

AEROMODELISME

et radiocommande



AEROMODELISME et radiocommande

Texte de
Maurice Mouton
Photos de
Michel Mouton

EDITIONS
ATLAS



D-BEJI

D-BEJI

Généralités



Sommaire

Bibliographie	2
Lexique technique	4
GÉNÉRALITÉS	7
Les différentes catégories de modèles réduits d'avions	8
Les modèles radiocommandés	21
RADIOCOMMANDE	35
Les ensembles de radiocommande	36
CONSTRUCTION	51
Aérodynamique et principe du vol	52
Matériaux, ingrédients et outillage	60
Ailes et empennages	67
Fuselages	79
Entoilage, recouvrement et peinture	88
Accessoires	95
Moteurs	100
Propulsion électrique	107
PRATIQUE	113
Installation de la radiocommande	114
Recharge des batteries et entretien de la radiocommande	120
Le vol et les règles de sécurité	124

De tout temps l'homme s'est passionné pour la reproduction en miniature des sujets les plus divers, qui très vite prirent l'appellation de « modèles réduits » ou, plus communément, de « maquettes ». Comment cette passion est-elle née? Il serait difficile d'en déterminer l'origine, mais ce que l'on peut affirmer, c'est que l'homme, c'est-à-dire le « modéliste » ou « maquettiste », a cherché à posséder ce qu'il convoitait. Passion de jeunesse inassouvie? Certainement, car il est reconnu que bon nombre de vocations contrariées de marin ou d'aviateur par exemple, peuvent trouver une sorte de consolation et des moyens d'expression dans la pratique du modélisme.

Le goût du travail manuel, la recherche de l'évasion, du rêve et de la créativité peuvent motiver le modéliste, dont toutes les aspirations sont permises... Dans l'industrie ainsi qu'en architecture, ne commence-t-on pas l'élaboration d'une maquette à échelle réduite avant d'entreprendre la réalisation d'un prototype ou d'une construction grandeur nature? La maquette devient donc un moyen de concrétisation pour le scientifique, ainsi que pour l'amateur qui la réalisera pour son plaisir.

La pratique du modélisme joue alors un rôle éducatif, et peut même produire chez les jeunes un effet contraire à celui cité plus haut, c'est-à-dire susciter des vocations... L'aérodynamique, la physique, la mécanique et l'électronique sont maintenant appliquées aux diverses catégories d'activités modélistes. Parmi celles-ci, la construction de modèles réduits d'avions représente sans conteste la plus passionnante, car à l'aspect technique s'ajoute en complément l'exercice du pilotage pratiquement identique à celui des avions réels. En effet, la vulgarisation de la radiocommande appliquée aux modèles réduits permet actuellement, avec une grande sûreté, la commande à distance de tous les types de modèles et bien d'autres possibilités.

Les ensembles de radiocommande modernes par leur conception et leur fiabilité permettent les réalisations les plus complexes avec toute la sécurité requise. Tout amateur suffisamment doué pour les travaux manuels et attiré par le modélisme peut, maintenant, envisager sans risque la construction d'un modèle d'avion radiocommandé. Les matériaux les plus divers comme les équipements mécaniques et électroniques mis à sa disposition par le commerce spécialisé faciliteront sa tâche.

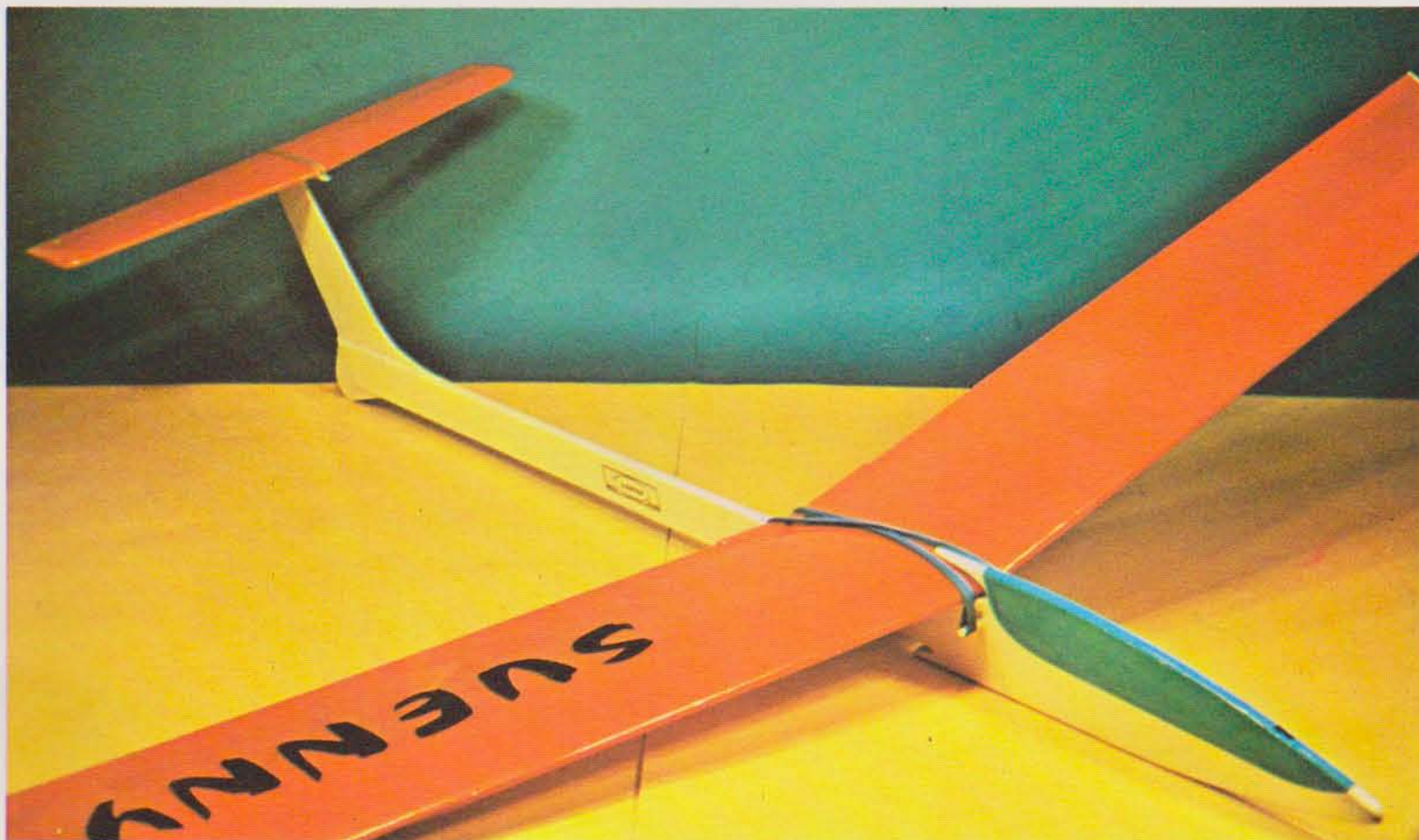
Mais, comme dans tout domaine technique, l'amateur conscient de la limite de ses connaissances ne devra pas se lancer d'emblée dans une réalisation trop complexe : l'essai se concrétiserait inmanquablement par un échec. Du simple planeur, généralement conseillé pour débiter, à l'avion d'entraînement et à la maquette volante la plus élaborée, il y a de grands pas à franchir...

Permettre de gravir les différents échelons, tel est le but du présent ouvrage qui, tout en montrant par de nombreuses illustrations en couleurs les possibilités offertes dans ce domaine, guide l'amateur en lui donnant tous les conseils utiles pour lui permettre d'envisager par la suite des réalisations complexes. Des textes simples et faciles à comprendre, de nombreux conseils pratiques sur les différentes phases de la construction, de la finition, de l'équipement et du réglage des modèles réduits d'avions, rendent cet ouvrage accessible à tous.

Nous espérons ainsi susciter de nouvelles vocations « modélistes » et faire partager notre passionnant violon d'Ingres : la construction et le pilotage des modèles réduits d'avions radiocommandés.

Maurice MOUTON

Les différentes catégories de modèles réduits d'avions



Ci-dessus : planeur pour débutant « Svenny II » ; envergure : 1 200 mm (modèle Svenson).

Ci-contre : planeur classe A 1 « Nancy » ; envergure 1 300 mm (modèle Graupner).

Page 9 au centre : maquette cacahuète « Huntington H-12 » ; envergure : 330 mm.

En bas : maquette cacahuète « Pientenpol Air Camper » ; envergure : 330 mm.



Avant d'aborder le sujet qui nous intéresse directement, c'est-à-dire l'avion radiocommandé, il convient de revenir sur l'évolution des divers modèles réduits d'avions. Ceux-ci se divisent en trois catégories, chaque type de modèle faisant l'objet d'une conception spécialement adaptée au vol libre, au vol circulaire ou au vol radiocommandé. Chaque catégorie est elle-même divisée en sous-catégories selon l'optique dans laquelle est

conçu le modèle : entraînement au pilotage, acrobatie, vitesse, reproduction à l'échelle exacte (maquettes), etc. Nous allons donc examiner ces différents types de modèles en précisant les possibilités offertes par chaque catégorie.

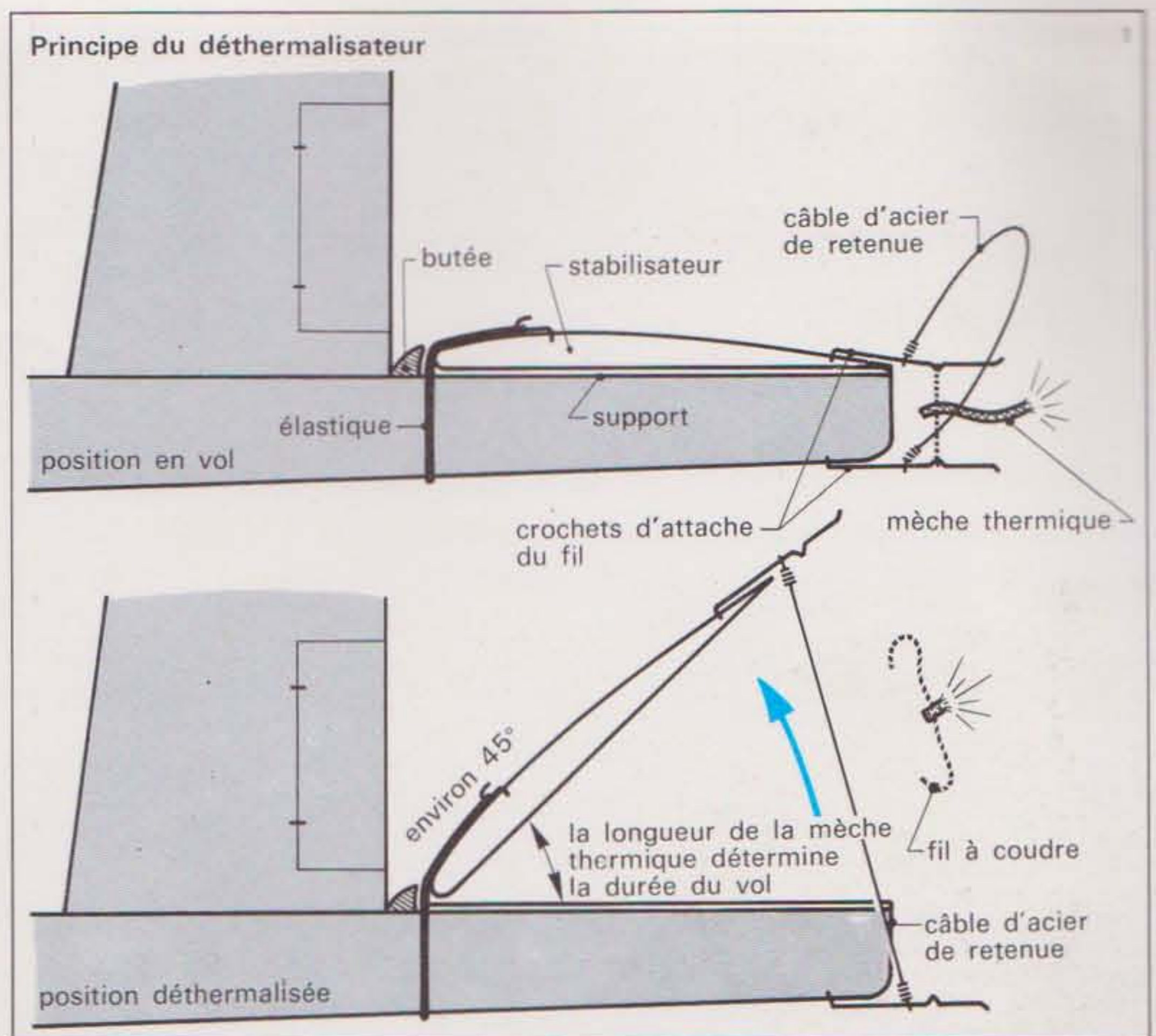
Le vol libre

C'est d'abord sous cette forme que furent réalisés les premiers modèles réduits d'avions. Bien avant la

guerre de 1914-1918, quelques pionniers du modélisme construisirent des répliques volantes des avions de l'époque. Ces modèles étaient fragiles et lourds, en raison du manque de matériaux légers, aussi leurs performances n'étaient guère spectaculaires... Vers l'année 1910 eurent lieu les premières rencontres entre aéromodélistes. Des concours furent organisés et l'on enregistra même quelques records, bien modestes, à l'époque. Après

une éclipse durant la Grande Guerre, l'aéromodélisme commença à se développer entre les années 1920 et 1930, mais il fallut attendre 1936, époque à laquelle fut créée l'aviation légère et sportive, pour que la pratique de l'aéromodélisme prenne son véritable essor. Dès lors, les pratiquants se multiplièrent et fondèrent des clubs et des associations. Les premières compétitions internationales furent organisées. Avant l'apparition des premiers moteurs à explosion miniatures, les modèles construits étaient donc des planeurs; le premier propulseur employé fut le moteur « caoutchouc » : on utilisait la force de déroulement d'un écheveau constitué de plusieurs brins de caoutchouc qui, après avoir été remonté, entraînait directement l'hélice. Les modèles ainsi propulsés constituaient en fait un compromis entre l'avion et le planeur, le moteur ne servant qu'à leur faire prendre de l'altitude, la descente vers le sol s'effectuant ensuite en vol plané.

