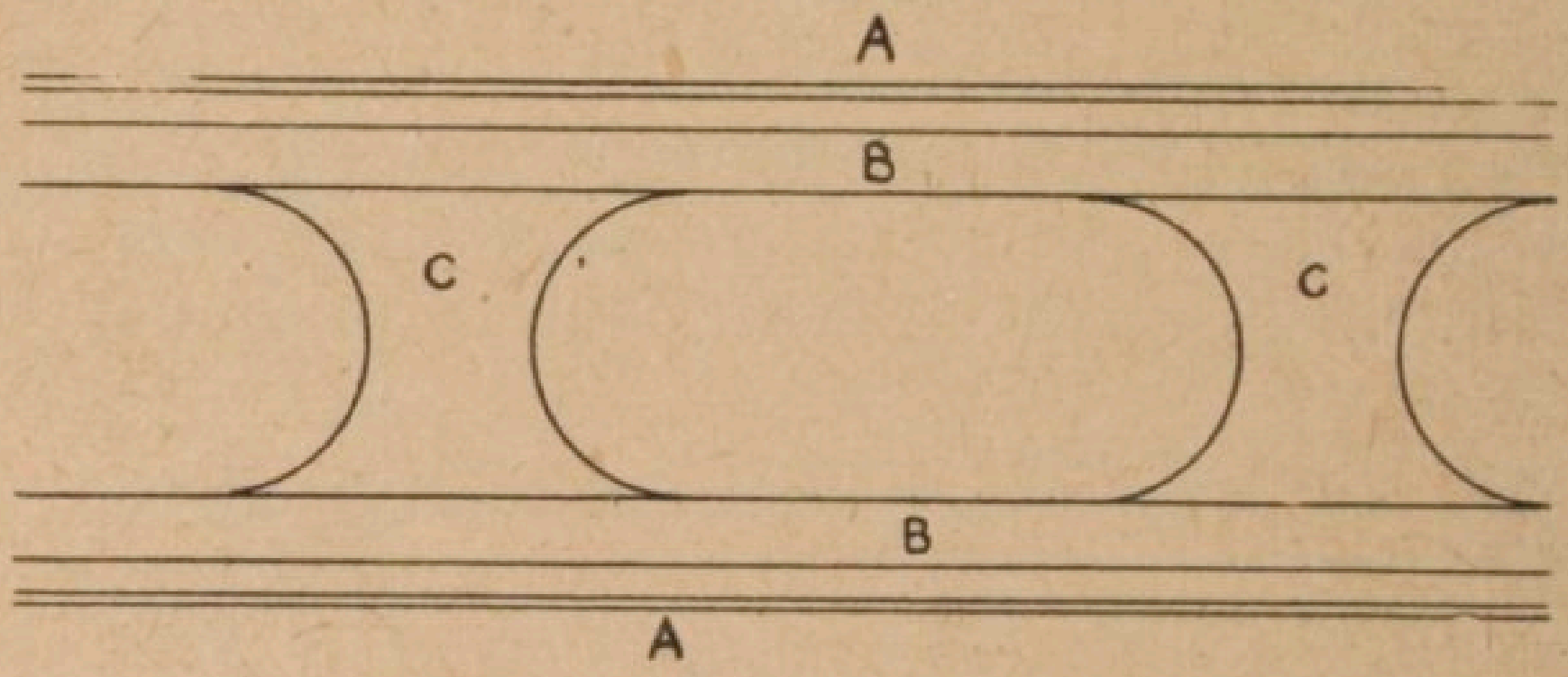


Fig. 62

les faibles cotes, donnait des nervures très légères dont l'aspect général était celui de la figure 62.

L'aile Nieuport avait des nervures du type de la figure 63, très simplement constitué de deux tablettes B et D en frêne de 18 × 4 recouvrant les longerons L_1 et L_2. Les extrémités avant des tablettes sont ligaturées sur un petit arêtier A. La forme des courbes est maintenue par les âmes E, C et F en peuplier de 6 millimètres d'épaisseur. Des trous servent à alléger quelque peu ces pièces. Dans l'ensemble, cette nervure n'offre pas de particularités remarquables. C'est ce type très simple qui tend à se généraliser aujourd'hui.

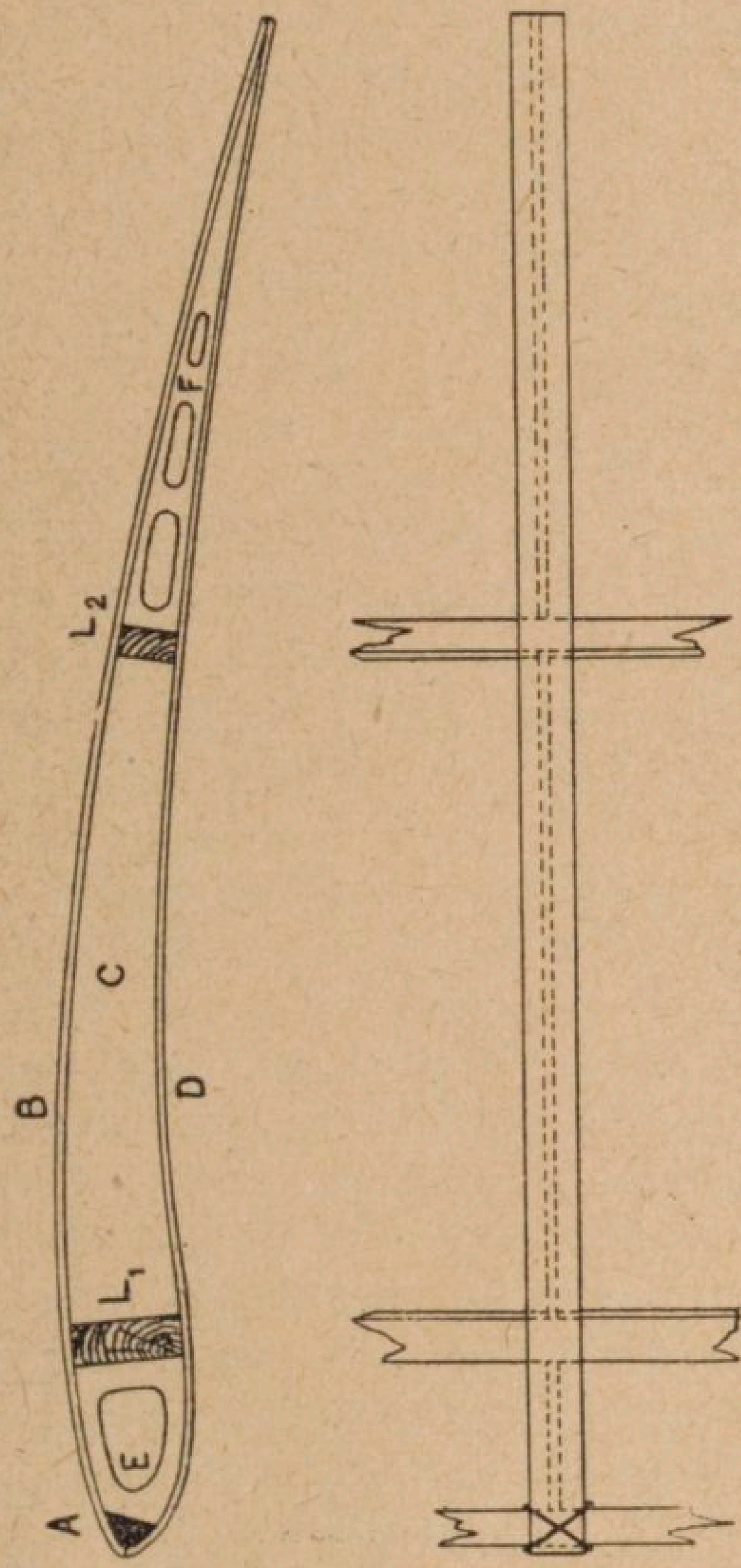


Fig. 63.

Nervures flexibles

Jusqu'ici, nous n'avons envisagé que des ailes supposées rigides, c'est-à-dire ne devant pas se déformer sous l'influence de l'air (il importe de ne pas confondre cette déformation avec le gauchissement).

Beaucoup de constructeurs, dès les débuts de l'aviation, ont prétendu donner de la stabilité à leurs appareils en laissant à l'aile une certaine liberté de déformation sous l'influence des chocs dus aux remous.

Le problème a été très discuté et aujourd'hui encore, les avis sont partagés sur ce point.

Un des appareils types les plus remarquables parmi les avions à ailes souples fut le Bréguet 1913. Dans cet appareil, les nervures n'étaient pas souples ni flexibles elles-mêmes, mais leur montage sur un longeron unique, par l'intermédiaire d'un ressort, leur permettait de tourner autour du longeron, assurant ainsi une certaine souplesse à l'aile.

La figure 64 donne l'aspect général de cette construction. La nervure tout entière peut tourner autour de l'unique longeron L de l'aile. Ce longeron L est formé d'un tube d'acier. Quant à la nervure, elle est fixée, comme on le voit, par l'intermédiaire d'une lame d'acier R. De sorte que, pour une flexibilité donnée de cette lame, elle prend en vol normal une position bien déterminée. La figure suffit à montrer comment s'opère le réglage grâce au levier N et à la vis V dont une extrémité est fixée sur le mât M.

Un tel système demandait naturellement beaucoup de soins dans sa construction. On voit, en effet, l'importance capitale d'un fonctionnement parfait et d'un réglage très exact des ressorts, ceux-ci étant la seule garantie de la régularité de l'incidence.

La nervure Bréguet, que nous venons de décrire, n'a pas à proprement parler sa place dans ce paragraphe, car elle n'est pas elle-même flexible.

Nous trouvons des types de nervures réellement flexibles dans les appareils Caudron, Fabre, Etrich, Rumpler, etc. Nous nous bornerons à citer ces modèles qui sont différents les uns des autres et sont à peu près les seuls vraiment originaux et ayant reçu la consécration de l'usage.

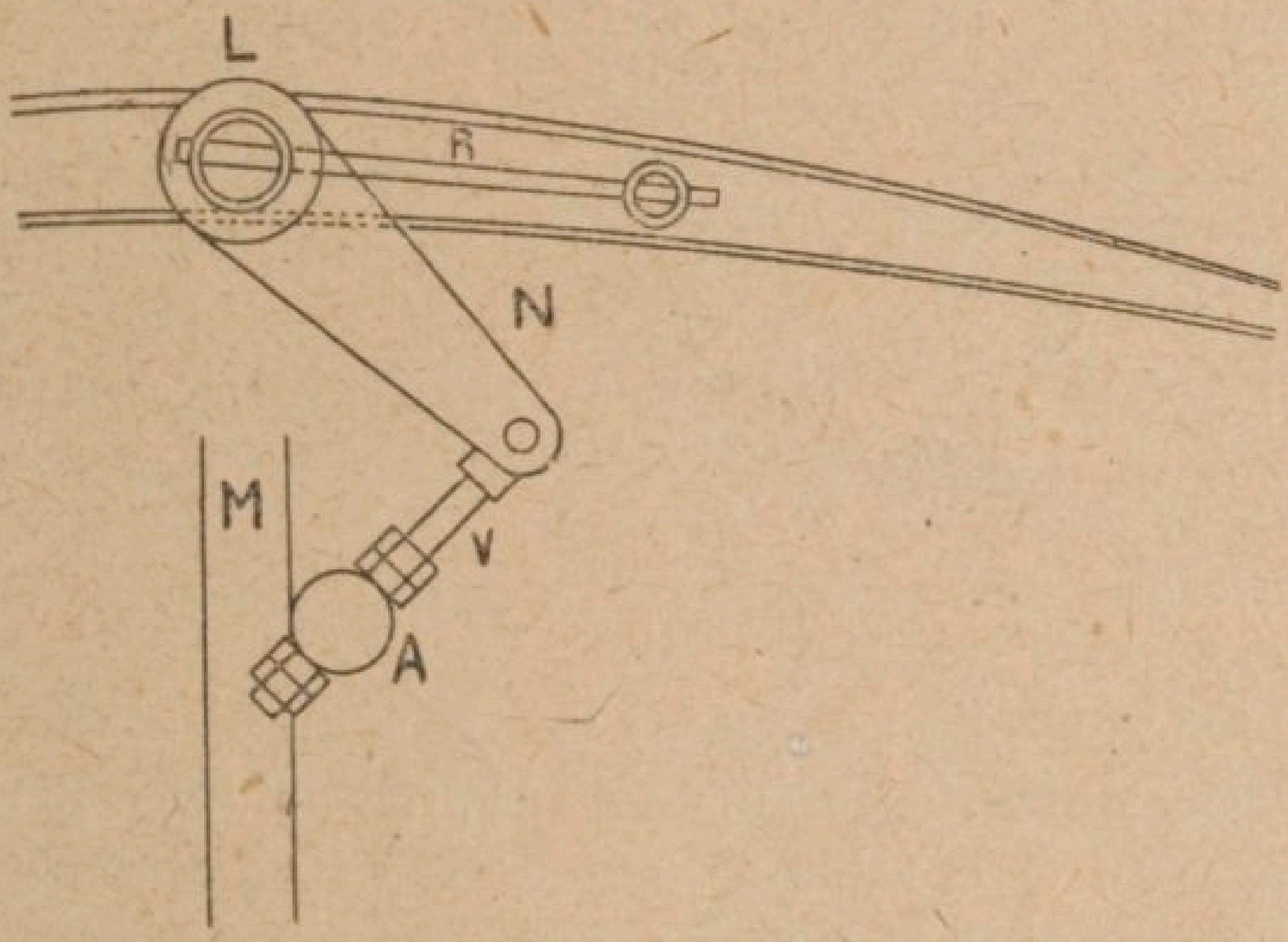


Fig. 64

Dans les appareils Caudron, la partie principale de la nervure ne s'étend pas au delà du longeron arrière et c'est la simple flexibilité du bois qui fait la souplesse de l'aile. La nervure (fig. 65) se compose d'une pièce L fixée sous les longerons avant et arrière L_1 et L_2. Pour donner de la rigidité à la partie comprise entre longerons, on prévoit une âme mince A découpée suivant le profil voulu. Une telle aile offre quelque inconvénient pour l'entoilage ; on ne peut en effet éviter le ressaut figuré en R par le trait pointillé. C'est pour parer à cela que dans leur monoplan,

les frères Caudron avaient construit leurs nervures suivant la variante de la figure 66, dans laquelle on voit l'âme A se continuer au delà du longeron L sans cependant, grâce à sa forme, empêcher la flexion de l'arrière de la nervure vers le haut.

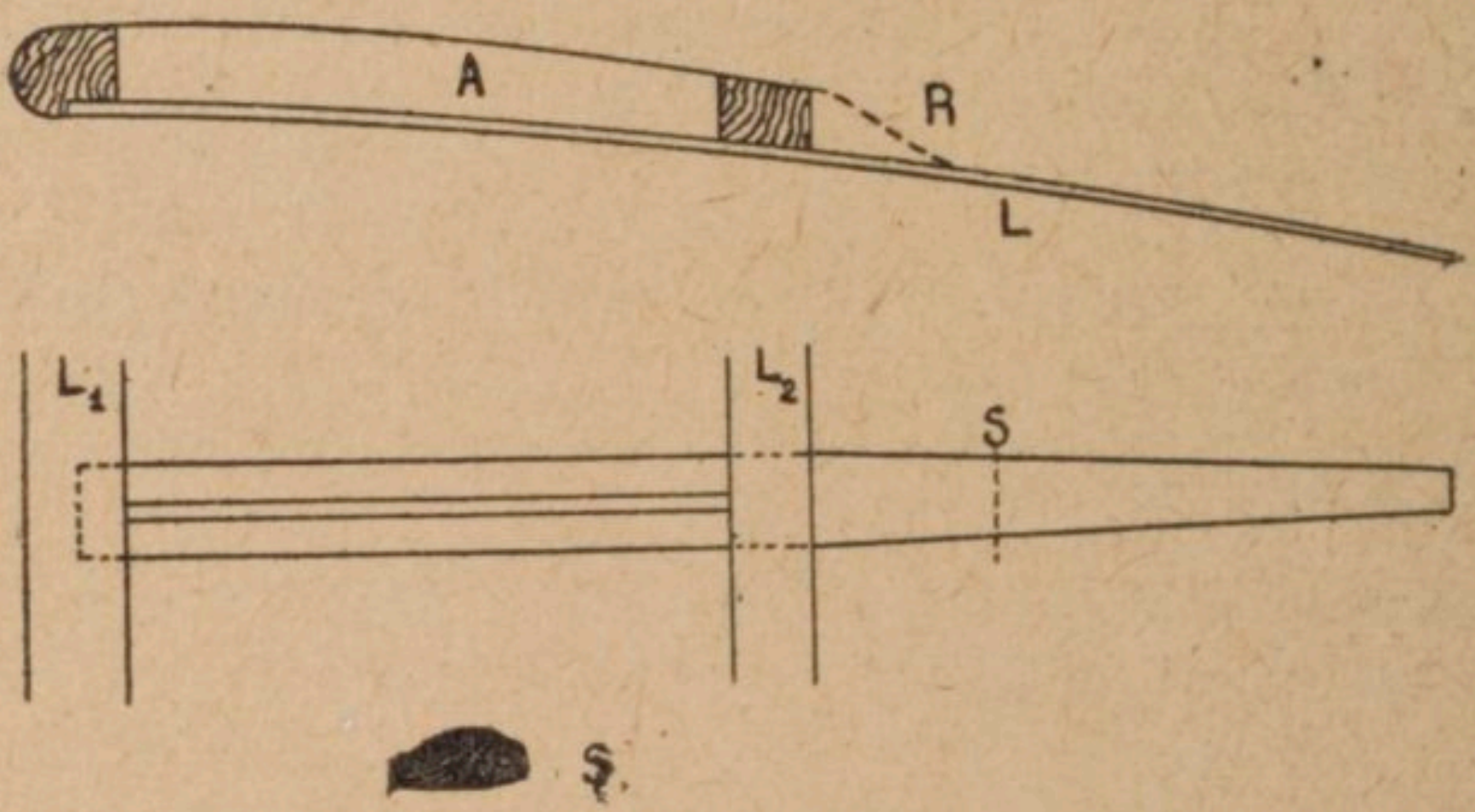


Fig. 65

Les nervures de l'appareil Fabre étaient analogues aux précédentes. Elles étaient employées avec le type de longeron que nous avons décrit précédemment. Leur fixation sur ce dernier était faite en principe au

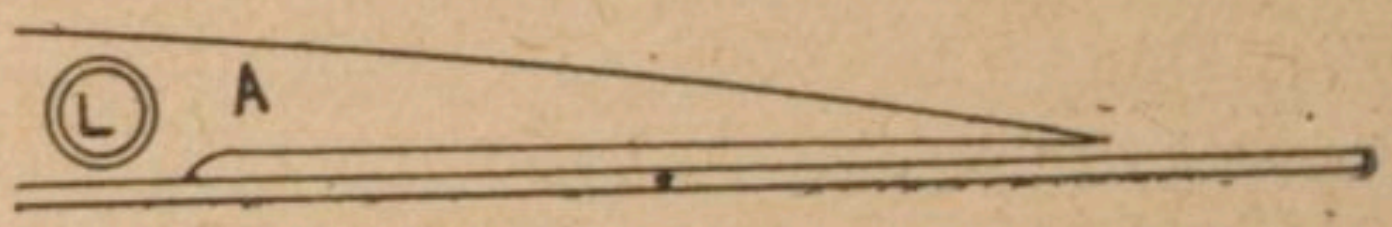


Fig. 66

moyen de deux étriers serrant le bois en avant et en arrière du longeron (fig. 67). Une plaquette métallique permet le serrage des étriers. En pratique, l'assemblage est quelque peu différent ; des emboîtements sont prévus pour éviter le glissement longitudinal de la nervure.

Les nervures de l'appareil Fabre, on le voit, étaient entièrement en porte-à-faux sur l'aile ne comportant qu'un seul longeron. Ce système avait été adopté par M. Fabre pour des raisons autres que la recherche de la souplesse de l'aile.

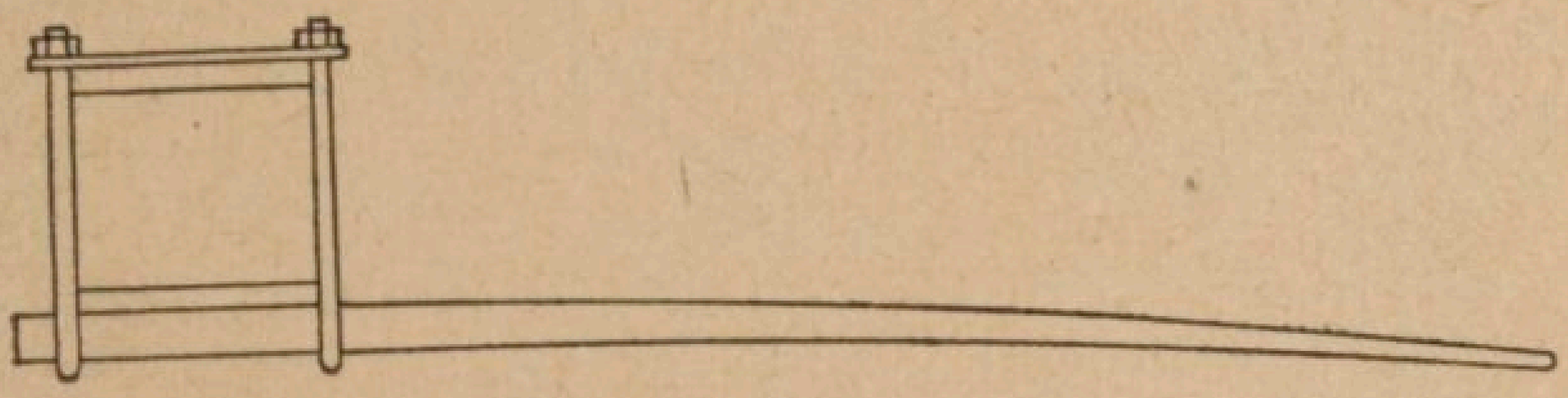


Fig. 67

Son hydroaéroplane était en effet amarré dans le port d'une façon presque constante et il était nécessaire, pour éviter toute détérioration, de l'amarrer

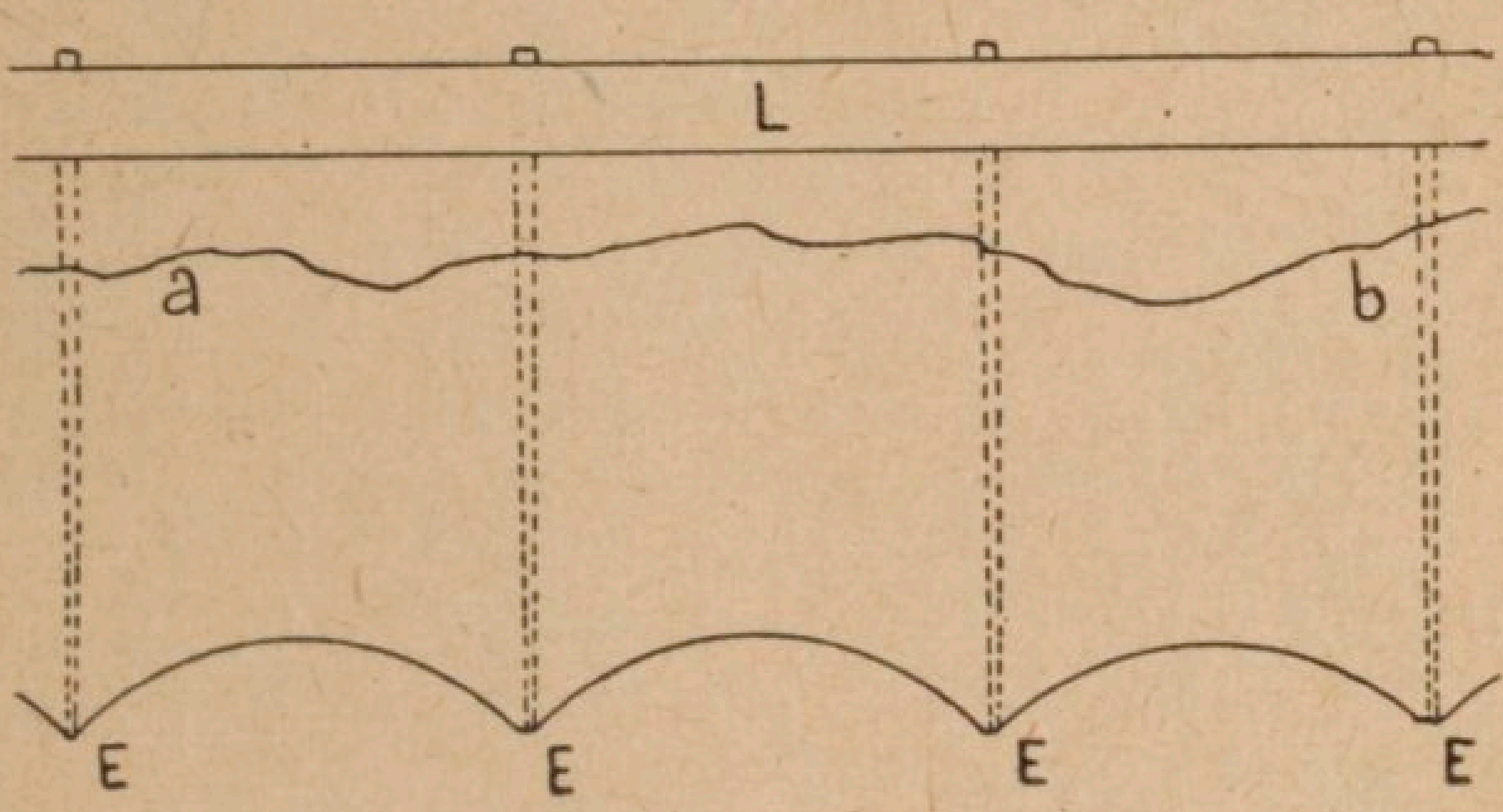


Fig. 68

consciencieusement. Aussi, pour diminuer les efforts du vent qui, agissant sur les ailes, auraient considérablement fatigué la charpente générale, M. Fabre avait adopté les nervures que nous venons de décrire.

La voilure, en deux épaisseurs, formait fourreau sur chacune des nervures. Repliée au repos le long du

longeron L en *ab*, elle était tendue, puis accrochée par un système spécial aux extrémités E, avant le vol (fig. 68).

Ce dispositif, convenable pour les faibles charges unitaires auxquelles il était destiné, ne pouvait recevoir son application dans les appareils lourds qui exigent une grande rigidité de la surface. Aussi n'a-t-il plus d'exemples de nos jours.

Un type de nervure flexible assez simple est celui des appareils Etrich. Il est constitué d'une nervure ordinaire continuée par un bambou. La figure 69 en

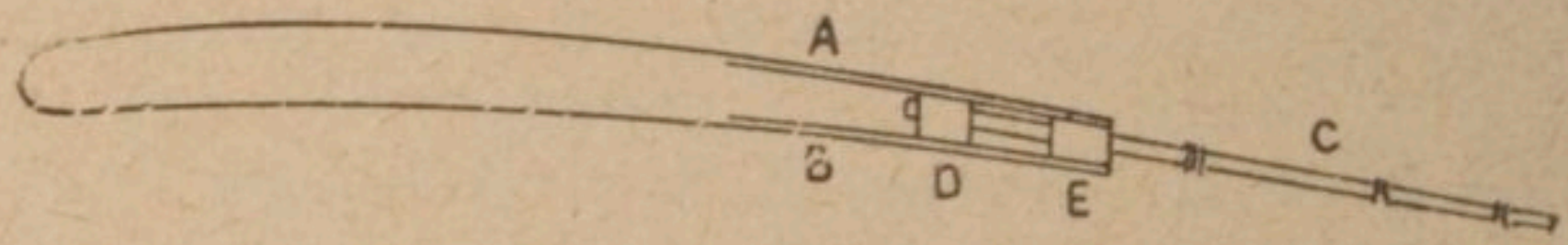


Fig. 69

donne la construction. On y trouve les tablettes A et B, trois longerons et des tasseaux. A l'arrière chaque nervure porte deux tampons de bois D et E dans lesquels vient s'encastrer une tige de bambou C. La tige de bambou est collée dans les pièces D et E et l'assemblage est soigneusement marouflé sur une longueur assez forte (fig. 69).

Par la variation de la longueur du bambou C, Etrich a pu réaliser sans grandes difficultés des ailes d'un aspect très gracieux.

Enfin, citons comme dernier exemple de nervures flexibles, les nervures Rumpler. Celles-ci sont construites en bois et métal suivant des modèles différents.

Dans le modèle 1 (fig. 71), la nervure se compose de deux tablettes A et B montées comme à l'ordinaire sur les longerons L. Entre les deux longerons et les tablettes est fixée une âme C, qui rend rigide toute

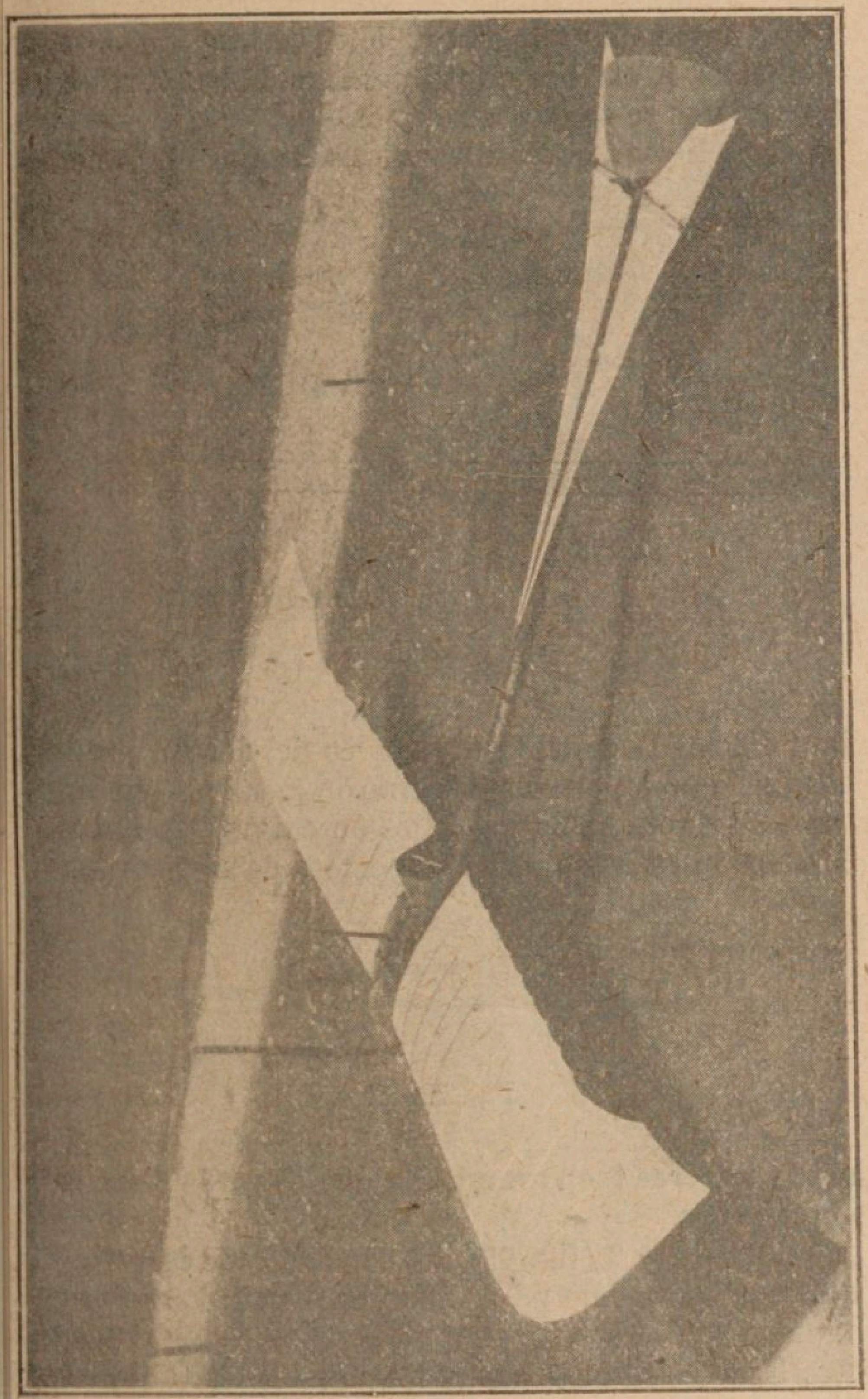


Fig. 70.

la partie avant de l'aile. Au delà du second longeron les tablettes A et B se continuent, mais leurs extrémités arrières se sont pas réunies.

La seule liaison entre elles est assuré par un mince

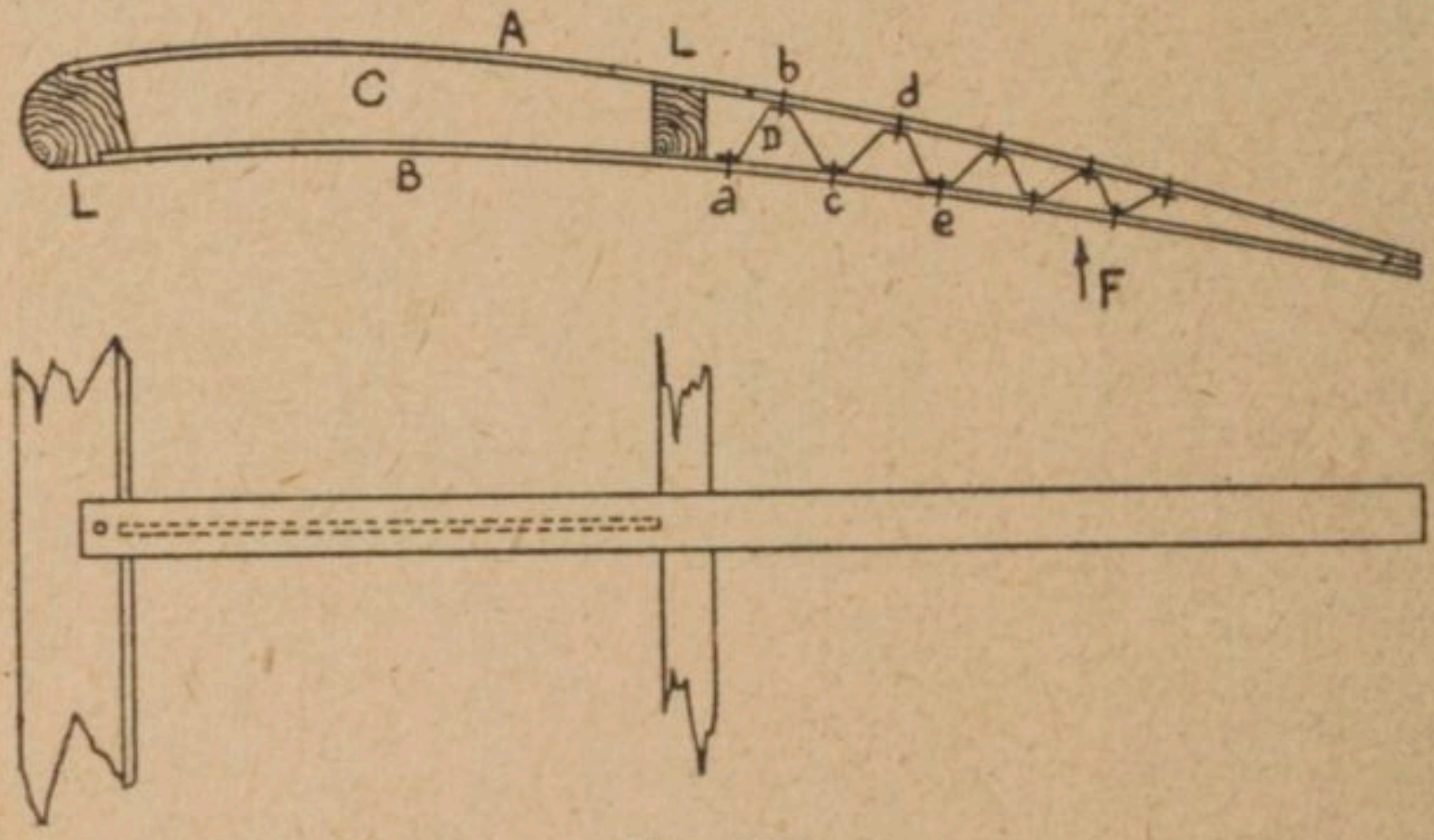


Fig. 71.

ruban d'acier D courbé suivant les dessins du profil d'aile de façon à pouvoir être fixé en *a*, *b*, *c*, *d*, etc. au moyen de rivets et de rondelles en cuivre. La faible épaisseur du ruban d'acier lui permet de se déformer

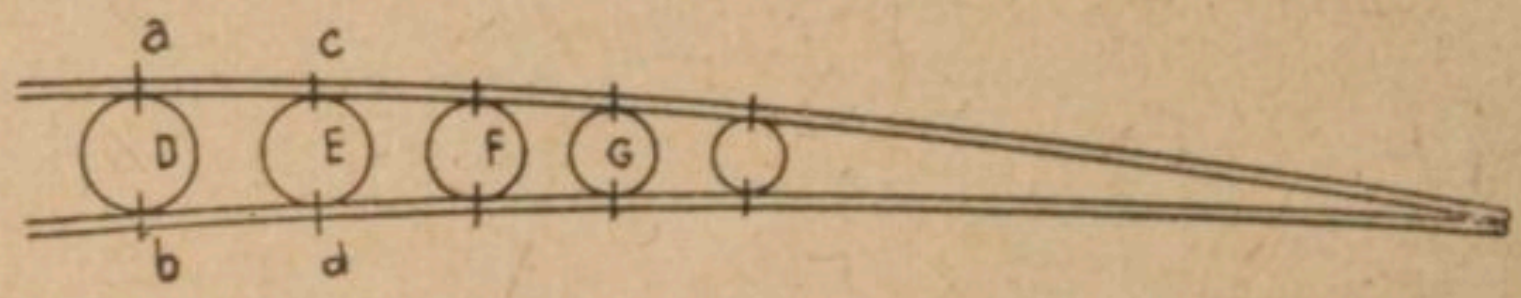


Fig. 72.

quand une force trop grande F s'exerce sur le dessous de la nervure.

Le modèle n° 2 (fig. 72) est construit de la même façon que le modèle n° 1, mais le ruban d'acier est remplacé par des anneaux de diamètres différents D, E, F, rivés comme tout à l'heure sur les tablettes de la nervure.

Enfin, une troisième variante est le modèle n° 3 (fig. 73), dans lequel le ruban d'acier, au lieu d'être d'un seul morceau, est fragmenté comme en D, E, F, G... en pièces en forme de Z.

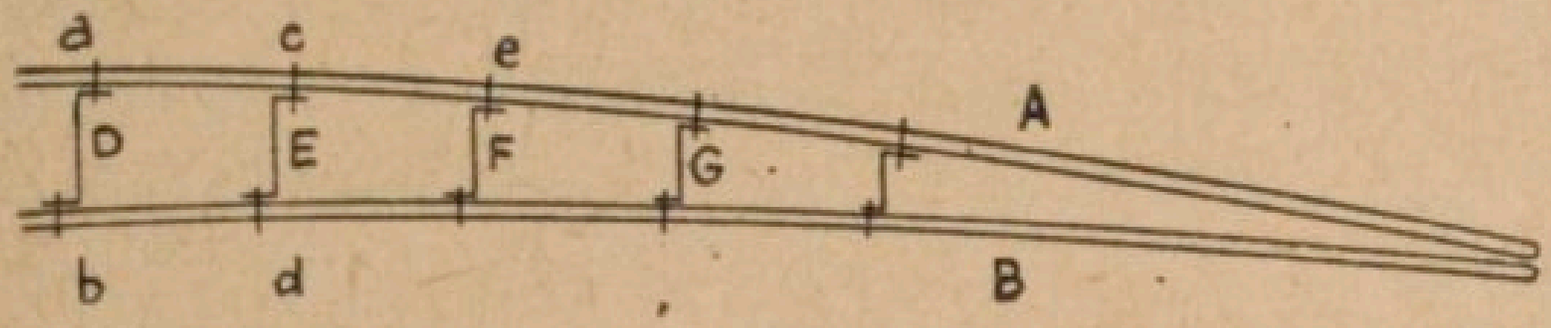


Fig. 73.

Nervures métalliques

La construction des nervures métalliques offre beaucoup plus de difficultés que celle des nervures en

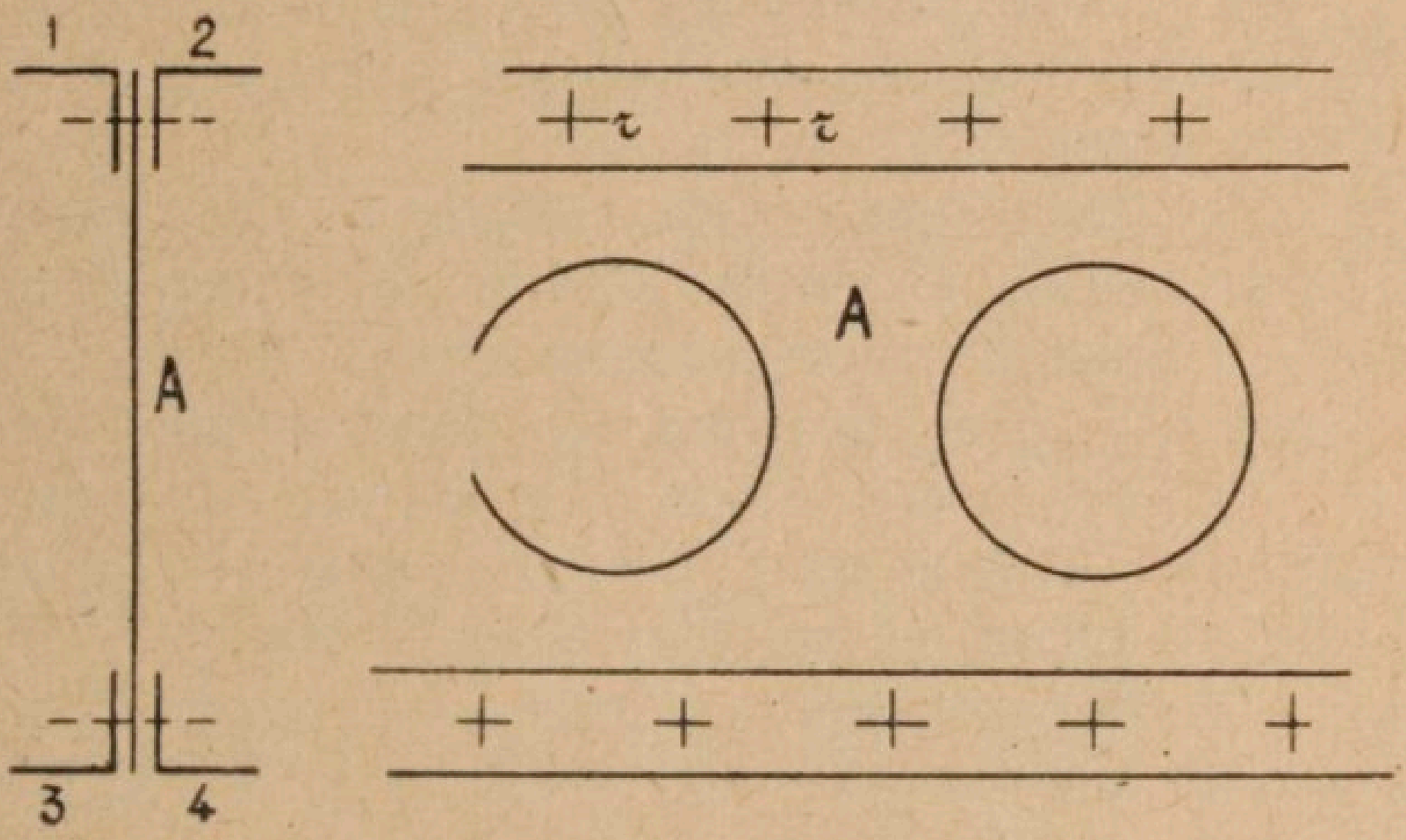


Fig. 74

bois, par suite de l'impossibilité où l'on se trouve de coller les pièces et les maroufler.

Cependant, il est possible de réaliser en métal des modèles de nervures résistants et très légers bien préférables aux modèles en bois.

On a réalisé des nervures en aluminium basées

sur les mêmes modes de construction que ceux que nous avons décrit.

C'est ainsi que l'on a pu voir des nervures dont la section était celle représentée (fig. 74).

Deux petites cornières d'aluminium enserrent une âme en tôle grâce à des rivets en cuivre *r*. L'âme A est ajourée suivant la fantaisie du constructeur.

Ce genre de nervure oblige naturellement à un montage particulier de la voilure, le clouage n'étant plus possible.

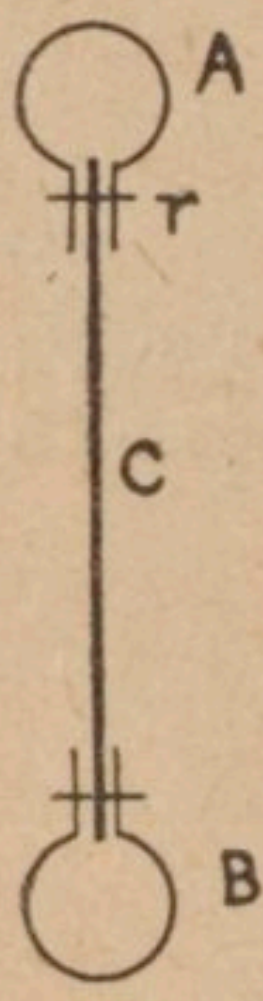


Fig. 75.

En s'inspirant des combinaisons diverses des petites constructions métalliques, les inventeurs sont arrivés à créer des types très nombreux, mais sans originalité.

Nous devons signaler, à ce dernier point de vue, le modèle original que représente la figure 75.

Il a l'inconvénient d'être très coûteux à cause de la main-d'œuvre qu'il demande, mais il est extrêmement léger.

Les pièces principales de la nervure sont usinées en tôle d'acier de 0,5 millimètre d'épaisseur. Le profil tubulaire que montre la figure leur donne une grande résistance au flambage. Entre les bords, elles emprisonnent une âme en tôle mince d'acier ou d'aluminium. Le tout est tenu par des rivets *r*.

Nous arrêterons ici l'étude des nervures en elles-mêmes pour passer à l'étude de leur réunion avec les longerons et faux longerons pour constituer la charpente de l'aile.

Montage des nervures sur les longerons.

Nous avons vu que l'aile se compose en principe de longerons en général au nombre de deux principaux L_1 et L_2. Les nervures se montent sur les longerons et par l'étude même de leur construction, le lecteur a pu se rendre compte de la façon dont ce mon-

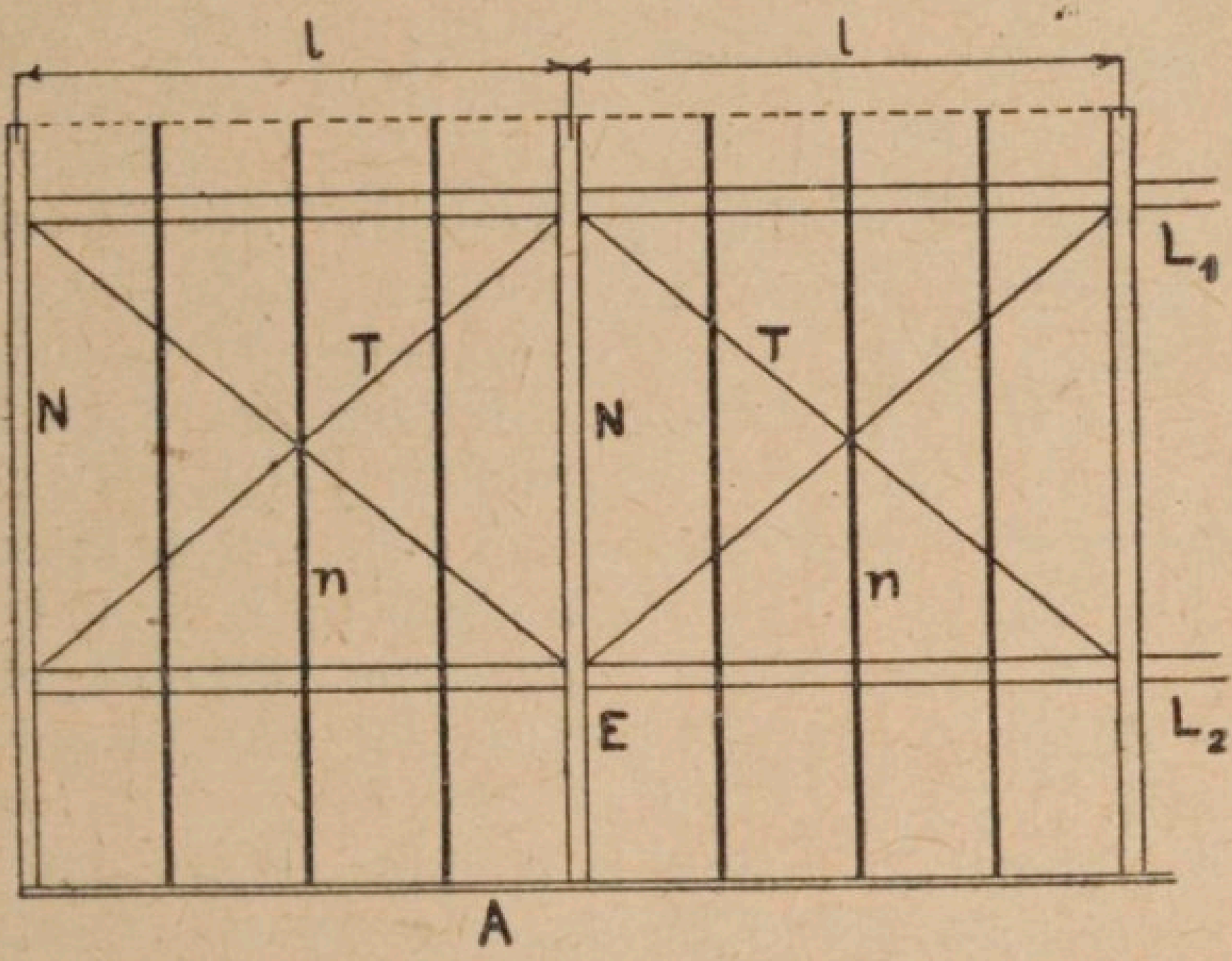


Fig. 76

tage s'exécute. Nous nous contenterons donc de signaler les cas particuliers au fur et à mesure que nous les rencontrerons.

Les nervures montées sur les longerons sont espacées régulièrement de façon à ne pas laisser entre elles une distance exagérée qui amènerait un flottement de la toile. Cette distance varie entre 0 m. 20 et 0 m. 40, la bonne distance à adopter étant de 0 m. 35 avec des toiles de bonne qualité.

Pour donner la forme régulière aux cadres, il est

nécessaire de haubanner l'intérieur avec des fils d'acier ou des cables T. C'est pourquoi il faut prévoir dans les nervures à des intervalles réguliers distants de *l* (sensiblement l'écartement des longerons), des nervures renforcées N, capables de résister à un grand effort de compression tandis que les autres nervures ne subissent que des efforts de flexion.

Les nervures sont donc toutes montées sur les longerons d'une façon analogue, mais les assemblages en des points tels que E (fig. 76), doivent être prévus pour y attacher les tendeurs T. Ces derniers traversent les âmes des nervures *n* et, pour éviter toute usure ou immobilisation due au contact du bois et de la corde à piano, on revêt le bord du trou d'une petite pièce de protection F, le plus souvent en cuivre (fig. 77).

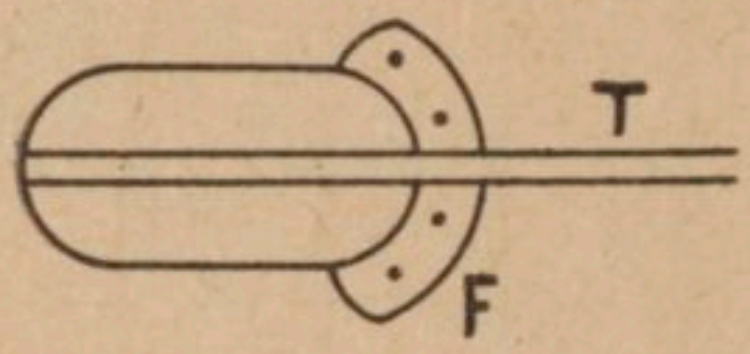


Fig. 77.

La plupart du temps, le simple vissage des tablettes supérieure et inférieure des nervures suffit à maintenir entre ces dernières l'écartement voulu, mais, pour avoir un montage sérieux, on fixe sur le longeron, de part et d'autre de l'âme A, deux petits tasseaux T en bois, qui rendent tout mouvement latéral impossible (fig. 79). Ces procédés très simples sont les plus recommandables dès qu'ils sont exécutés avec soin et que le collage est de bonne qualité.

Quelques constructeurs prévoient un léger emboîtement des tablettes dans le longeron; enfin, pour obtenir une surface sans aspérités, d'autres comblent les vides par une latte L clouée sur le longeron (fig. 80).

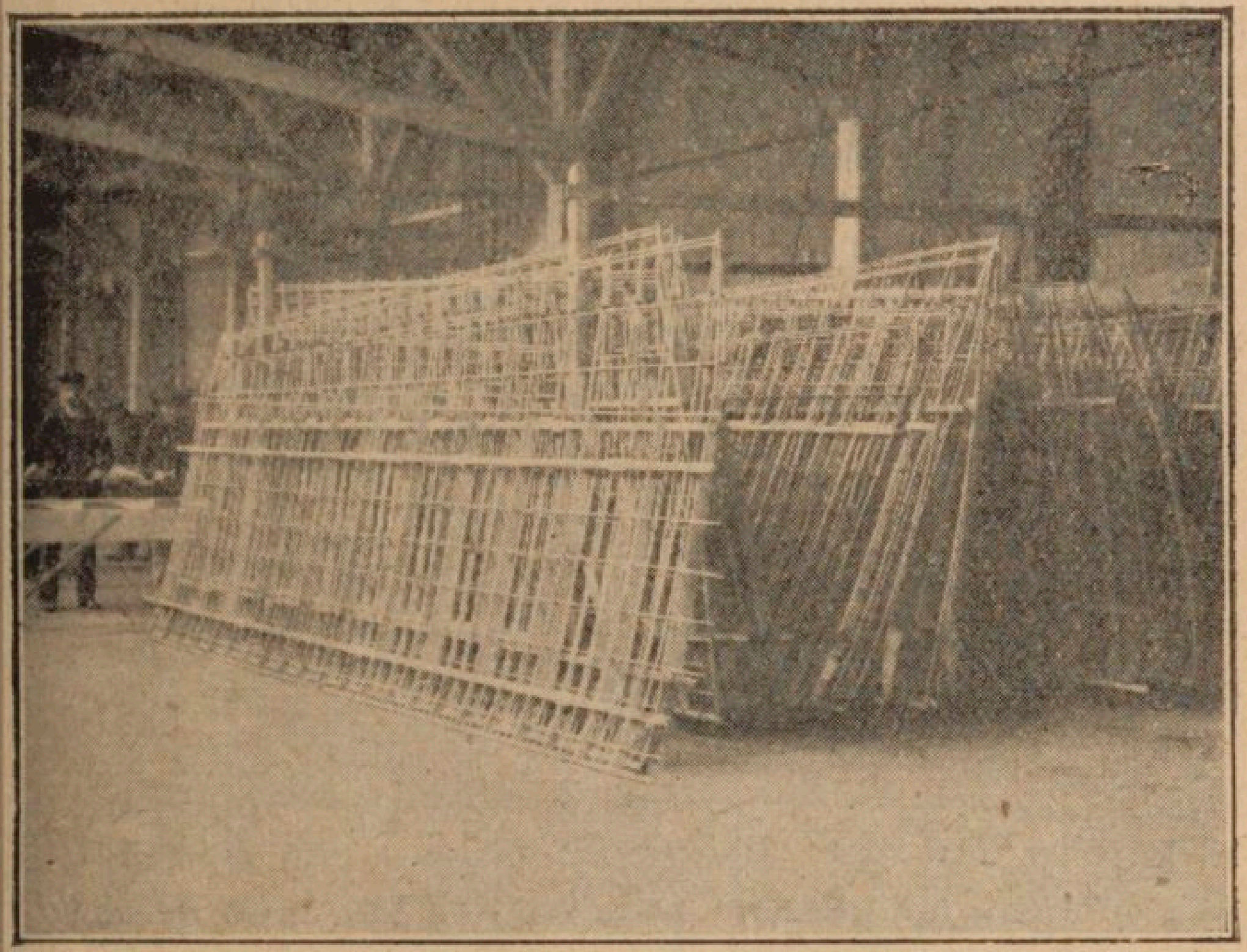


Fig. 78.

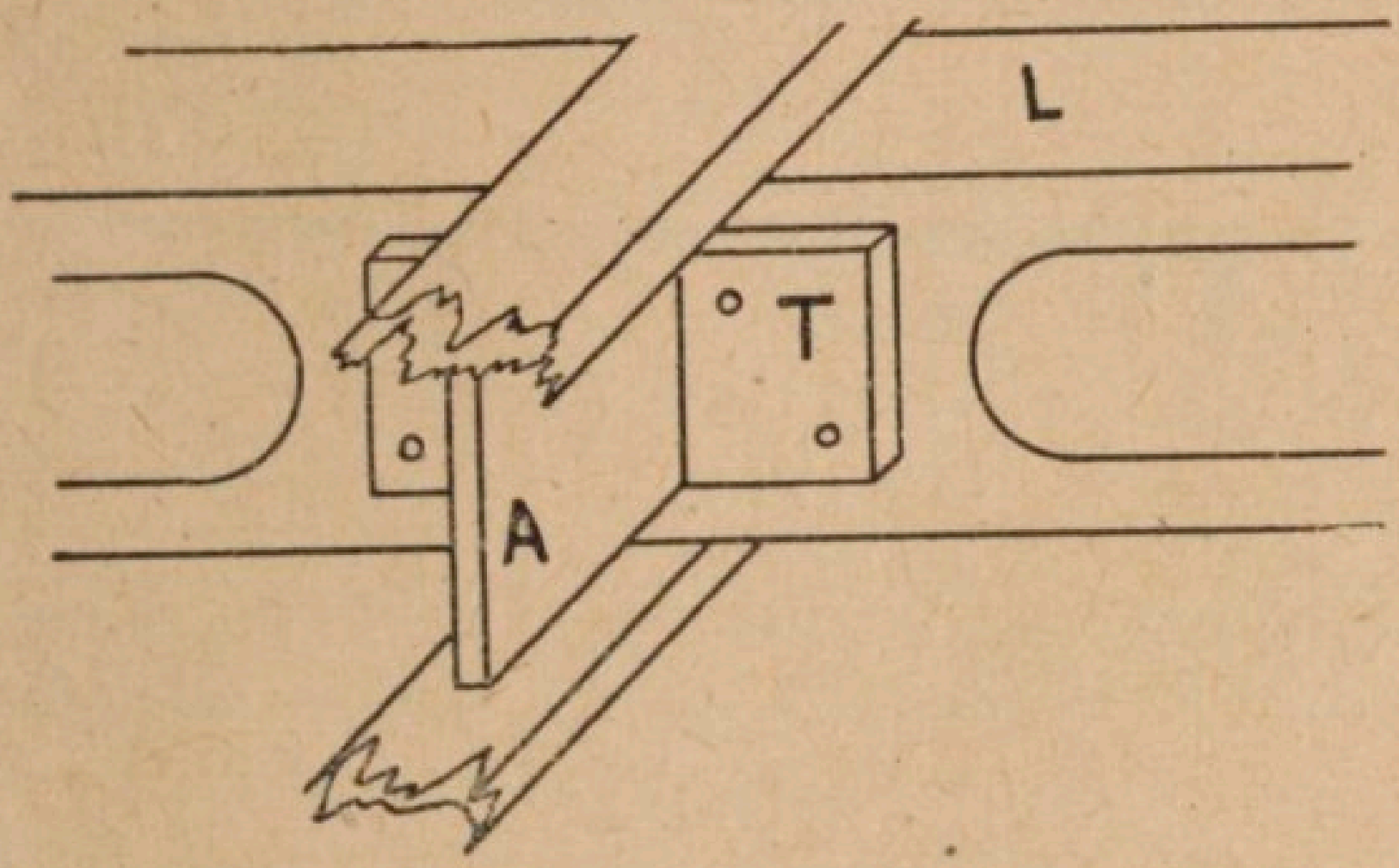


Fig. 79.

Quand il s'agit de nervures métalliques sur longeron tubulaire, on maintient l'écartement des nervures par des entretoises très minces en métal E ou par un tube de bois très léger qui vient s'adapter sur le longeron (fig. 81).

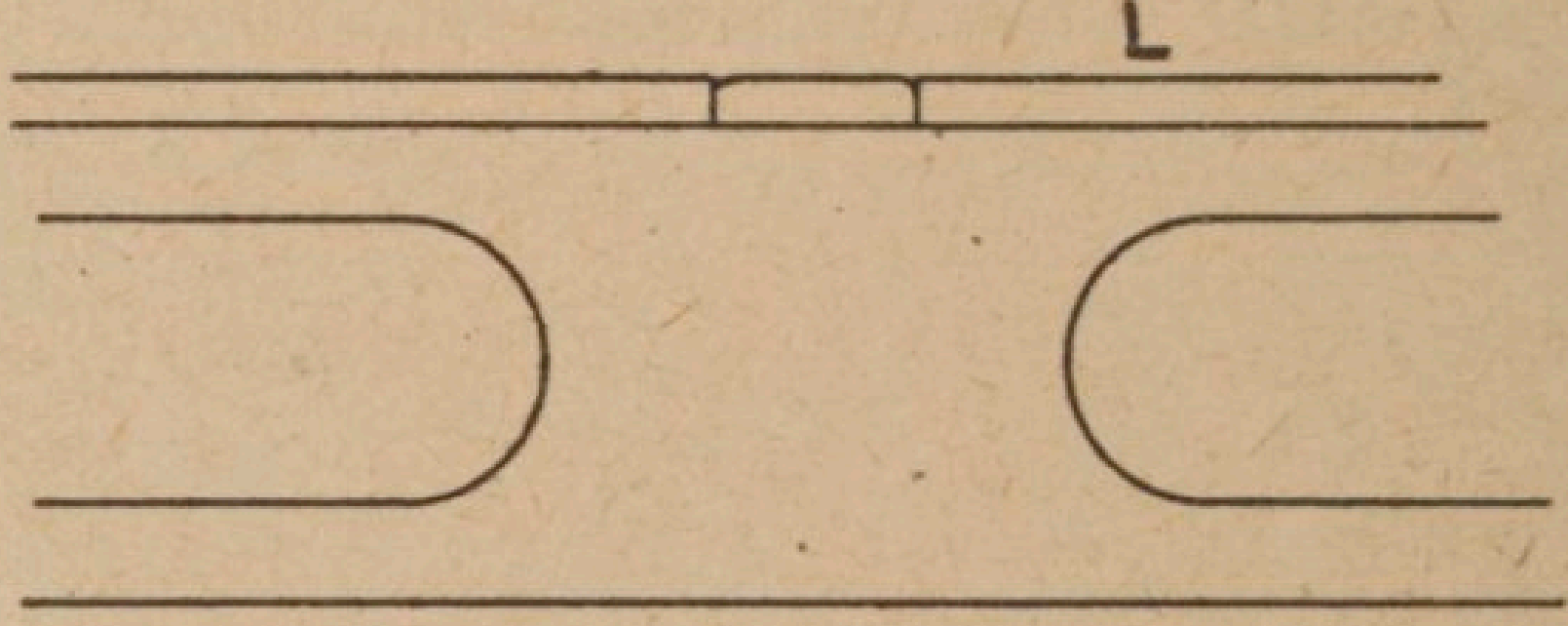


Fig. 80.

Dans le cas de longerons métalliques de profils irréguliers, les assemblages de nervures deviennent plus compliqués mais ils sont toujours plus ou moins inspirés des modèles simples que nous venons de citer.

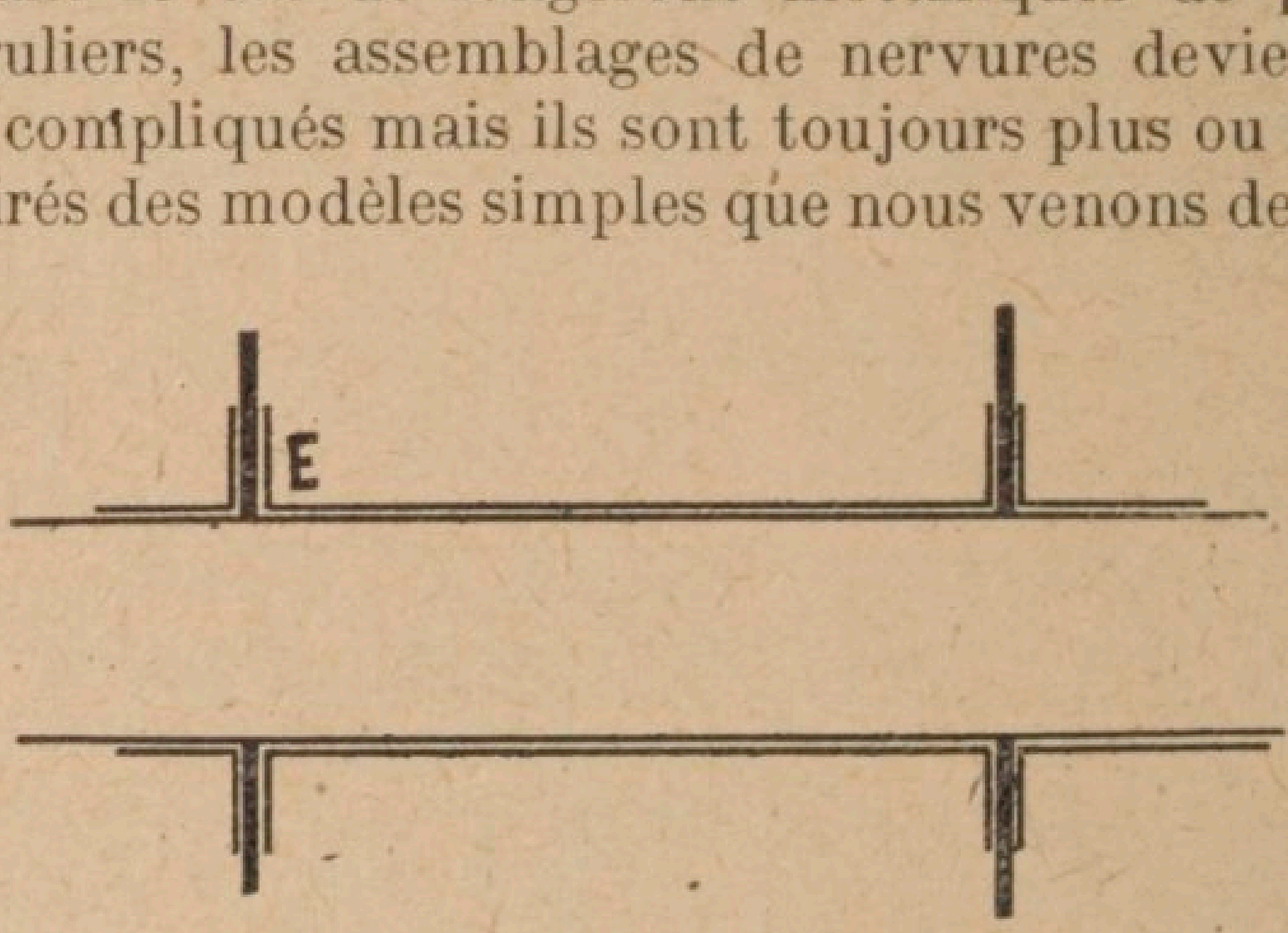


Fig. 81.

Dans les appareils biplans d'autrefois, les nervures renforcées coïncidaient avec l'emplacement des pieds de mâts et les assemblages de ces derniers sur les longerons prévoyaient, outre les haubans T de la figure 76, des tendeurs qui maintenaient la cellule dans le sens longitudinal.

Le problème posé pour la réalisation de ces assemblages est simple à première vue, mais si on s'attache

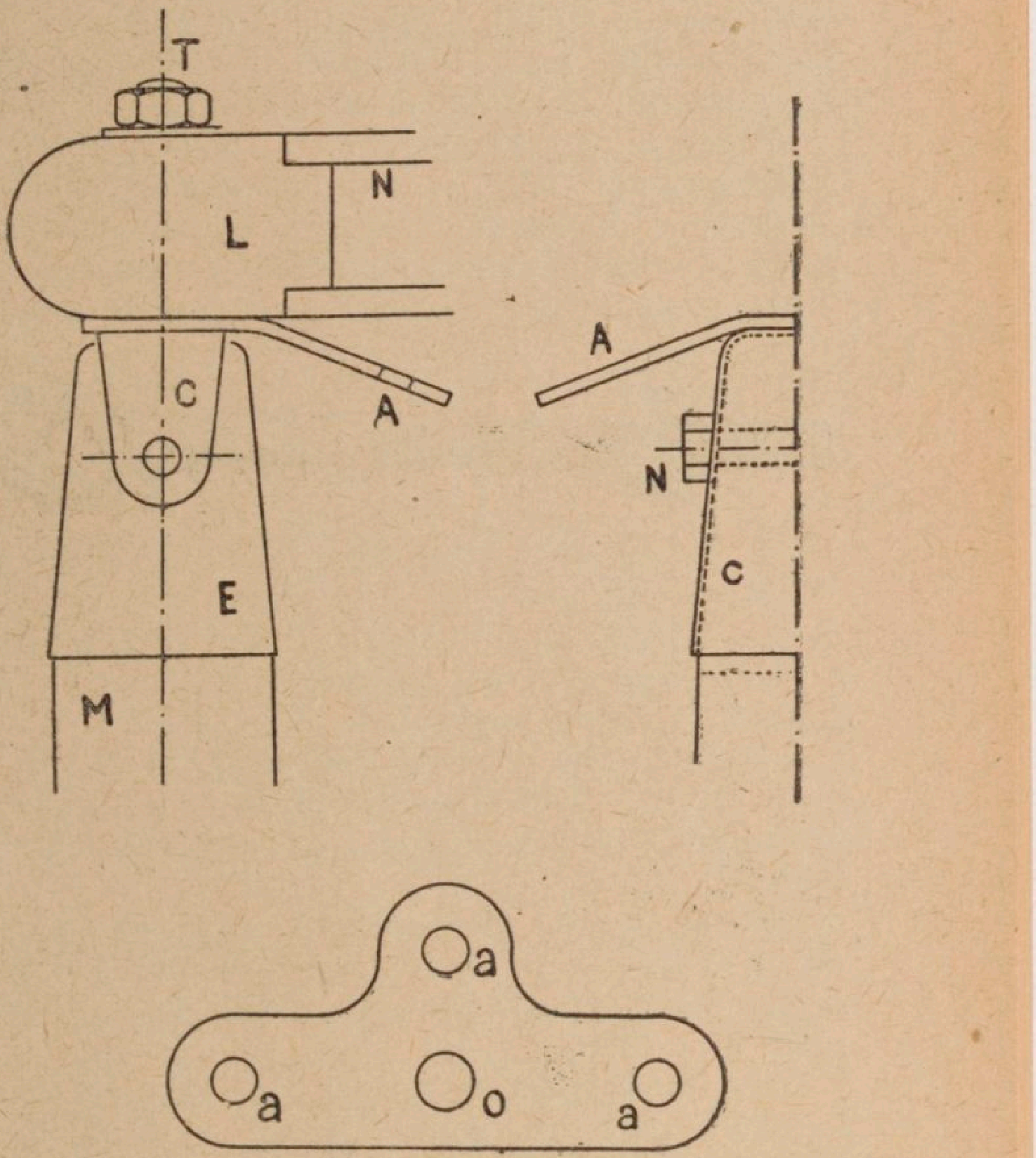


Fig. 82.

à réaliser un ensemble vraiment mécanique, on arrive à des solutions nombreuses que nous ne pourrions toutes décrire ici. Nous nous contenterons de signaler

quelques modèles applicables suivant les cas qui se présentent.

La figure 82 représente l'assemblage réalisé par Cody sur son biplan. Elle représente le pied de mât qui s'assemble sous le longeron de l'aile supérieure mais l'assemblage inférieur est analogue.

Le longeron L est traversé par un boulon T portant à son extrémité une chape C dans laquelle vient se loger le pied du mât M ; ce dernier est immobilisé dans la chape par un boulon de moindre importance N.

Les attaches des tendeurs servant à la solidité

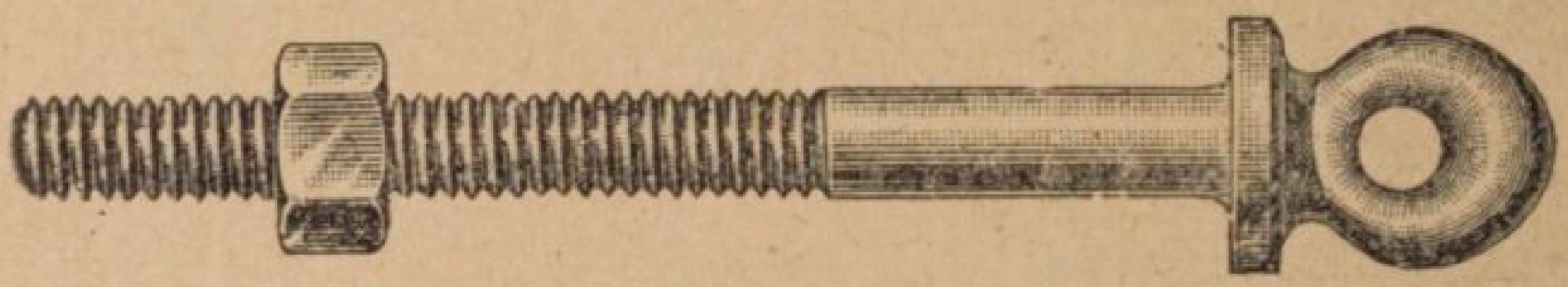


Fig. 83.

de la poutre N ainsi que de ceux qui croisillonnent la cellule sont réalisées très simplement par l'interposition entre le longeron L et la chape C d'une plaquette en tôle d'acier découpée suivant le profil de la figure. Cette plaquette présente trois pattes présentant chacune un trou *a* servant à attacher le tendeur.

Dans ce système d'assemblage on voit qu'en définitive la tige T du boulon principal fournit à elle seule la force opposée à la sustentation du plan supérieur.

Dans les premiers biplans les pieds de mâts s'emboîtaient dans des godets fondus en aluminium. Ces godets étaient fixés sur le longeron par des boulons à œil et c'était dans ces derniers que l'on venait faire la boucle d'attache du tendeur. La figure 83 montre le type de boulon à œil couramment employé dans ce cas.

Une variante de boulon à œil à écrou orientable est donnée fig. 84. Le mât M s'emboîte dans le godet G fixé sur le longeron L au moyen de boulons T. Les écrous de ces derniers sont placés cette fois du côté de l'attache de la corde à piano. Ce sont des écrous du genre dit couramment : écrous à oreilles. Ils ont l'avantage de ne pouvoir se dévisser et évitent par suite l'emploi de tous les systèmes divers, freins,

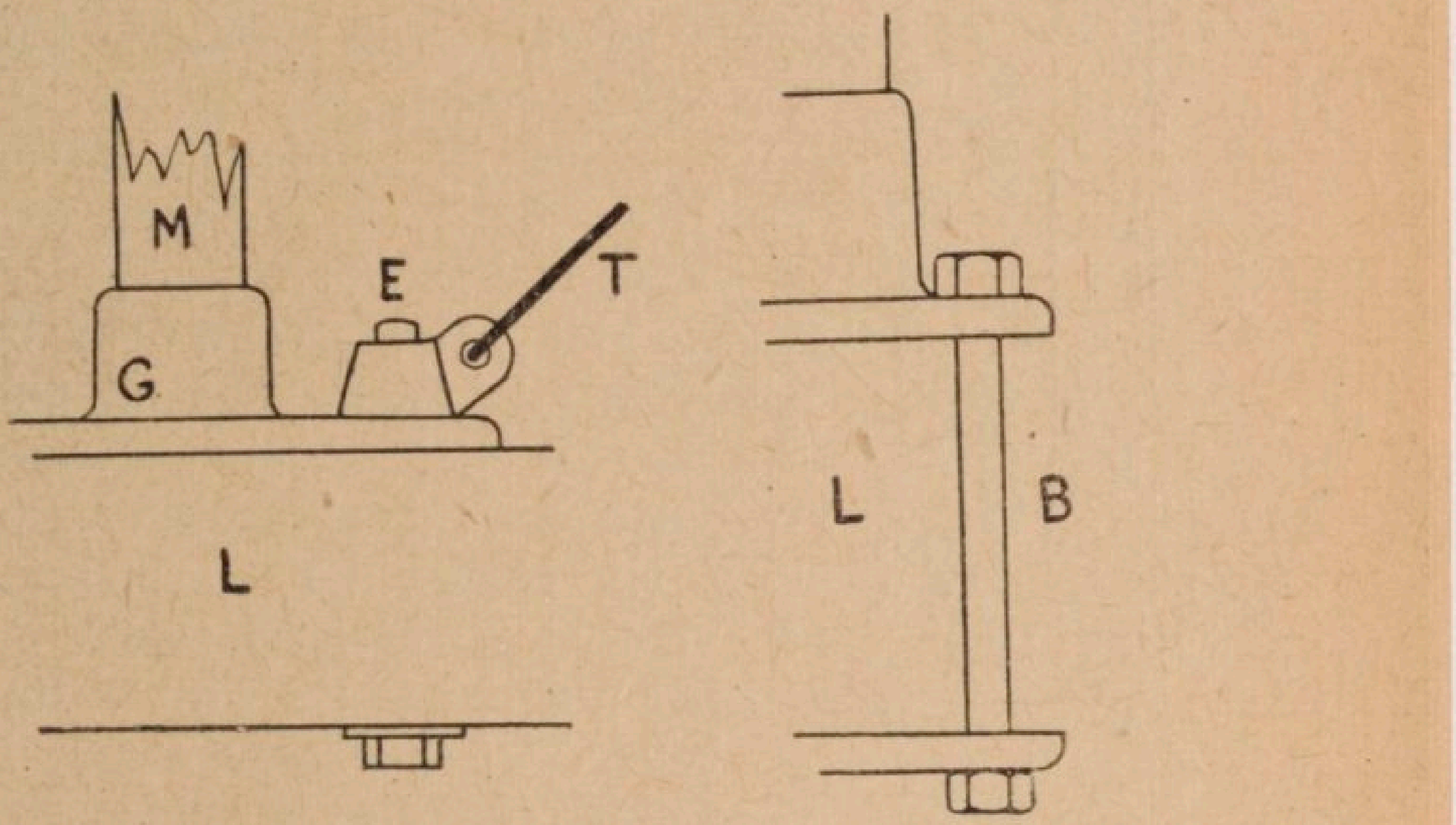


Fig. 84 et 85.

rondelles Grover qui, quoique donnant de bons résultats, sont cependant à éviter.

L'inconvénient des assemblages que nous venons de décrire est de rendre obligatoire le perçage du longeron aux emplacements des boulons.

On a cherché à éviter de toucher à la section de ce dernier en prolongeant les pattes du godet d'aluminium au delà de la section du longeron, ce qui permettrait de placer les boulons à l'extérieur de celui-ci. La figure 85 donne l'aspect d'un tel système, rudimentairement conçu. Dans ces modèles, remarquons

qu'il est nécessaire de distancer très exactement les trous de boulons de façon que ces derniers enserrent la section du bois sans aucun jeu et de plus sans serrage exagéré. Un jeu entre les boulons B et le longeron L amènerait fatalement à la longue un glissement du godet sur ce dernier.

Dans les appareils métalliques, constitués par des tubes d'acier ronds, il a fallu prévoir des systèmes nouveaux pour assurer la réunion des mâts aux longerons.

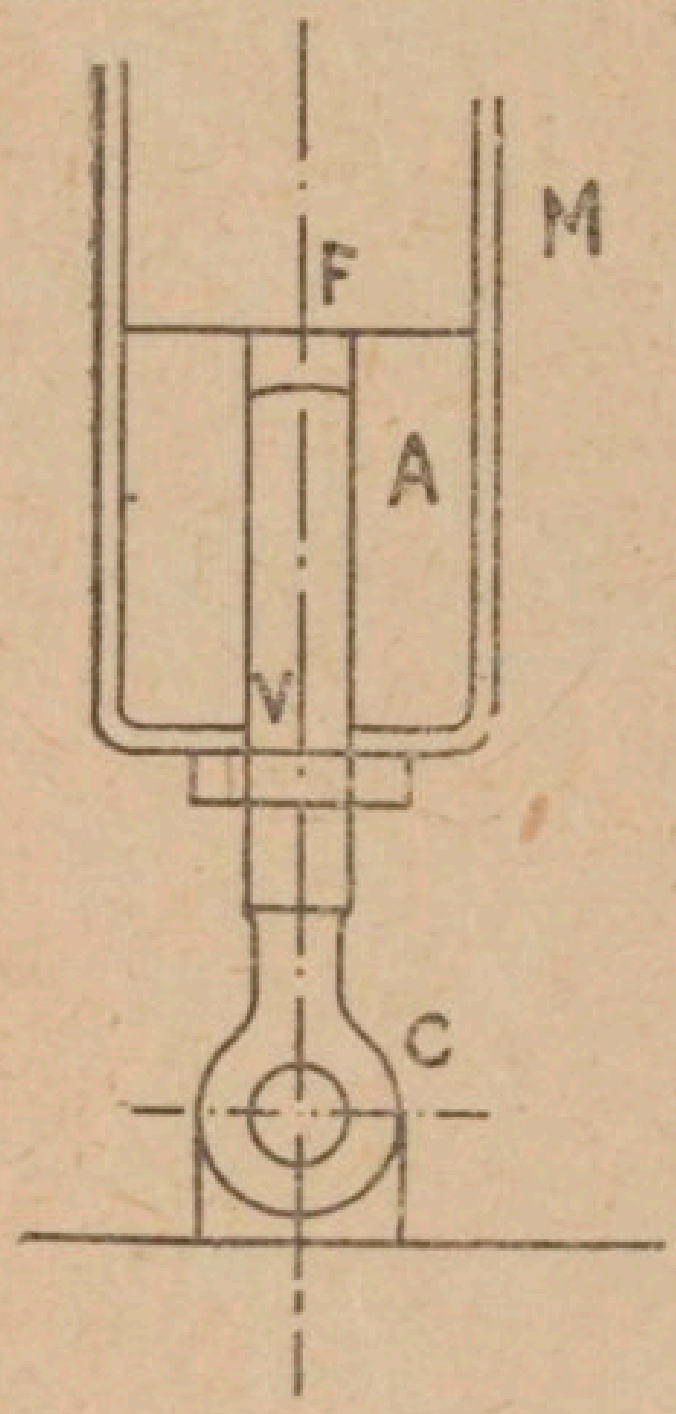


Fig. 86.