Le planeur. Il est caractérisé par une aile de grande envergure, dotée d'un profil très porteur et de surface importante. Ses caractéristiques aérodynamiques sont étudiées pour que son vol se prolonge uniquement sous l'influence des courants ascendants (thermiques). N'ayant pas de propulseur, le planeur doit être lancé par un moyen auxiliaire destiné à lui permettre d'atteindre l'altitude à laquelle il entamera son vol. Le planeur peut être lancé à la course, à la manière d'un cerf-volant, avec un treuil à main ou à l'aide d'un Sandow, dispositif qui le catapulte en hauteur. Le planeur de vol libre est ensuite livré aux courants aériens qu'il rencontre. Sous l'influence de fortes ascendances il peut être entraîné en altitude jusqu'à perte de vue. On dut ainsi mettre au point un dispositif pour limiter la durée des vols et éviter la disparition des modèles. Ce dispositif, appelé « déthermalisateur » ou « frein thermique », consiste à provoquer le relèvement du stabilisateur selon un angle négatif de 45° , après une durée de vol déterminée à l'avance (voir fig. 1). L'équilibre des portances entre l'aile et le stabilisateur étant alors rompu, le planeur effectue une descente parachutale presque sur place. Les modèles de planeurs sont répartis en différentes sous-catégories : les planeurs d'entraînement ou d'initiation au vol (recommandés aux débutants

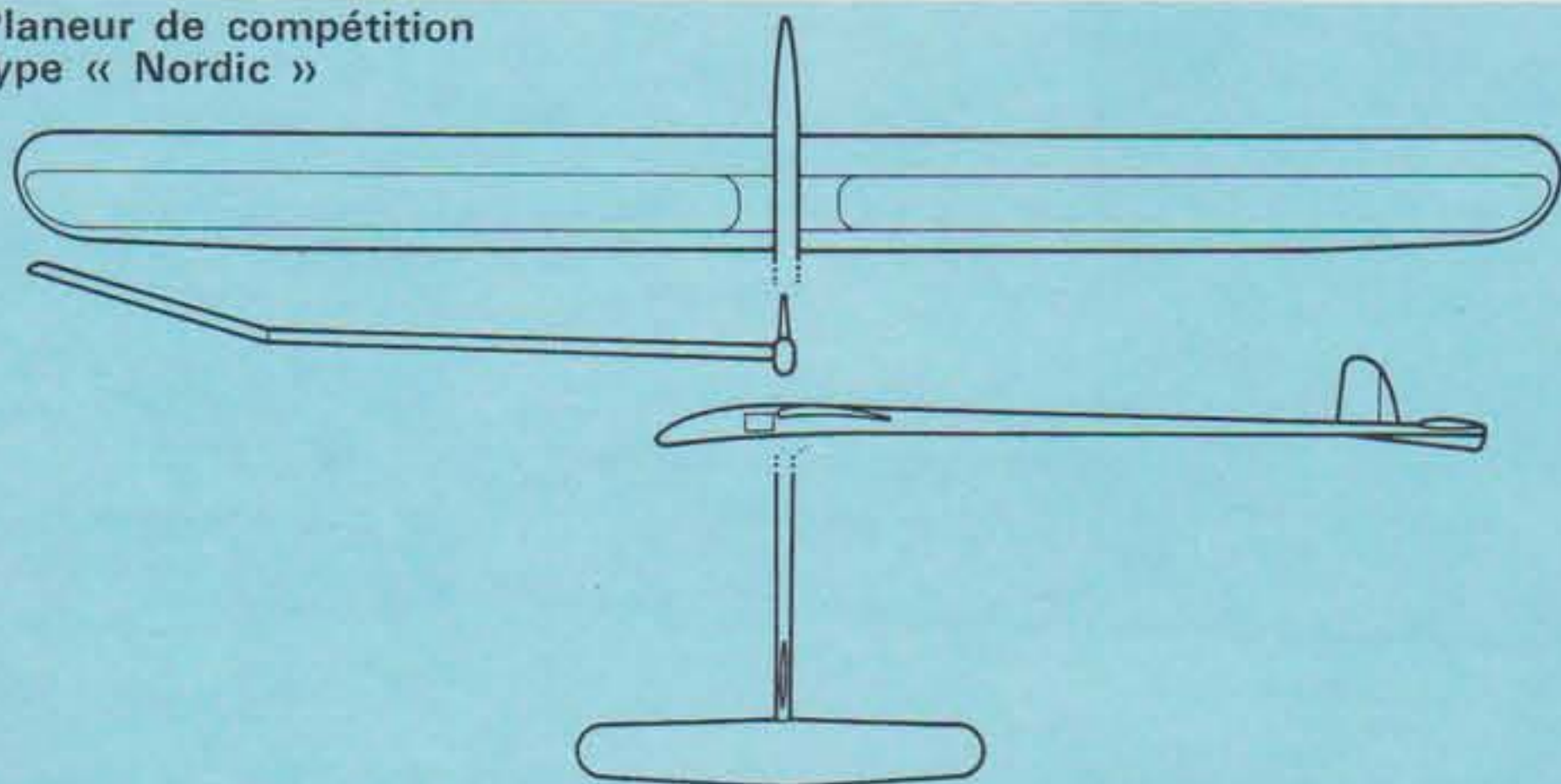


Le stabilisateur du planeur est maintenu à l'avant, contre une butée, par un élastique qui tend à le faire basculer vers le haut. Deux crochets en corde à piano, l'un fixé sur le bord de fuite du stabilisateur, l'autre fixé sous le fuselage, sont réunis par une boucle de fil à coudre nouée sur une longueur de mèche thermique. Le stabilisateur est ainsi maintenu en place durant le vol, la mèche thermique est allumée

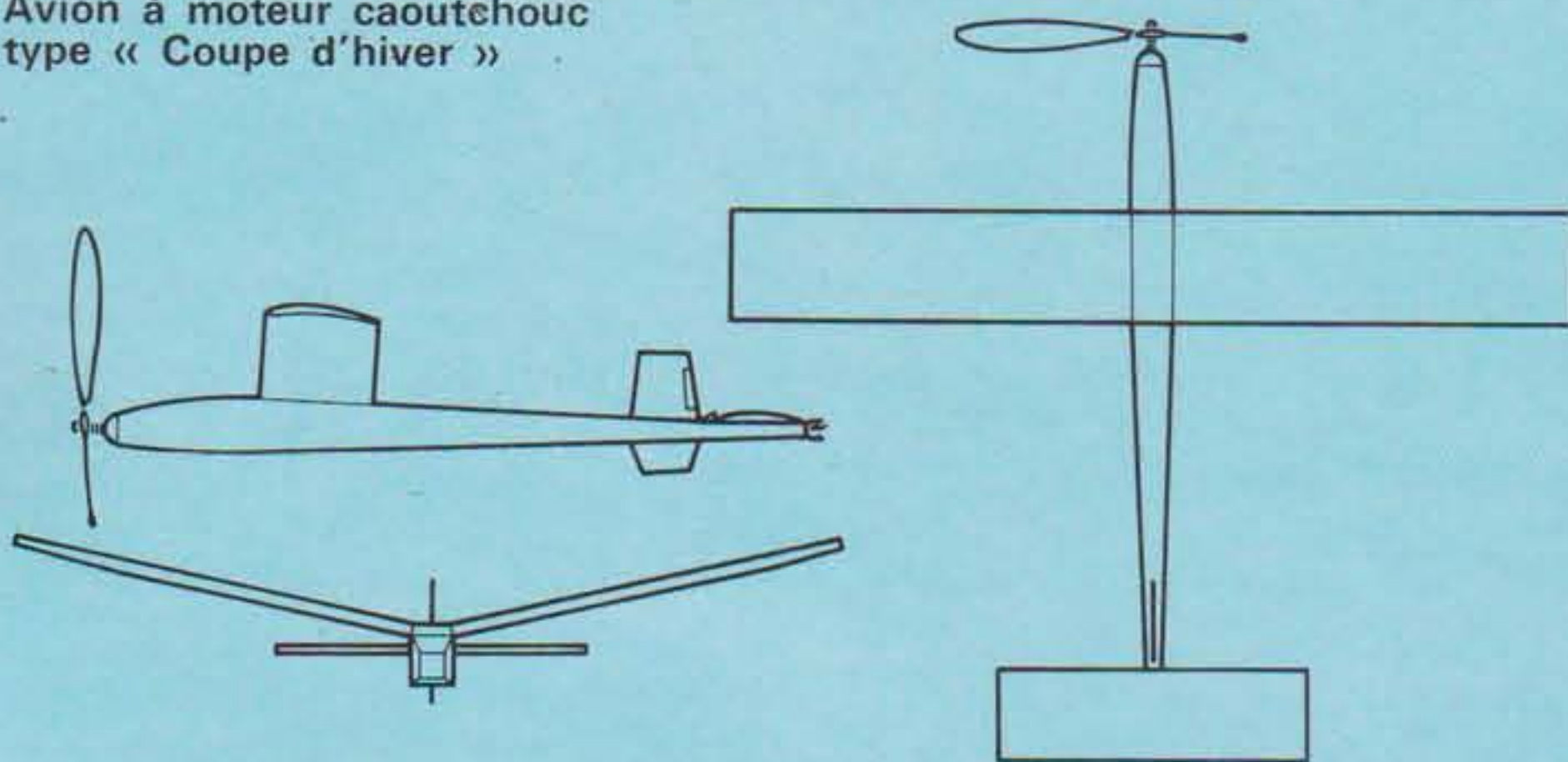
avant le lancement du planeur ; sa longueur détermine la durée du vol. En fin de combustion, le fil de retenue est brûlé et le stabilisateur libéré de l'arrière se relève vers le haut sous la tension de l'élastique ; il est maintenu selon un angle d'environ 45° par un câble en acier fin attaché sur les crochets arrière. Noter que ce dispositif peut également être actionné par une minuterie mécanique.



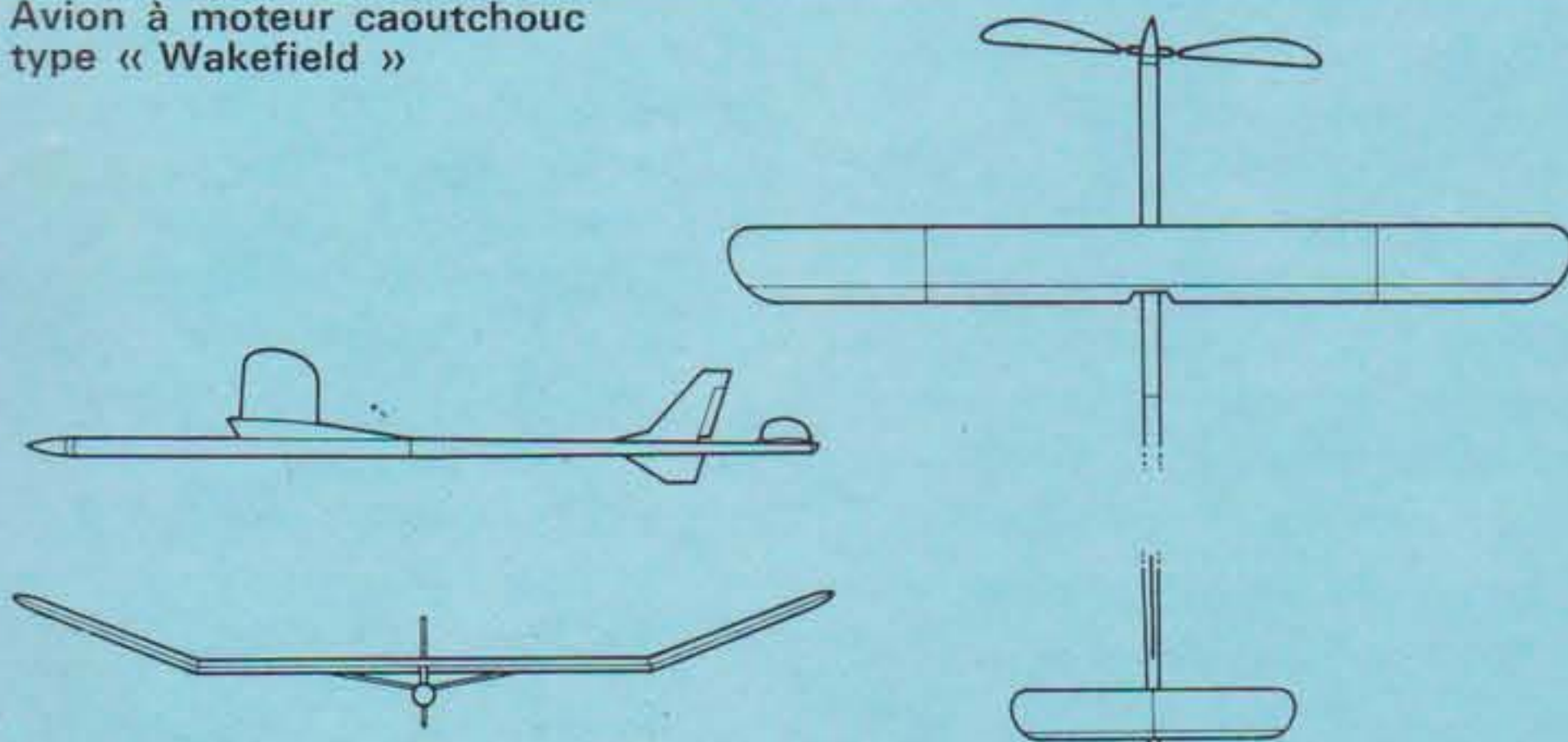
Planeur de compétition
type « Nordic »



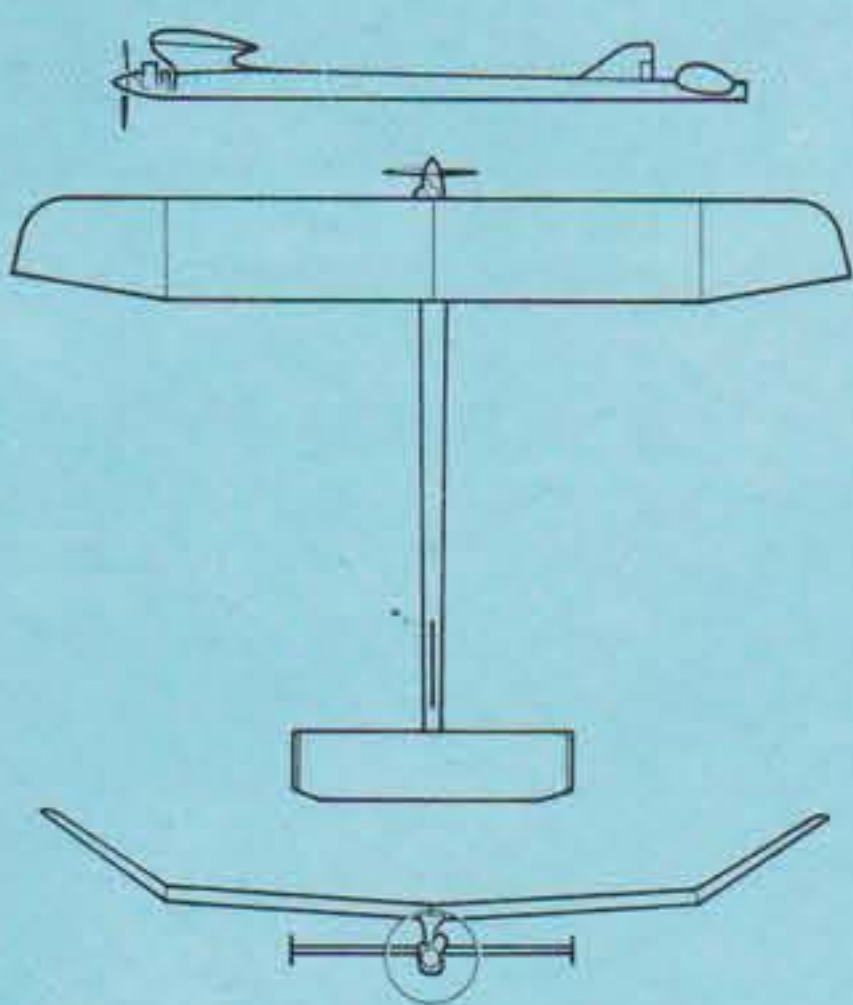
Avion à moteur caoutchouc
type « Coupe d'hiver »



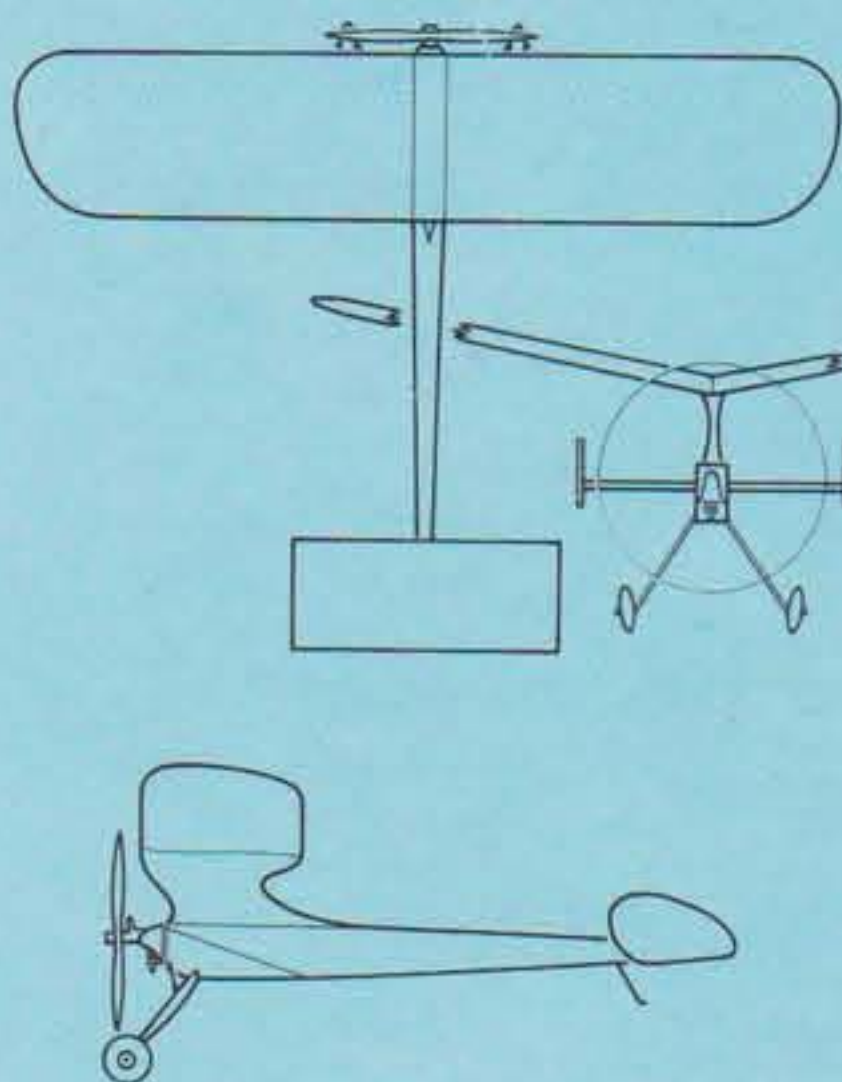
Avion à moteur caoutchouc
type « Wakefield »



Motomodèle de compétition
classe F.A.I.



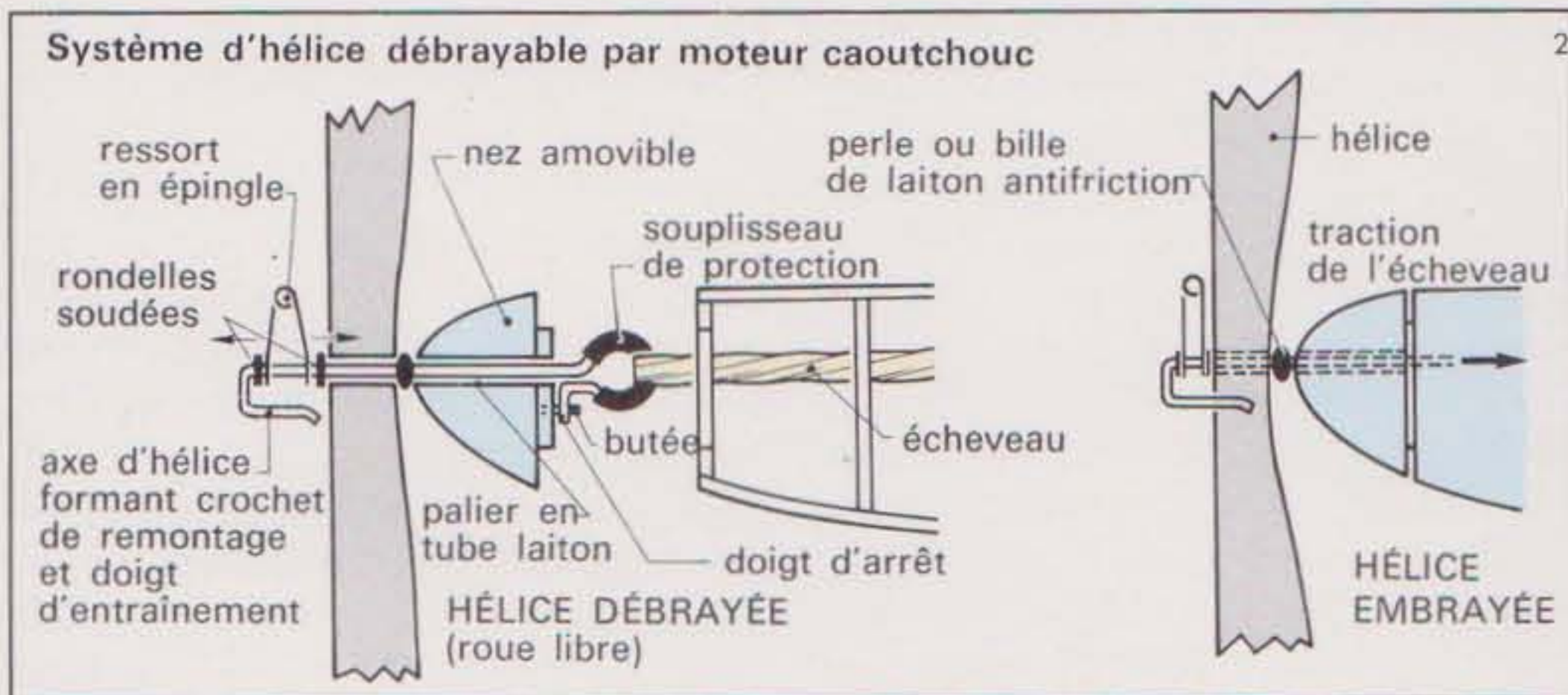
Motomodèle
type « Oldtimer »



en aéromodélisme) et les planeurs de compétition, eux-mêmes divisés en différentes classes (A-1, A-2, Nordiques, etc.) définies par leur formule et leurs dimensions.

Le motoplaneur. On appelle ainsi un modèle de planeur sur lequel est adapté un moteur auxiliaire destiné à remplacer les dispositifs de lancement habituels. Le moteur peut être installé à l'avant du fuselage, comme sur un avion classique, mais il est disposé plus généralement sur un pylône fixé au-dessus de l'aile, qui, grâce à son amovibilité, permet une adaptation instantanée en planeur ou en motoplaneur. Les propulseurs utilisés sont des petits micromoteurs à explosion de faible cylindrée, la puissance requise étant seulement nécessaire à l'ascension du modèle qui entamera ensuite son vol plané. Le motoplaneur offre l'avantage de ne nécessiter aucune aide pour le lancement; en revanche, il présente l'inconvénient d'une moindre finesse que celle du planeur en raison du poids et de la traînée du pylône-moteur.

L'avion à moteur caoutchouc. Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, l'avion de compétition propulsé par un moteur caoutchouc est un compromis entre l'avion et le planeur dont il doit posséder les qualités de vol plané. En raison des équipements annexes qu'il comprend (écheveau, hélice, train d'atterrissage, etc.), ce type de modèle présente une charge alaire plus élevée que celle d'un planeur. On a cherché à améliorer la finesse pour augmenter les qualités du vol plané, l'effet aérodynamique contraire le plus important étant le freinage provoqué par l'hélice quand elle reste bloquée à la fin du déroulement de l'écheveau. Pour remédier à cela, on imagina des dispositifs de débrayage et de mise en roue libre de l'hélice entrant en action dès la cessation de l'effet moteur. L'hélice tourne alors sans contrainte sous l'effet du vent et offre ainsi moins de résistance à l'avancement du modèle au cours du vol plané (voir *fig. 2*). De meilleurs résultats furent obtenus avec des hélices bipales ou monopales repliables dont le principe de fonctionnement est simple : en rotation les pales sont maintenues déployées sous l'effet de la force centrifuge et de l'action du pas de l'hélice dans l'air. Dès l'arrêt de la rotation, un ressort plaque les pales contre



Ci-dessus : maquette « Walmart scale, Curtiss Robin » ; envergure : 450 mm (modèle Tern Aero).