Dans les appareils Clément Bayard (fig. 86), une chape C est fixée solidement sur le longeron de l'aile ; ce longeron peut d'ailleurs être en bois ou en métal. Dans la chape C est articulée une forte vis V, munie d'un écrou E à six pans. La base du mât M vient se visser sur la vis V de la façon suivante : A l'intérieur du tube est serrée puis brasée une masse d'acier A, taraudée en F. Pour le montage, il suffit de tourner le mât jusqu'à obtention du réglage exact ; à ce moment on immobilise la vis par l'écrou E.

Dans ce système, toutes les difficultés que l'on rencontre pour l'attache des tendeurs divers subsistent intégralement.

Le biplan Ponnier 1913 comportait un assemblage plus simple que le précédent mais dans lequel le réglage de la longueur du mât n'est plus prévu (fig. 87).

L'extrémité du tube d'acier M est fuselée et sertie par dessus des fourrures qui permettent d'exercer un serrage grâce au boulon B. Le reste se compose sim-

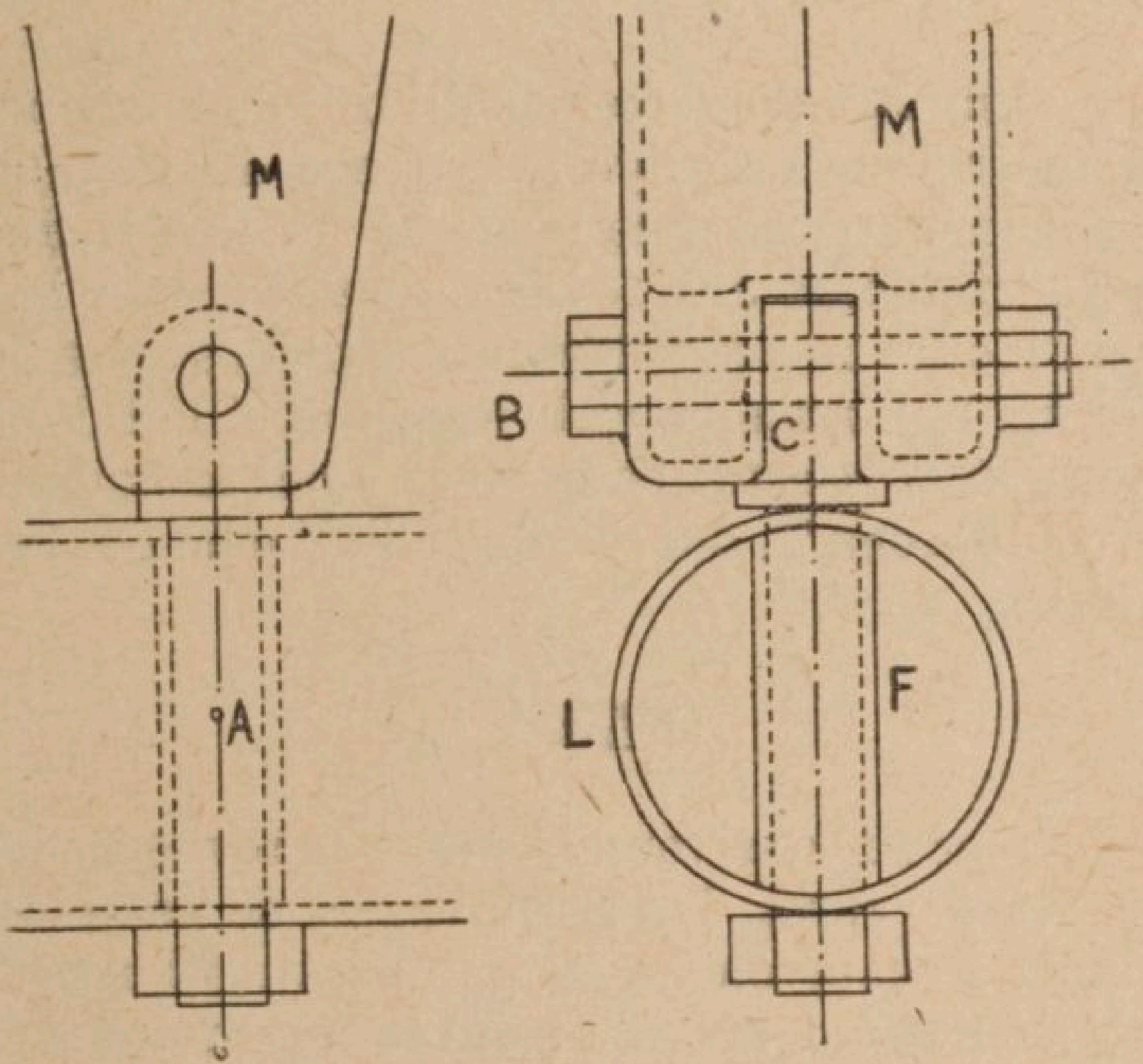


Fig. 87.

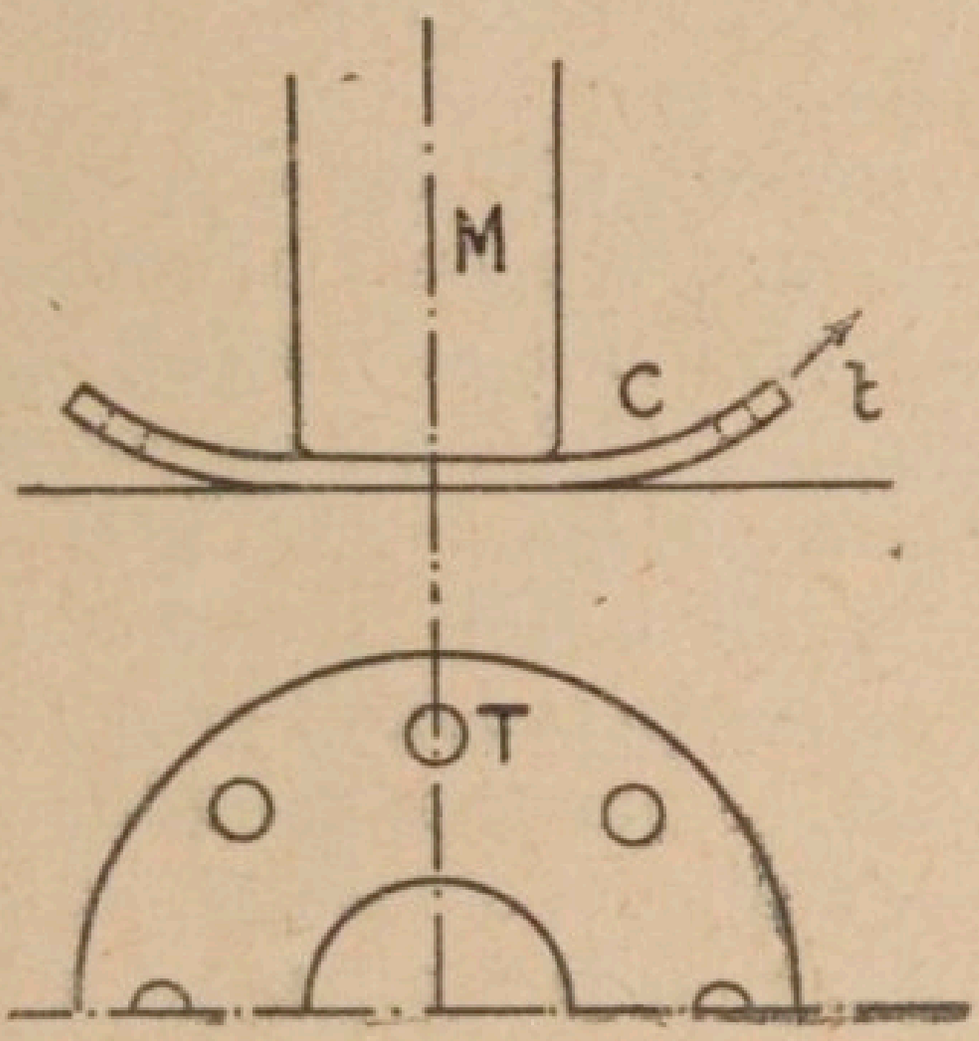


Fig. 88.

plement d'une chape C fixée sur le longeron tubulaire L de l'aile.

Pour permettre d'exercer sur la tige de la chape le serrage énergique qu'exige la sécurité du montage, sans cependant écraser le longeron, la tige N de la chape doit toujours être revêtue d'une fourrure F.

Voisin monte très simplement les mâts sur les longerons (fig. 88), mais entre le longeron et le tube du montant est serrée une coupelle C, dont le pourtour est percé de trous T, qui servent à l'attache des haubans divers.

Mâts.

Nous avons successivement passé en revue les longerons, les nervures, les assemblages de ces pièces entre elles. Nous avons montré la constitution générale des cellules et décrit quelques assemblages des pièces de mâts avec les longerons.

Il nous reste à dire quelques mots sur le choix des montants.

Les montants de cellule sont construits, soit en bois, soit en métal.

Quelques avions du début, tel celui du capitaine Ferber, étaient construits en bambou. L'assemblage des bambous est difficile à réaliser et, comme ces bois sont complètement abandonnés de nos jours, ce n'est que pour mémoire que nous les rappelons.

Les montants de cellule doivent résister à de grands efforts de compression et présentent toujours une grande longueur par rapport à leurs dimensions transversales. Il était donc naturel, pour éviter tout flambage, d'augmenter la section au milieu du mât.

Ceci se réalise assez facilement quand les mâts sont en bois, mais devient plus délicat quand ils sont métalliques.

La section des mâts en bois est très variable. Ils peuvent être en bois plein ou creux.

Longtemps, pour diminuer la résistance à l'avance, on fusela la section des mâts suivant un profil symétrique (fig. 89), mais le progrès des connaissances aérodynamiques conduisit vite à des sections dissymétriques (voir chapitre I).

On réalise ces sections de diverses façons. Nous en avons signalé une au cours du chapitre II, figure

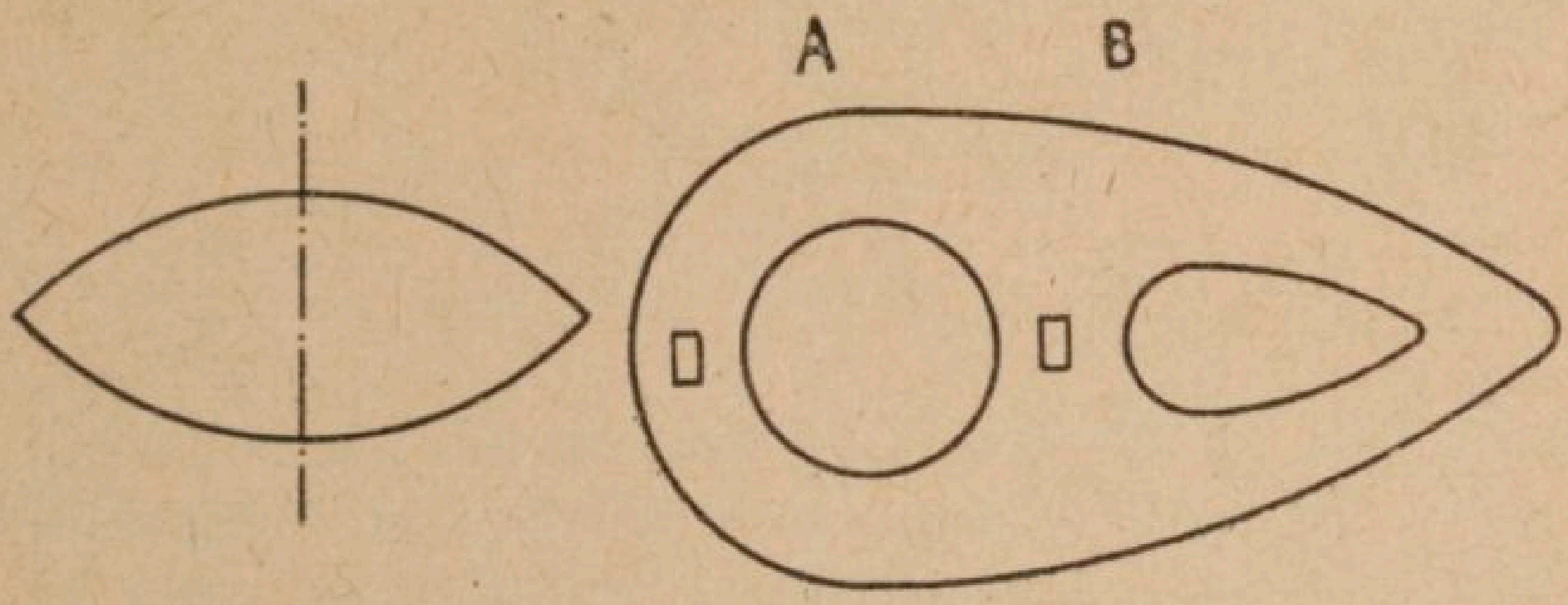


Fig. 89 et 90.

32. Ce modèle très simple est couramment employé de nos jours, mais il se présente sous divers aspects, qui ne sont que des variantes du type initial. Par exemple le toupillage de la figure 90 permet de conserver une grande section de bois dans la région AB qui résiste au flambage, tandis que la partie arrière qui ne sert que de carénage peut être très mince.

Les mâts métalliques doivent autant que possible présenter la même section extérieure que les précédents et c'est précisément là que réside la difficulté principale.

Lorsqu'on dispose de tubes profilés étirés, la question est immédiatement résolue. Mais la plupart du temps, ces tubes sont extrêmement coûteux et, en tout cas, difficiles à se procurer en grande quantité.

On est amené pour ces raisons à utiliser le tube d'acier rond en le revêtant de carénages divers.

Le système le plus simple consiste à placer à l'arrière du tube T un carénage en bois profilé A et à recouvrir le tout d'un marouflage sérieux M (fig. 91).

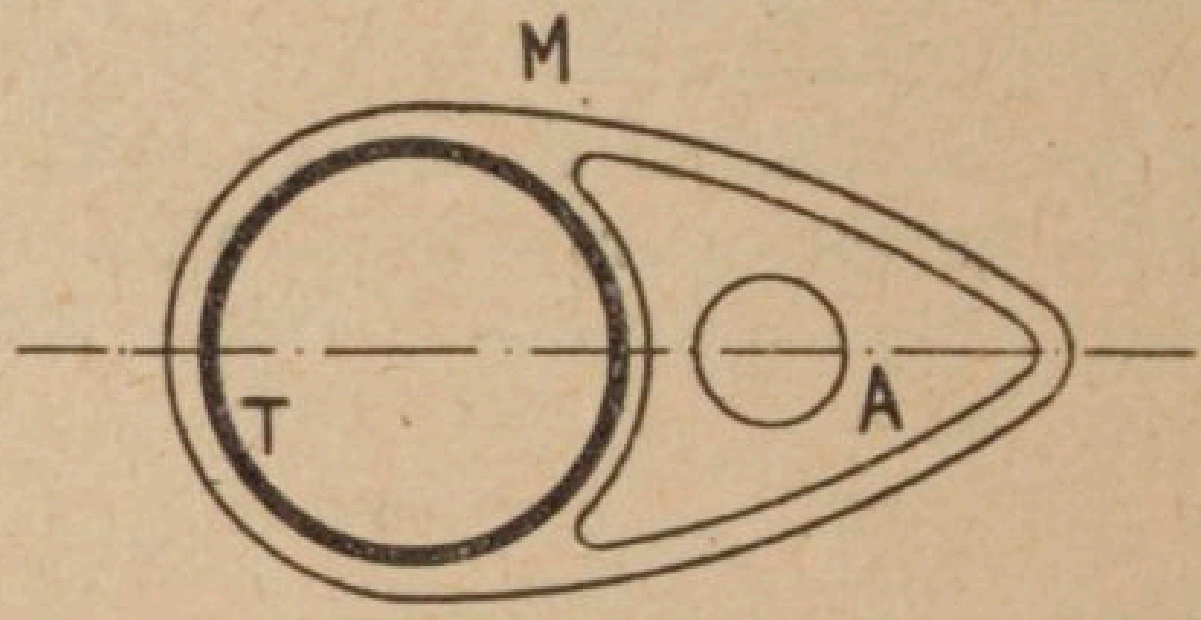


Fig. 91.

Il est bon de prévoir dè place en place des ergots d'arrêt, ou, tout au moins, de serrer très énergiquement la bande à maroufler afin d'éviter qu'à la longue le carénage en bois ne vienne à tourner autour de l'axe du tube d'acier. Ceci se produit en particu-

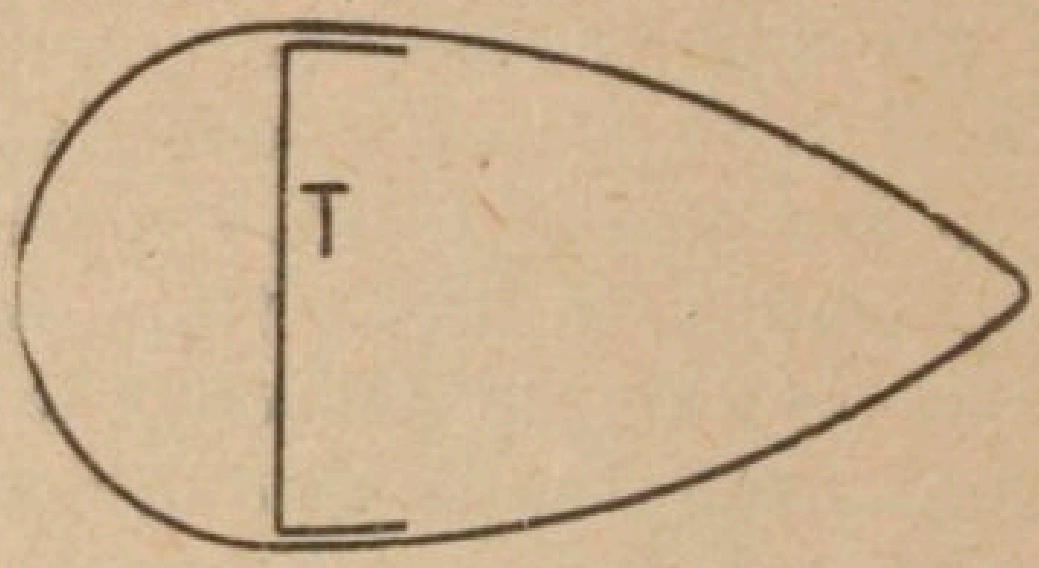


Fig. 92.

lier lorsque le bois employé n'est pas parfaitement sec.

Les mâts en tube profilé soit en acier, soit en duralumin, ont l'inconvénient, étant donné la constance de leur épaisseur, d'avoir un faible moment d'inertie transversale. On les renforce par des systèmes divers ;

par exemple, en leur adjoignant intérieurement une lame de tôle T. Ce procédé n'est pas recommandable, à cause de l'insuffisance de rigidité de la liaison entre les deux pièces.

Des combinaisons très diverses ont été étudiées pour atteindre le but cherché par la construction même du mât. Ainsi, on a essayé l'emploi du type de la figure 93 dans lequel le profil est constitué par un tube de forme T sur lequel vient s'appliquer un carénage en bois C ; la surface plane empêche toute

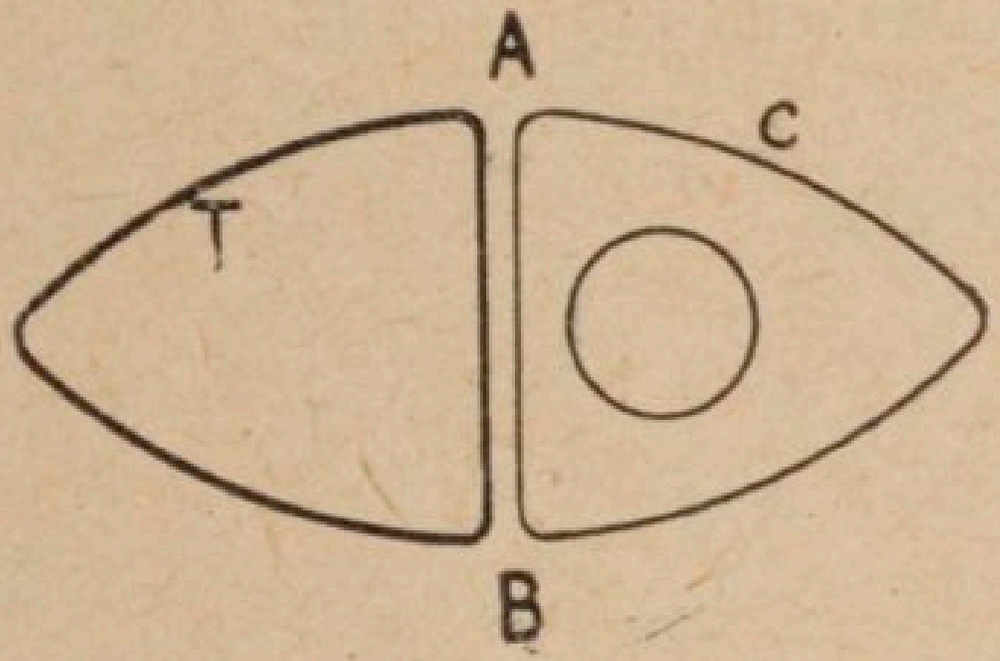


Fig. 93.

rotation des pièces l'une par rapport à l'autre. Le moment d'inertie transversal est très augmenté par la présence du côté AB du tube T.

D'autres modèles de mâts métalliques ont été essayés, qui ont fourni d'excellents résultats, mais dont la fabrication est malheureusement très coûteuse. Ils sont constitués de deux pièces embouties, soudées ou rivées ensemble. Cette fabrication permet la variation des dimensions de la section des pieds vers le milieu, comme cela est possible dans les mâts en bois. C'est le principal avantage qu'elle présente. L'application en a été faite sur les avions allemands notamment.

On pourrait citer d'autres modèles de mâts, mais nous avons préféré nous borner à la description des

types précédents qui sont les plus modernes ; les autres n'auraient qu'un intérêt historique.

Avant d'arriver à l'étude de l'entoilage de l'aile, nous allons compléter l'étude précédente par celles de quelques détails indispensables à connaître, concernant les attaches des tendeurs. Ces études compléteront celles que nous avons faites sur les assemblages (figures 82, 83, 84, 85, etc.).

Les cellules ou les ailes de biplans et monoplans

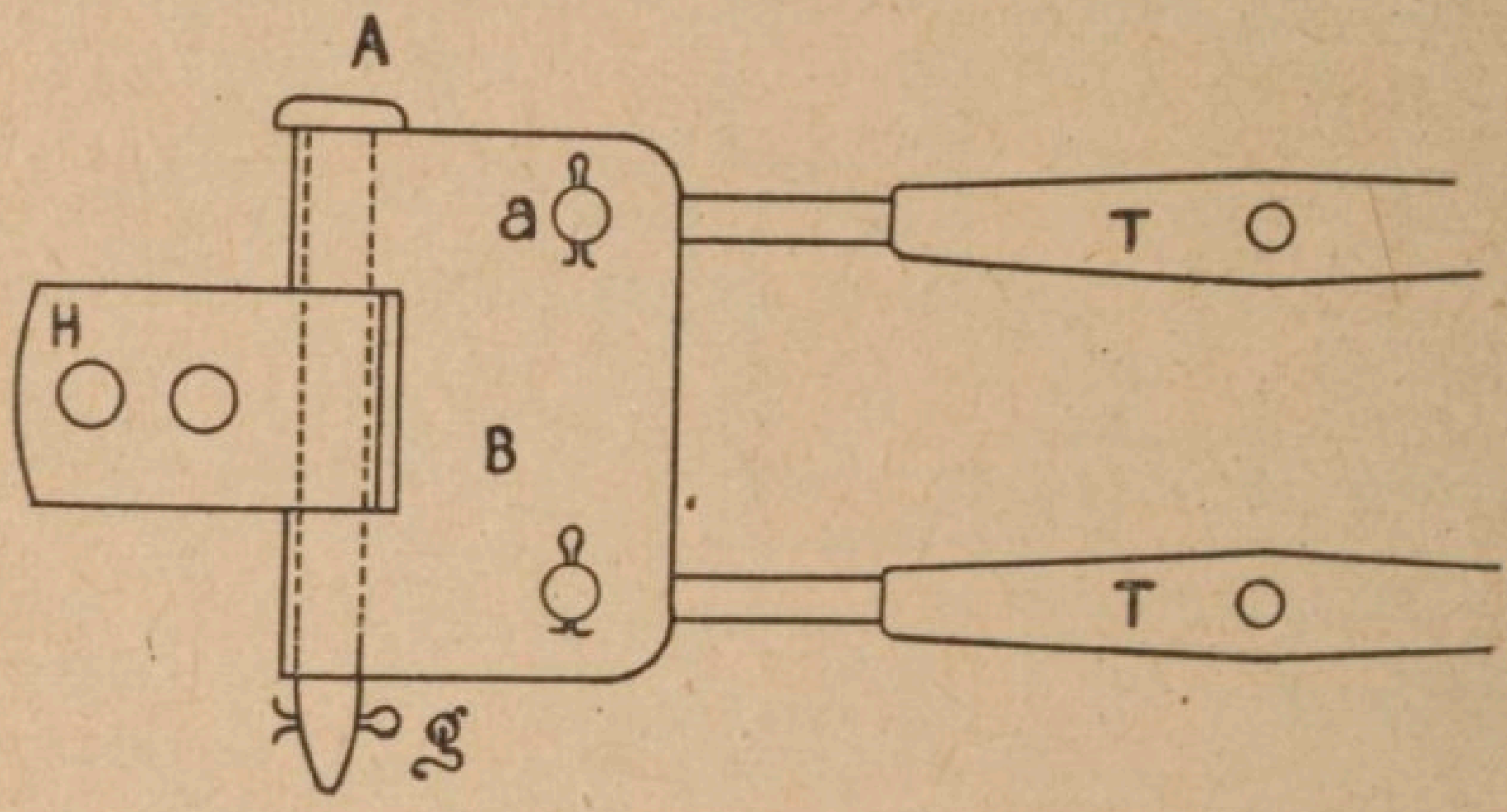


Fig. 94.

comportent des haubans divers. Ces haubans sont constitués par des cordes à piano, des câbles ou des fils profilés.

Nous ne reviendrons pas dans cet ouvrage sur la description des attaches courantes qui se pratiquent couramment dans les diverses industries employant sous grande traction le fil d'acier ou le câble. Nous nous bornerons à citer quelques modèles particuliers. Tout d'abord, l'attache d'un tendeur quelconque doit être orientable. Il importe donc de fixer les extrémités des fils ou câbles sur des pièces pouvant tourner, tout au moins dans un sens.

La figure 94 montre la fixation de deux tendeurs T

sur un même point d'attache H. Les deux tendeurs T sont montés au moyen d'axes *a* entre les deux pattes d'une pièce en tôle pliée B. Cette pièce en tôle peut elle-même osciller autour d'un axe A qui la réunit à la pièce H.

On a cherché à construire le tendeur orientable lui-même. La figure 95 montre un modèle qui peut convenir pour de faibles efforts, mais a été abandonné complètement par suite des limites trop étroites de son emploi. La tige A du tendeur est munie d'une rotule S qui oscille dans le logement qu'on lui a prévu dans la pièce de fixation C.

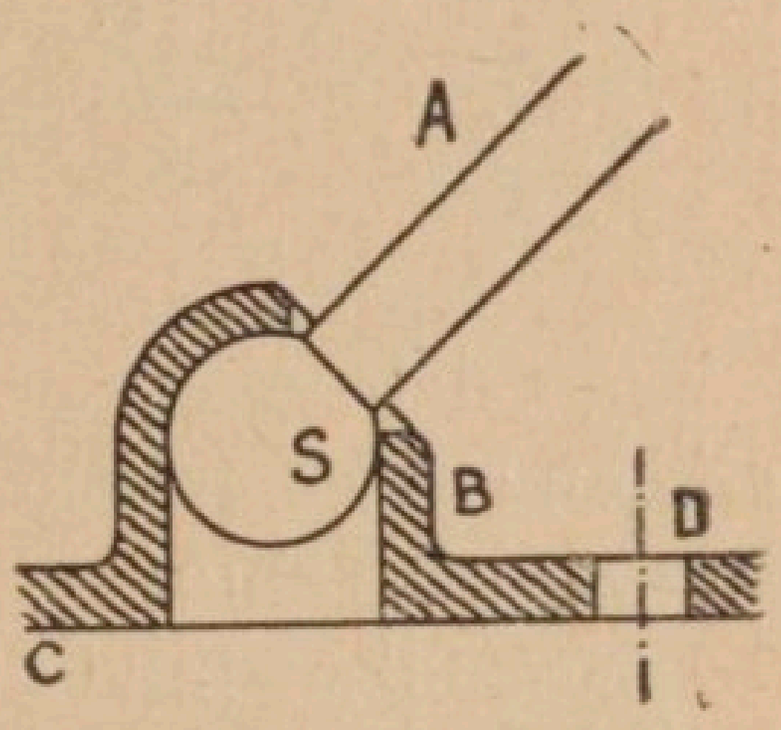


Fig. 95.

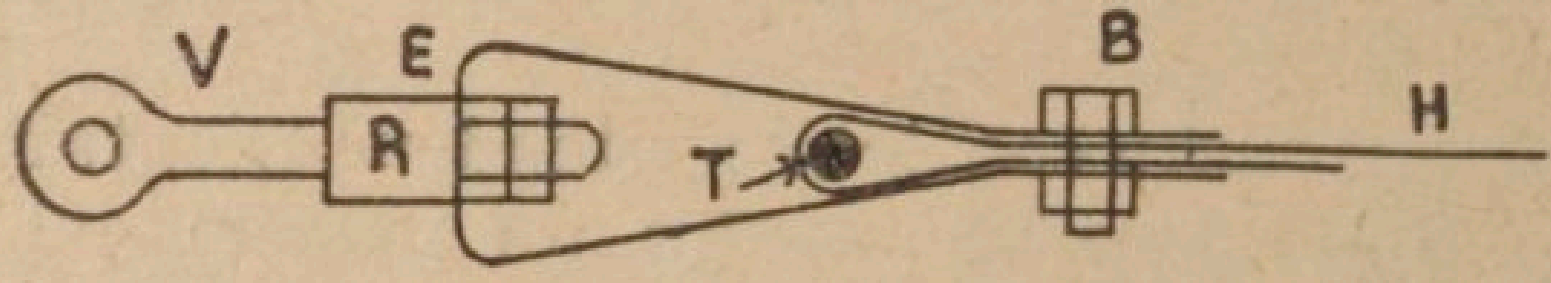
Dans la majorité des avions modernes, on a abandonné toute construction spéciale du tendeur, préférant l'emploi de combinaisons analogues à la première (fig. 94). Ces dernières ont l'avantage d'être beaucoup plus faciles à adapter aux besoins particuliers et sont beaucoup plus homogènes, pouvant être fabriquées avec des matériaux de première qualité, avec un outillage très simple.

Dans le cas de fils plats, nous trouvons de nombreux modèles d'attaches. Citons parmi ceux-ci l'attache Bréguet que représente la figure 96. Cette attache a pour but de réunir un hauban en acier plat H à une tige de tendeur T, en évitant de percer le hauban H.

A cet effet, la vis V enserre entre deux écrous E, une pièce A en tôle d'acier découpée et courbée.

Cette dernière pièce porte deux boulons ménageant entre eux un espace égal à la largeur du hauban plat H.

Le hauban H est plié avec soin autour d'un noyau rond T et le tout est serré par les boulons B entre les joues de la pièce de tôle A. Le serrage empêche tout



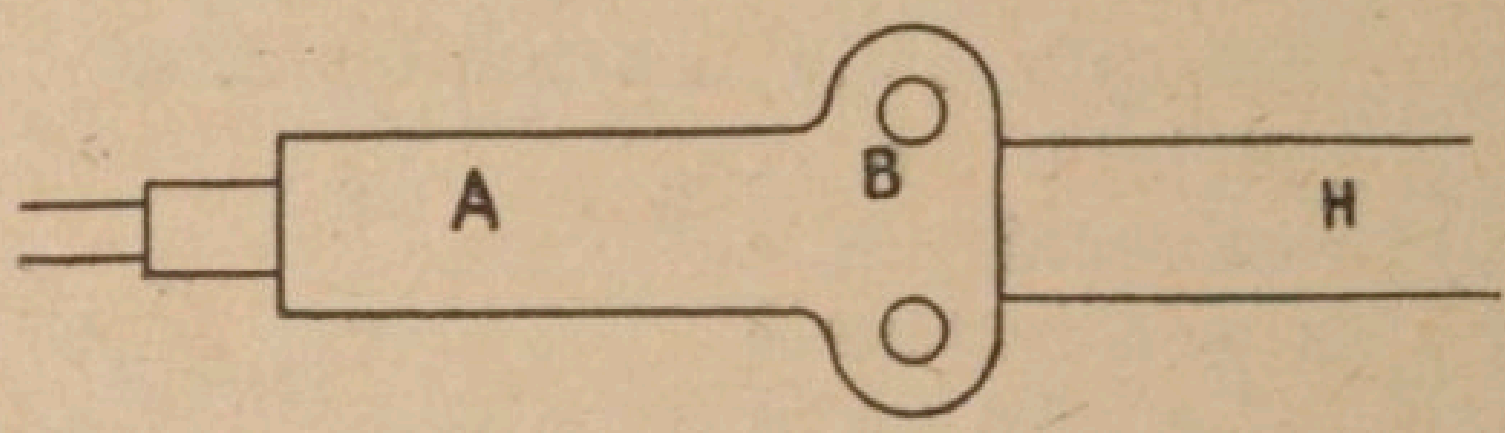


Fig. 96.

glissement et on réalise de cette façon une attache très satisfaisante.

Lorsqu'il s'agit de câbles d'acier, on emploie des

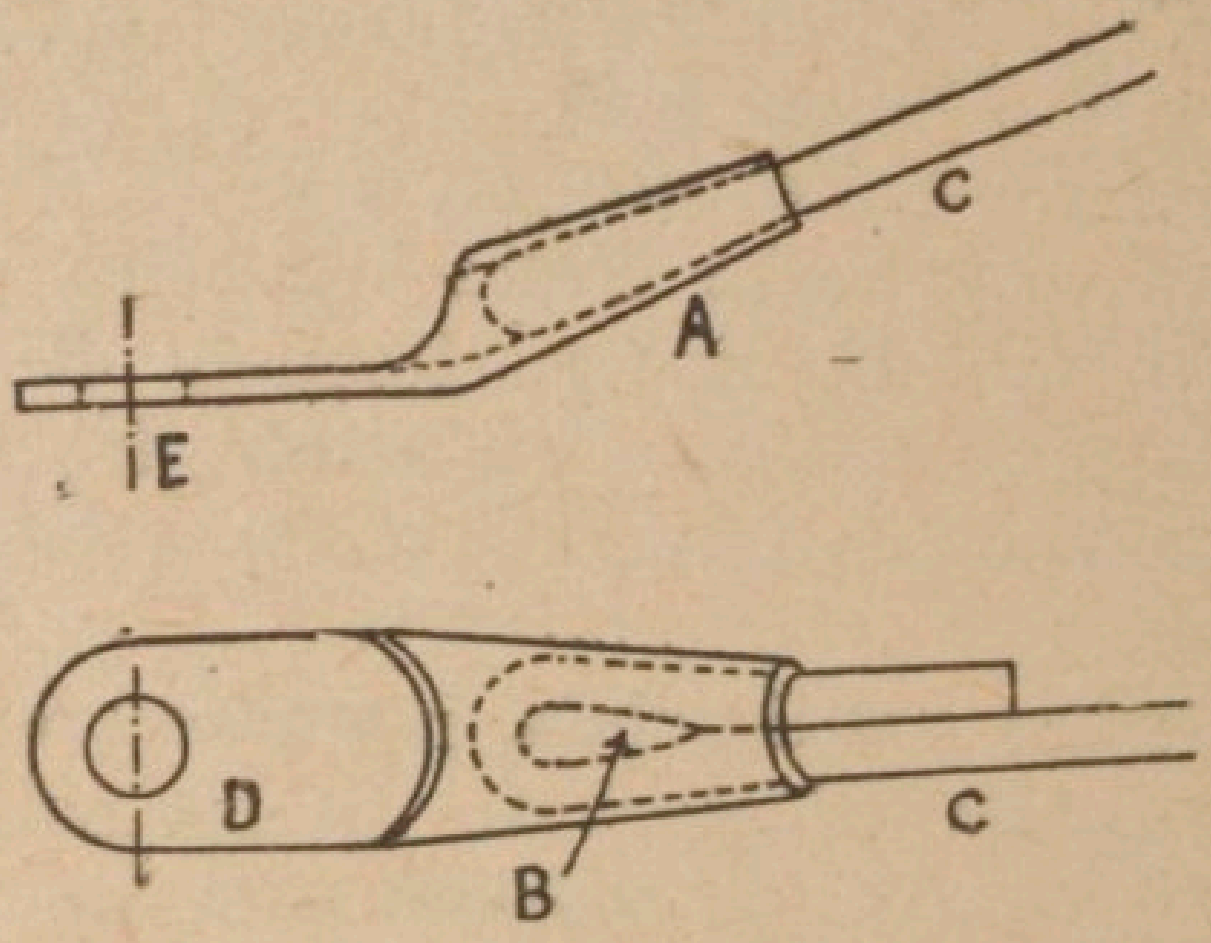


Fig. 97.

procédés différents ; le plus courant est l'épissure ordinaire, mais la difficulté que l'on éprouve à trouver des ouvriers habiles dans cette partie oblige parfois à recourir à des procédés plus simples, qui offrent de plus l'avantage d'être plus rapides.

Dans le monoplan Train, les câbles étaient recourbés de façon à former une boucle qui entourait un noyau B. La boucle introduite dans une douille solide A exerçait par suite de la traction sur le câble C un serrage énergique sur le noyau B et le tout était rapidement bloqué. La douille présentait une patte D qui servait à la fixer aux endroits prévus (fig. 97).

On réunit quelquefois les câbles aux cosses par la variante suivante. La douille est conique et on y passe l'extrémité du câble, cette extrémité est ensuite épanouie le plus possible, en rapport avec le degré d'ouverture du cône intérieur de la douille. Les fils sont alors noyés dans une masse de soudure et l'extrémité du câble présente ainsi un renflement qui vient se bloquer dans la douille.

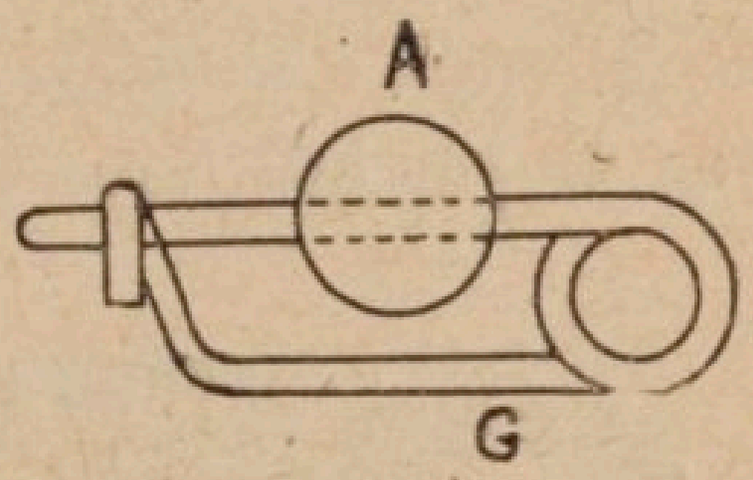


Fig. 98.

Quel que soit le système d'attache pour câbles et tendeurs, il est toujours recommandé de freiner avec beaucoup de soin les écrous ou de goupiller sérieusement les axes.

Ces derniers ne devant pas être serrés sur les pièces qu'ils réunissent, il faut prévoir un goupillage pratique. La figure 98 montre le système très simple innové sur les appareils Deperdussin et dont l'usage est devenu courant. L'axe A est simplement percé d'un trou dans lequel on introduit l'extrémité droite d'une épingle G en corde à piano.

En ce qui concerne les tendeurs, nous ne nous étendrons pas sur la description des modèles bien connus que représentent les figures 99 et 100. Leur emploi s'est suffisamment vulgarisé pour que nous n'ayons pas à y revenir ici.

Nous nous contenterons de signaler le tendeur à sauterelle innové par Farman en 1913. Ce tendeur,

prévu pour un démontage très rapide de l'avion, porte à une extrémité une sauterelle B qui se trouve freinée lors du réglage par l'écrou du tendeur lui-même



Fig. 99.

(fig. 101). Ces tendeurs à sauterelle ne sont plus guère employés que dans des cas particuliers.



Fig. 100.

Au moyen des éléments précédents, on réalise des ensembles très variés.

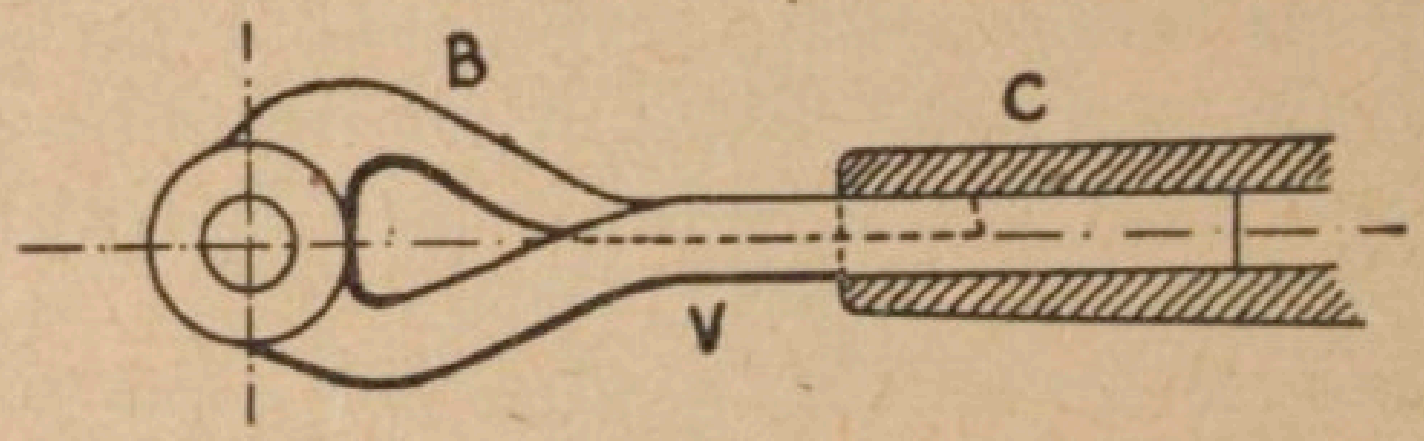


Fig. 101.

Les haubans eux-mêmes offrent parfois quelque originalité. Au début les ailes de monoplans étaient haubannées au moyen de câbles, mais ceux-ci offraient une assez grande surface nuisible à l'avan-

cement et on les remplaça dans beaucoup de cas par des haubans en acier profilé.

Le regretté Edouard Nieuport avait fait breveter un système permettant l'emploi de rubans d'acier et empêchant ceux-ci de flotter dans l'air grâce à une

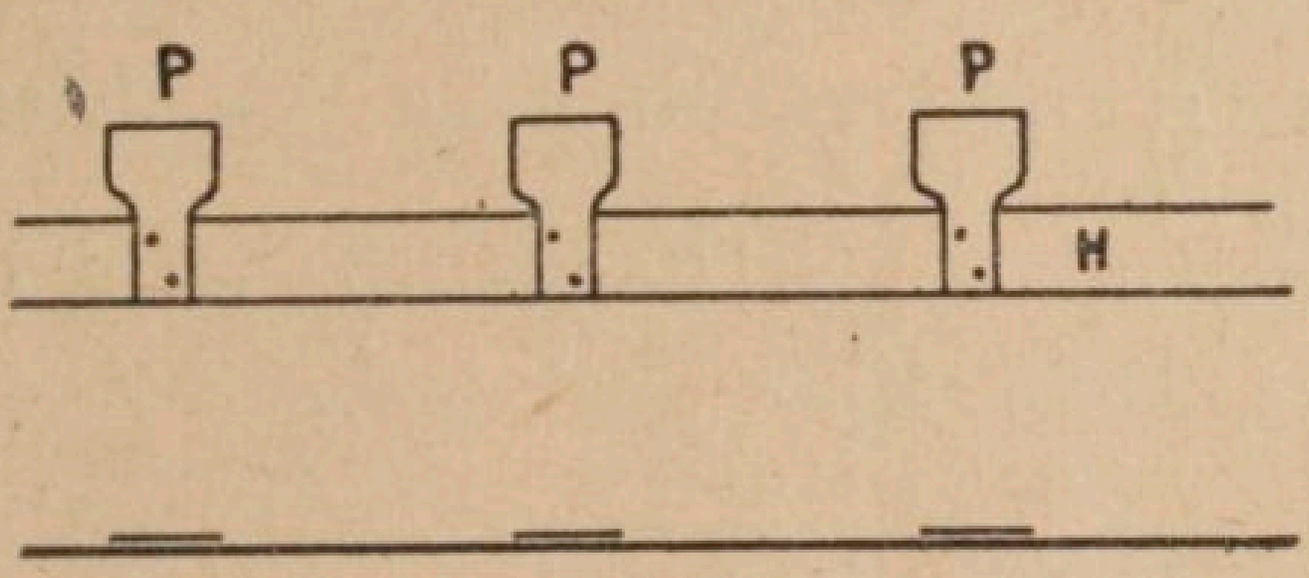


Fig. 102.

série de petites palettes P rivées légèrement sur le ruban (fig. 102).

La figure 103 montre la section d'un hauban d'origine allemande qui offre l'inconvénient d'une fabrication assez compliquée. La partie principale du hauban est constituée par un câble d'acier. A l'arrière du câble est disposée une lame d'acier mince et le tout est enveloppé d'une couche de caoutchouc moulée suivant un profil de moindre résistance en rapport avec le diamètre du câble d'acier.

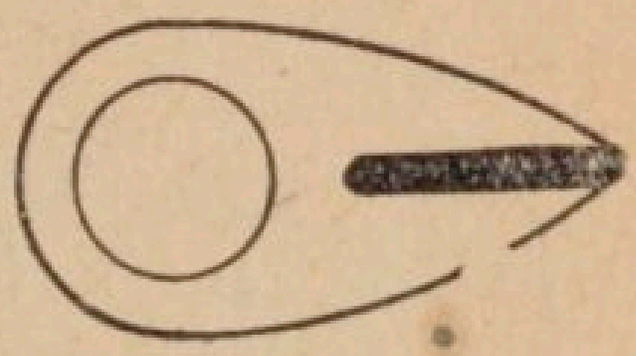


Fig. 103.

Nous avons passé en revue tous les matériaux de la charpente de l'aile et ceux qui servent à la consolider. Il nous reste à montrer comment la charpente de l'aile est fixée sur la partie principale de l'avion dans le cas de fuselage.

Fixation des ailes sur les fuselages

Les extrémités de longerons qui dépassent la première nervure sont en général munies de chapes qui

viennent s'emboîter sur les pattes correspondantes prévues sur le fuselage.

Le système doit être susceptible de déformation sans risque de cassure. Il est, en effet, impossible de haubanner une aile de façon à rendre le tout absolument rigide et un assemblage fixe souffrirait beaucoup des déplacements résultant de l'élasticité de l'aile au cours du vol.

Le système le plus simple consiste à prévoir un

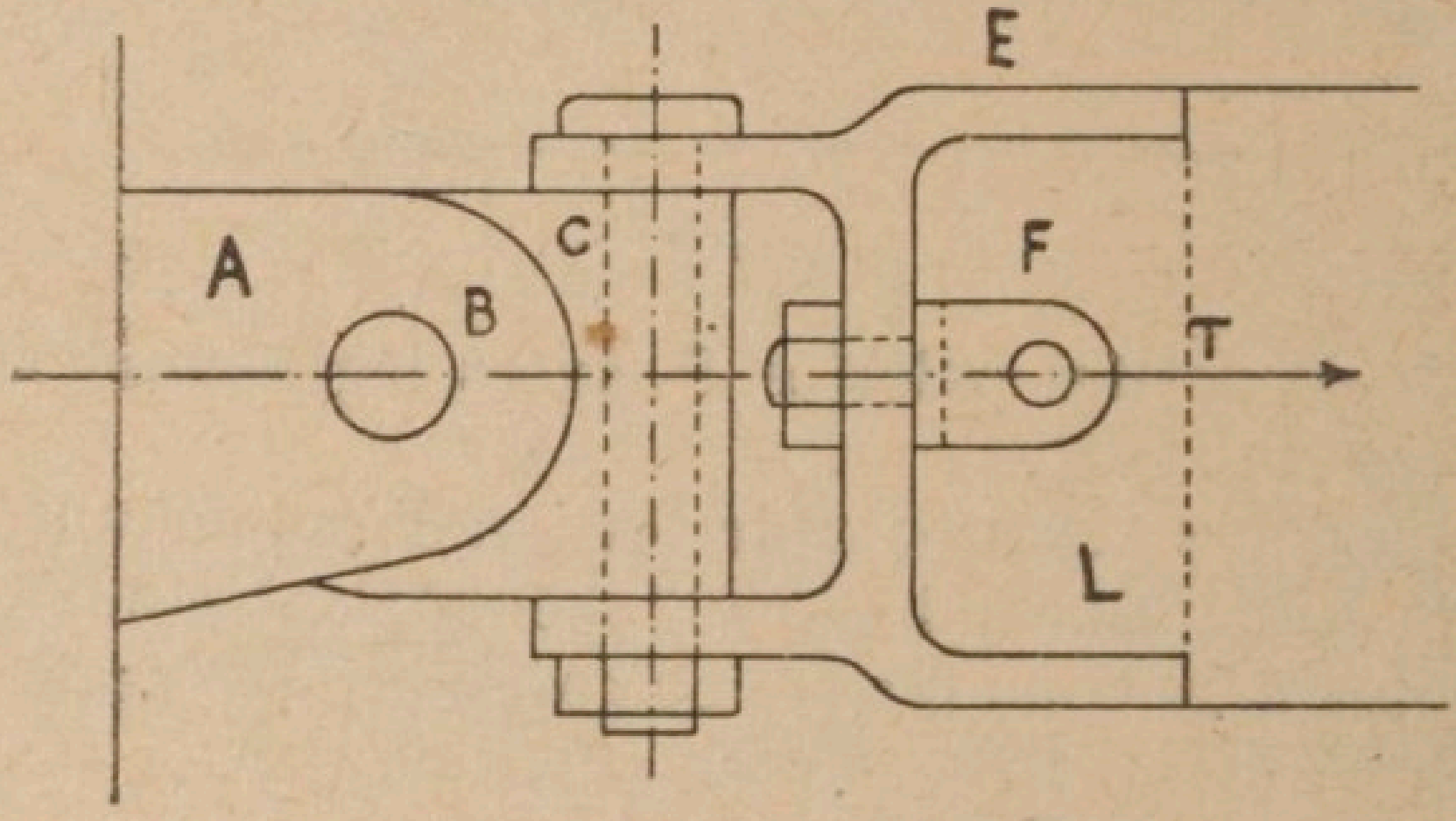


Fig. 104.

joint à la Cardan. On a aussi essayé des joints à rotule, mais les premiers donnent des résultats s ffisamment probants pour qu'il soit inutile de faire les frais de fabrication de rotule.

L'aile Bristol est montée comme l'indique la figure 104. L'extrémité du longeron L est immobilisée dans une double chape E en acier. Un tendeur T augmente la sécurité de l'assemblage. Sur le fuselage est fixée une chape A, et entre A et E est placée une pièce C montée au moyen de deux axes B et D. L'ensemble constitue un joint de Cardan.

La figure 105 montre un assemblage très simple de longerons d'ailes au-dessus du fuselage. Le simple examen suffit à l'explication.

Il en est de même de la figure 106 montrant la réunion d'un longeron à un fuselage, au moyen d'une chape et d'une pièce de renforcement. Dans ce_der-

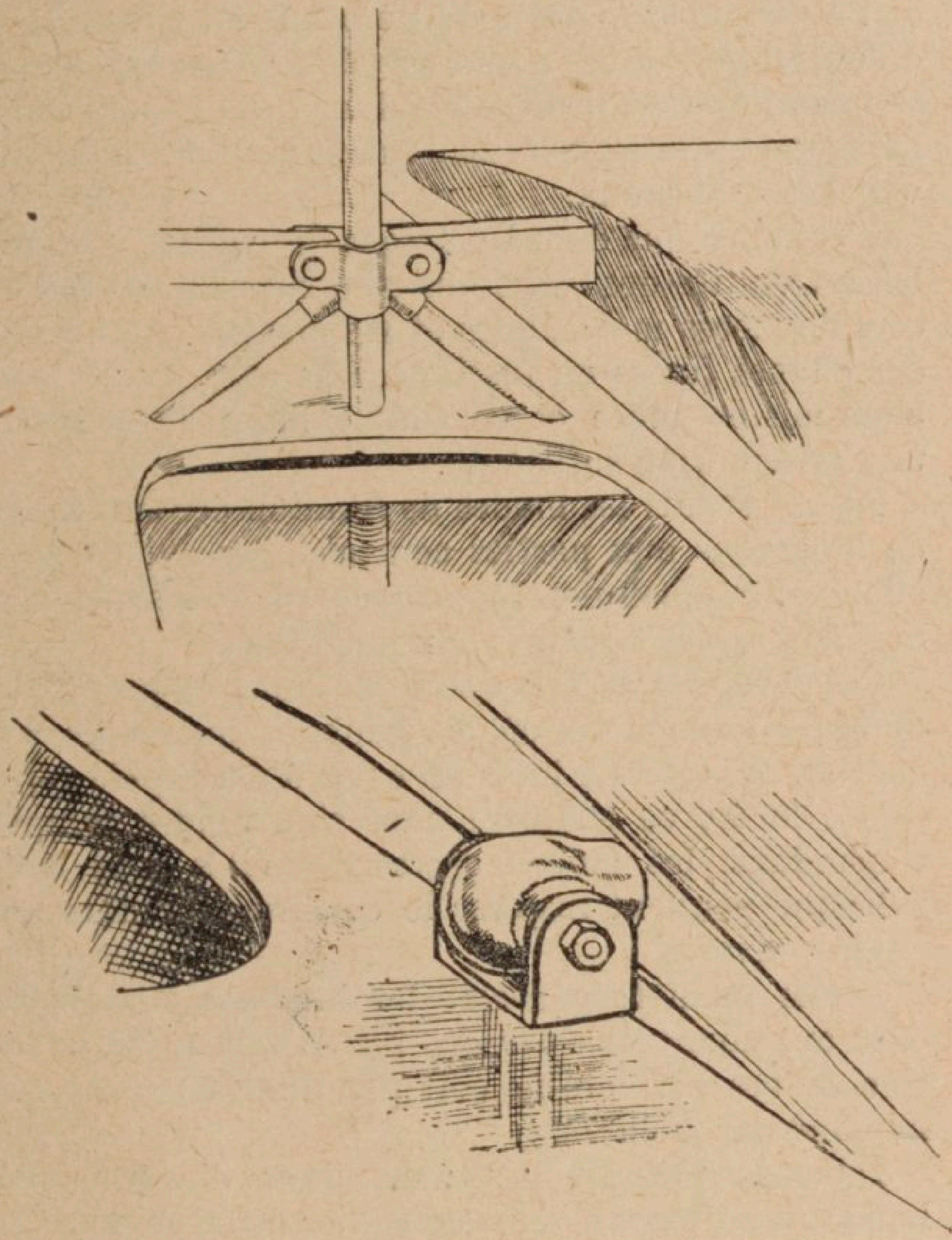


Fig. 105 et 106.

nier cas, le longeron est rond et l'ensemble est applicable en particulier à un longeron en tube d'acier ou duralumin.

Dans les appareils biplans, on monte les ailes de façon plus simple. D'ailleurs, de nos jours, les progrès réalisés dans la construction assurent à l'ensemble de l'avion une indéformabilité beaucoup plus grande qu'autrefois et il n'y a plus lieu de prendre les précautions qui étaient nécessaires dans des appareils dont la légèreté influait nécessairement sur le taux de travail des matériaux.

C'est ainsi que dans les avions Sopwith et Salmson les extrémités des longerons sont simplement renforcées de pièces métalliques et viennent se placer dans des chapes fixées au fuselage. Des axes d'acier sont alors mis en place et ce simple montage constitue une articulation suffisante.

Ayant étudié les modes de fixation des extrémités de longerons aux parties centrales des avions, nous allons dire quelques mots concernant les attaches des haubans eux-mêmes aux longerons.

Ces dernières attaches sont à étudier en particulier dans les monoplans où les haubans jouent un rôle capital. Il suffit de jeter un coup d'œil rapide sur la figure 36 de ce chapitre pour s'en rendre compte. Cependant, les modes d'attaches cités sous cette rubrique peuvent inspirer le constructeur dans des cas très divers.

D'une manière générale les haubans sont rattachés aux longerons par des pièces telles que la section de ces derniers ne soit pas diminuée (trous de boulons par exemple).

Dans la plupart des monoplans d'autrefois le longeron est enserré dans un collier de forme variable en tôle d'acier découpée et c'est sur cette pièce de tôle que vient se monter l'extrémité de l'attache. Il est inutile de décrire ici des modèles de tôle découpée que tout constructeur peut facilement imaginer.

Signalons cependant le système appliqué dans le monoplan Hanriot.

On sait que le hauban doit toujours être orienté de façon que la force qu'il exerce passe par le centre de résistance de la section du longeron qu'il est destiné à soutenir. Dans le cas d'un longeron rectangulaire (d'ailleurs le plus général), il arrive pratiquement que presque toujours la force de traction du hauban ne

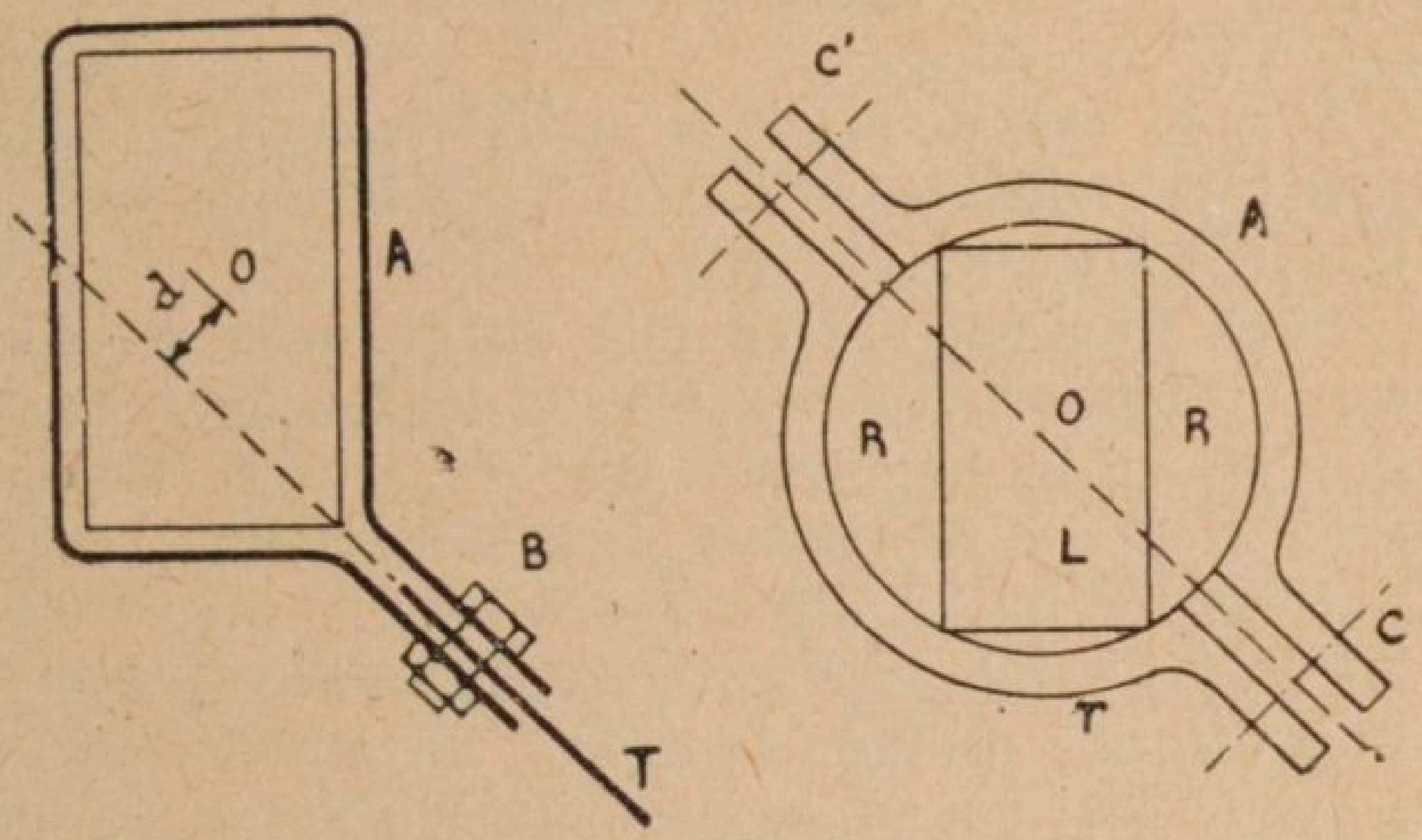


Fig. 107 et 108.

passe pas exactement par le centre O de la section. Il résulte de là un effort de torsion que l'examen de la figure 107 suffit à expliquer.

Pour parer à cet inconvénient, Hanriot, aux alentours du point d'attache, revêtait la section rectangulaire du longeron L de segments R et *r* en bois, de façon à obtenir une surface totale circulaire. Grâce à ces remplissages, on pouvait fixer les haubans sur le longeron au moyen de deux colliers demi-circulaires (figure 108) A que l'on serrait en CC. Lors du montage, on serrait faiblement les boulons des pattes C et on commençait à tendre le hauban T. Les deux demi-colliers, sous l'action de la traction T, se

plaçaient alors d'eux-mêmes dans la position normale, et c'est à ce moment seulement que l'on bloquait les brides. De cette façon, étant donné la régularité et la forme circulaire de la section, on avait la certitude que la traction passait par le centre O du longeron et nul effort parasite de torsion n'était à craindre.

Plans secondaires

Sous le nom de plans secondaires, nous entendons tous les stabilisateurs, ailerons, gouvernails de direction, plans de dérive, etc.

Leur construction se fait de diverses manières, suivant leur grandeur, mais elle est toujours inspirée des principes appliqués dans la construction des ailes, c'est-à-dire que les plans secondaires comportent des longerons, des nervures, etc.

Presque toujours, les gouvernails sont munis d'arêtiers en tube profilé. Autrefois, on a beaucoup employé le bois pour leur confection, mais cela entraînait une complication inutile.

Lorsqu'il s'agit de gouvernails de direction, il faut que l'attention du constructeur se porte en particulier sur la réunion des nervures à l'axe de rotation.

Lorsque, comme dans beaucoup d'appareils, les nervures sont maintenues par des haubans *h* (fig. 109), cette observation n'a qu'une importance secondaire. Mais certains avions, destinés à fournir de grandes vitesses, exigent une diminution poussée à l'extrême de la résistance à l'avancement. Il y a donc lieu dans ces appareils de supprimer les haubans *h* et de diminuer la longueur des leviers L. Ceci amène une grande valeur de la traction T dans les câbles de commande et d'autre part, tout l'effort de l'air sur le gouvernail est contrebalancé uniquement par l'assemblage des

nervures sur l'axe A. Pour réaliser ces derniers on évite difficilement le perçage du tube, mais on peut cependant concevoir des nervures bloquées par ser-

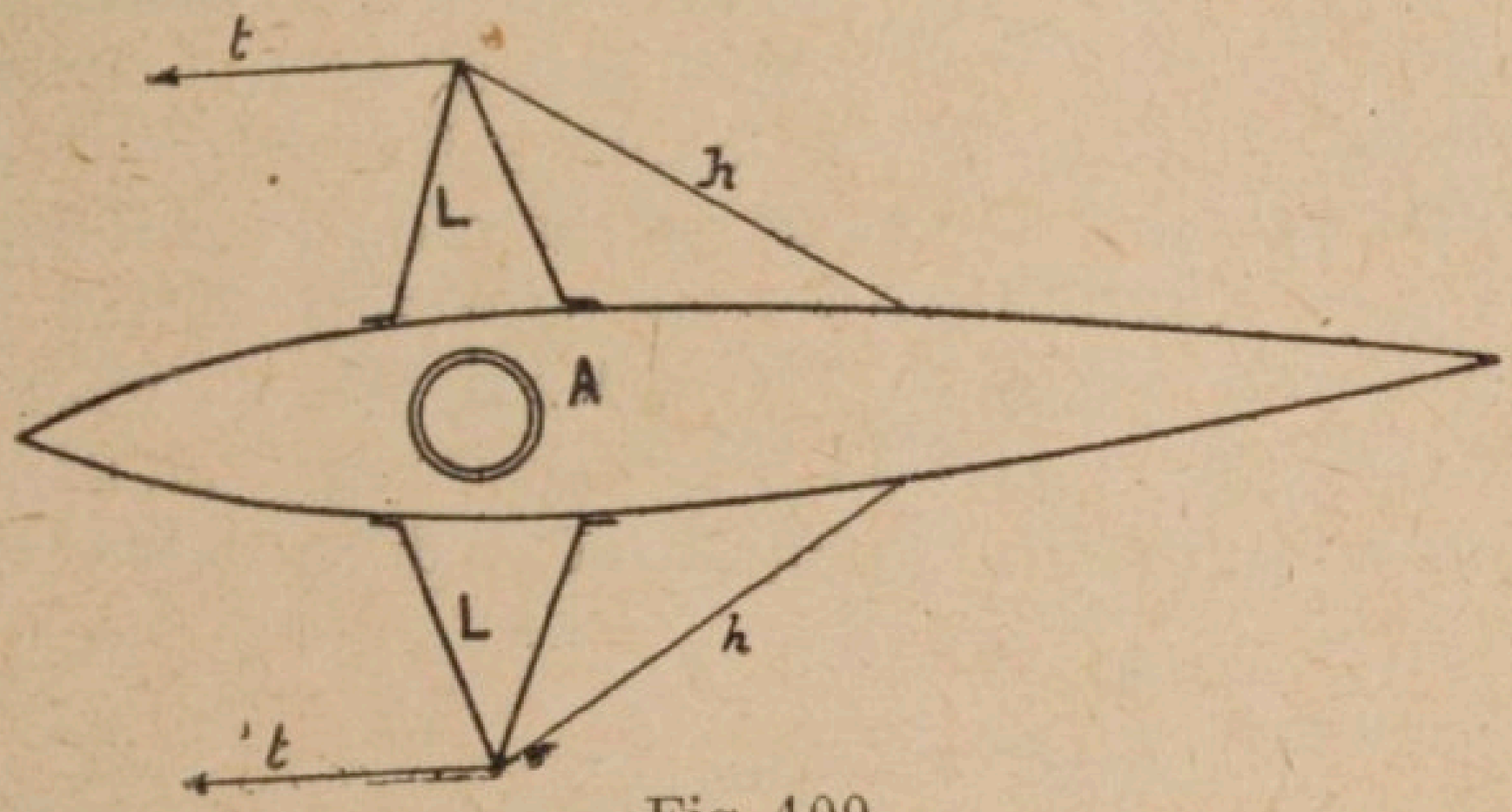


Fig. 109.

rage. De toute façon, il est nécessaire de prévoir des ergots d'arrêt tout au moins sur quelques-unes des nervures qui prennent alors le rôle de nervures principales par analogie avec celles que nous avons rencontrées dans la construction des ailes.

Les *stabilisateurs*, ainsi que les ailerons, se construisent de la même façon que les précédents, mais avec cette différence qu'ils sont articulés sur l'un de leurs bords.

La figure 110 montre une articulation très simple réalisée sur le biplan Graham White. Dans celle-ci le longeron du plan fixe A et le longeron avant du stabilisateur B sont enserrés dans les deux pièces C et D d'une charnière dont l'axe est E.

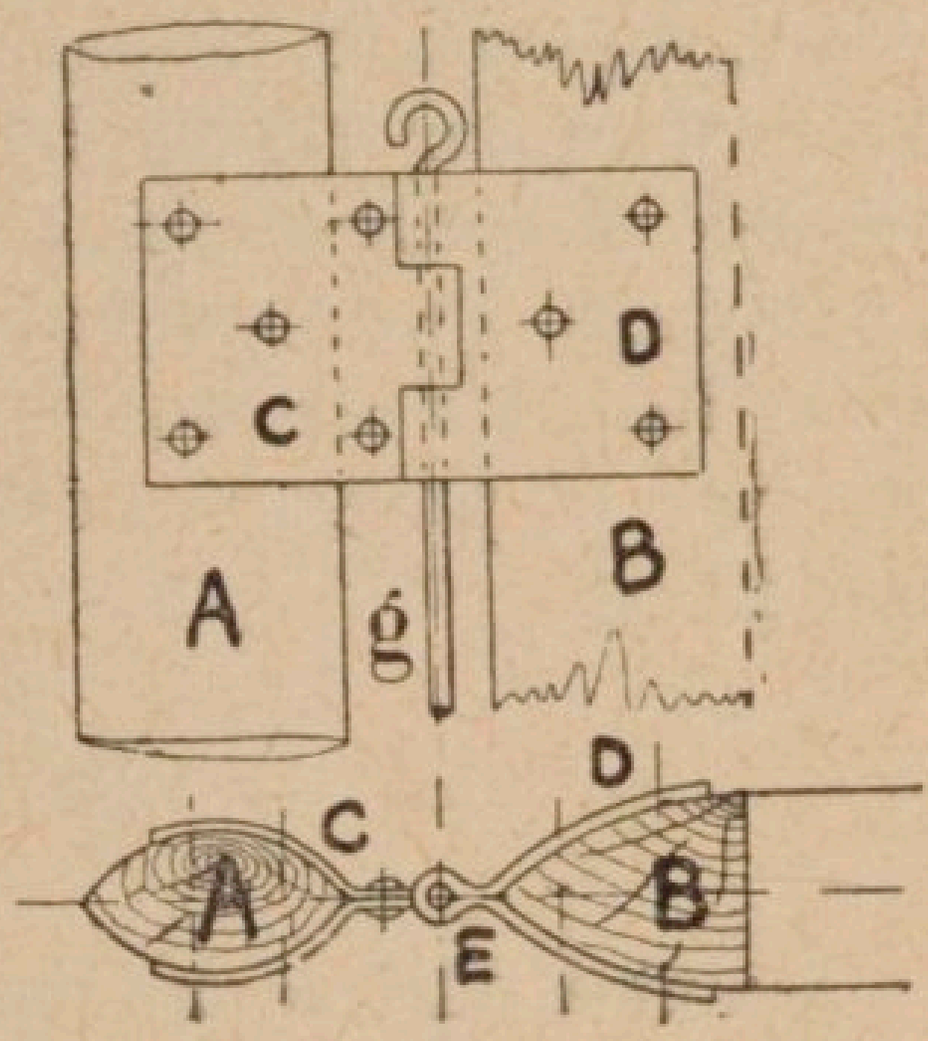


Fig. 110.

En ce qui concerne les *ailerons*, il y a lieu de remarquer que ceux-ci, enclavés dans les ailes (figure 13, chapitre I) ont une section épaisse à leur avant et on est amené de ce fait à les articuler soit sur la face supérieure en B, soit sur la face inférieure en A. Le second système, appliqué sur les avions Salmson, paraît préférable au point de vue aérodynamique, car il assure une semi-continuité presque constante de la face inférieure de l'aile (fig. 111). Mais, pratiquement, il demande, de la part du personnel chargé de l'entretien de l'appareil, un supplément d'attention. Lors

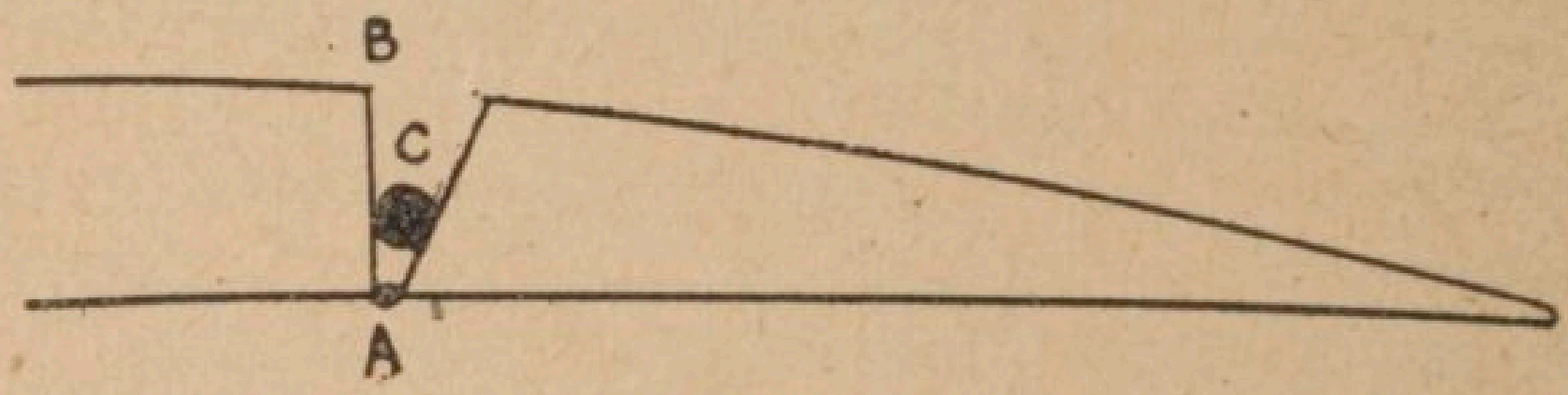


Fig. 111.

d'une réparation, un petit outil C peut être oublié sur l'aile et glisser insensiblement vers l'arrière sous l'influence des vibrations du moteur, pour arriver à se loger dans la rainure de la charnière au bout de quelques instants de vol, empêchant ainsi toute manœuvre et pouvant de ce fait entraîner de graves accidents.

Entoilage

Ayant étudié complètement la charpente des ailes et des plans divers, nous terminerons ce chapitre en disant quelques mots sur l'entoilage.

Lorsque la charpente est achevée, dans le cas où elle est entièrement en bois, il suffit de clouer la toile dessus en la tendant légèrement. Les bords sont alors réunis par une couture. Mais toujours les clouages ou

les coutures doivent être protégés par une bande collée par dessus le tout. C'est ensuite que l'on procède à la pose de l'enduit suivant le processus que nous avons indiqué au chapitre II.

Dans le cas de charpentes entièrement métalliques, on est obligé de renoncer aux facilités que procure le clouage et la toile est alors montée soit par couture, soit par laçage.

Ce dernier procédé fournit des ailes aussi solides que celles obtenues par les premiers, mais elles n'ont jamais le même aspect régulier.

CHAPITRE IV

FUSELAGES

Généralités. — Sous le titre général de fuselages donné à ce chapitre, nous comprendrons les organes destinés à assurer la liaison rigide nécessaire entre les ailes et les plans de manœuvre. Nous supposons, en effet, qu'il n'y a pas lieu de scinder en deux parties ce paragraphe de l'étude qui traite d'organes qui, tout en ayant des formes très différentes au point de vue mécanique, n'en remplissent pas moins des rôles absolument identiques.

Nous étudierons donc ici toutes les pièces ou montages qui, assurant la réunion entre les plans principaux ou ailes et les plans secondaires, ou plans de manœuvre, contribuent à former l'ensemble que, suivant le terme consacré par l'usage, on appelle le « planeur ». Cependant, il y a lieu de remarquer que l'on peut appeler planeur l'ensemble précédent muni des dispositifs permettant son atterrissage. Mais il nous a paru intéressant, dans cet ouvrage, de réserver un chapitre spécial aux dispositifs d'atterrissage.

Il importe de ne pas confondre *fuselage* dans le sens que nous venons de définir avec le mot *carlingue* qui s'applique à un ensemble réduit contenant le, logement du pilote et des passagers, le moteur, etc.

sans cependant assurer la fixation des gouvernails et stabilisateurs. Le lecteur établira de lui-même la différence par la lecture de ce qui suit.

Les appareils biplans dont les figures 20 et 22 du chapitre premier indiquent la forme générale comportent une carlingue et des poutres de réunion. Les poutres de réunion sont constituées par des longerons et des mâts, le tout haubanné par des cordes à piano. Au point de vue purement constructif, nous n'avons rien de particulier à signaler concernant les longerons et les mâts dont la fabrication s'inspire évidemment des mêmes principes que ceux qui servent de base à celle des pièces de cellules.

Poutres de réunion. — Les poutres de réunion sont constituées en bois ou en métal.

Dans le cas du bois, on préfère généralement employer des longerons creux à section sensiblement carrée. Comme aux emplacements des pieds de mâts sur les longerons d'ailes, il faut, dans les longerons de poutres de réunion, éviter de toupiller l'intérieur en ces endroits, de façon à se réserver des facilités pour l'exécution de l'assemblage.

Comme dans les ailes, les pieds de mâts viennent s'emboîter dans des godets en aluminium, ou en tôle d'acier, dans la fixation desquels il importe encore de prévoir l'attache des divers haubans. Les assemblages des mâts et des longerons des poutres de réunion sont en général plus simples que les types adoptés pour les cellules.

Le godet en aluminium est beaucoup plus rarement employé que le godet en tôle d'acier. Cela tient à ce que ce dernier est toujours plus fin et, par suite, offre un minimum de surface nuisible à l'avancement de l'avion.

De nos jours, les constructeurs ont presque tous

abandonné les godets ordinaires pour les remplacer par des pièces en tôle pliée enserrant complètement la section des longerons. On évite ainsi de percer ces derniers, solution toujours préférable.

En définitive, l'assemblage des mâts et des longerons des poutres de réunion en bois, n'offre pas de particularités. C'est principalement sur la réunion aux ailes que doit se reporter l'attention du constructeur.

Remarquons tout d'abord que, en général, les longerons inférieurs travaillent à la traction, tandis que les longerons supérieurs sont comprimés. Les assemblages inférieurs sont donc plus délicats à réaliser que les assemblages supérieurs, surtout dans le cas du bois. D'autre part, dans les biplans, les longerons des poutres de réunion aboutissent aux longerons arrière des ailes et ces deux pièces étant des pièces principales, on ne peut se permettre de les entailler. Souvent le problème se complique de la présence des pieds de mâts de la cellule, aboutissant aux points d'assemblage. Le grand nombre d'attaches de tendeurs qui en résulte exige alors des pièces assez compliquées qu'on ne peut fondre et il faut presque toujours recourir à la tôle pliée et à la soudure autogène.

Lorsque les godets de la cellule sont fixés par des boulons traversant le longeron, on peut se contenter du système très simple de la figure 112 qui s'applique à un longeron de poutre de réunion rectangulaire à coins arrondis.

Le longeron de l'aile est serré entre deux pièces de tôle A et C par des boulons qui traversent le tout en D et E. Ces mêmes boulons servent, le cas échéant, à maintenir le godet dans lequel s'emboîte le pied du mât de cellule.

Les pièces A et C se prolongent à l'arrière de l'aile et forment deux demi-coquilles entre les-

quelles aboutit l'extrémité du longeron de la poutre de réunion. Ce longeron est maintenu en place par le serrage de boulons F, G, qui le traversent. En exerçant un serrage raisonnable, le glissement n'est pas à craindre malgré une traction relativement forte. Les attaches de tendeurs se font sur des pattes en tôle découpée qui sont maintenues aux endroits appropriés par les divers boulons.

Le système que nous venons de décrire a de nom-

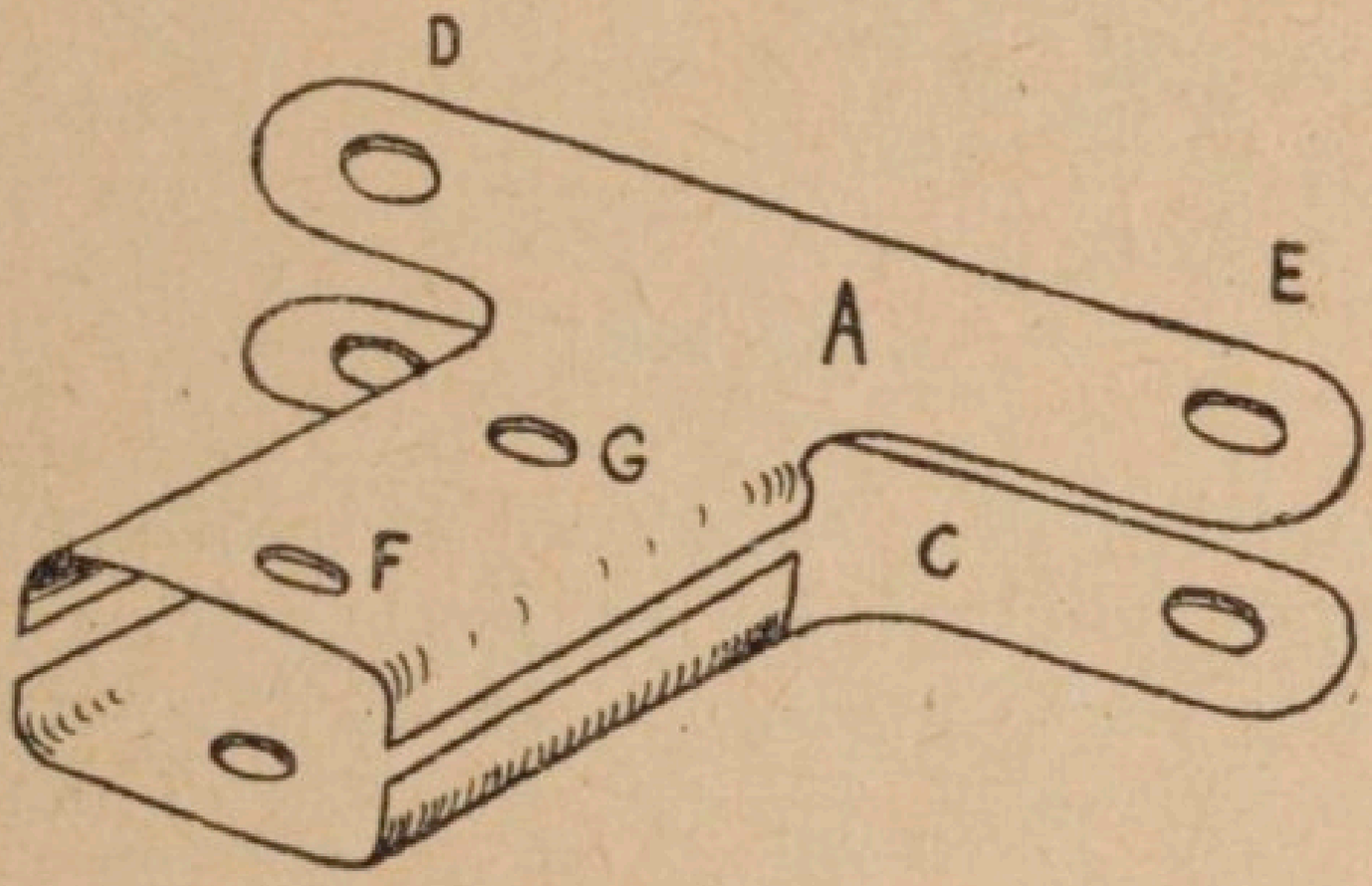


Fig. 112.

breuses variantes au point de vue de la forme. Il est simple et solide, mais offre le grave inconvénient, lors du montage, d'être trop rigide. Par la manutention, on fatigue donc les pièces assez considérablement.

D'autre part, il est difficile d'en prévoir les éléments interchangeables.

Pour ces raisons, on préfère de beaucoup employer des assemblages fixés au longeron d'aile, de façons diverses suivant les constructeurs, mais qui se terminent toujours par une chape C. Le longeron est muni d'un embout qui vient se raccorder sur cette chape et un simple boulon suffit à terminer le montage.

Sur la figure 113, la pièce est montée sur le longeron d'aile au moyen de trois boulons ABC.

La figure 114 donne le schéma d'un embout de lon-

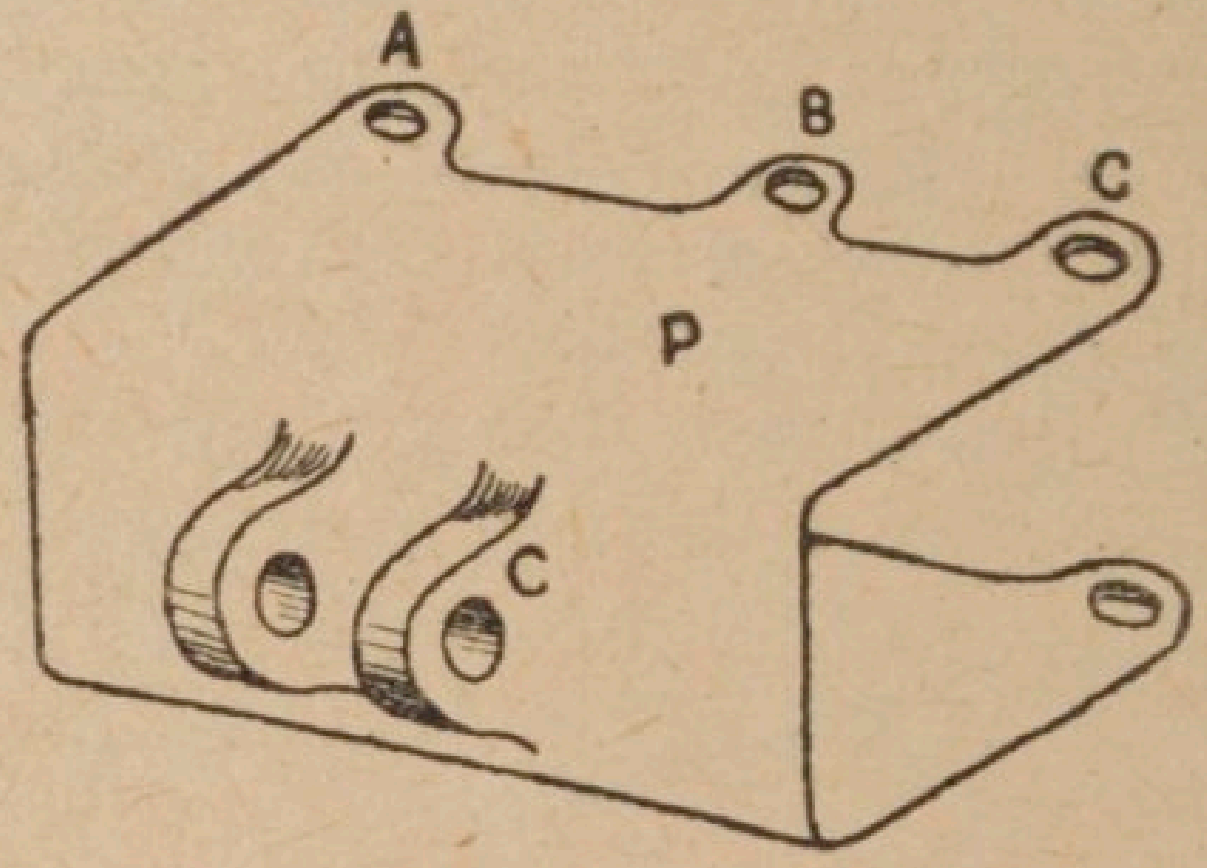


Fig. 113.

geron. Il est bon dans ces pièces de toujours prévoir une fente *f* qui assure le serrage sur le bois.

Dans quelques cas, les longerons des poutres de

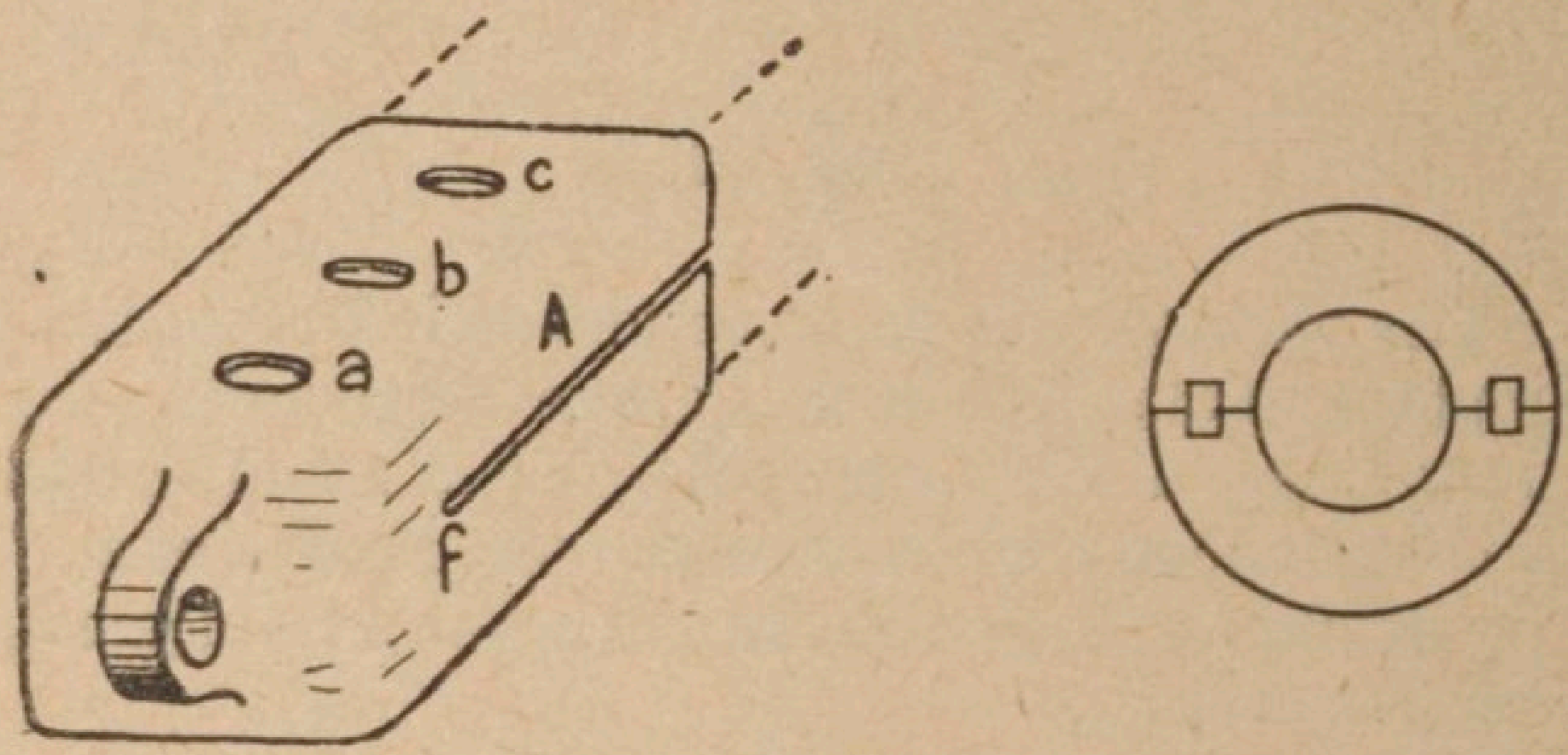


Fig. 114 et 115.

réunion sont ronds et creux (figure 115). Cette section a l'avantage de simplifier beaucoup la fabrication des embouts dans le cas où ceux-ci sont pris dans la masse.

Lorsque les poutres de réunion sont sensiblement parallèles (cas de la figure 20 du chapitre premier), les extrémités de leurs longerons s'assemblent sur la cellule arrière d'une façon semblable à celle adoptée pour leurs extrémités avant.

Dans le cas de la figure 22 du chapitre premier, elles se réunissent presque toujours sur un tube

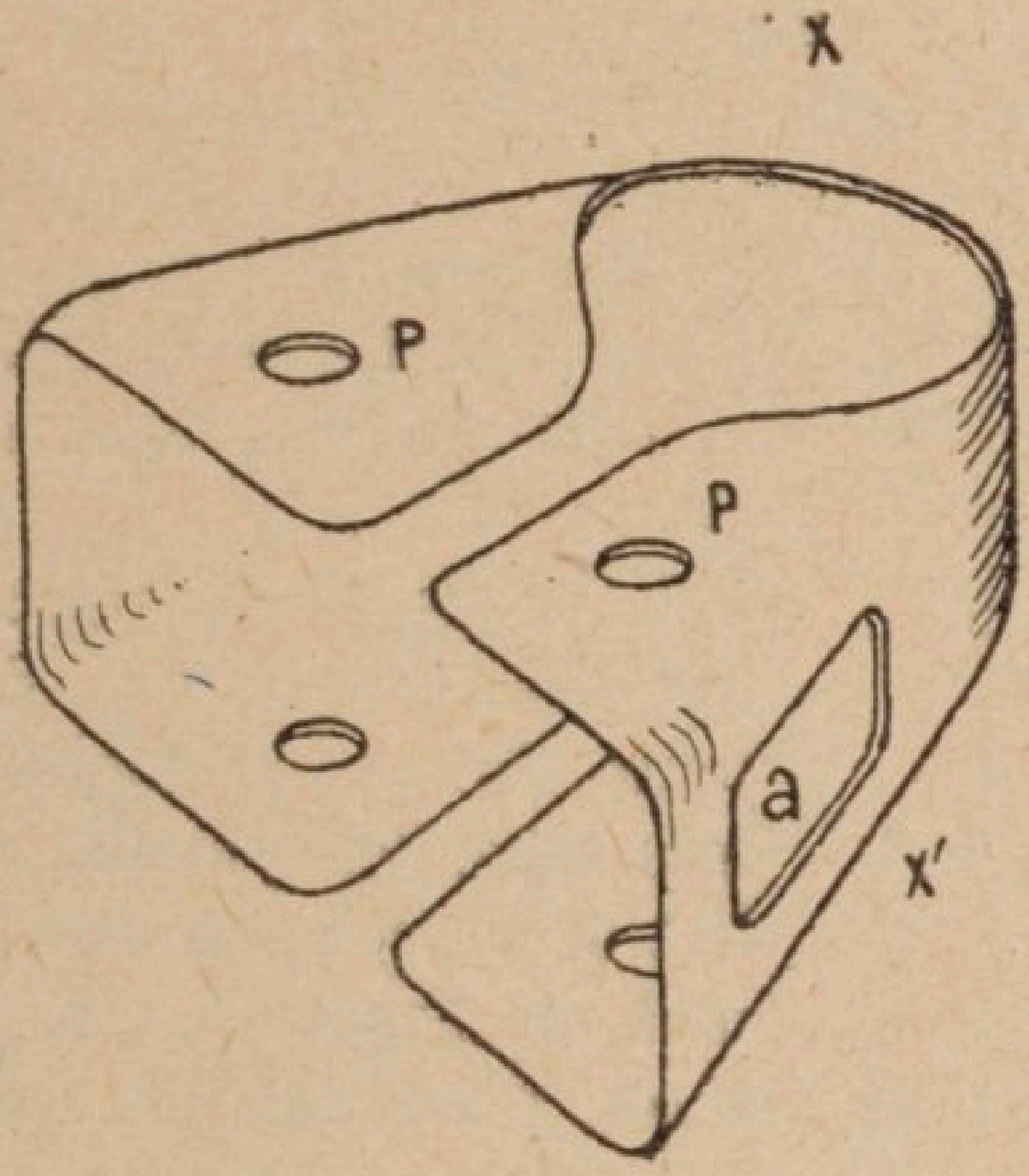


Fig. 116.

vertical en acier ou en duralumin et ce tube sert d'axe au gouvernail de direction. Les longerons en bois viennent alors se réunir dans des embouts spéciaux et dont les modèles sont très variables. La figure 116 indique un des types les plus simples. Il se réalise d'une seule pièce dans une tôle d'acier découpée. Les pattes repliées sur les deux extrémités de longerons enserrent ces derniers, grâce à deux boulons placés en P. Le tube vertical qui termine les poutres de réunion de l'arrière se trouve placé suivant l'axe XX'. En pratique, il faut, outre les

embouts que nous venons de décrire, prévoir des collerettes ou une fourrure placée par dessus le tube et maintenant l'écartement des longerons supérieur et inférieur malgré la traction des tendeurs. On se contente la plupart du temps du premier système ; les collerettes C tournées d'une seule pièce sont immobilisées sur le tube T (fig. 117) soit par un boulon B traversant le tout, soit par brasure ou soudure autogène. Mais, dans ces derniers cas, surtout lorsque la brasure est adoptée, il faut toujours prévoir un goupillage ou un boulonnage. D'ailleurs, cela se pratique couramment dans l'assemblage des pièces constituant les cadres de bicyclette.

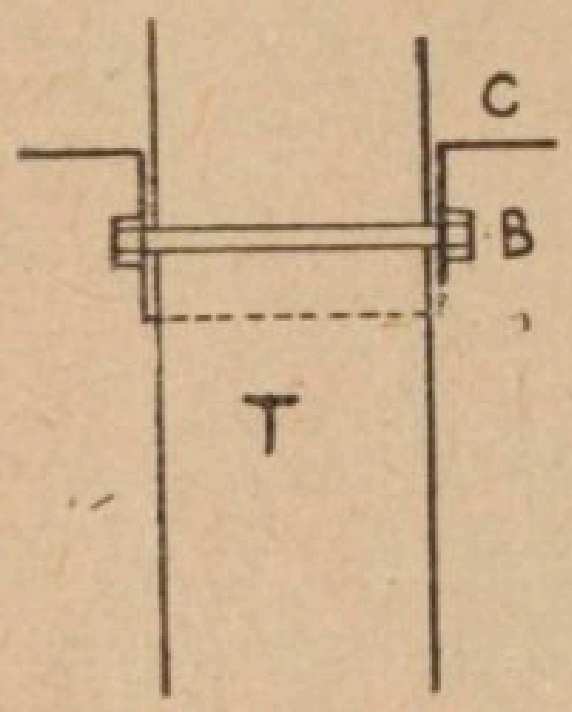


Fig. 117.

Lorsque l'on emploie des collerettes, il est bon de réserver pour l'une des facilités de démontage. Cela permet d'employer le tube T comme axe du gouvernail de direction. Ce système est préférable à tous, surtout pour des gouvernails compensés.

Souvent, juste au-dessus du tube T, passe et se fixe un tube horizontal transversal servant à la fois d'arêtier arrière au plan fixe et de pièce de fixation des charnières du gouvernail d'altitude. La figure 118 montre ce montage. On voit en C le plan fixe, en D le gouvernail d'altitude, en E le gouvernail de direction tournant autour du tube T. C'est en A et B que se réunissent les longerons des poutres de réunion.

Dans ce cas, les assemblages B sont plus compliqués que ceux que nous avons décrits et pour éviter la difficulté de fabrication, on a recours à des moyens divers dont le plus simple consiste à éviter la concur-

rence des axes des quatre tubes ou longerons 1, 2, T, *t* en un même point.

On assemble par exemple les longerons 1 et 2 avec le tube *t* et le tube vertical T aboutit dans l'intérieur de cet assemblage (fig. 119).

Des assemblages métalliques d'une seule pièce

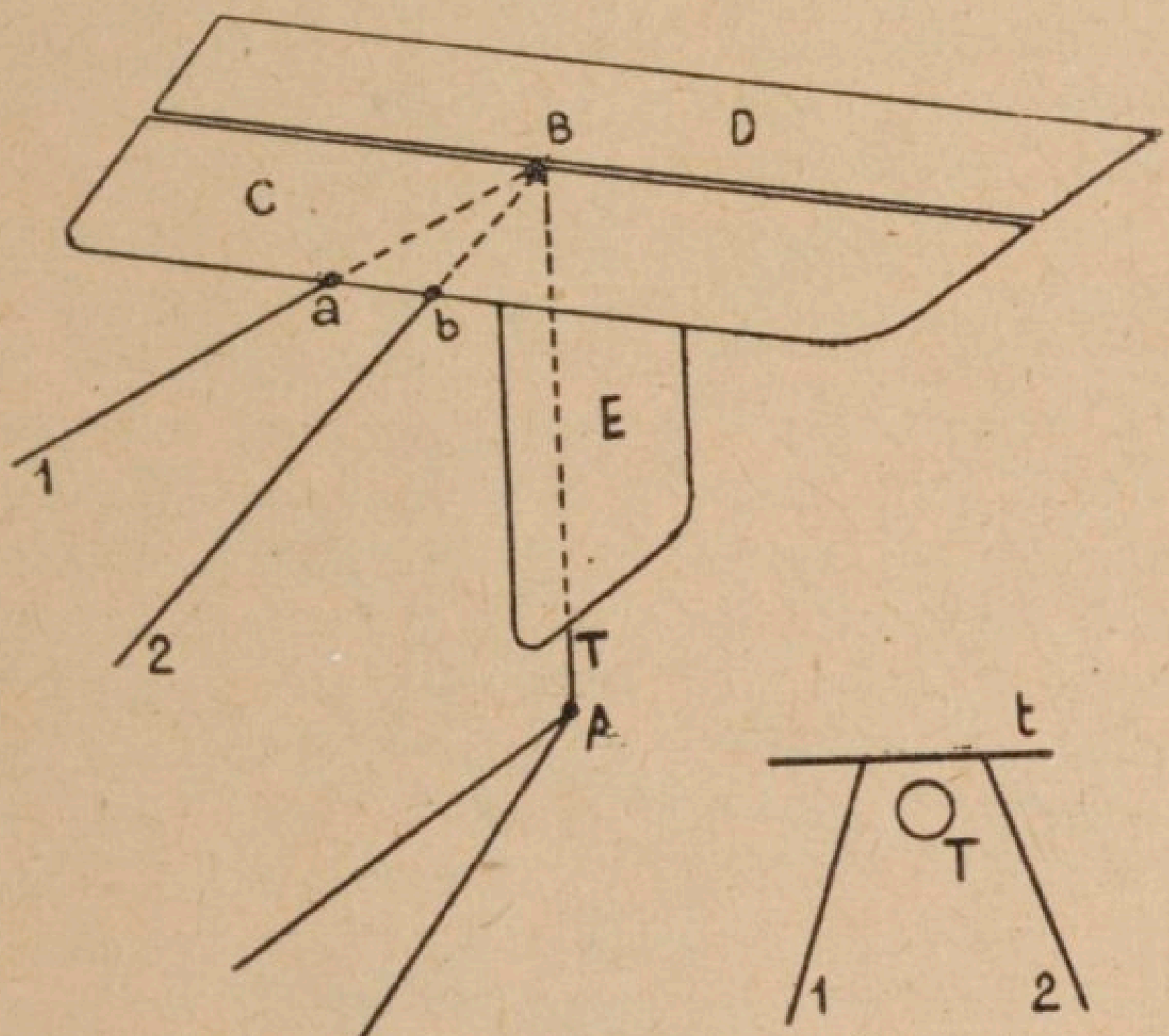


Fig. 118 et 119.

sont prévus pour ces cas dans des modèles de série de certaines marques.

En définitive, on conçoit facilement, d'après le court exposé qui précède, que l'emploi du bois pour les longerons des poutres de réunion amène beaucoup de difficultés dans le montage arrière. C'est pourquoi on lui a préféré l'emploi de tubes métalliques depuis fort longtemps.

Les assemblages de tubes métalliques en acier se font suivant les modèles que nous avons décrit pour

les cellules mais, ici, on peut avoir recours à des procédés beaucoup plus simples comme celui de la figure 120 par exemple.

L'extension de l'emploi de la soudure autogène résout une quantité de cas, mais n'apporte pas un très grand perfectionnement dans cette partie de la

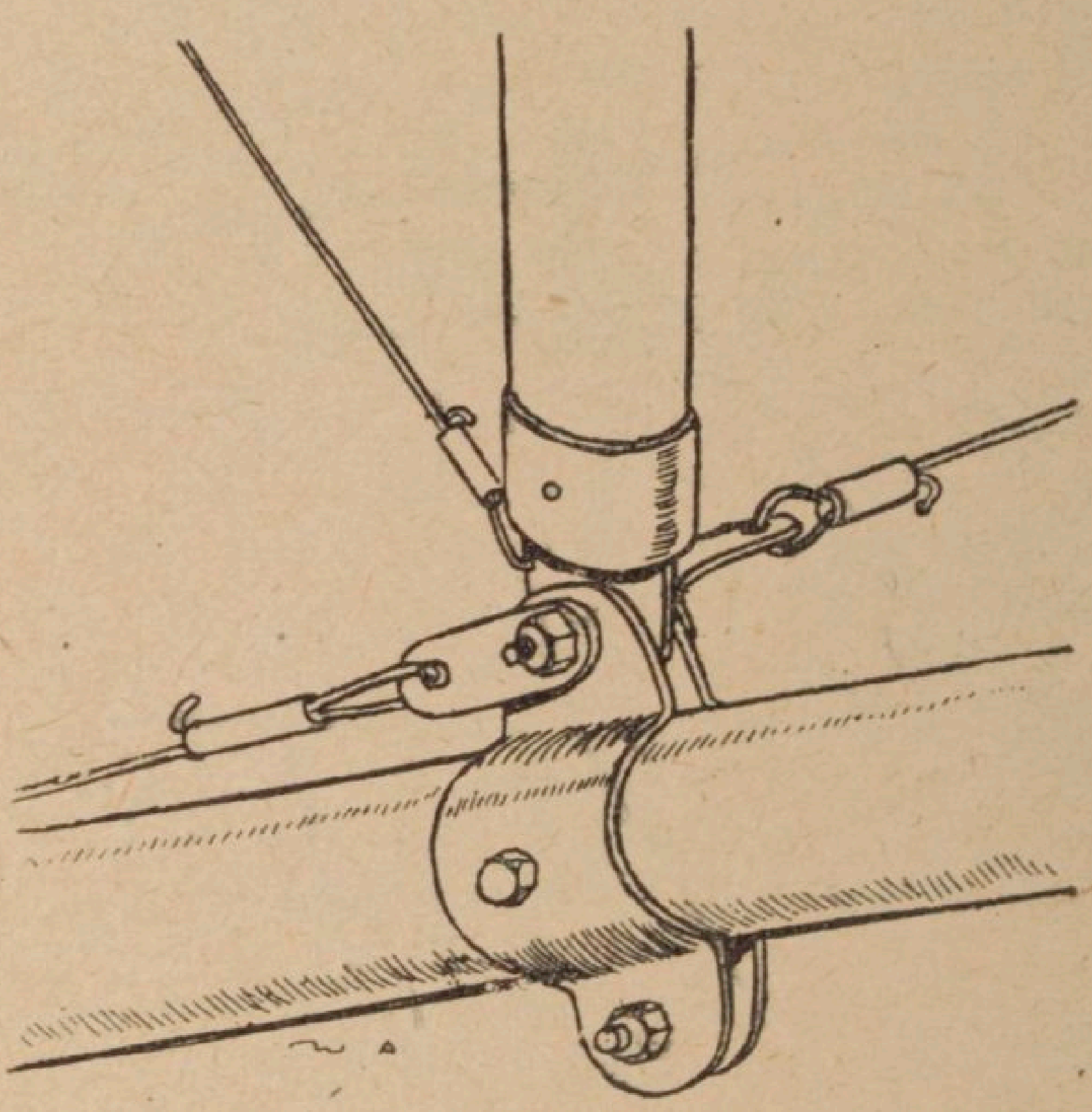


Fig. 120.

construction, par suite de la nécessité où l'on se trouve de prévoir le démontage facile des poutres.

C'est donc seulement pour la fabrication des pièces de réunion que la soudure autogène est d'un secours notable.

Ayant ainsi étudié les poutres de réunion, nous arrivons à la construction des carlingues et fuselages.

Fuselages. — La réunion des ailes aux plans secondaires ne se fait plus que par des fuselages. Ce système offre des avantages nombreux qui le font préférer au premier.

Les figurès 14 et 15 du chapitre premier ont donné l'aspect schématique des avions à fuselage. Par leur seul examen, on voit de suite l'avantage que l'on trouve, au point de vue de la résistance à l'avancement, à grouper dans un ensemble de forme bien étudiée et de dimensions réduites au minimum, le moteur, les réservoirs, les passagers, etc.

D'autre part, l'emploi d'un fuselage, par la réduction des dimensions, permet un emploi rationnel des matériaux, d'où une sécurité plus grande. La fixation des ailes, celle du train d'atterrissage, du moteur, exigent chacune d'assez fortes pièces ou renforcements qui se trouvent groupés à l'avant et constituent, par leur réunion dans un faible espace, un ensemble d'une rigidité absolue sans le secours de haubans trop longs. Le tout, emprisonné dans un carénage, offre alors le minimum de résistance à l'avancement.

Forme générale des fuselages. — Il suffit de se reporter à la lecture du chapitre premier pour comprendre, d'après les résultats des expériences de M. Eiffel, qu'un bon fuselage devra avoir une forte section vers l'avant et s'effiler vers l'arrière. Cette observation, faite depuis longtemps par le colonel Renard, au sujet des ballons dirigeables, concilie deux exigences : d'abord l'obtention du minimum de résistance à l'avancement, ensuite l'emplacement nécessaire au moteur, aux réservoirs, aux pilotes.

La forme générale des fuselages sera donc celle des figures 4, 14 et 15.

Longtemps, les fuselages furent effilés le plus possible ; nous en voyons un exemple dans les appareils Deperdussin. Ce fut Edouard Nieuport qui

innova la nouvelle forme, celle qui devait se généraliser. Alors que dans d'autres aéroplanes, la section du fuselage était réduite aux dimensions minima et que de ce fuselage émergeaient le moteur, les réservoirs, le pilote, Nieuport augmenta considérablement le volume de son fuselage à l'avant et y logea réservoirs et pilote. Son appareil fit sensation, réalisant une vitesse de 75 kilomètres à l'heure avec un deux cylindres 18 HP.

D'autres constructeurs suivirent l'innovation de Nieuport et les progrès se firent alors très rapides

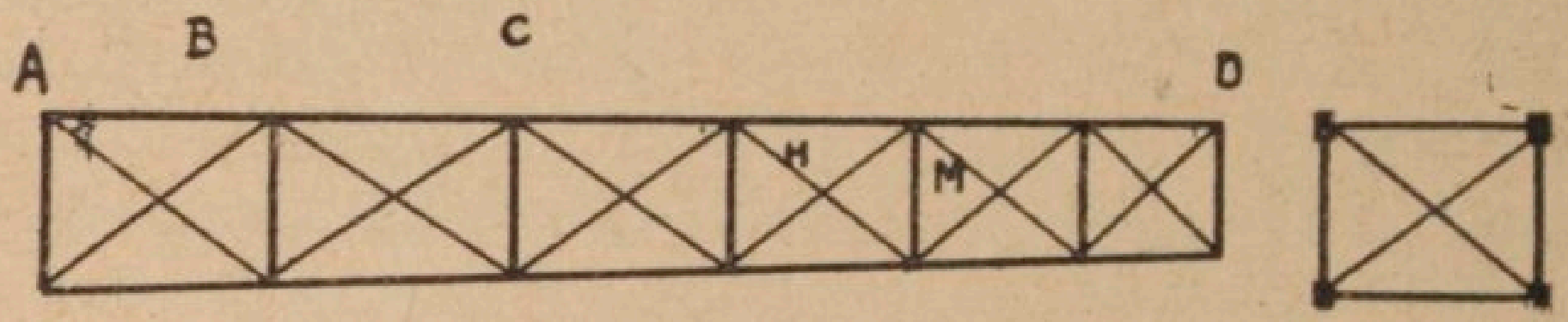


Fig. 121.

pour aboutir au remarquable monocoque Deperdussin. Depuis cette date, les avions abandonnèrent complètement les anciens types.

Construction générale des fuselages.

Si la forme des fuselages a subi des variations considérables depuis les débuts de l'aviation, la constitution générale n'a guère varié.

En principe, un fuselage se compose presque toujours de quatre longerons tels que A D (fig. 121) ou 1, 2, 3, 4 (fig. 122). Ces longerons sont droits ou courbés suivant la forme adoptée pour le fuselage. Leur réunion se fait par des montants M et des tendeurs H. En résumé, on constitua avec ces pièces une poutre analogue à celles qui se rencontrent couramment

en construction métallique. La différence réside dans le détail.

Vu en plan, le fuselage s'effile en pointe vers l'arrière et se termine par une pièce principale en bois ou métal sur laquelle se montent le gouvernail de direction et les dispositifs d'atterrissage arrière.

Pendant longtemps les fuselages n'étaient pas entoilés et les montants M étaient à section fuselée. Le progrès des connaissances aérodynamiqnes firent rapidement abandonner les fuselages non entoilés.

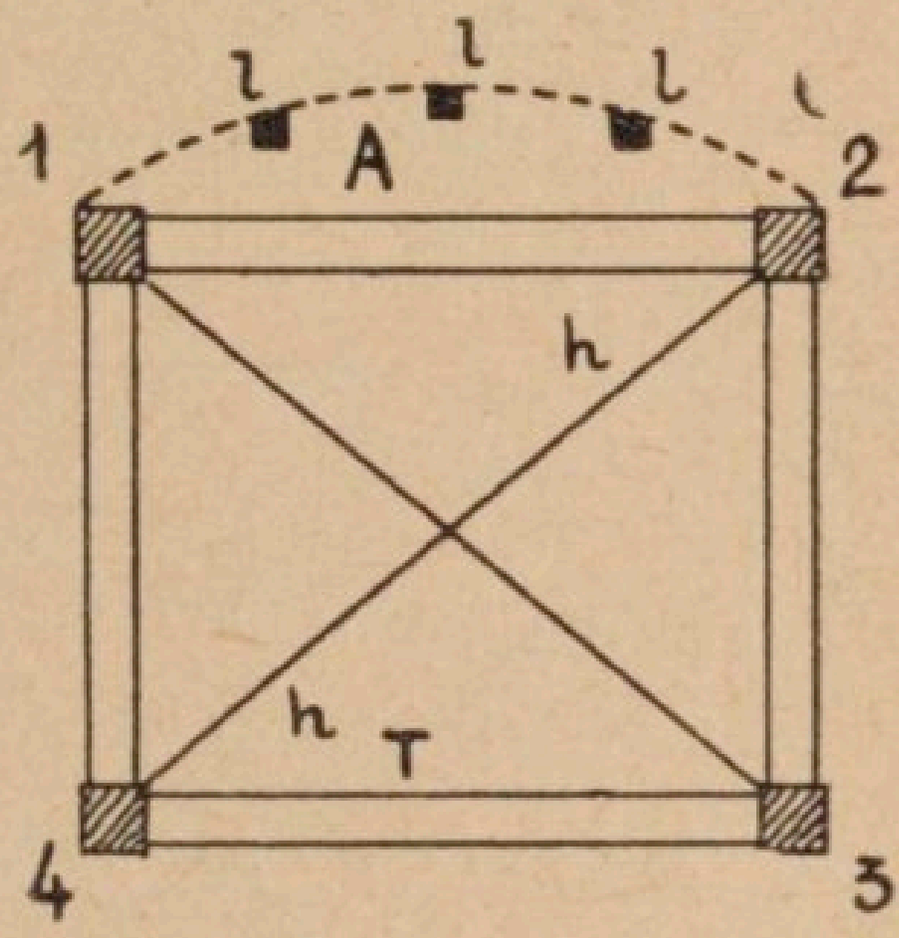


Fig. 122.

C'est ensuite que, pour les raisons que nous avons données plus haut, on étudia le carénage extérieur. Celui-ci se fit de manières diverses, mais l'emploi des quatre longerons principaux et des montants a subsisté.

C'est au moyen de petits longerons supplémentaires *l*, maintenus à la distance voulue de la section primitive 1, 2, 3, 4, que l'on peut réaliser des sections sensiblement rondes, ovales, etc.

Nous allons suivre les phases successives de la construction.

Les longerons 1, 2, 3, 4, sont maintenus en place sur des gabarits dessinés d'après l'étude générale du fuselage. Ces gabarits permettent le montage facile des montants et des traverses T à leurs emplacements et la pose des tendeurs.

L'assemblage des longerons et des montants s'est fait pendant longtemps au moyen de petits godets semblables à ceux que nous avons décrits à propos des

cellules. Mais l'inutilité de l'emploi des montants fuselés fit abandonner rapidement le système.

Blériot employait sur ses types XI le montage original de la figure 123. Le pied du montant M s'emboîte très légèrement dans un logement prévu à cet effet dans le longeron L. Cet emboîtement a pour but d'éviter le glissement du mât sur le longeron. Dans le mât est ménagée une fenêtre *f* dans laquelle est logée

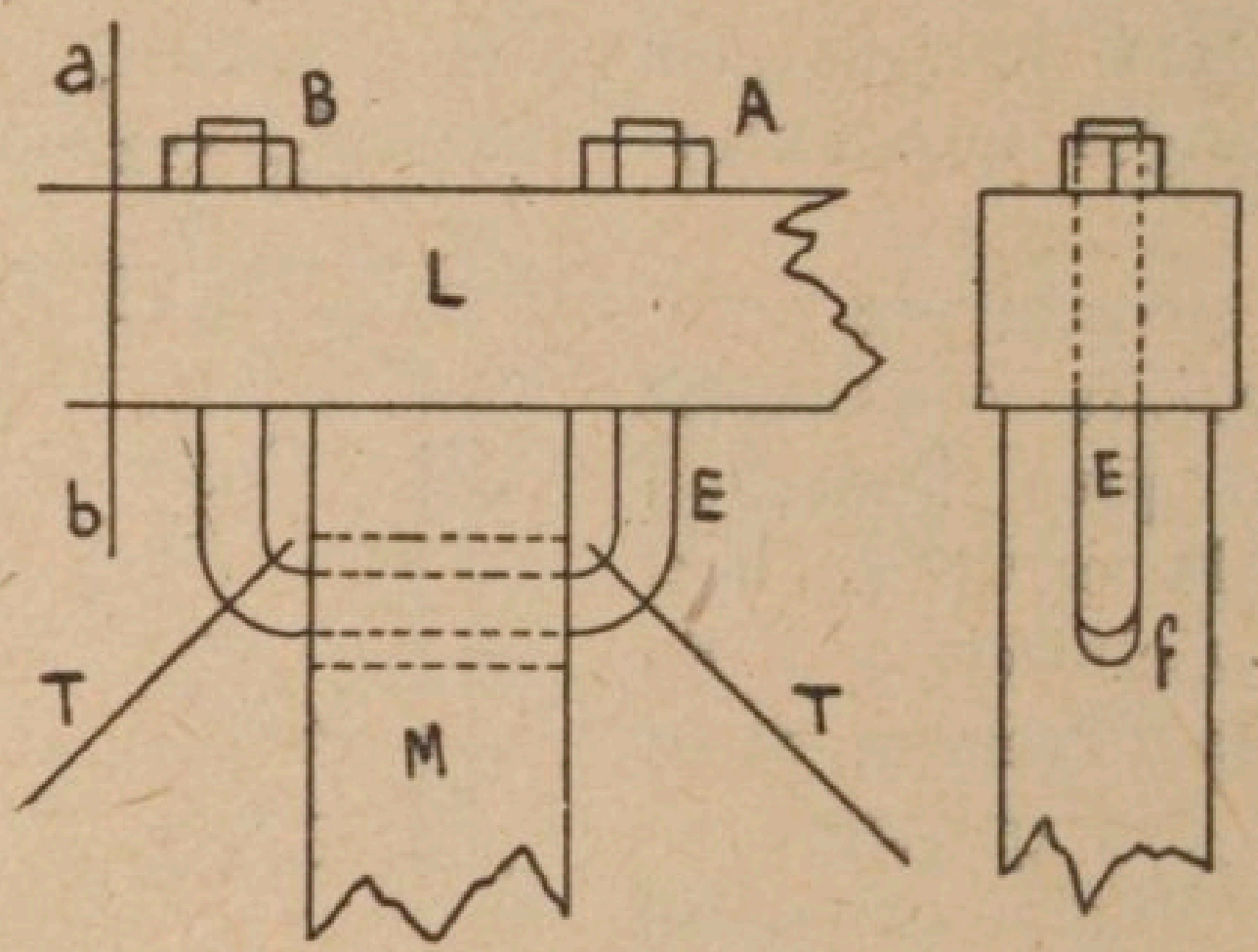


Fig. 123.

la partie médiane d'un étrier E en acier. Les extrémités de l'étrier traversent ensuite le longeron de part et d'autre du mât. De cette façon, on voit que les tendeurs T attachés aux angles de l'étrier appliquent le longeron L contre le montant, et grâce à l'emboîtement E, on obtient un assemblage satisfaisant. Le réglage s'opère au moyen des écrous A et B.

Les godets, étriers, ainsi que les nombreux systèmes qui en sont inspirés, se réalisent de nos jours en tôle d'acier.

La plupart du temps la tôle d'acier forme deux demi-colliers et porte sur l'un d'eux le godet dans lequel vient appuyer le pied du montant. Les demi-

colliers enserrent le longeron et sont réunis au moyen de petits boulons.

Le godet se réduit à la plus simple expression ; c'est en réalité un simple rebord de tôle de quelques millimètres qui est rapporté à la soudure autogène.

Quant aux attaches de tendeurs, elles se font sur des pattes issues de la pièce de tôle principale (fig. 124) par un simple poinçonnage.

Quelques constructeurs se contentent de réunir les longerons et les montants par des équerres en tôle

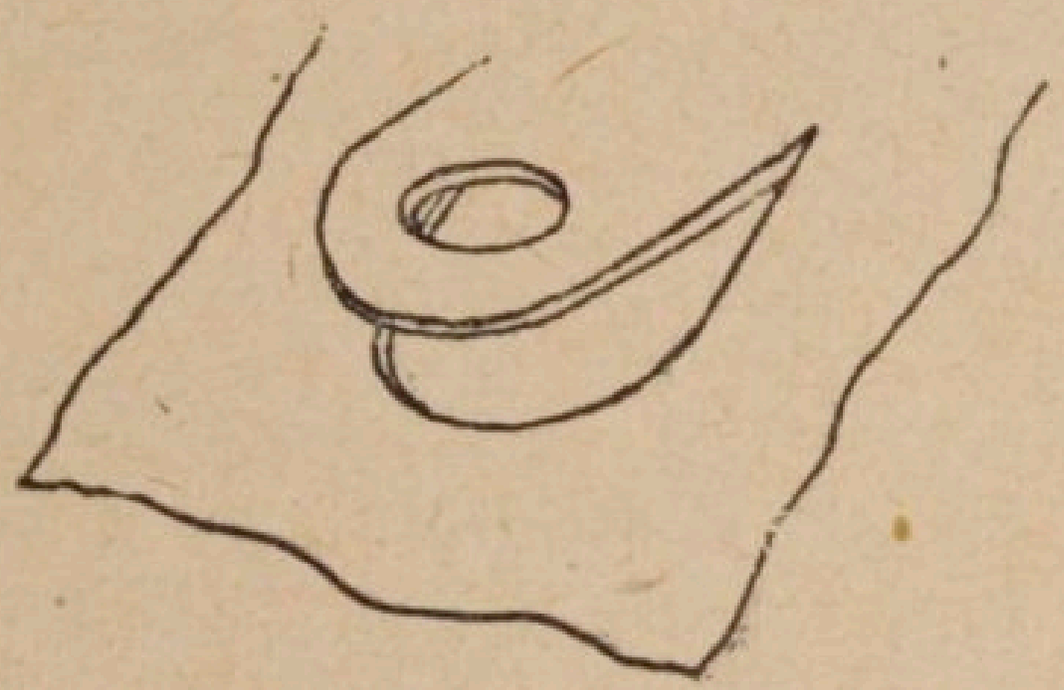


Fig. 124.

et des boulons traversant toutes les pièces. Ce procédé peut être employé en certains points, mais il n'est recommandable dans aucun cas.

Dans le cas où l'on emploie le tube d'acier, nous retrouvons les divers assemblages déjà décrits. La soudure autogène est employée couramment par Fokker en Allemagne. Dans ce type d'appareil, les attaches de tendeurs sont réalisées d'une façon extrêmement simple au moyen de petits segments en tôle soudés dans les angles (fig. 125). La traction tendant directement à décoller les soudures, celles-ci doivent être faites avec beaucoup de soin.

Pour donner plus de sécurité à ce genre d'attache, il est de beaucoup préférable, au lieu de pièces séparées, d'employer le système suivant : les pattes P sont découpées dans une même pièce de tôle et cette der-

nière se place dans une fente pratiquée dans le tube traverse ou montant B. Ce dernier est ensuite appliqué sur le tube longeron et on procède à la soudure. Quelquefois on découpe les 3 pattes dans une même

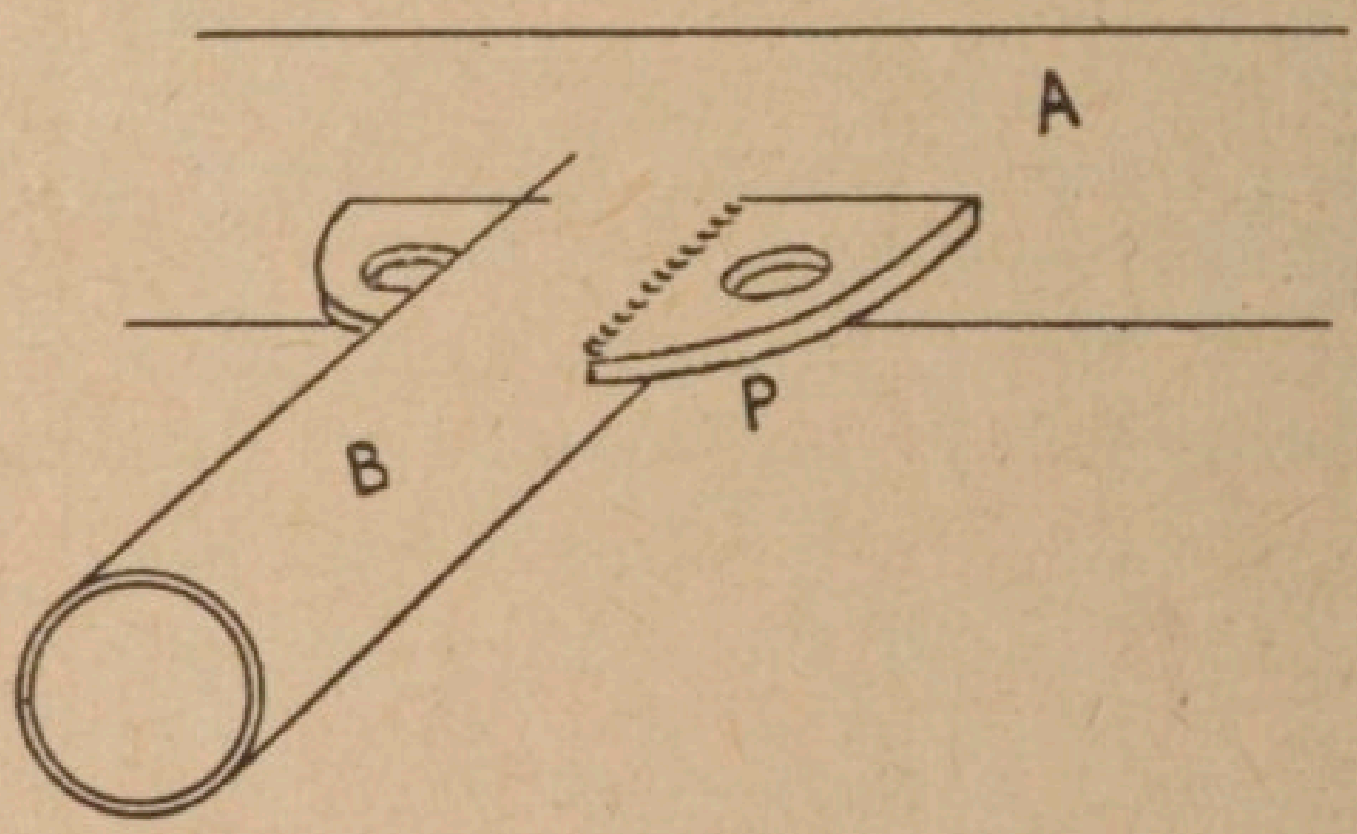


Fig. 125.

pièce que l'on plie suivant le schéma de la figure 126, et que l'on introduit dans 3 fentes pratiquées dans le tube B.

L'inconvénient des assemblages Fokker est que le tube longeron ne se trouve maintenu sur les tubes traverses que par les soudures. On peut y remédier par l'adjonction de pièces supplémentaires comportant des rivures, mais on perd alors l'avantage de la simplicité que l'on avait gagnée par l'application de la soudure autogène.

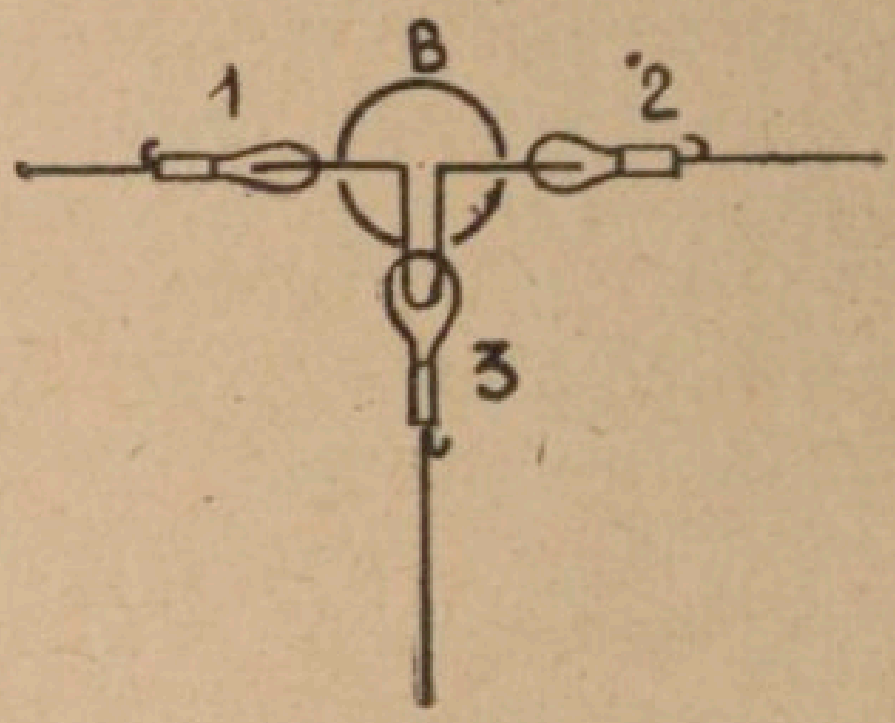


Fig. 126.

Le système de construction par longerons en bois ou métalliques est le plus économique. Il s'est généralisé et est presque universellement employé aujourd'hui.

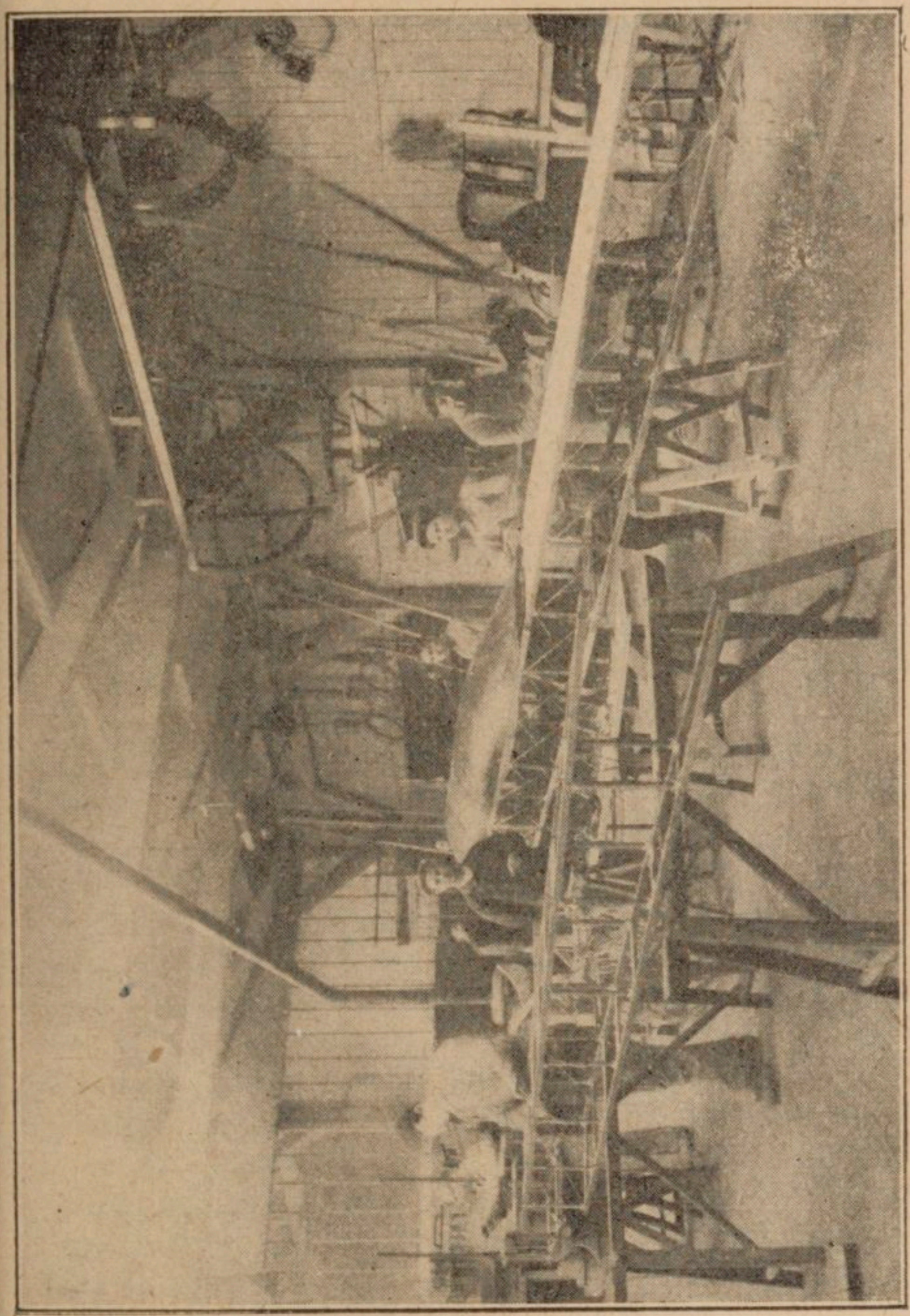


Fig. 127.

Cependant, il est loin d'être le plus mécanique et certains constructeurs ont entrepris des recherches qu'ils convient de signaler, car elles seront reprises dans l'avenir.

Elles ont été inspirées par la nécessité de caréner les fuselages. Nous avons parlé de ce dernier point plus haut (fig. 122).

Ensuite elles ont été guidées par les exigences du confortable des passagers. Les fuselages construits suivant le mode ordinaire comportent, en effet, des croisillons (*h*, *h* de la fig. 122), qui, se répétant au droit de chaque mât, constituent une gêne considérable pour l'aménagement intérieur du fuselage. Il était donc naturel d'étudier la suppression de ces haubans.

D'autre part, pour protéger les passagers contre le froid et les suintements d'huile, il était bon de chercher à constituer par le fuselage même un compartiment étanche.

Le meilleur moyen de réaliser ces multiples conditions consiste à former le fuselage en une seule pièce comme une véritable coquille. On obtient de cet façon des solides de faible épaisseur et extrêmement résistants.

Les modèles les plus remarquables de ce genre ont été réalisés dans les avions Deperdussin et les monoplans de Brouckère.

Tout d'abord les appareils Deperdussin comportèrent un fuselage carré, mais sous lequel on montait dans la partie avant une coque très résistante (fig. 127 et 128). L'adaptation de cette coque avait surtout pour avantage de protéger le pilote contre les blessures éventuelles que produisent les multiples éclats de bois lors d'une chute. Mais, ce qu'il faut surtout en retenir, c'est qu'elle fut le point de départ du mode de construction remarquable qui

devait être la caractéristique du monocoque Deperdussin.

Les coques étaient construites en bois contreplaqué de la façon suivante. On découpait le bois en bandes minces (50 mm. × 1 mm. environ, valeur moyenne) et on les enroulait en les collant au fur et

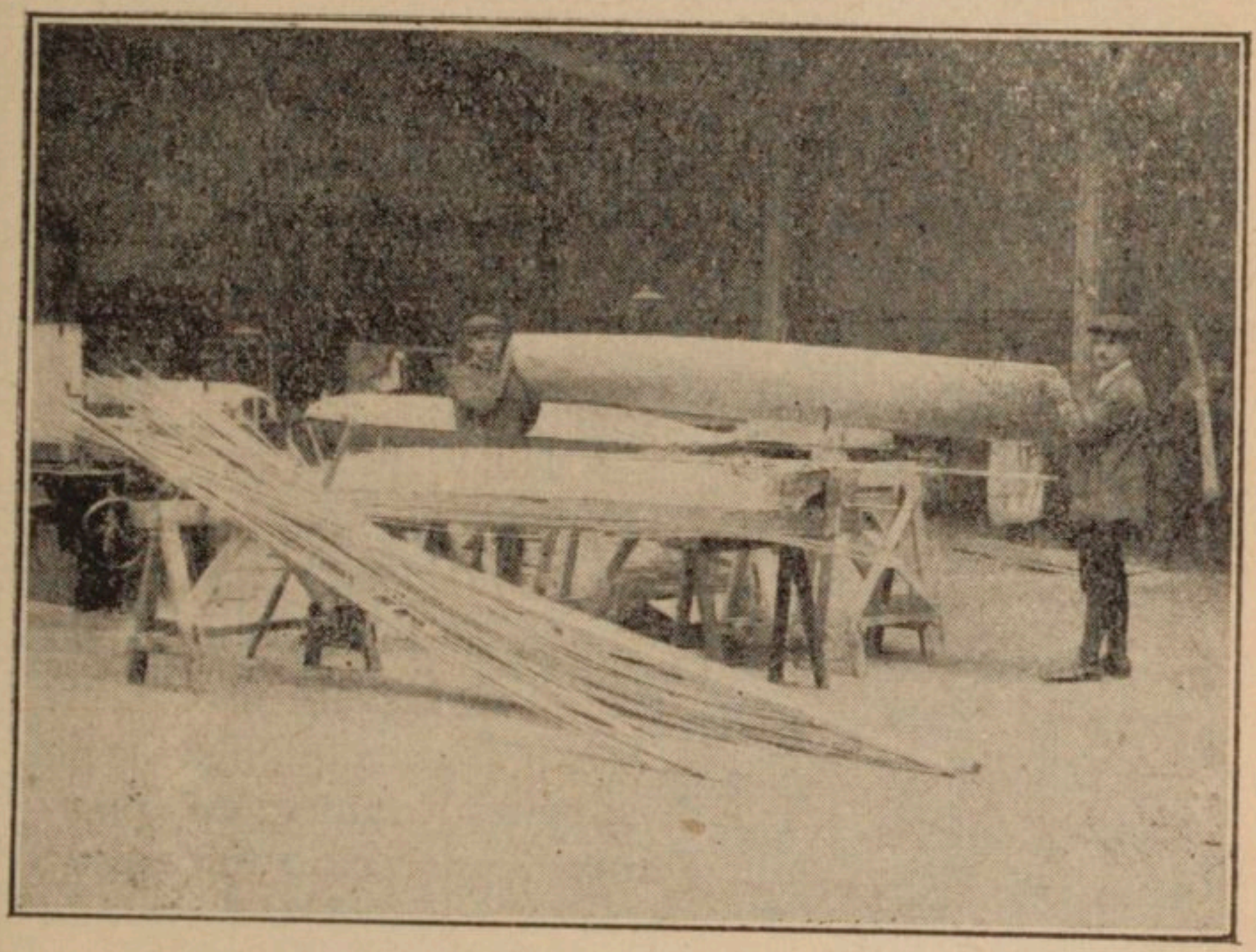


Fig. 128.

à mesure sur des moules monoblocs représentant le volume intérieur de la coque à réaliser. Une première couche de ces bandes étant constituée, on en plaçait une seconde collée sur la première en croisant les fibres du bois. Enfin, une troisième couche venait s'ajouter à la seconde. Pour terminer, on recouvrait la coquille de bois ainsi réalisée d'un toile sur chaque face.

Un tel ensemble constituait une coque de lignes parfaites, absolument indéformable et par la cons-

truction même, ne se fendant suivant aucune génératrice au cas où elle subissait un effort anormal.

L'extension de ce procédé de construction permit la construction de fuselages entiers en bois. Le fuselage était alors constitué de deux demi-coques cons-

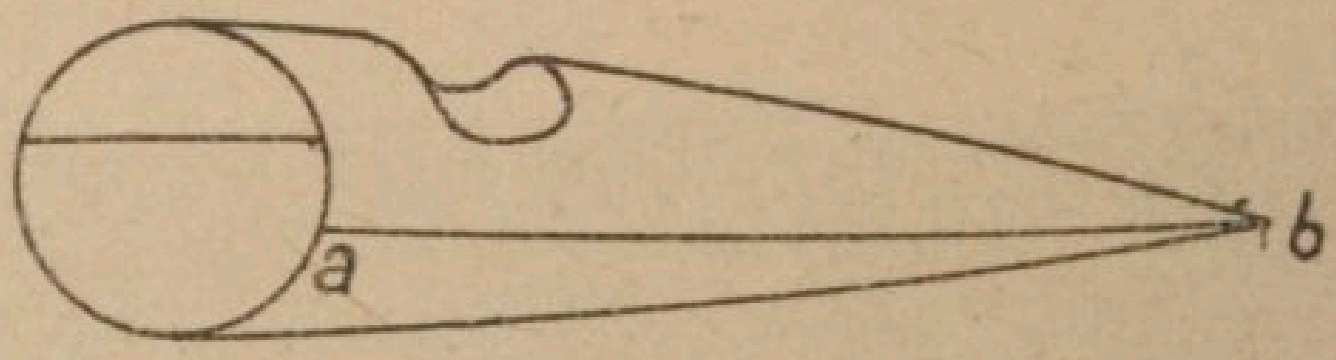


Fig. 129.

truites sur des moules appropriés et réunies ensuite (fig. 129). La réunion de ces demi-coques s'effectuait suivant deux génératrices telles que *ab*, au moyen de deux longerons de raccordement placés aux bords intérieurs (fig. 130). C'était le point délicat de la construction. Pour éviter toute déformation et conserver les lignes régulières de la section, il faut que les longerons de raccordement soient fixés aux demi-coquilles quand celles-ci sont parfaitement sèches, ce qui demande un certain temps.

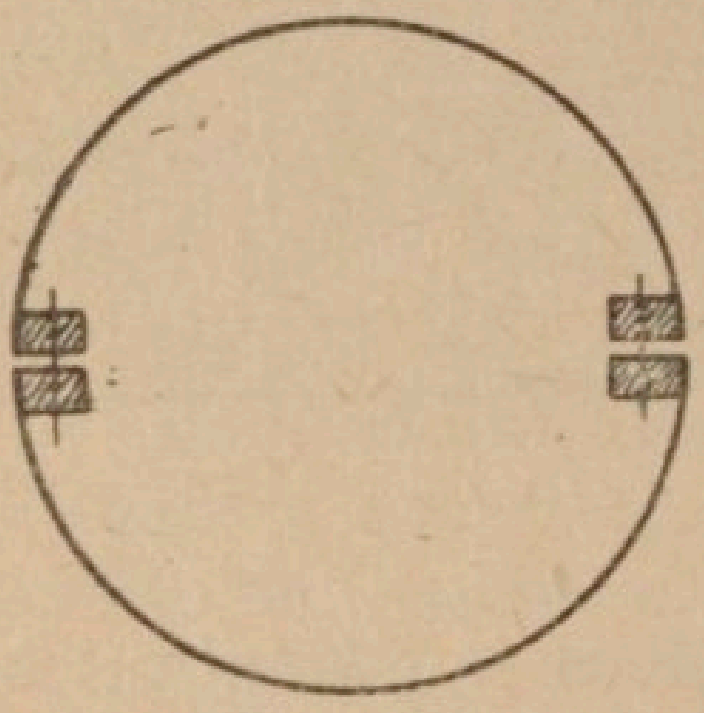


Fig. 130.

Quand les deux demi-coquilles sont prêtes, on trace sur la surface extérieure les ouvertures nécessaires au montage et à l'aménagement de l'avion. On les munit intérieurement de toutes pièces de renfort en bois, qui serviront à l'installation intérieure (sièges, etc.), et qu'il serait difficile de mettre en place une fois les demi-coques réunies. Ceci étant fait, on réunit les longerons de raccordement par collage et boulonnage.

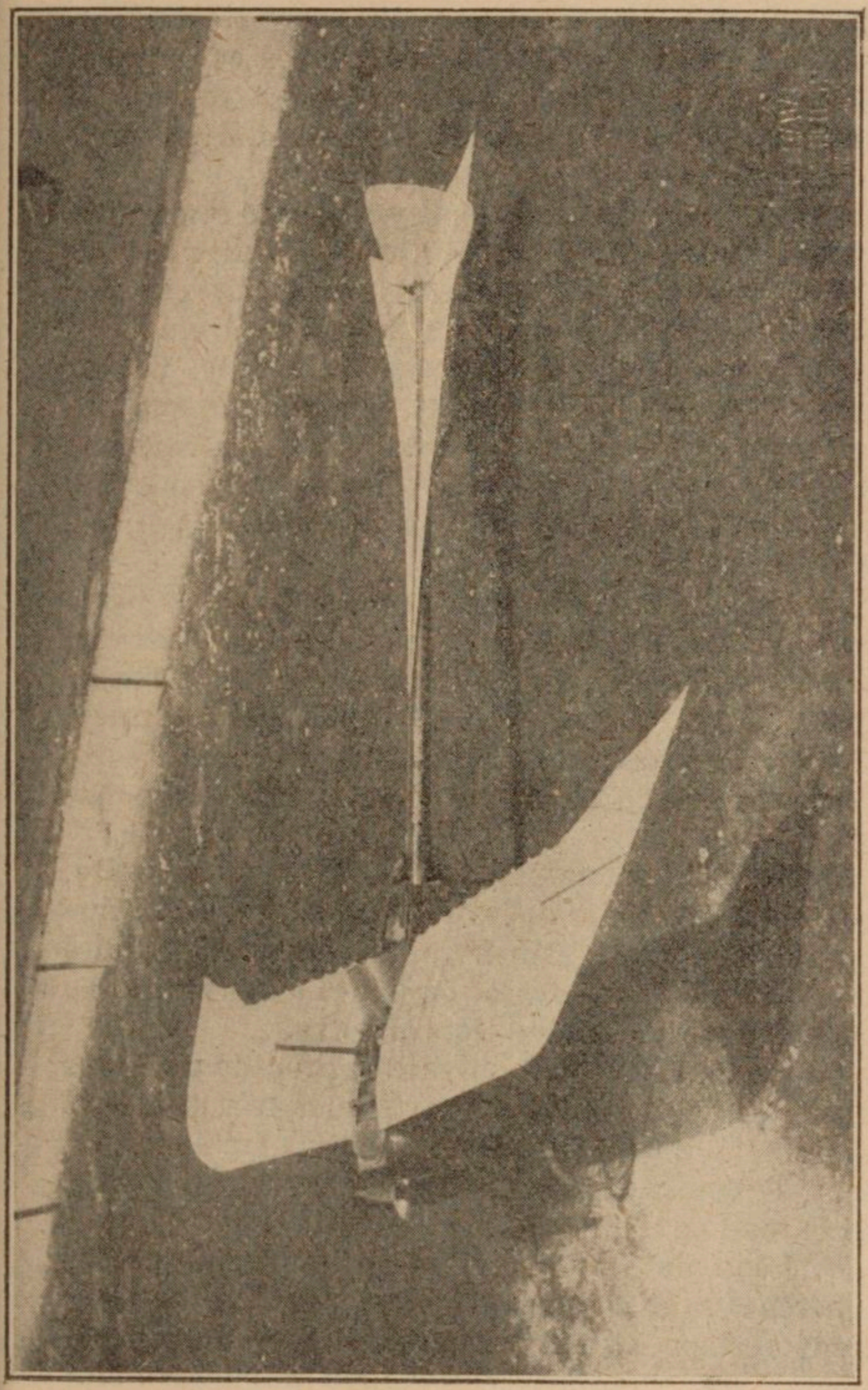


Fig. 131

L'ensemble est ensuite rectifié extérieurement, passé au papier de verre. Alors, c'est à ce moment qu'on l'entoile. La toile est simplement collée à la colle forte ordinaire, procédé préférable à tous pour ce genre de travail.

Au sujet de cet entoilage, il y a lieu de remarquer qu'il est quelquefois très difficile à pratiquer. La forme extérieure des fuselages ne fournit pas une surface développable et, pour arriver à la munir en tous ses points d'une épaisseur constante, il faut éviter toute duplicature. Ceci ne s'obtient que par coupure ou variations de tension du tissu, mais il ne faut abuser ni de l'un, ni de l'autre moyen et les combiner judicieusement, ce qui demande une certaine pratique.

Lorsque la toile est collée sur le bois, on laisse sécher le tout pendant vingt-quatre heures environ ; on débarrasse la surface des excès de colle forte au moyen d'une éponge imbibée d'eau chaude. Après un nouveau séchage, on peut alors régulariser cette surface au moyen de papier de verre fin et on ponce le tout.

A partir de cet instant, on peut, si on le désire, procéder à toutes les opérations prévues dans la carrosserie, mais pratiquement, on se contente d'enduire la toile ; on laisse sécher et on ponce à nouveau ; une couche de vernis achève alors le travail.

Un fuselage construit suivant le procédé que nous venons de décrire offre une résistance très grande et sa légèreté est incomparable, mais, malheureusement, il demande une main-d'œuvre assez longue qui le rend coûteux.

M. Léon de Brouckère, dont les remarquables recherches sont connues de tous ceux qui s'intéressèrent réellement aux premiers pas de l'aviation, apporta aux procédés Deperdussin des perfection-

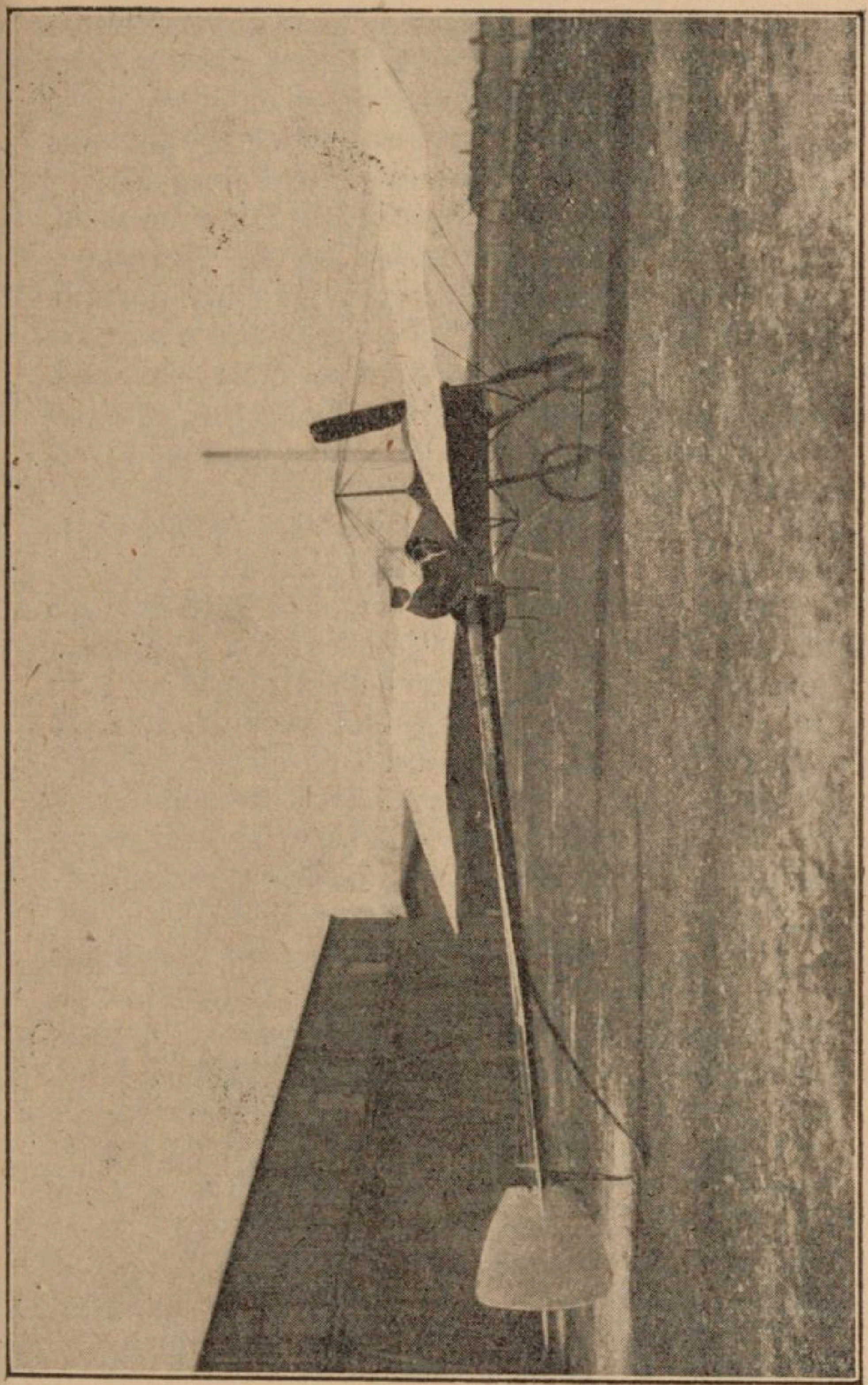


Fig. 132.

nements qui aboutirent à des appareils d'une extrême solidité et d'une constance de forme absolue. Ces perfectionnements résidaient dans le moulage et le séchage, obtenus par des procédés que nous ne pouvons malheureusement nous permettre de décrire ici.

Indépendamment des fuselages coques en bois, dont les modèles Deperdussin et de Brouckère peuvent être considérés comme les plus parfaits réalisés jusqu'ici, il faut signaler les essais qui ont été tentés pour l'emploi de coquilles en métal embouti. Ces essais furent nombreux en Allemagne, mais ils n'aboutirent pas à des types définitifs, quoique ayant donné de bons résultats.

Nous signalerons parmi les appareils à fuselage métallique embouti le gracieux monoplan de Wiencziers (fig. 131 et 132) dont nous avons déjà donné un aspect au sujet de la construction des ailes.

Le monoplan de Wiencziers n'est pas le seul du genre métallique, mais c'est le seul qui ait fourni des résultats dignes d'être retenus.

D'une façon générale, les fuselages métalliques emboutis ont une section circulaire et se partagent à l'avant en deux branches qui aboutissent aux dispositifs de fixation du moteur.

Le fuselage métallique embouti offre d'énormes avantages pour le montage des diverses pièces secondaires par la facilité qu'il présente pour la fixation de pattes diverses au moyen de petits boulons.

CHAPITRE V

DISPOSITIFS D'ATTERRISSAGE

Généralités. — Les avions doivent être munis de dispositifs leur permettant de rouler sur le sol lors de leur départ et de leur atterrissage. Mais il ne suffit pas de les munir dans ce but de roues montées d'une façon rigide. Il faut prévoir, indépendamment des irrégularités du terrain, qui exigent un montage élastique, les chocs dus au contact de l'avion avec le sol lors de son atterrissage.

Au début de l'aviation, les constructeurs imaginèrent des châssis d'atterrissage compliqués, mais aujourd'hui cette partie de la construction s'est considérablement simplifiée en raison de la solidité croissante des avions.

Longtemps on combina l'emploi de ressorts en acier avec celui d'extenseurs en caoutchouc pour former des ensembles élastiques déformables.

Les avions étaient montés sur des cadres en tube d'acier ou en bois qui conservaient leur forme sous la traction des ressorts au repos.

Ce principe avait l'inconvénient de produire de très grands déplacements et la sécurité de l'atterrissage en souffrait.

C'est pourquoi on a abandonné ces dispositifs pour

se limiter à monter les essieux des roues sur une charpente fixe en les réunissant à celle-ci par un enroulement d'èxtenseurs.

Nous nous bornerons à citer quelques modèles originaux dont certains sont abandonnés aujourd'hui, mais qui présentent tout au moins un intérêt historique.

Châssis Blériot 1911. — Dans ce modèle (fig. 133)

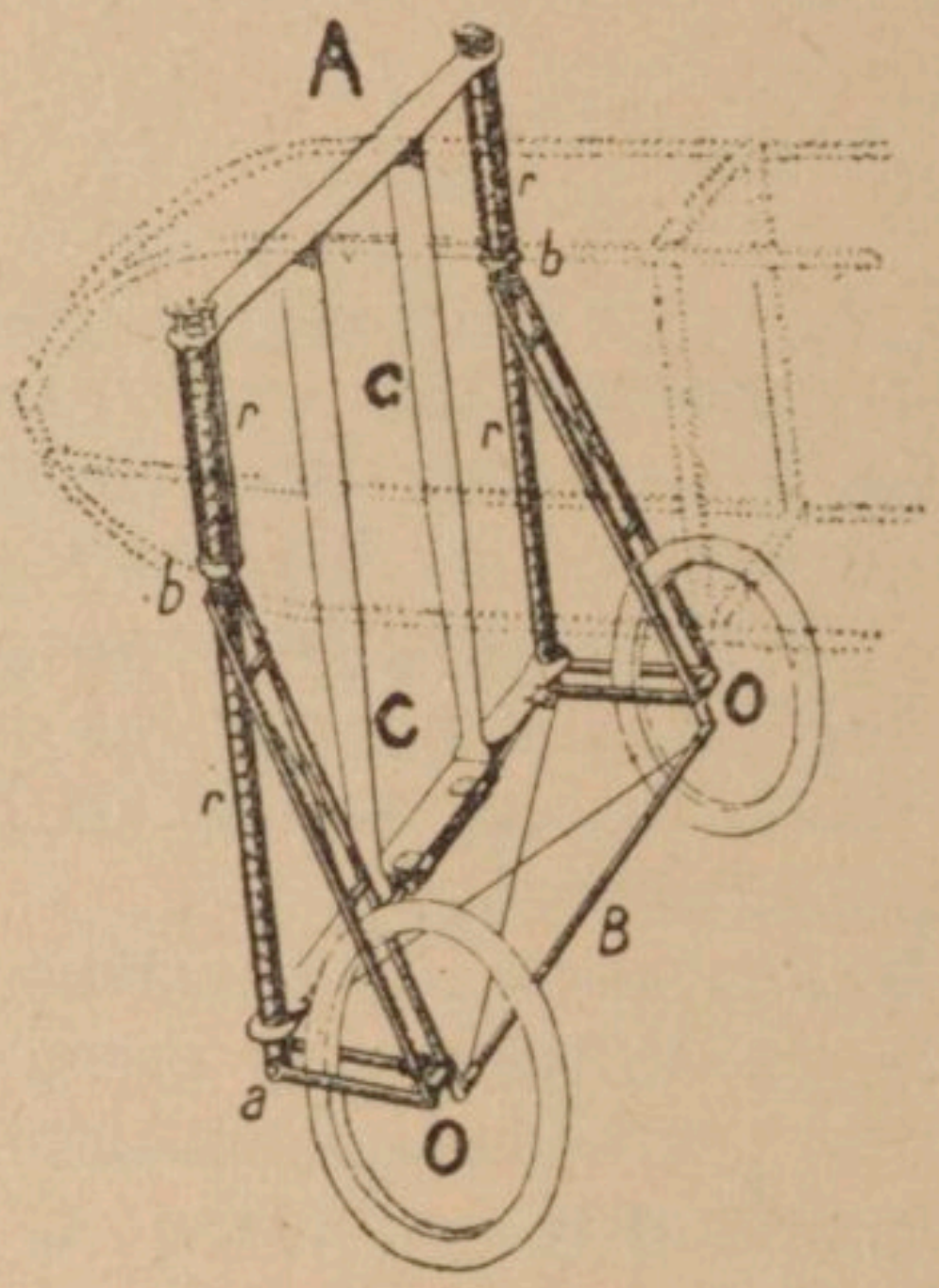


Fig. 133

le fuselage est immobilisé entre deux traverses A et deux montants L en bois, formant un cadre rigide.

Les traverses A se prolongent à droite et à gauche du fuselage et sur leurs extrémités sont montés deux tubes verticaux. C'est sur ces tubes que viennent se fixer les triangles portant les roues.

A cet effet, sur chacun des tubes coulisse une bague *b*, sur laquelle est articulée une fourche *bo* reliant la bague et la roue.

La seconde fourche est articulée à l'extrémité inférieure du tube, soit en A.

En cet endroit, elle est montée de façon à osciller librement autour de l'axe vertical du tube.

Afin d'assurer le parallélisme des roues, les centres de celles-ci sont réunis par une entretoise B articulée à chaque extrémité. De plus, pour que la position au repos soit symétrique par rapport à l'axe du fuselage, le cadre AA OO est muni de deux diagonales dans lesquelles sont intercalés des ressorts dont la traction est réglée lorsque l'aéroplane est au repos sur le sol.

L'amortissement des chocs est assuré de deux façons dans ce type de train d'atterrissage : sur la figure 133, il se fait grâce à deux ressorts *r* travaillant à la compression. On voit, en effet, qu'à l'atterrissage, les roues se rapprochent du fuselage et les bagues *b* s'élèvent, comprimant les ressorts.

L'autre variante consiste à remplacer les ressorts par des extenseurs reliant la bague *b* à la partie inférieure du tube et travaillant à la traction lorsque les roues se soulèvent.

Châssis Antoinette. — Les châssis construits par la Société Antoinette ont été fort nombreux, mais nous ne retiendrons que le type de la figure 134, modèle fort simple qui était monté sur les appareils de Latham. La figure 134 en donne l'aspect général.

La partie principale du châssis consiste en un tube vertical S, très fort, monté sous le fuselage F. Sur ce tube, vient s'immobiliser un essieu *e*, portant les deux roues R. Pour assurer la rigidité, deux jambes de force en bois C relient les extrémités de l'essieu au tube principal S.

Lors de l'atterrissage le tube S tend à être re-

poussé vers l'arrière de l'appareil. Pour éviter les efforts anormaux une pièce de butée *m* soulage le tube S.

Pour compléter le train d'atterrissage, on a prévu

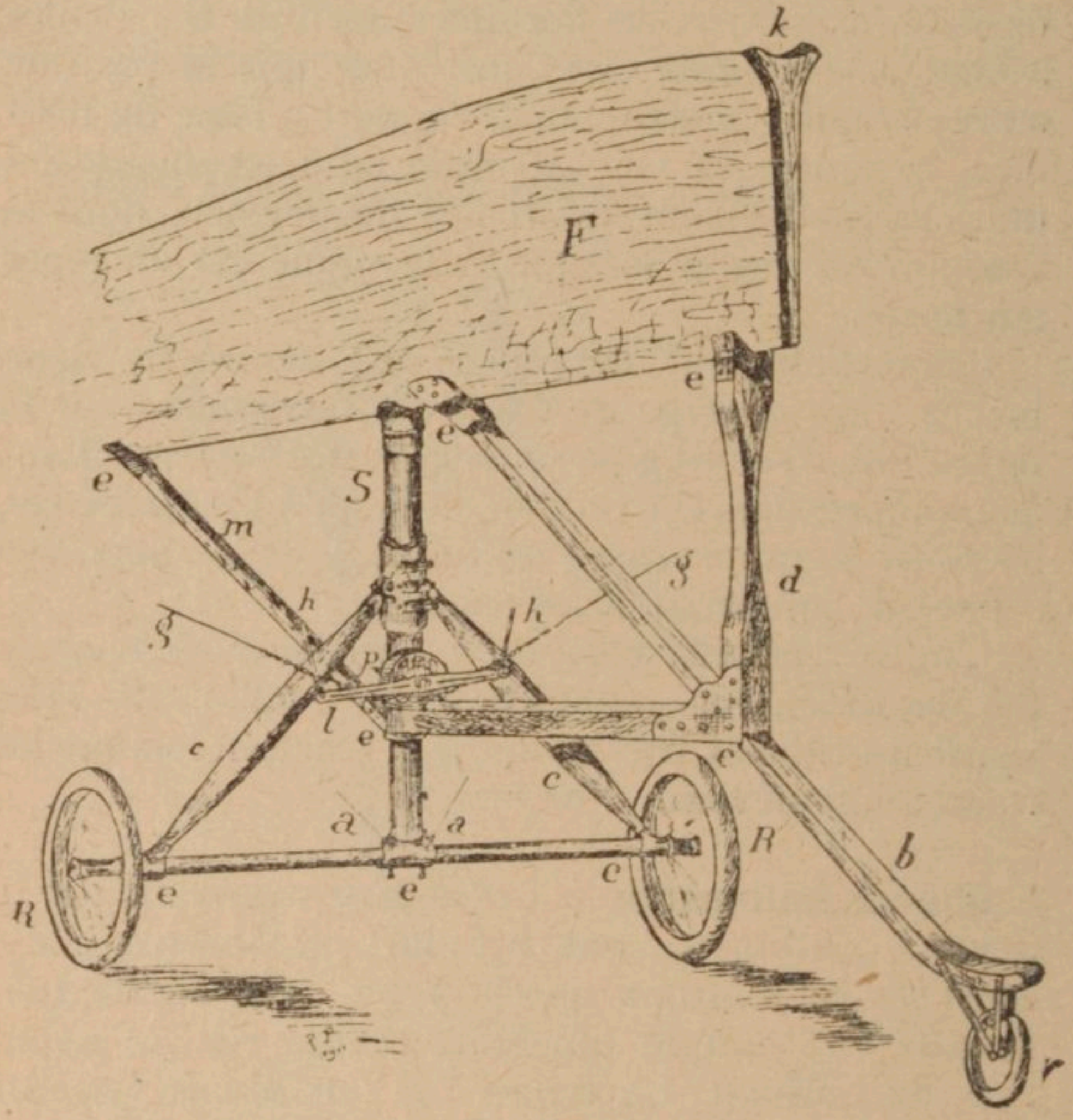


Fig. 134.

à l'avant une petite roue *r* montée sur une béqui reliée très solidement au fuselage par une pièce d bois *d*.