Ci-dessous, à droite : un petit remontoir pour moteur caoutchouc ; multiplicateur 1 : 5 (Sterling models).

Ci-dessous, à gauche : moteur à gaz carbonique « SHARK », avec pistolet de recharge et capsule de gaz.



l'avant du fuselage, la rotation cesse alors et la résistance à l'avancement est ainsi considérablement diminuée. (Nous verrons ultérieurement que ce dispositif a été appliqué sur les hélices des motoplans à propulsion électrique.)

Les avions de compétition à moteur caoutchouc se répartissent en deux catégories principales :

— type « coupe Wakefield » (créée avant la dernière guerre par Lord

Wakefield), cette coupe internationale fut gagnée une seule fois par un Français (E. Fillon en 1937) ; — type « coupe d'Hiver » (créée par M. Bayet, fondateur de la première revue française traitant de l'aéromodélisme, *le Modèle réduit d'avion*).

De ces deux catégories, seule la coupe d'Hiver est encore organisée en France chaque année, en février, avec une participation internationale.

Le vol libre de compétition, qui nécessite de vastes terrains pour l'évolution des modèles (planeurs, avions à moteur caoutchouc ou motomodèles), n'est plus pratiqué maintenant que par quelques modélistes chevronnés. Il convient cependant de mentionner que cette catégorie de modèles réduits d'avions est celle qui apporte le plus d'enseignements sur le plan de la construction, ainsi que sur celui des réglages en vol, et qu'il

n'y a pas de meilleure école en aéromodélisme.

Outre les appareils de compétition, il existe toute une variété de petits modèles de vol libre plus à la portée du modéliste moyen, et qui, de ce fait, connaissent un regain d'intérêt : il s'agit des petites maquettes volantes. La reproduction exacte (avec plus ou moins de tolérances) d'un avion réel à toujours tenté les modélistes. De nombreux sujets sont intéressants à réaliser en vol libre avec différents modes de propulsion. Parmi les plus petites maquettes on peut citer les « cacahuètes », appelées *peanut scales* aux États-Unis, où cette catégorie a été créée. Il s'agit de petits modèles propulsés par un moteur caoutchouc et dont l'envergure est limitée à 330 mm. Ces maquettes sont conçues pour évoluer en salle (hangar ou gymnase) ou bien à l'extérieur par temps calme. L'idée n'est pas nouvelle, car bien avant la dernière guerre il existait des petits modèles de ce genre aux États-Unis, quelquefois sous forme de boîtes de construction. Quelques modélistes d'outre-Atlantique, passionnés de maquettes de vol libre, prirent l'initiative de relancer cette catégorie sous le nom de *peanut scale*; elle obtint immédiatement un étonnant succès... Chaque modèle, qui pèse une dizaine de grammes (moins pour le vol intérieur) doit être la reproduction d'un avion réel avec certaines tolérances dans l'exactitude. Des concours internationaux sont organisés, et les modélistes y participent surtout

pour se défouler, essayant d'obtenir les meilleures performances, ce qui n'est pas si facile...

Il existe d'autres modèles de dimensions un peu plus importantes (à partir de 350 mm d'envergure) appelés, toujours aux États-Unis, *walnut scales* (« échelles noix »). Assez récemment sont apparus sur le marché européen des petits moteurs à gaz carbonique (CO₂), nous devrions dire « réapparus » car ce type de moteur n'est pas nouveau : les premiers ont été réalisés vers les années 1900... Ces moteurs peuvent remplacer avantageusement le moteur caoutchouc pour la propulsion de petites maquettes, ils présentent les mêmes avantages de silence et de non-pollution, avec une mise en route facile. Le moteur est alimenté en gaz carbonique par l'intermédiaire d'un petit réservoir relié par un fin tuyau de cuivre à la culasse. L'admission s'effectue par une valve à bille dont l'ouverture est commandée par le dessus du piston. On remplit le réservoir à gaz à l'aide d'un pistolet contenant une capsule de CO₂; la cylindrée de ces moteurs est de 0,06 cm³ et leur poids total est d'environ 15 g (alimentation comprise); l'autonomie maximale de fonctionnement représente environ 45 secondes par remplissage. D'intéressantes réalisations sont possibles avec les moteurs CO₂. Leur emploi facile permet de les recommander aux débutants en aéromodélisme.

Il existe, enfin, d'autres catégories de maquettes à moteur caoutchouc, telle la classe « Jumbo » atteignant

le mètre et plus d'envergure, mais leur construction devient délicate en raison de la grande légèreté que doivent présenter les structures. L'avion à moteur caoutchouc, qui rappelons-le est un compromis avion-planeur, permet de s'initier aux réglages d'un aéromodèle motorisé. Il existe une grande variété de modèles d'apprentissage ou d'entraînement, simples à construire et à faire voler, dont la réalisation est à conseiller après celle d'un planeur.

Le motomodèle de vol libre.

On appelle « motomodèle » un modèle d'avion propulsé par un moteur thermique. Dès la commercialisation des premiers moteurs à explosion pour modèles réduits, cette catégorie connut un grand succès et permit la réalisation d'avions de tous les types : maquettes volantes, semi-maquettes, motomodèles de compétition, etc. L'augmentation de la diversité des cylindrées des moteurs et la simplification de leur système d'allumage autorisa donc une grande variété dans les dimensions du petit modèle propulsé par un 0,8 cm³ à celles du monstre nécessitant la puissance d'un 10 cm³.

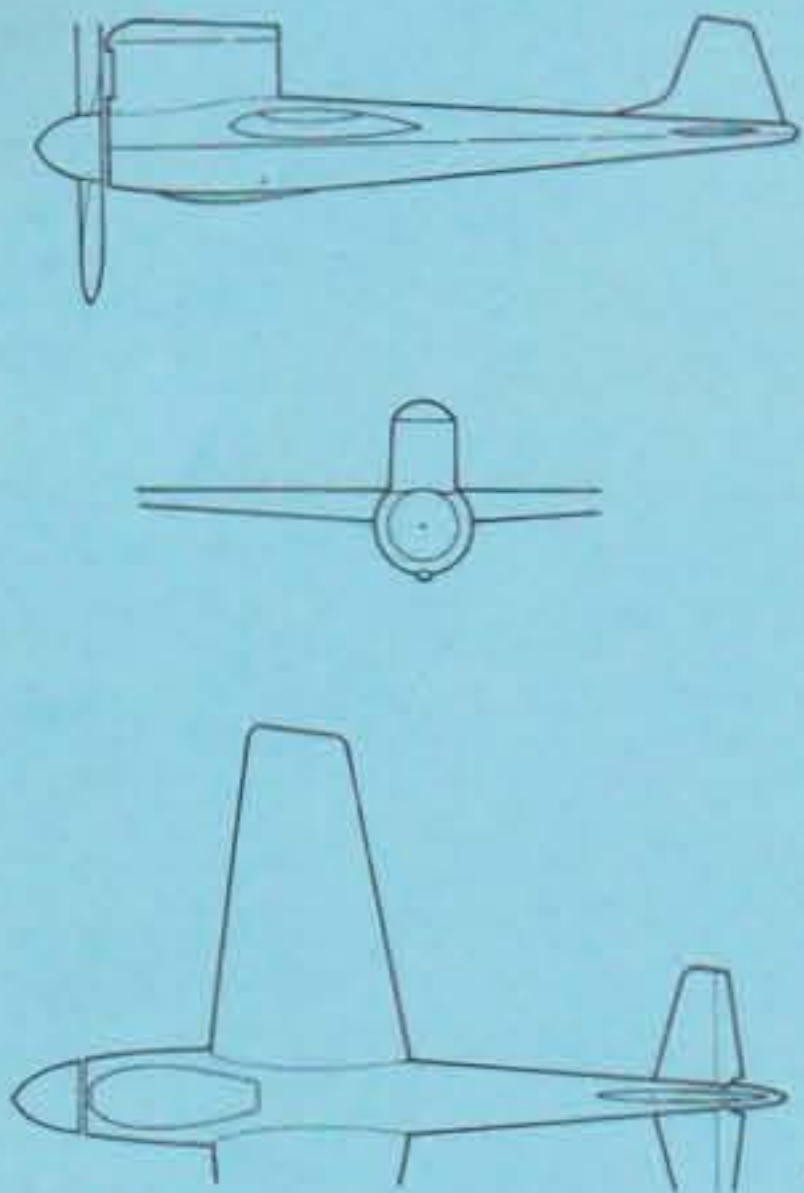
Toutes ces catégories de motomodèles de vol libre ne sont maintenant plus pratiquées, elles sont bien entendu remplacées par les modèles radiocommandés qu'il est plus facile de faire évoluer à volonté. Parmi les modélistes américains, quelques nostalgiques de l'âge d'or de l'aéromodélisme ont voulu faire revivre les rustiques modèles de leurs débuts en créant la classe « Oldtimers » qui consiste à faire voler des copies conformes de ces motomodèles. Quelques rencontres entre amateurs, anciens modélistes pour la plupart, ont lieu aux États-Unis; les « Oldtimers » sont divisés en différentes classes selon la catégorie et les dimensions des modèles.

Enfin il reste le motomodèle de compétition en vol libre, qui, comme le planeur ou l'avion à moteur caoutchouc, n'est plus utilisé que par quelques modélistes acharnés de cette discipline spéciale que représente la compétition en vol libre.

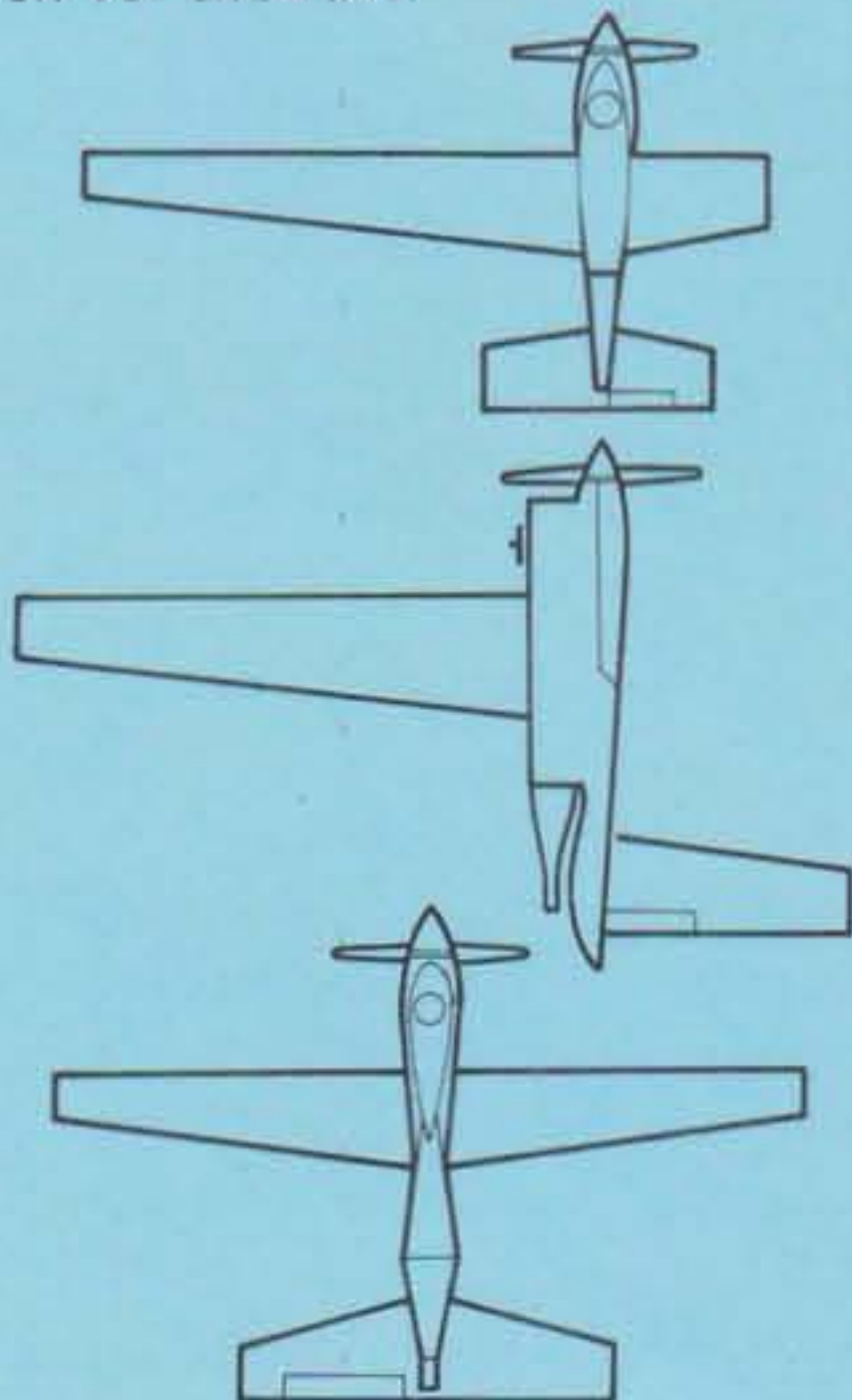
Le vol circulaire

Né aux États-Unis aussitôt après la Seconde Guerre mondiale, le vol circulaire semble être dû au manque d'espace dont ont souf-