En réalité, cette roue *r* n'est pas destinée à servir à l'atterrissage. Elle a pour but d'éviter que l'extrémité de la béquille ne viennent buter sur le sol dans

le cas où, par suite d'un mauvais atterrissage, elle viendrait en contact avec lui.

La béquille *b* n'est prévue que pour éviter que l'avion ne capote, lors des essais de moteur.

Châssis R. E. P. — Les monoplans R. E. P., entiè-

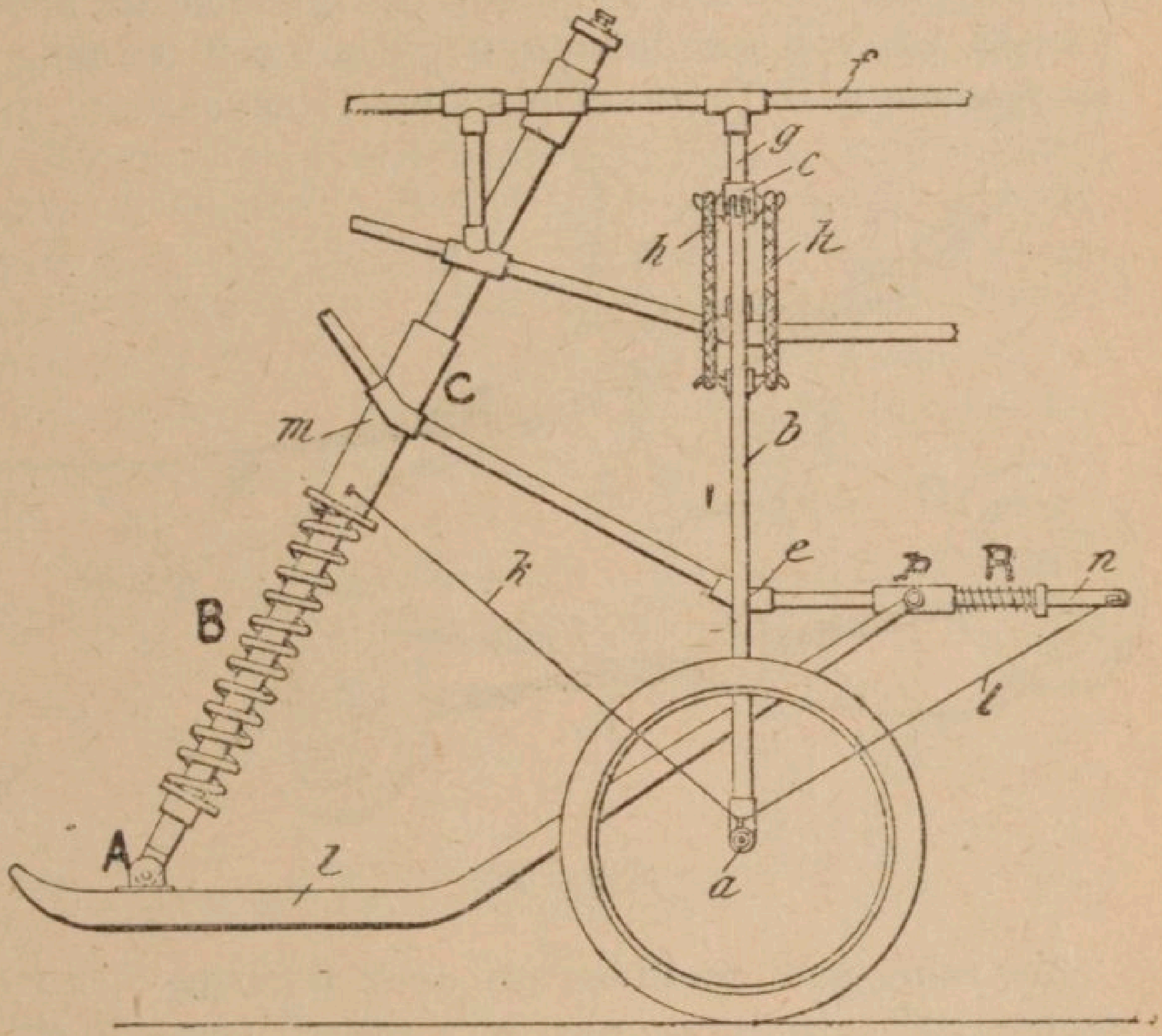


Fig. 135.

rement métalliques, étaient munis d'un type de châssis très original. Il est représenté sur la figure 135.

Dans l'axe de l'appareil, sous le fuselage est monté un fort patin courbé *l*. Ce patin est fixé au fuselage par l'intermédiaire d'une pièce P glissant sur le tube inférieur *n* du fuselage. Entre la pièce *p* et une butée prévue à cet effet, est intercalé un ressort R qui

amortit les chocs vers l'arrière lorsque le patin entre en contact avec le sol.

A l'avant, le patin porte une chape d'articulation A dans laquelle arrive l'extrémité d'un tube B coulissant dans un second tube C fixé au fuselage. Le tube B et le tube C comportent deux butées visibles sur la figure et entre lesquelles est intercalé un ressort D. On voit que lorsque le patin reçoit un choc, les ressorts D et R travaillent simultanément.

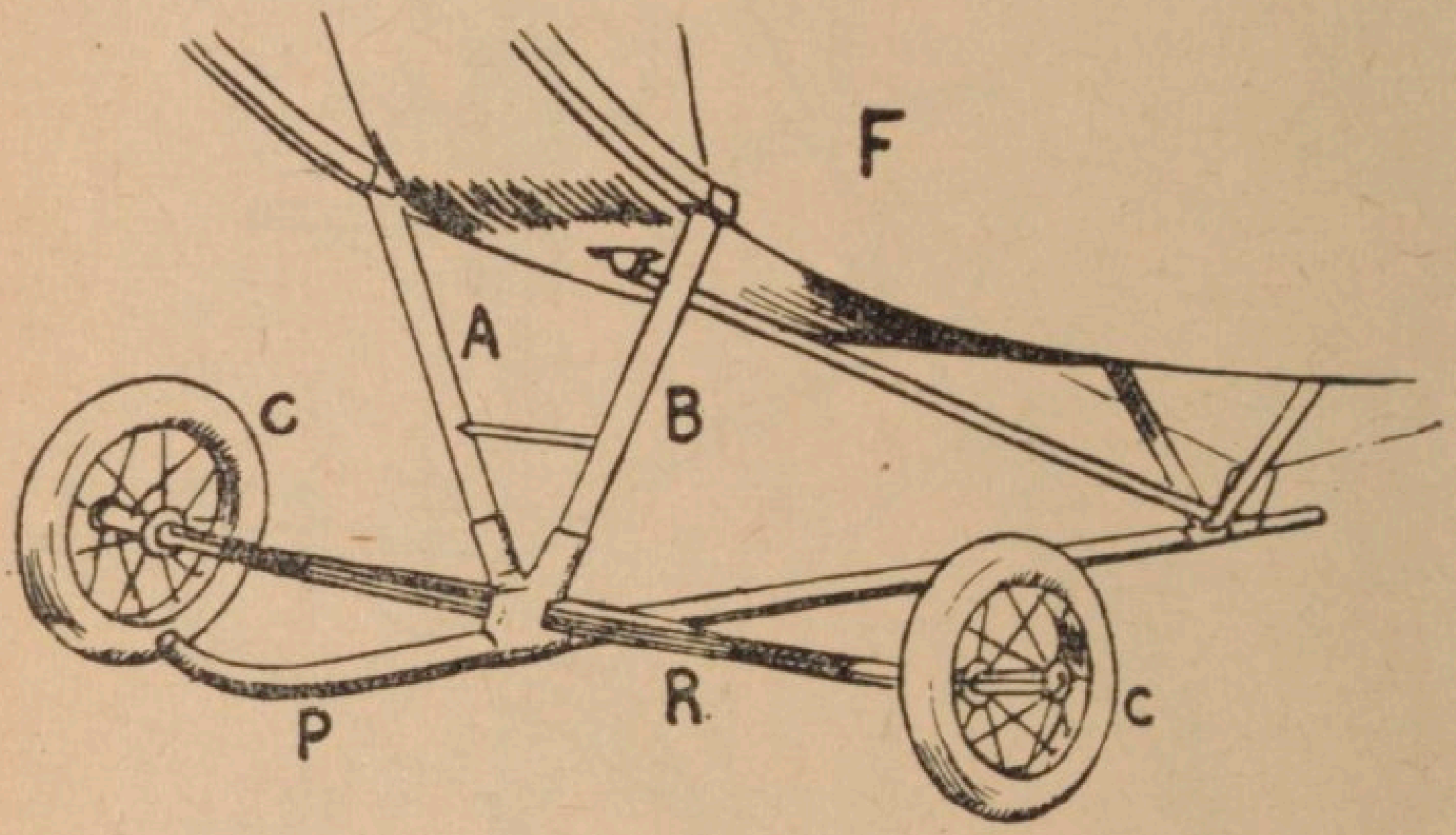


Fig. 136.

Les roues sont montées sur deux triangles déformables articulés d'une part en *e* sous le fuselage et, d'autre part, de chaque côté de ce dernier, sur deux chapes spéciales C coulissant sur des tubes *g*.

Les chapes sont reliées à des attaches fixes par l'intermédiaire d'extenseurs *h*.

Il est facile de suivre les phases du fonctionnement de l'ensemble lors de l'atterrissage. Tout d'abord si le choc est trop fort, les roues sont soulevées et un premier amortissement est produit par le travail des pneumatiques et des extenseurs *h*.

La patin entre alors en contact avec le sol et les ressorts R et D interviennent pour éviter la détérioration de l'avion.

Châssis Nieuport. — Le châssis Nieuport représenté par la figure 136 est un des plus simples qui se puissent concevoir.

Sous le fuselage F est monté d'une façon rigide un patin P, au moyen de jambes de force A et B. L'amortissement et le montage des roues sont réalisés grâce à un simple ressort à lames R qui porte à ses extrémités les axes des roues C. Ce châssis, excellent pour l'atterrissage, offrait quelque inconvénient par suite de la facilité avec laquelle le ressort se faussait lorsque les deux roues ne venaient pas ensemble en contact avec le sol.

Châssis Bayard-Clément. — Le châssis Bayard-Clément offre quelque originalité. Il a été conçu dans

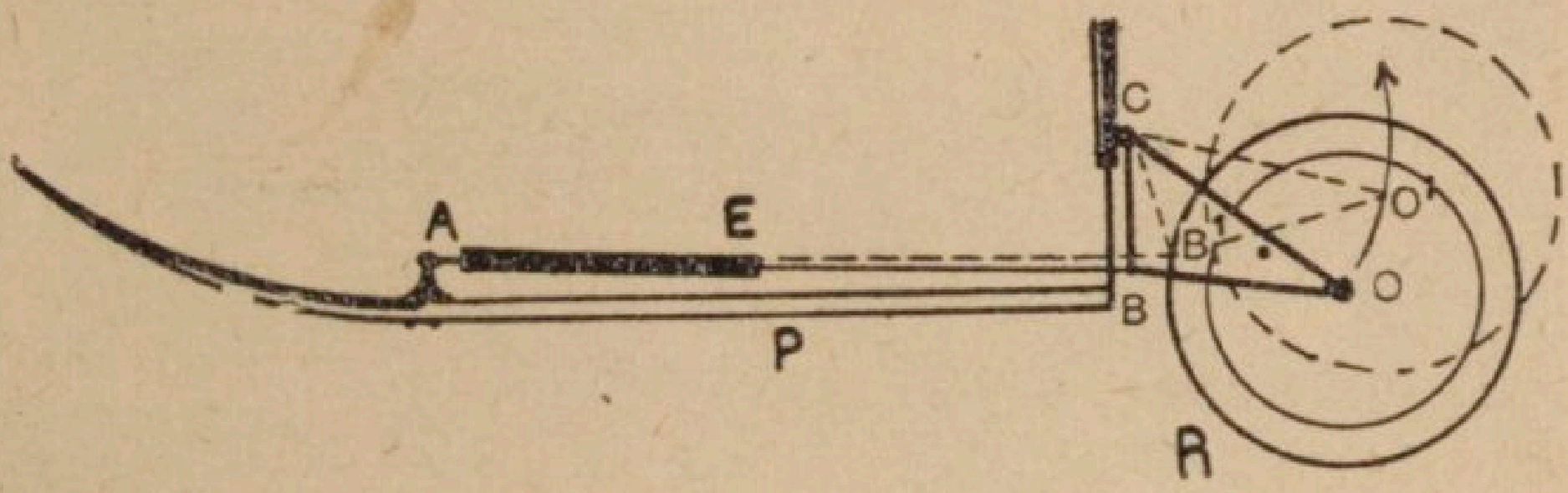


Fig. 137.

le but de réunir les avantages des patins, des roues mobiles par rapport au patin et de l'emploi des extenseurs, sans cependant prévoir de grands cadres déformables.

A cet effet, la roue R (fig. 137) est montée en O sur un triangle indéformable OBC articulé en C sur le châssis de l'appareil. Le patin P se trouve en avant

de la roue R, à peu près au niveau du centre O de celle-ci. Sur ce patin est fixée une pièce spéciale sur laquelle on attache des extenseurs E. L'autre extré-

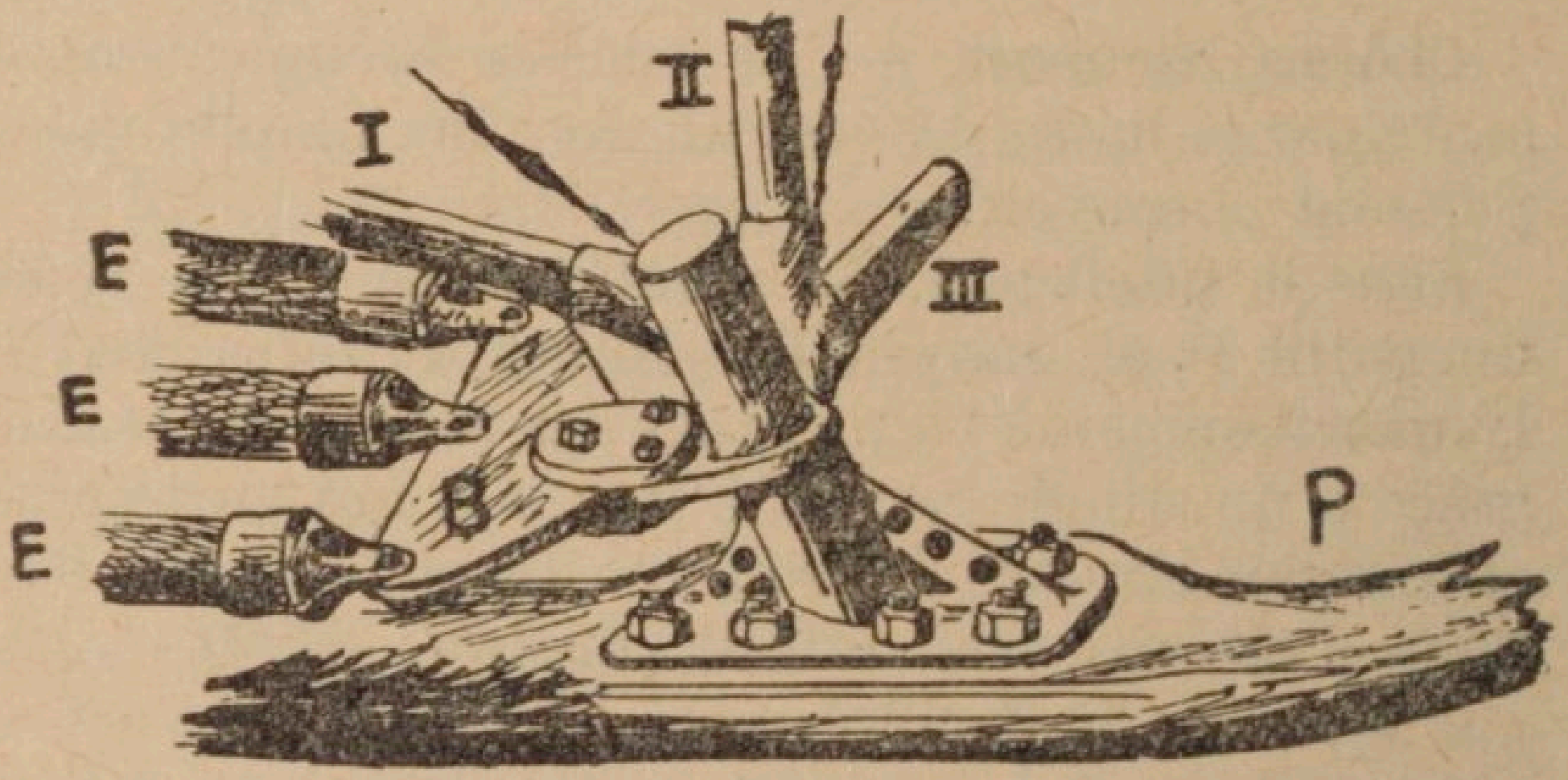


Fig. 138.

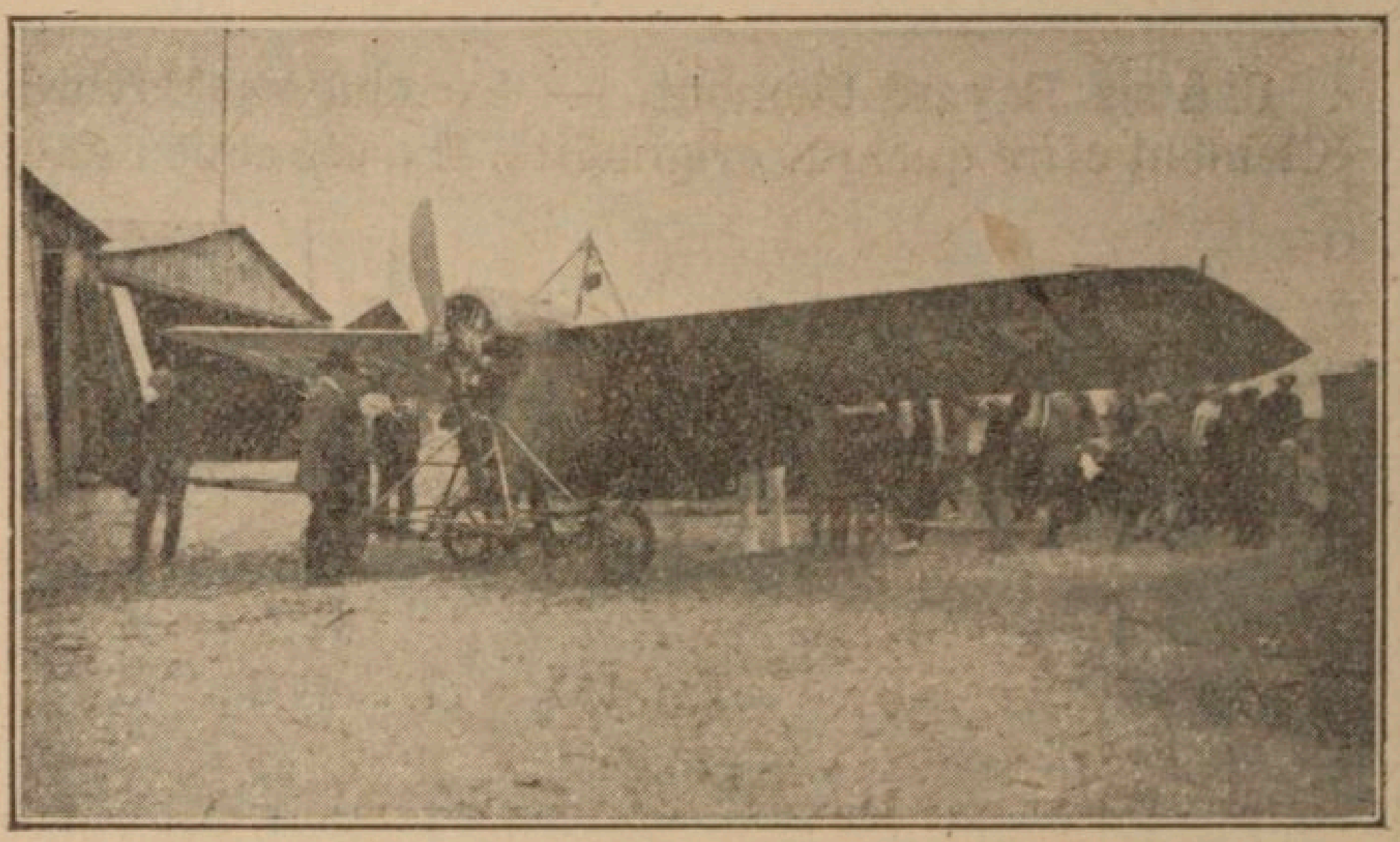


Fig. 139.

mité de ceux-ci est attachée au sommet B du triangle OBC.

Le fonctionnement est facile à comprendre : lorsque la roue est sollicitée vers le haut par un effort,

son centre suit la flèche et vient en O^1 tandis que B^2 vient en B^1 opérant ainsi une traction sur les extenseurs E qui entrent en action.

La pièce d'attache en A est représentée par la figure 138. Sur le patin P est boulonné un assemblage permettant la réunion des tubes I, II, III du châssis

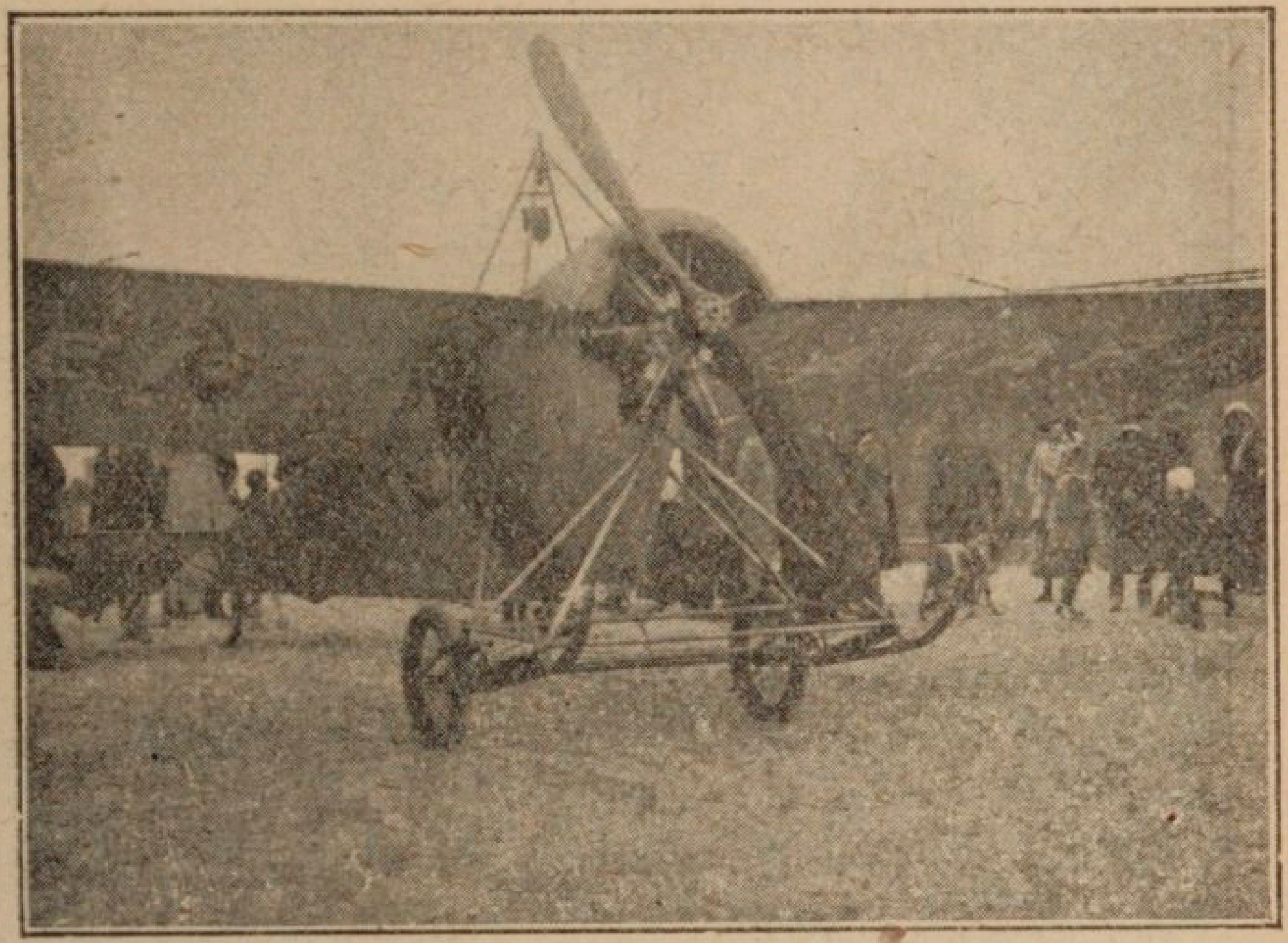


Fig. 140.

au patin P. C'est sur cet assemblage que vient se fixer la patte B sur laquelle s'attachent les extenseurs. Ceux-ci, sont en nombre variable suivant la grosseur. Dans le monoplan Clément-Bayard, on en adopte généralement trois (fig. 138 à 140).

Châssis Deperdussin. — Dans ce châssis, les roues sont montées aux extrémités d'un essieu E réuni aux pièces de bois P par un simple enroulement d'extenseurs. Les pièces P font partie du châssis fixe que

constituent les montants M etles béquilles B (fig. 141).

La partie intéressante du train d'atterrissage Deperdussin est son montage sur le fuselage. Le système est visible sur la figure. Un câble double passe sous la coque et vient se loger dans un emplacement prévu au bout des montants M. Un assemblage spécial en

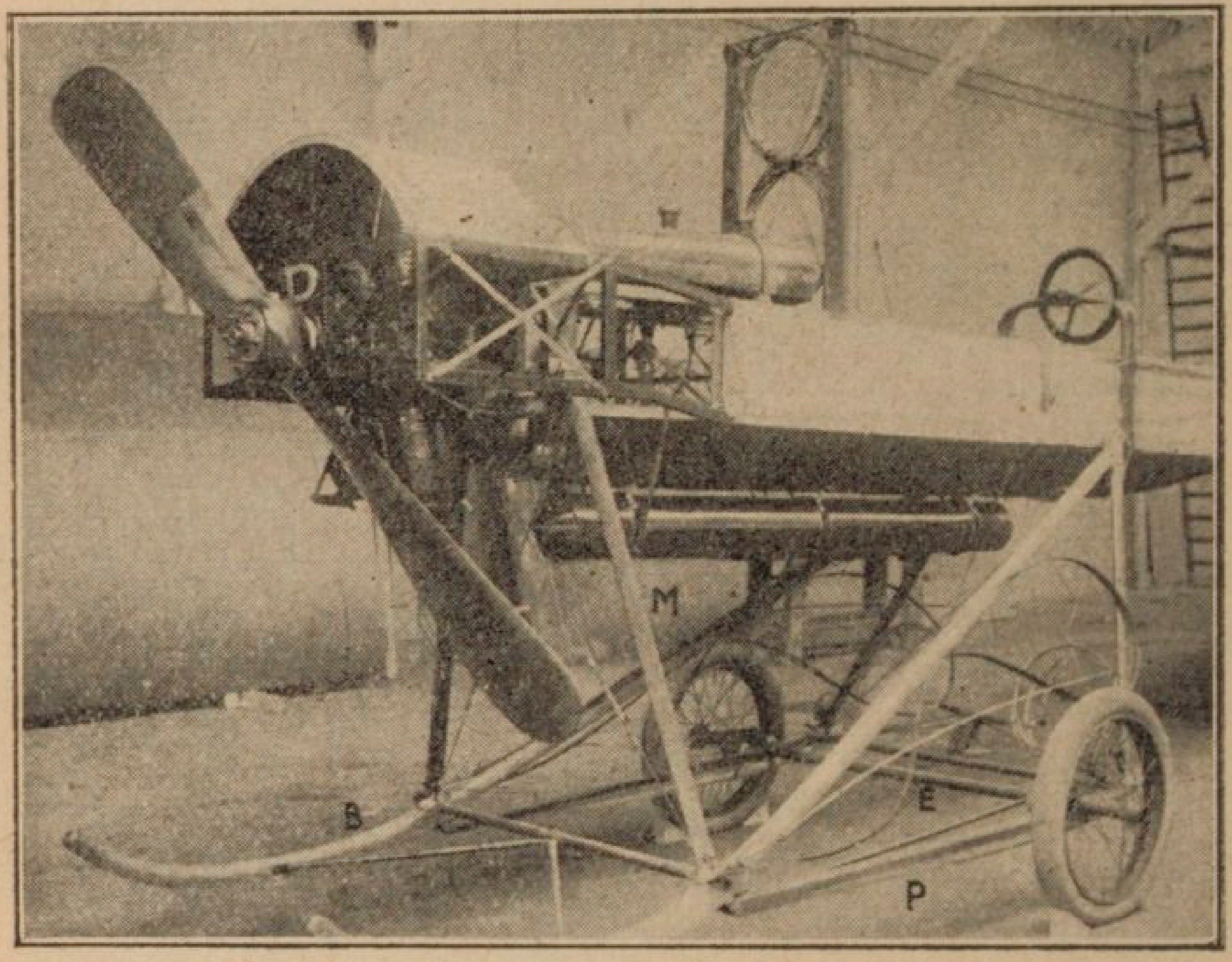


Fig. 141.

aluminium l'empêche de quitter son logement. A l'atterrissage, les efforts sont transmis au fuselage par l'intermédiaire du câble, de sorte qu'il n'y a pas de boulons ou vis qui travaillent d'une façon anormale.

Les châssis que nous venons de décrire ont subi des modifications extrêmement nombreuses, suivant les constructeurs. Il serait difficile de les décrire ici. Nous signalerons plutôt des détails de construction

qui, par leur originalité, méritent d'être retenus. C'est par la combinaison de ces détails entre eux que l'on obtient des modèles divers.

Certains constructeurs ne se contentent pas de fixer simplement les montants aux patins et préfèrent interposer entre ces pièces des éléments amortisseurs.

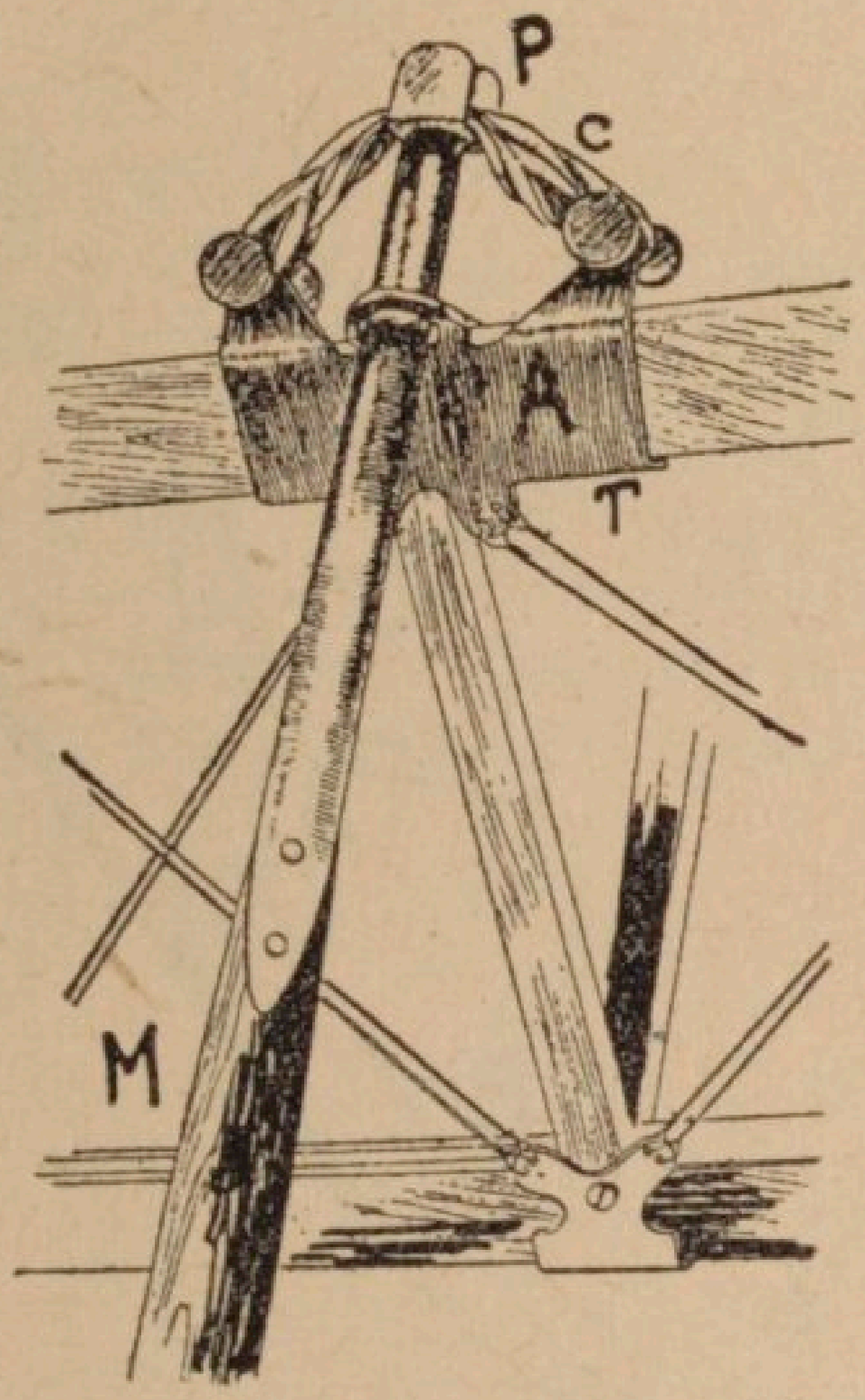


Fig. 142.

C'est ainsi que, dans le monoplan Harlan, le montant vient buter sur un petit ressort à lames qui est monté sur le patin au moyen de deux mains analogues à celle que l'on rencontre en automobile. Ce dispositif a l'avantage de ne pas fatiguer les assemblages comme dans le cas du montage rigide, mais il nécessite l'emploi d'articulations à tous les sommets des cadres.

Dans certains appareils, le fuselage est réuni directement aux montants par des extenseurs. La figure 142

montre un dispositif de ce genre. L'extrémité supérieure du montant M est munie d'une pièce métallique P qui constitue une sorte de fourche dans laquelle vient se loger le faisceau des amortisseurs. Ceux-ci sont rattachés de part et d'autre de P à une

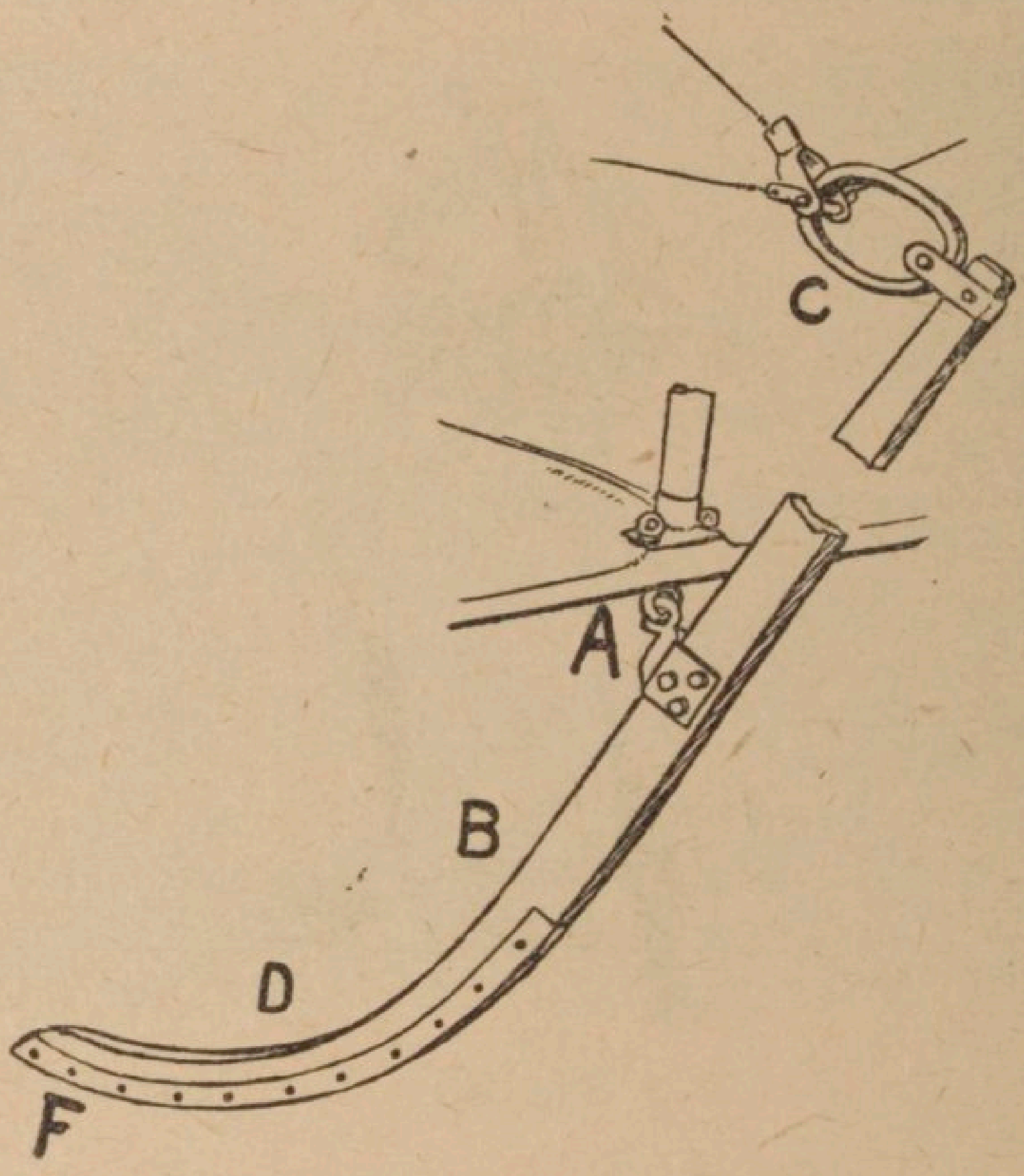


Fig. 143.

pièce d'attache A qui est très solidement fixée au fuselage.

Dans d'autres modèles, abandonnés aujourd'hui, les montants sont en tube d'acier et l'amortissement est assuré par des ressorts, mais le montage général est analogue à celui que nous venons de décrire.

Indépendamment du châssis d'atterrissage, propre-

ment dit, il faut prévoir à l'arrière des avions un dispositif amortisseur quelconque.

Le plus simple consiste à monter à l'extrémité du fuselage ou des poutres de réunion une béquille articulée et réunie à un point fixe par un extenseur en caoutchouc.

La figure 143 montre un type couramment employé autrefois dans les biplans.

La béquille B est articulée en A sous la cellule arrière. A son extrémité supérieure vient s'attacher une bague en caoutchouc C qui s'allonge lorsque l'extrémité D vient en contact avec le sol. Pour éviter l'usure trop rapide, dans le cas du bois, on revêt la béquille d'une fourrure en métal F.

Aujourd'hui, le principe n'a pas varié, mais les béquilles sont toujours construites en métal et l'amortissement est assuré par des extenseurs.

CHAPITRE VI

HÉLICES

Généralités. — L'hélice est le seul moyen employé de nos jours pour transformer le couple moteur en une traction de direction fixe qui s'exerce sur l'avion, le forçant ainsi à progresser dans l'air. L'étude théorique des hélices est fort compliquée et a donné lieu à beaucoup de controverses.

Le calcul des hélices est encore peu précis de nos jours et ce n'est que par les études expérimentales que l'on est arrivé à des procédés de détermination préalable assez pratiques. Les expériences du colonel Dorand ont fait faire un grand pas à cette partie de la technique aéronautique.

Détermination de la surface de la pale dans l'espace. — Quand on a déterminé par un procédé de calcul quelconque (dont l'exposé sortirait du cadre de cet ouvrage), les différentes valeurs caractérisant une hélice au point de vue aérodynamique, on passe à une seconde étude semi-théorique et semi-pratique qui a pour but la réalisation des cotes imposées.

On y arrive d'une façon très simple par l'emploi

de *gabarits* qui définissent la surface de la pale par quelques-unes de ses génératrices.

Les gabarits sont construits connaissant l'angle de la pale avec le plan de rotation. Ainsi, soit une hélice d'axe *xy*, tournant dans le sens de la flèche (fig. 144). Soit P le plan contenant le cercle O^1, inférieur du moyeu. A une distance R^1 de *xy* la pale fait avec P un angle α et on peut concevoir un petit triangle *abc* dont le plan est perpendiculaire à R_1 et dont l'hypoténuse coïncidera avec la pale, tandis

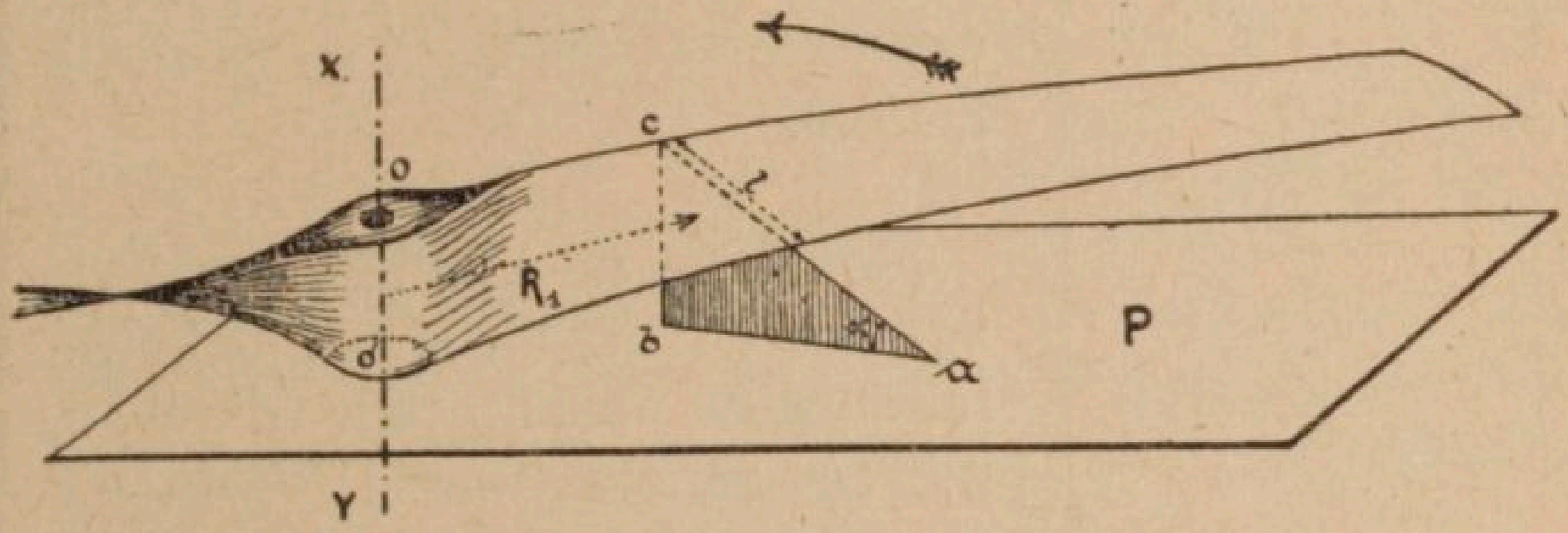


Fig. 144.

que *ab* serait dans le plan P. Ce petit triangle constituera un gabarit. Si on en construit beaucoup correspondant à différentes valeurs du rayon, on aura déterminé par les arêtes *ac* toute la surface de l'hélice. Or ces gabarits sont construits facilement d'après les calculs, ces derniers donnant les angles pour chaque point.

Les gabarits finis, on les fixe sur une planche P de la façon suivante, applicable d'ailleurs à tous les genres de gabarits.

Sur la planche P (fig. 145), traçons une ligne OR sur laquelle on porte à partir de O des longueurs OA, OB, OC, ...ON égales aux valeurs déterminées par le calcul et traçons des cercles de O comme centre avec OA, OB, ...ON comme rayons. Les gabarits

doivent être fixés sur la planche P perpendiculairement et de façon que les points 1, 2, ...*n* soient sur R. Ils doivent de plus être courbés de façon que leurs bases suivent les cercles tracés sur P. On arrive de cette façon à obtenir un ensemble permettant de construire l'hélice, de la modeler exactement sur les arêtes des gabarits. Pour donner plus de précisions à ces arêtes, on les taille en biseau mais ceci est en réalité inutile, dès que l'on arrive à de grandes hélices.

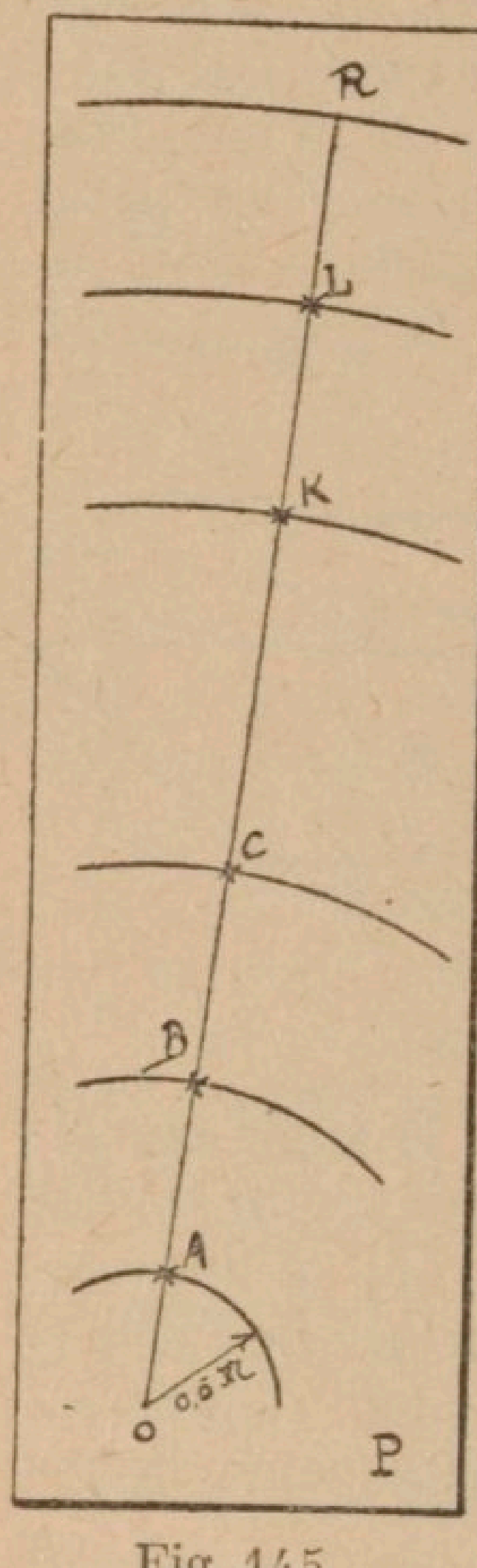


Fig. 145.

Modelage de l'hélice. — Nous venons de définir dans l'espace la surface de la pale d'hélice, par ses génératrices. Il va falloir la réaliser d'une façon définitive.

Pour cela on emploiera des matières différentes : le bois, le métal, la toile ; et suivant que l'on aura choisi l'un ou l'autre de ces matériaux, on sera en présence de solutions différentes que nous allons examiner.

Hélices métalliques. — Les hélices métalliques ont été longtemps les plus employées à cause de leur apparente facilité de construction.

Le métal permet de donner aux pales une faible épaisseur, ce qui, suivant certains auteurs, constitue un grand avantage.

Mais, d'autre part, les hélices métalliques présentent de nombreux inconvénients ; les pales qui sont le plus

souvent construites en tôle résistent mal dans certaines sections à la force centrifuge et pour obvier à cet inconvénient, on est forcé de recourir à des procédés qui font disparaître l'avantage du faible prix.

Un second inconvénient, très grave celui-là, est la vibration continuelle et inévitable des pales en mouvement dans l'air. Les ailes flexibles, en effet, se déplacent dans un milieu compressible, elles vibrent. De là résultent deux inconvénients : perte de puissance en énergie sonore et par suite, diminution du rendement du propulseur, puis modification moléculaire du métal constituant. Cette dernière modification, quoique mal définie scientifiquement, n'en existe pas moins et ses effets sont désastreux : elle détruit la coercité des molécules entre elles et les pales, sollicitées par la force centrifuge, se brisent, et partent dans l'espace, siège d'une force vive considérable.

Cet accident est arrivé notamment au dirigeable *Patrie*. Heureusement, la pale prit la direction du sol dans lequel elle s'enfonça avec une violence inouïe. Le même accident, sur le dirigeable *République*, eut les terribles conséquences que l'on sait.

Il y aura donc lieu d'étudier très sérieusement la section à donner aux bras des pales et de faire un choix judicieux des métaux employés. Les bras seront construits de préférence en acier. On pourra se servir utilement du tableau donné au chapitre II.

Pour les pales, on emploiera des tôles métalliques de bonne qualité et très homogènes. Voici quelques indications au sujet de leur résistance, suivant diverses épaisseurs (Voir chapitre II).

Les moyeux seront faits en métaux très homogènes. On prendra, suivant les cas, c'est-à-dire suivant la forme du moyeu, l'acier ou le bronze. L'em-

ploi des bronzes est très recommandable, étant donnée la grande homogénéité de ces métaux. La sécurité se trouve augmentée de ce fait.

Parmi les bronzes, le bronze dit « de marine » convient particulièrement bien à la construction des moyeux. Il est d'un travail aisé. Cependant, il existe d'autres bronzes qui conviennent au genre de travail qui nous occupe. Nous les avons réunis dans le tableau ci-contre.

Dans l'exécution des hélices métalliques, comme partout ailleurs, grâce à l'ingéniosité de divers constructeurs, nous rencontrerons des procédés nombreux qui constituent des perfectionnements appréciables.

DIFFÉRENTS TYPES D'HÉLICES MÉTALLIQUES. — Le premier type d'hélice métallique pour aéroplanes a été construit par les frères Voisin. C'est le plus simple (fig. 146).

On découpe dans de la tôle d'acier ou d'aluminium une plaque dont la longueur et la largeur sont égales à la longueur et à la largeur de la pale calculée. Puis au quart environ de la largeur, à partir du bord d'attaque DE, on rive un bras d'acier B, lequel va s'aplatissant de plus en plus du centre vers la périphérie. On a soin d'aplatir les bords du bras pour les raccorder le plus possible à la plaque de tôle. Puis, on forme la pale en la repérant sur les gabarits. On a ainsi une aile dont la plus forte épaisseur est le lieu d'application des résistances de l'air, et par suite, les couples de torsion sont réduits à leur minimum, ainsi que, en conséquence, les vibrations.

La fixation des ailes sur le moyeu se fait de façon fort simple. Chaque bras porte un collet C et une tige filetée T qui s'engage dans un moyeu spécial M. Un écrou E arrête le bras dans le moyeu. Pour régler

TABLEAU III

PROPRIÉTÉS DES BRONZES

DÉSIGNATION	CHARGE de rupture en kgr/mm²	LIMITE d'élasticité en kgr/mm²	ALLONGEMENTS en p. 100	POIDS spécifique
Bronze ordinaire + 5 p. 100 aluminium, fondu	38	13	50	8,32
Bronze ordinaire + 5 p. 100 aluminium, laminé	45,5	14,5	74,5	8,32
Bronze ordinaire + 7 p. 100 aluminium, fondu.....	42,5	15,5	53	7,92
Bronze ordinaire + 8 p. 100 aluminium, fondu.....	47,7	20	43	7,75
Bronze ordinaire + 9 p. 100 aluminium, fondu.....	53,7	30	17,5	7,65
Bronze ordinaire + 10 p. 100 aluminium, fondu.....	57,8	32,5	15,7	7,52
Bronze d'aluminium, fondu	55	35	5	7,52
Bronze de canons	50	»	10 à 15	»
Bronze « Acier ».....	45	»	15 à 20	»
Bronze phosphoreux	28 à 30	»	9	»
Bronze de marine	30	»	10 à 15	»
Métal « Munz ».....	26	»	8	»
Métal « Delta ».....	38 à 40	»	28 à 30	»
Bronze fondu à température minimum	18 à 22	»	6 à 10	»
Bronze fondu à température ordinaire de creusets	12 à 18	»	6 à 8	»

l'incidence de la pale, on repère sa position exacte au moyen des gabarits et on immobilise le bras par un système de clavettes.

Le plus souvent les gabarits sont établis sans tenir compte de l'incidence de l'aile. Il faut donc augmen-

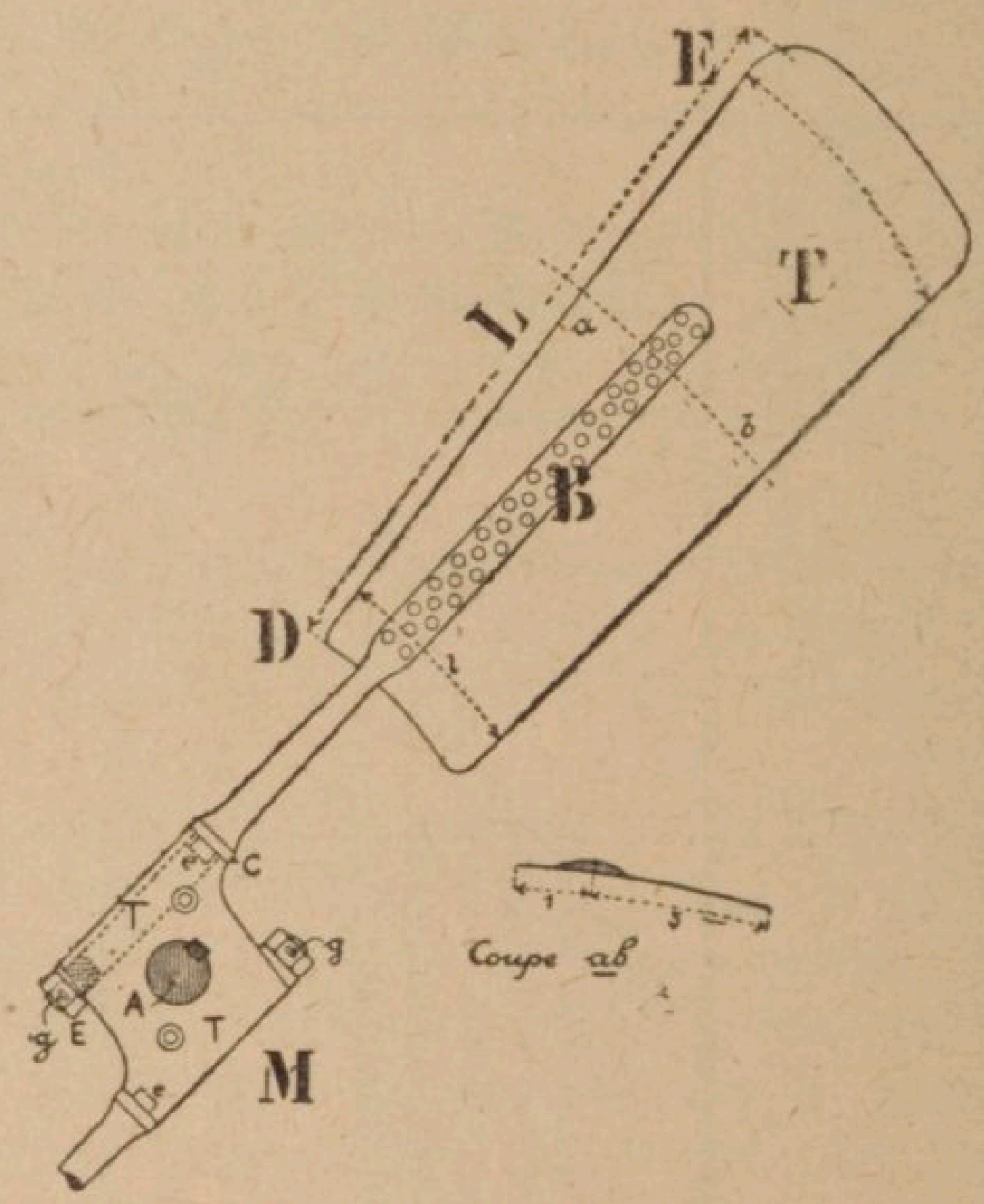


Fig. 146.

ter de α^o la rotation du bras. On conçoit que ce procédé ne peut convenir qu'aux hélices à attaque constante et n'est applicable que lorsque les deux pales sont démontables.

Les premières hélices métalliques des aéroplanes *Antoinette* (fig. 147) étaient construites de la même façon que les hélices *Voisin*. Seulement, le bras de la pale se trouvait rivé au milieu de celle-ci et aboutissait dans un moyeu spécial. Les deux bras se trou-

vaient dans le prolongement l'un de l'autre. Quant aux pales elles-mêmes, elles présentaient une forme spéciale que montre la figure 147.

Les hélices *Esnault-Pelterie* sont aussi constituées de plaques de tôle rivées à des bras métalliques. Les pales, au nombre de quatre, se réunissent autour d'une couronne que l'on cale sur l'arbre moteur.

Enfin, les ateliers Chillingworth construisent

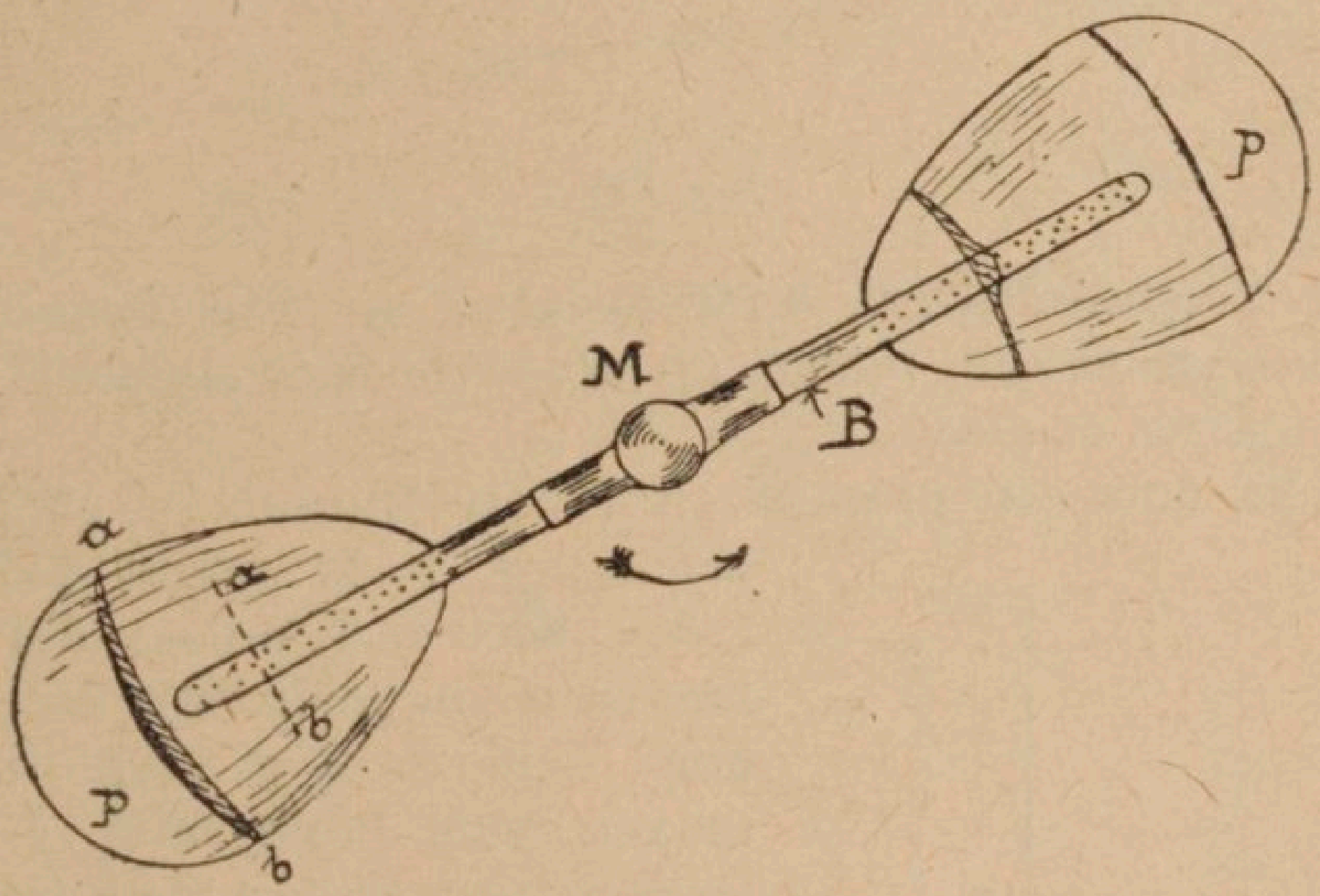


Fig. 147.

des hélices métalliques du type que l'on vient de décrire en repliant sur le bras la pale en tôle découpée (fig. 148) et en la brasant en cette position. Le bras se continue jusqu'en M et là il est rivé et aplani. Ce mode de fixation est très solide et constitue une variante intéressante du procédé initial des frères *Voisin*, d'*Antoinette*, de *Rep*, etc. Tel que nous venons de le décrire, il fournit des ailes qui conviennent aux moyeux ordinaires, en particulier au moyeu réglable. On peut l'appliquer encore d'une autre façon, en découpant les deux pales dans la même pièce de tôle et

en les repliant sur un même tube d'acier. On obtient ainsi une liaison très solide entre les pales, mais la fixation sur l'arbre moteur est un peu compliquée.

Pour la construction des hélices métalliques,

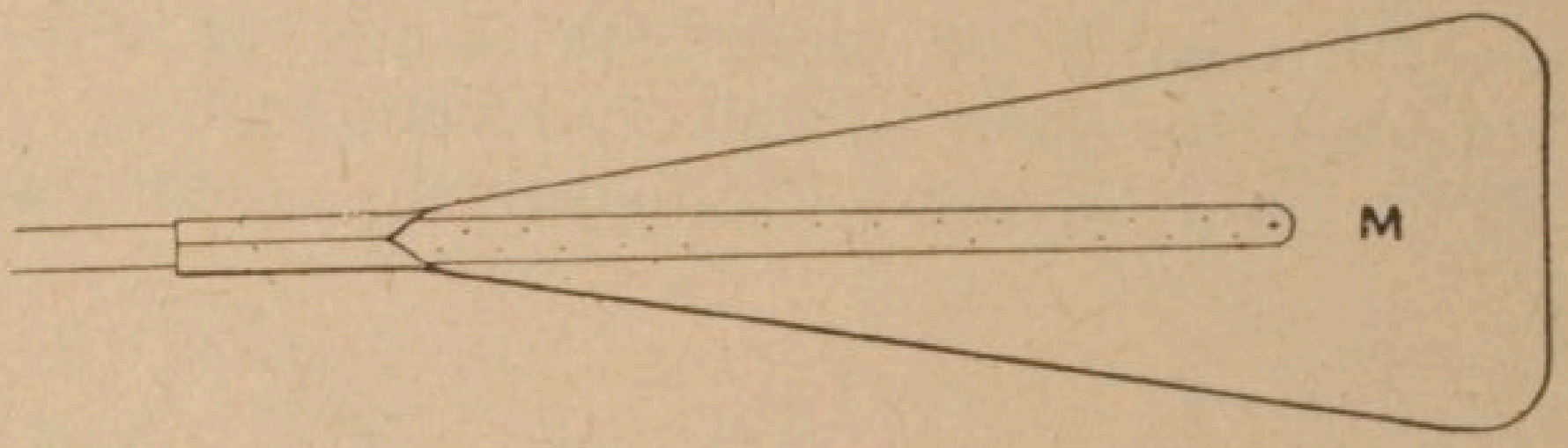


Fig. 148.

M. Esnault-Pelterie a fait breveter un procédé assez intéressant qui, malgré ses apparences de simplicité, est assez original.

Prenons une pièce de métal (aluminium, fer, etc.), répondant à la figure 149. Cette pièce se compose d'un moyeu M qui porte deux pales dont l'épaisseur *e* varie du moyeu vers l'extrémité. La largeur *l* est égale à celle des pales de l'hélice calculée.

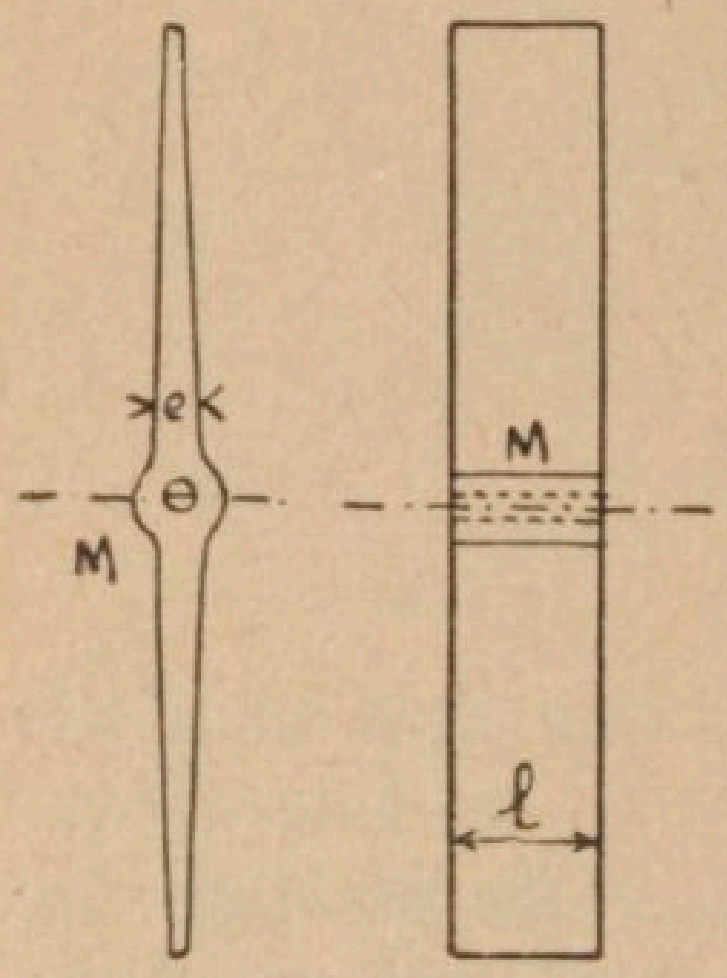


Fig. 149.

Pour construire l'hélice, on tordra la pièce de métal ainsi définie et on l'adaptera sur les gabarits. Ceci se fera par des moyens différents dont le plus recommandable paraît être le forgeage pur et simple. La pale sera courbée comme en *aa* et *bb* ou bien sera plane. Ceci est entièrement subordonné aux calculs de l'ingénieur (fig. 150).

Il ne faut retenir de ce procédé que le fait de prendre *a priori* une pièce de métal telle que celle de

la figure. Le reste est absolument général et s'applique à toute hélice. Ce qui est avantageux dans le procédé d'Esnault-Pelterie, c'est la faculté de pouvoir calculer facilement la section à donner aux pales, considérant la traction centrifuge.

Nous avons vu qu'un inconvénient très grave de l'hélice métallique était l'état de vibration continuelle dans lequel se trouvent les pales de tôle par

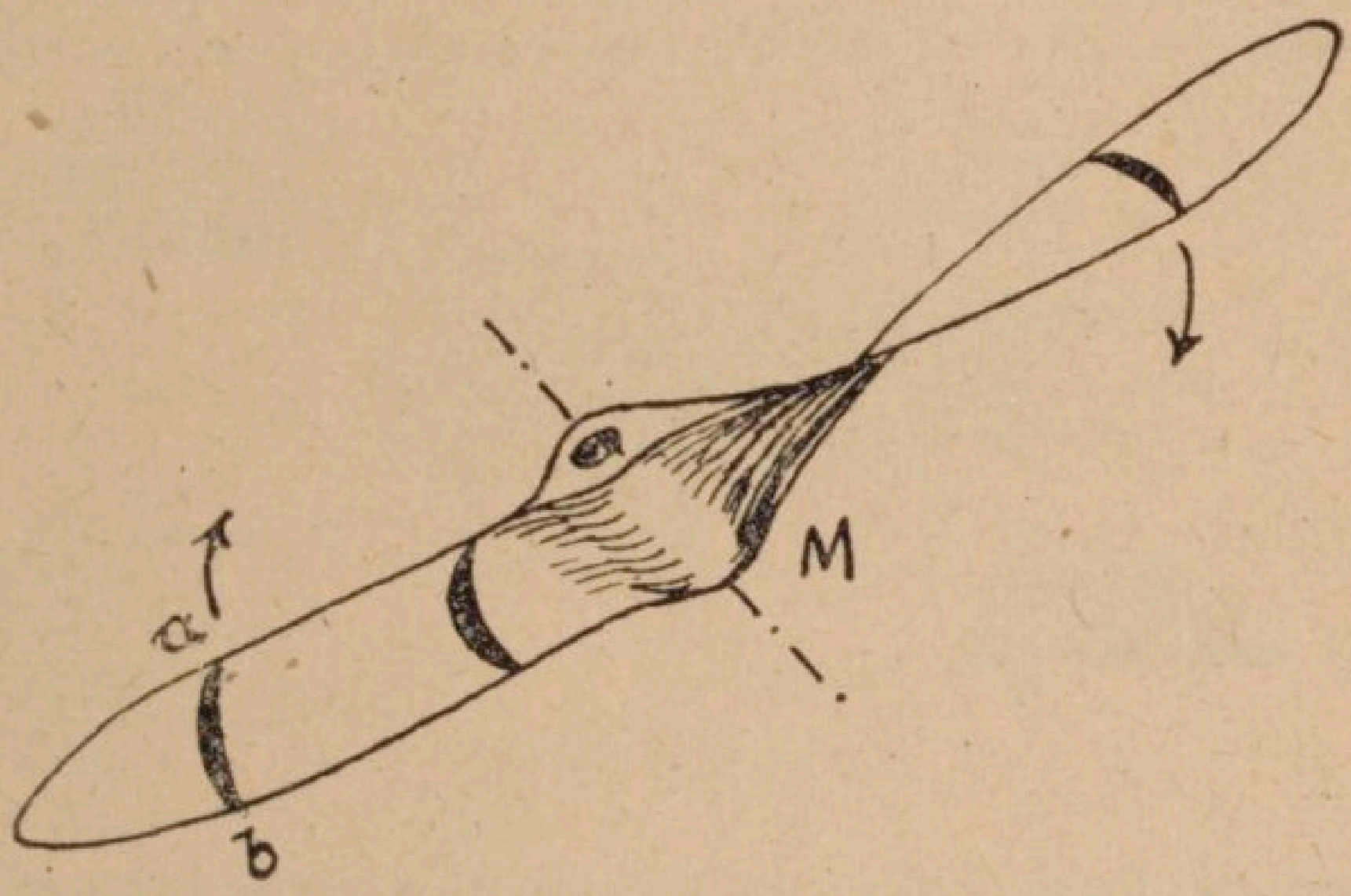


Fig. 150.

suite de leur faible épaisseur, qui diminue considérablement le moment d'inertie de la section.

Pour remédier à cet inconvénient, les ateliers *Rudolf Chillingworth, Prez-Stanz und Ziehwerke*, de Nuremberg, ont fait breveter un procédé de construction très intéressant qui consiste à employer des pales d'hélices creuses, en tôle. Les plaques de tôle sont pressées, puis brasées ensemble. De cette façon, la masse métallique répartie sur le périmètre de la section droite fournit un moment d'inertie considérable et la pale ne vibre plus. Le centre de l'hélice est renforcé par de la tôle et un collier recouvrant le

tout permet une fixation très solide sur l'arbre moteur. Dans un autre type, le centre est renforcé par une pièce de bois très dur placée à l'intérieur de la tôle et qui permet un serrage énergique sans risque d'écrasement.

Enfin, nous citerons encore deux autres types d'hélices construits par la même maison et qui sont intéressants par leurs conceptions très originales.

Le premier est constitué par une plaque de tôle découpée A, en acier, qui constitue les pales de

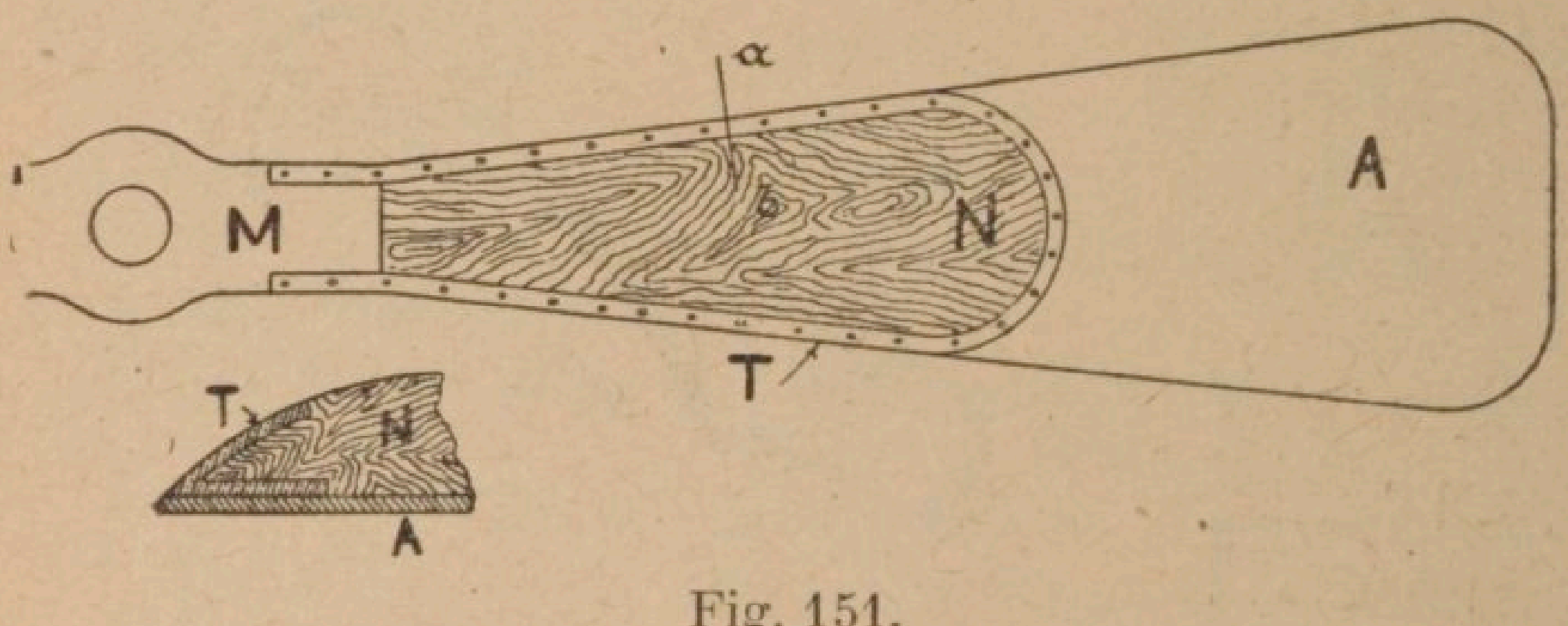


Fig. 151.

l'hélice. Pour éviter la flexion de ces pales vers le centre, on y applique une pièce de bois N maintenue contre la tôle par une pièce T en cuivre qui fait le tour du bois. La coupe *a b* montre la section de cette pièce. Le centre de l'hélice est renforcé par une pièce de bronze M qui sert de moyeu pour le calage (fig. 151).

Le second type est d'une conception beaucoup plus audacieuse. Un tube *b* en acier part du moyeu. C'est lui qui forme le bras de la pale. Dans ce tube sont engagées des pièces *a a* très minces et ayant l'aspect de la figure. Le trou A sert de passage au tube *b* ; *m* et *e* sont des évidements. Dans l'évidement oblong *e* passe une tige C rattachée au moyeu et terminée par une partie filetée. On voit facilement que de cette façon on pourra, en faisant plus ou moins tourner C

autour de *b*, obtenir une hélice d'un pas plus ou moins grand. Les écrous qui terminent *b* et C maintiennent les plaquettes dans la position adoptée.

Tels sont les différents types intéressants d'hélices entièrement construites en métal.

Actuellement, on leur préfère généralement les hélices en bois.

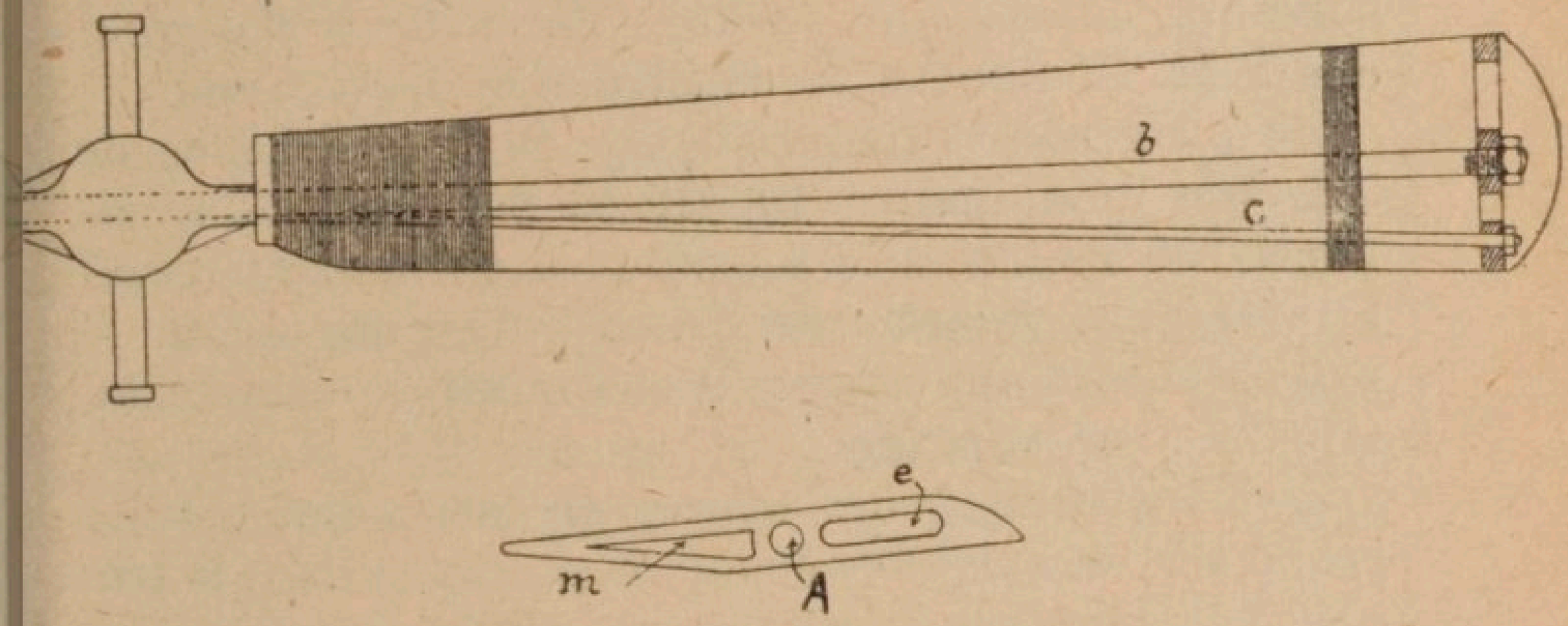


Fig. 152.

Hélices en bois. — Les hélices en bois, presque universellement employées aujourd'hui, présentent de grands avantages au point de vue du rendement mécanique et de la sécurité des aviateurs.

La faible densité du bois permet de donner aux pales de grandes épaisseurs et par suite de leur attribuer des moments d'inertie très forts, ce qui évite les vibrations et augmente le rendement.

Outre cela, l'épaisseur des ailes, d'après les expériences les plus récentes, n'offre pas l'inconvénient d'une grande résistance à la pénétration. Bien au contraire, dans la plupart des cas, elle augmente de beaucoup la poussée.

Ces intéressants résultats ont été obtenus par MM. Rateau et Eiffel par des expériences en tunnel.

On a longtemps hésité à employer le bois pour de grandes vitesses de rotation, de crainte de bris dû à la force centrifuge. L'expérience a détruit cette hésitation. Des bois excellents conviennent à la construction des hélices : le teck, le noyer, l'acajou, etc. Leur résistance à la traction est énorme et le bris des ailes est rare, malgré le dur travail auquel elles sont soumises. On en jugera par les chiffres suivants concernant l'hélice du *Ville-de-Nancy* et dus à M. Chauvière, le constructeur bien connu.

Le dirigeable *Ville-de-Nancy* avait une hélice de 5 mètres de diamètre. La vitesse périphérique atteignait 130 mètres à la seconde, ce qui correspondait à la traction énorme de 22.000 kilogrammes sur la pale. Malgré l'importance de ces chiffres, aucun éclatement n'est survenu.

La construction des hélices en bois demande un grand soin et exige beaucoup de précision dans le travail. L'hélice doit en effet être modelée dans la même masse de bois et les pales doivent, le travail fini, occuper leurs positions relatives réelles. Ici, on ne peut plus, comme dans le cas d'hélices métalliques, compter sur la possibilité d'une correction ultérieure.

On construit les hélices en bois de deux façons : soit en une seule pièce, soit en plusieurs.

Dans le premier cas, l'hélice est en général plus coûteuse à cause de la difficulté de trouver une pièce de bois suffisamment grande et exempte de défauts : *roulures*, *gélivures*. De plus, il se produit beaucoup de déchets qui augmentent le prix de la matière utile.

Pour façonner une hélice d'une seule pièce, on choisit une pièce de bois de la longueur de l'hélice et ayant pour épaisseur la projection sur la verticale de l'arête supérieure du gabarit le plus incliné, c'est-à-dire le premier, celui où commence la surface utile de

l'aile. On découpe cette pièce de bois suivant le contour obtenu et réunissant les projections des points $a_1, a_2, an, b_1, b_2, bn$ sur la planche P, par des lignes soigneusement courbées et raccordées à un cercle ayant pour rayon la distance du premier gabarit au centre 0. Dans le cas particulier de la méthode Drzewiecki, ce rayon égale la moitié du module M (fig. 153).

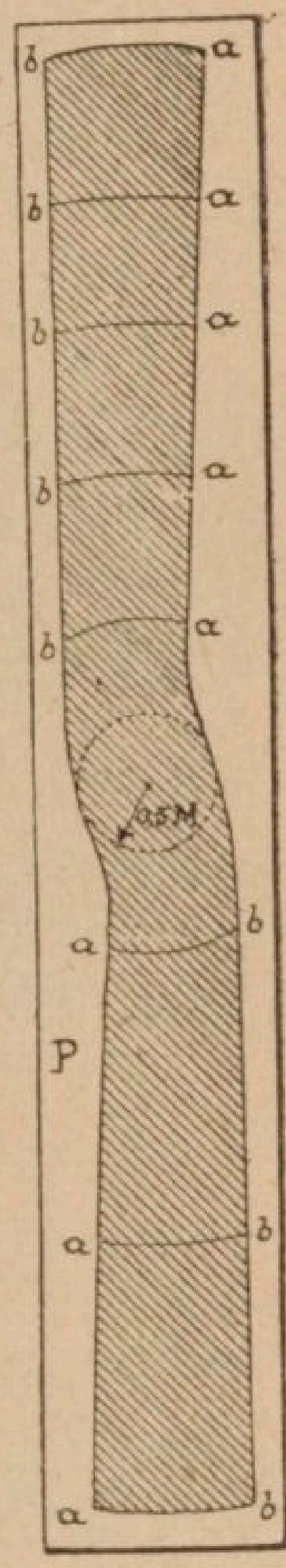


Fig. 153.

Puis, prenant pour repère la face horizontale inférieure de la pièce de bois, on trace pour chaque aile, sur la face opposée au mouvement, une ligne C, obtenue en marquant les hauteurs des points b_1, b_2, b_3, bn des gabarits sur des verticales correspondantes v. De même sur les deux autres faces on trace les lignes S obtenues en répérant les hauteurs des points a_1, a_2, an des gabarits.

Nous avons ainsi déterminé les arêtes des pales de l'hélice.

On enlève déjà une notable partie du bois inutile en découpant la pièce de bois, au moyen de la scie à ruban et perpendiculairement à l'axe, suivant les courbes C. On a le solide de la figure 156. Il suffit alors de supprimer à la gouge le bois qui reste au-dessous de la surface déterminée par une droite glissant sur S et C dans un plan perpendiculaire à l'axe O R de la pale pour voir apparaître l'hélice.

Si on désire donner à la pale une légère courbure,

c'est cette courbure glissant sur S et C qui déterminera la surface.

On façonne ensuite le dos de la pale en se basant

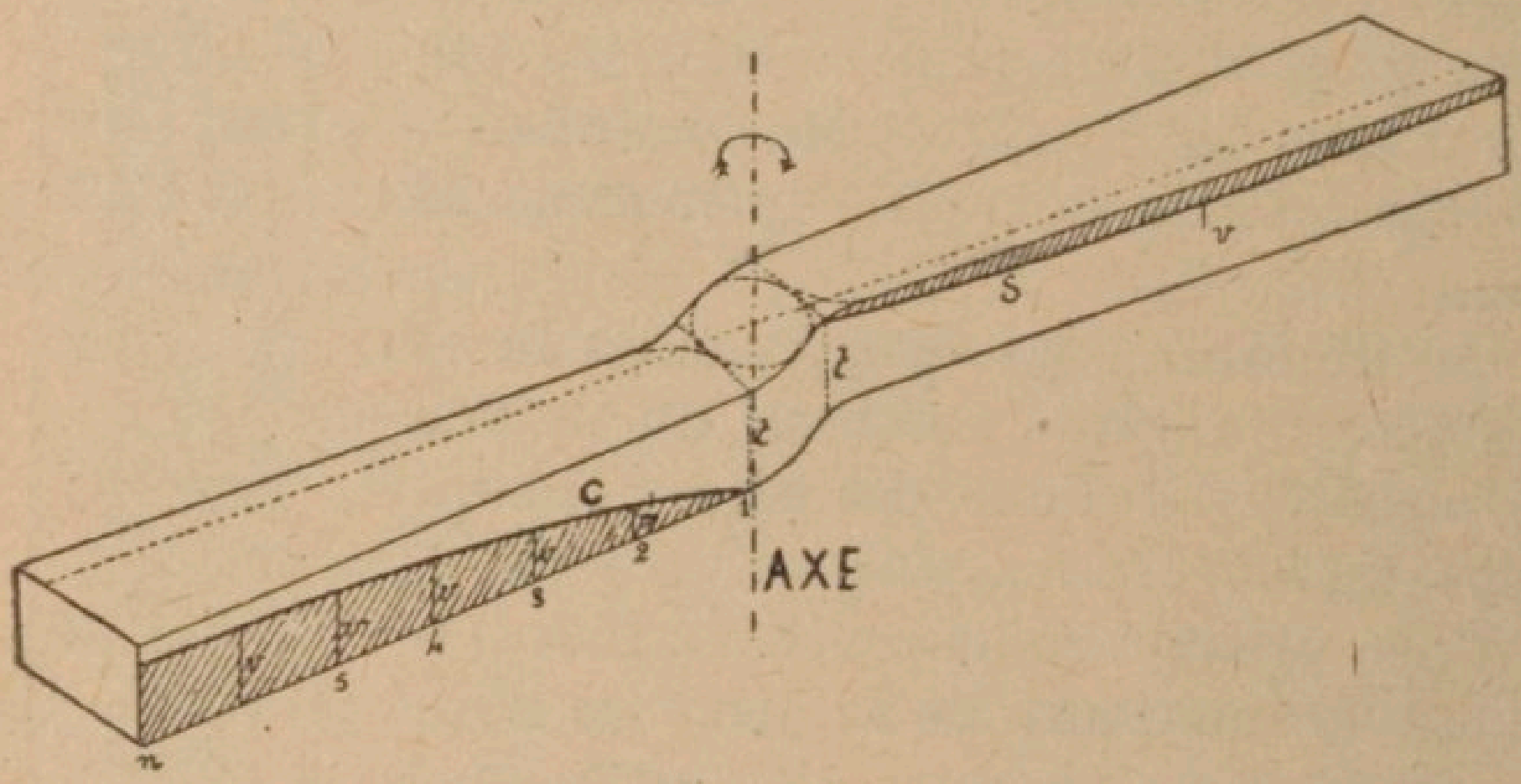


Fig. 154.

sur la surface déjà connue pour lui donner une section analogue à celle de la figure. Cette section présente

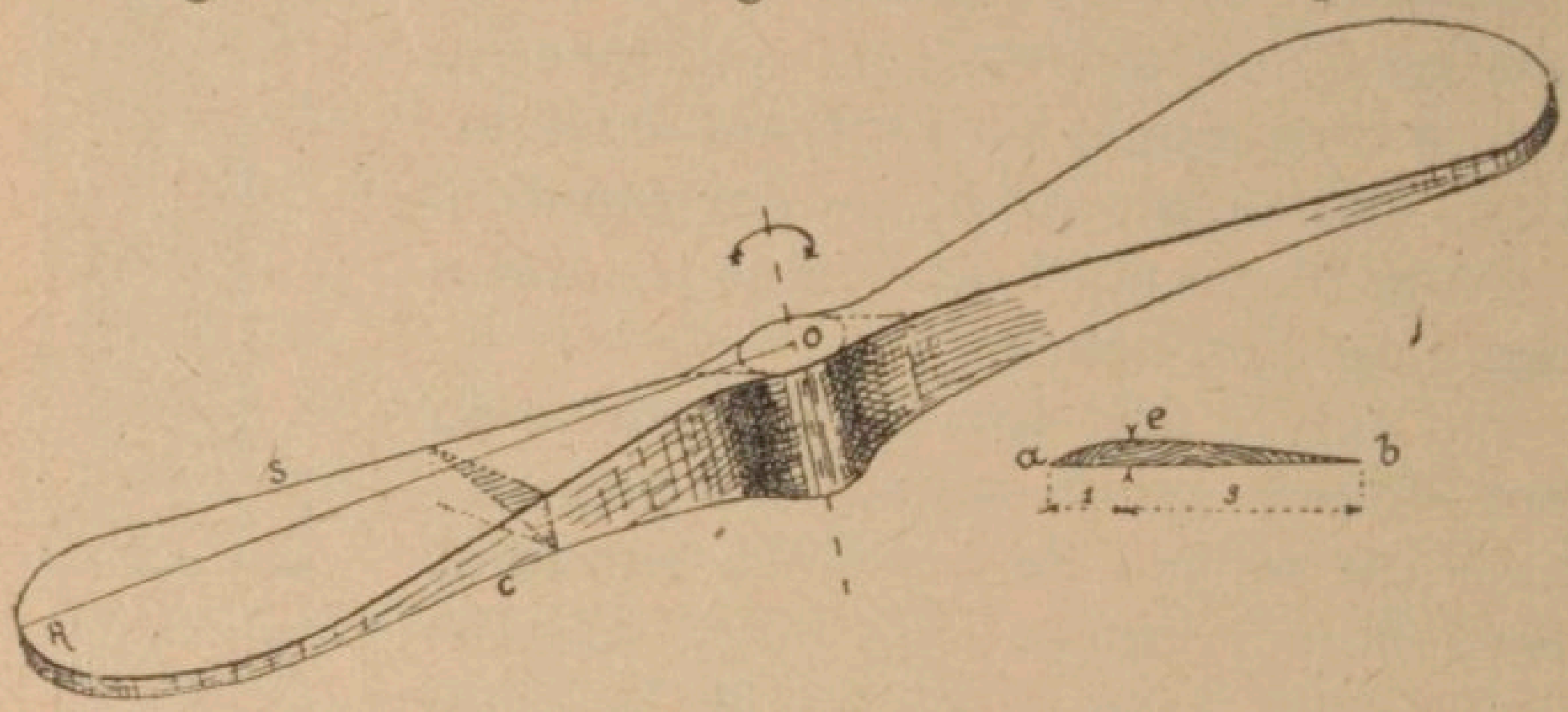


Fig. 155.

une épaisseur maximum *e* à une distance du bord d'attaque égale au quart ou au tiers de la largeur. Ceci résulte de ce que nous avons déjà dit sur la position de la résultante des actions de l'air.

Cette épaisseur l ne doit naturellement pas être la même sur toute la longueur du rayon et elle doit augmenter très vite à mesure que l'on se rapproche du centre, afin de parer à l'augmentation simultanée du moment fléchissant et de la force centrifuge. On pourra dans certains cas, si l'on veut une détermination précise de cette épaisseur, calculer les sections à donner. Mais ce calcul est très compliqué en pratique, non au point de vue du moment

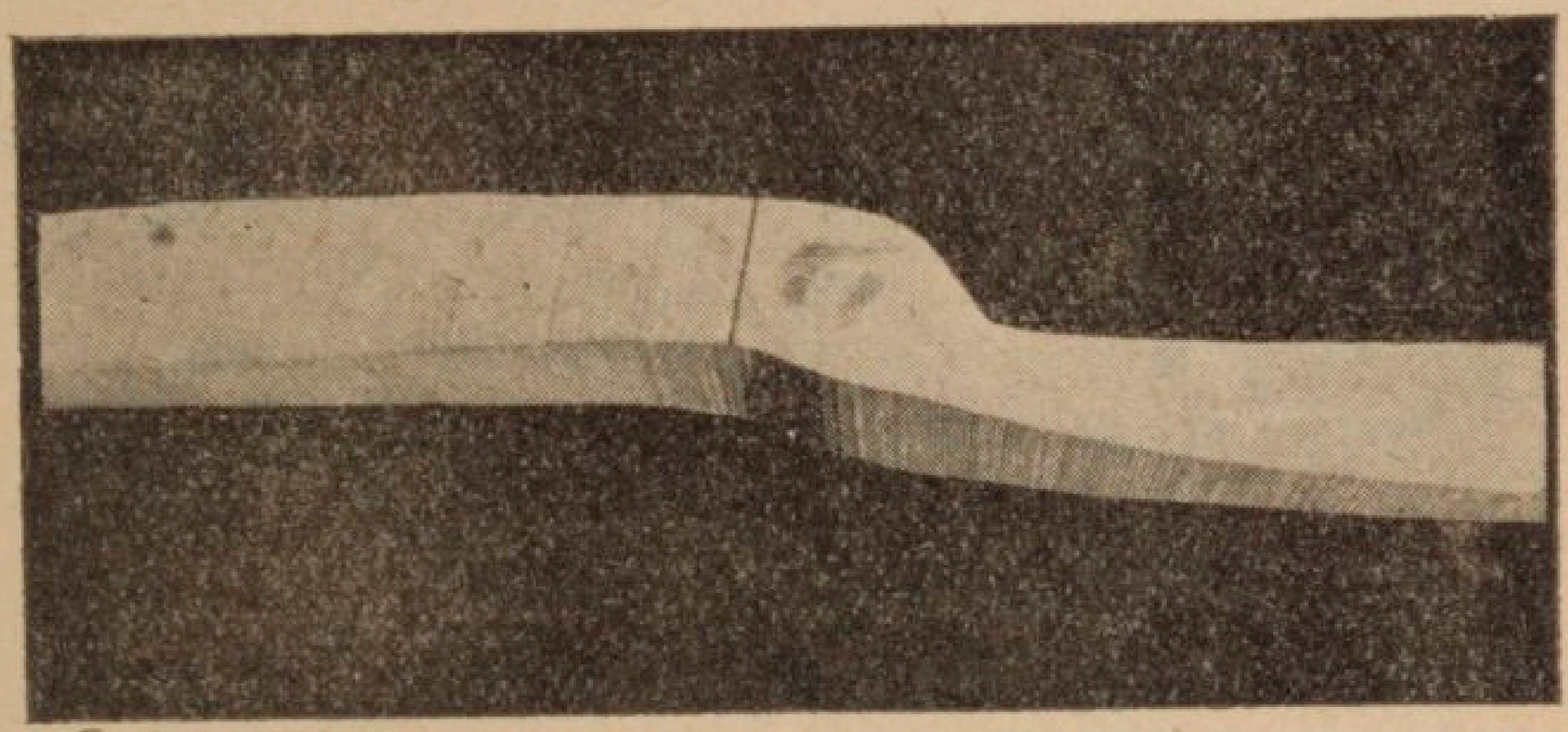


Fig. 156.

de flexion, mais de la résistance de la pale à cette flexion, faute de pouvoir déterminer l'axe réel d'inertie exact de la section qui n'est nullement subordonné à une méthode de calcul établie et qui, de plus, n'occupe pas de positions semblables tout le long de l'aile.

Quand l'hélice est modelée dans la pièce de bois, on la ponce soigneusement et autant que possible, à grandes lignes, pour éviter de créer des bosses. On vérifie ensuite son exactitude comparée au dessin.

Ceci fait, le bois reçoit une couche de vernis très épais ; puis on ponce à nouveau. Cette fois, toutes les petites rayures impossibles à éviter dans le modelage ont disparu. Une seconde couche de vernis est

étendue. On essaie alors l'hélice sur un moteur de puissance moitié plus forte environ que celle prévue et on la fait tourner à toute vitesse. Si elle résiste, on achève le vernissage au tampon qui la rend lisse et polie, n'offrant presque plus de frottement à l'air.

Nous avons dit que l'on avait assez de difficultés à trouver des pièces de bois suffisamment grandes

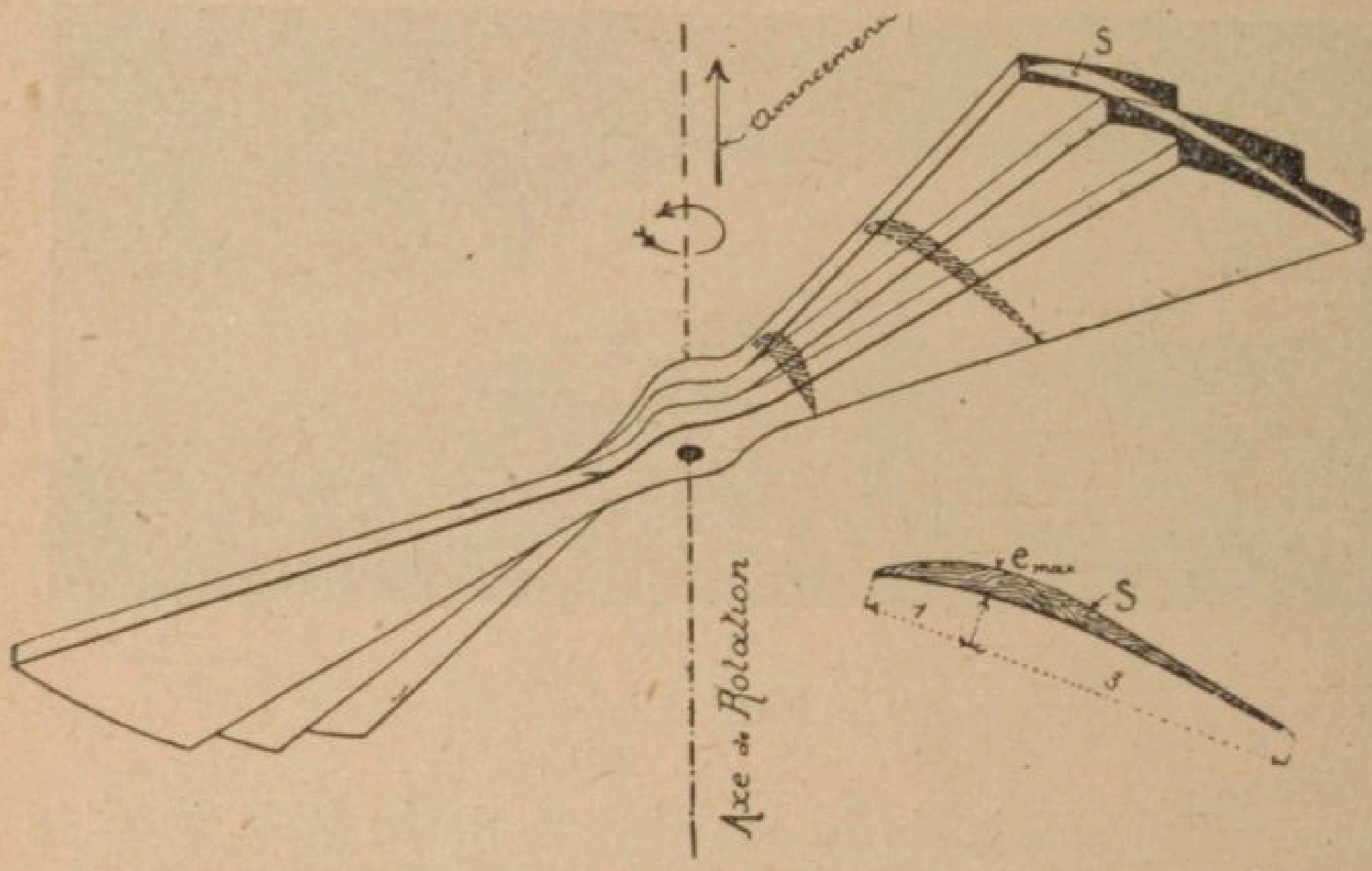


Fig. 157.

pour exécuter le travail que nous venons de décrire. C'est pourquoi l'emploi des hélices d'une seule pièce a presque complètement fait place à celui des propulseurs établis en plusieurs pièces, selon les procédés *Chauvière*, *Ratmanoff*, *Petit-Conchis*, en France, *Starke* et *Tarabocchia* en Allemagne, etc., etc., et qui consistent tous à modeler l'hélice dans une masse de bois formée de planchettes collées ensemble. Cette méthode offre de grands avantages pour le choix des bois. Elle permet de plus d'alterner les essences et en

prenant des bois de fils différents, d'obtenir des masses très résistantes .

De plus, l'emploi du procédé des épaisseurs superposées présente un autre avantage qui est peut-être le plus important.

On sait que la densité du bois d'un arbre varie considérablement du pied à la tête. Elle croît du bas vers le haut. Il s'ensuit que, si l'on veut construire une hélice d'une seule pièce, l'équilibrage des pales exigera que l'une de celles-ci présente une épaisseur moindre que celle de l'autre. Les deux masses seront bien les mêmes de part et d'autre et l'on aura satisfait à l'équilibre des forces centrifuges. Mais l'une des pales présentera, par suite de son épaisseur plus petite, une résistance moins grande à la pénétration. Elle absorbera donc moins de puissance que l'autre pale pour produire la même traction. C'est donc là une petite irrégularité, ou plutôt, une dissymétrie, qui nous permet d'affirmer *a priori* que le meilleur rendement n'est pas atteint, puisque l'une des pales, par sa grande épaisseur qui la freine, *gêne* l'autre pale qui voudrait se déplacer plus vite.

Le procédé de superposition des lames de bois évitera ces inconvénients d'équilibrage, si on alterne les épaisseurs. La masse obtenue sera grossièrement homogène et d'une densité constante.

Cependant, il ne faudrait pas croire que l'on puisse de cette façon réaliser une hélice parfaitement équilibrée pour des pales identiques. On conçoit facilement, en effet, que les parties découpées par les surfaces déterminant le volume d'une pale ne sont pas égales en volume, d'une planche à l'autre. Si la planche 1, supérieure, forme les arêtes d'attaque des pales, la planche 2 fournira bien un volume constant à chaque pale, mais, considérant une seule pale, nous verrons que le volume appartenant à la planche I est

plus grand ou plus faible que celui appartenant à la planche 2. Il en résulte que les deux parties correspondantes des pales n'auront pas le même poids.

Cependant, l'équilibrage est bien meilleur que celui d'une hélice d'une seule pièce, par suite des valeurs très voisines dont on vient de parler. De sorte que les différences de volumes des pales sont pratiquement négligeables.

On colle ensemble des planches de 1 centimètre à 25 millimètres d'épaisseur en les décalant entre elles (voir fig. 157). Quand tout est sec, il ne reste plus qu'à façonner la pale comme nous l'avons décrit tout à l'heure. On se rend compte facilement de ce fait que l'avantage du procédé est surtout appréciable pour les hélices à larges pales et faible pas.

Mais, de toutes façons, le procédé des épaisseurs superposées est bien préférable au premier.

Un dernier procédé est celui qu'emploie M. Etienne Taris. Les pales sont modelées dans la masse obtenue en réunissant ensemble par des colles d'excellente qualité de nombreuses lattes de bois dur à fil très régulier. Puis le tout est entoilé et verni.

ENTOILAGE DES AILES D'HÉLICES EN BOIS. — L'hélice en bois présente un grand inconvénient. Si, en marche, elle reçoit un petit choc, provenant d'un objet quelconque, fil d'acier, tendeur, elle se brise non seulement à l'endroit frappé, mais souvent sur toute la longueur de l'aile, ce qui compromet sérieusement la sécurité de l'aéroplane en l'air. On remédie à cet inconvénient en recouvrant de toile collée la surface du bois, comme le font aujourd'hui tous les constructeurs.

On polit la surface du bois et on la recouvre d'une couche de colle qu'on laisse sécher, puis que l'on ponce à son tour. Puis on colle la toile. Quand ceci est

sec, on recouvre la toile d'une seconde couche de colle qu'on laisse sécher.

Puis on ponce une seconde fois et on vernit. On obtient de cette façon une surface aussi brillante que celle que l'on obtiendrait avec le bois seul.

Une hélice ainsi entoilée est beaucoup moins fragile que l'hélice en bois nu et lorsqu'un hauban brisé vient frapper une des pales, celle-ci se trouve simplement entaillée et la sécurité de l'appareil n'est nullement compromise.

L'entoilage des pales présente aussi l'avantage de préserver le collage des lamelles quand il s'agit d'hélices en plusieurs épaisseurs.

Hélices à charpente. — Après les deux classes bien définies d'hélices que nous venons d'étudier, il faut placer les hélices constituées d'une charpente recouverte de toile, comme le sont les ailes d'aéroplanes. Ces hélices sont dites du « type Renard ». C'est en effet, le colonel Charles Renard qui les rendit communes par ses intéressantes expériences sur la dirigeabilité des ballons et par la construction de ses petits hélicoptères.

Ces hélices sont le plus souvent construites de la façon suivante :

Deux tubes *t* et *t* maintenus par des manchons d'acier *m* brasés sur un tube T, traversent ce tube de part en part. Les projections sur un plan, parallèlement à *xy* forment un angle que l'on détermine constructivement d'après les gabarits. Sur les tiges de bois *t* et *t* sont fixées des nervures *n* formées de minces lattes de frêne assemblées ensemble et fixées par des pointes. Des lattes minces bordent tout le tour de la surface ainsi obtenue et on recouvre le tout de toile collée et bien tendue (fig. 158).

Ce procédé donne des hélices extrêmement légères.

Ainsi, on conserve à Chalais-Meudon une hélice construite par le colonel Renard, et qui ne pèse que 2 kgr. 500 pour un diamètre de 2 m. 50. Le prix de revient de ces propulseurs est de plus, très faible. Malheureusement, on ne peut guère les employer actuellement par suite de la grande vitesse de rotation des moteurs d'aéroplanes. Elles furent employées assez longtemps sur les dirigeables *Ville-de-Paris* (fig. 159 et 160) et *Zodiac*, M. Santos-Dumont en fit

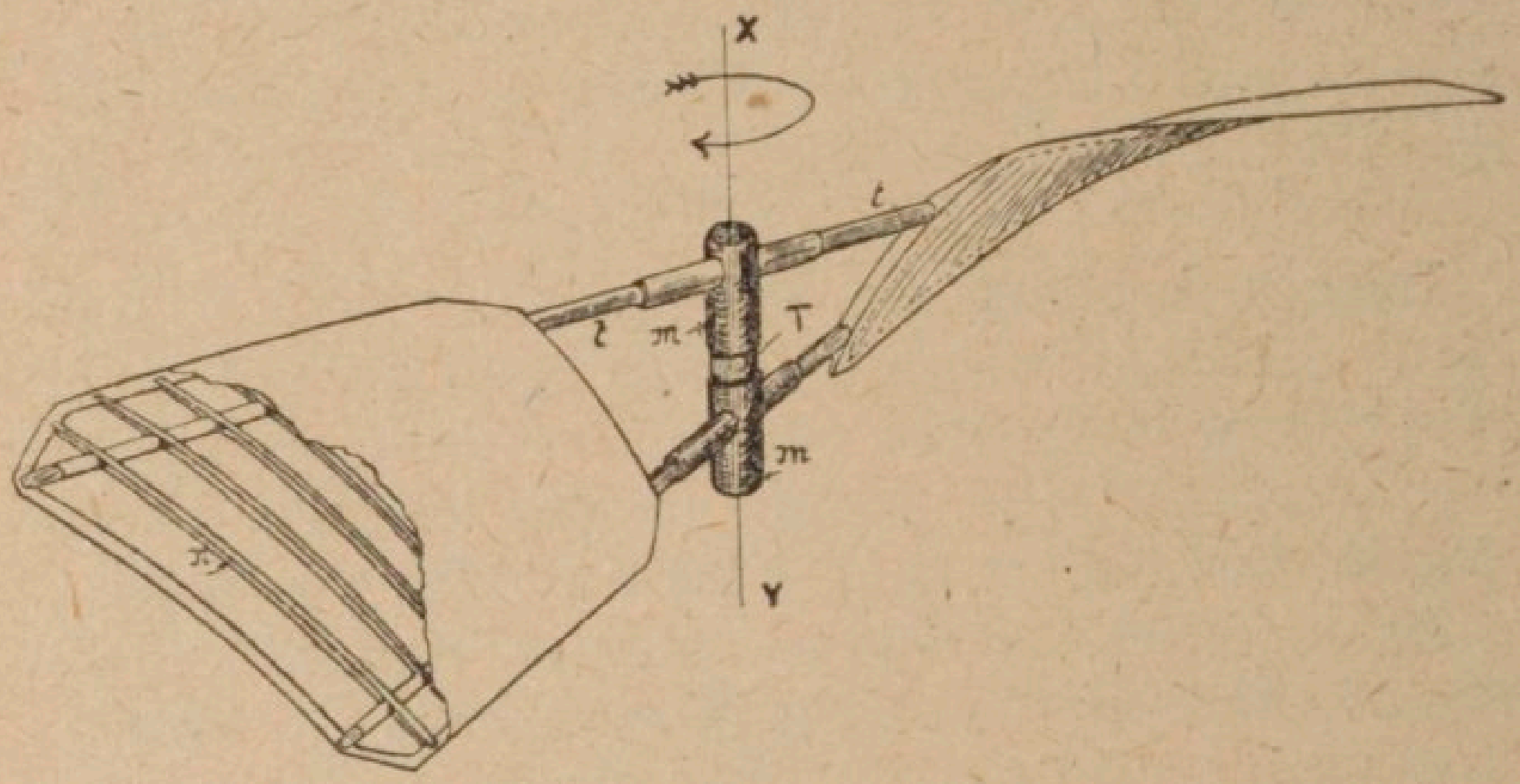


Fig. 158.

un essai sur un de ses petits aéroplanes, puis elles furent définitivement abandonnées. Par contre, on aura intérêt à les employer toutes les fois que l'on préférera, pour la propulsion dans l'air, balayer lentement un grand cercle, plutôt que balayer rapidement un faible cercle.

L'hélice à charpente peut aussi être construite en fixant sur un bras en acier B des lames de ressort R convenablement calculées pour prendre en marche, sous l'influence de la pression de l'air sur la toile qui les recouvre, la forme réelle de l'hélice prévue. M. Drzewiecki mentionne ce procédé de construction,

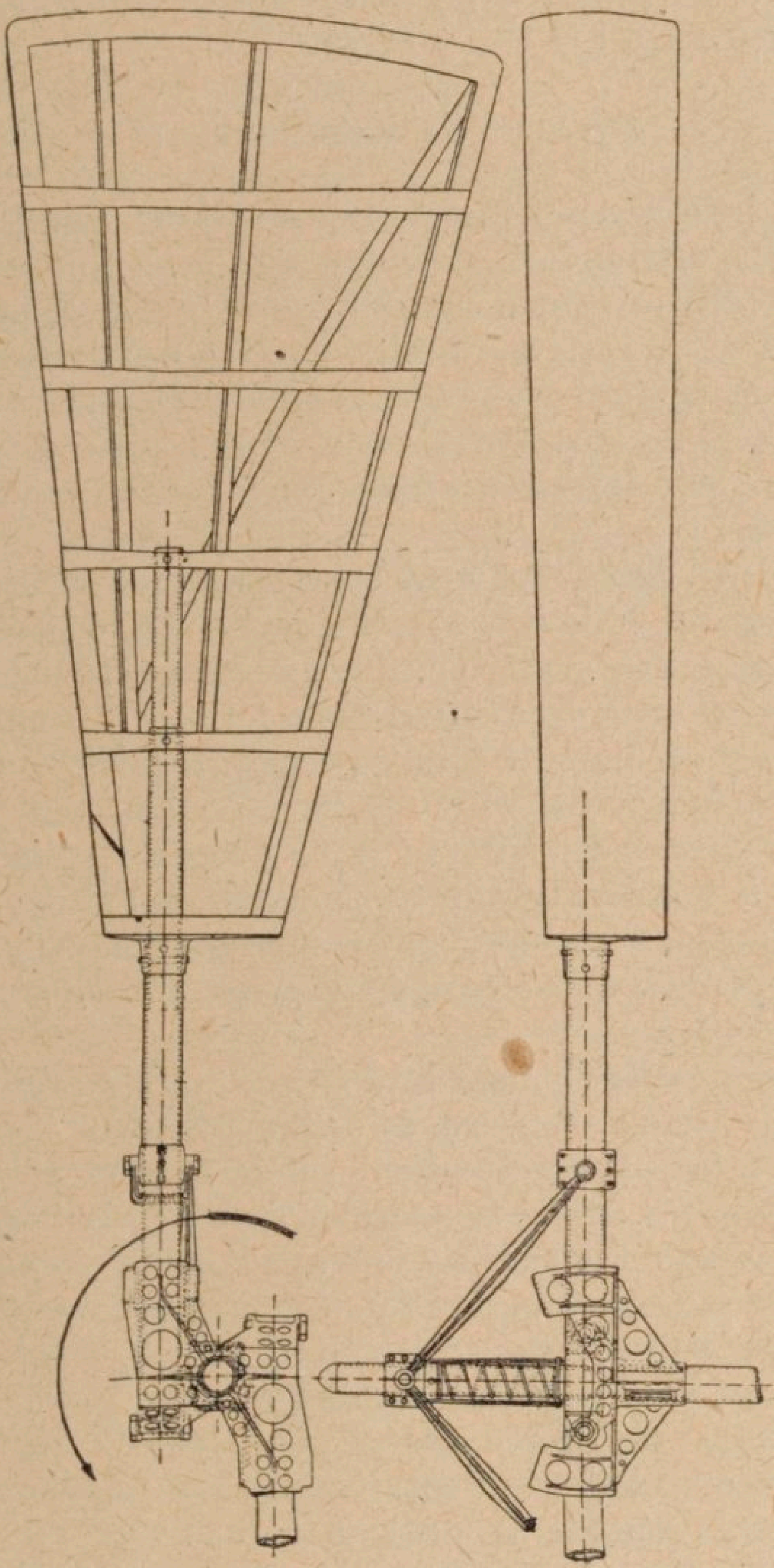


Fig. 159 et 160.

sans d'ailleurs insister sur les avantages qu'il pourrait présenter.

Hélices centrifuges

Les hélices centrifuges, comme leur nom l'indique, ne prennent leur forme que sous l'influence de la force centrifuge. Jusqu'ici, elles n'ont été appliquées avec succès que sur les dirigeables allemands *Parseval*. Quoique l'on ne puisse affirmer les avantages de leur application aux aéroplanes, on peut dire que leur emploi sur ces engins n'offre rien d'impossible.

Les ailes de l'hélice sont constituées par plusieurs épaisseurs de toile extra-forte gommée. A l'intérieur, entre les toiles, sont réparties des lames de bois ou d'acier qui dirigent l'action de la force centrifuge en marche et amènent la toile à prendre la forme voulue sous l'influence de cette dernière. Pour obtenir une grande tension des ailes, on a placé des barres métalliques à leurs extrémités. La force centrifuge est alors énorme. Ce procédé de construction fait l'objet de brevets de la maison *August Riedinger, Ballonfabrik, d'Augsbourg*.

On conçoit facilement la difficulté qui se présente à la mise en mouvement de telles hélices. A l'arrêt, en effet, les pales retombent sur le moyeu, absolument flasques. Même en marche, ces ailes n'occupent pas de position définie dans l'espace par rapport au moyeu et elles ont une tendance continuelle à osciller autour de leur position d'équilibre, ce qui constitue, en somme, une dangereuse vibration dans certains cas.

M. *Degn*, de Brême, essaye de corriger ce défaut en réunissant le bord d'entrée d'une pale au bord de sortie de la précédente par une chaîne.

Sous l'influence de la force centrifuge, la chaîne

tend à se placer suivant un cercle parfait et elle exerce une traction sur les pales qui force celles-ci à prendre la position convenable.

Il est facile de comprendre que ce dernier type d'hélice offre une grande difficulté de construction. Il est en effet extrêmement difficile, sinon impossible d'obtenir par ce procédé un propulseur dont la forme en marche soit celle donnée par les gabarits. Toute étude du propulseur est alors illusoire.

C'est pourquoi l'hélice centrifuge apparaît sans avenir à moins que l'on ne découvre quelque perfectionnement remarquable dans cet ordre d'idées. Les ballons *Parseval* ont fourni d'excellents raids avec des hélices centrifuges *Riedinger*, mais leur fonctionnement eût été certainement meilleur s'ils avaient été munis d'hélices rigides quelconques.

Divers types d'hélices et procédés de construction

Nous mentionnerons, pour terminer l'étude de la construction des hélices, divers types de construction encore inexpérimentés jusqu'aujourd'hui mais qui procèdent d'observations dignes d'être mentionnées.

Parmi ces types de propulseurs, on trouve notamment l'hélice à plusieurs plans de *Gathmann*. Elle est établie dans le but d'emprisonner l'air comprimé à l'avant de l'hélice en mouvement et de le répartir pour pouvoir lui emprunter son énergie en trois filets qui se détendent dans un espace libre à l'arrière de l'aile. L'idée est bonne en elle-même, mais son application suivant ce procédé est mauvaise, car on perd ce que l'on a gagné de rendement, par l'introduction de résistances passives considérables. C'est, en somme, de la comparaison du quadriplan et du

monoplan qu'il faut s'inspirer pour discuter la question.

Un autre inventeur, M. *Arthur Hein*, préconise une innovation intéressante qui consiste à placer de petites parois minces sur la surface de l'hélice, de façon à canaliser l'air et à forcer le fluide à travailler le long d'une trajectoire qui est bien celle qui sert de base à l'étude de l'hélice. Ceci est l'application aux hélices d'un procédé employé par M. *Coanda* sur les ailes de son aéroplane.

Hélices a pas variable

Les hélices à pas variable sont construites dans le but de permettre des variations de vitesse d'avancement de l'aéroplane.

Constructivement, le problème est difficile à résoudre et malgré les essais tentés jusqu'ici on ne possède pas encore de propulseurs répondant à la question.

Le problème revient à construire une hélice telle que l'on puisse, en marche, faire varier son incidence, c'est-à-dire, indirectement, son pas. On a naturellement songé de suite à faire des moyeux dans lesquels s'engagent les bras des pales. Ces moyeux contiennent des jeux d'engrenages agissant sur les bras des pales et les faisant tourner. L'expérience a montré que l'emploi des engrenages est défectueux. On a eu recours alors a des commandes par biellettes, comme ceci a été fait pour les hélices marines *Simplex*. La même maison a d'ailleurs mis à l'étude l'application du système aux constructions aériennes légères.

Mais, jusqu'ici, le type le plus intéressant d'hélice à pas variable est celui de Chauvière, il présente sur

tous les autres de grands avantages. De plus, c'est le seul qui ait été employé pour les hélices en bois.

La figure 161 montre comment est établi l'appareil. *b* est un axe fixe sur l'aéroplane. La pièce A, est

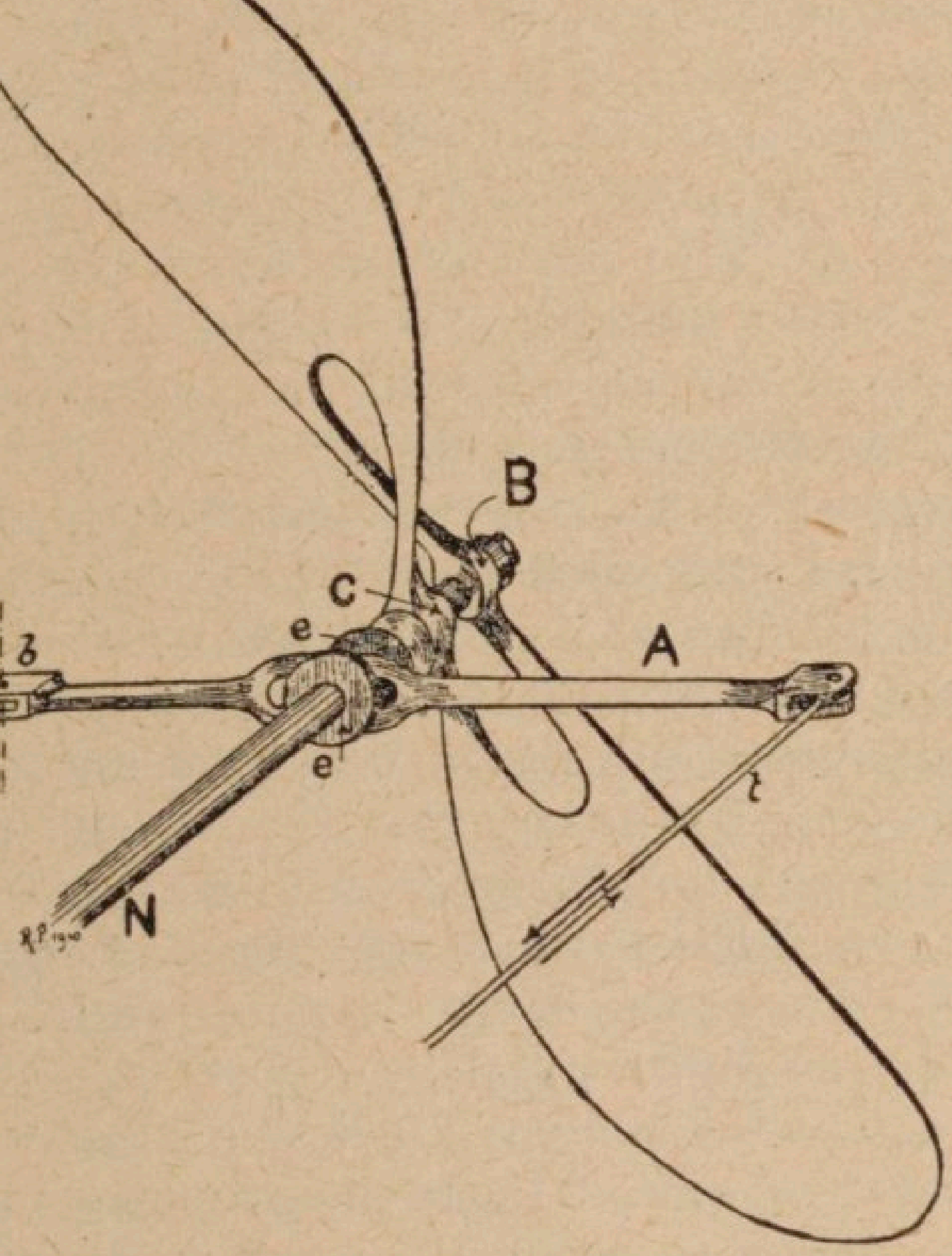


Fig. 161.

commandée par l'aviateur au moyen de la tige *t*, qui tourne autour de *b* et agit sur les flasques *e*.

Suivant que l'on pousse ou tire la tige *t*, la partie C se rapproche ou s'éloigne de B. Le pas augmente alors ou diminue. Ce type d'hélice est très difficile à caler sur l'arbre et sa construction est coûteuse. Elle exige des bois absolument parfaits, flexibles afin de

pouvoir se prêter à la déformation qu'on leur impose et, en même temps extrêmement résistants pour combattre la force centrifuge. Quant à la construction en elle-même, elle exige beaucoup d'adresse de la part de l'ouvrier qui doit faire obéir le bois à de multiples conditions : équilibrage absolu des pales, déformations identiques des deux pales suivant le mouvement relatif de C et B, et enfin conservation de la surface hélicoïdale tout le long de la pale.

Si cette dernière condition n'était pas remplie, l'attaque de l'aile sur l'air ne serait pas constante suivant les différents pas et le rendement du propulseur varierait, ce qui entraînerait de brusques à-coups dans la marche de l'aéroplane.

Remarque. — La construction d'une hélice à pas variable est plus ou moins difficile suivant le type d'hélice que l'on préfère. Ceci résulte surtout de la théorie qui a servi à établir le propulseur.

Ainsi prenons une hélice dont l'angle d'attaque ne soit pas constant tout le long de la pale. Si on fait tourner la pale autour du bras d'un angle C, on augmente d'un angle E tous les angles d'attaque. Relativement à son axe de rotation, le propulseur n'est plus alors une hélice régulière et il est illusoire de parler de son pas. Pour que l'hélice se conserve, il faut augmenter les angles d'attaque proportionnellement à leurs valeurs initiales. Il ne suffit donc pas d'une rotation du bras de l'aile ; il faut qu'une déformation simultanée se produise. On arrive alors au type de propulseur Chauvière, que nous venons de décrire.

CHAPITRE VII

MOTEURS

Généralités. — L'industrie automobile avait déjà amené des perfectionnements considérables aux moteurs à explosions. L'aviation, par ses exigences nombreuses, ne pouvait guère, à ses débuts, se contenter des types qui avaient fourni sur les automobiles les excellents résultats que l'on sait ; de sorte que l'ère de l'automobile n'a été qu'une phase importante de l'évolution du moteur primitif tel que le conçut *Daimler* aux merveilleux moteurs légers que nous rencontrons aujourd'hui. A propos de cette évolution, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer la grande rapidité avec laquelle elle se fit. Que de perfectionnements admirables se succédèrent sans cesse, parfois se remplaçant, mais plus souvent s'ajoutant les uns aux autres, venant ainsi créer les bases, puis développer, d'abord, une science, la technique du moteur à combustion interne, puis une industrie florissante dont la domination s'étend sans cesse.

Le nombre des techniciens qui s'occupèrent du moteur à explosions est énorme. Nul problème ne suscita plus de recherches et la somme des énergies qui se consacrèrent à sa solution est incalculable.

Tout d'abord, pour adapter à l'aviation le moteur type automobile, on s'attacha à l'alléger simplement en diminuant les sections des pièces et en les ramenant à une valeur minimum. Ce fut là le travail de mécaniciens très adroits et familiarisés depuis longtemps avec le fonctionnement même du moteur.

L'allégement des moteurs a été aussi recherché par l'emploi de matériaux très résistants. L'économie de poids réalisée ainsi est énorme. La métallurgie moderne fournit en effet d'une façon courante des aciers au nickel, au chrome et au vanadium, qui sont extrêmement durs et atteignent des chiffres énormes de résistances : 165, 180 kilogrammes par millimètre carré.

Ces aciers conviendront remarquablement à la confection des bielles, des arbres-vilebrequins, toutes pièces qui sont calculées comme devant travailler sous un effort maximum. L'emploi des bielles usinées réduira beaucoup le poids ; de même on réalisera une grande légèreté en tournant les cylindres dans des masses d'acier forgé.

L'emploi de l'acier pour les pistons tend aujourd'hui à apparaître en aviation. Nous croyons cependant qu'on se bornera aux pistons emboutis, sans chercher à usiner des pistons dans des masses forgées, ce qui ne présenterait aucun avantage. Toutes les solutions précédentes ne pouvaient évidemment fournir que des moteurs fatigant beaucoup trop ou bien étaient rapidement limitées. C'est alors qu'intervinrent les solutions proposées par les techniciens. Ces derniers préconisaient non plus principalement des formes de pièces, mais des changements dans le fonctionnement même des moteurs. Parmi eux, beaucoup avaient déjà pensé adapter leurs idées à l'automobile mais, venus trop tôt, ils avaient été en butte à tous les insuccès qui étaient à prévoir pour les débuts

et s'étaient quelque peu découragés. Parmi ces chercheurs d'avant-garde, citons *René Legros*, innovateur du moteur à explosions à deux temps, et *Burlat* qui, le premier, songea à appliquer aux moteurs d'automobiles le système des cylindres rotatifs (1).

Parmi les maisons qui ont adopté le cycle à deux temps, il faut noter *Grade* pour les moteurs à cylindres fixes et *Laviator* pour les moteurs rotatifs.

Indépendamment des moteurs à deux et quatre temps, l'aviation a amené le moteur à trois temps de *Korvin* et *Rebikoff*, dont nous n'avons pu connaître les résultats et le moteur à 6 temps D. A. G.

Une autre modification de construction, déjà étudiée pour l'automobile, a pris une grande extension pour le moteur léger. C'est la multiplication des cylindres en vue d'obtenir un plus grand nombre d'explosions par tour et de pouvoir, par suite, supprimer le volant. C'est la maison *Antoinette* qui se lança le plus dans cette innovation, pour ses moteurs de canots automobiles dont les succès furent un temps remarquables. Elle a d'ailleurs conservé cette application, allant jusqu'à 16 cylindres pour les types au-dessus de 100 HP.

De l'augmentation du nombre des cylindres sont nées trois classes de moteurs :

Dans la première, celle des moteurs en V, les cylindres, en nombre pair, sont répartis en deux rangées dont les plans font un certain angle.

Si, maintenant, nous disposons les cylindres autour d'un centre, suivant des rayons issus de ce centre,

---

(1) Le colonel Charles Renard avait construit à Chalais-Meudon une machine à vapeur légère, qu'il appelait *moteur adianomique* et qui, bien qu'ayant des cylindres fixes, a pu inspirer, par la disposition de ses organes, le moteur rotatif.

nous aurons les *moteurs en étoile*. Il est alors nécessaire d'adopter un nombre impair de cylindres.

Enfin, la précédente disposition, faisant que certains cylindres se trouvent la tête en bas, quelques constructeurs ont songé à les redresser par une rotation de la moitié inférieure vers le haut. Nous avons alors les *moteurs en éventail* dont le prototype est le R. E. P. ancien modèle.

Avant d'aborder la description des moteurs actuels, nous devons résumer en quelques lignes les recherches qui ont été faites pour arriver à leur construction.

Les moteurs à cylindres nombreux offrent l'avantage de donner un couple moteur assez régulier, mais d'autre part leur grand nombre augmente les pannes d'allumage. Il y a donc lieu de tenir compte de cette observation d'ordre pratique et de ne pas exagérer le nombre des cylindres. C'est pourquoi les moteurs d'aviation en comportent rarement plus que huit.

La recherche du moteur léger a amené, outre cela, d'intéressantes découvertes sur la distribution, le refroidissement, etc.

En ce qui concerne l'alimentation des cylindres, on a ardemment cherché à supprimer le carburateur en amenant l'essence dans des gicleurs spéciaux vissés au sommet des cylindres. Nous ne connaissons guère que l'*Antoinette* et le *Wright* qui soient munis de ce dispositif qui, empressons-nous de l'ajouter, a donné toute satisfaction.

Mais, quoi qu'il en soit, il faut reconnaître que la nécessité de supprimer le carburateur, si souhaitable autrefois, n'est plus urgente aujourd'hui, étant don-

---

(1) Les moteurs à cylindres horizontaux constituent un cas particulier des moteurs en V. Nous les classerons donc parmi ces derniers.

nés les perfectionnements qui lui ont été apportés. De nos jours, on trouve facilement de bons carburateurs.

Relativement à l'admission du mélange gazeux dans les cylindres, nous sommes amenés naturellement à citer les travaux d'*Esnault-Pelterie*, de *Panhard-Levassor* et *Pipe* qui ont abouti à la création des soupapes concentriques. Ces appareils ont été établis dans le but de refroidir la soupape d'échappement par le passage des gaz frais d'admission. Inversement, ces derniers se réchauffent et c'est très avantageux.

D'autres techniciens ont songé à la suppression des soupapes et les ont remplacées par des tiroirs ; c'est le cas des moteurs *Knight*, *Laviator*, *Broc*, *Mustad*, *Henriod*, etc., les uns utilisant des chemises qui se déplacent à l'intérieur des cylindres et découvrent en temps utile des lumières, les autres des tiroirs rotatifs, etc. Ces moteurs, peu répandus jusqu'ici dans la construction, n'ont pas encore donné la mesure de ce qu'ils sont capables de faire.

Mais c'est la question du refroidissement des cylindres qui a le plus attiré les constructeurs tant il y avait à gagner de poids sur les moteurs automobiles refroidis par eau.

Tout d'abord, on conserva la circulation d'eau, tout en s'attachant à diminuer le poids de la chemise qui entoure les cylindres. C'est ainsi que l'on a appliqué le dépôt électrolytique de cuivre dans l'*Antoinette*, l'*E. N. V.*, le *Panhard-Levassor*, etc. Un moteur italien, le *Rebus*, emploie l'aluminium au lieu du cuivre. Après avoir allégé de cette façon la chemise de circulation d'eau, on s'est ingénié à diminuer la quantité de liquide qui y passe. Certains constructeurs, comme *Levavasseur*, pour le moteur *Antoinette*, emploient la quantité d'eau minimum. Celle-ci se

vaporise immédiatement au contact des cylindres et se récupère dans un condenseur spécial.

Certains moteurs fonctionnent, comme le moteur anglais *Adams-Farwell*, avec des cylindres entièrement lisses. Mais cette suppression complète des organes de refroidissement nous paraît une exagération. Et il est de beaucoup préférable de laisser des ailettes aussi nombreuses et aussi minces que possible à l'extérieur des cylindres. Pour les moteurs à cylindres fixes, l'application de l'air-cooling se fait de différentes façons, soit comme dans le moteur *Anzani*, soit comme dans le moteur *Renault*. Dans le premier cas, c'est la vitesse de l'aéroplane qui amène le courant d'air relatif dans les ailettes ; l'inconvénient du système est l'impossibilité de faire tourner le moteur sur place pendant un certain temps. Dans le second cas, les cylindres sont entourés par une large chemise en tôle d'aluminium, dans laquelle un ventilateur crée un rapide courant d'air.

Ce système est très avantageux pour le fonctionnement sur place.

C'est surtout dans le cas des moteurs rotatifs que le refroidissement par l'air est excellent. La grande vitesse de rotation des cylindres amène un fort courant constamment renouvelé. C'est là un des grands avantages des moteurs rotatifs d'avoir, du premier coup, permis la suppression de la circulation d'eau.

Ainsi, on peut dire que les questions principales qui se posaient pour la réalisation du moteur à explosions sont aujourd'hui résolues et qu'il ne reste plus qu'à étudier très sérieusement la métallurgie pour arriver à des alliages possédant des propriétés spéciales de résistance, de dilatabilité, etc., qui permettraient de nouvelles applications et nous feraient entrevoir la réalisation pratique de la turbine à explosions qui, dans un avenir relativement rapproché,

l'emportera peut-être sur les engins à mouvements alternatifs.

Ces considérations générales étant exposées, nous allons décrire quelques-uns des moteurs les plus répandus dans l'aviation moderne. Nous serons forcés de nous limiter à quelques modèles, afin de ne pas donner à ce chapitre une extension trop grande. Le lecteur désireux de se documenter plus profondément devra se reporter aux ouvrages traitant particulièrement du moteur léger.

Moteurs à cylindres fixes

Parmi les moteurs à cylindres fixes, nous rencontrerons des moteurs en V, des moteurs en étoile et des moteurs en éventail. La première catégorie est la plus répandue de nos jours. La plupart du temps, les cylindres, au nombre de huit, sont disposés en deux rangées formant entre elles un angle droit.

Moteurs Renault à refroidissement par air. — Citons parmi ceux-ci les moteurs Renault à refroidissement par air (fig. 162 et 163). Ils se construisent en diverses puissances, mais les modèles les plus connus sont le 80 HP huit cylindres et le 130 HP douze cylindres. Les soupapes d'admission (17) et d'échappement (16) sont commandées par un arbre de distribution unique (33) placé entre les deux rangées de cylindres au sommet du carter supérieur.

L'arbre de distribution est terminé par un cône (34) sur lequel est monté le moyeu d'hélice. Celle-ci tourne donc à demi-vitesse du vilebrequin et sa vitesse de régime est de 900 tours par minute, celle du vilebrequin étant de 1800.

Sur le vilebrequin 41, du côté opposé à l'hélice, est

monté le ventilateur 57 qui assure la circulation de l'air autour des cylindres. L'air aspiré par l'ouïe 59 est refoulé par la volute 58 entre les deux branches du V formé par les cylindres et s'échappe entre ces derniers.

L'allumage est produit par une magnéto à haute

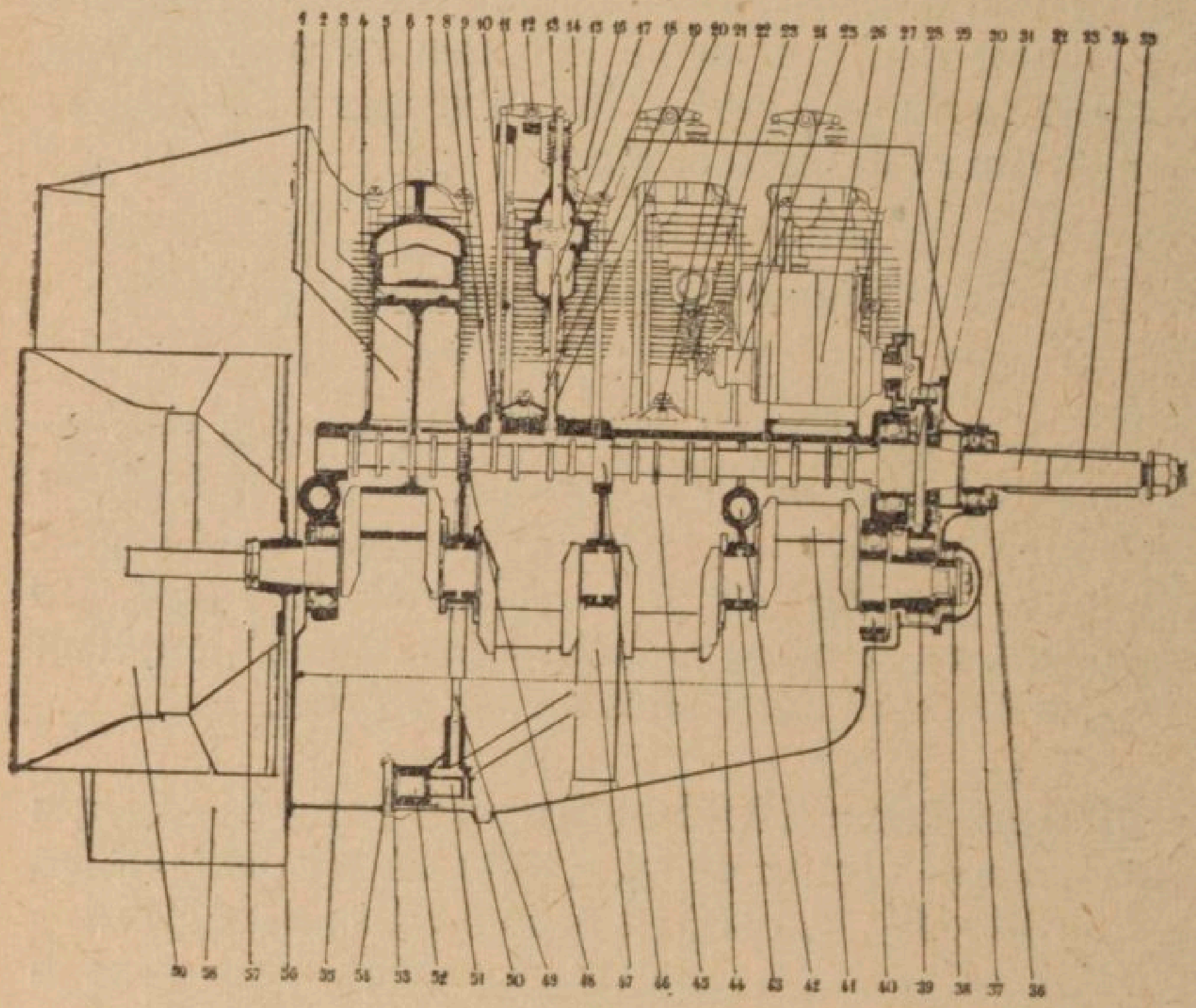


Fig. 162.

tension, placée entre les cylindres du côté de l'hélice ; elle est commandée par l'intermédiaire de l'arbre à cames, mais elle tourne à 1800 tours par minute. Elle donne quatre étincelles par tour, de sorte qu'en deux tours tous les cylindres sont passés par le temps de l'explosion, puisqu'il s'agit d'un moteur à quatre temps.

La circulation de l'huile de graissage du moteur est

assurée par une pompe oscillante à piston placée au fond du carter inférieur. Cette pompe est actionnée par un arbre vertical 49 commandé par l'arbre à

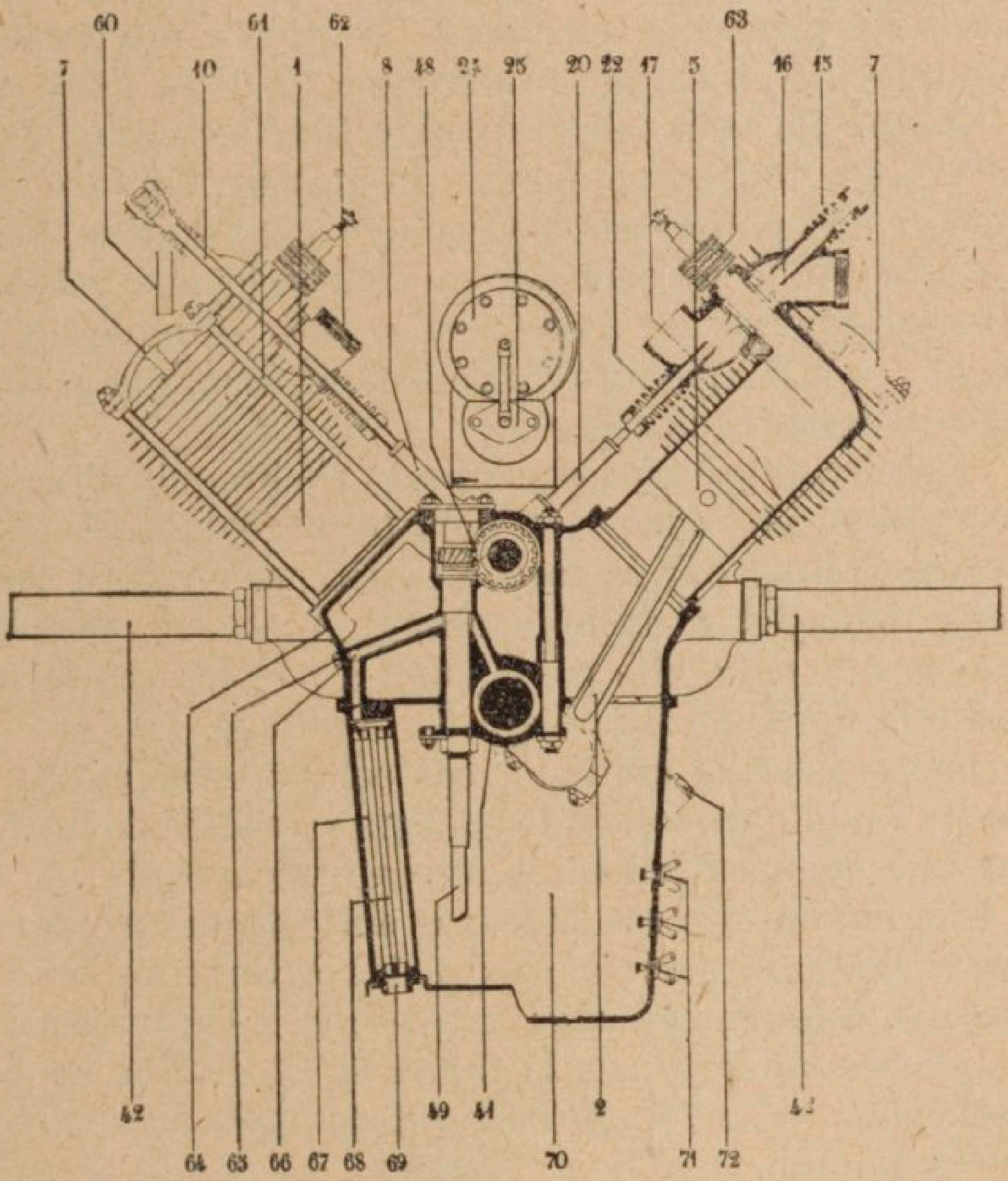


Fig. 163.

cames 33, par l'intermédiaire des pignons 48. Dans quelques moteurs, l'arbre 49 est prolongé à l'extérieur du carter supérieur de façon que l'on puisse y adapter un arbre flexible commandant un indicateur de vitesse placé à la vue du pilote. Il conviendra dans ce

cas de tenir compte de ce fait que l'arbre 49 ne faitque 4 tours quand l'arbre à cames en fait 7.

Le carter inférieur 70 forme réservoir d'huile. Cette dernière est aspirée par la pompe et refoulée par le piston 51 à travers un filtre 47 destiné à retenir les impuretés. Elle traverse la crépine 67 de ce filtre et s'échappe par la canalisation dans le collecteur 66 qui s'étend sur toute la longueur du moteur. En face de chacun des paliers se trouve une canalisation par laquelle l'huile est conduite du collecteur aux paliers correspondants du vilebrequin 43. L'huile qui s'échappe à l'extrémité du collecteur assure le graissage du démultiplicateur 39.

Après avoir graissé les paliers du vilebrequin, l'huile s'écoule dans les colliers 44 dans la gorge desquels elle est maintenue par la force centrifuge. Grâce à des trous ménagés dans le vilebrequin et débouchant dans ces colliers, elle passe sur les portées des têtes de bielle, dont elle assure ainsi le graissage.

(Dans certains moteurs, ces colliers sont supprimés : l'huile passe alors des paliers aux têtes de bielle par une canalisation intérieure au vilebrequin).

Elle est ensuite projetée par suite du mouvement du vilebrequin sur les parois des cylindres et des pistons. Elle lubrifie ainsi les pistons et leurs axes 3. Elle retombe enfin sur le tamis 55 et de là dans le réservoir d'huile 70, d'où elle est de nouveau aspirée par la pompe.

Les soupapes d'échappement 16, sont placées au-dessus des soupapes d'admission 17, reçoivent leur mouvement par l'intermédiaire d'un culbuteur 11 et d'une tige 10.

CARBURATEUR AVEC FREIN A PÉTROLE (fig. 164). — Le carburateur est du type automatique. Il comporte un gicleur 29 alimenté par une cuve à niveau constant 11 ; une soupape automatique d'air additionnel

25 freinée ; un dispositif de réchauffage de l'air par les gaz d'échappement, relié au carburateur par le

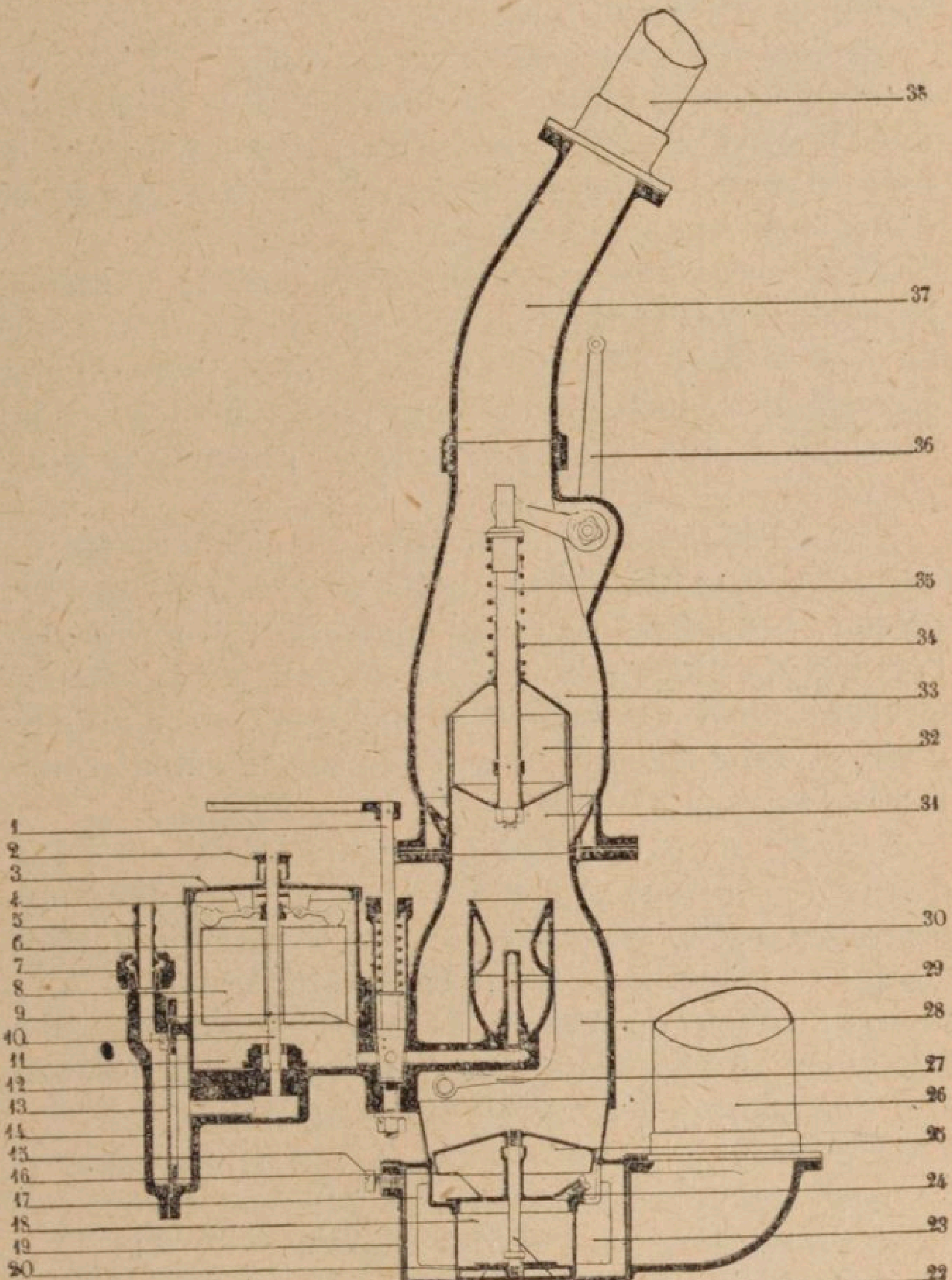


Fig. 164.

tube d'arrivée d'air chaud 26 ; un volet 19 permettant de régler la proportion d'air chaud et d'air

froid admise dans le carburateur, et enfin un tiroir de réglage sur l'admission 32 permettant de faire varier la vitesse du moteur.

Arrivée de l'essence et de l'air primaire. — L'essence arrive par la tubulure 5, traverse le filtre 13, pénètre dans la cuve 11 où son arrivée est réglée par le pointeau 10 sous l'action du flotteur 8, par l'intermédiaire des leviers à contrepoids 4.

De la cuve, l'essence traverse le robinet d'arrêt 9, commandé par la tige 1, et arrive au gicleur 29 placé au centre d'un étrangleur 30. L'air traversant cet étrangleur est pris directement par un orifice spécial (invisible sur la figure) dans le tube d'arrivée d'air chaud 26.

Air additionnel ou secondaire. — Au-dessous de l'étrangleur se trouve la soupape d'air additionnel 25. C'est sous l'influence de la dépression produite par l'aspiration du moteur que la soupape 25 se soulève ouvrant ainsi un orifice supplémentaire d'arrivée d'air, et assurant une proportion sensiblement constante d'essence et d'air.

Freinage de la soupape d'air additionnel. — Pour que cette soupape se soulève lentement au moment des reprises, elle est reliée par une tige 22 à un piston 20 qui se meut dans un cylindre 18, qui doit être maintenu plein de pétrole. Sa course est limitée par une butée 27 réglable au moyen d'une vis extérieure et d'une manette (invisibles sur la figure).

Carburateur avec frein a air (fig. 165). — Ce carburateur est semblable au précédent dans ses parties essentielles. Les seules différences sont :

La cuve du flotteur 11 en laiton au lieu d'aluminium, rapportée sur le corps du carburateur ;

Le filtre d'essence 13 placé sous la cuve ;

Le frein de la soupape d'air additionnel.

Celui-ci est constitué par un piston 20 coulissant

dans un cylindre 18. Lorsque la soupape 25 se soulève elle entraîne avec elle le piston qui en est solidaire,

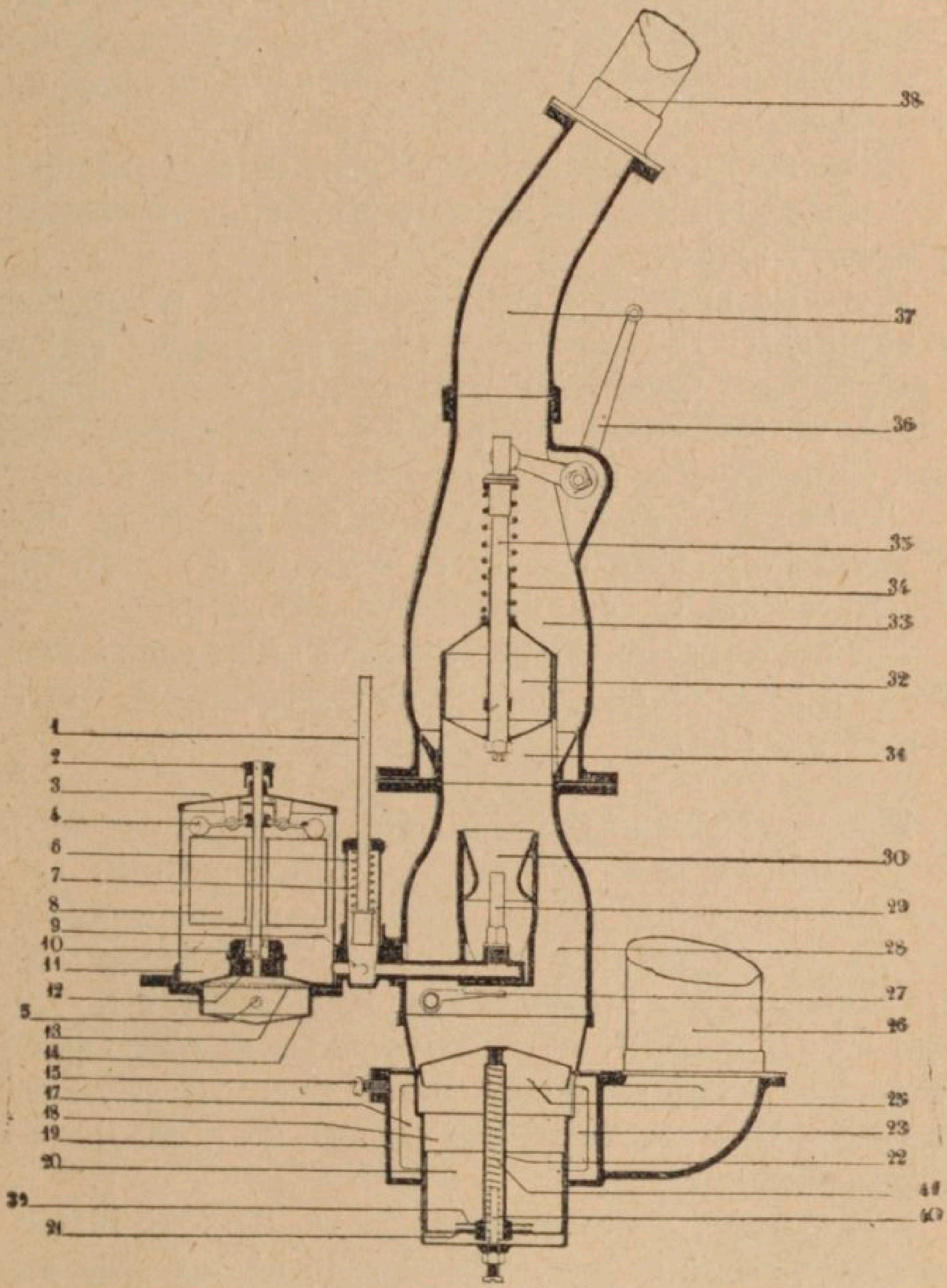


Fig. 165.

par la tige 22. Le vide tend à se produire entre le fond du cylindre et le piston : la soupape est ainsi freinée à

la montée. A la descente, au contraire, un clapet 21 permet à l'air comprimé au fond du cylindre de s'échapper rapidement et par suite à la soupape de se fermer rapidement. Dans la tige 22 se trouve un ressort 41 destiné à compenser en partie le poids de la soupape.

Nous avons décrit les deux types de carburateurs qui furent montés sur les moteurs Renault pendant plusieurs années.

Avec les nécessités de la guerre, il fut nécessaire d'augmenter le rayon des avions en altitude et les carburateurs précédents, trop simples comme principes, ne fonctionnaient pas automatiquement. Ils ont été remplacés par des modèles construits d'après le principe général bien connu des Zenith et des Claudel (voir plus loin la description des moteurs Renault à eau et celle du moteur Salmson).

Les moteurs Renault, à cylindres en V, sont à peu près les seuls de ce type dont le refroidissement soit assuré par l'air.

Moteurs Hispano-Suiza à refroidissement par eau. — Parmi les moteurs en V, l'Hispano-Suiza est un des plus remarquables. C'est lui qui a permis à Fonck, Guynemer, etc., de réaliser pendant la guerre les prouesses que l'on sait. Plus récemment, il a permis à Sadi Lecointe et à de Romanet de s'attaquer victorieusement au record mondial de vitesse. Les moteurs Hispano-Suiza présentent des caractéristiques particulières.

Les cylindres sont en acier forgé, ils sont filetés extérieurement et sont vissés dans les culasses ou chambres d'eau en aluminium émaillé dans lesquelles on a ménagé de fonderie les conduits d'admission et d'échappement.

Les bielles sont creuses et de corps cylindrique.

L'une tourillonne directement sur le maneton du vilebrequin, tandis que l'autre, du type à chapes, tourillonne sur la partie extérieure de la première qui est garnie à cet effet de métal antifriction (nos 23 et 24, fig. 166).

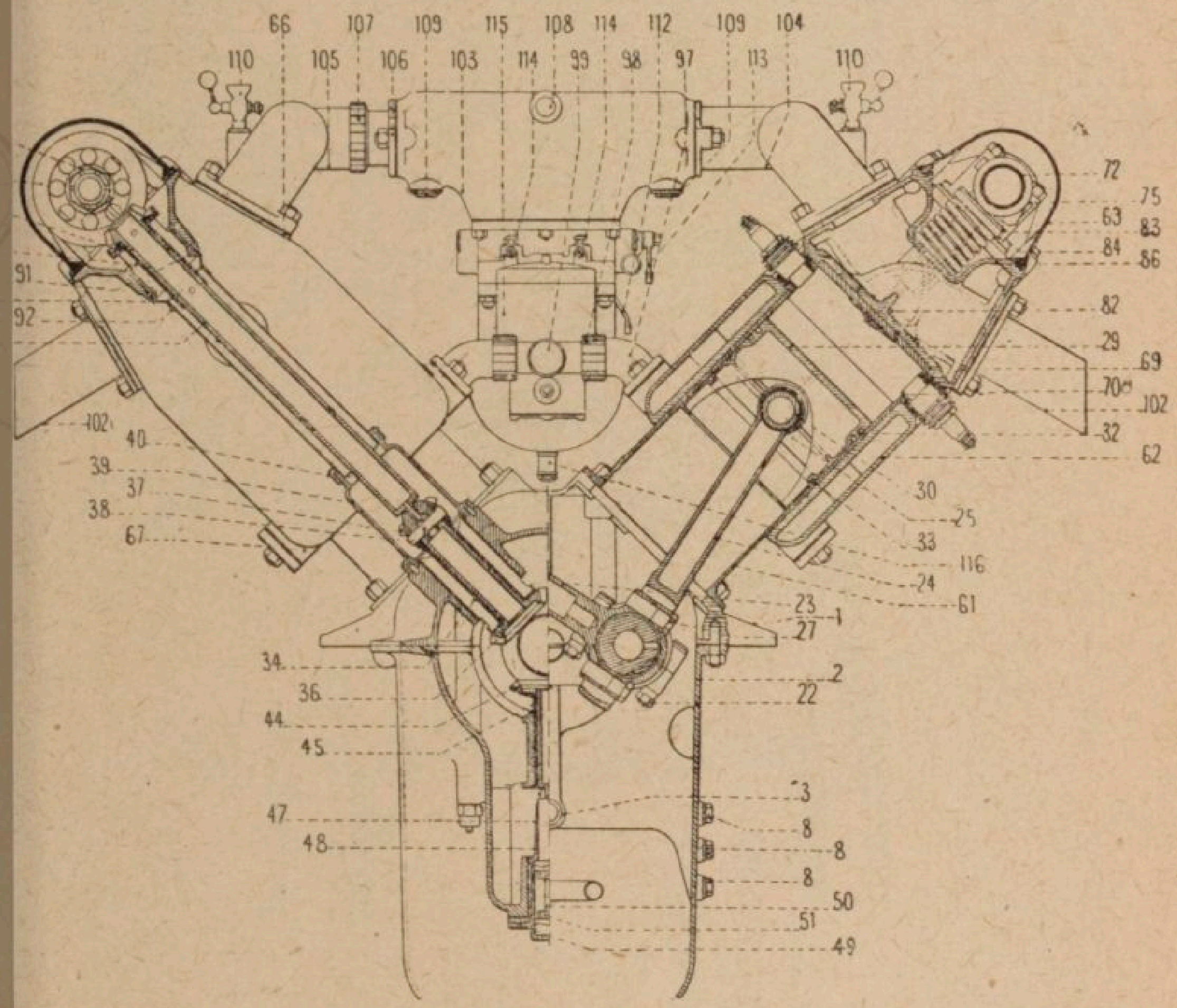


Fig. 166.

Le vilebrequin est à quatre manivelles calées entre elles à 180° et maintenu en place dans le carter par cinq paliers dont quatre garnis de métal antifriction et le cinquième, côté mise en marche, constitué par un roulement à billes.

L'emploi d'une hélice tractive ou propulsive est

possible, car le vilebrequin prend son appui sur une butée à billes double placée à l'avant du carter.

Les soupapes sont placées à la partie supérieure des cylindres et disposées en ligne suivant et parallèlement à l'axe du moteur. Elles sont commandées par un seul arbre à cames pour chaque groupe de cylindres et rappelées sur leur siège par deux ressorts concentriques dont un seul suffirait, en cas de rupture de l'un d'eux, pour assurer le rappel de la soupape sur son siège (fig. 167).

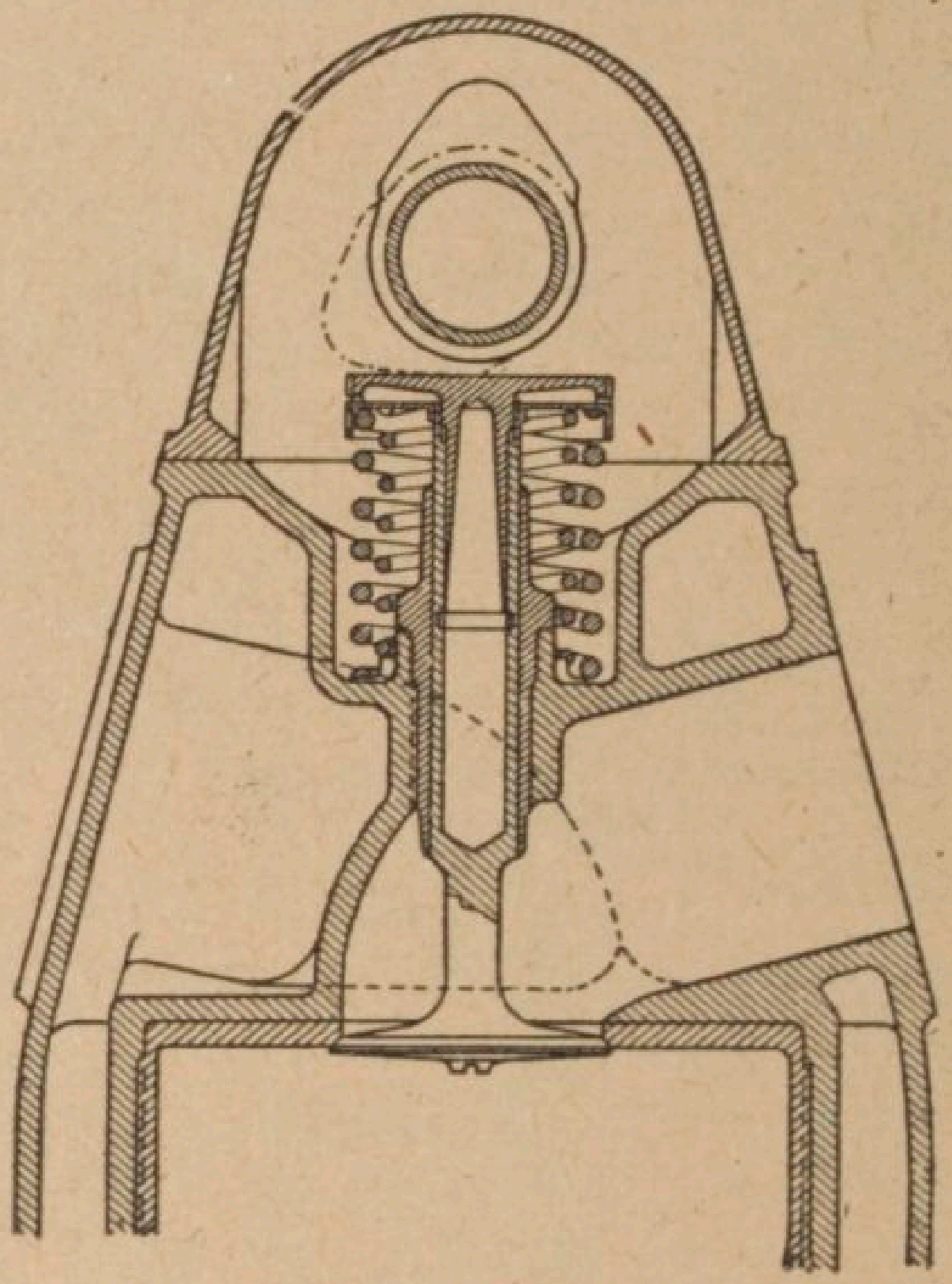


Fig. 167.