Avion de vitesse en vol circulaire type classique



Différentes configurations d'avions de vitesse modernes en vol circulaire





*Ci-contre : un petit modèle
préfabriqué pour moteur CO₂,
« Cessna 185 »
(modèle et moteur Telco).*

*Ci-dessous : une petite maquette
motorisée pour le vol libre
le « Nieuport 11 »;
envergure : 600 mm, moteur
Cox 0,3 cm³ (modèle Guillow's).
En bas : maquette de vol libre
« Piper Super Cruiser »;
envergure : 1 000 mm,
moteur Cox 0,8 cm³
(modèle Jetco).*

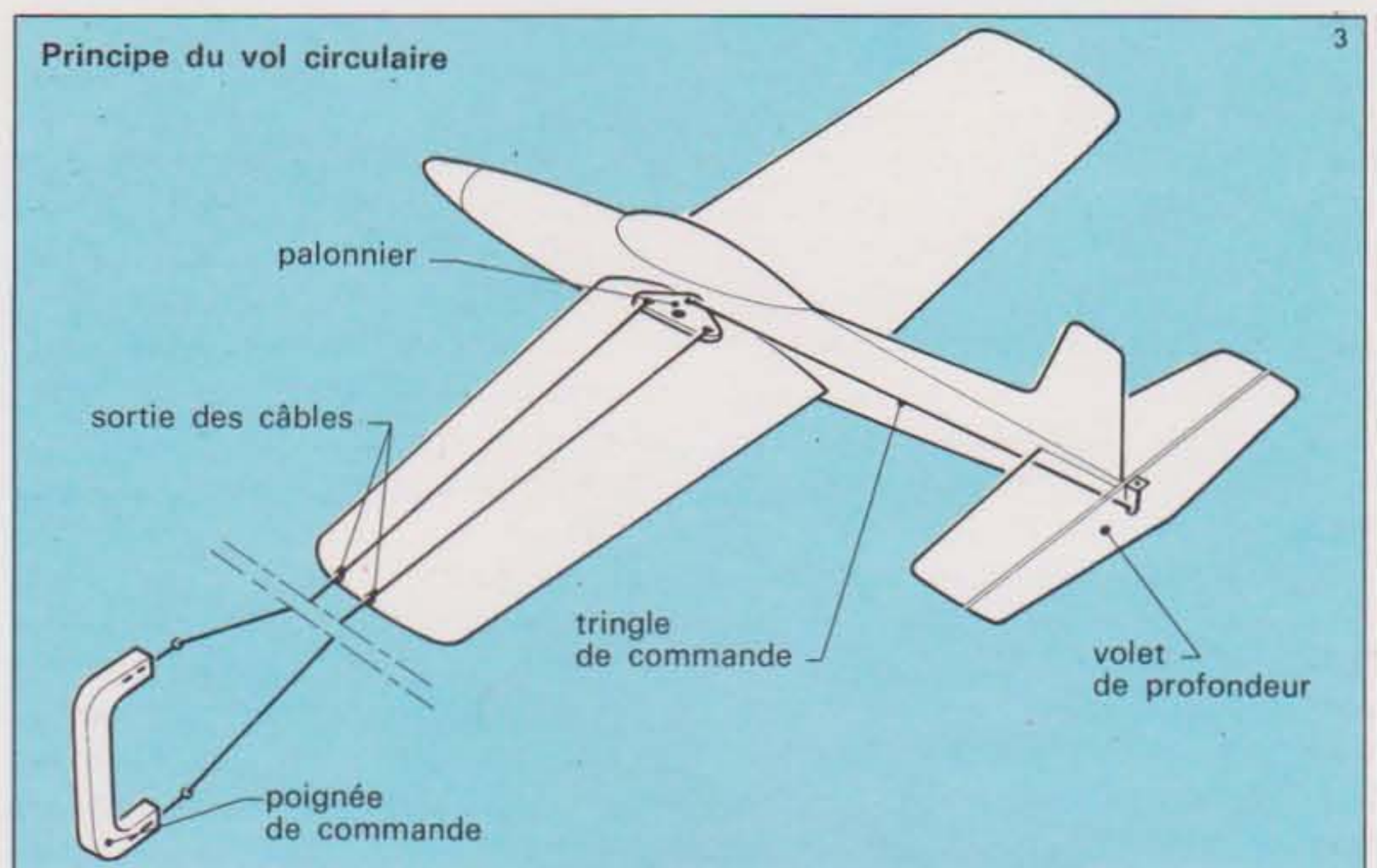




fert les modélistes à cette époque. Les terrains étaient alors encombrés par les matériels des surplus de guerre, ce qui empêchait les modélistes de pratiquer le vol libre. On dit même que ce serait l'un d'entre eux, qui, embarqué à bord d'un porte-avions, aurait attaché son modèle à un câble pour le faire évoluer en cercles, trouvant ainsi une solution pour pratiquer son passe-temps favori... Anecdote vraie ou légende? Toujours est-il que les premiers appareils de vol circulaire furent en effet des modèles de vol libre adaptés pour la circonstance. Mais on se rendit rapidement compte qu'il fallait un système de commande efficace pour piloter le modèle et le stabiliser à l'altitude désirée. Après l'essai de plusieurs systèmes plus ou moins hétéroclites qui provoquèrent le percutage de nombreux modèles, ce fut la commande par palonnier qui se montra la plus rationnelle et la plus sûre. Ce système de commande,

appelé « U-Control » fut mis au point par le modéliste américain Jim Walker qui le fit breveter; il est depuis universellement adopté sur tous les avions conçus pour le vol circulaire. La figure 3 représente le principe du « U-Control », le

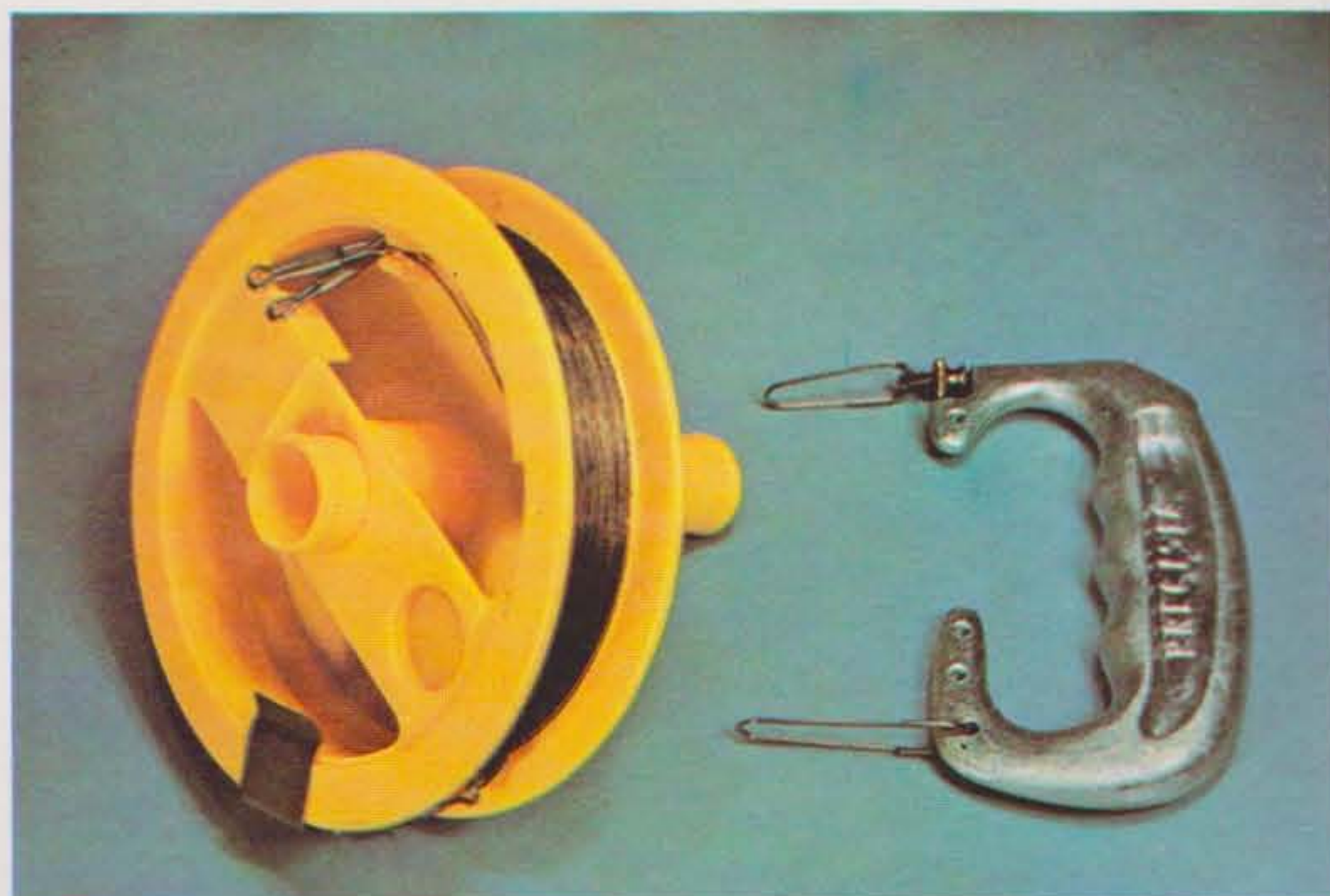
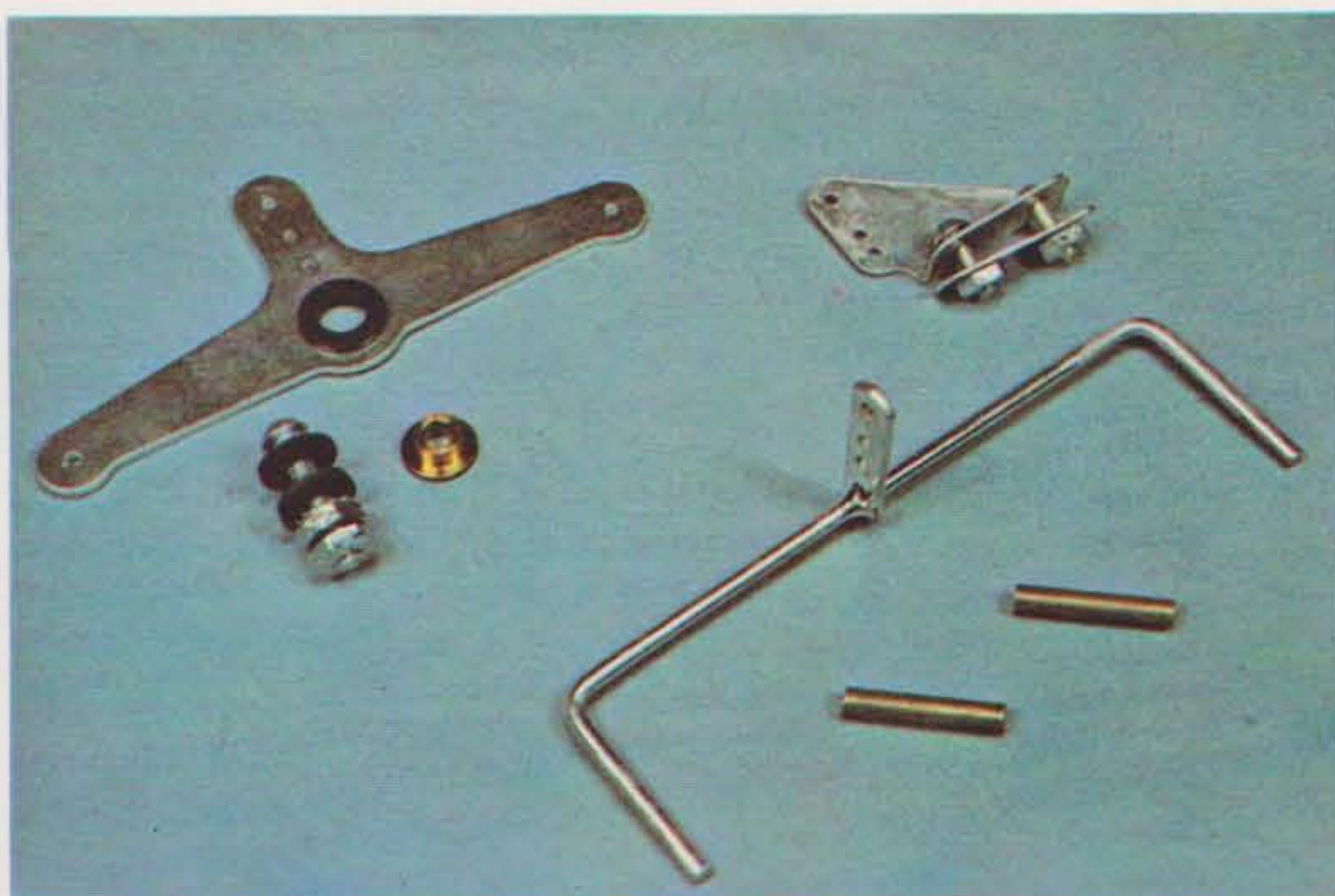
Ci-dessus : avion d'entraînement de construction simple pour le vol circulaire à fuselage « planche »; le « Shoestring »; envergure : 1 080 mm, moteur O.S. 5 cm³ (Goldberg models).



modèle est équipé d'un palonnier de forme triangulaire, sur lequel sont attachés les câbles de commande. En agissant sur la poignée en forme de U (d'où l'appellation du système) fixée à l'autre extrémité des câbles, on entraîne le déplacement du palonnier; celui-ci provoque, par l'intermédiaire d'une tringlerie, l'abaissement et le relèvement du volet de profondeur. Le modèle peut ainsi être piloté en altitude et exécuter toutes les figures acrobatiques permises sur l'axe de tangage (axe parallèle à l'aile, passant par le centre de gravité d'un avion).

D'autres systèmes furent également employés, tel le « Monoline » de Stanzel, commande à un seul câble en acier tressé mis en rotation par une poignée agissant comme une drille. La rotation du câble entraîne celle d'une vis sans fin fixée dans le modèle, engrenant le crantage du palonnier spécial qui actionne le volet de profondeur. Le « Monoline » ne permet pas une commande très sensible de la profondeur, son intérêt réside principalement dans la réduction de la traînée (non négligeable) que provoquent les deux câbles système « U-Control ». C'est pour cette raison que le « Monoline » est uniquement utilisé pour le pilotage des modèles de vitesse en vol circulaire, qui nécessite simplement une stabilisation à une altitude déterminée.

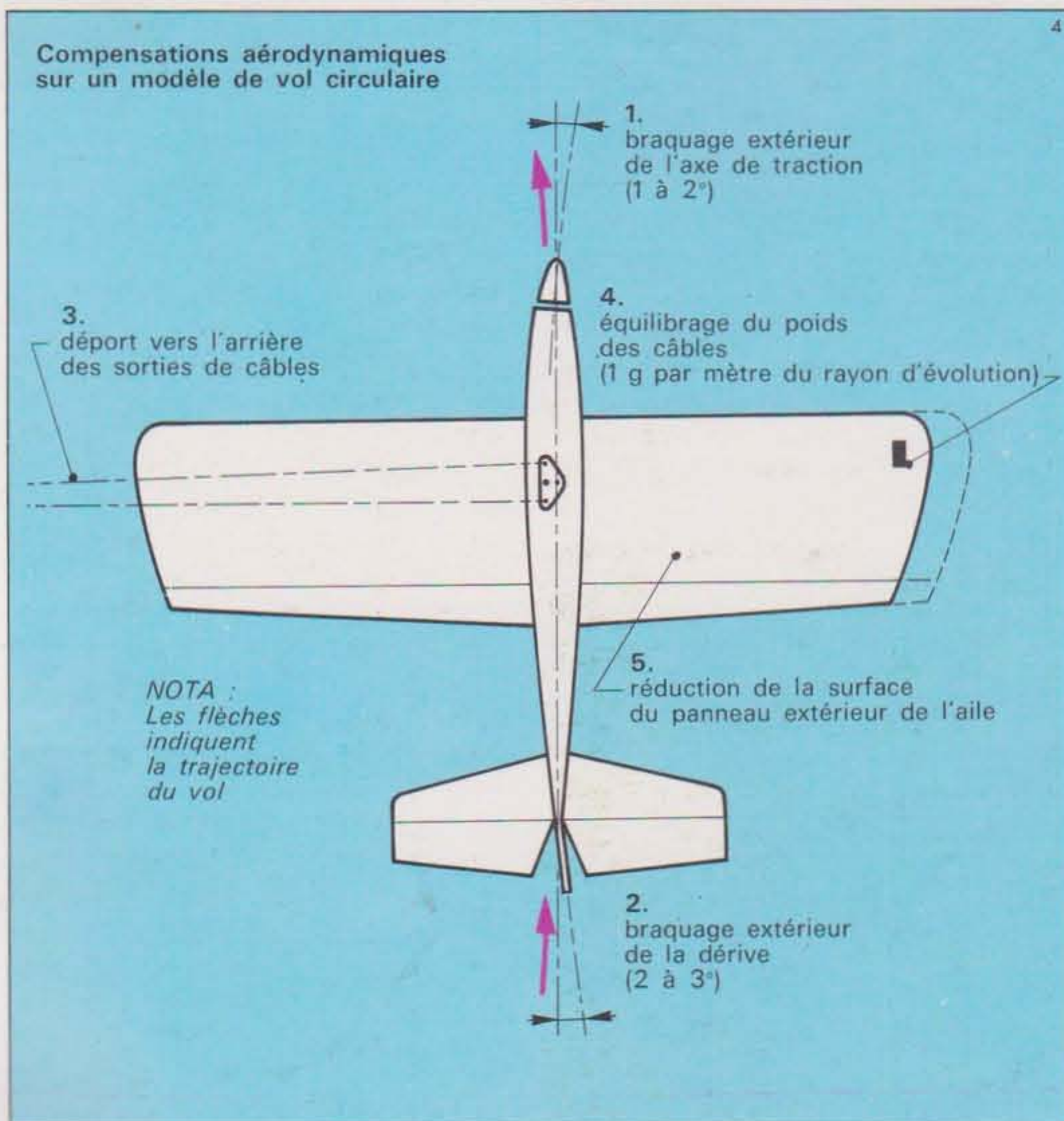
Malgré certaines restrictions, le vol circulaire présente plusieurs avantages, et tout d'abord celui de la place réduite nécessaire pour l'évolution des modèles, ce qui d'ailleurs a motivé la création de cette catégorie d'aéromodèles ainsi que nous l'avons vu. Le rayon d'évolution des modèles varie selon la puissance et la cylindrée du moteur utilisé, ces critères déterminant aussi les dimensions de l'avion. Les rayons d'évolution ont été ensuite standardisés en fonction des pistes spéciales qui ont été aménagées à l'usage des clubs intéressés par cette catégorie. Ils varient de 8 à 21 mètres pour les plus fortes cylindrées limitées à 10 cm³ par les normes de la F.A.I. (Fédération aéromodéliste internationale). Tout terrain suffisamment plat et bien dégagé (parking, pré en rase campagne, etc.) mesurant au maximum 45 mètres de côté peut donc convenir pour faire évoluer un modèle de vol circulaire, quelle que soit sa puissance. Ensuite, il y a le plaisir du pilotage qui nécessite un apprentissage,



particulièrement si l'on désire pratiquer l'acrobatie. Les notions acquises seront très utiles au modéliste qui s'orientera ensuite vers la radiocommande, par exemple. Enfin le contact avec la mécanique et l'utilisation des moteurs constituent également une bonne école.

La pratique du vol circulaire évolua très rapidement; de nombreux modélistes s'intéressèrent à cette catégorie de modèles et formèrent des équipes bien à part, réparties dans les différentes disciplines qui en découlèrent. Bien entendu, la compétition s'instaura et différentes classes de modèles furent définies : vitesse, acrobatie, team-racing, combat, maquettes, etc. Le vol circulaire est encore très pratiqué de nos jours. Cette catégorie de modèles possède des champions appartenant à chaque discipline; ils n'en pratiquent qu'une seule, deux à la rigueur, mais sans s'intéresser aux autres possibilités de l'aéromodélisme...

*En haut : ensemble palonnier et guignols de flaps et de profondeur pour avion de vol circulaire (productions Veco).
Ci-dessus : poignée de commande réglable et rouleau de câbles en acier tressé 30/100 pour vol circulaire.*



La vitesse. Ce fut la première catégorie créée pour la compétition en vol circulaire; l'apparition de moteurs plus puissants dotés d'un allumage par *glow-plug* (bougie incandescente) en remplacement de l'allumage avec rupteur, bobine et condensateur, permit de rapides progrès. Les modèles de vitesse en vol circulaire ont une configuration très spéciale; le fuselage très profilé est dessiné pratiquement autour du moteur qui équipe le modèle, le fond est constitué par une coque en alliage léger ou en magnésium. L'aile, à profil laminaire, est très courte; le stabilisateur est généralement muni d'un demi-volet de profondeur de surface réduite, placé sur la partie extérieure au cercle d'évolution; la dérive inutile est supprimée. Le décollage du sol s'effectue sur un chariot muni de grosses roues, qui est largué automatiquement dès que le modèle commence à se sustenter; l'atterrissage s'effectue sur le patin dont est pourvu le fond de la coque, l'hélice restant calée horizontalement sur la compression du moteur. La forme des modèles a beaucoup évolué. Les racers de vol circulaire modernes présentent les configurations asymétriques les plus extravagantes, avec par exemple une aile d'un seul côté du fuselage et un demi-stabilisateur de

l'autre... Les recherches ont toujours pour but de diminuer la traînée de la cellule et d'améliorer la puissance des moteurs. Il existe en compétition trois catégories classées selon la cylindrée des moteurs: 2,5 cm³, 5 cm³ et 10 cm³; des vitesses supérieures à 250 km/h sont couramment réalisées actuellement.

L'acrobatie. On s'aperçut rapidement qu'un modèle de vol circulaire ne se comportait pas comme une pierre tournant au bout d'une ficelle, à la manière d'une fronde, la force centrifuge aidant à sa sustentation... Si ce dernier effet joue un certain rôle, un avion de vol circulaire présente néanmoins les mêmes caractéristiques aérodynamiques que celles d'un modèle évoluant en vol libre. Cependant, la trajectoire continuellement en courbe du modèle, la traînée relativement importante des câbles de commande ainsi que les forces physiques en action obligent à certaines compensations que l'on pourrait qualifier « d'anti-aérodynamiques »... Ces compensations consistent à réduire les contraintes auxquelles la cellule se trouve soumise durant le vol, afin d'obtenir un avion dont la charge alaire plus faible le rendra de ce fait beaucoup plus maniable. Les avions d'acrobatie en vol circulaire sont conçus selon ces principes. La figure 4 représente l'ensemble des compensations dynamiques et aérodynamiques nécessaires à leur bonne maniabilité, tout en leur conservant une action continue de traction sur les câbles de commande, quelle que soit la configuration du vol... On comprend en effet que seule cette traction continue permet un contrôle parfait d'un avion en vol circulaire.

Les diverses compensations à effectuer se résument ainsi :

1. Braquage de l'axe de traction du moteur de 1 à 2° vers l'extérieur du cercle de giration pour augmenter l'effet de traction sur les câbles de commande (même en cas de coup de vent contraire, le modèle aura tendance à retendre les câbles);
2. Braquage du volet de direction dans une position fixe selon un angle de 2 à 3° pour maintenir l'effet décrit ci-dessus à l'atterrissage, après l'arrêt du moteur;
3. Déport de la sortie des câbles de commande en bout d'aile vers l'arrière pour dévier légèrement la trajectoire vers l'extérieur du cercle;
4. Lestage du panneau d'aile exté-

Ci-dessous : avion d'entraînement à l'acrobatie en vol circulaire, avec flaps, le « Papoose » ; envergure : 830 mm, moteur Fox 2,5 cm³ (modèle Veco).
 Ci-dessous, au centre : petit biplan de sport en vol circulaire, le « Flying fool » ; envergure : 860 mm, moteur Micron 2,5 cm³ (modèle Sterling).

rieur au cercle de giration pour équilibrer le poids des câbles (on compte généralement 1 g de poids par mètre linéaire des deux câbles de commande).