Chaque came agit directement sur la queue de soupape dont l'extrémité est munie d'un plateau en acier de cémentation. Le réglage du jeu convenable entre le plateau de soupape et le chemin du roulement de la

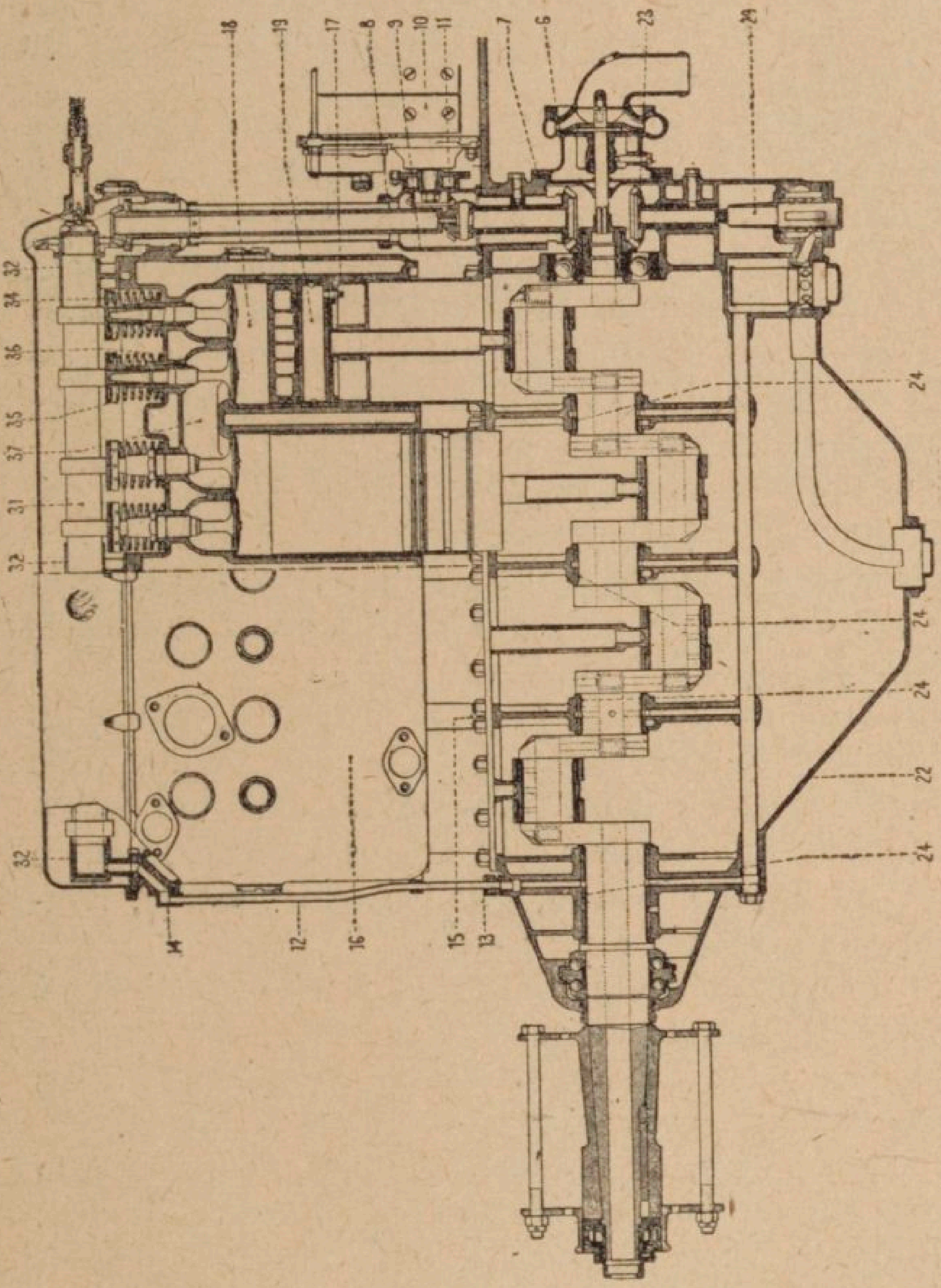

16
19
17
8
9
10
11
7
6
23
26
32
34
36
35
37
31
32
24
24
22
24
32
4
12
16
15
13

Fig. 168.

came, s'obtient au moyen d'une clé spéciale qui déplace angulairement le plateau qui est vissé dans la tige de soupape ; on comprend qu'il est aisé de faire varier la longueur de l'ensemble en vissant ou dévissant le plateau.

La cuvette des ressorts est maintenue angulairement au moyen de deux tenons qui viennent s'engager dans deux rainures correspondantes pratiquées dans la tige de soupape ; mais elle peut, par contre, se déplacer librement dans le sens de la longueur et c'est le ressort de soupape qui l'applique sur le plateau de réglage, dont la périphérie est munie d'une petite denture prévue à cet effet.

Tout le mécanisme de distribution est protégé par un couvercle étanche facilement démontable.

La commande des arbres de distribution est assurée par les engrenages coniques disposés comme le montre la figure (N° 36, figure 155).

Au bout du vilebrequin côté magnéto, une couronne dentée est clavetée ; elle commande trois pignons d'angle ; deux fixés sur les axes qui transmettent le mouvement aux arbres à cames, l'autre placé au-dessous assure, par un axe vertical, l'entraînement de la pompe à huile.

En prolongement de la pompe à huile, facilement démontable par le dessous du moteur, est fixée la pompe à eau sur un support ajouré qui permet l'accès facile du presse-étoupe de l'axe d'entraînement.

Les magnétos, au nombre de deux, tournent à la vitesse du moteur, elles allument chacune les huit cylindres, de sorte qu'en cas d'arrêt d'une des magnétos, l'autre suffit à assurer le fonctionnement normal du moteur.

Le graissage est assuré par une pompe à volets tournants placée à la partie inférieure du carter.

Elle refoule l'huile par l'intermédiaire d'un filtre

facilement accessible et facilement démontable, dans un collecteur central sur lequel on a ménagé de petits conduits de dérivation qui amènent l'huile dans une gorge circulaire pratiquée dans chacun des paliers du vilebrequin. Cette gorge constitue une sorte d'anneau d'huile autour du coussinet, dont elle assure le graissage, en même temps qu'elle alimente le vilebrequin par l'intermédiaire de six trous percés dans chaque coussinet qui viennent en communication, à chaque tour de manivelle, avec le trou percé dans le tourillon.

Le vilebrequin ainsi alimenté est toujours rempli d'huile sous pression qui est évacuée par les trous ménagés dans les mannetons et qui assurent le graissage des têtes de bielles.

Pour chaque groupe de cylindres, une dérivation spéciale assure le graissage de la distribution.

L'huile arrive par un tube au premier palier de l'arbre à cames et pénètre par quatre orifices à l'intérieur de cet arbre qui est foré ; il est donc traversé par un courant d'huile qui trouvera sur son passage des petits orifices convenablement percés pour assurer le graissage des cames et des paliers.

En plus, dans chaque plateau de soupape, un petit trou assure la lubrification de la tige de soupape dans son guide.

L'excès d'huile sort par l'autre extrémité de l'arbre à cames et s'écoule en cascade sur les pignons de distribution avant de retourner au carter.

Entre les cylindres est placé le carburateur qui est double, pour alimenter séparément chaque groupe de cylindres.Il porte un dispositif spécial permettant le réglage à la manette du débit d'essence nécessité par les variations d'altitude où fonctionnera le moteur.

La circulation d'eau est assurée par une pompe

centrifuge placée dans le prolongement de la pompe à huile. Son étanchéité est assurée par un presse-étoupe facilement accessible.

Une petite pompe à air fixée sur un des couvercles des culasses et dont le piston est commandé par une came de distribution, permet l'emploi d'un réservoir d'essence sous pression.

Moteurs Renault à refroidissement par eau. — La Maison Renault construit divers modèles de moteurs à refroidissement par eau. Nous nous bornerons à la description du 150 HP huit cylindres.

Le moteur comporte huit cylindres, placés en V par deux groupes de 4.

Ces cylindres sont usinés en acier, mais les chemises d'eau les recouvrent par deux. Ces chemises 53 sont en acier et fixées sur le corps des cylindres par soudure autogène (fig. 170).

Les pistons sont en fonte. Ils sont marqués sur les figures par les numéros 56 et 75. Ils attaquent les bielles 58 et 73 par l'intermédiaire des articulations 57 et 74 (fig. 169).

Deux pistons dont les axes sont dans un même plan perpendiculaire à l'axe du vilebrequin attaquent un même maneton de celui-ci. Pour réaliser cette construction une des bielles, 73 par exemple, porte un axe 67 qui sert d'articulation à l'autre bielle 58. Dans ces conditions, c'est la bielle 73 qui est montée directement sur le maneton 66.

Le vilebrequin comporte donc quatre manetons tels que 43 et 46 (fig. 170) ; sur chacun de ceux-ci agissent deux cylindres. Le vilebrequin est soutenu dans le carter par trois paliers tels que 39 et 48 (fig. 159).

Les coussinets sont en bronze garni de régule.

Pour résister aux efforts suivant l'axe du vilebrequin déterminés par la traction ou la poussée de

l'hélice (extrémité 50), les constructeurs ont prévu une butée à billes 49, à double effet. C'est cette butée qui supporte tout l'effort.

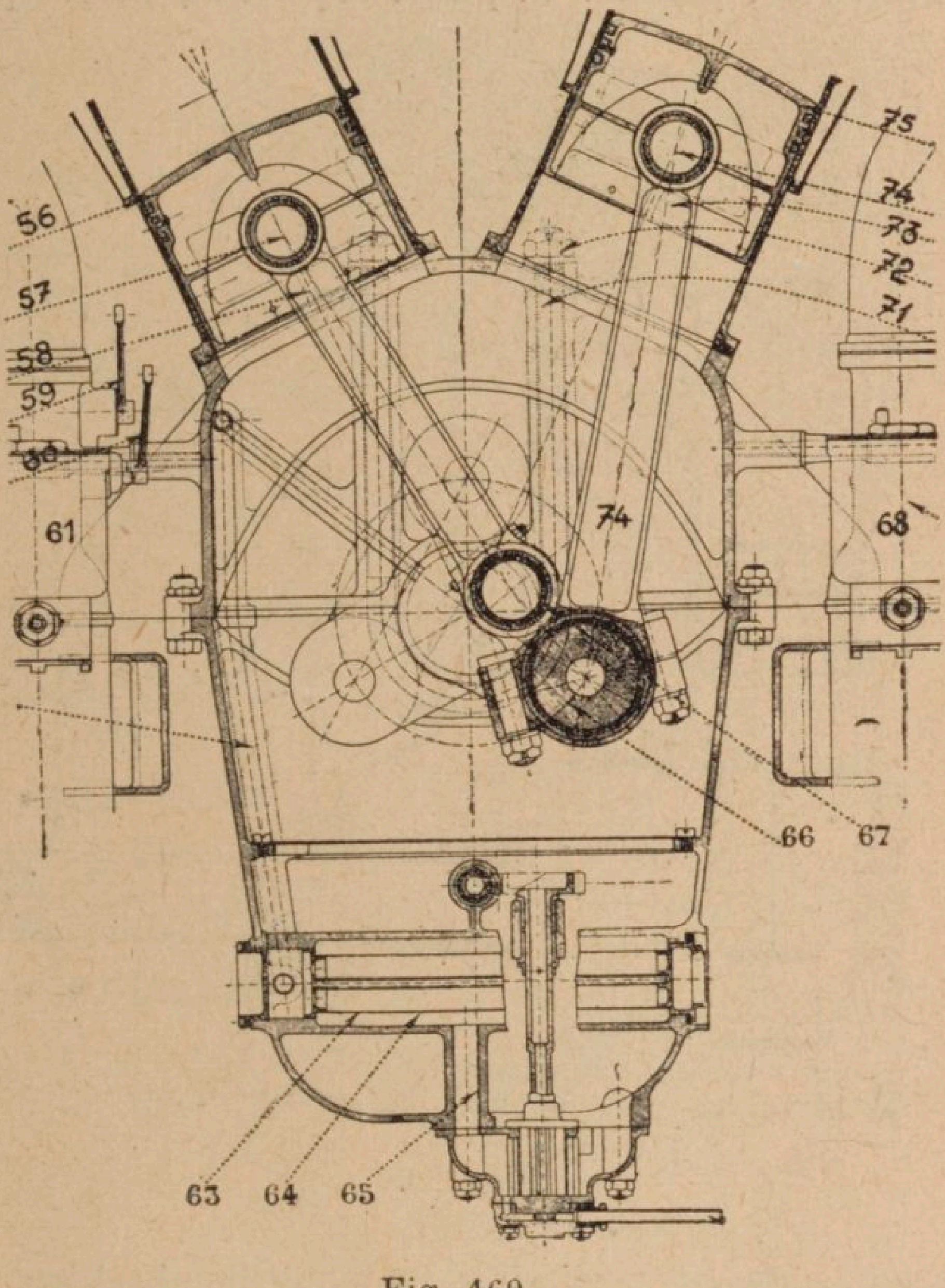


Fig. 169.

Les chapeaux des paliers 39 et 48, sont maintenus sur la partie supérieure du carter au moyen de brides 71, serrées par des écrous 72 à l'extérieur.

La distribution se fait par des soupapes placées à la partie supérieure des cylindres ; ces soupapes 78 et 82 sont commandées par deux arbres de distribution 80, placés à la partie supérieure de chaque

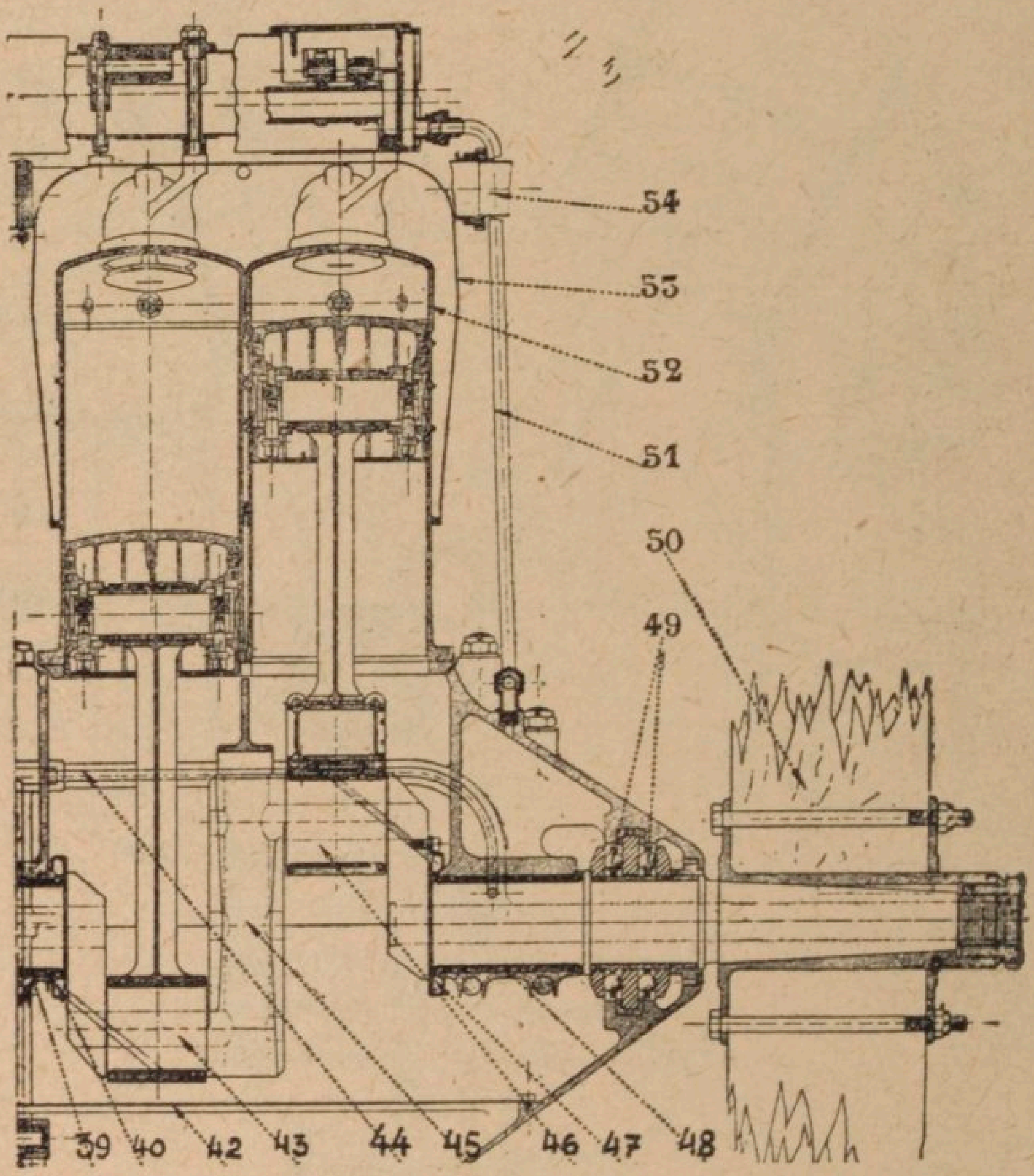


Fig. 170.

groupe de quatre cylindres. Le mouvement est transmis aux soupapes par l'intermédiaire des culbuteurs 79 et 81. Les soupapes sont ramenées sur leurs sièges par des ressorts à boudin placés à l'extérieur et très accessibles (fig. 171).

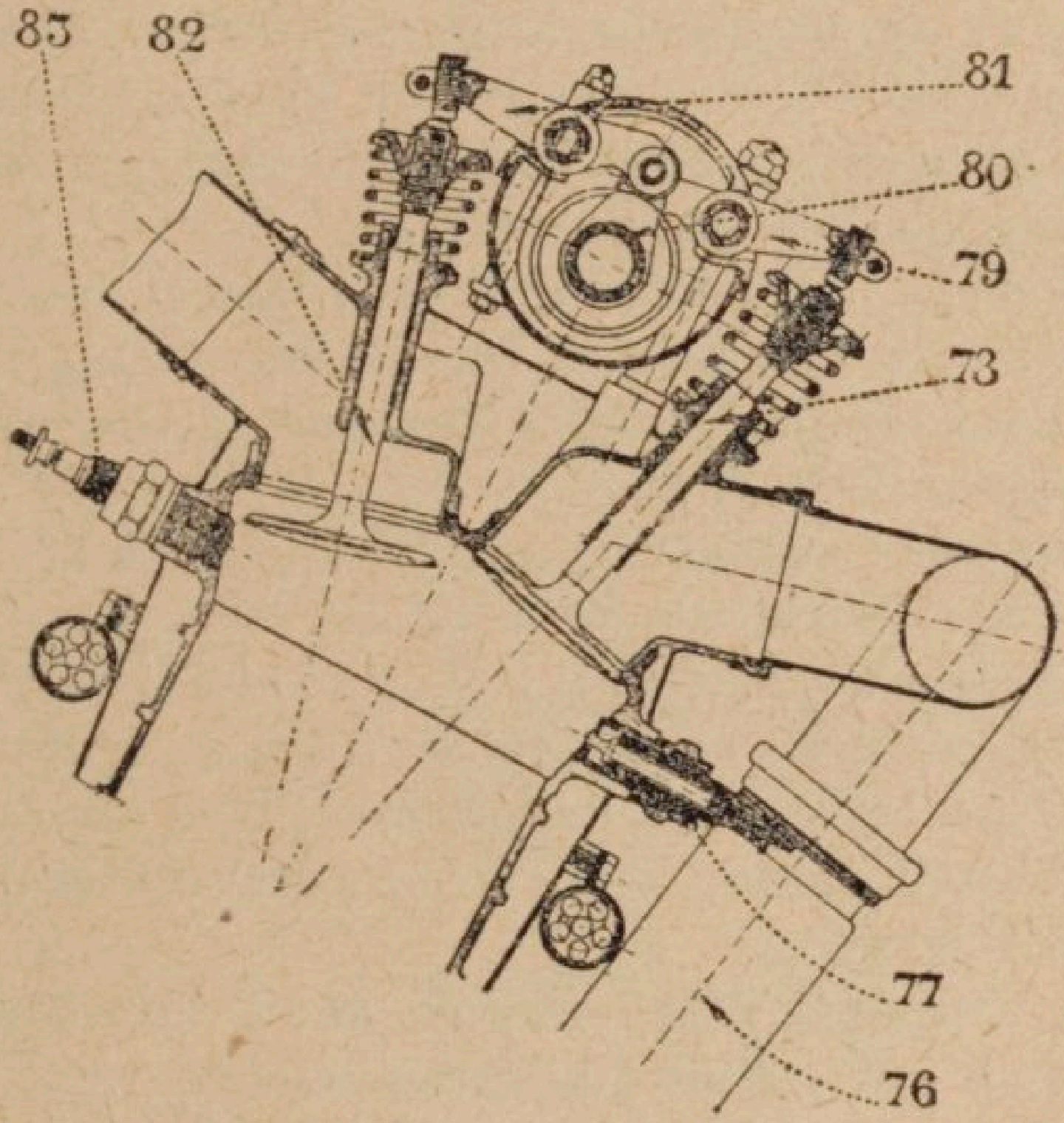


Fig. 171.

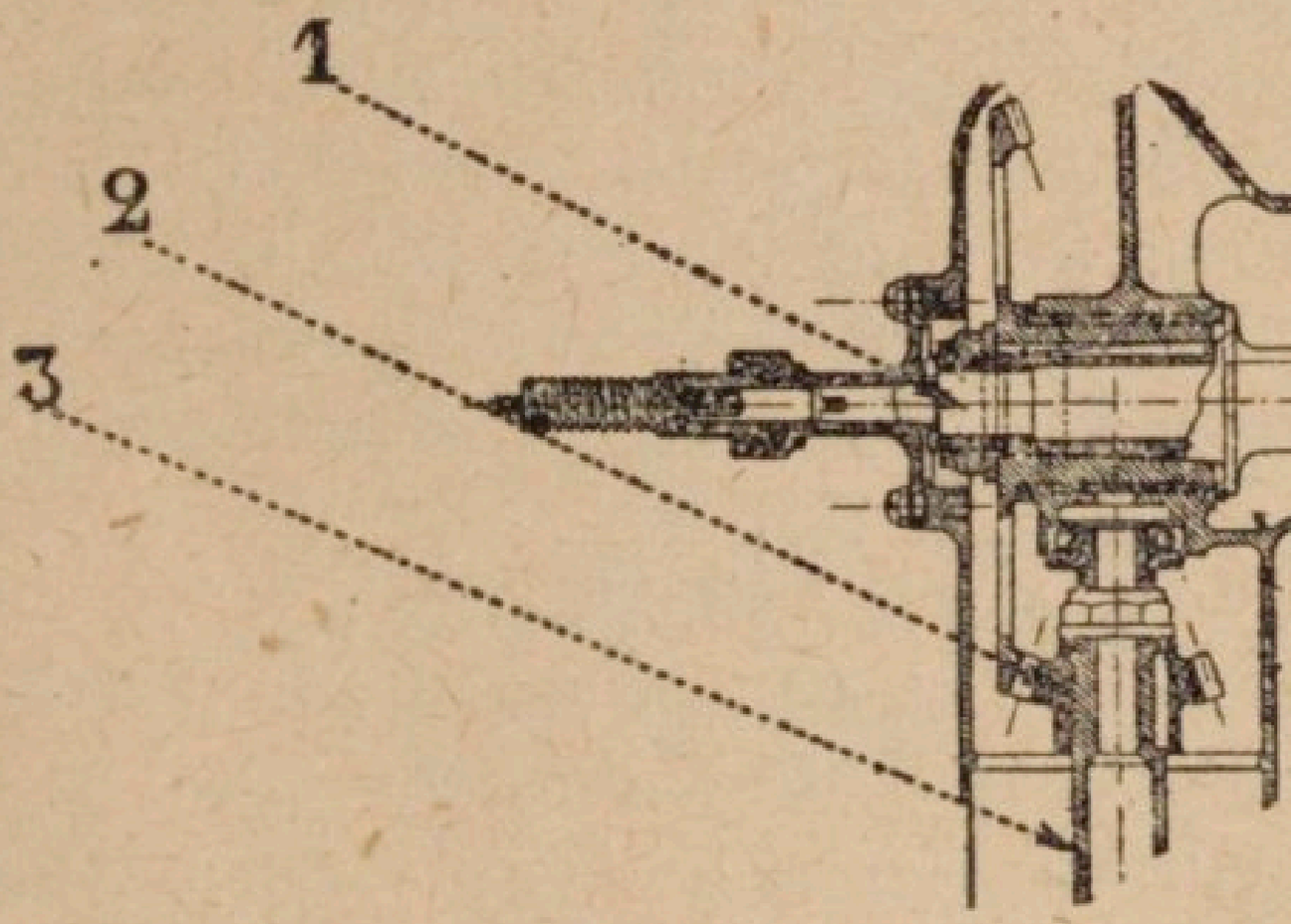


Fig. 172.

L'extrémité du vilebrequin opposée à l'hélice porte un pignon conique 20 qui engrène avec un autre pignon 19 monté sur un arbre vertical 17. Ce dernier porte un pignon conique 16 qui engrène avec deux autres pignons placés symétriquement par rapport au plan axial vertical du moteur.

Ces deux derniers pignons commandent deux arbres 3, qui eux-mêmes commandent chacun, par l'intermédiaire de pignons coniques 2, les arbres à cames de distribution.

Toute cette transmission est contenue à l'intérieur d'un carter complètement étanche.

Les arbres de distribution sont contenus également dans des carters qui portent les axes des culbuteurs. Ils sont portés par des paliers lisses. Les carters d'arbre de distribution portent à leurs extrémités des cheminées d'aération.

Les soupapes d'admission sont tournées vers l'extérieur et celles d'échappement vers l'intérieur.

Le carter inférieur du moteur 41 forme réservoir d'huile et est couvert par une toile métallique formant tamis 42. A la partie inférieure du carter se trouve une pompe à engrenages noyée dans l'huile, qui aspire cette huile et la refoule par un conduit dans une chambre annulaire 64. L'huile traverse une crépine cylindrique 63 (fig. 169) et passe par une conduite 62 venue de fonte avec le carter du moteur.

L'huile est dirigée :

1° Sur les paliers du vilebrequin ;

2° Sur les organes de commande de distribution ;

3° Sur les organes de commande des magnétos.

La répartition de l'huile entre ces deux dernières séries d'organes et le palier opposé à l'hélice 21, se fait par le collecteur 18.

Après avoir graissé les arbres de distribution,

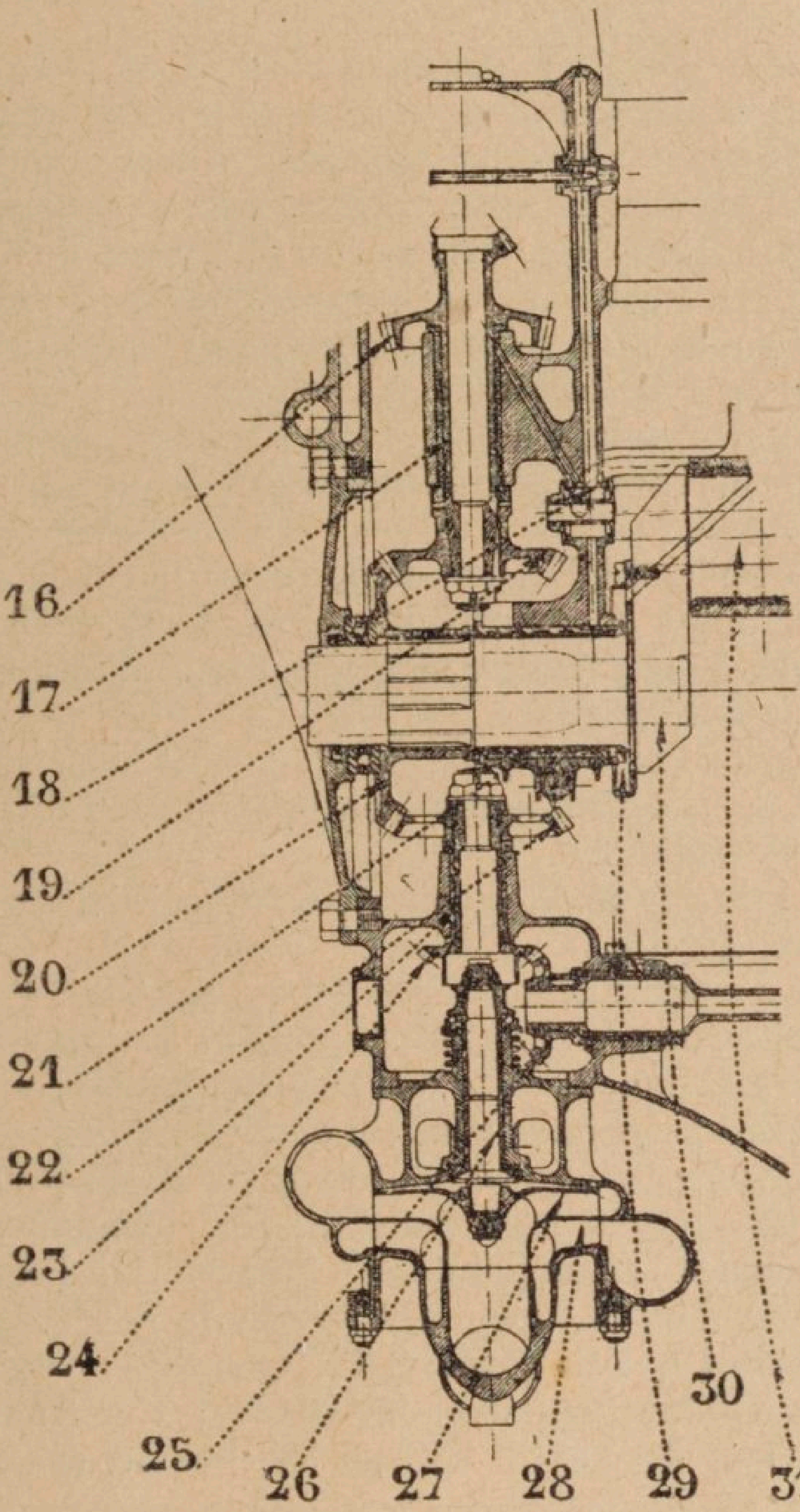


Fig. 173.

l'huile retombe dans le carter par les tubes 51 (fig. 170).

L'huile qui s'échappe des paliers du vilebrequin se trouve recueillie dans des bagues annulaires creuses 29 montées sur l'axe du vilebrequin, la force centrifuge la fait passer par des canaux 30 percés dans le vilebrequin jusqu'aux coussinets des têtes de bielles (fig. 161). De là, l'huile est projetée par la rotation du vilebrequin jusque sur les parois intérieures des cylindres qu'elle lubrifie également.

L'huile retombe alors dans le fond du carter, où la pompe la reprend pour lui faire recommencer le même cycle.

Les pertes d'huile sont compensées par une deuxième pompe à engrenages placée immédiatement au-dessous de la première et qui aspire l'huile d'un réservoir extérieur.

Carburateurs (fig. 174 et 175). — Le moteur comporte deux carburateurs identiques automatiques à tous les régimes.

Le principe de ces carburateurs est celui des carburateurs Zénith.

Pour assurer la constance des proportions d'air et d'essence, on a un système de gicleurs dont les débits sont réglés de telle sorte que l'essence aspirée est sensiblement proportionnelle à la quantité d'air.

L'essence arrive au carburateur par le tube 128, un filtre 130 retient les impuretés. Une ouverture 131 commandée par un pointeau 129 permet à l'essence d'arriver dans la cuve à niveau constant 108.

Aussitôt que l'essence arrive au niveau voulu, le flotteur 107 est soulevé et agit sur les leviers 106 articulés sur des axes 105 portés par le couvercle 104.

Ces leviers agissent par l'autre extrémité sur un collier 103 fixé sur la tige du pointeau 129 et forcent

le cône de ce dernier à obturer l'ouverture 131 d'arrivée d'essence. Lorsque le niveau baisse dans la cuve,

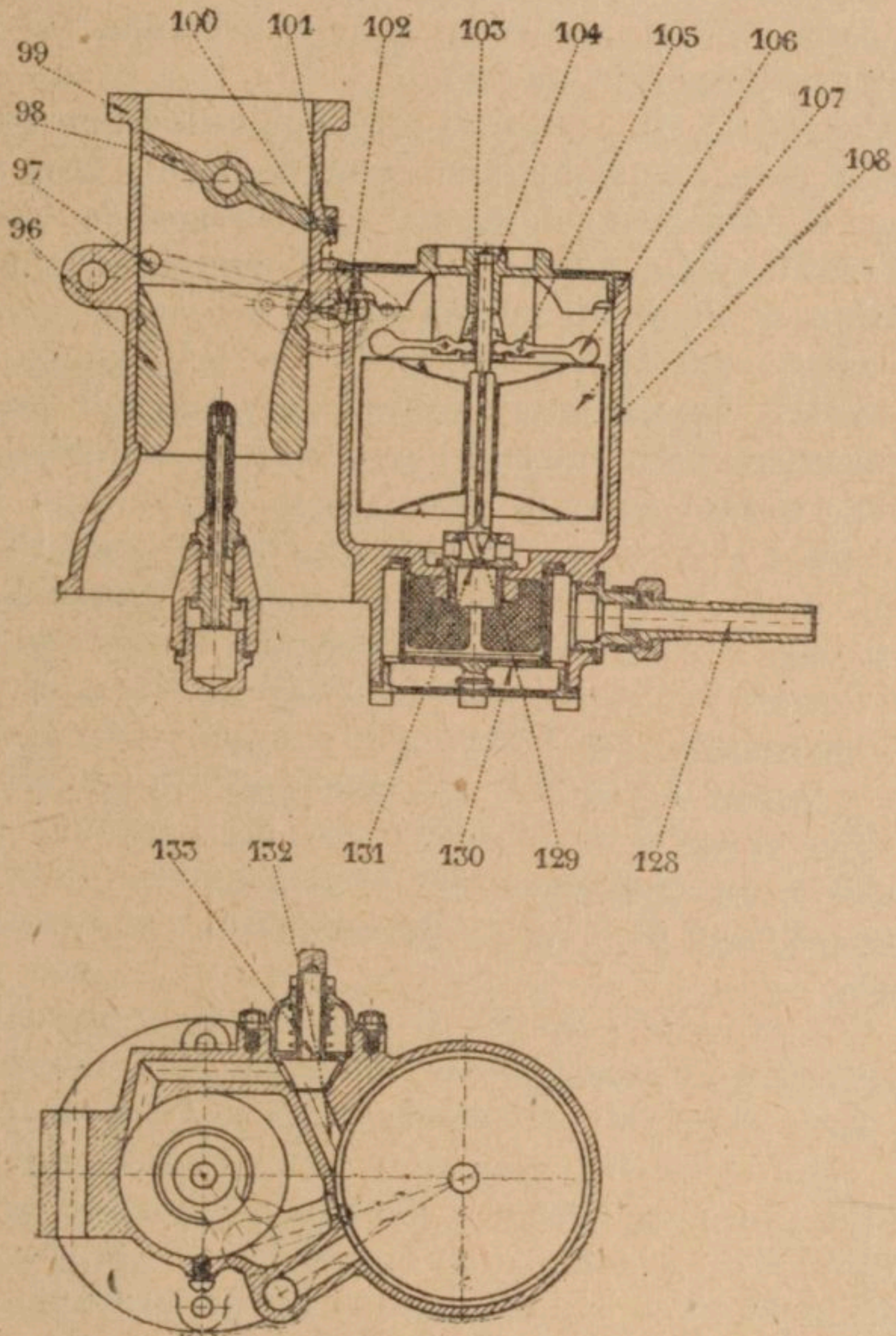


Fig. 174 et 175.

le flotteur descend, les leviers 106 basculent par leur propre poids et soulèvent le pointeau.

Un poussoir 120 fixé sur le couvercle de la cuve

permet d'agir sur le flotteur pour l'abaisser et faire ainsi appel d'essence.

De la cuve à niveau constant, l'essence s'écoule par le canal 125 et arrive au gicleur principal 127 qui porte le nom de grand jet.

Ce gicleur, s'il était tout seul, débiterait une quantité d'essence qui augmenterait beaucoup trop vite avec la vitesse du moteur. Pour corriger ce défaut, on met un gicleur trop faible et on compense la diminution de débit au moyen d'une deuxième arrivée d'essence qui a lieu par un orifice percé dans une pièce 126 appelée compensateur, qui amène l'essence dans un deuxième gicleur constitué par l'espace annulaire existant entre la pièce 109 et le grand jet 127. L'espace 110 est mis en communication avec l'intérieur de la cuve à niveau constant par le canal 119 et le puits de ralenti 111. La pression dans le canal 110 est donc la même que dans la cuve à niveau constant. L'essence qui passe à travers le compensateur 126 est donc soumise à la pression constante d'une colonne d'essence égale à la différence de hauteur entre l'orifice du compensateur et le niveau d'essence dans la cuve et le débit du compensateur est constant.

Aux grandes vitesses, le compensateur ne débite plus assez d'essence proportionnellement à l'air aspiré. Ce défaut est précisément le contraire de celui du grand jet. En choisissant convenablement les orifices du grand jet et du compensateur, on arrive à obtenir un mélange d'air et d'essence de proportion sensiblement constante entre les limites pratiques des vitesses utilisées avec le moteur.

Ainsi, le réglage du mélange gazeux ne nécessite aucune pièce mobile.

Lorsqu'on s'élève dans l'atmosphère, la densité de l'air devient plus faible et la puissance du moteur

baisse. Le poids d'air aspiré par unité de temps pour une certaine vitesse du moteur est proportionnel à sa densité et l'expérience montre que le poids d'essence aspiré dans les mêmes conditions est sensiblement proportionnel à la racine carrée des densités d'air ; il s'ensuit donc que le mélange d'air et d'essence devient trop riche au fur et à mesure qu'on s'élève. Une correction est nécessaire. Cette correction ou réglage est obtenue de la manière suivante :

Le couvercle de la cuve à niveau constant ferme hermétiquement celle-ci. Un canal 102 fait communiquer l'intérieur de la cuve avec l'air extérieur. Ce canal débouche contre le diffuseur 96 à un endroit où l'air n'est pas agité. Un deuxième canal 101,132 fait communiquer l'intérieur de la cuve avec l'intérieur de la tuyauterie d'aspiration en 97 au-dessus du diffuseur par l'intermédiaire d'un boisseau 133 commandé par les leviers 60 et 69.

Au niveau de l'orifice 97 la pression est plus faible qu'à l'extérieur, si donc on ouvre le boisseau 133, il s'établit un courant d'air par le chemin 102, 132,133, 97. Ce courant d'air crée une dépression à l'intérieur de la cuve à niveau constant ; la grandeur de cette dépression peut être réglée par l'ouverture plus ou moins grande du boisseau 133.

Plus la dépression à l'intérieur de la cuve à niveau constant est grande, plus le débit d'essence se trouve ralenti.

Pour la marche au sol, le boisseau 133 est fermé ; il est à ouvrir d'autant plus que l'appareil navigue à une altitude plus élevée.

Les papillons 98, commandés par les leviers 59, 70, permettent de régler la quantité de gaz aspiré et de faire varier ainsi la puissance du moteur.

Pour la marche au ralenti, le débit d'essence ne se fait plus par les gicleurs 127 et 109 car dans ce cas, les

papillons 98 étant presque fermés, la dépression est insuffisante au niveau des gicleurs.

Le bord du papillon 98 laisse un faible intervalle entre lui et la surface intérieure du tuyau d'aspiration 99. Il se produit à cet endroit une dépression qui aspire l'essence par l'orifice 100. Cet orifice représenté sur la vue de droite de la planche IV en 112 communique par le canal 113 et l'orifice 114 de la pièce 115 avec un canal axial 117 de cette même pièce 115.

L'essence passe alors par le compensateur 126 et monte dans le canal 124 de la pièce 123 terminé par un orifice en forme de gicleur 122 à la partie supérieure.

L'air extérieur arrive par le canal 119 et pénètre par les trous 121 de la pièce 123 entre cette pièce et la pièce 115 et pénètre enfin dans le canal 117 par l'espace 122. Tout le système de ralenti se trouve maintenu par la vis 118. Pour régler le ralenti, il suffit de desserrer la vis 118, de retirer le système et de serrer ou desserrer le bouton molleté 116, ce qui a pour effet de visser ou de dévisser la pièce 115 dans la pièce 123 et de faire varier l'ouverture 122.

Les gaz carburés sont réchauffés à la sortie du carburateur en passant par les tuyaux réchauffeurs 55, 76, qui sont entourés d'une chemise dans laquelle circule l'eau chaude provenant des cylindres par les tuyaux 85 et 93 et qui retourne à l'aspiration de la pompe par les tuyaux 86 et 92.

Les cylindres sont refroidis par de l'eau qui circule entre eux et une chemise en acier mince rapportée sur les cylindres et soudée à l'autogène.

La circulation de l'eau est assurée par une pompe centrifuge 89 actionnée par le moteur. Le rotor de la pompe est monté sur un arbre vertical 26 entraîné par l'arbre 23 portant le pignon 22 qui engrène avec le pignon 20 monté sur le vilebrequin.

En réalité, la circulation d'eau est double, la pompe centrifuge est divisée en deux parties d'égal débit 27 et 28. Chacune de ces parties aspire l'eau par un des tuyaux 87 et 90 et la refoule dans un groupe de six cylindres par les tuyaux 88 et 91 assemblés au moyen

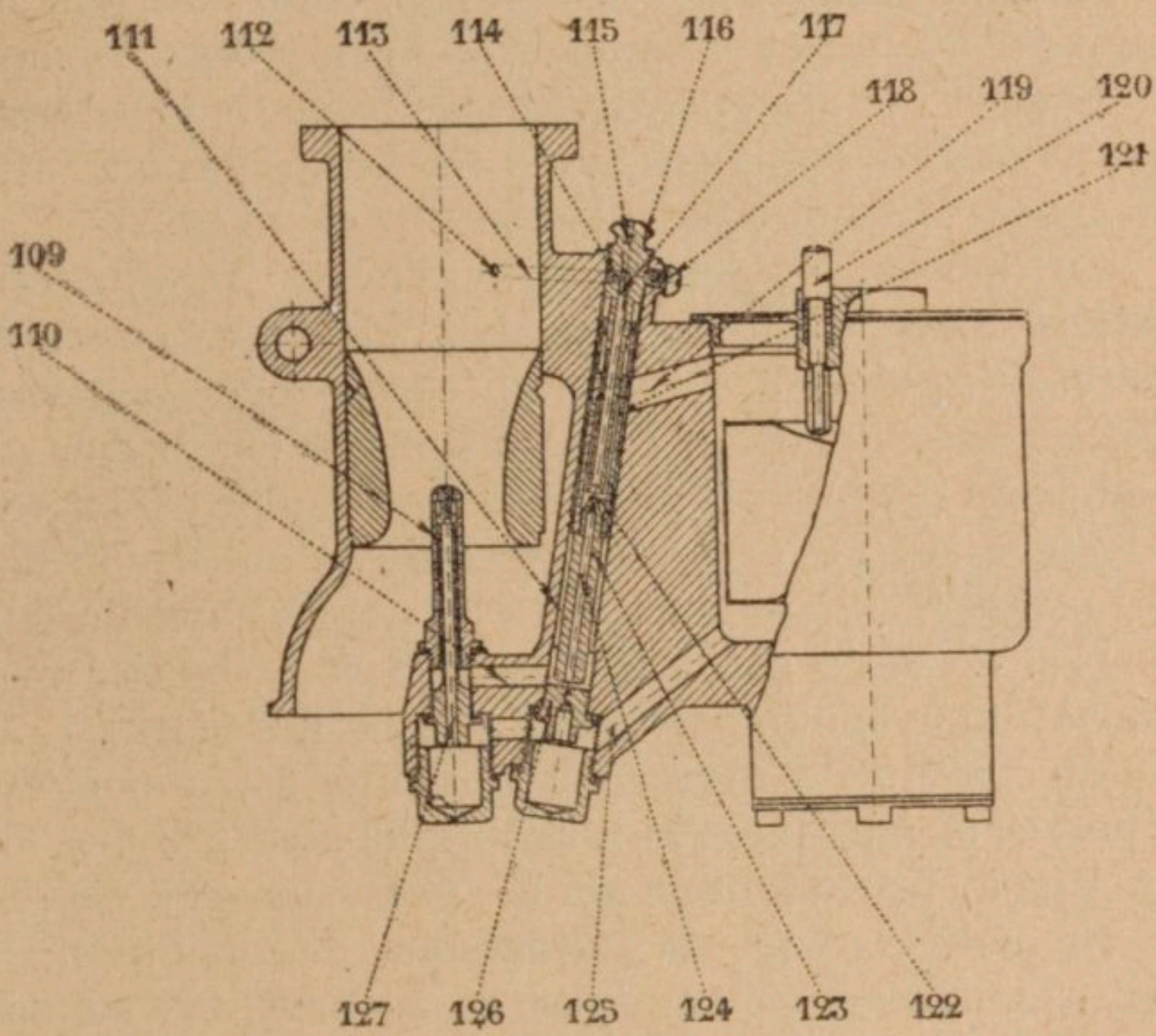


Fig. 176.

de joints en caoutchouc. Les cylindres sont réunis par groupes de deux pour une chemise de circulation.

Les chemises à eau de chaque groupe de quatre cylindres communiquent entre elles à leur partie supérieure au moyen de joints en caoutchouc.

Deux tuyaux de sortie 54 amènent l'eau chaude provenant de chaque groupe à deux radiateurs distincts dans lesquels l'eau se refroidit. Les tuyaux

d'aspiration 87 et 90 reprennent l'eau au bas de chaque radiateur et la conduisent à la pompe.

Nous arrêterons là la description des moteurs à cylindres en V pour aborder celle des moteurs en étoile.

Moteurs Salmson. — Parmi ceux-ci, il convient de signaler les moteurs Salmson et les moteurs Anzani.

Moteurs Salmson. — Parmi les moteurs construits par la maison Salmson, nous nous bornerons à décrire le type 9 Z*m* qui a fourni les meilleurs résultats.

Le moteur comporte 9 cylindres rayonnants, situés dans un plan perpendiculaire à l'axe, et emboîtés par la base dans un carter en deux pièces. Le vilebrequin est maintenu dans le carter par un palier de chaque côté et une butée double à l'arrière.

En avant du carter est disposé le boîtier de distribution d'où partent toutes les commandes de soupapes. C'est du couvercle de ce dernier boîtier que, par un nouveau palier, sort l'arbre d'hélice (fig. 177).

En arrière du carter est boulonné le support des pompes et magnétos autour duquel sont groupées la pompe à eau, la pompe à huile et les deux magnétos.

Le carburateur est au-dessous des pompes ; il est réuni par deux conduits de réchauffage au collecteur des gaz, venu de fonderie avec le carter arrière. Du collecteur des gaz, neuf tubes d'aspiration viennent aux soupapes d'admission.

Neuf tubes d'échappement conduisent les gaz brûlés des soupapes correspondantes au collecteur d'échappement, généralement disposé en couronne autour des cylindres.

La fixation du moteur s'opère par un emboîtement et par des pattes sur le carter arrière. Ce dernier, en alliage d'aluminium, est formé de deux coquilles s'ajustant sur le plan des bielles. Les emplacements

de paliers sont renforcés par des pièces en métal plus dur.

La partie avant porte le centrage du boîtier de

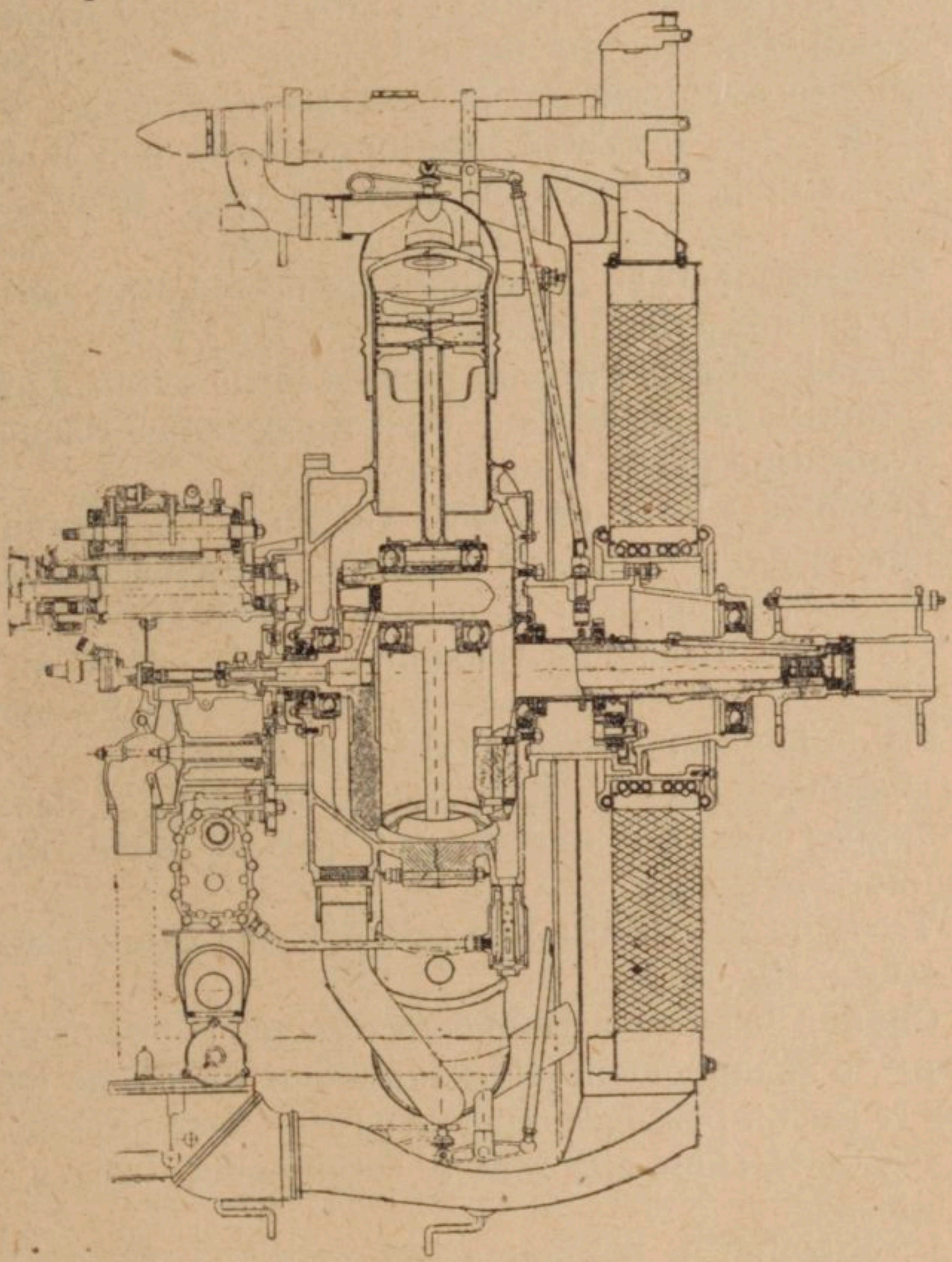


Fig. 177.

distribution, la prise d'huile de ce dernier et la poche inférieure de récupération d'huile.

Les cylindres sont en acier avec chemise de circu-

lation d'eau en tôle d'acier soudée. Ils sont, comme nous l'avons dit plus haut, emboîtés dans le carter. Une bague de serrage les y maintient.

Les pistons sont fondus en alliage spécial à base d'aluminium. La forme extérieure du fond est combinée avec celle de la chambre d'explosion du cylindre. Les nervures intérieures sont peu nombreuses mais fortes, afin d'éviter toute déformation.

Cinq segments en fonte douce assurent l'étanchéité de la chambre d'explosion.

L'oscillation de l'axe du pied de bielle se fait dans les tourillons du piston, c'est-à-dire sans risques d'ovalisation par la dilatation de l'axe.

Les bielles sont en acier. Elles sont de grande longueur pour diminuer l'amplitude d'oscillation des coussinets et, par suite, la fatigue de ceux-ci.

La bielle principale tourillonne seule sur le maneton du vilebrequin ; elle porte tous les axes des têtes de bielles auxiliaires (voir fig. 178).

L'admission et l'échappement ont lieu par deux soupapes placées directement sur le fond des cylindres.

Toute la distribution se fait par une came à six bossages (fig. 179).

Chaque bossage actionne successivement les soupapes d'échappement et d'admission du même cylindre ; deux bossages opposés sur la même circonférence de la came suffisent à commander trois cylindres.

La rotation de la came est obtenue par un engrenage calé sur l'arbre moteur et un jeu de pignons intermédiaires.

La levée des bossages se transmet aux tiges de soupapes par l'intermédiaire de culbuteurs à galets et de poussoirs guidés.

Cet ensemble est enfermé dans la *boîte de distribution* en aluminium fixée sur le carter avant.

La came étant construite avec précision sur plateau diviseur, il suffit de régler le premier bossage sur le cylindre n° 1 pour que toute la distribution soit parfaitement réglée.

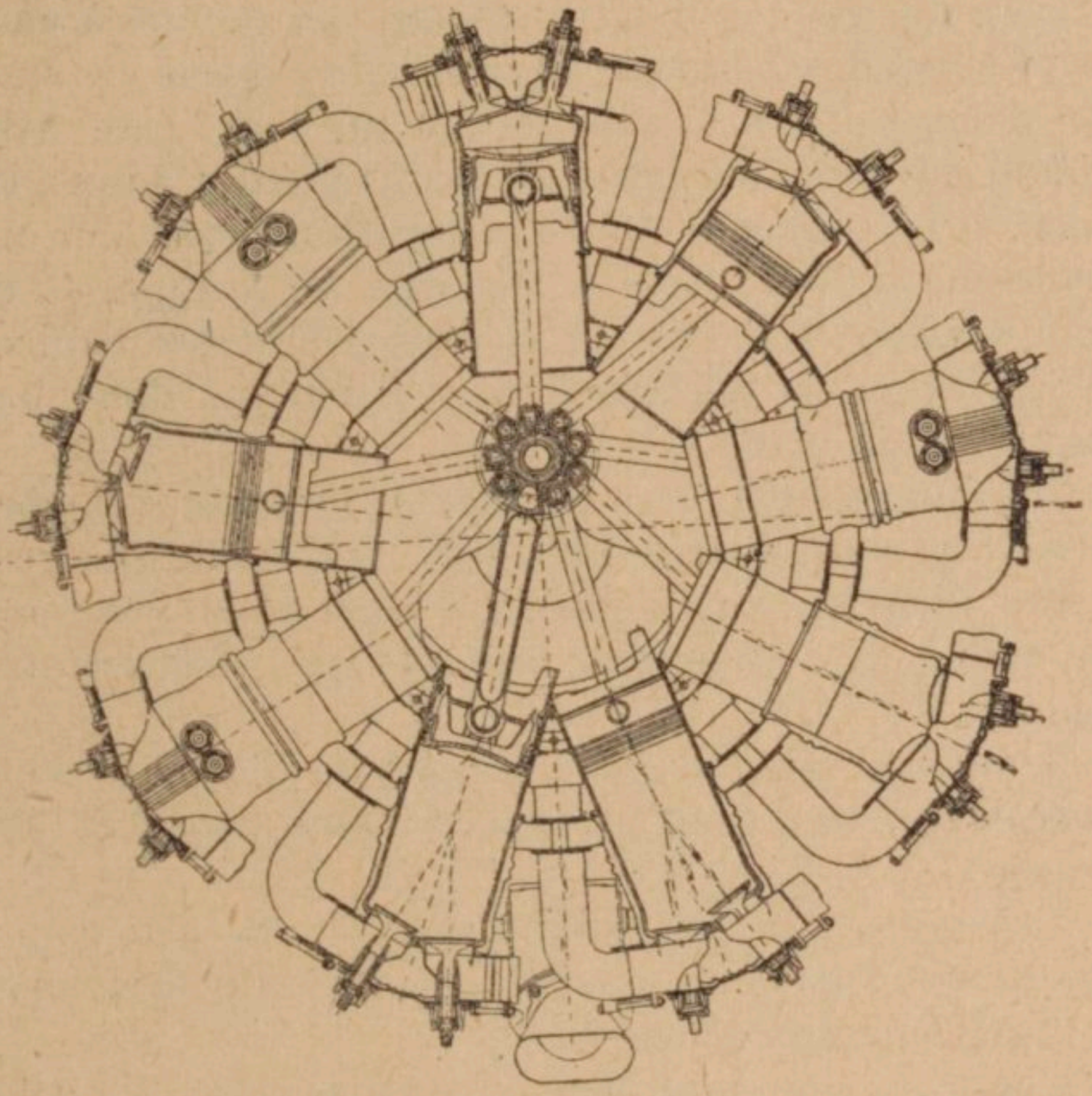


Fig. 178.

Le graissage se fait par circulation d'huile sous pression, obtenue par une pompe à pistons placée à l'arrière du moteur au-dessous de la pompe à eau.

Cette pompe est à deux corps ; un des pistons sert à refouler l'huile dans l'arbre vilebrequin, l'autre récupère l'huile en excès tombée dans la poche du carter moteur et la retourne au réservoir.

Le mouvement de la pompe travaille dans l'huile, il est enfermé dans une enveloppe étanche mise en communication avec le réservoir, et dans laquelle le premier piston peut aspirer à plein orifice afin d'éviter tout désamorçage.

Un pignon extérieur reçoit la commande de l'arbre arrière du moteur par l'engrenage de pompe à eau. Sur l'arbre de ce pignon, à l'intérieur, est une vis sans fin démultipliant la vitesse sur un engrenage hélicoïdal porteur du bouton de manivelle des deux pistons. Il n'y a plus de bielle ; les pistons dans leur entraînement font osciller le corps de pompe, et ce mouvement découvre en temps voulu les orifices d'aspiration ou de refoulement ; il n'y a donc pas non plus de clapets.

L'huile refoulée vers le moteur entre dans l'arbre arrière par une noix de graissage, suit le centre de cet arbre, l'intérieur de la flasque et sort en *un seul point* au milieu de la manivelle, projetée par la force centrifuge.

L'alésage central du coussinet de bielle présente successivement à ce jet des surfaces lisses et des trous.

Les espaces lisses distribueront l'huile aux roulements de bielles qui, une fois saturés, la projetteront à l'intérieur du carter.

Les trous graissent directement les axes de bielles que l'huile enveloppe pour se rendre ensuite aux axes de pistons.

L'huile en excès aux pistons, comme celle projetée par la manivelle est recueillie : du côté du carter avant pour le palier et la boîte de distribution ; du côté du carter arrière pour le palier et les deux faces de la butée.

La pompe ayant débité beaucoup plus que l'huile nécessaire, le grand excédent retombe au bas du

carter dans la poche, suivie d'un décanteur, où le piston de récupération l'aspire.

Le refroidissement des cylindres du moteur se fait comme il a été dit précédemment par circulation d'eau.

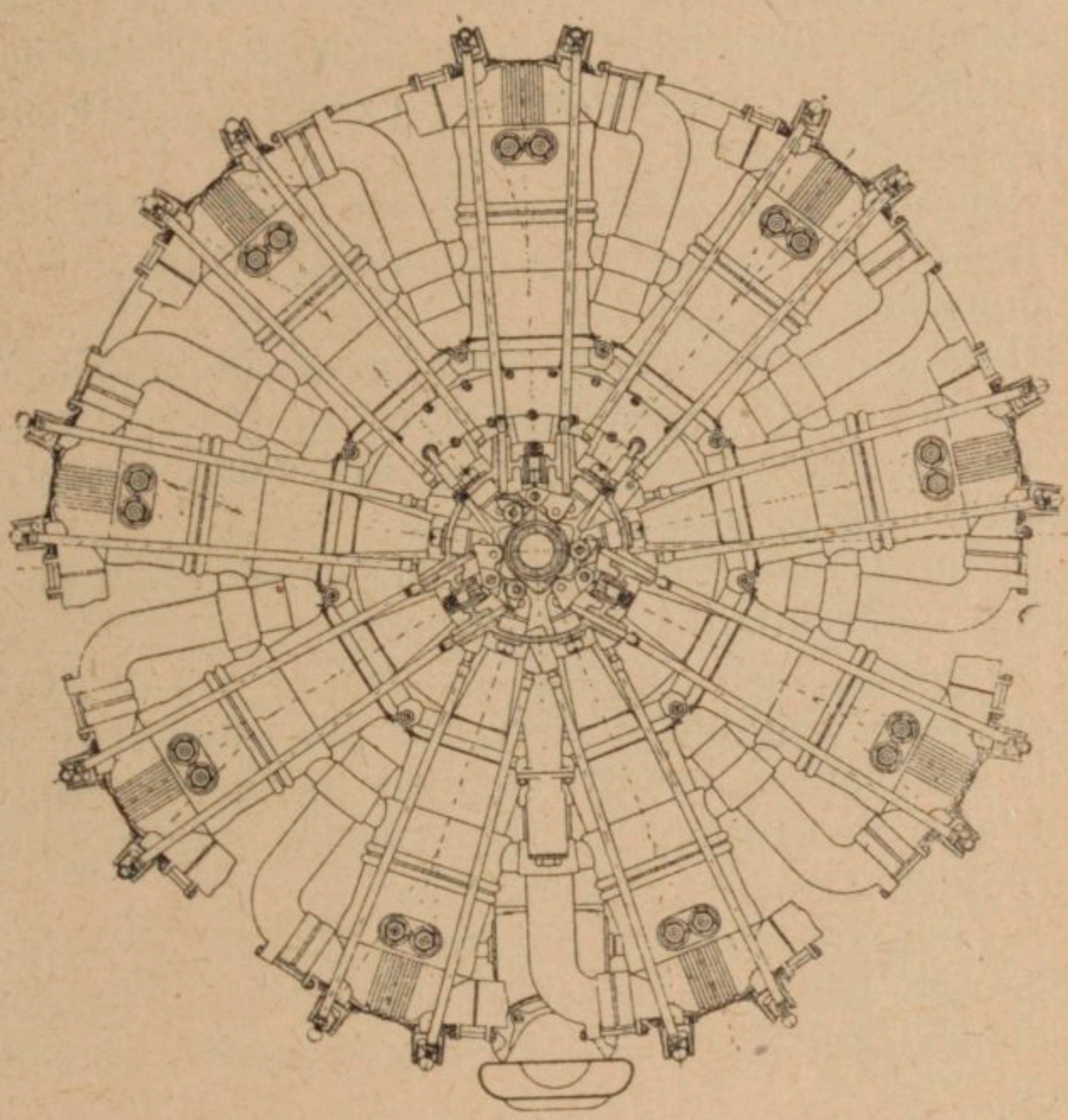


Fig. 179.

Une pompe centrifuge placée à l'arrière du moteur est commandée par l'arbre de ce dernier au moyen d'engrenages droits.

L'eau du radiateur arrive, par le couvercle, au centre de l'appareil tournant. Le refoulement se fait dans la pompe par un conduit spiriforme de section croissante jusqu'à la tubulure de refoulement. Un

guidon divise l'eau dans les deux cylindres inférieurs, elle chemine à droite et à gauche en deux faisceaux.

La circulation s'établit d'un cylindre à l'autre par des tubulures réunies avec joints élastiques, et de façon qu'aucune poche de vapeur ne puisse se produire.

Les deux courants se groupent en haut sur le cylindre supérieur d'où l'eau sera conduite au radiateur.

Un filtre devra être disposé sur cette conduite pour arrêter les calcaires.

Carburateur Zénith Salmson. — Le carburateur « Zénith » employé sur le moteur Salmson est à compensation.

Il est composé de deux corps accolés alimentés par une seule cuve à niveau constant (fig. 181).

Tous les autres organes : gicleurs, compensateurs, ralentis sont en double.

Le fonctionnement normal de ce carburateur est le même que celui du type automobile.

La partie supérieure de la cuve à niveau constant étant en communication avec la prise d'air, la pression atmosphérique entre ces deux points s'équilibre.

L'effet de succion dans le diffuseur vide les puits du compensateur et du gicleur.

Le compensateur donne une quantité d'essence constante par unité de temps, car il débite à la pression de l'air libre sous la charge constante du niveau.

Le gicleur qui est fortement influencé par la succion débite d'autant plus par unité de temps que la quantité d'air passant le diffuseur est plus grande.

Par le fait de ces deux lois différentes d'écoulement, le débit total est tel que la carburation est parfaite à tous les régimes pour les diverses ouvertures du papillon des gaz.

Au ralenti, le papillon est presque fermé, les jets ne débitent plus. L'alimentation du moteur est assu-

rée par une émission riche d'essence débouchant contre le bord du papillon et venant du jet de ralenti.

Ce tube de ralenti prend l'essence au fond du puits du compensateur, et l'air en haut par un orifice annulaire réglable.

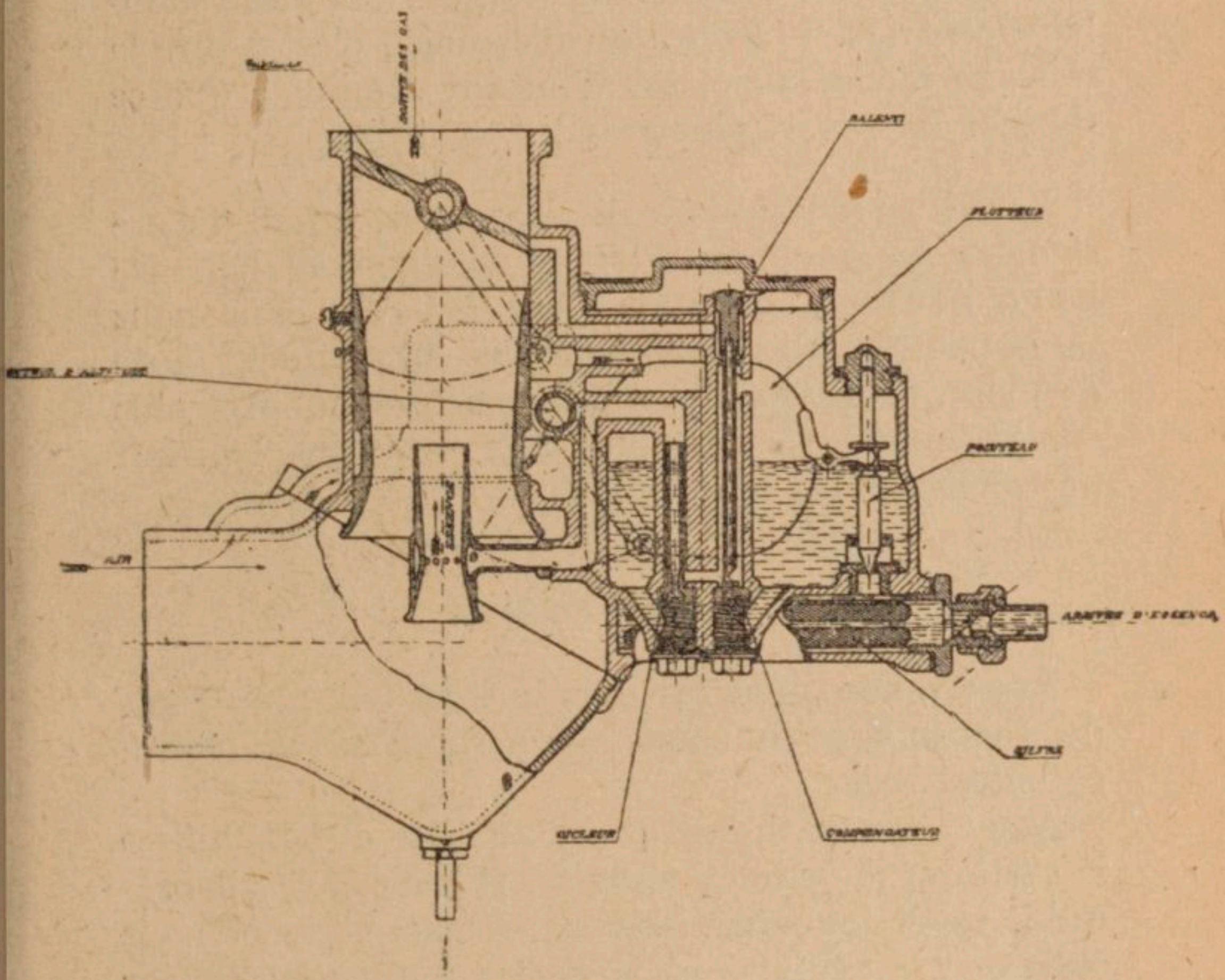


Fig. 180.

En enfonçant le jet, on enrichit le mélange, en le dévissant on l'appauvrit.

L'arrivée d'essence se fait dans un filtre à grande surface. Le flotteur est sphérique, de sorte que le niveau ne change pas dans la cuve pour des inclinaisons allant jusqu'à 45°.

Les jets étant placés très près, et de part et d'autre

de la cuve, la carburation est insensible aux différentes positions de l'appareil.

Le carburateur porte un correcteur d'essence pour l'altitude ; c'est un robinet s'ouvrant dans le même sens que le papillon des gaz, et qui permet à l'air de pénétrer dans le canal allant des jets à la pièce tubulaire centrale. L'aspiration d'essence, c'est-à-dire la richesse du mélange, est d'autant diminuée que ce robinet est ouvert plus grand.

Parmi les moteurs à cylindres fixes, il faut encore signaler les moteurs Fiat, Lorraine-Dietrich, De Dion, Peugeot, Sunbeam, Anzani, etc., mais nous ne pouvons malheureusement les décrire ici, faute de place. Le lecteur désireux de se documenter plus complètement se reportera aux ouvrages traitant particulièrement la question.

Moteurs rotatifs

Nous venons, par les descriptions qui précèdent, de voir le fonctionnement général d'un moteur à cylindres fixes.

Admettons maintenant qu'au lieu d'immobiliser le carter et le cylindre en laissant tourner le vilebrequin, nous immobilisions ce dernier et que nous obligions le cylindre et le carter à tourner autour de lui. Nous voyons que le piston se meut dans le cylindre de la même façon que précédemment. De plus, tous les autres organes fonctionnent par rapport au cylindre comme précédemment. Il s'ensuit que, sous l'influence des explosions, l'ensemble, fixe tout à l'heure, va tourner autour du vilebrequin.

Pour équilibrer le moteur, on ne peut laisser les cylindres dans la même disposition et on est amené à les répartir en étoile autour de l'axe du vilebrequin.

C'est là l'aspect général des moteurs rotatifs. La figure 182 montre le schéma d'un rotatif à sept cylindres, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. L'arbre vilebrequin A sert d'axe de rotation au carter sur lequel sont fixés les cylindres. Sur le maneton O unique et fixe, est mon-

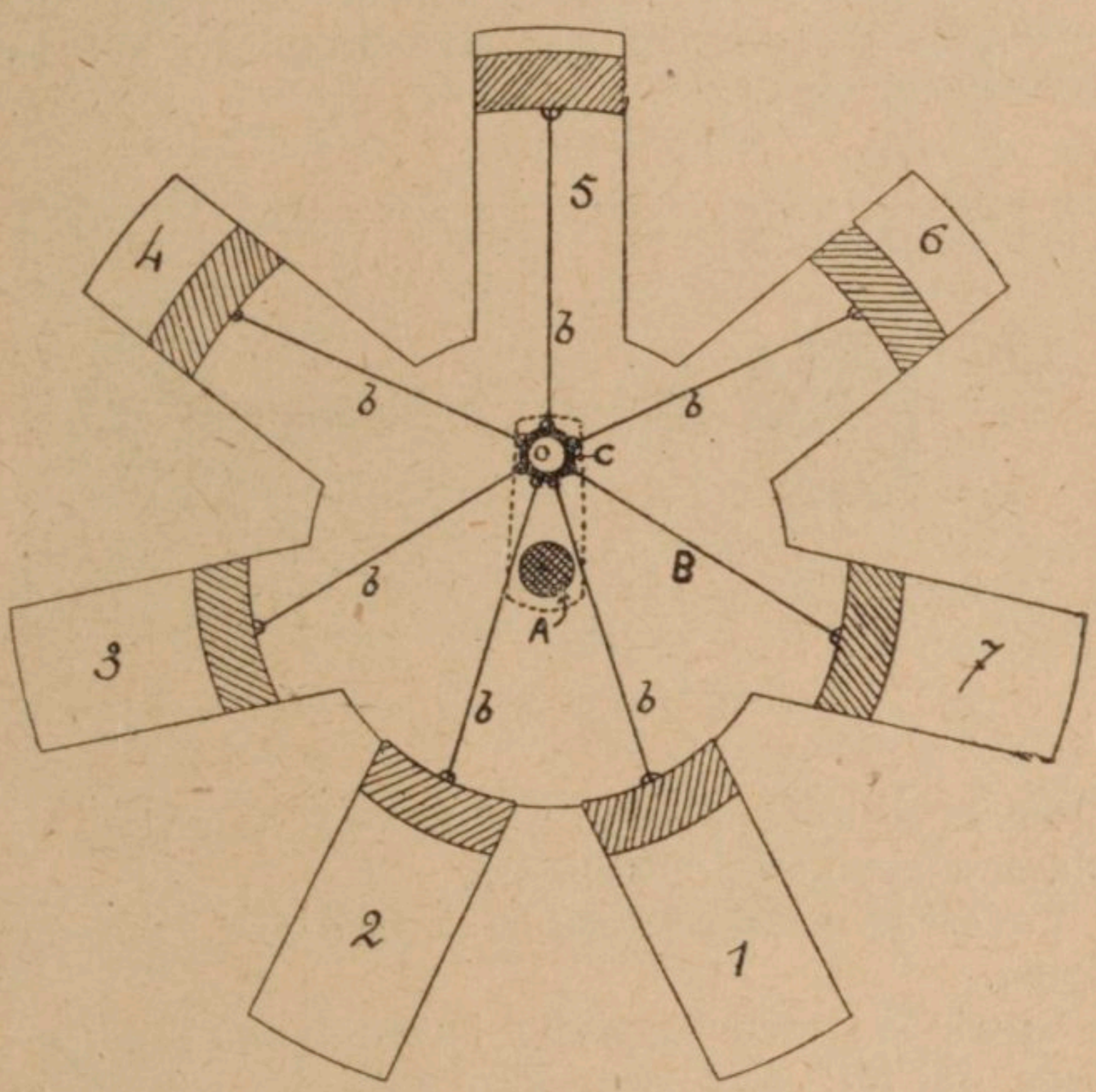


Fig. 181.

tée une couronne C (fig. 181), faisant partie de la bielle principale B et c'est sur cette couronne que s'articulent les bielles secondaires *b*. La bielle B sert à maintenir la régularité des positions relatives entre bielles et cylindres.

Dans les moteurs rotatifs Gnome, l'admission des gaz frais se faisait par une soupape automatique,

placée sur le piston (fig. 182). Les gaz arrivaient à l'intérieur du carter par le vilebrequin A.

Aujourd'hui les constructeurs ont renoncé à ce système et ont adopté presque uniformément des soupapes commandées par culbuteurs suivant des modes divers. Les gaz sont amenés au-dessus des soupapes d'admission par une tubulure qui les recueille du carter.

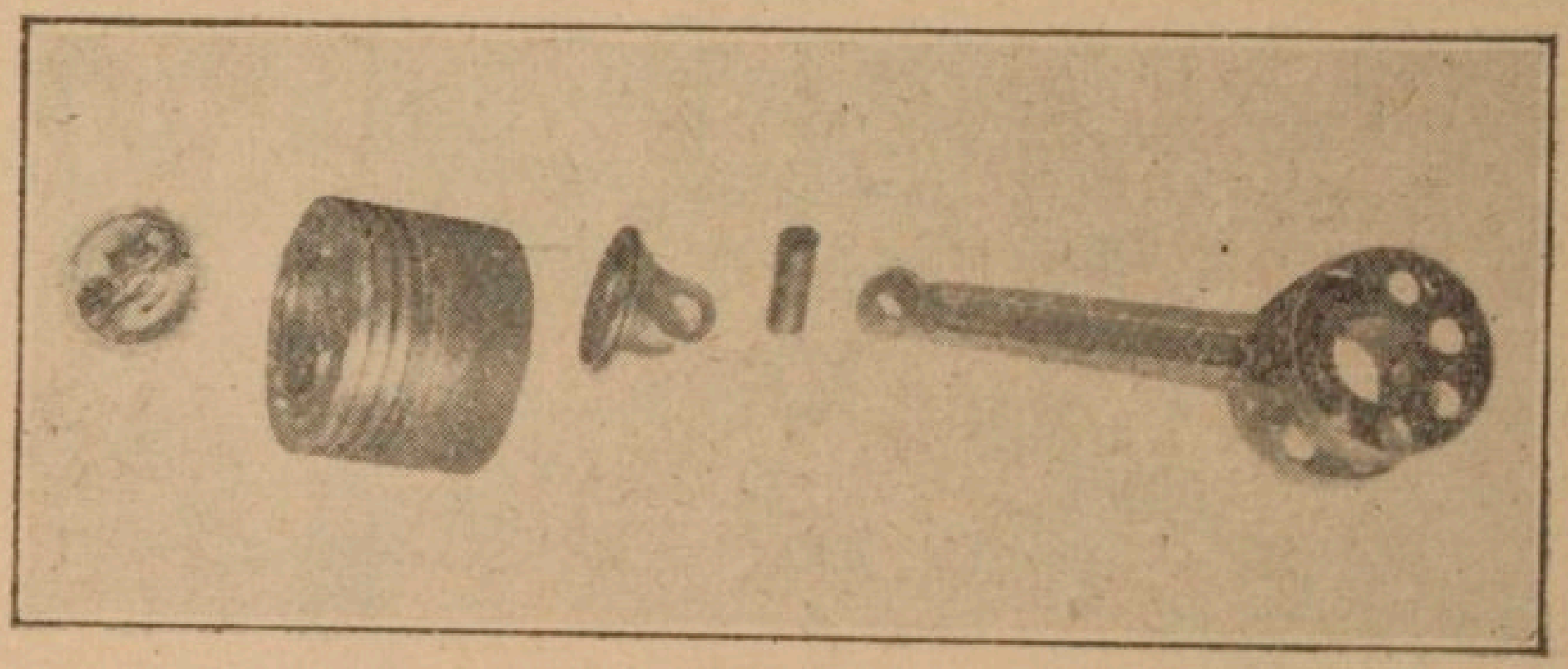


Fig. 182.

Quant à l'échappement il se fait par une soupape placée au sommet du cylindre.

Tel est le moteur rotatif moderne dans ses grandes lignes.

Citons le moteur Laviator, à deux temps sans soupape, qui fut essayé autrefois ; cette innovation intétessante est digne d'être retenue.

La construction des moteurs rotatifs doit être guidée par des principes différents de ceux qui inspirent celle des moteurs fixes. La force centrifuge exerce des efforts inattendus à première vue et qu'il faut étudier si l'on veut que le fonctionnement des organes correspondants soit assuré.

C'est ainsi que des tiges de commande de culbuteurs offrant le même aspect que sur des moteurs

fixes, travaillent à la traction au lieu de la compression, etc.

Longtemps le moteur rotatif fut le plus employé en aviation. Cela tenait à sa légèreté comparée à celle des moteurs fixes. Mais l'augmentation des puissances exigées pour la marche des avions obligea les constructeurs à reprendre l'étude du moteur fixe. Au-delà de 120 à 140 HP, le rotatif ne fournit plus de bons résultats.

Pour montrer quelques particularités de construction, nous allons décrire le moteur rotatif Le Rhône, un des plus répandus de nos jours.

Moteur Le Rhône. — Le moteur est constitué par 9 cylindres disposés autour d'un carter A en acier. Ces cylindres B sont très solidement fixés dans le carter. Ils sont en effet, vissés dans leur logement puis immobilisés par des contre-écrous C.

Les cylindres sont en acier mais, pour obtenir un frottement plus doux entre eux et les pistons, on les a revêtus intérieurement d'une mince chemise en fonte. Cette chemise est emmanchée à force dans le cylindre au moyen d'une presse.

Les cylindres portent les sièges des soupapes d'admission et d'échappement. Celles-ci sont maintenues au départ par des ressorts très légers, tandis qu'en pleine marche, la force centrifuge les rappelle énergiquement sur leurs sièges.

Le basculeur 70 commande alternativement la soupape d'admission G et la soupape d'admission N par suite de son mouvement oscillant sur le palier à billes E. Sur l'axe du basculeur 70 est monté sur une portée carrée un levier 71 que commande la tige 42.

Les gaz frais sont pris dans le carter C où ils arri-

vent par le vilebrequin et sont conduits aux soupapes d'admission G par des tubulures T.

Les tubulures se raccordent à cet effet avec des chapelles d'admission F qui recouvrent les soupapes G.

Les bielles ne sont pas montées de la façon

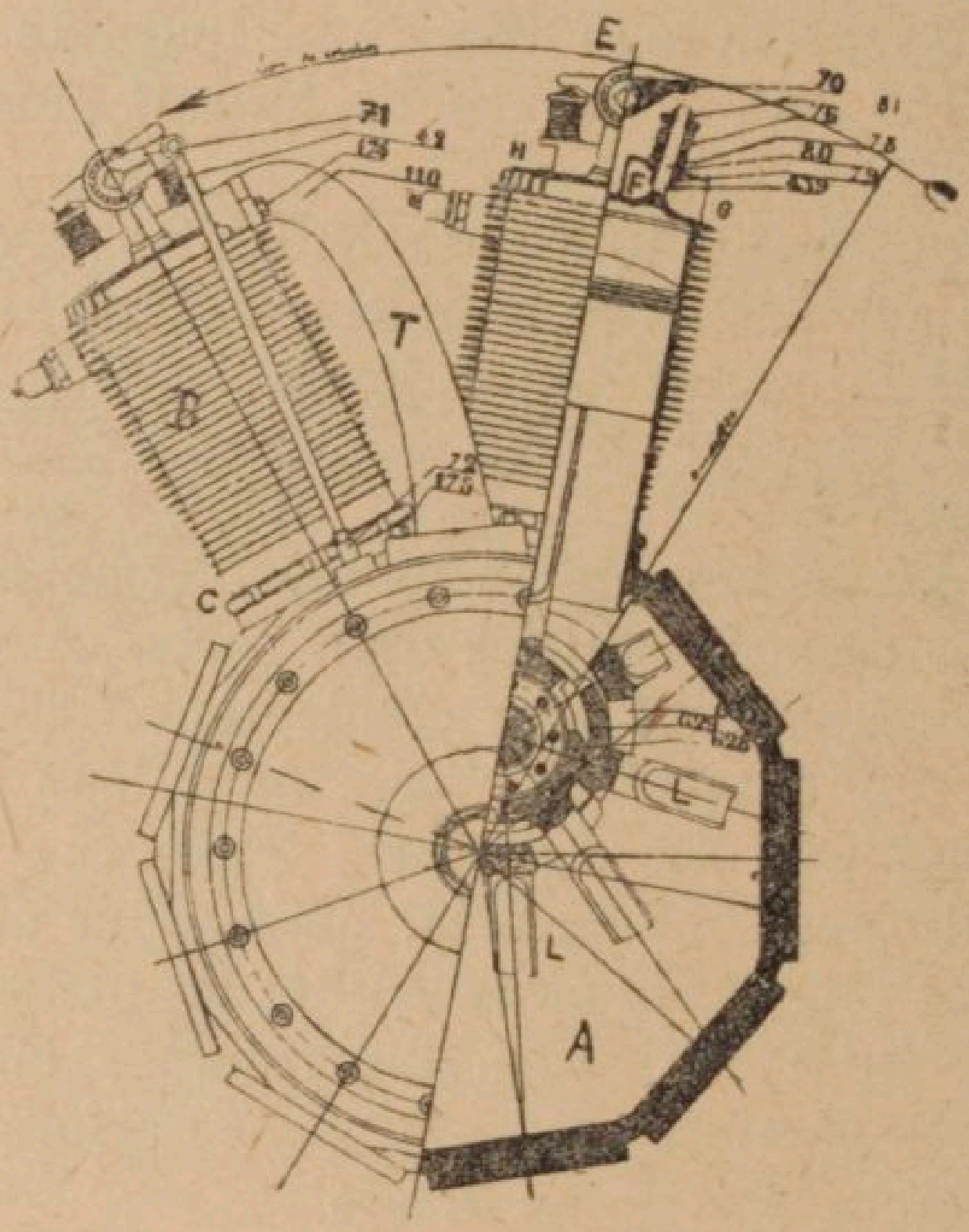


Fig. 183.

indiquée plus haut (fig. 183). Elles sont rattachées au vilebrequin par deux coquilles reposant sur le maneton par l'intermédiaire de deux roulements à billes. Ces coquilles enserrent les talons des bielles et leur permettent de coulisser dans des rainures prévues à cet effet .