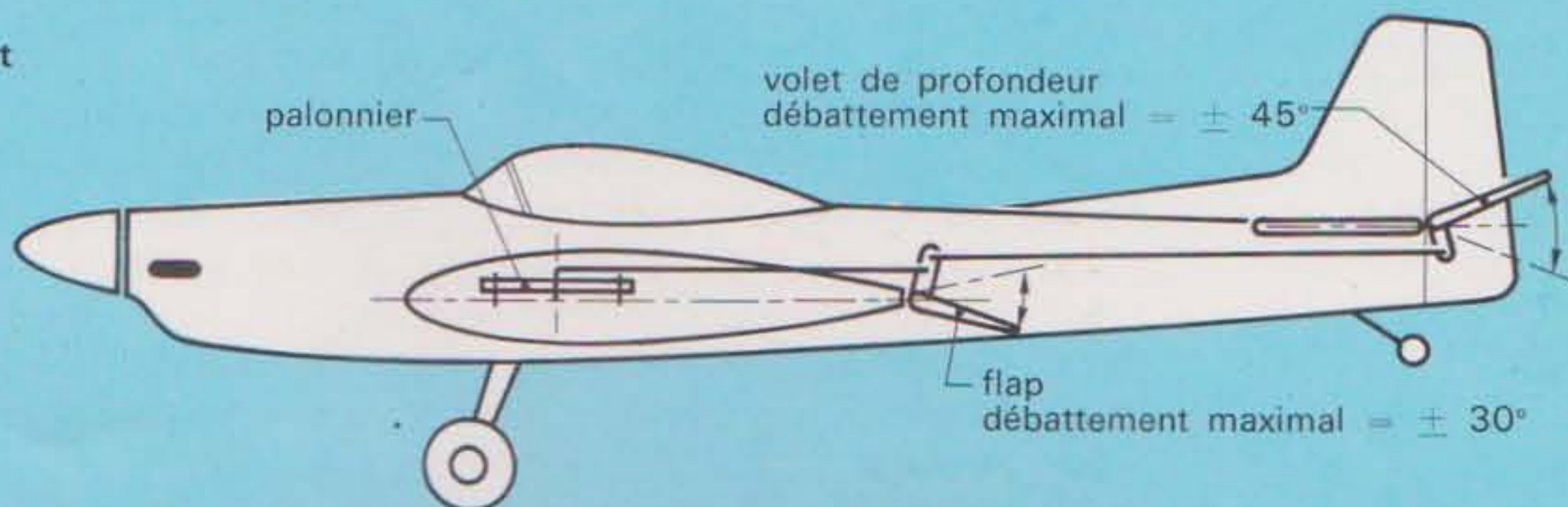
Ces quatre corrections sont à effectuer sur la majorité des types de modèles de vol circulaire, mais sur les appareils conçus pour l'acrobatie on joue en plus sur la dissymétrie de la surface de l'aile de part et d'autre du fuselage (5). Il faut tenir compte du fait que, lors du vol en cercle continu, le

panneau extérieur de l'aile se déplace plus vite que le panneau intérieur et qu'il se produit donc une différence de portance. Celle-ci augmente sur le panneau extérieur et son effet tend à faire basculer le modèle vers l'intérieur du cercle de giration. La solution consiste à diminuer la surface du panneau extérieur pour rétablir l'équilibre des portances (cet artifice est relativement peu visible sur le modèle).

Les modèles d'acrobatie en vol circulaire sont caractérisés par un bras de levier relativement court (distance entre le centre de poussée de l'aile et celui du stabilisateur) et par une aile de surface importante dotée d'un profil biconvexe symétrique épais. L'aile est munie de volets s'étendant sur toute l'envergure « Flaps » dont le sens de débattement est contraire à celui du volet de profondeur. L'effet ainsi obtenu est le suivant : lorsque les « flaps » sont abaissés, la portance de l'aile augmente et celle-ci a tendance à se soulever ; par une conjugaison mécanique (voir fig. 5), le volet de profondeur se relève simultanément, provoquant la grimpe du modèle. On constate que ces effets conjugués augmentent la maniabilité de l'avion dans l'exécution des figures acrobatiques. Les compétitions d'acrobatie en vol circulaire sont classées en trois séries (série I, II et III) déterminées par la complexité du programme des figures à exécuter. Parmi ces figures, les plus courantes sont le renversement, le vol sur le dos, les loopings droit et inversé, les huit horizontal et vertical, le huit au zénith. En série III, ces figures sont complétées par celles dites « carrées » (loopings carrés, huit carrés) ainsi que par les trèfles qui exigent des appareils excessivement maniabiles pour « casser » brutalement les angles des figures. L'acrobatie en vol circulaire exige naturellement beaucoup d'entraînement et une grande maîtrise du pilotage, les évolutions se



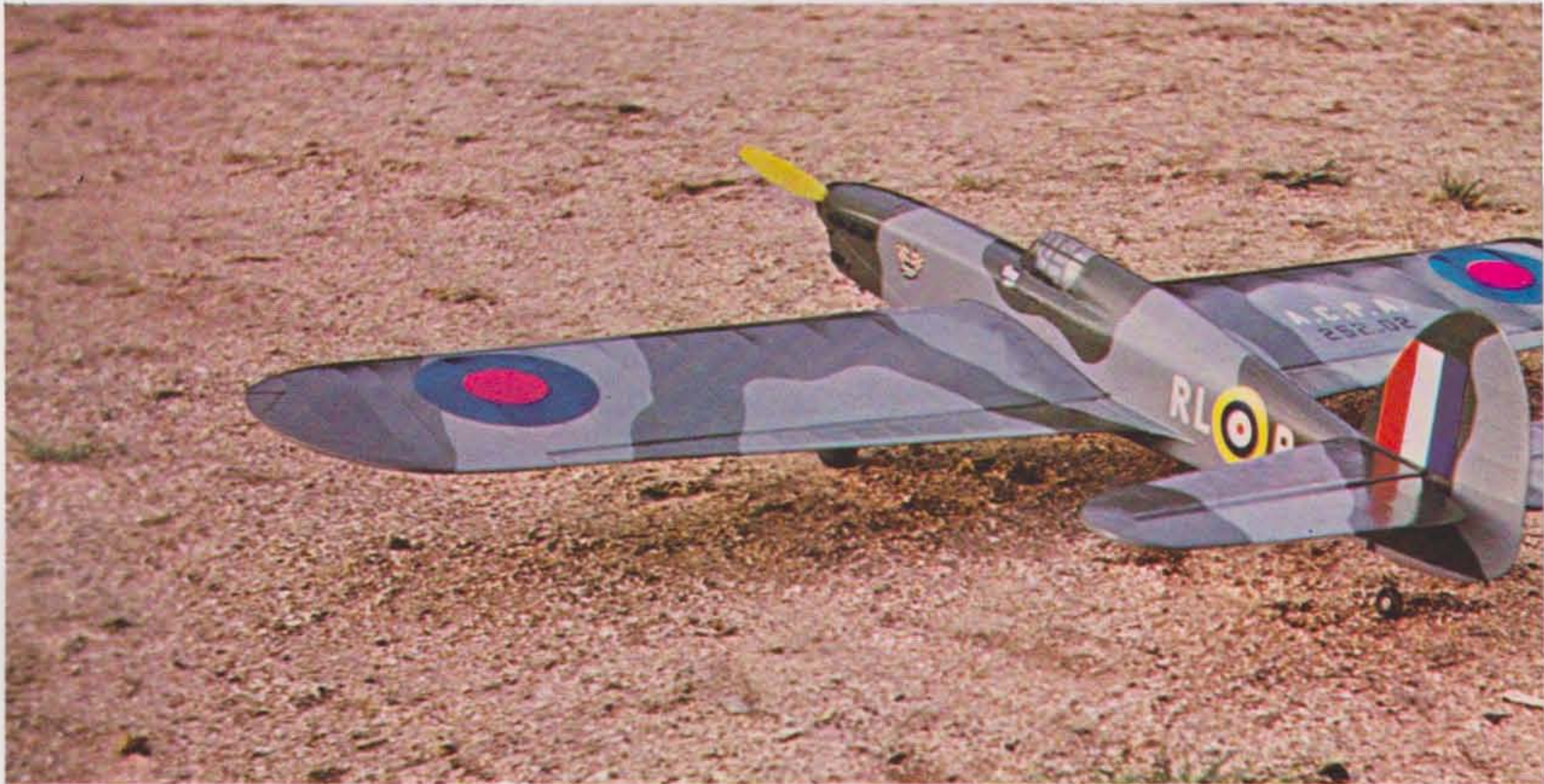
Principe du fonctionnement des « flaps » sur un appareil d'acrobatie en vol circulaire





Ci-contre : aile volante de combat « Jr Satan » ; envergure : 730 mm, moteur Cox 2,5 cm³ (Goldberg models).

Ci-dessous : avion d'acrobatie en vol circulaire semi-maquette avec flaps, le « Hurricane » ; envergure : 1 400 mm, moteur Veco 6,5 cm³ (modèle Veco).



faisant relativement près du sol... Un appareil d'acrobatie simplifié avec comme seule gouverne un volet de profondeur de bonne surface constitue un excellent modèle d'entraînement au pilotage en vol circulaire.

Le « team-racing ». Il s'agit d'une course d'équipe disputée avec comme seule gouverne un volet de profondeur de bonne surface constitue un excellent modèle d'entraînement au pilotage en vol circulaire. La conception des modèles de « team-racing » est dans son ensemble semblable à celle des avions de vitesse, bien que la représentation d'un poste de pilotage pouvant contenir un pilote à l'échelle soit exigée. La course se dispute sur une base de 15 km, avec au moins un ravitaillement au sol obligatoire. Au départ, les pilotes se trouvent au centre de la piste, les mécaniciens font le plein et mettent le moteur en route pour permettre à leur pilote de décoller le plus rapidement possible. Ceux-ci doivent faire preuve de beaucoup

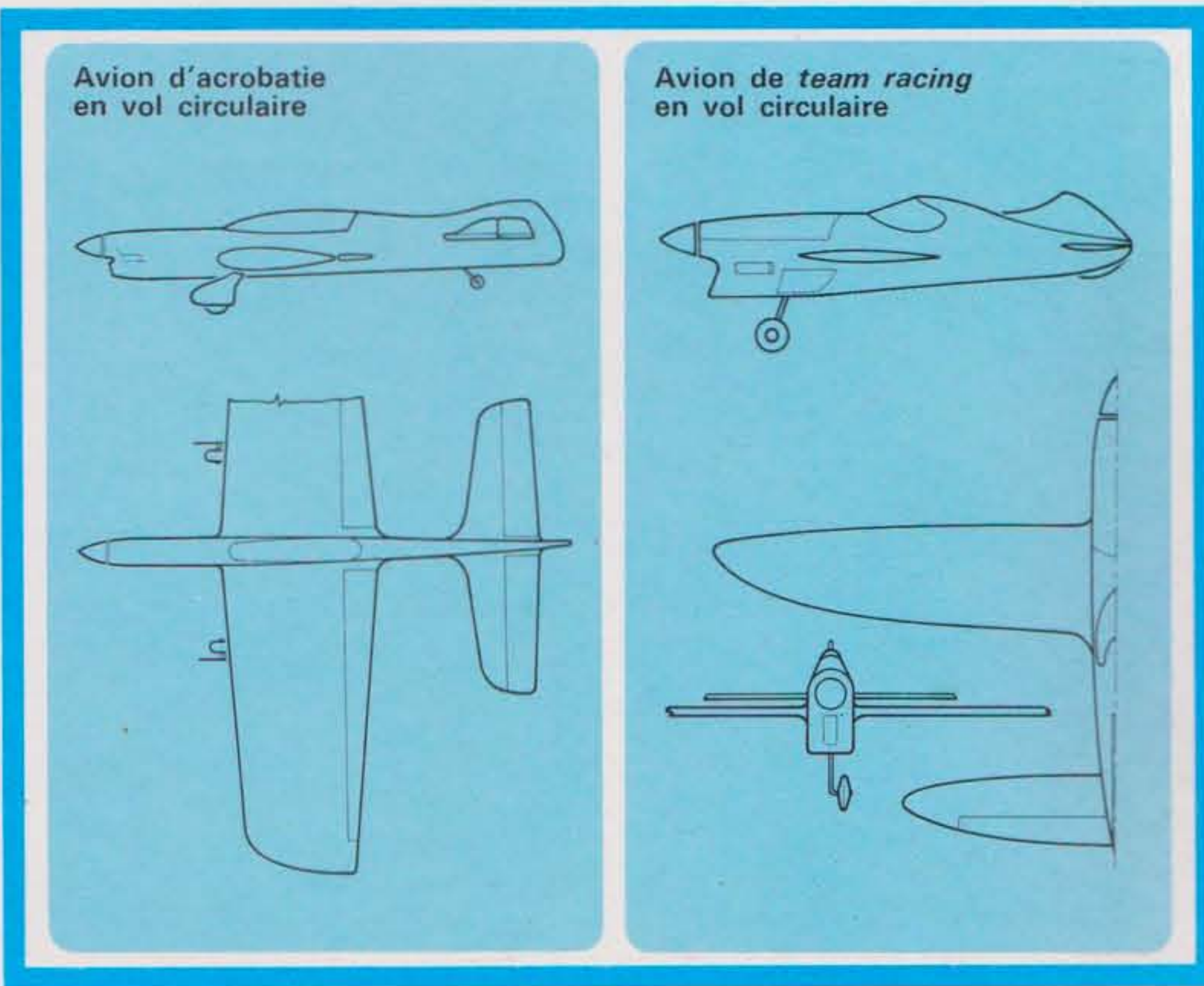
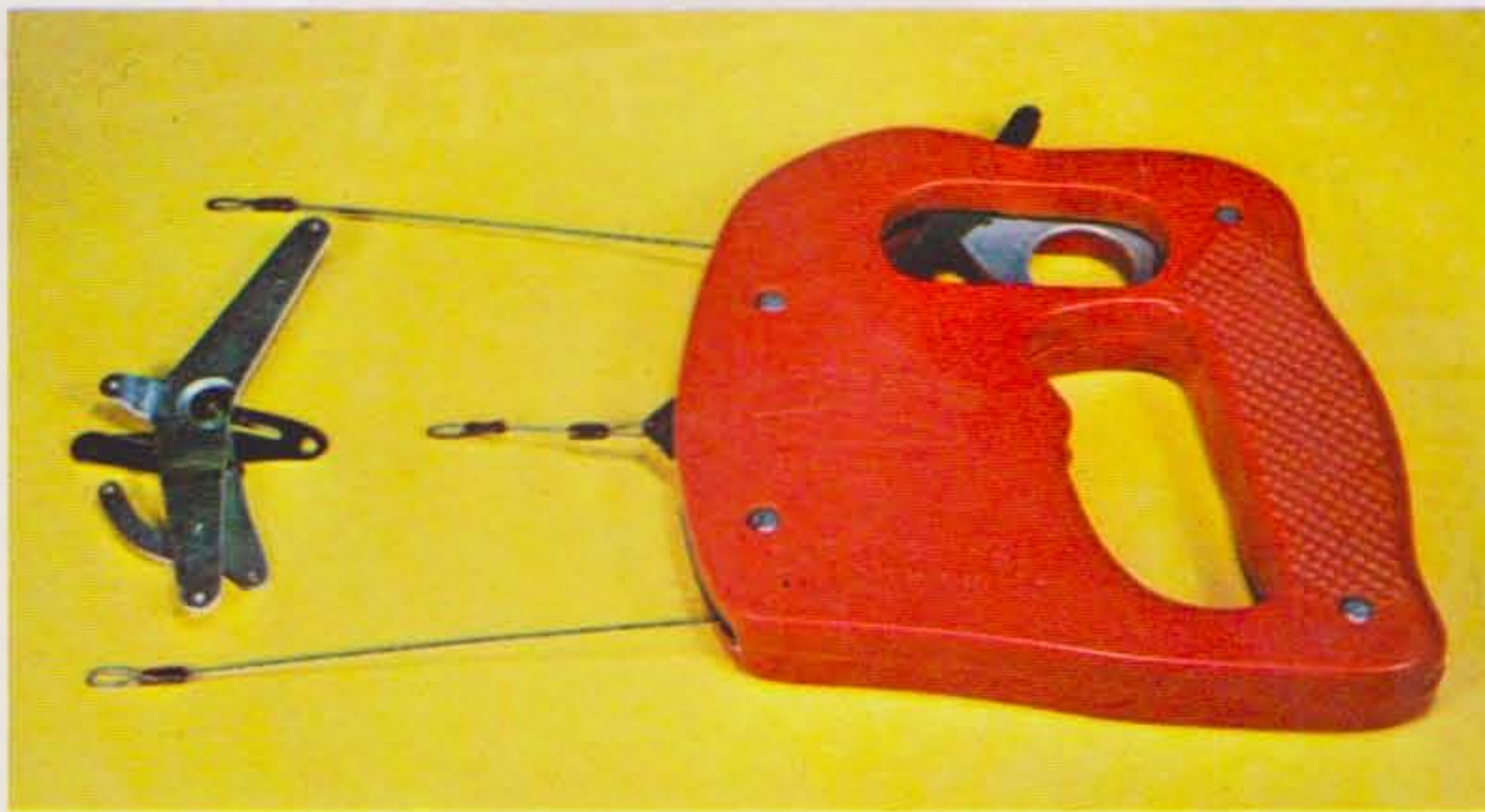
de dextérité pour décoller sans provoquer d'accident malgré la présence des autres appareils encore sur la piste... En vol, le spectacle est impressionnant, les avions doivent se dépasser obligatoirement par le dessus pour éviter d'emmêler les câbles de commande. Dès que le moteur s'arrête, le pilote doit poser son appareil le plus près possible du mécanicien afin que ce dernier puisse le bloquer au sol, refaire le plein, remettre le moteur en route en quelques secondes et permettre au pilote de redécoller le plus rapidement possible. Ce genre de compétition est naturellement très spectaculaire, car il faut préciser que la vitesse des avions en vol dépasse 160 km/h. Il existe deux catégories en « team-racing », déterminées selon la cylindrée des moteurs : 2,5 cm³ et 5 cm³.