Des vis munies de rondelles Grower réunissent les deux coquilles.

Les pistons sont en fonte et portent quatre rainures dans lesquelles viennent se loger des segments

du type courant, mais en acier spécial et très petits.

Deux cames commandent neuf basculeuses installées dans le carter et agissant sur les tiges de commande 42 (fig. 184).

Les basculeurs 70 sont animés par les tringles 42 d'un mouvement d'oscillation provoqué par le roulement des galets sur les cames placées dans une boîte centrale, et invisibles sur la figure. Ce mouvement assure les ouvertures d'admission et d'échappement.

Les basculeurs de carter portent leur axe au milieu ; les tiges 42 agissent à l'une des extrémités et les galets sont montés à l'autre. De sorte que lorsque le moteur tourne, la force centrifuge agissant sur la tige tend à appliquer le galet sur sa came.

CHAPITRE VIII

DISPOSITIFS DE COMMANDE

Généralités. — Le chapitre premier, au paragraphe « Manœuvre des avions », expose d'une façon suffisamment complète les principes de la manœuvre des avions pour qu'il nous soit inutile d'y revenir ici. Nous pouvons donc aborder directement la réalisation des dispositifs divers permettant au pilote d'imprimer aux organes prévus à cet effet les mouvements nécessaires.

Un bon dispositif de commande doit être tel que les mouvements à exécuter par le pilote pour manœuvrer son appareil soient autant que possible instinctifs. D'autre part, il faut que les commandes se réduisent au minimum, afin d'éviter toute erreur.

Dans ces conditions, on est naturellement amené à concentrer les commandes sur une seule pièce qui est entre les mains du pilote, mais on n'a pu encore parvenir à réunir ainsi les commandes de stabilité et de direction.

En général, la stabilité latérale et la stabilité longitudinale sont assurées par la manœuvre des bras, tandis que la direction est assurée par le mouvement des pieds.

Les constructeurs ont adopté pour réaliser cela des dispositifs divers dont nous allons décrire quelques modèles.

Commandes Blériot. — Dans les monoplans Blériot, la direction est assurée par le mouvement d'un palonnier sur lequel agissent les pieds du pilote, tandis que les mouvements de stabilité et de variation d'altitude sont obtenus grâce à la manœuvre d'un volant V placé devant le pilote (fig. 184 et 185).

Le volant V est fixé à l'extrémité d'un tube *t* articulé sur le plancher du fuselage F, au moyen d'une croix de cardan C.

Sur le tube *t* est montée une cloche *a* aux bords de laquelle viennent s'attacher en des points diamétralement opposés quatre câbles *b*, *d*, *g* et *e* (fig. 184).

Deux des câbles opposés servent à commander le gauchissement des ailes par l'intermédiaire d'un levier L (figure 184) fixé sous le fuselage. Les deux autres se rendent au levier de commande du stabilisateur *g* (fig. 168).

L'examen de la figure 186 indique nettement la marche des câbles.

Nous voyons sur cette figure que les câbles C se rendent au gouvernail de direction *d* et qu'il suffit d'agir sur le palonnier L pour obtenir le mouvement de *d*.

Si nous portons le volant V à droite ou à gauche, l'un des câbles *a* exerce sur une des ailes une traction qui la gauchit et le câble *f* transmettant l'effort à l'autre aile la relève.

Si on tire à soi le volant, le câble *b* agit sur le stabilisateur ou gouvernail d'altitude *g*, diminuant ainsi l'incidence de celui-ci, ce qui détermine la montée de l'avion. La manœuvre inverse amène la descente.

Le dispositif de Blériot est très simple et a toujours

fourni de bons réultats. Il a subi de nombreuses modifications suivant les constructeurs. On peut, en effet, le réaliser de façons diverses, par exemple en adoptant un simple tube d'acier articulé en un

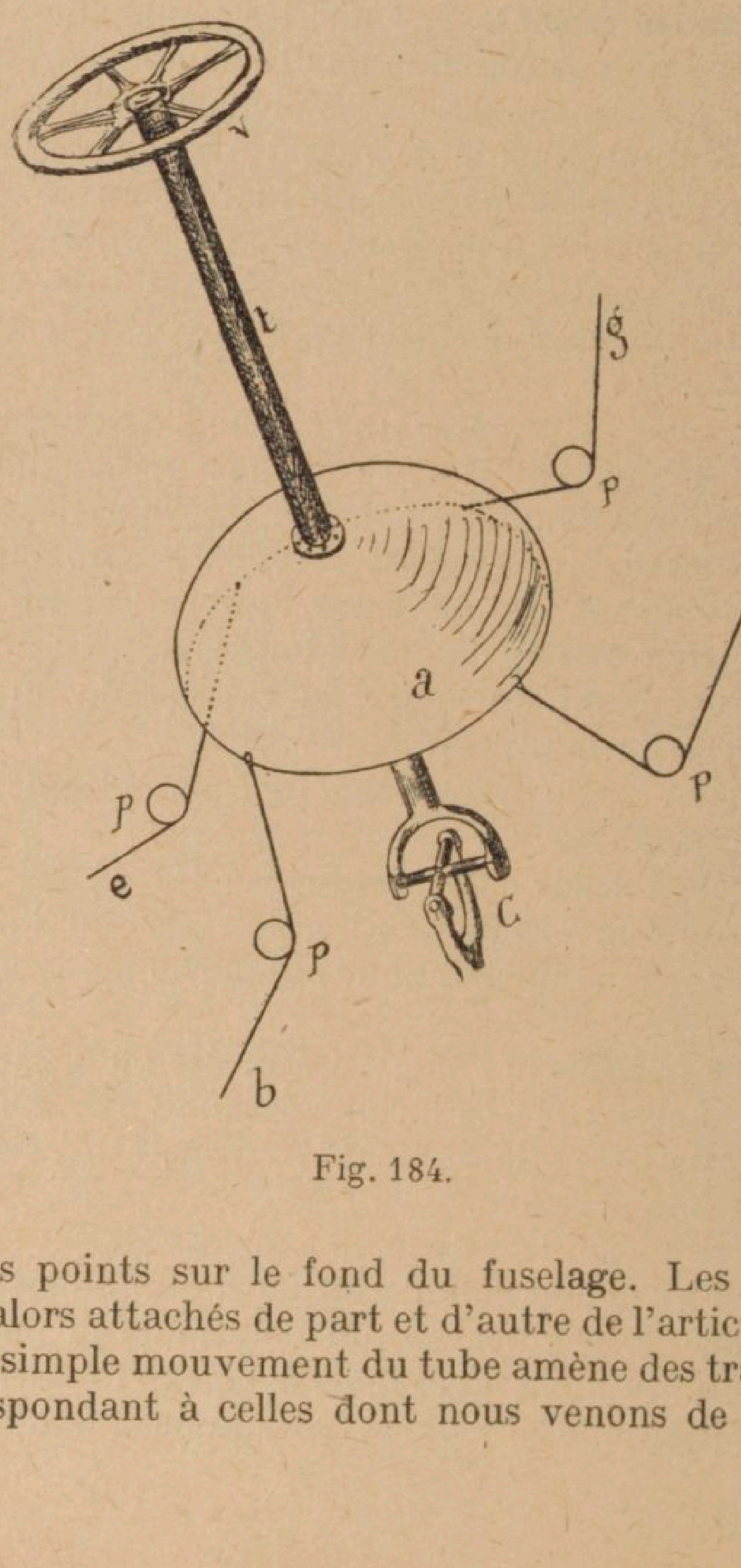


Fig. 184.

de ses points sur le fond du fuselage. Les câbles sont alors attachés de part et d'autre de l'articulation et un simple mouvement du tube amène des tractions correspondant à celles dont nous venons de parler.

Dans le monoplan Nieuport, ancien modèle, le palonnier, au lieu de commander la direction, com-

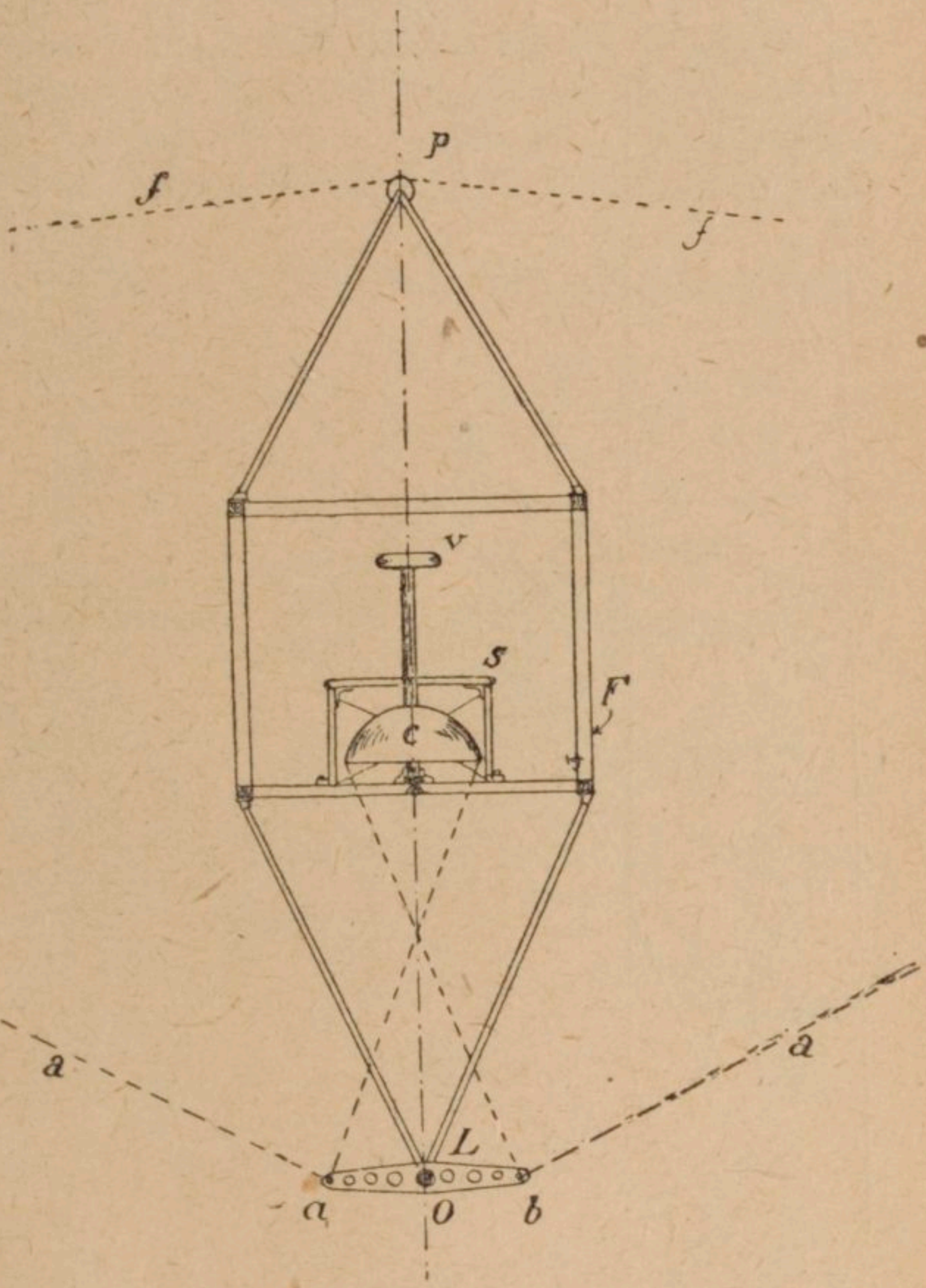


Fig. 185.

mandait le gauchissement des ailes. Cette innovation a été abandonnée dans la suite.

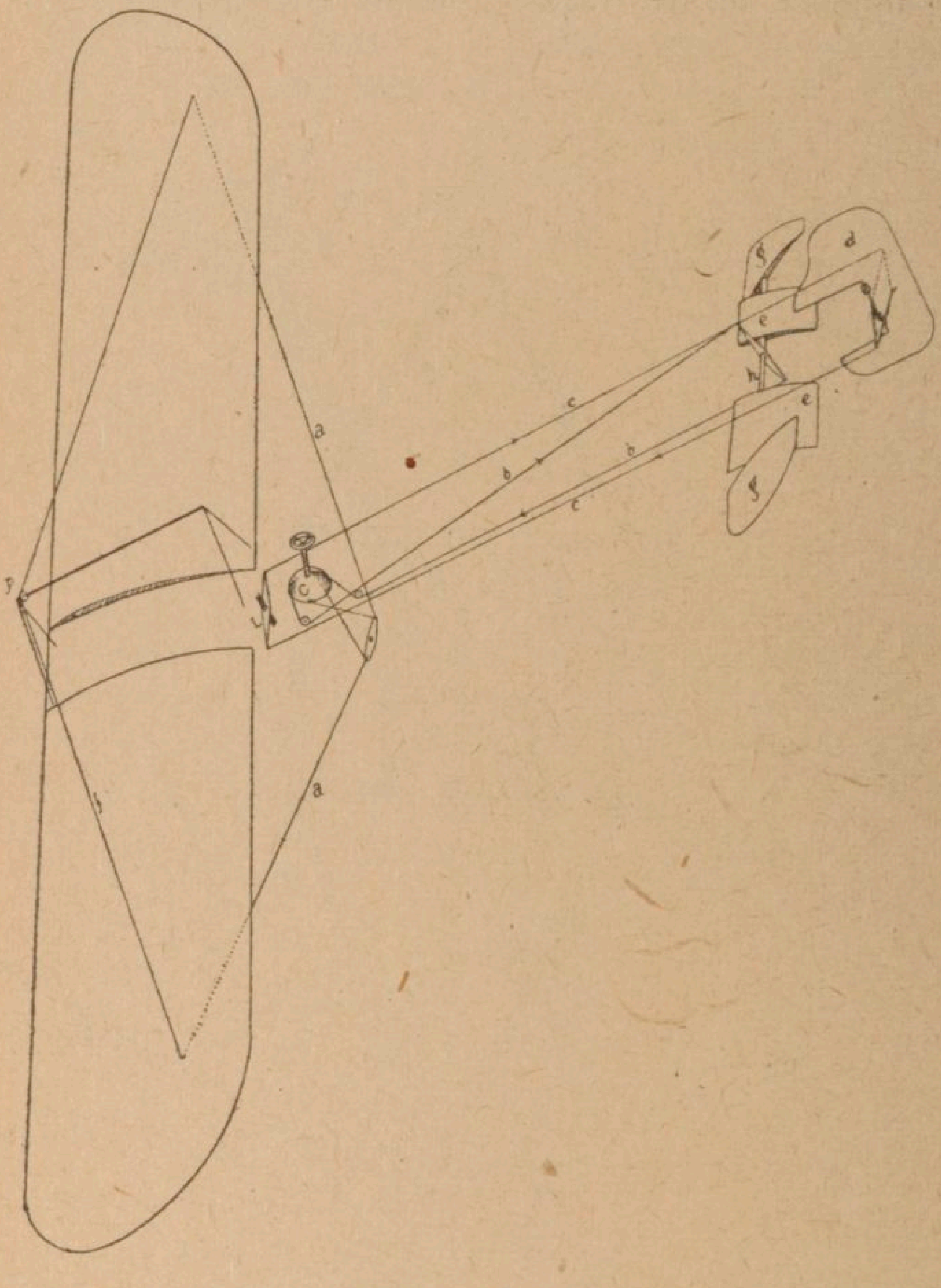


Fig. 186.

Commandes Deperdussin. — La figure 141 montre nettement le système de commande adopté sur les premiers appareils Deperdussin.

Un *pont* en bois portant un volant placé devant le pilote pouvait osciller d'avant en arrière ou inversement. Ce mouvement commandait la variation d'altitude ; le gauchissement des ailes était assuré par la rotation du volant.

Aujourd'hui, l'emploi du simple manche à balai s'est généralisé.

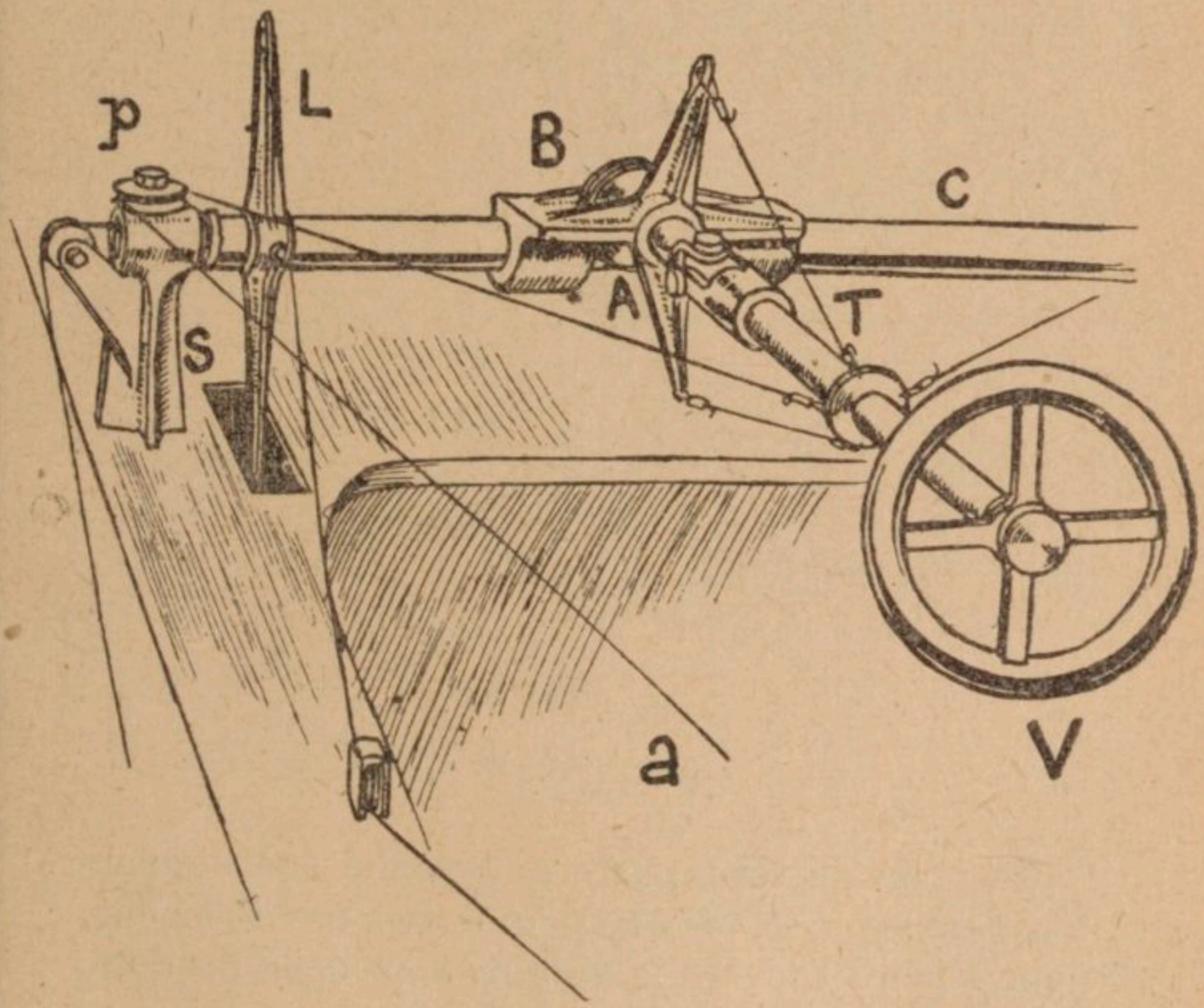


Fig. 187.

Commandes A. O. F. — Cependant, signalons le système de la figure 187, adopté autrefois sur quelques monoplans.

Le volant V, placé devant le pilote, commande un premier tube T articulé en A et pouvant osciller dans le plan horizontal. La pièce B montée sur le tube transversal C est traversée par un tronçon de tube, complément du tube T. Elle lui sert de paliers.

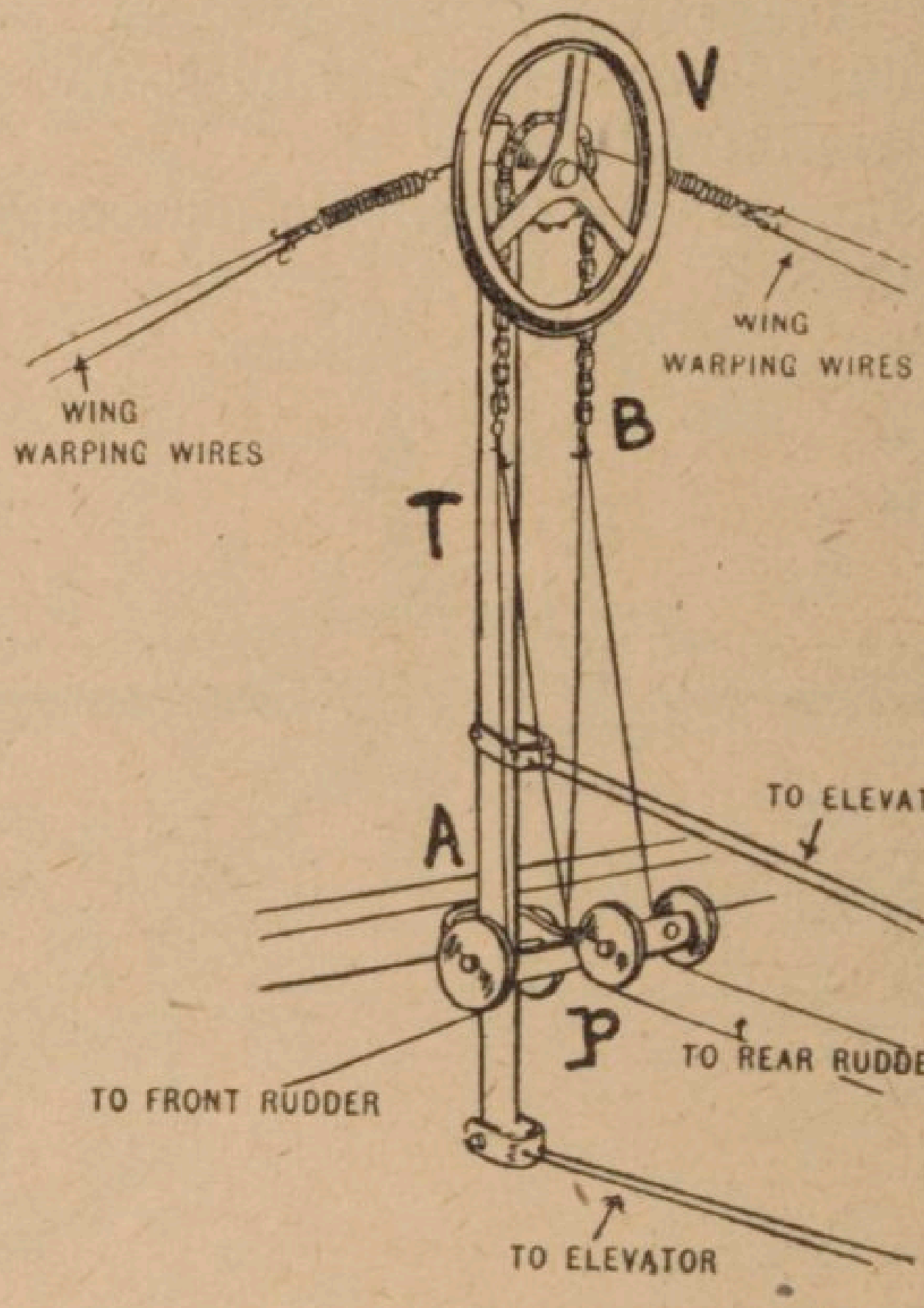


Fig. 188.

Le tronçon de tube porte une poulie sur laquelle s'attachent les câbles de commande du gauchissement. Si nous faisons tourner le volant, nous agissons donc sur la stabilité latérale.

Si nous portons le volant à droite ou à gauche, nous exerçons sur les câbles *a* une traction qui se transmet par les poulies *p* au gouvernail de direction.

Le tube transversal C peut tourner dans les sup-

ports S où des paliers lui sont ménagés. Il comporte des leviers L aux extrémités desquels aboutissent les câbles commandant le gouvernail d'altitude. Pour imprimer un mouvement à ce dernier, il suffit donc d'élever ou d'abaisser le volant.

Le dispositif que nous venons de décrire offre l'avantage de concentrer toutes les manœuvres, mais il a l'inconvénient de n'être pas instinctif.

Commandes Bréguet. — La figure 188 montre le système de commande Bréguet. Dans celui-ci, le tube T portant le volant V peut osciller dans tous les sens autour d'une articulation A. Les câbles allant au gouvernail d'altitude sont attachés au-dessus et au-dessous de cette articulation, de sorte que le mouvement du tube d'avant en arrière ou inversement suffit à faire monter ou descendre l'avion.

Le gauchissement s'obtient par les efforts qui s'exercent directement sur les câbles C lorsqu'on porte le volant de côté.

Quant à la direction, elle s'obtient par la simple rotation du volant. Celui-ci est muni d'une roue dentée sur laquelle est installée une chaîne B rattachée aux câbles qui se rendent au gouvernail après avoir passé dans les poulies *p*.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER. — **Considérations générales sur l'avion** 5

Généralités, 5. — Résistance opposée par l'air au mouvement des corps qui s'y déplacent, 5. — Résultats des expériences, 9. — Résistance de l'air sur les plans inclinés, 13. — Principe de l'aréoplane 16

Divers types d'avions 21

A. — Monoplans 21

B. — Biplans et triplans 28

Manœuvre des avions 37

CHAPITRE II. — **Matériaux employés en constructions aéronautiques** 42

A. — *Bois* 43

Bois contreplaqués 48

B. — *Métaux* 50

a) Aciers 51

Boulonnerie 53

Tubes 54

Fils 55

Tôles 57

b) Aluminium 59

c) Duralumin 61

C. — *Toiles* 63

Enduits et vernis 66

D. — *Caoutchouc* 69

CHAPITRE III. — **Ailes et plans** 71

Constitution générale d'une aile 74

Longerons 76

Construction des nervures 83

Nervures en bois 84

Nervures flexibles 92

Nervures métalliques 99

Montage des nervures sur les longerons 101
Mâts 110
Fixation des ailes sur les fuselages 119
Plans secondaires 124
Entoilage 126

CHAPITRE IV. — **Fuselages.** 128
Généralités, 128. — Poutres de réunion, 129. — Fuselages 137

CHAPITRE V. — **Dispositifs d'atterrissage** 151
Généralités, 151. — Châssis Blériot 1911, 152. — Châssis Antoinette, 153. — Châssis R.E.P., 155. — Châssis Nieuport, 157. — Châssis Bayard-Clément, 157. — Châssis Deperdussin 159

CHAPITRE VI. — **Hélices** 164
Généralités, 164. — Détermination de la surface de la pale dans l'espace, 164. — Modelage de l'hélice, 166. — Hélices métalliques, 166. — Hélices en bois, 175. — Hélices à charpente 185
Hélices centrifuges 186
Divers types d'hélices et procédés de construction 187
Hélices à pas variable 188

CHAPITRE VII. — **Moteurs** 191
Moteurs à cylindres fixes 197
Moteurs Renault à refroidissement par air, 197. — Moteurs Hispano-Suiza à refroidissement par eau, 204. — Moteurs Renault à refroidissement par eau, 210. — Moteurs Salmson... 222
Moteurs rotatifs 231
Moteurs Le Rhône 233

CHAPITRE VIII. — **Dispositifs de commande** 236
Généralités, 236. — Commandes Blériot, 237. — Commandes Deperdussin, 241. — Commandes A.O.F., 241. — Commandes Bréguet 243

ORLÉANS. — IMP. H. TESSIER

Pour paraître régulièrement à partir de Mars 1921.

Bibliothèque Professionnelle

Publiée sous la direction de M. RENÉ DHOMMÉE

INSPECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

120 volumes in-18 rais. (10,5 × 16,5) de 300 à 350 pages avec nombreux dessins.

Chaque volume se vend séparément de **6** à **8** francs.

Donner à chacun (apprenti, ouvrier, contremaître, employé) le moyen commode, sûr. d'acquérir les *connaissances pratiques*, les *tours de main* qui rendront son travail plus intéressant et plus rémunérateur, cela avec d'abondantes illustrations, sous une forme claire, en peu de mots, grâce à l'enseignement des *spécialistes* les plus autorisés, tel est le but de la *Bibliothèque professionnelle.*

Conçus dans un esprit essentiellement *pratique* (étude des matériaux, des produits et de l'outillage; explication raisonnée des procédés de travail les *meilleurs* et les plus *modernes*), pouvant facilement être mis à la poche, d'un prix très modéré, les *Manuels* de la Bibliothèque professionnelle constitueront le guide indispensable de tout travailleur intelligent et avisé. C'est dire qu'ils seront, aussitôt parus, dans toutes les mains.

Librairie J.-B. BAILLIÈRE et FILS

PARIS — 19, rue Hautefeuille — PARIS

Bibliothèque Professionnelle

Publiée sous la direction de M. RENÉ DHOMMÉE

INSPECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

Avec la collaboration des spécialistes les plus compétents :

MM. Lanave, Ing. A. M. — Maurer, Curchod, Cornet, prof. à l'Éc. d'élec. et de méc. ind. de Paris. — Lagardelle et Vincent chef des travaux aux Éc. prat. de Châlons et d'Agen. — Godeau, Gaschet et Bigerelle, dir. des Écoles prof. de Chartres, de Marmande et d'Auxerre. — Vauclin et Long, dir. des frigos du Havre. — Hamm et Guilvert, dir. et prof. aux Éc. décorat. de la Gironde et de Melun. — Leroux et Duchesne, dir. de l'Éc. de vannerie de Fayl-Billot. — Ferrand, de la dir. de l'Urbaine-Seine. — Angé, prof. Éc. sup. de Comm. de Paris. — Roblin, prof. à l'Éc. prof. du papier, etc., etc.

---

120 vol. in-18 raisin de 300 à 350 pages avec nombreux dessins.

Chaque volume se vend séparément de 6 à 8 francs.

I. — MANUELS DE L'ALIMENTATION

Boulangerie, pâtisserie, biscuiterie.
Boucherie.
Charcuterie, équarrissage.
Brasserie.
Confiserie, chocolaterie.
Cuisine.
Epicerie.
Industrie et comptabilité hôtelière.
Crèmerie (Lait, beurre, fromage).
Meunerie.
Conserves de viandes, salaisons. Conserves de fruits. Conserves de légumes.
Sucrerie, distillerie, liqueurs.
Vins, cidres, poirés, eaux gazeuses.

II. — MANUELS DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

Architecture.
Charpente en bois.
Charpente en fer.
Ciment, ciment armé.
Fumisterie, chauffage, ventilation.
Maçonnerie, ravalement.
Menuiserie, parquetage, treillage.
Métrage et vérification, arpentage.
Modelage, plafond, stuc.
Pavage, carrelage, mosaïque.
Peinture en bâtim., vitrerie, pap. peints.
Travaux publics (2 vol.).
Peinture en décors, filage, lettres.
Plomberie, installations hygiéniques, zinguerie, couverture.
Serrurerie, fer forgé.
Taille des pierres, marbrerie.
Cantonnier.

III. — MANUELS DES INDUSTRIES TEXTILES, DU VÊTEMENT ET DE LA MODE

Bonneterie.
Broderie mécanique, tulle, dentelle méc.
Dessin pour tissus, lecture, piq. du dessin.
Corderie, filet à la main, filet mécanique.
Filature. Tissage.
Passementerie, lacet, rubanerie.
Blanchissage, repassage.
Chapellerie en feutre, paille, soie. Modes.
Chemiserie, lingerie.
Coiffure.
Coupe, confection pour hommes
Couture.
Coupe, confection pour femmes.
Dentelle et broderie à la main.
Fleurs et plumes.
Mercerie.
Pelleterie, fourrures.

IV. — MANUELS DES INDUSTRIES D'ART

Bijouterie, joaillerie, orfèvrerie.
Boutonnerie, peignes.
Bronzes d'art.
Dessin d'ornement, composition décorative.
Dessin industriel.
Décoration du cuir, peinture sur étoffes.
Pyrogravure, enluminure. Peinture au pochoir, Cuivre et étain repoussés.
Gravure, ciselure, décor. des métaux.
Lutherie, pianos, orgues, accord.
Lunetterie, instruments d'optique.
Jouets.

V. — MANUELS DES INDUSTRIES DU PAPIER ET DU LIVRE

Cartonnage.
Commis papetier.
Imprimerie, typographie, clichage.
Lithographie.
Gravure, héliogravure, photogravure.
Photographie.
Reliure.

VI. — MANUELS DES INDUSTRIES DU BOIS ET DE L'AMEUBLEMENT

Abatage des bois, sciage, cubage, sabots.
Balais, brosses, soufflets, cannes, emball.
Carrosserie, charron, peint. voit.
Ebénisterie, dorure, laque, marqueterie.
Industrie du liège.
Moulures. Encadrement.
Tapissier décorateur.
Tournage du bois, sculpture sur bois.
Tonnellerie, boissellerie.
Vannerie.

VII. — MANUELS DES INDUSTRIES CHIMIQUES, CÉRAMIQUE, etc.

Porcelaine. Briques, tuiles, produits réfractaires.
Couleurs et vernis.
Encres, cirages, colles.
Droguerie, herboristerie.
Fabrication des produits chimiques.
Industrie du gaz, appareillage.
Parfumerie.
Teinturerie, apprêtage.
Verrerie, cristal., miroit., grav. sur verre.

VIII. — MANUELS DES CUIRS ET PEAUX, DU CAOUTCHOUC

Bourrellerie, sellerie.
Caoutchouc, gutta-percha, gomme factice.
Chamoiserie, maroquinerie, gainerie.
Ganterie.
Cordonnerie.
Tannage, mégisserie, corroyage.

IX. — MANUELS DE MÉCANIQUE

Ajustage (3 volumes).
Armurerie.
Automobiles (2 vol.) : a) *Construction, différents types ;* b) *conduite, entretien.*
Machines (2 volumes) : a) *Description ;* b) *Conduite, entretien et montage.*
Machines marines. Constructions navales.
Chaudronnerie.
Chemins de fer (2 volumes).
Cycles, motocyclettes.
Constructions aéronautiques.
Horlogerie.
Instruments de chirurgie, orthopédie.
Mécanicien frigoriste.
Mécanique et tournage de précision.

X. — MANUELS D'ÉLECTRICITÉ

Electrolyse, galvanoplastie, fours électrique.
Installations électriques particulières.
Installations électriques industrielles.
Moteurs électriques. Traction électrique.
Dynamos, alternateurs. Stations centrales, transport d'énergie.
Construction de réseaux d'énergie.
Télégraphie, téléphonie, ord. et sans fil.
Appareils de mesures électaiques.

XI. — MANUELS DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE

Aciéries.
Carrières, ardoisières, plâtrières.
Coutellerie, taillanderie.
Fabrique d'aiguilles, épingles, plumes.
Ferblanterie, lampisterie, poêlerie.
Forgeron.
Forges.
Hauts fourneaux et fonderies.
Maréchalerie, machines agricoles.
Mineur.
Modèlerie.
Quincaillerie, clouterie, tréfilerie.

XII. — MANUELS DES PROFESSIONS COMMERCIALES

Assurances.
Administration commerciale rurale.
Banque.
Commission, exportation.
Vente et représentation commerciale.
Publicité commerciale.
Transports (voie de terre, fer, eau, air).

Spécimen du plan résumé d'un des ouvrages
de la Bibliothèque professionnelle.

MANUEL DE MENUISERIE

(Parquetage-Treillage)

Par M. GODEAU, dir. des Cours prof. municip. de Chartres.

CHAPITRE I. — Bois employés en menuiserie.

Développement et *structure* des bois. Age des bois.
Propriétés des bois. Hygrométricité, dessiccation, retrait, gauchissement et gerçures. Qualités et défauts, élasticité, ténacité, dureté.
Débit des bois. — Méthodes, débit et qualité.
Conservation des bois. — Epoque d'abatage.
Classification des bois industriels : résineux, tendres, durs, de placage.

CHAPITRE II. — L'outillage.

Outillage à main. — Outils de maintien ; — à débiter ; — à corroyer ; — à profiler ; — à creuser ; — à percer ; — à mesurer et à tracer.
Outillage mécanique. — Scie à découper ; — à ruban, circulaire, affûtage. — Machines à raboter ; — à faire des tenons. Mortaiseuse. — Toupie. — Dangers des machines. Appareils de protection.

CHAPITRE III. — Premières notions sur l'assemblage.

Principales conventions du dessin de menuiserie. — Tracés usuels.
Choix des bois. Débit. — *Corroyage, son importance.* — *Assemblages.* Qualités générales : Assemblage en bois de fil, de travers, de bout ou entures.
Petits travaux simples de menuiserie.
Moulures. — Tracé et raccord des moulures. Art de moulurer.

CHAP. IV. — Menuiserie du bâtiment. — Construction, pose.

Menuiserie pleine à bois debout : portes, volets, claires-voies, barrières.
Menuiserie à châssis : huisseries, portes et lambris, croisées, volets et persiennes, etc.
Parquetages à l'anglaise, à coupe de pierre, à bâtons rompus, à point de Hongrie, à points chevauchés, en mosaïque. Pose des lambourdes et parquets.
Corniches et frontons. — Tracé et construction.

CHAPITRE V. — Menuiserie à fausses coupes.

Notions géométriques indispensables pour l'exécution des épures.
Arêtiers sur plan carré et plan rectangulaire.
Applications diverses : Auges, pétrins, trémies, marchepieds, etc.

CHAPITRE VI. — Escaliers. — Arêtiers.

Escaliers : Notions géométriques. — Différentes parties. Calcul. Epure. — Principaux types : Balancement. — Plafonds d'escaliers.
Arêtiers cintrés : Portes et persiennes cintrées en plan et élévation. — Voussures diverses.

CHAPITRE VII. — Notions sur les styles en menuiserie.

CHAPITRE VIII. — Construction et pose des treillages.

Spécimen du plan résumé d'un des ouvrages de la Bibliothèque professionnelle.

LE FORGERON

Par M. LAGARDELLE, chef d'at. Éc. nat. A. et M. de Châlons.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I. — La Forge.

But. — Forges diverses. — Bâti de forge métallique. — Différentes sortes de tuyères. — Soufflets. — Ventilateurs. — Aspirateurs de fumée. — Accessoires de la forge. Allumage, conduite et entretien du feu. — Position de la pièce à chauffer dans le feu. — Appréciation des différentes températures. — Nature et qualités des combustibles à employer à la forge. Forges portatives.

CHAPITRE II. — Le forgeage (généralités).

Matières premières employées à la forge : Fer et ses dérivés.
Règles de forgeage du fer et des aciers au carbone.
Recuit des pièces forgées. — Trempe. — Revenu après la trempe. — Exemples de trempe. — Cémentation. — Différents genres de travaux demandés au forgeron.

CHAPITRE III. — L'outillage.

Outillage mobile. — *Marteaux. — Outils tranchants. — Outils de chassage; — de perçage; — de rivetage; — d'étampage; — de torsion; — de gabariage. — Outils servant au maniement des pièces.*
Outillage fixe. — *Enclume, accessoires. Description et emploi.*
Outillage de vérification. — *Calibres divers. — Gabarits. — Equerres. — Pied à coulisse. — Niveau. — Fil à plomb. — Marbre. — Trusquin. — Cales en V. — Exemple de montage pour vérification d'une pièce de forge.*

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE I. — Principales operations de forgeage.

Etirage. — Chassage. — Mandrinage. — Perçage. — Coudes et épaulements. — Torsion. — Rivetage. — Emboutissage. — Soudures. — Brasage et soudures diverses. — Principes généraux sur le choix des échantillons, sur l'équivalence du poids ou volumes. — Tenue du forgeron et du frappeur.

CHAPITRE II. — Application des principes de forgeage.

Assouplissement de la main. — Emploi du marteau seul. — Transformation d'une section carrée en section rectangulaire. — Emploi des marteaux pour l'ébauchage et des outils appropriés pour le finissage.
Fabrication des différentes pièces : *Prisme à base carrée de* 25 × 25 × 200. — *Cubes* : Clavettes, Tournevis, Ecrous. — Boulons. — Pitons. — Rivetage, emboutissage. — Modification des formes par refroidissement, etc.

CHAPITRE III. — Organisation de l'atelier.

Etablissement du prix de revient d'une pièce de forge.
Conseils sur l'organisation d'un petit atelier de forge.
Essais à chaud et à froid sur les fers et aciers.

Bibliothèque des Connaissances Utiles

à 7 francs 50 le volume

Collection de 100 volumes in-16 illustrés, d'environ 400 pages

Abadie. *Manuel de l'Infirmier.*
Arnou. *Manuel de l'épicier.*
— *Manuel du confiseur.*
Arnould. *La Basse-Cour.*
— *Le Rucher.*
— *Constructions rurales.*
Auscher. *Art de découvrir les sources*
Aygalliers. *Olivier et huile d'olive.*
Bachelet. *Conseils aux mères.*
Barré. *Manuel de génie sanit.*, 2 vol.
Baudoin. *Les eaux-de-vie.*
Beauvisage. *Les matières grasses.*
Bel. *Les maladies de la vigne.*
Bellair. *Les arbres fruitiers.*
Blanchon *Canards, oies, cygnes.*
— *L'art de détruire les anim. nuisib.*
— *L'industrie des fleurs artificielles*
Bois. *Le petit jardin.*
— *Les plantes d'appartements.*
— *Les orchidées.*
Bourrier. *Les industries des abattoirs.*
Brévans. *La fabrical. des liqueurs.*
— *Les conserves alimentaires.*
— *Les légumes et les fruits.*
— *Le pain et la viande.*
Brunel. *Agenda du photographe.*
Brunet. *Aide. Mém. de l'Agriculteur.*
Capus. *Guide du naturaliste.*
Champetier. *Les maladies du cheval.*
Clerc. *Aide.-Mém. de Photographie.*
Coupin. (**H.**). *L'aquarium d'eau douce.*
— *L'amateur de coléoptères*
— *L'Amateur des papillons.*
Couvreur. *Les exercices du corps.*
Cuyer. *Le dessin et la peinture.*
Dallet. *Les merveilles du Ciel.*
Dalton. *Physiologie et hygiène.*
Denaiffe. *La culture fourragère.*
Donné. *Conseils aux mères.*
Dujardin. *L'essai commercial des vins.*
Dumont. *L'Alimentation du bétail.*
Dupont. *L'âge du cheval.*
Durand. *Manuel de viticulture.*
Dussuc. *Les ennemis de la vigne.*
Ferrand. *Premiers secours.*
Fitz-James. *La pratique de la viticult.*
Fontan. *La santé des animaux.*
Gallier. *Guide l'acheteur de chevaux.*
— *Le cheval anglo-normand.*
George. *Médecine domestique.*
Gobin. *Piscicult. en eaux douces.*
— *Pisciculture en eaux salées.*
Gourret. *Les pècheries de la Méditer.*
Graffigny. *Les ballons dirigeables.*
— *Les industries d'amateurs.*
Granger. *Les fleurs du Midi.*
Guénaux. *L'élevage du cheval.*
Gunther. *Médecine vétér. homœop.*
Guyot. *Les animaux de la ferme.*
Hall. *Le sol en agriculture.*
Héraud. *Les secrets de la science.*
— *Les secrets de l'alimentation.*
— *Les secrets de l'économie domest.*
— *Jeux et récréations scientif.*, 2 vol.
Hisard. *Formulaire de photographie.*
Hœnig. *Exercices physiques.*
Jouenne et **Perreau.** *Pêche en mer.*
Lacroix-Danliard. *La plume d'oiseaux.*
— *Le poil des anim. et fourrures.*
Larbalétrier. *L'alcool.*
Larue. *Le matériel agricole.*
Lefèvre. *Le chauffage.*
Le Hello. *Examen du cheval en vente*
Locard. *Manuel d'ostréiculture.*
— *La pêche et les poiss. d'eau douce.*
Londe. *Aide-mém. de photographie.*
Marec. *Électricité à la maison.*
Mégnin. *Nos chiens.*
Montillot. *L'éclairage électrique.*
— *L'amateur d'insectes.*
— *Les insectes nuisibles.*
Montserrat et **Brisac.** *Le gaz.*
Moquin-Tandon. *Botanique médicale.*
Moreau. *Les oiseaux de volière.*
Pertus. *Le chien.*
Petit. *Engrais en horticulture.*
Piesse. *Histoire des parfums.*
Poncins, *La motoculture.*
Relier. *Guide de l'élev. du cheval.*
Riche. *Monnaies médailles, bijoux.*
Rolet. *L'industrie laitière.*
Rouvier. *Hygiène de la prem. enfance.*
Rudolph. *Manuel du jardinier.*
Saint-Loup. *Les oiseaux de parcs.*
Saint-Vincent. *Médecine d. familles.*
Sauvaigo. *Cultures du Midi.*
Thierry. *Les vaches laitières.*
Vilmorin. *Manuel de floriculture,*

MANUEL DU DESSINATEUR INDUSTRIEL

I

PRINCIPES GÉOMÉTRIQUES ET APPLICATIONS TRACÉS ET CALCULS

Par M. Numa MORISE

Professeur honoraire de dessin et de technologie
de l'École Nationale d'Arts et Métiers de Châlons

Un vol. in-16 de 608 pages, avec 1.101 figures, cartonné. 30 fr.

II

PRATIQUE DU DESSIN
OUTILLAGE DU DESSINATEUR — CROQUIS COTÉS
DESSIN D'ORNEMENT — DESSIN GRAPHIQUE
APPLICATIONS — REPRODUCTION DES DESSINS

Un vol. in-16 de 700 pages, avec 890 figures, cartonné. 35 fr.

A l'aide de ce manuel, le dessinateur de profession, l'ouvrier d'art ou d'industrie, aura tout ce qu'il est indispensable de connaître théoriquement ou pratiquement. L'apprenti laborieux et intelligent n'ayant pas à sa portée de cours spéciaux de dessin industriel est certain d'arriver facilement, seul, sans maître, à posséder ce complément d'instruction technique qui accroîtra beaucoup sa valeur professionnelle.

Le tome premier de ce *Manuel*, dont il forme l'*introduction théorique*, contient un résumé des principes géométriques élémentaires, mais essentiels, que doit absolument connaître tout dessinateur industriel, ainsi que les tracés et calculs qui s'en déduisent.

Après des notions *préliminaires de géométrie*, le volume est entièrement consacré aux dessins de *Géométrie plane : Ligne droite et figures polygonales, angles, parallèles, polygones, lignes proportionnelles, polygones semblables. — Cercles et circonférences : arcs et cordes, positions relatives d'une droite et d'un cercle, positions relatives de deux cercles tracés, des droites et des circonférences tangentes entre elles, mesure des angles par les arcs, polygones inscrits et circonscrits à la circonférence, les lignes proportionnelles dans le cercle, les polygones réguliers, mesure de la circonférence. — Les Aires planes : aires des figures polygonales, transformation des surfaces, comparaison des aires des figures semblables, division des surfaces, figures équivalentes et figures isopérimètres. — Notions élémentaires de Trigonométrie. — Courbes planes usuelles : ellipse, hyperbole, parabole, enveloppes et enveloppées, cycloïde et épicycloïde, spirales.*

Le deuxième volume, au contraire, est entièrement consacré à la *pratique* de l'art qui nous occupe et qui, on le sait, comprend à la fois l'exécution des *croquis à main levée* et celle des *dessins proprement dits*, tracés à l'échelle, au moyen de la règle et du compas, qui constituent la *mise au net*, représentation définitive des objets considérés.

Le but que l'on se propose ici, c'est donc de faire acquérir par ceux à qui cet ouvrage est destiné, l'*habileté manuelle* qu'il est indispensable de posséder.

MANUEL DU MÉCANICIEN

MACHINES

PRINCIPES — DESCRIPTION — TYPES

Par M. DHOMMÉE
Inspecteur général de l'Enseignement technique

1 **vol. in-18** de 548 pages **avec** 483 **fig., cartonné..... 28 fr.**

Moteurs industriels. Moteurs animés. Moteurs à vent. Moteurs hydrauliques. Moteurs à vapeur: Principes. Production de la vapeur. Machine à vapeur. Moteurs à explosion et à combustion.

Transmission du travail et principaux appareils industriels d'emploi général. Transmission du travail dans les machines. Machines élévatoires. Ventilateurs. Compresseurs d'air. Appareils de levage et de manutention mécanique.

MANUEL DU MÉCANICIEN

MACHINES

MONTAGE — CONDUITE — ENTRETIEN

Par M. ALTEIRAC
Ingénieur A. et M.
Chef des travaux à l'Ecole pratique industrielle de Cette

1 vol in-18 de 282 pages avec 150 fig., cartonné..... 19 fr.

Montage. Généralités. Montage des machines.

Conduite. Généralités. Conduite des chaudières. Alimentation des chaudières. Incidents de marche.

Conduite des machines à vapeur.

Conduite des moteurs à expiosion. Contrôle du fonctionnement des machines.

Entretien des chaudières et des machines.

MANUEL D'AJUSTAGE

Par MM.

E. ALTEIRAC et R. LECERF

Ingénieurs des Arts et Métiers

1 vol. in-18 de 308 pages avec 290 figures, cartonné.. 19 fr.

Travail à la main. Matières premières. Les métaux ferreux. Essais des métaux.

Notions sommaires de fonderie et de forgeage. Instruments de mesure et de vérification. Traçage. Notions de dessin industriel. Limage. Burinage. Grattage, mandrinage, rodage, polissage. Perçage. Filetage et taraudage. Alésage. Sciage. Ajustage.

Trempe et soudure, fours à tremper, soudures.

Trempe et soudure, fours à tremper. Exercices et travaux.

MANUEL DE Constructions aéronautiques

Par F.-R. PETIT

Ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'Aéronautique et de l'Ecole pratique d'Electricité industrielle

1 vol. in-18 de 246 pages avec 188 figures, cartonné.... 19 fr.

Considérations générales. — Résistance opposée par l'air au mouvement des corps qui s'y déplacent. Résultats des expériences. Résistance de l'air sur les plans inclinés. Principe de l'aéroplane. Divers types d'avions. Monoplans, biplans et triplans. Manœuvre des avions.

Matériaux employés. — Métaux. Toiles. Caoutchouc.

Ailes et plans. — Constitution générale d'une aile. Longerons. Construction des nervures. Nervures en bois; flexibles; métalliques. Montage des nervures sur les longerons. Fixation des ailes sur les fuselages. Plans secondaires. Entoilage.

Fuselages. — Dispositifs d'atterrissage. — Généralités. Châssis Blériot; Antoinette; R. E. P.; Nieuport; Bayard-Clément; Deperdussin.

Hélices. — Moteurs. — Moteurs à cylindres fixes; Renault à refroidissement par air; Hispano-Suiza à refroidissement par eau; Renault à refroidissement par eau; Salmson; rotatifs; Le Rhône.

Dispositifs de commande. — Commandes Blériot; Deperdussin; A. O. F.; Bréguet, etc.

MANUEL DU TOURNEUR SUR MÉTAUX

Par R. DUBŒUF
Ingénieur A. et M.

1 volume in-16 de 250 pages avec 198 figures. Cartonné..... 20 fr.

Notions générales indispensables à un tourneur.
Dessin industriel. — Géométrie. Mécanique. 1° Filetages; 2° Transmission du mouvement; 3° Différentes qualités d'acier.
Le traçage. — Marbre. Vé. Cubes, Trusquin. Pointes à tracer. Règles, Compas, Equerres, Pointeau.
Comment tracer une pièce. — a) Centre d'un arbre; b) centre d'une couronne; c) centre d'un volant; d) tracé d'une poulie ou d'une pièce quelconque.
Tracé de pièces spéciales.
Instruments de mesure. — Le pied à coulisse. Vernier au 1/10. Pied à coulisse de profondeur. Jauges micrométriques. Palmer. Bagues et tampons. Calibres à fourche. Calibres à maxima et minima. Compas d'épaisseur et d'intérieur. Gabarits.
Description du tour parallèle à charioter et à fileter. Tour à charioter et à fileter.
Banc, la poupée fixe. Mouvement. Poupées avec poulies étagées. Poupée fixe avec mono-poulie. Dispositifs de commande de chariotage et de filetage. Commande de la tringle de chariotage. Commande de la vis mère. Commande par boîte de vitesses de la vis mère et de la tringle de chariotage. Poupée mobile.

MANUEL DU FRAISEUR

Par R. DUBŒUF
Ingénieur A. et M.

1 volume in-16 de 252 pages, avec 216 figures. Cartonné..... 19 fr.

Notions générales indispensables à un fraiseur. — *Dessin industriel*, géométrie, mécanique. *Traçage.* Instruments de mesure. Instruments du premier et du deuxième genre.
Généralités sur le fraisage. — Différents modes de fraisage. Étude de la fraise. La fabrication des fraises. Affûtage des fraises.
Description des fraiseuses. — Description des différents types, des différents organes, des différents mouvements. Mode d'emploi du diviseur.
Le travail à la fraiseuse. — Détermination des conditions de travail, vitesse de coupe, avance, débit. Le surfaçage ou usinage de faces planes. Le taillage des engrenages à la fraiseuse. La rectification des dentures d'engrenages. Etablissement d'un prix de revient. Le travail en série sur la fraiseuse.

MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

INSTALLATIONS PARTICULIÈRES

Éclairage, Chauffage, Sonneries, Tableaux indicateurs,

Par P. MAURER
Professeur à l'Ecole de Mécanique industrielle

4e *édition*, 1 vol. in-18 de 304 pages avec 147 fig., cart.. 19 fr.

Distribution de l'énergie électrique. — Systèmes de distribution. Canalisations souterraines, aériennes. Branchements.

Généralités. — Dérivations. Compteurs. Circuits d'éclairage. Schémas d'installation de lampes à incandescence. Isolement d'une installation. Nature des lampes. Lampes à arc. Lampes spéciales. Nature et répartition des foyers lumineux. Conducteurs. Exemples d'installation.

Exécution des installations. — Montages en fils apparents. Sur poulies. Sur serre-fils. Sur cloches, Epissures. Isolateurs d'arrêt. Montages fils souples. Sous moulures, etc. Pose. Montage avec conducteurs sous plomb. Traversée des murs et des planchers. Passage des plafonds. Fixation des appareils sur les murs. Installation des interrupteurs et commutateurs, etc. Montage des lampes. Lustres. Lampes appliquées au mur. Eclairage des ateliers, des vitrines. Illuminations. Enseignes lumineuses.

Chauffage électrique. — Sonnerie et tableaux indicateurs.

MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES

Par M. CHIROL
Ingénieur-Electricien (E. S. E.)

1 vol. in-18 de 332 pages avec 206 figures, cartonné.... 19 fr.

Notions générales d'électricité. — La matière et l'énergie. Principes de mécanique. Le courant électrique. Puissance électrique. Notions d'électricité statique. Condensateurs. Les aimants. Relation entre les courants et les aimants. Générateurs d'électricité. Les courants alternatifs.

Méthodes et appareils de mesures électriques. — Galvanomètre. Ampèremètres à courant continu. Voltmètres à courant continu. Appareils thermiques. Appareils électromagnétiques. Appareils enregistreurs. Transformateurs de mesure. Les compteurs. Compteurs d'énergie. Compteurs spéciaux. Mesure des résistances. Mesures des différences de potentiel et des intensités. Mesures des puissances. Mesures diverses. Principaux matériaux employés dans les appareils de mesures. La fabrication moderne. L'usinage des métaux. Montage et étalonnage.

MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

STATIONS CENTRALES

Dynamos, Alternateurs, Transport d'énergie

Par A. CURCHOD
Professeur à l'Ecole de Mécanique et d'Electricité industrielle

1 vol. in-18 de 328 pages avec 114 figures, cartonné·· 19 fr.

Electricité et magnétisme. — Corps conducteurs et corps isolants. Grandeurs électriques et unités. Magnétisme et électromagnétisme. Description d'une station centrale. Des dynamos et alternateurs. Construction des dynamos. Du fonctionnement des dynamos. Construction des alternateurs. Fonctionnement des alternateurs. Accumulateurs. Des transformateurs. Tableau de distributions. Appareillage. Installations à basse tension (courant continu); à haute tension (courant alternatif). Canalisations électriques. Postes de transformation et sous-stations. Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie.

MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

CONSTRUCTION DES RÉSEAUX D'ÉNERGIE

Par M. DAVAL
Ingénieur E. S. E.

1 vol. in-18 de 275 pages avec 102 figures, cartonné.... 19 fr.

Différents genres de distribution. — Distribution directe. Distribution indirecte. — Courant alternatif monophasé et diphasé. Alternatif triphasé. Alternatif haute tension. Postes de transformations. Sous-stations. Distribution série. Règlements relatifs à la construction des réseaux d'énergie.

Lignes aériennes. — Conducteurs. Isolateurs (types courants). Ferrures d'isolateurs. Supports. Poteaux métalliques. Consoles et potelets. Pylônes pour lignes à haute tension; en béton armé. Lignes catenaires. Appareils de coupure des lignes à haute tension. Essais des isolateurs.

Canalisations souterraines. — Postes de transformation et de sectionnement. Montage et entretien des lignes aériennes. Montage et entretien des canalisations souterraines. Montage et entretien des postes.

MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES INDUSTRIELLES

I

Choix du Matériel, Appareillage

Par René CABAUD
Ingénieur E. C. L. et E. S. E.

1 vol. in-18 d 316 pages avec 129 figures, cartonné.... 19 fr.

Etude générale des principaux facteurs à considérer dans le problème du choix d'une machine électrique. — Classification des machines électriques. Fréquence et nombre de phases des machines à courant alternatif. Vitesse. Rendement, consommation à vide.

Détermination des caractéristiques relatives aux machines électriques et des garanties à imposer aux constructeurs. — Dynamo à courant continu. Moteur à courant continu. Alternateur synchrone. Moteur synchrone; asynchrone; à collecteur. Transformateur statique. Commutatrice. Groupes convertisseurs.

Etude des caractéristiques utiles pour le choix de l'appareillage électrique. — Appareils de connexion, de déconnexion et d'interruption; de réglage; de protection; de mesure. Accumulateurs. Appareillage d'éclairage. Matériel de lignes.

MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES INDUSTRIELLES

II

Installations, Entretien et Contrôle

Par René CABAUD
Ingénieur E. C. L. et E. S. E.

1 vol. in-18 de 333 pages avec 70 figures, cartonné.... 19 fr.

Installations. — Principes généraux à observer dans l'organisation d'une installation. Quelques exemples d'installations électriques d'usines. Canalisations. Installations de tableaux de cabines, etc.

Entretien. — Nécessité et organisation d'un service d'entretien des installations électriques. Les consignes générales du service d'entretien. Enroulements et bobinage.

Contrôle. — Nécessité et organisation d'un service de contrôle des installations électriques. Les essais de contrôle. Etude de questions relatives à la tarification.

MANUEL DE L'ÉLECTRICIEN

MOTEURS ÉLECTRIQUES
TRACTION ÉLECTRIQUE

Par M. STRULOVICI
Ingénieur-Electricien

1 vol. in-18 de 580 pages avec 334 figures, cartonné.... 28 fr.

Introduction. — Energie. Magnétisme. Electro-magnétisme. Moteurs à courant continu. Fonctionnement des moteurs à courant continu. Les courants alternatifs. Moteurs. Accessoires d'intallations des moteurs électriques. Montage et installations des moteurs. Dérangements des moteurs. Causes.

TRACTION ÉLECTRIQUE. — *Généralités. Avantages de la traction électrique.* — Comparaison de l'emploi des locomotives avec celui des automotrices. Construction des moteurs de traction. Moteurs à courants alternatifs. Régulation des moteurs. Moteurs à courant continu. Moteurs à courants alternatifs. Alimentation des moteurs.

MANUEL DE L'ARTIFICIER

ARTIFICES — POUDRES — EXPLOSIFS

Par A. E. EVIEUX
Ingénieur-Chimiste (E. C. I.)

1 vol. in-18 de 396 pages avec 107 figures, cartonné.... 22 fr.

Phénomènes de l'explosion. — Classification des explosifs. Qualités des explosifs.

Fabrication des explosifs. — Matières premières. Fabrication proprement dite.

Pyrotechnie. — Feu d'artifice. Cartonnages. Artifices de mise de feu. Mèches à feu, etc. Garnitures. Etoiles. Pluie, etc. Feux fixes. Lances, gerbes, etc. Feux mobiles. Fusées. Artifices d'intérieur. Combinaisons. Tir d'un feu d'artifice. Arrangement. Précautions pour le tir. Dosages des compositions. Formules de composition. Feux pour le théâtre. Flammes à alcool. Lumières au magnésium. Fusées paragrêle.

Explosifs dérivés du nitrate d'ammoniaque. — Explosifs chloratés. Explosifs pour mines. Nitroglycérines et dynamites. Emplois.

Pyroxye ou coton poudre. — Emploi des nitrocelluloses. Poudres sans fumée. Récupération des solvants. Explosifs pour chargement des projectiles. Explosifs divers.

Pratique des explosifs. — Amorces et procédés de mise de feu. Munitions pour armes à feu. Emploi des explosifs. Emploi des amorces électriques. Application des explosifs. Installation des bâtiments. Questions administratives. Analyse des explosifs et des matières premières.

MANUEL DU MINEUR

Par J. DENIS
Ingénieur civil des Mines

1 vol. in-18 de 384 pages avec 195 figures, cartonné.... 22 fr.

Notions géologiques sur le terrain houiller. Abatage. — Abatage à la main; aux explosifs; mécanique. Disposition des chantiers d'abatage. Boisage et soutènement. Remblayage. Transports. Transports souterrains. Transports au chantier. Roulage dans les plans inclinés. Roulage dans les galeries principales. Aérage, grisou et poussières. Généralités sur l'aérage. Grisou. Organisation de l'aérage. Poussières de houille. Eclairage des travaux souterrains. Epuisement. Fonçage des puits. Exécution du fonçage. Soutènement provisoire. Soutènement définitif. Fonçage en terrains très aquifères. Accidents et sauvetages. Eboulements. Explosions. Feux. Inondations. Coups d'eau. Premiers soins à donner aux blessés. Lectures des plans de mines. Réglage et emploi de l'indicateur de grisou Chesneau.

MANUEL DU PROSPECTEUR

Par P. BRESSON
Ingénieur civil des Mines

1 vol. in-18 de 452 pages avec 137 figures, cartonné.... 28 fr.

Notions de géologie. — Formation des gisements métallifères. Classification des gisements métallifères.

Prospection. — Etudes sur le terrain. Géologue et prospecteur. Recherche dans les alluvions. Recherche des gisements en place. Echantillonnage. Lecture des cartes géologiques. Accoutrement du prospecteur. Prospection en pays isolés. Etude des roches. Etude des minéraux. Etude des minerais. Travaux d'exploration. Sondage. Evaluation d'un gisement. Tableau de reconnaissance des minerais. Méthodes d'exploitation. Soutènement. Aérage. Eclairage. Circulation du personnel. Exhaure. Chantiers. Galeries. Plans inclinés. Puits. Triage à la main. Enrichissement mécanique. Traitement mécanique. Organisation générale. Conclusion.

MANUEL DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Par M. LECLERC
Ingénieur-Constructeu

1 vol. in-18 de 260 pages avec 214 figures, cartonné.... 19 fr.

Rappel de notions d'électricité. Les oscillations électriques. Télégraphie sans fil par ondes amorties. Les lampes à trois électrodes. Télégraphie sans fil par ondes entretenues. Téléphonie sans fil. Les matériaux employés dans la construction des postes. Construction des éléments des postes récepteurs. Lampe à trois électrodes et accessoires. L'antenne. Montages de réception. Les postes émetteurs. Les ondes courtes. Les mesures en T. S. F. Emploi des courants industriels avec les lampes à trois électrodes. Super-réaction. Renseignements divers sur l'exploitation des grands postes. Code Morse et signaux horaires.

MANUEL DE TÉLÉGRAPHIE ET DE TÉLÉPHONIE

Par M. LECLERC
Ingénieur-Constructeur

1 vol. in-18 de 317 pages avec 248 figures, cartonné.... 19 fr.

Notions d'électricité. — Le courant. Applications de la loi d'Ohm. Condensateurs et capacité. Magnétisme. Induction. Propriétés de courants véritables alternatifs ou vibrés. Séparation des courants. Les sources de courant. Piles. Accumulateurs. Dynamos et alternateurs. Notions d'acoustique. Eléments de construction. Les matériaux employés en électrotechnique. Les conducteurs. Les isolants. Fils en câbles. Bobines.

Télégraphie. — Principes. Télégraphe Morse. Appareillage. Accessoires. Installation des postes. Translation. Augmentation du rendement des lignes. Appareils imprimeurs.

Téléphone. — Principe. Construction des postes. Différents modèles de postes de réseaux et leur montage. Tableaux commutateurs. Standards et multiples. Réseau à batterie centrale intégrale. Téléphonie militaire. Augmentation du rendement des lignes. Postes pour installations privées. Lignes télégraphiques et téléphoniques.

MANUEL des CHEMINS de FER

I

ÉTUDE ET CONSTRUCTION

Par M. BOURDE

Ingénieur des Travaux publics de l'Etat

1 vol. in-18 de 444 p., avec 286 fig. et pl. Cartonné.... 28 fr.

Levé de plan. — Nivellement. — Notions générales. Jalonnage. Chaînage. Goniométrie. Méthodes de levé. Niveau. Les mires. Méthodes de nivellement. Représentation du terrain.

Dispositions générales. — Des fonctions générales des diverses parties. Voie. Ballast. Banquettes. Fossés. Talus. Profil général d'un chemin de fer. Conditions générales des tracés. Etudes définitives. Rédaction des projets.

Construction des chemins de fer. — Infrastructure. Terrassements. Organisation des chantiers. Ouvrages d'art. Fondations. Classification de terrains. Précautions à prendre dans les terrains affouillables. Maçonnerie. Matériaux. Composition des mortiers et bétons. Bois et métaux. Superstructure. Eléments de la voie. Disposition des éléments de la voie. Pose de la voie en courbes; de la voie des tramways sur les accotements des routes. Voies diverses. Bâtiments. Dépenses de constructions.

MANUEL des CHEMINS de FER

II

TRACTION, MATÉRIEL, EXPLOITATION, LÉGISLATION

Par M. BOURDE

Ingénieur des Travaux publics de l'État

1 vol. in-18 de **460** pages avec **75** figures, cartonné..... **28** fr.

Notions sur les machines à vapeur. — Propriétés de la vapeur d'eau. Emploi de la vapeur comme moteur. La locomotive. Traction et matériel de transport. Traction. Calcul de la locomotive. Types des locomotives. Installations nécessaires pour le service de la traction. Les freins. Eclairage et chauffage. Exploitation technique. Organisation des gares. Exploitation des gares et stations. Appareils destinés à garantir la sécurité. Télégraphes et téléphones. Mouvement. Etude de la marche des trains. Entretien des voies. Exploitation commerciale. Transport des voyageurs. Transport des marchandises. Utilisation du matériel de petite vitesse. Transports militaires. Législation.

MANUEL DU
Mécanicien Automobiliste
CONSTRUCTION — RÉPARATION

Par M. DUBŒUF
Ingénieur A. et M.

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 317 pages avec 310 fig., cart.. 19 fr.

Construction du châssis. — Rôle, fonctionnement et description des différents organes du châssis. — Moteur. Cylindres. Piston, bielles, vilebrequin. Carburateur, magnéto, bougies, etc. Graissage. Refroidissement. Radiateur. Lancement électrique. embrayage. Boîte de vitesses, cardan. Pont arrière. Différentiel. Essieu arrière. Suspension arrière. Roues amovibles. Essieu. Direction. Pneumatiques. Eclairage.

Construction. Montage. Réglage. — Moteur. Carter. Palier. Cylindres. Usinage. Différents montages. Segments. Bielle. Montage des vilebrequins. Usinage des soupapes, rodage, collecteur d'admission. Volant. Usinage des différentes pièces. Réglage du moteur. Vérification du volume de la chambre de compression. Réglage de la distribution. Rodage du moteur. Etablissement du pignon de la magnéto de l'arbre à cames. Moteur à 4, 6 et 8 cylindres. Pignon de commande de l'arbre à cames. Embrayage. Boîte de vitesses. Carter. Montage de la boîte. Montage des essieux. Usinage des fusées. Direction. Vérification. Ressorts. Etablissement des dimensions du ressort, tige de lames. Châssis. Emboutis, etc.

MANUEL de l'AUTOMOBILISTE
TYPES — CONDUITE — ENTRETIEN

Par M. LECERF
Ingénieur A. et M.

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 428 pages avec 207 figures, cartonné. 25 fr.

Achat d'une voiture automobile. Formalités administratives.
Descriptions générales des véhicules automobiles.
Quelques types de véhicules automobiles à quatre roues. — La voiture de ville; la 10 HP Citroën; la 10 HP Renault; la voiture de tourisme; la 16 HP S. S. Panhard; la HP 6 cylindres Rochet-Schneider. Les camions; camion 1 tonne Rochet-Schneider; camion 3 tonnes Renault; camion 5 tonnes Berliet. Les tracteurs; tracteur Renault (à chenilles); tracteur Kegresse: Hinstin (dits); tracteur Latil à 4 roues motrices et directrices). Les carburants.

Conduite de la voiture. — Voyages en automobile. Entretien de la voiture. Les pannes. Les réglages. Pertes de puissance dans les moteurs. Eclairage et démarrage électriques. Pannes irréparables sur la route. Réparations diverses.

MANUEL DU CYCLISTE et MOTOCYCLISTE

BICYCLETTES, MOTOCYCLETTES, TRICYCLES, SIDE-CARS ET CYCLECARS

Par Eugène WEISS

Ingénieur des Arts et Manufactures

1 vol. in-18 de 362 pages avec 192 figures, cartonné.... 22 fr.

Bicyclettes et motocyclettes. — Les cadres. Fabrication et réparations. Les roulements. Montage. Transmissions. Changements de vitesse. Les roues. Les pneumatiques. La direction. Stabilité. Suspension. Les freins. L'éclairage. Bicyclettes à moteurs. Les moteurs de motocyclettes. Le carburateur. Embrayage. Changement de vitesse. Allumage. Le graissage. Montage d'une bicyclette. Entretien. Montage de la motocyclette. Tandems. Triplettes, etc. Bicyclettes et motos aquatiques. Comment retaper une vieille motocyclette.

Tricycles, side-cars et cyclecars. — Tricycles. Side-car. Les cyclecars. Types de cyclecars. Véhicules étudiés avec des dispositions spéciales: La Bedelia. Le cyclecar Blériot, à hélice, électrique, à glace. Principes de conduite. Visite et entretien des machines. Construction d'un cyclecar bon marché. Comment refaire le fini d'une carrosserie.

MANUEL DE L'ÉLECTRICITÉ DANS L'AUTOMOBILE

Par M. GRETZINGER, Ingénieur.

1 volume in-16 de 295 pages avec 162 figures. Cartonné..... 19 fr.

Le but de cet ouvrage est de venir en aide aux usagers de l'automobile contre les différents ennuis que peuvent donner les accessoires électriques.

Ce manuel donne un aperçu général sur la conception et l'entretien des organes électriques montés sur les voitures actuelles; il se compose de trois parties principales. La première, très sommaire, met le contact avec quelques principes théoriques du courant électrique; il est nécessaire de les connaître avant d'entrer dans les détails de construction qui constituent la seconde partie. Celle-ci décrit la conception et la fabrication des appareils actuels les plus courants. La troisième partie comprend la pratique qui conseille de quelle façon on monte les divers appareils, comment les entretenir; découvrir un ennui et savoir remédier à celui-ci, si l'on possède le matériel nécessaire. L'auteur s'efforce donc de faire connaître les organes les plus courants, de les suivre dans leurs divers fonctionnements et de signaler les défauts qui peuvent survenir et les remèdes à y apporter.

Table des chapitres. — Notions générales d'électricité. Allumage. Génératrice. Démarreurs. Accumulateurs. Appareils divers. Ampèremètre. Projecteurs. Canalisations. Conseils pratiques.

MANUEL DU FONDEUR

Par A.-E. FABARD

Ingénieur des Arts et Manufactures

1 vol. in-18 de 416 pages avec 124 fig., cartonné..... 25 fr.

Fontes et Essais. Fontes et alliages employés dans les fonderies. Mélanges. Matières employées dans les fonderies. Appareils de fusion et accessoires. Fours. Cubilots. Matériel et outillage de la fonderie. Engins de levage. Outillage du mouleur, du noyauteur. Travail du mouleur. Parachèvement des pièces moulées. Moulage et noyautage mécaniques. Fonderie de fonte malléable. Fonderie d'acier. Fonderie de bronze. Organisation des fonderies.

ÉLECTROLYSE ET GALVANOPLASTIE

FOURS ÉLECTRIQUES

Par Armand GARCIN

Ingénieur I. E. G.

1 vol. in-18 de 338 pages, avec 137 fig., cartonné..... 22 fr.

Lois de l'électrolyse. Conductivité des électrolytes. Etude des piles. Applications de l'électrolyse. Soude. Composés divers obtenus par électrolyse. Raffinage électrolytique des métaux. Galvanoplastie. Ozone. Fours électriques. Fours employés. Construction des fours. Electrométallurgie des métaux. Fontes et aciers électriques. Alliages ferro-métalliques. Alliages divers obtenus au four électrique. Produits nitrés synthétiques. Composés divers obtenus au four électrique.

MANUEL DE LA SOUDURE AUTOGÈNE

Par M. PIETTE

1 volume in-16 de 400 pages avec 200 figures. Cart.... *(Sous presse).*

Procédés d'assemblage permanents des pièces métalliques. Soudure autogène au chalumeau. Flammes soudantes. Les appareils à acétylène. L'Oxygène. Composition des postes de soudure. Les canalisations. Propriétés des métaux et des alliages considérés au point de vue de la soudure autogène. Exécution des soudures. Méthodes. Machines à souder au chalumeau. Défauts d'exécution des soudures. Essais et contrôle des soudures. Dilatation et Retrait. Soudure autogène au chalumeau des fers et aciers. Soudure autogène de la Fonte. Fontes malléables. Soudure autogène du cuivre, des laitons et des bronzes, de l'aluminium et de ses alliages divers. Brasure. Soudure. Soudure autogène à l'arc électrique. L'Oxy-Coupage.

MANUEL DU FORGERON

Par M. LAGARDELLE

Chef d'atelier à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Châlons

1 vol. in-18 de 420 pages avec 253 figures, cartonné.... 25 fr.

La forge. — Bâti de forge métallique. Différentes sortes de tuyères. Soufflets. Ventilateurs. Aspirateurs de fumée. Accessoires de la forge. Allumage, conduite et entretien du feu. Position de la pièce à chauffer dans le feu. Appréciation des différentes températures. Nature et qualités des combustibles à employer à la forge. Forges portatives.

Le forgeage. — Généralités. — Matières premières employées à la forge: fers et ses dérivés. Règles de forgeage du fer et des aciers au carbone. Recuit des pièces forgées. Trempe. Revenu après la trempe. Exemples de trempe. Cémentation. Différents genres de travaux demandés au forgeron.

L'outillage. — Outillage mobile. Outillage fixe. Outillage de vérification.

Principales opérations de forgeage. — Etirage. Chassage. Mandrinage. Perçage. Coudes et épaulements. Torsion. Rivetage. Emboutissage. Soudures. Brasage et soudures diverses.

Application des principes de forgeage. — Fabrication des différentes pièces: prisme à base carrée de 25×25×200. Cubes : clavettes, tournevis, écrous. Boulons. Pitons. Rivetage, emboutissage. Modification des formes par refroidissement, etc.

Organisation de l'atelier.

Manuel de Forgeage mécanique

Par G. LAGARDELLE

Chef de l'atelier des Forges à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne

1 vol. in-18 de 356 pages avec 263 figures, cartonné.... 22 fr.

Essais mécaniques. — Essais de traction. Striction. Essai de dureté. Relation entre le chiffre de Brinell et le chiffre de traction. Appareils « Guillery ». Recherche de la limite élastique en dehors de l'essai de traction. Aciers spéciaux. Influence de la composition des aciers sur leurs propriétés. Classification des aciers spéciaux.

Marteaux-pilons à vapeur. — Marteaux-pilons à vapeur à simple effet. Marche d'un marteau-pilon à simple effet. Marteaux-pilons à vapeur à double effet. Marteaux-pilons à air comprimé. Marteaux pneumatiques; atmosphériques; à ressort; à planche. Moutons.

Presses. — Classification des presses. Combinaisons de presses Machine à forger. Bulldozer. Laminoir de forge. Machine à fraiser et à scier à chaud. Machine à couder. Machine à refouler. Machine à cintrer ou à rouler.

Principales opérations de la forge mécanique. — Appareils de chauffage et de réchauffage. Classification des fours. Comparaison entre le chauffage au gaz et le chauffage aux huiles lourdes. Fours utilisant la houille. Fours utilisant le coke. Fours chauffés aux huiles lourdes.

MANUEL DU CHARRON-FORGERON

Par V. TAUPENOT
Chef d'ateliers de Carrosserie
et ancien professeur aux Cours de dessin de Carrosserie
de la Ville de Paris

1 vol. in-18 de 436 pages avec 478 figures, cartonné.... 25 fr.

C'est un spécialiste qui a écrit ce livre, il pratique lui-même et enseigne à ses camarades. Le livre abondamment illustré montre le maniement de chaque outil, expose les tours de main et joint à un savoir solide le savoir-faire qui est tout aussi indispensable. Voici les chapitres développés dans ce livre.

Les bois et l'outillage pour le travail des bois. — Les bois employés dans le charronnage. L'abatage. La dessiccation des bois. Le mesurage des bois.

L'atelier du charron-forgeron. Les machines-outils. L'établi. L'outillage à main. Le charronnage à l'établi. Les roues en blanc. Les roues à moyeux métalliques. Les avant-trains. Le montage des essieux. Carrosseries automobiles.

Notions élémentaires sur le travail du fer. L'outillage. Le forgeage. La fabrication des cercles ou bandages des roues. Le forgeage des tenailles. Les ressorts des essieux.

Notions de commerce.

MANUEL DU MARÉCHAL-FERRANT

Par J. ALLAROUSSE
Ancien vétérinaire principal de l'armée, Professeur de Technologie
à l'Ecole supérieure de Maréchalrie de Paris

1 vol. in-18 de 328 pages avec 212 fig., cartonné..... 19 fr.

Le pied du cheval. — Fonction du pied et rôle de ses parties constituantes. Le beau pied. Pieds défectueux. Aplomb des membres et du pied.

La forge. Matières premières nécessaires au maréchal. Description du fer à cheval. Comment on forge le fer à cheval. Le clou maréchal. Le cheval à la forge.

Comment il faut ferrer le cheval. Ferrure selon les services. Ferrures spéciales ou exceptionnelles. Ferrures à glace. Fers pathologiques. Ferrures pathologiques. Maladies du pied. Ferrures appropriées. Ferrure du mulet, de l'âne et du bœuf. Soins hygiéniques à donner aux sabots. Des boiteries. Autres maladies du pied. Prix de revient d'une ferrure neuve. Responsabilités du maréchal-ferrant.

Premiers soins à donner à un cheval malade. Médications les plus usuelles.

LES TRAVAUX PUBLICS

Par J. BOURDE
Ingénieur des Travaux publics de l'Etat

Tome I

Matériaux et résistance des matériaux. — Béton armé Murs de soutènement et de revêtement. — Hydraulique

1 vol. in-18 de 371 pages avec 121 fig., cartonné..... 22 fr.

Rappel des principes de mécanique élémentaire. — Résistance des matériaux. — Etude de la traction. Etude de la compression. Etude du frottement. Etude de la flexion. Mesure des déformations. Cisaillement, effort tranchant.

Matériaux de construction. — Matériaux naturels. Matériaux artificiels. Maçonneries. Murs de soutènement. Les voûtes.

Béton armé. — Généralités. Choix, qualités et proportions des matériaux mis en œuvre. Résistances aux divers efforts du béton non armé. Résistance de l'acier aux divers efforts. Résistance du béton armé aux divers efforts. Méthodes de calculs. Calculs dans le cas de compression simple (poteaux). Calculs dans le cas de flexion simple. Notes sur l'exécution des travaux. Traction simple.

Hydraulique. — Ecoulement des eaux. Utilisation de l'eau comme moteur. Les roues hydrauliques. Les turbines.

Tome II

Routes et chemins. — Travaux maritimes Rivières et canaux

1 vol. in-16 de 404 pages avec 111 figures, cartonné.... 22 fr.

Les voies de communication. — Routes et chemins. Pavage en bois et pavés artificiels. Revêtement utilisant les liants hydrauliques. Chaussées en bétons spéciaux. Revêtements asphaltiques. Pavés et carreaux agglomérés avec un liant asphaltique. Chaussées silicatées. Chaussées empierrées. Chaussées pavées. Pavage en pavés mosaïques.

Travaux maritimes. — Effets de la mer. Des vents et des marées. Côtes et plages. Protection des côtes, etc.

Rivières et canaux. — Les voies navigables. Rivières canalisees. Canaux latéraux. Aménagement des ports. Partie maritime des fleuves. Utilisation des ports. Réparation des navires dans les ports, etc.

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI: FRANCE, 10 %; ETRANGER, 15 %

***

MANUEL DE MAÇONNERIE

Par M. CABIAC

Ingénieur des Arts et Métiers

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 268 pages avec 221 fig., cartonné. 19 fr.

Notions de géométrie.

Matériaux entrant dans la construction. — Pierres. Matériaux céramiques. Sable. Graviers et cailloux. Plâtre. Chaux. Ciment. Mortiers. Bétons. Pisé de mâchefer. Produits comprimés. Carreaux en ciment. Pavés.

Outillage. — Fondations.

Maçonneries diverses. — Pierre de taille. Moellons. Meulière. Maçonnerie de briques. Béton et pisé. Maçonneries mixtes. Maçonneries incongelables. — *Caves. — Bâtiments en élévation.* — Murs de façade et de refend. Portes et fenêtres. Décoration des façades et des baies. Conduites de fumée. Cloisons intérieures. Planchers en fer. Balcons. Lucarnes. Chaînage.

Escalier en pierre. Ravalement. Etaiement. Echafaudage. Résistance des matériaux. Métré.

MANUEL DE LA COUPE DES PIERRES

Par M. MUGNIER

Entrepreneur de Travaux publics, Contremaître de Stéréotomie à l'Ecole pratique de Commerce et d'Industrie de Béziers

1 vol. in-18 de 268 pages avec 169 figures, cartonné.... 22 fr.

Eléments de géométrie pratique. — Propriété et classification des pierres.

Murs divers. — Plates-bandes et berceaux. Mur droit. Mur en talus. Mur rampant. Mur cylindrique ou en tour ronde. Mur conique. Appareil à la rencontre des murs. Pose et ravalement des murs. Plates-bandes; épure; taille des claveaux; pose d'une plate-bande. Appareils des berceaux : épure. Porte droite dans les murs divers : tracé de l'épure. Développement de l'intrados et des joints. Exécution d'un voussoir. Porte plein cintre dans un mur en tour ronde. Porte droite dans un mur biais. Porte en talus. Effet perspectif des voussoirs. Berceaux en descente.

Portes à voussures et trompes. — Tracé de l'épure. Elévation de face. Perspective des voussoirs. Taille des voussoirs. Arrière-voussure de Marseille. Arrière-voussure de Montpellier. Arrière-voussure de Saint-Antoine. Des trompes: trompe cylindrique; trompe conique sur l'angle.

Des voûtes et pénétrations. — Voûte canonnière. Voûte sphérique. Niche sphérique. Pénétration des voûtes; balcon à encorbellement; voûte en arc de cloître; voûte d'arête en tour ronde; lunettes.

Des escaliers. — Tracé des escaliers. Escalier à perron. Escaliers suspendus. Escaliers à noyau. Escaliers en vis à jour avec limon. Vis Saint-Gilles.

Pont biais. — Corne de vache à intrados gauche du biais passé. Appareil hélicoïdal.

MANUEL DE
la Fabrication des Briques, Tuiles
ET PRODUITS RÉFRACTAIRES

Par **A. CORNILLE**
Ingénieur A. E. M.

1 vol. in-18 de 306 pages avec 106 figures, cartonné.... 22 fr.

Fabrication des briques. — Briques de campagnes. Briques mécaniques. Briques des gros œuvres. Séchage. Transport des briques. Briques de parements. Cuisson. Briques vitrifiées. Briques émaillées. Briques spéciales. Briques creuses. Briques bleues. Briques légères. Briques de laitiers. Briques silico-calcaires. Briques de ciment et agglomérés.

Tuyaux. — Tuyaux de grès. Tuyaux de terre cuite.

Essais des briques et des tuiles. — Examen rapide. Gélivité. Porosité. Résistance mécanique.

Produits réfractaires. — Essai de réfractairité. Fours pour essais de réfractairité. Montres fusibles. Produits réfractaires argileux. Quotient réfractaire. Briques réfractaires. Pièces diverses. Creusets. Pots de verrerie. Cornues à gaz. Cornues à zinc. Cassettes. Cuisson des produits réfractaires argileux. Produits extra-réfractaires alumineux. Matières premières. Fabrication. Produits extra-réfractaires siliceux. Silice fondue. Produits basiques. Réfractaires magnésiens. Réfractaires dolomiteux. Réfractaires calciques. Produits extra-réfractaires carbonés. Carbone. Carborundum. Produits extra-réfractaires neutres. Fer chromé. Aluminate de magnésie. Produits réfractaires en terres rares.

MANUEL D'EXPLOITATION
DES
Carrières, Plâtrières, Ardoisières

Par MM.

J. CAHEN
Ingénieur civil des Mines
(E. M. P.)

et

E. BRUET
Ingénieur diplômé,
Licencié ès sciences

1 vol. in-18 de 283 pages avec 147 figures, cartonné.... 22 fr.

Carrières. — Les minéraux des carrières. Caractères des différents terrains. Couches, filons, amas. Carte géologique. Essais des roches. Exploitation des carrières. Manutention et transport dans les carrières. Sciage, débitage, concassage, broyage. Organisation du travail. Salaires. Législation.

Plâtrières. — La pierre à plâtre et le plâtre. L'exploitation des carrières de gypse. La fabrication du plâtre. Usine à plâtre.

Ardoisières. — Ardoises. Gisements. Qualités. Caractères. Exploitation.

MANUEL
DE LA
CONSTRUCTION EN CIMENT
ET EN
CIMENT ARMÉ

Par M. Marcel CHANSOU
Ingénieur des Arts et Manufactures

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 424 pages avec 338 fig., cart. 28 fr.

I.— *Théorie sommaire.* Construction raisonnée des éléments en béton armé. Lecture d'un dessin.

II. — *Matières premières et préparation des matériaux.* Echafaudages, coffrages. Aciers. Armatures. Ciment, sable, mortiers et bétons. Décoffrage.

III. — *Travaux de cimentage.* Dallages. Pierres artificielles. Enduits. Dosages et procédés d'exécution.

IV. — *Détails d'exécution d'éléments en béton armé.* Semelles. Poteaux. Poutres. Dalles. Cloisons. Arcs. Chaînages.

V. — *Ouvrages divers.* Radiers. Planchers creux. Terrasses. Citernes. Fosses d'aisance. Escaliers.

MANUEL DU FAIENCIER

Par M. Maurice DAGOT

1 vol. in-18 de 372 pages avec 14 fig., cartonné..... 22 fr.

Matières premières pour la composition des pâtes. Essais des argiles. Analyse chimique. Matières non plastiques et dégraissantes. Matières siliceuses. Matières fusibles.

Préparation des pâtes à faïences. Malaxage. Mise en masse. Composition des pâtes, faïences tendres stannifères. Façonnage, Tournassage.

Modelage et confection des moules. Moulage mécanique en creux, en bosse, à la croûte, etc.

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI : FRANCE, 10 % ; ETRANGER, 15 %

MANUEL DE SERRURERIE
ET DE FER FORGÉ

Par M. MOUTARDIER, Professeur technique à l'Ecole Diderot
2e *édition*, 1 vol. in-18 de 380 p. avec 440 fig., cart. 22 fr.

Généralités sur le travail des métaux. — Maniement de la lime du marteau, du burin et du bédane. Perçage et poinçonnage. Affûtage des forets. Dressage et dégauchissage des fers. Fers plats, méplats et carrés. Feuillards et larges plats. Fers T et cornières. Fers I.

Exercices progressifs d'ajustage et de façonnage des fers. — Ajustement. Assemblage. Taraudage. Brasage. Assemblage des fers rainés. Assemblage des fers T. Assemblage et cintrage des fers, moulures à vitrages. Patte en T. Petit bois fer-moulure à vitrage. Assemblage d'angles et raccordement d'un arc de cercle. Raccordement de deux arcs de cercle sur une partie droite. Ogives. Fers à moulure et demi-moulure à vitrage.

Exercice de montage et d'ajustage.

Serrurerie. — Réparation des serrures. Becs de cane. Serrure à bouton. Serrure de sûreté à triage.

Pièces de petite forge. — Taillage d'une clé à chiffre, dans un panneton plein. Ajustage d'une clé de sûreté à six gorges. Ajustage d'une clé à garniture.

Réparation des clés. — Remplacements divers. Ajustage et brasage d'un museau. Finition d'une clé et empreintes de clés.

La forge. — Confection de petit outillage. Soudage et étirage des fers. Pièces de petite forge. Soudage et encollage des fers. Assemblage et perçage à chaud. Construction et ferrage des grilles et portes en fer. Forgeage des noyaux simples et à plusieurs départs. Volutes et serrurerie ornementale.

MANUEL DU BRONZE D'ART
CISELURE ET GRAVURE

Par G. HAMM
Directeur de l'Ecole départementale d'Art appliqué de la Gironde
1 vol. in-18 de 276 pages avec 162 figures, cartonné.... 19 fr.

L'art du bronze à travers les âges. — Le dessin, la composition et le modelage. Etudes des styles. La réparure ou retouche du modèle en plâtre préparé pour la fonte en bronze et l'exécution des modèles en terre ou en bois. La technologie du métier. La fonte des bronzes d'art, la terre et la cire à modeler, les patines, les creux en bronze. Fabrication du bronze d'art. Technique et matières premières (décapage). La ciselure. Les outils. Les limes et rifloirs: la taille, retaille et trempe. Les ciselets, outils dits de chic. Le finissage des pièces. Les ciments, les boulets. Ciselure. Lever des fonds. Objets ciselés, repoussés et gravés. Exemples de travaux repoussés et ciselés. Le travail de l'étain, du plomb et des métaux précieux. Gravure sur métaux, outillage du graveur et quelques exemples de travaux. Des différents genres de gravures: à l'échoppe, burin, eau-forte, taille-douce.

MANUEL DE L'ARPENTEUR-MÉTREUR

Par M. J. RABATÉ, Ingénieur A. et M. et E. S. E.

1 vol. in-18 de 366 pages avec 250 figures, cartonné.... 22 fr.

Notions de géométrie. Topographie ou arpentage. — Notions préliminaires. Appareils employés. Le mètre. Les jalons. Chaîne d'arpenteur. Règles divisées. Lunette stadimétrique. Mire à voyant. Mire parlante. Pied à translation. Tachéomètres autoréducteurs. Mesures des distances verticales. Niveau d'eau. Niveau à bulle d'air. Niveau à bulle à pinnules. Niveau à collimateur. Niveau à lunette. Niveau d'Egault. Niveau de Bruner. Niveau de Gravet, etc.

Nivellement. — Procédés du nivellement. Nivellement composé ou par cheminement. Nivellement par rayonnement, en long, en travers. Nivellement général de la France. Nivellement trigonométrique. Opérations tachéométriques. Courbes de niveau. Lectures des plans et des cartes topographiques.

Métrage et vérification. — Vérification. Fers et fontes. Epuisements et autres travaux exécutés en régie. Mesure des principaux solides rencontrés dans la construction. Mode d'évaluation des ouvrages. Règlement du cube des terrassements. Maçonneries. Rapport des livres, méthodes graphiques. Orientation des plans. Aciers. Métrage et application des prix des ouvrages en fonte, fer, acier, etc. Peintures, etc. Considérations particulières et générales. Devis d'un pavillon.

MANUEL DES Pavages, Carrelages, Mosaïques

Par G. DAUBRAY

Ingénieur des Arts et Métiers, Directeur d'Usine céramique

1 vol. in-18 de 373 pages avec 146 figures, cartonné.... 22 fr.

Historique et généralités. — Pavages de chaussées et trottoirs. Carrelages, dallages et mosaïques. Revêtement.

Matières premières et outillage. — Matières premières naturelles. Matières premières préparées et produits chimiques. Appareils de manutention. Machines de broyage. Appareils de préparation. Moulage et compression. Séchage. Fours. Combustible et appareils de contrôle. Conduites des fours.

Fabrication et préparation. — Préparation des pavés. Fabrication des briques. Fabrication des carreaux en terre cuite. Fabrication des carreaux de céramique à laitier. Grès-cérames unis et à dessins. Fabrication des carreaux émaillés. Carreaux de ciment. Fabrication de pavés d'asphalte et préparations diverses.

Applications, pose, entretien. — Essais, résistance, usure, porosité, usages. Revêtement des chaussées. Pose des divers carreaux. Confection des dallages sans joints. Les mosaïques. Pose des revêtements. Efflorescences. Moyens préventifs. Traitement.

MANUEL DU CARRELEUR ET DU MOSAÏSTE

Par F. CHALAMEL
Ingénieur, ancien directeur de Manufactures de carrelages et revêtements

Avec le concours de
L. DESCAMPS, SYLVAIN BAUD, L. ALÈNE
Professeurs de pose de carrelages et revêtements aux cours des carreleurs de Maubeuge, Paris, Marseille.

Préface de M. L. DESMARQUEST
Président du Syndicat des Fabricants de Produits céramiques.

1 volume in-16 de 344 pages, avec 201 figures. Cartonné..... 25 fr.

La mise en place des carreaux de dallage et de revêtement ainsi que des mosaïques joue un rôle considérable dans les résultats que sont autorisés à en attendre tous ceux qui ont recours à leur emploi dans la construction.

Or, jusqu'à ce jour il n'existait aucun traité qui expose les divers aspects de ce problème d'une manière didactique et systématique.

Le présent manuel comblera heureusement cette lacune.

Rédigé avec la collaboration de praticiens éprouvés et réputés de la mise en place des carreaux, par un ingénieur céramiste qui depuis plus de trente années s'occupe de la fabrication des dallages et des revêtements, il revêt avant tout l'allure d'un ouvrage pratique dont le souci de haute vulgarisation s'allie avec une impeccable documentation.

Ce manuel est appelé à rendre de grands services à tous ceux que leur métier conduit à s'occuper de l'emploi et de l'application de carreaux de dallages et revêtement ainsi que de mosaïque. Il doit notamment devenir le guide indispensable de l'ouvrier carreleur et de l'ouvrier mosaïste qui y trouveront les théories générales, les règles précises de leurs spécialités et la solution des difficultés qu'ils rencontrent dans la pratique ainsi que de très efficaces appareils.

MANUEL DU MONTEUR EN CHAUFFAGE

Par L. MOSSÉ
Ingénieur A. et M.
Entrepreneur de chauffage et de ventilation.

1 volume in-18 avec figures. Cartonné..... *(Sous presse)*

MANUEL DE
l'Ouvrier Fumiste en Bâtiment

Par A. BELLONI
Professeur en chef de l'Ecole pratique d'application
de la Chambre syndicale de la Fumisterie

1 vol. in-18 de 432 pages avec 231 figures, cartonné.... 25 fr.

Eléments. — Outillage.
Matériel. Matériaux. — Briques. Les boisseaux. Les poteries. Les wagons. Carreaux de terre cuite. Carreaux de faïence. La terre à four. Le coulis réfractaire. La chaux. Le plâtre. Les fers.
Objets fabriqués. — Les montants de tuyaux. Objets fabriqués pour cheminées. Appareils caloriques. Rétrécissements en faïence. Rétrécissements en fonte. Trappes. Bouches de chaleur. Objets fabriqués pour poêles. Fourneaux de cuisine portatifs. Hottes. Ventilation.
Travaux manuels. — Ramonage.
Réparations de petit entretien. — Pose et installation de cheminées portatives. Scellements en plâtre et en ciment. Raccords. Ouvrages en briques. Conduits de chaleur et de fumée. Cheminées d'appartement. Fourneaux de cuisine.

MANUEL DE
L'INDUSTRIE DU GAZ
APPAREILLAGE

Par M. QUÉRET
Ingénieur A. et M.

1 vol. in-18 de 322 pages avec 123 figures, cartonné.... 19 fr.

La fabrication du gaz. — Les charbons. Les chauffages des fours. Les fours de distillation. Le gaz à l'eau. Le contrôle de la marche.
Les traitements du gaz. Première condensation du gaz. Extraction du gaz. Deuxième condensation et lavage. Epuration chimique. Mesurage et emmagasinage du gaz. Le départ du gaz de l'usine.
Le réseau. — La canalisation. Le branchement.
Les sous-produits et fabrications annexes. — Le coke. Le goudron et l'eau ammoniacale. Le benzol.
Les applications du gaz. — L'éclairage au gaz. Le chauffage au gaz. Les moteurs à gaz.

MANUEL DU CHAUDRONNIER

Par MM.

E. ADAM et **VENTRILLON**

Contremaître de Chaudronnerie à l'Ecole pratique de Cherbourg

Agent technique de la Marine, diplômé de l'Ecole technique supérieure de la Marine

1 vol. in-18 de 412 pages avec 324 figures, cartonné.... 25 fr.

Divers genres de chaudronnerie. — Notions de géométrie et de calcul. Métaux employés en chaudronnerie. Les soudures. Les acides. Désoxydants. Combustibles. Chaudronnerie proprement dite. L'outillage. Les foyers. Dressage des tôles. Objets non développables. Pièces de révolution. Mise en forme. Emboutissage et restreinte. Tracé des pièces formées. Solides développables.

Modes de jonction et d'assemblage. — Soudure. Brasage. Agrafage. Rivetage. Boulonnage. Jonctions et assemblages convenant à divers métaux. Soudures. Brasage. Rivetage. Boulonnage.

Etamage au bain. Tuyautages. — Mandrinage et dudgeonnage. Renseignements concernant l'exécution d'un tuyautage. Joints divers.

Grosse chaudronnerie. — Appareils de chauffage et de distillation. Chaudières. La tôle, la cornière et les profilés. Les soudures. Découpage au chalumeau. Outillage. L'atelier. La mise en forme. Montage, rivetage, matage. Essai d'une installation.

Chaudronnerie mécanique. — Le polissage. Le rayonnement.

Chaudronnerie décorative et chaudronnerie d'art.

MANUEL DE FERBLANTERIE-ZINGUERIE
CUIVRERIE ET TOLERIE

Par H. CUINAT

Ingénieur des Arts et Métiers

1 vol. in-18 de 295 pages avec 259 figures, cartonné.... 19 fr.

Arithmétique et algèbre. Eléments de géométrie. Dessin industriel. Matières premières employées dans la tôlerie, la ferblanterie et la zinguerie. Outils du ferblantier, du tôlier et du zingueur. Machines à main pour le travail des métaux en feuilles. Machines au moteur pour le travail des métaux en feuilles. Soudure autogène. Outils se montant sur les balanciers à main et sur les presses ou balanciers au moteur.

Travail à la main du fer-blanc, du zinc, du cuivre et de la tôle. Traçage. Modèle de coupe. Coupe et perçage. Ferblanterie polie. Montage. Emboutissage. Soudage au charbon de bois. Brasage. Rivetage. Récurage. Confection d'un entonnoir en fer-blanc. Confection d'un seau en fer-blanc. Confection d'un arrosoir en zinc. Confection d'un allume-feu en tôle.

Fabrication mécanique des articles en fer-blanc, en zinc et en tôle. Agence générale de la fabrication. Ateliers. Dispositions d'ensemble de la fabrique.

MANUEL DE COUTELLERIE

Par H. CABANIÉ

Ancien vice-président de la chambre syndicale de la Coutellerie de Thiers.

1 volume in-16 de 232 pages avec 200 figures. Cartonné..... 18 fr.

Observations générales. Les aciers utilisés en coutellerie; articles dont l'ensemble constitue la coutellerie. Unités de mesure et de quantité. Forge et estampage. Traitements thermiques. Le couteau de table. Le couteau fermant. Les ciseaux. Le rasoir à main. Emoulure et polissage. Finissage du rasoir à main. La décoration du rasoir à main. Fabrication des châsses à rasoirs. Les lames de sûreté. Les rasoirs de sûreté. Lames rabots, demi-épaisses à un seul tranchant, minces à deux tranchants. Exemple d'organisation rationnelle d'une fabrication en coutellerie.

MANUEL DE CHARPENTE EN FER

Par M. LABARRAQUE

Professeur à l'École pratique d'Industrie de Bourgoin

1 volume in-16 de 410 pages avec 395 figures. Cartonné..... 28 fr.

Notions de résistance des matériaux. Matériaux utilisés en charpente en fer. Dessins des charpentes en fer. Traçage des fers. Usinage. Assemblages. Poutres métalliques. Poteaux. Combles. Fermes. Couverture des charpentes en fer. Planches en fer. Pans de fer. Escaliers. Montage des charpentes en fer. Soudure électrique des charpentes en fer. Charpente tubulaire.

MANUEL DU FABRICANT
DE
PRODUITS CHIMIQUES

*

L'USINE DE PRODUITS CHIMIQUES

Par J. DEMESSE

Ingénieur-chimiste

1 vol. in-18 de 288 pages avec 197 figures, cartonné.. 22 fr.

Matériel général. Choix de l'emplacement. Construction.

Production et répartition de l'énergie. Obtention et distribution de l'eau, de la vapeur, air comprimé, vide.

Manutention des produits. Manutention des substances solides. Appareils de manutention des liquides, des gaz et vapeurs.

Outillage général de l'industrie chimique. Appareils de broyage. Séparation des liquides, solides et gaz par divers moyens. Epuration et lavage des gaz. Séparation des poussières entraînées. Opérations évaporatoires. Appareillage général de traitements chimiques.

Le chauffage industriel. Théorie de la combustion. De l'économie dans les fours. Les combustibles.

MANUEL DU FABRICANT
DE
PRODUITS CHIMIQUES

* *

LES PRODUITS CHIMIQUES

Par F. BRÉNIER

Professeur à l'École Supérieure de Commerce de Marseille
Membre du Conseil Supérieur de l'Enseignement Technique.

1 volume in-16 de 286 pages, avec 100 figures. Cartonné..... 19 fr.

Voici la table des matières traitées dans ce volume : *Le soufre et ses composés. — Sel marin, chlore, acide chlorhydrique. — Les nitrates, acide nitrique. — Poudres et Explosifs. — L'Ammoniaque n° NH^3. — Le carbone C = 12 et ses composés. — Calcium et ses composés. — Les corps gras. — Soudes et potasses. — Les engrais. — Acides organiques. — Blanchiment et teinture. — Amidon, fécule, glucose. — Alcool. — Composés divers. — Analyses volumétriques.*

MANUEL DU
PEINTRE EN DÉCORS
FILAGE — LETTRES

Par Paul GUILVERT
Professeur à l'Ecole Française pratique et professionnelle de Peinture décorative de Melun

3e *édition.* 1 volume in-18 de 232 p. avec 105 fig., cartonné.. 19 fr.

De l'outillage. — Des couleurs:

Etude des bois (bois à l'huile). — Noyer. Loupe de noyer. Cèdre. Sapin. Pitchpin. Bois de violette. Bois de rose. Noyer frisé. Palissandre (ciré ton naturel). Palissandre (verni ou poli). Courbary. Amarante. Grisard. Platane. Peuplier, etc. Acajou lisse ou femelle. Acajou moiré ou gerbé. Acajou moucheté; satiné. Thuya. Erable jaune ou doré, etc.

Etude des marbres. — Marbre blanc ou blanc veiné. Bleu fleuri. Brèche grise. Portor. Grand antique. Petit antique. Vert de mer. Vert de Gênes. Sainte-Anne. Griotte. Vert d'Egypte. Levanto. Cerfontaine. Languedoc. Rouge royal. Rance. Vert vert. Vert campan. Bazalte vert. Granit de Bretagne, etc.

Bronzes. Ecaille et divers. De l'enseigne. Filage. Décoration.

MANUEL DU
PEINTRE ET VITRIER
EN BATIMENTS

Par M. Albert LE PETIT
Entrepreneur de peinture et vitrerie

1 vol. in-18 de 272 pages avec 52 figures, cartonné.... 19 fr.

Notions pour peintres et vitriers. — Notions pour peinture et vitrerie. Technologie de la profession. Couleurs et matériaux divers. Couleurs pour teinter et couleurs fines. Les liquides ou véhicules. Les vernis. Les siccatifs. Les encaustiques. Outillage. Matériel. Exemple de travail pratique (intérieur). Exemple de travail pratique (extérieur). Cas particuliers, procédés divers. Vitrerie. Catégories et genre de verres. Dorure de bâtiment ou dorure à l'huile. Outillage. Marouflage. Papiers peints. Avenir et situation pour un ouvrier. Conseils à l'apprenti et à l'ouvrier.

MANUEL DU PEINTRE

I

COULEURS ET VERNIS

Par Ch. COFFIGNIER
Ingénieur-Chimiste E. P. C. I.

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 350 pages avec 31 fig., cartonné. 19 fr.

Couleurs. — Laques. Charges. Blanc de baryte; de Meudon; de silice; minéral. Kaolin. Talc. Couleurs blanches. Couleurs bleues. Couleurs brunes. Couleurs jaunes. Couleurs naturelles. Minium d'aluminium; de fer. Ocres: jaunes, rouges, etc. Couleurs noires. Couleurs rouges. Couleurs vertes. Couleurs violettes. Bronzes-couleurs. Couleurs par mélanges. Nuances bleues; grises; jaunes; vertes; violettes. Commerce des couleurs.

Vernis. — Généralités. Gommes et vernis. Résines. Asphaltes et colorants. Résinates et linoléates. Huiles. Dissolvants. Siccativation des huiles. Fabrication des vernis gras. Propriétés des vernis gras. Fabrication des vernis à l'essence. Différents vernis à l'essence. Fabrication des vernis à l'alcool. Vernis à dissolvants mélangés. Recettes. Vernis divers. Vernis mixtes. Laques. Linoléum et toile cirée. Commerce des vernis.

MANUEL DU PEINTRE

II

PEINTURES, ENDUITS, MASTICS ET DIVERS

Par Ch. COFFIGNIER
Ingénieur-Chimiste E. P. C. I.

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 276 pages avec 32 fig., cartonné. 19 fr.

Peintures. — Broyage à l'huile. Broyage à l'essence. Couleurs industrielles; diverses; artistiques. Broyage à l'eau. Aquarelle. Gouache. Peintures à l'huile. Peintures vernissées. Peintures à l'eau. Peintures spéciales.

Enduits et mastics. — Enduits. Mastics: vitrier; à reboucher; pour joints; divers; résineux (pour verres et métaux); au vernis; résistant à l'humidité. Recettes diverses.

Divers. — Alcali. Amiante. Aventurine. Bronzages. Brou de noix. Cires. Colles. Cordages. Décapants. Emeri. Encaustique. Eponges. Filling-up. Graphite. Humidité des murs. Imperméabilisation des toiles. Inscriptions sur verre. Or en coquille. Pastel. Pâte à gesso. Plombagine. Ponce. Potasse. Produits de nettoyage. Sanguine. Stuc. Siccatifs solides. Teintures. Tripoli. Wood-filler.

MANUEL DE
L'INDUSTRIE DU LIÈGE

Par E. MICHOTTE Ingénieur civil

1 vol. in-18 de 334 pages avec 23 figures, cartonné.... 19 fr.

Les chênes. — Noms du chêne-liège. Insectes parasites. Production. Régions de croissance. Limite de culture actuelle, superficie et production mondiale. Superficie des forêts de chênes-lièges en Algérie. Frais de récolte. Exploitation actuelle, vente du liège, prix du liège, variation des prix du liège.

Culture, création d'une plantation. — Soins culturaux, rendement, conservation des glands pour la reproduction. Incendies des forêts. — *Exploitation, mise en valeur.* — Démasclage et lavage, époque, opération. Conduite d'une récolte. Composition d'un chantier en règle. Préparation des lièges, bouillage, raclage. Industrie: bouchons, matière première, préparation, traitement à l'acide sulfureux, collage, mise à l'air, fabrication à la main.

Fabrication mécanique. — Machines. Meules. Tournage mécanique. Fabrication des bouchons.

Objets en plaques. — Semelles. Objets divers.

Utilisation des déchets. — Trituration du liège. Linoléum Papier de liège, sculpture, engins de sauvetage pavage. Agglomérés.

MANUEL DE VANNERIE

Par MM.

Eug. LEROUX
Ingénieur-Agronome, Directeur à l'Ecole nationale d'Osiériculture

R. DUCHESNE
Chef de fabrication, Professeur et de Vannerie de Fayl--Billot

1 vol. in-18 de 376 pages avec 271 figures, cartonné.... 22 fr

Notions générales. — Outillage. Matières premières employées en vannerie.

Grosse vannerie. — Travail en plein. Les fonds. Les montants. Les torches. Les cordons. Torche sur le bout dans un panier rectangulaire en travail piqué. La clôture. Bordures. Les emboîtages. Pied d'osier. Epluchage du panier. Les anses. Les couvercles et leurs attaches. Les fermetures. Travail à jour de grosse vannerie. Panier à jour simple. Le croisé simple. Le croisé double. Travail à jour renforcé.

Vannerie rustique. — Vannerie à monture de chêne. Garnitures accessoires. Les emballages. Articles de grosse vannerie non compris dans les emballages.

Vannerie fine. — Travail de l'osier rond; du rotin filé; d'osier rond et d'éclisses. Articles de vannerie fine. Articles de provision; de pêche; de voyage; de table; de bureau; divers.

La vannerie de luxe. — La chaise. Le fauteuil. Le canapé. Les tables. Tabouret de pied. Chaise-longue. La sellette ou piédestal. Corbeille sur pied. Meubles suisses. Mesures de fauteuil pour enfants.

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI: FRANCE, 10 %; ETRANGER, 15 %

MANUEL DE
TOURNAGE SUR BOIS

Par H. GASCHET
Directeur de l'Ecole pratique de Commerce de Marmande

2e *édition*. **1 vol. in-18 de 248 p. avec 301 fig. cart.....** 19 fr.

Dessins et tracés. — Instruments de dessin. Instruments de traçage. Tracés géométriques. Raccordements et moulures. Corps ronds. Etude des bois. Classification des bois. Les outils pour le tournage du bois. Outils auxiliaires. Assemblages courants Appareils à meuler et à affûter les outils. Préparation des bois de tournage. Description de quelques tours et organes de tours. Procédés de montage et d'entraînement. Mandrins. Lunettes. Procédés d'exécution. Polissage. Mise en couleur. Vernissage. Encaustique. Tours spéciaux et tours automatiques. Finition mécanique.

Exercices gradués de tournage. — Exécution d'un cylindre; de candélabres triangulaires; de gorges circulaires; d'un cylindre avec tores en relief; d'un sabot; de deux pieds de meuble semblables; de quatre manches d'outils de tour à bois; d'une paire de tourillons de scie à chantourner; d'un jeu de quilles; d'un pilon de cuisine; d'un maillet, etc.

MANUEL DE
SCULPTURE SUR BOIS

Par H. GASCHET
Directeur de l'Ecole pratique de Commerce de Marmande

2e *édition*. **1 vol. in-18 de 208 p. avec 275 fig., cartonné.** 19 fr.

Sculpture sur bois. — Différents genres de sculpture. Les sources d'inspiration. Tracés géométriques. Tracé des moulures. Moulures. Ornementation des moulures. Ornementation des surfaces planes et courbes. Etude des bois. Classification des bois. Outils servant à fixer et procédés de fixation. Outillage de sculpteur sur bois. Procédés de sculpture sur bois. Machines à sculpter.

Les styles. — Epoque romane. Style gothique. La Renaissance. Style Louis XIII. Style Louis XIV. XVIIIe siècle. Style Régence ou Rocaille. Style Louis XV ou Pompadour. Style Louis XVI. Style Empire. Les styles après le premier Empire.

MANUEL DE MENUISERIE

PARQUETAGE — TREILLAGE

Par M. GODEAU

Directeur des cours professionnels et municipaux de Chartres

***2e édition.* 1 v. in-18 de 324 p. avec 385 fig., cartonné.** 19 fr.

Bois employés en menuiserie. — Développement et structure des bois. Propriétés des bois. Débit des bois. Conservation des bois. Classification des bois industriels.

L'outillage. — Outillage à main. Outillage mécanique.

Premières notions sur l'assemblage. — Principales conventions du dessin de menuiserie. Choix des bois. Débit. Corroyage. Son importance. Assemblages. Petits travaux simples de menuiserie. Moulures.

Menuiserie du bâtiment. — Construction. Pose. Menuiserie pleine à bois de bout. Menuiserie à châssis. Parquetages. Corniches et frontons. — *Menuiserie à fausses coupes.* Notions géométriques. Arêtiers. Auges. Pétrins. Trémies. Marchepieds, etc. Escaliers. Arêtiers. Voussures diverses.

Notions sur les styles en menuiserie. — Construction et pose des treillages.

MANUEL DU MODELEUR

Construction des modèles de fonderie et de dispositions de moulages

Par M. VINCENT

Ingénieur des Arts et Métiers, Chef des travaux à l'Ecole pratique de Commerce et d'Industrie d'Agen

***2e édition.* 1 vol. in-18 de 334 p. avec 416 fig., cartonné.** 22 fr.

Moulage sur modèles. — Méthodes employées pour faciliter le dégagement du modèle. Bois à employer en modèlerie. Les outils du modeleur. Généralités sur la construction des modèles. Noyaux et portées. Détails de construction des modèles simples. Boîtes à noyaux de forme simple. Modèles démontables. Partie verticale de grande hauteur qui sortirait difficilement du sable. Partie de modèle ne dépouillant pas et retirée du moule dans l'évidement créé par le dégagement du corps du modèle. Modes de fixation des parties démontables. Exemples: Modèles de section variable dont le moulage nécessite une ou plusieurs chapes; assemblage par emboîtement; montage au moyen de vis: montage au moyen de goujons. Parties démontables dans les boîtes à noyaux. Disposition de modèles simplifiant le travail de fonderie. Modèles en bois. Supports de modèles. Demi-modèles sur marbre. Plaques-modèles. Simplification des modèles. Détermination du prix de revient d'un travail de modèlerie.

Moulage au trousseau. — Trousseau sur tours à noyaux. Trousseaux d'axe vertical. Appareils. Méthode générale de troussage; moulage au trousseau en deux parties de châssis. Modifications à apporter aux planches pour le troussage des parties fragiles. Moulage au trousseau en trois parties de châssis. Emploi de parties de modèles dans le tour modèle et dans le noyau.

MANUEL DU TISSAGE

Par M. LABRIFFE
Professeur à l'Ecole des Arts industriels de Roubaix
et à l'Ecole de Commerce et d'Industrie de Tourcoing

Tome I. — MATIÈRES TEXTILES. TISSUS SIMPLES

2e *édition*, 1 vol. de 416 pages avec 168 fig., cart..... 28 fr.

Les Textiles. — La soie, la schappe, la bourrette. La soie: soie tussah; classification des soies de Londres, de Lyon. La schappe. La bourrette.

La laine: composition chimique; fils de laine peignée; fils cardés; pouvoirs feutrants; rendements des laines en peigné, des rubans de peigné en fils; titrage et numérotage des laines; applications. Poils.

Le coton: caractères physiques, chimiques; fils; titrage: numéros des cotons filés anglais, français et belges.

Le lin, le chanvre, le jute: caractères physiques et chimiques; action des réactifs chimiques; numérotage et échevettage; le poids des paquets de lin suivant le numérotage anglais; dévidage et formation des paquets de lin et de jute; soie végétale. Le chanvre: titrage, dévidage et empaquetage. Le jute.

Matières diverses. Matières de corderie et sparterie; chanvre de Madras, de Bombay, de Manille ou abaca; phormium ou chanvre de Nouvelle-Zélande; aloès; coco; alfa, sparte ou esparto; rafia; agave ou chanvre d'Amérique; luc-binh. Matières riches pour brocarts et passementerie. Ramie (ortie de chêne) ou china grasse. Ortie sauvage. Soie artificielle. Amiante ou asbeste. Cellulose de bois. Fils de papier. Kapok. Soie d'araignée. Soie marine.

Moyens de reconnaître les divers filés: fils simples, fils retors; torsions; examen de la torsion.

Le Tissage. — Agencement du métier à tisser. Disposition de la pièce et marche générale: bobinage, ourdissage, combinaisons, parage et encollage, pliage ou dressage, rentrage ou remettage, étude des rentrages, passage au rot, piquage en peigne; tordage, broyage ou rappondage; canetage; préparation du métier à tisser.

Théorie des armures: tracé d'exécution d'un tissu. Armures fondamentales; toiles ou taffetas, tissus, serge, satins. Armures dérivées: dérivés de la toile; dérivés indirects de la toile; dérivés du sergé; influence des torsions; dérivés indirects du sergé; dérivés directs du satin; dérivés divers; construction d'armures; tissus à armures factices. Lisières.

MANUEL DU TISSAGE

Par M. LABRIFFE
Professeur à l'Ecole des Arts industriels de Tourcoing

Tome II. — TISSUS COMPLEXES

1 vol. in-18 de 306 pages avec 445 fig., cartonné... .. 25 fr.

Tissus double face. — Diverses proportions de chaîne; trame à proportions diverses; étoffes à trois trames et une chaîne; recherche de sympathie. Tissus doubles: tissus poches; sacs sans couture; tuniques sans couture; doubles étoffes liées; double étoffe à linge commun. Etoffes multiples. Analyse des tissus et calculs de fabrication: décomposition d'étoffe, calcul du peigne; analyse des étoffes, laine cardée, foulée; armure, numéro des éléments, contrôle de poids du tissu écru, établissement de poids et de prix de revient d'un tissu; note de disposition d'un article lainage croisé pour robe; prix de revient; prix de revient d'une draperie cardée en 1 m. 44 de largeur.

Tissus à effets spéciaux par procédés de tissage. — Tissus piqués. Matelassés: tissus à plis; tissu éponge; variabilité de course du battant; système à peigne mobile, à bielle brisée, à poitrinière et porte-fil mobiles, à échappement du peigne; les faux bouclés; velours d'Amiens, Velvet et Velveten; séchage; grattage; arrosage ou enchaussage; ustensiles du coupeur; métiers à velours par trame; velours au sabre; velours de laine; astrakan par la trame. Les velours: historique; velours coupé, ciselé; moquette. Astrakan par chaîne. Peluche double face; tension des chaînes. Velours tissé en double pièce, uni: qualités courantes de velours coton; réglage; velours double pièce petit façonné. Gaze anglaise: gazes composées; emploi du pas de gaze.

Tome III. — MISE EN CARTE. LISAGE

1 vol. in-18 de 208 p., avec 121 fig. et 13 pl. intercalées dans le texte. Cartonné..... 19 fr.

Mise en carte. — Principes généraux: papiers, chemin, décochements ou découpures, nombre de cordes de carte, nombre de coups, réduction du papier, de la mise en carte, dessins à plusieurs lanternes. Exécution: mise en carte, préparation du papier, assemblage ou collage des feuilles, points de repère, sertis, arrêtages, méthode d'apprentissage. Exercices pratiques de mise en carte: remplissage, copie, bibliographie. Trucs de métier: notes de lisage.

Lisage. — Opérations de lisage: lecture de la carte. Piquage accéléré; appareil à percer les cartons ou devant du piquage. Lecture piquée tirée: lecture des mises en carte avec lanterne d'empontage à droite, lecture des dessins à plusieurs lanternes. Perfectionnements aux piquages: dispositif pour percer simultanément le fond et le dessin, piquages des dessins à double lanterne, piquage de deux lanternes, une seule lue, piquage à moteur, laçage des cartons, dimensions des cartons, correction des cartons, piquage Verdol.

MANUEL DU FILATEUR

Par F. RUBIGNY
Ingénieur I. E. L.

2e *édition.* 1 vol. in-18 de 366 p. avec 173 fig., cartonné..... 22 fr.

Généralités. — Des fibres utilisées en filature.
Principes généraux de filature. — Appareils à conditionner. Du numérotage et du titrage des fils. Bases du titrage. Numérotage de la soie. Numérotage des fils de coton. Numérotage du lin, jute, chanvre, ramie, phormium, titrage français. Numérotage de la laine peignée. Détermination des numéros des fils. Verifications et essais des fils. Renseignements au sujet des fils retors.
Le lin. Le jute. Le chanvre. La ramie.
Le phormium. Le coton. — Déchets de la filature du coton. Fabrication des fils à coudre.
La laine. — Fils d'animaux divers: Poils de chèvre. Poils de lapin. Poils de chameau. Crins de cheval. Cheveux humains.
La soie. — Pays producteurs. Shappe ou déchets de soie. Soie végétale. Soie artificielle. Fils de papier. Amiante. Renseignements pratiques.

MANUEL DE RUBANERIE, PASSEMENTERIE ET LACET

Par H. BARET
Inspecteur du travail à Saint-Etienne

1 vol. in-18 de 357 pages avec 326 figures, cartonné.... 22 fr.

Matières textiles. — Soie artificielle. Conditionnement des textiles. Les étapes des métiers à tisser. Organisation de la fabrique Stéphanoise. Passementerie. Lacet. Le tissage du ruban. Armures fondamentales. Armures du premier genre. Armures dérivées, etc. Lisières de corde. Satin tubulaire. Armures velours.
Principes de mise en fabrique. — Passementerie. Principes et règles de la mise en carte. Principe de tissage. Métiers à tisser le ruban. Le dévidage. L'ourdissage. Peignes. Navettes. Cames.
Métiers modernes. — Metrage. Métier basse lisse. Métier tambour. Enroulement du tissu. Montage et réglage. Métiers velours. Mécanique Jacquard. Battants brocheurs. Le dévidage. Métrage. Principe du métier à lacet. Les fuseaux. Commandes métiers. Tresses façonnées, etc.

MANUEL DE
BLANCHIMENT-TEINTURE
CHIMIE TINCTORIALE

Par Ch. LIÉNART-FIÉVET
Ingénieur expert chimiste,
Préparateur à l'Ecole nationale supérieure des Arts et Industries textiles de Roubaix,
Professeur à l'Ecole de Commerce et d'Industrie de Tourcoing

3 vol. in-18 de 1.350 pages avec 92 figures, cartonnés... 75 fr.
Chaque volume, séparément ..... 25 fr.

Tome I

Les produits chimiques. — Des produits anorganiques et organiques. Chlorures décolorants. Composé hydrogène du soufre. Composés oxygénés du soufre. Des alcalis proprement dits. Sels mordants d'alumine. Chrome, constitution des sels. Sels d'étain; de cuivre; d'antimoine; d'arsenic; de plomb. Produits de vannage. Des savons. Produits ou mordants gras. Tétracarnit. Collorants acides et colorants mordant facilement. L'eau dans l'industrie tinctoriale. Des combustibles.

Etudes spéciales des fibres végétales. — *La laine.* Le lavage de la laine. L'épaillage. Formes commerciales de la laine. Réaction de la laine sur les matières colorantes. *La soie.* Bourre de soie provenant de la partie interne des cotons. Sortes commerciales de soies grèges. Soie cuite. Réaction de la soie sur les matieres colorantes. Préparation de la soie pour la teinture. *Le coton.* Action du coton sur les matières colorantes. Formes commerciales du coton. Préparation du coton pour la teinture. Analyse des tissus mixtes. Papiers.

Tome II

Apprêts épurants. La laine. — Différentes phases de la fabrication des tissus de laine. Savons pour le dégraissage de la laine. Préparation de la laine en bourre, de la laine filée, de la laine en pièces. Blanchiment de la laine. Laine Renaissance. *Le coton.* Préparation du coton en bourre, en écheveaux, en pièces. *La soie.* Décreusage de la soie. Blanchiment de la soie. Opérations de la teinture et du mordançage au point de vue mécanique. Des apprêts colorés. De l'échantillonnage. Décomposition des couleurs. Conditions de bonne teinture. Conservation et dissolution des matières colorantes. Propriétés des matières colorantes artificielles. Des couleurs minérales. Couleurs naturelles. Bois et fruits. Matières colorantes végétales autres que les bois. Matières colorantes d'origine animale.

Tome III

Teinture de la laine. — Teinture spéciale avec des colorants spéciaux. Teinture des fibres végétales. Classification des soies, des tissus mixtes.

MANUEL DE
FABRICATION DES ÉPINGLES
DES AIGUILLES, AGRAFES, DES PLUMES MÉTALLIQUES, HAMEÇONS, ETC., ET L'EMPLOI DES MACHINES-OUTILS SERVANT A CETTE FABRICATION

Par M. DEMOUY
Président de la Société des Elèves et anciens Elèves du Conservatoire national des Arts et Métiers

1 vol. in-18 de 264 pages avec 68 figures, cartonné.... 19 fr.

Les épingles. — Historique. Fabrication des épingles métalliques avant l'usage des machines. Fabrication des épingles métalliques avec l'aide des machines. Machines à faire les épingles. Nature des métaux employés et machines à découper le laiton. Dimensions des épingles et vente. Epingles à chapeaux et épingles de fantaisie. Epingles de sûreté. Epingles à cheveux.

Aiguilles. — Fabrication des aiguilles métalliques avant l'usage des machines. Fabrication des aiguilles à la machine. Description des différentes sortes d'aiguilles.

Agrafes, portes, boucles, etc. Boutons métalliques et boutons-pression. Œillets et crochets à chaussure. Les plumes métalliques. Fabrication. Machines automatiques. Les hameçons. Tréfilage et décapage. Jauges.

MANUEL DE COUPE

Par Mme GUERRE-LAVIGNE
Professeur de coupe,
Professeur honoraire des Ecoles de la Ville de Paris

1 vol. in-18 de 294 pages avec 230 figures, cartonné.... 19 fr.

Des différentes manières de couper les vêtements. La coupe par mesures. Ordre des mesures simples. Formes classiques du patron. Le corsage. Le kimono. Les manches de formes classiques. Pose du patron et coupe. Les jupes. Dessin et correction des lignes. Conseils pour prendre les mesures. Les tenues irrégulières. Importance des mesures d'emmanchures. Les déplacements de coutures. Les corsages. Les blouses. Les gilets ou intérieurs de jaquettes. Les robes d'intérieur, peignoirs, etc. Les manteaux. Les capes, collets, pèlerines, étoles.

MANUEL
DE
BRODERIES ET DENTELLES

Par Mile V. PAULIN
Inspectrice du Travail

1 vol. in-18 de 339 pages avec 474 figures, cartonné.... 22 fr.

Broderies. — Les fournitures. Le dessin. Les points d'ornements. Les jours à l'aiguille. La broderie blanche. Broderie sur tulle. Broderie en couleurs. Broderie application. Broderie d'or. Tapisserie. Broderie à la machine.

Dentelles. — Dentelles au crochet. La frivolité. Filet. Filet brodé. Dentelles à l'aiguille. Dentelle Ténériffe. Dentelles au lacet. Le Macramé. La dentelle aux fuseaux.

Conseils divers. — Utilisation des broderies et dentelles usagées. Nettoyage des dentelles et des broderies. Nappe à thé. Store panneau.

MANUEL DES MODES

Par Mlle M. JEGOUDEZ

1 vol. in-18 de 252 pages avec 327 figures, cartonné.... 22 fr.

Manières de faire les formes. Formes de sparterie. Au patron. Tricorne. Chapeaux souples. Béret. Toque. Apprêts. Lames. Passes souples. Coulisses. Bouillonnés. Chapeaux de rubans. Calottes. Chapeaux de tulle. Paille. Chapeaux de raphia, de velours, de panne. Le poiluchon. Chapeaux de fourrure; de deuil. Chapeaux d'enfants. Bonnets du matin. Chapeaux de sport. Coiffes. Garnitures: le coiffant, les nœuds, les ailes et les plumes. Couleurs. Chapeau sec et chapeau flou. Fleurs et fruits.

MANUEL DU
FABRICANT de CAOUTCHOUC

Par M. CHAPLET

1 vol. in-18 de 247 pages avec 38 figures, cartonné.... 19 fr.

Généralités. Plantes à caoutchouc. Récolte et coagulation des latex. Composition et propriétés du caoutchouc. Les plantes à caoutchouc. La récolte du caoutchouc. Méthodes pour la coagulation du latex à caoutchouc. Propriétés du caoutchouc. Les succédanés du caoutchouc: factices, régénérés, raffinés, gommes de synthèses. Lincrusta. Caoutchoucs régénérés. Ajuvants aux gommes. Charges en colorants. Vulcanisation et accélération. Abrasifs. Isolants. Pigments. Diluants. Les vulcanisants. Purification des caoutchoucs bruts, feuilles, dissolution, mélanges, vulcanisation. Spécialités diverses de caoutchouterie. Articles de chirurgie. Ballons. Chaussures. Dentiers. Ebonite. Fabrication des feuilles. Jouets. Peignes. Pneumatiques. Poires. Semelles. Stylographes. Timbres et clichés. Essais. Travail du caoutchouc.

MANUEL DU
Fabricant de Boutons et Peignes
ARTICLES EN CELLULOÏD ET EN GALALITHE

Par M. SCHMITT
Ingénieur-Chimiste E. P. C. I.

1 vol. in-18 de 274 pages avec 277 figures, cartonné.... 19 fr.

Matières premières, origines, fabrication et propriétés. — Blanchiment de l'ivoire, des os, etc. Collage de l'ivoire. Teinture.
Travail de la corne. — Teintures. Corne imitant l'écaille. Fabrication du peigne en corne à la main.
Fabrication du celluloïd. — Fabrication des bâtons, des tubes en celluloïd. Etablissement des usines de celluloïd. Galalithe.
Industrie du peigne. — Peigne pour parure. Barrettes. Epingles. Peigne à coiffer.
Industrie du bouton. — Teinture en rose du corozo. Fabrication des boutons en corozo et de ses succédanés. Celluloïd et galalithe. Bouton de nacre. Boutons en métal. Boutons formés de deux matières accolées. Coloration de la surface des métaux. Boutons d'uniforme. Boutons à pression.
Porte-plume à réservoir. Lorgnons et face-à-main. Colliers. Paillettes. Manches de couteau. Vaporisations de couleurs. Manches de canne et de parapluie. Fleurs artificielles. Ballons. Moulage du celluloïd. Enduits pour plans d'avions.

MANUEL
DU TANNEUR, DU MÉGISSIER ET DU CORROYEUR

Par M. HUC

Professeur de l'Enseignement technique à Mazamet.

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 402 p. avec 162 fig., cart..... 25 fr.

La chimie du tanneur.

Technologie de la tannerie et de la mégisserie. Corroyage. — Structure de la peau. Conservation des peaux. Diverses parties d'une peau et considérations pratiques. Le travail de rivière. Tannage végétal; minéral. Corroyage. Cuirs battus. Travail des fourrures. Utilisation des peaux de lapin. Courroies. Mégissage. des peaux de lapins et sauvagines.

Travaux pratiques. — Estimation des tanins. Essai d'une chaux. Comment reconnaître le cuir chromé. Reconnaître si un cuir a été chromé à un ou deux bains. Essai de prétannage à la quinone. Démontage (peau tannée au végétal). Eclaircissement des cuirs (tannés au végétal). Blanchiment des cuirs (tannés au végétal). Genèse des couleurs.

MANUEL DU CORDONNIER

Par A. LIÉGEART

Directeur de l'École pratique et des Cours professionnels de Romans.

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 298 p. avec 246 fig., cart..... 22 fr.

Applications du patron et notions technologiques relatives à la constitution du pied et à la chaussure. — Le pied. Morphologie. Mesures. Forme. Matières premières employées dans la fabrication de la chaussure. Vernis. Lacets. Doublures. Claques, etc. Mesures des peaux. Le tissu. Chaussures sur mesure; fabriquées mécaniquement. Différents types de chaussures, etc.

Patronage. — Tracé. Ajustage. Le patron. Plan. Procédés de dressage; pour habillage de la forme. Tracés et greffage de la tige sur le patron plan. Le patron de doublure, et les claques. Bouts rapportés. Plan de coupes, etc. Les quartiers. Souliers bas et brodequins. Applications de règle du patronage.

La coupe. — Coupe et débit des cuirs. Différentes peaux. Le cousu main. Montage. Couture. Talon. Finissage. La fabrication mécanique. Patronage et coupe des tiges.

Exécution de la chaussure cousue main et travail mécanique. Applications diverses. Programme d'apprentissage.

MANUEL DE GANTERIE

Par C. TOULOUSE

Directeur des Cours professionnels de Ganterie à Millau.

1 vol. in-18 de 497 pages avec 275 figures, cartonné..... 22 fr.

Définition du gant. — Parties d'un gant ordinaire. Pointures des gants. Principales formes de gants.

La fabrication du gant de peau. — Peaux employées en ganterie. Rôle de chaque partie. Propriétés de la peau. Types de gants. Défauts des peaux. Conservation des peaux. Commerce des peaux. Principaux marchés. Classement.

Transformation des peaux en cuir pour la ganterie. — Tannage. Mégisserie. Chamoiserie. Teinturerie.

La ganterie proprement dite. — **Triage des peaux en blanc, en couleur. Outillage du coupeur-gantier. Coupe du gant. Façons. Coupe. Numérotage. Fente. Impression de la pointure. Broderie. Couture. Finitions.**

Opérations complémentaires. — **Dressage. Appareillage. Lissage et brossage. Choix des gants. Gants fourrés. Accidents et défauts de ganterie. Les sous-produits et les résidus de la ganterie.**

La ganterie en France et à l'Etranger.

MANUEL DU FOURREUR

Manuel pratique
de la préparation et de la confection des fourrures

Par MM. DUVAL et ALBERTELLA

Anciens professeurs aux cours professionnels des apprentis fourreurs

1 vol. in-18 de 187 pages avec 164 figures, cartonné.... 18 fr.

Origines, histoire et emploi des fourrures. Technique professionnelle. Préparation et réparations des peaux. Soins à apporter pour la confection et la réparation des fourrures. Fragilité du poil. Astrakan, Castor, Chinchilla, Lapins, Lièvre. Loutre de mer, Marmotte, Martres, Nutria, Opossums, Petit-gris, Pékans, Ondotras ou Rats musqués. Putois, Renard, Mouffettes (Skungs), Vison. Confection d'un vêtement.

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI : FRANCE, 10 % ; ETRANGER, 15 %

MANUEL DE PHOTOGRAPHIE

Par M. VIAL

1 vol. in-18 de 288 pages avec 50 figures, cartonné..... 16 fr.

Notions d'optique. Objectif. Différents types d'objectifs. Perspective. Le matériel. Le laboratoire. Le négatif. La plaque photographique. Le temps de pose. Impression de la plaque. Désensibilisation. Révélateurs. Fixage. Examen du cliché terminé. Renforcement. Positifs sur verre. Papiers à noircissement direct. Papiers traités par développement. Accidents et insuccès. Montage des épreuves positives. Photographie à la lumière artificielle. Photographie des couleurs et en couleurs. Stéréoscopie. Agrandissement.

MANUEL DU
TAPISSIER DÉCORATEUR

Par Lucien COUSSIRAT

Professeur aux cours de la Société philomatique de Bordeaux

1 vol. in-18 de 439 pages avec 239 figures, cartonné.... 25 fr.

Résumé d'histoire de l'ameublement.

Les matières premières et fournitures diverses. Les étoffes. Les outils. La garniture. La pose en ville. La décoration. Les couleurs.

Composition d'un appartement. Le tissage. La passementerie. La quincaillerie. Le papier peint.

La coupe des étoffes. Le dessin. La géométrie. Echelle de proportion. Les relevés de plans. Mesures, métrages et devis.

La menuiserie.

MANUEL DU
FABRICANT DE JOUETS

Par M. BROQUELET

Inspecteur de l'Enseignement technique

1 vol. in-18 de 298 pages avec 183 figures, cartonné.... 19 fr.

L'art appliqué à la fabrication des jouets. — Modelage. Outils. Métaux et bois employés. Moule. La poupée. Jouets en carton. Animaux en tissus. Tambour. Le Diable. Jouets en fer-blanc. L'hélice. Le ballon dirigeable. Fabrication des bêtes à bon Dieu, scarabées, souris, tortues. Jouets électriques. Locomotive. Décoration au pochoir.

MANUEL DU RELIEUR

Par J. LEMALE

Vice-Président honoraire du Syndicat de la Reliure,
Directeur des Cours de Perfectionnement
du Syndicat des Patrons Relieurs

1 vol. in-18 de 350 pages avec 61 figures, cartonné.... 22 fr.

Glaçage. Séchage. Satinage. Assemblage. Des formats. — *La reliure. Débrochage.* Mise en train. De la reliure. Placement des gravures, cartes, tableaux, etc. Montage sur onglets. Gardes blanches et fausses gardes. Ebarbage. Laminage. Collationnure. Grecqure. Couture. — *Corps d'ouvrage.* Encollage du dos ou passure en colle. Epointure. Endossure. Cartons. Apprêture du corps d'ouvrage. Mise en presse. Frottage des dos. Mousseline. Rognure. Rognure de la gouttière. Massiquot. Montage des gardes marbrées. Couvrure. Apprêture de la couvrure. Tranchefilure. Collage des papiers. La jaspure des tranches. Des cartes à nerfs. Coupe des peaux. Parure. La couvrure. Des reliures pleines. De la couvrure des toiles. Finissure. Pose des coins. Elagage ou parure du mors et des coins. Demi-reliures avec plats en toile. Coupe en pose des plats. Collage des gardes. Polissage. — *Cartonnage à la bradel.* — *Reliure et cartonnage en parchemin ou vélin.*

MANUEL DU COMMIS-PAPETIER

Par M. A. BOURGEOIS

1 vol. in-18 de 283 pages avec 102 figures, cartonné.... 22 fr.

Définition des différents genres d'impression. — Arts graphiques. La typographie. La lithographie. Taille-douce.

Le papier. — Fabrication. Classification des différents types de papier. Transformation. Façonnage. Le modèle. Reliure.

Méthode de travail. Organisation. Classement des éléments. De la création. Représentation. Psychologie commerciale et industrielle. Publicité. Articles de papeterie. Fournitures bureaux.

MANUEL DE LITHOGRAPHIE

Par R. CHELET

1 vol. in-16 de 300 pages avec figures, cartonné.....

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI: FRANCE, 10 %; ÉTRANGER, 15 %

MANUEL DES
PROCÉDÉS PHOTOMÉCANIQUES
DES REPRODUCTIONS en NOIR et en COULEURS

Par M. PIERSON

1 vol. in-16 de 450 p. avec 259 fig. et hors-textes en noir en en coul. Cart..... 30 fr.

De la Reproduction : Document, formulaires, conditions générales de la reproduction. Procédés photographiques : manipulations au laboratoire, procédé au colludion humide, au gélatino-bromure d'argent, au collodion bromure d'argent. Photographie des objets colorés et les reproductions photomécaniques polychromes. La Photographie tramée. La copie sur métal. Etablissement des formes d'impression : gravure chimique des clichés au trait, en relief, clichés de similigravure sur cuivre et sur zinc, clichés de traits avec teintes, gravure en creux par le procédé « au charbon », formulaire, photométallographie appliquée à « l'off-set », feuille métallographique, formes d'impression destinées aux tirages polychromes. Finissage des formes d'impression, tirage des épreuves.

MANUEL DE
L'INDUSTRIE DU PAPIER

Par J. A. PORPHYRE

Ingénieur conseil pour les industries de la cellulose et du papier

1 volume in-16 de 252 pages avec 67 figures. Cartonné.. .... 22 fr.

Matières premières employées. Préparation des pâtes : Pâtes de chiffons, de bois, végétaux divers, vieux papiers. — *Fabrication des papiers et cartons. Essais des papiers. Composition de quelques types* : papier journal, pour lithographie, pour affiches, pour couchage, pour papiers photographiques, papier-support pour papiers photographiques, papier-support pour carbone de machines à écrire, papier goudron, Kraft, à cigarettes, d'écriture et cahiers pour écoliers, papier à filtrer. — *Transformation des papiers et cartons à papier sulfurisé, couché, ondulé. L'eau dans la fabrication des pâtes et papiers.*

MANUEL DE PARFUMERIE

Par M. LAZENNEC
Préparateur à l'Institut de Chimie **appliquée de la Faculté des Sciences**

2e *édition*, 1 vol. in-18 de 281 pages avec 83 fig., cart... 19 fr.

Les matières premières. — **Matières premières employées en parfumerie. Les parfums d'origine végétale. Extraction des essences, du parfum par macération; du parfum par enfleurage; par les dissolvants; par expression. Etude des principales essences. Parfums d'origine animale. Parfums artificiels et synthétiques.**

Préparation des parfums. — **Eaux aromatiques, infusions et teintures. Extraits composés. Eaux de toilette; de Cologne. Vinaigres de toilette. Eaux de toilette ou lotions. Eau de Cologne. Les dentifrices. Crèmes pour le visage. Huiles. Poudres de riz. Les fards. Teintures pour les cheveux. Epilatoire. Parfums d'appartement. Liquides fumigatoires. Papier d'Orient. Savons.**

MANUEL DU COIFFEUR

Par A. SPALE

2e édition, 1 vol. in-18 de 412 pages **avec 284 fig., cartonné.....** 22 fr.

Le coiffeur pour hommes. — **Le salon. Antisepsie. Outillage. La barbe et le coup de peigne. Frictions. La taille de cheveux. Divers modèles. Frisures. La teinture.**

La coiffure de dames. — Démêlage. Essorage. Séchage. L'éther de pétrole. Le brûlage. Coiffure simple. Ondulation à l'épingle. Coiffures. Pose de postiches. Du filet front.. Adaptation du postiche avec art. Coiffures. Modèles divers. L'ondulation indéfrisable. Coiffures de style.

Le postiche. — Le postiche. La tresse. Confection d'une branche. La natte. Croquignoles et frisure forcée. L'implanté. Postiches pour dames. La monture. Le bandeau. La perruque. Coiffage du postiche.

La teinture. Grimages. Bustes. Maladies. Tableaux en cheveux. Manucures. Le massage facial.

La mode aux cheveux courts. La coupe. La mise en plis.

MANUEL DU FABRICANT
D'ENCRES, CIRAGES, COLLES

Par M. de KEGHEL
Ingénieur-Chimiste E. P. C. I.

4e *édition*, 1 vol. in-18 de 384 pages avec 47 fig., cart... 22 fr.

Les encres et leur fabrication. — Les différentes espèces d'encres. Chimisme des encres noires Dispositif et installations pour la fabrication des encres. La formation des encres gallo-tanniques; ferro-galliques; au tanin; à l'acide gallique; à bases d'extraits tinctoriaux; d'alizarine; colorées; d'aniline; à copier; sympathiques; de sûreté; solides et encres en poudre; hectographiques; pour stylographes.

Les cirages et crèmes pour cuirs et leur fabrication moderne. Les matières premières pour cirages. Les cirages et leur fabrication. Les crèmes et pâtes pour chaussures. Encaustiques et produits à polir.

Les colles et adhésifs et leur fabrication moderne. — Les matières premières (la colle forte ou colle de peau, colle d'os ou colle gélatine, colle de poisson, gomme). Préparations des colles. Enduits adhesifs et mastics.

MANUEL DE BRASSERIE

Par MM.

PICOUX et **WERQUIN**

Professeur à l'Ecole de Douai — Directeur de Brasserie

1 vol. in-18 de 320 pages avec 90 figures, cartonné.... 22 fr.

Ce manuel a pour objet de guider pratiquement les brasseurs travaillant eux-mêmes, les contremaîtres et premiers ouvriers de brasserie.

Les notions théoriques indispensables sont traitées de façon à être comprises par tous; les données pratiques y sont plus particulièrement détaillées.

L'ouvrage se divise en cinq parties et une annexe.

Définition de la bière. Législation. Technologie du métier. Matières premières. Levures et ferments. Théorie du brassage. Traitement des moûts. Le matériel de brasserie. Installation de brasserie. Les générateurs, la force motrice, les pompes. Pratique du brassage. Divers procédés. Refroidissement des moûts. Fermentations. Appareils de fermentation. Maladies des bières. Bières en bouteilles. Débit de la bière dans les cafés. Comptabilité.

Le matériel de brassage est décrit au fur et à mesure des divers chapitres et à la suite des théories, tant du brassage que de la fermentation.

MANUEL DE DROGUERIE-HERBORISTERIE

Par le Dr I. PETITEAU

1 vol. in-16 de 437 pages, avec 146 figures, cartonné... 25 fr.

Comment on devient herboriste. Dispositions légales.
La pratique de l'herboristerie. — Notions de botanique. La récolte des plantes médicinales indigènes. La conservation des plantes médicinales. Classification des plantes d'après leurs propriétés thérapeutiques. Préparations usuelles des plantes médicinales.

La pratique de la droguerie. — Drogues simples les plus courantes. Mélanges et préparations de vente courante en droguerie-herboristerie. Recettes et formules: produits alimentaires, d'hygiène pour usages ménagers.

MANUEL DE L'ÉPICIER

Par MM.

M. MARCHADIER et **A. GOUJON**
Directeur du Chimiste du
Laboratoire municipal du Mans

1 vol. in-18 de 356 pages avec 100 figures, cartonné.... 22 fr.

L'épicier dans ses relations avec le public. Le matériel de l'épicerie. L'épicier et le Code de commerce. Drogues et produits dont la vente est permise aux épiciers.
Les assaisonnements. Les stimulants. Les matières sucrées. Huiles, graisses, comestibles et fromages. Farines, fécules et dérivés. Les conserves et denrées conservées. Conserves en boites. Les boissons. Les produits du ménage.

MANUEL DE BOUCHERIE

Par M. GOULET
Professeur à l'Ecole pratique de Commerce et d'industrie
de Boulogne-sur-Mer

1 vol. in-18 de 264 pages avec 110 figures, cartonné.... 19 fr.

Etude zoologique des animaux de boucherie. Du producteur au détaillant. Approvisionnement de la boucherie. Abatage des bestiaux. Vente à la cheville, de l'échaudoir à l'étal. Les halles. Chez le boucher détaillant. Coupe de la viande. Consommation. Contrôle sanitaire de la viande.

MANUEL DE SUCRERIE

TECHNOLOGIE SUCRIÈRE

Par M. ROUBERTY
Ancien Chimiste aux raffineries Say et Lebaudy,
Professeur de Chimie industrielle aux laboratoires Bourbouze

1 vol. in-18 de 296 pages avec 41 figures, cartonné.... 19 fr.

Le sucre de betterave. — Culture de betterave à sucre. Fabrication du sucre de betterave.

Le sucre de canne. — Chimie des sucres. Combinaisons. Culture. Extraction. Fabrication.

Le raffinage. — Travail des sucres bruts. Filtration. Décoloration. Epuration. Blanchiment. Etuvage.

La mélasse. — Contrôle chimique de la fabrication du sucre. Analyses de sucrerie.

Le contrôle chimique des sucreries de cannes. — Canne. Bagasse. Jus de première et de deuxième pression. Jus vert. Sirop. Tourteaux de filtres-presses. Masses cuites de premier et deuxième jet. Mélasse. Sucre de premier jet. Bas produits.

Acidimétrie. Alcalimétrie. Liqueurs titrées. Essai des matières premières.

MANUEL DU DISTILLATEUR

Par M. MARILLER
Ingénieur-Chimiste

1 vol. in-18 de 305 pages avec 58 figures, cartonné.... 19 fr.

L'alcool. Les matières premières de la distillerie. — Alcoométrie. Classification des matières premières. La saccharification. La fermentation.

La distillation et rectification. — La condensation fractionnée. La distillation continue. Appareil de distillation. Rectification discontinue. Rectification continue.

Préparation des liquides alcooliques et appareillage. — Distillation des vins et cidres. Distillation des fruits. Fruits sucrés. Marcs. Eaux-de-vie naturelles. Cognac, eaux-de-vie de marc. Travail des mélasses de betteraves et de cannes. Travail des substances végétales sucrées. Distillation. Travail des topinambours. Travail des pommes et poires. Travail des caroubes. Travail des asphodèles. Travail de la canne à sucre. Travail des matières amylacées. Préparation du lait de malt.

Conduite des appareils de distillation.

Les liqueurs. — Laboratoire du liquoriste. Formules de divers esprits simples. Esprits composés. Diverses formules de teintures. Alcoolatures; les sucs; eaux distillées; couleurs diverses. Les sirops. Liqueurs artificielles; absinthes; spiritueux divers. Vins aromatisés. Les amers.

MANUEL DU FRIGORISTE

Par R. BOURBEY
Ingénieur A. et M.

1 vol. in-18 de 286 **pages, avec 65 figures, cartonné.... 25 fr.**

Notions générales de physique. — Etude des machines frigorifiques. — Les compresseurs alternatifs, rotatifs, spéciaux. — Les installations frigorifiques. Condenseurs. Evaporateurs. Disposition générale d'une installation. Appareils de mesure. — Fonctionnement d'une installation frigorifique. — Construction et aménagement des frigorifiques. — Les applications du froid industriel : fabrication de la glace artificielle, conservation des denrées alimentaires, le froid dans l'industrie laitière, dans les industries de fermentation, dans les industries chimiques; applications diverses.

MANUEL du LAITIER-CRÉMIER

Par A. CORVEZ
Ingénieur-Frigoriste

1 vol. in-18 de 307 pages, avec 114 figures, cartonné.... 19 **fr.**

***Le** lait.*

***Le commerce du lait.* — Provenance du lait. Transport du lait de la ferme au dépôt. Richesse en crème. Acidité du lait. Détermination de la richesse du lait. Altérations du lait. Conservation du lait. Boissons fermentées obtenues avec le lait. Variations des prix du lait.**

***Le beurre.* — Le commerce du beurre. Sous-produits d'écrémage. Industries qui s'y rattachent. Prix de revient du beurre. Variation du prix de vente. Stabilisation des cours.**

Le fromage. — Le commerce du fromage.

***Organisation et installation d'une laiterie.* — Organisation du service. Installation mécanique. Dispositions des locaux. Agencement des appareils.**

Pays importateurs et exportateurs en produits de laiterie. Débouchés pour les produits de provenance française. Notions de commerce et d'administration. Notions théoriques sommaires de microbiologie. Commerce de fruits, des légumes et des œufs.

MANUEL DE TONNELLERIE

Par Raymond BRUNET
Ingénieur-Agronome

1 vol. in-18 de 284 pages avec 99 figures, cartonné.... 19 fr.

Notions de géométrie. Les courbes usitées en tonnellerie. Calcul des volumes. La constructon théorique des futailles. Les matières premières de la tonnellerie. Les bois merrains. Les cercles de bois. Le vime ou osier. Les feuillards. La fabrication à la main. Les outils de la tonnellerie. La préparation du bois. Le montage de la coque. Le fonçage de la futaille. Le cerclage de la futaille. Les futailles. Les caractéristiques des futailles. Le jaugeage d'une futaille, etc.

MANUEL DES VINS, CIDRES, POIRÉS EAUX GAZEUSES

Par M. RAY
Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Rennes

1 vol. in-18 de 406 pages avec 139 figures, cartonné.... 22 fr.

Vins. — importance de la production des vins de France. Mise en état du matériel vinaire. Vendange. Organisation générale des celliers. Vinification. Amélioration et correction des moûts. Vinification en rouge. Vinification en blanc. Travail des caves. Vieillissement des vins. Appréciation des vins. Vins spéciaux. Vins mousseux.

Cidres et poirés. — La pomme. Mélanges de variétés de pommes. Extraction du moût. Epuration du moût. Fermentation. Travail des caves. Appréciation des cidres. Cidres spéciaux. Poiré.

Eaux gazeuses. — L'eau. Le gaz carbonique. Fabrication des eaux gazeuses. Anciennes installations avec producteurs de gaz carbonique. Installations modernes. Embouteillage de l'eau gazeuse. Eau de Seltz. Limonades. Sodas. Gazéification des eaux minérales. Gazéification des vins et des cidres.

MANUEL DU
FABRICANT DE CONSERVES

Conserves de fruits — Conserves de légumes

Par Georges RAY
Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Rennes,
Directeur de la Station de recherches technologiques

1 vol. in-18 de 376 pages avec 188 figures, cartonné.... 22 fr.

Causes de l'altération des matières alimentaires.

Méthodes générales de conservation des matières alimentaires.

Conservation des fruits et des légumes par la chaleur. — Stérilisation. Pasteurisation. Matériel simplifié pour conserves ménagères. Remarques sur la fabrication des conserves par la chaleur.

Conservation des fruits et des légumes par le froid. — Conservation des fruits: évolution des fruits charnus; conservation en fruitiers; conservation en frigorifique; approvisionnement; emballage; préréfrigération; conditions à réaliser dans l'entreposage; contrôle de l'entreposage; accidents de conservation; gêlure; procédés industriels utilisant la congélation; répartition des entrepôts; transports frigorifiques; wagons frigorifiques; bateaux frigorifiques.

Conservation des fruits et des légumes par dessiccation. — Types de séchoirs. Séchage au soleil. Séchage par la chaleur artificielle. Préparation des fruits séchés pour la vente. Séchage des châtaignes. Séchage des légumes. Légumes décortiqués.

Conservation des fruits et des légumes par les antiseptiques. — Conservation par le sel marin. Conservation par l'alcool; fruits à l'eau-de-vie. Conservation par l'acide acétique; cornichons. Conservation par l'acide lactique: choucroute. Conservation par l'anhydride sulfureux; fruits, jus de fruits (mutés). Conservation par enfumage. Conservation par le sucre. Confitures: matières premières; produits gélifiants; matériel utilisé; emboîtage des confitures; confitures ménagères. Recettes: confitures sans sucre; raisiné; pommée; confiturerie industrielle; composition des confitures; altérations et fraudes. Pâtes de fruits. Fruits confits; marrons glacés.

Conservation des fruits et des légumes par occlusion de l'air.

MANUEL DE BISCUITERIE

Par M. BARATTE Ingénieur-Agronome

1 vol. in-18 de 236 pages avec 114 figures, cartonné.... 19 fr.

Matières premières. — La farine, les graisses, le lait, les œufs, le sucre, les aromates.

Diverses catégories de biscuits. — Biscuits à pâte dure (ou pâte sèche) ou biscuits anglais. Biscuits à pâte semi-dure ou molle. Biscuits à pâte pâtissière. — Biscuits à pâte liquide. Biscuits fantaisie. Pains d'épices et dérivés. Organisation de la biscuiterie industrielle.

Moyenne et petite biscuiterie.

MANUEL DE MEUNERIE

Par M. BOUQUIN
Ingénieur des Arts et Métiers

1 vol. in-18 de 301 pages avec 218 figures, cartonné.... 19 fr.

Nettoyage du blé.
Appareils de nettoyage du blé par voie sèche. — Sas-émotteur. Cylindres émotteurs. Tarares aspirateurs. Tarares combinés. Séparateurs aspirateurs. Epierreurs triangulaires. Epierreurs à cases multiples. Trieurs. Colonnes épointeuses. Machines complémentaires.

Appareils de nettoyage par voie humide. Nettoyages combinés.
La mouture du blé. — Le broyage et son blutage. Le séchage et le sassage. Le désagrégeage et son blutage. Le convertissage et son blutage. Reblutage des farines.

Les appareils à cylindres. — Distribution des trémies. Cylindres et cannelures. Paliers fixes et paliers mobiles. Aération. Types d'appareils à cylindres.

Appareils de blutage. — Tissus blutants. Bluteries hexagonales.

Appareils de sassage. — Récupération des folles farines. — Mélange des farines.

Appareils de manutention. — Monte-sacs. Ascenseurs. Transporteurs. Glissières. Elévateurs.

MANUEL DE BOULANGERIE-PATISSERIE

Par M. BARATTE
Ingénieur-Agronome

1 vol. in-18 de 431 pages avec 145 figures, cartonné.... 28 fr.

Farine. Le grain de blé. La mouture. Analyse sommaire de la farine. Composition, altération. — *Panification.* Le pétrissage. Fermentation panaire. La cuisson. Fours de boulangerie. Procédés divers de panification. Pains divers et de fantaisie. Boulangerie industrielle. Boulangerie militaire. — *Pâtisserie.* Appareils et ustensiles employés en pâtisserie. Les matières premières. La méthode. Les pâtes diverses. Fourrures, crèmes, fruits conservés. Glaçage. Collage. Décoration. Gâteaux classés d'après leurs supports. Gâteaux divers. Pièces montées. Pâtisserie industrielle. Pâtisserie de ménage. Législation. Comptabilité.

MANUEL DE L'INDUSTRIE ET COMPTABILITÉ HOTELIÈRES

Par M. MOUSSET

Professeur des Écoles pratiques de Commerce et d'Industrie hôtelière.

1 volume in-16 de 416 pages comprenant de nombreux tableaux de comptabilité et comptes divers. Cartonné..... 30 fr.

L'Industrie hôtelière. Le matériel : machinerie, mobilier, vaisselle, linge, entretien. Exploitation : réception, cave, économat, service des étages, etc. Les contrats : de société, de transport, de location, de travail. Le crédit, l'assurance, tourisme et publicité. Théorie de la comptabilité hôtelière : capital, caisse et banquier. Fournisseurs et effets à payer. Clients. Recettes et dépenses. Stocks. Inventaire et bilan, etc. Monographie d'un grand hôtel. Établissements secondaires : pension de famille, hôtel meublé, restaurant à la carte, café, etc.

MANUEL DE COMMISSION - EXPORTATION

Par S. CIANCIONI

Expert-Comptable

1 volume in-16 de 231 pages et tableaux. Cartonné..... 16 fr.

MANUEL DES TRANSPORTS

Par A. VINOT

Ex-professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Nancy

1 vol. in-18 de 380 pages, avec 20 figures, cartonné ..... 22 fr.

Aperçu historique, administratif et financier. Matériel employé. Routes et chemins. Navigation intérieure. Navigation maritime. Chemins de fer. Transports aériens. Opérations de douane.

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI: FRANCE, 10% ; ÉTRANGER, 15%

MANUEL DE PUBLICITÉ

LA TECHNIQUE MODERNE DE LA VENTE

Par Louis ANGÉ
Chargé de cours de publicité à l'Ecole supérieure pratique de Commerce et de l'Industrie de Paris

2e *édition*. 1 vol. in-18 de 344 p. **avec 51 fig. cartonné.. 19 fr.**

Le rôle et la technique de la publicité.
La valorisation de la publicité.
Etude des moyens de publicité. — La classification des moyens de publicité. La publicité par la presse. L'annonce. Les arguments à employer dans l'annonce. Les conditions de succès de l'argumentation. La rédaction de l'annonce. La typographie de l'annonce. Les conditions de lisibilité de la lettre d'imprimerie. Les principales sortes de caractères typographiques, etc.
La publicité rédactionnelle et les divers organes de la presse.
Les autres moyens de publicité. — La lettre circulaire. La vente par correspondance. Le prospectus. Le dépliant. Le catalogue. La brochure de publicité. L'affiche, etc.
La publicité en action.

MANUEL DES ASSURANCES

Par Henry ROSTAING
Secrétaire de la Direction de la Compagnie d'assurances « l'Urbaine et la Seine »

1 vol. in-18 de 464 pages, cartonné..... 28 fr.

Le contrat d'assurance. Définition générale. Caractères juridiques. Conditions de formation. Fondement pratique du contrat. Caractères particuliers des deux sortes de sociétés d'assurances. Les sociétés d'assurances mutuelles. Les compagnies anonymes. Les assurances et les lois fiscales. De la compétence et de la procédure. Les agents généraux. Assurance contre l'incendie. L'assurance individuelle. Assurance contre le vol. Assurance contre la grêle. Assurance contre la mortalité du bétail. Les contrats de responsabilité civile. Assurances des propriétaires d'immeubles. Assurances des chefs d'entreprises. Les contrats de prévoyance. Les assurances sur la vie, etc.

MANUEL DE BANQUE

Par MM. C. GEOFFROY et L. SEMAT

1 vol. in-18 de 340 pages, cartonné..... 20 fr.

Service du portefeuille. — Effets de commerce, opérations d'escompte, encaissement, effets et crédits documentaires, change.
Service de la comptabilité. — Comptes-courants et intérêts.
Service des titres. — Catégories et formes de titres. Service des titres. Transferts et conversions. Taxes fiscales. Coupons. Division de la Bourse. Coffres-forts en dépôts.

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI : FRANCE, 10 % ; ETRANGER, 15 %

Manuel de la Vente

ET DE LA

Représentation Commerciale

Par J. SABATIÉ
Conseiller du Commerce extérieur de la France

1 vol. in-18 de 346 pages, cartonné..... 20 fr.

Généralités. — De la vente en général. Des différents genres de vente.

Vente par contact direct; Vente par voie indirecte. — Vente par contact direct. Monographie du vendeur. Monographie de l'acheteur. La marchandise. Ce que doit être un bon vendeur. La formation du vendeur. Comment on recrute les vendeurs. Pratique de la vente par contact direct. Exemple démonstratif de la vente. Vente par voie indirecte.

La vente par intermédiaires. — Considérations générales. La représentation commerciale. Monographie du représentant. La marchandise. Monographie du client. Ce que doit être un bon représentant. La formation du représentant. Education professionnelle. Pratique de la représentation. Comment on recrute les représentants. La vente mixte. La représentation à l'étranger.

L'Organisation Commerciale Moderne

Par Albert NAVARRE
Directeur de la « Revue du Bureau »,
Secrétaire général de la Chambre syndicale
d'organisation commerciale

1 vol. in-18 de 350 pages, cartonné..... 19 fr.

Organisation moderne. — Principes. Types. Méthodes rationnelles. Conception américaine. Organisation d'une affaire. Entreprise nouvelle. Services commerciaux. Division du travail. Taylorisme. Contrôle. Publicité. Enseignement, etc.

Les services d'une entreprise. — Le matériel. Economie. Outillage. Services des achats, de vente, etc.

Le rôle du personnel dans l'administration moderne. — Direction. Qualités. Choix. Education. L'art du vendeur. Formation des voyageurs, etc.

La comptabilité dans l'administration moderne.

Le petit commerce et les entreprises moyennes. — Le grand magasin supprimera-t-il le détaillant? Les coopératives. L'étalage. L'aménagement, etc.

L'organisation de quelques types d'entreprises. — Automobiles, vins, petite mécanique, meunerie, chaussure, etc.

L'organisation des très grandes entreprises.

Encyclopédie Technologique et Commerciale

Par MM. E. D'HUBERT, GIRARD, PÉCHEUX

Collection complète en 24 vol. in-16 (12 × 18) de 100 p., avec fig.
Chaque volume : **5 fr.**

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION ET D'ORNEMENTATION

Le bois et le liège.
Les pierres, les marbres, les ardoises, le plâtre.
Les chaux et ciments, les produits céramiques.
Les verres et les cristaux, le diamant et les gemmes.

MÉTALLURGIE

Les minerais, les métaux, les alliages.
Les fers, fontes et aciers.
Les métaux usuels (cuivre, étain, plomb, nickel, aluminium).
Les métaux précieux (mercure, argent, or, platine).

GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE

Les matières premières (eau, glace, air liquide, combustibles).
Les matières éclairantes.
Le chlorure de sodium. Le sel marin, les potasses, les soudes.
Les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique, et les chlorures décolorants.

PRODUITS CHIMIQUES

L'oxygène et l'ozone, les acides, l'ammoniaque, les vitriols.
Le salpêtre et les azotates, les explosifs, les phosphates et les engrais, le phosphore et les allumettes.
Les couleurs, les matières colorantes, la teinturerie.
Les parfums, les médicaments, les produits photographiques.

PRODUITS INDUSTRIELS ANIMAUX ET VÉGÉTAUX

Les corps gras, bougies et savons.
Le cuir, les os, l'ivoire, l'écaille, les perles.
Les textiles, les tissus, le papier.
Le caoutchouc, la gutta, le celluloïd, les résines et les vernis.

PRODUITS ALIMENTAIRES

Les aliments animaux (viande, œufs, lait, fromages).
Les aliments végétaux (herbages, fruits, fécules, liqueurs).
Les boissons (vin, bière, etc.).
Les sucres, le café, le thé, le chocolat.

AJOUTER POUR FRAIS D'ENVOI : FRANCE, 10 % ; ÉTRANGER, 15 %.

1887. — BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris. — 4-33.