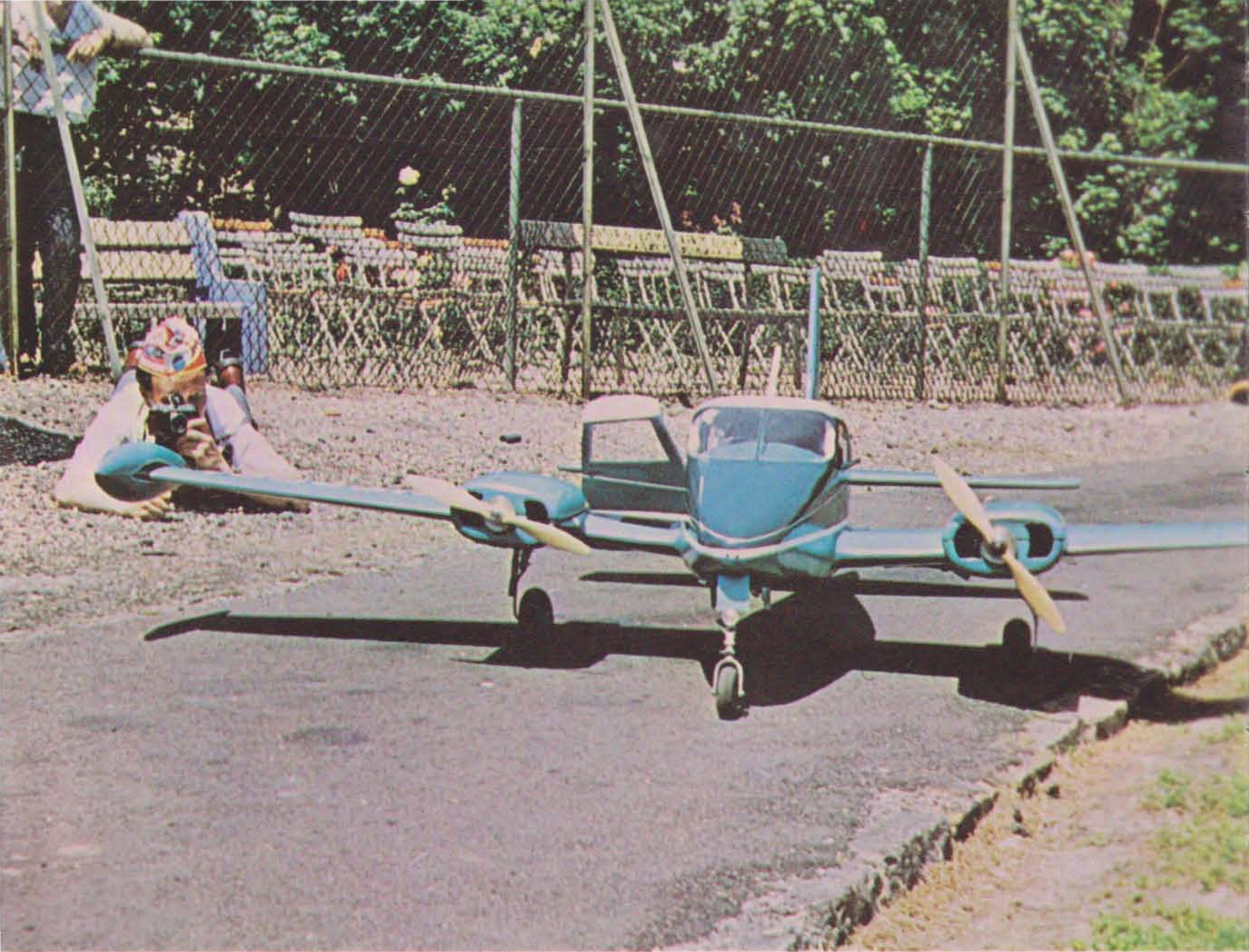
Le combat. Il se déroule entre deux participants pilotant en même temps leur appareil auquel est

attaché un long ruban de papier ; l'opération consiste pour chaque pilote à couper avec l'hélice de son appareil le ruban traîné par celui de son adversaire. Les modèles utilisés sont de construction simple et robuste, leur vie risque toujours d'être éphémère... Ce sont en fait des ailes volantes à profil biconvexe symétrique, portant un stabilisateur entièrement mobile porté par de courtes poutres. Ces modèles, très maniables, sont équipés de moteurs de 2,5 cm³ ; ils sont lancés à la main et se posent sur le patin dont est pourvue la nacelle sur laquelle est fixé le moteur. Cette catégorie est très prisée par de nombreux pilotes de vol circulaire. Le maniement de ces modèles requiert beaucoup d'adresse, le pilote étant amené à exécuter toutes les figures d'acrobatie soit pour se dégager d'une mauvaise position, soit pour se placer derrière son adversaire et essayer de couper son ruban, cela à des vitesses de 150 à 160 km/h.

Ci-contre : poignée spéciale à 3 câbles avec palonnier pour commande supplémentaire en vol circulaire (production J.-Robert's control).

En bas : semi-maquette du « Grumman Guardian » pour vol circulaire, équipée du système à 3 câbles « J.-Robert's control »; envergure : 900 mm, moteur avec carburateur Super Tigre 3,7 cm³ (modèle Sterling).





Ci-dessus : maquette bimoteur du « Cessna 310 » de M. G. Billon, propulsée par des moteurs Micron de 10 cm³. La maquette est présentée sur la piste de vol circulaire de Cachan ; remarquer le grillage de protection pour les spectateurs.

Les maquettes. Pour en terminer avec les avions de vol circulaire, voici une catégorie de modèles particulièrement intéressante à réaliser : la maquette volante à l'échelle exacte. Si de nombreux types d'avions sont réalisables à échelle réduite pour le vol libre et même le vol radiocommandé, d'autres (tels les avions de chasse à aile basse ou les multimoteurs, par exemple) présentent des caractéristiques aérodynamiques trop précaires pour qu'ils puissent être adaptés sans certaines modifications. Ces caractéristiques sont, par exemple, une surface alaire insuffisante, l'absence de dièdre n'assurant pas une bonne stabilité latérale, un bras de levier court, des formes ramassées ou trop compactes, etc. Les appareils présentant de telles caractéristiques

sont néanmoins facilement réalisables en vol circulaire, les exigences imposées par le vol captif étant limitées à la puissance du ou des propulseurs.

Il serait bien trop long de citer ici toutes les réalisations permises dans ce domaine. Tous les types d'avions peuvent pratiquement être réalisés, bien qu'il ne faille pas tomber dans des cas extrêmes, car même en vol circulaire il y aura toujours des modèles plus ou moins faciles à piloter. De nombreuses fonctions annexes peuvent être commandées mécaniquement, par l'intermédiaire d'une poignée spéciale actionnant des câbles supplémentaires, ou électriquement en utilisant une source de courant conduite à bord du modèle par l'intermédiaire de câbles de com-

mande isolés. Les dispositifs les plus complexes ont été réalisés, avec plus ou moins de sûreté de fonctionnement il faut bien le dire, mais ici l'imagination du modéliste peut se donner libre cours. C'est ainsi qu'il est possible de commander le fonctionnement des volets d'atterrissage, un train escamotable, des largages en vol et bien d'autres fonctions annexes... Parmi celles-ci, la plus courante consiste à actionner, par l'intermédiaire d'un troisième câble et d'une poignée pourvue d'un mécanisme spécial, la commande conjuguée du ralenti du moteur et des volets d'atterrissage (système J. Robert's Control, par exemple). On peut ainsi mettre le moteur au ralenti, faire atterrir le modèle et redécoller pleins gaz, ce qui ajoute un attrait supplémentaire au pilotage.

Après avoir décrit les différentes catégories de modèles réduits d'avions en vol libre et en vol circulaire, nous en arrivons maintenant aux modèles radiocommandés, qui nous intéressent plus particulièrement dans cet ouvrage, et qui feront l'objet du chapitre suivant.

Les modèles radiocommandés

Les premiers modèles radiocommandés furent des appareils de vol libre, planeurs ou motomodèles ; ils étaient munis de gouvernes, et leur structure était modifiée et quelque peu renforcée pour contenir l'équipement. Comme nous le verrons dans le chapitre consacré aux ensembles de radiocommande (R/C), les premiers équipements réalisés à l'origine par le modéliste lui-même étaient lourds et encombrants pour n'asservir la plupart du temps qu'une seule fonction : celle de la direction. Il fallait donc des modèles de dimensions assez importantes, leur fuselage devant offrir un volume intérieur suffisant pour contenir la partie réception, qui en raison de sa fragilité nécessitait de plus une protection maximale.

Seuls donc les gros motomodèles propulsés par des moteurs de 5 à 10 cm³ ou les planeurs de grande envergure pouvaient convenir avant la conception de modèles spécialement adaptés pour la radiocommande. Grâce à la miniaturisation progressive des ensembles de radiocommande modernes, il est maintenant possible de construire des modèles de dimensions plus réduites. Des petits planeurs d'une envergure moyenne de 1,50 m ou des avions propulsés par des moteurs de petite cylindrée sont réalisables et ne posent plus de problèmes pour les transporter sur le terrain d'évolution.

Une gamme très étendue de modèles en tout genre est actuellement offerte aux modélistes désirant pratiquer la radiocommande : planeurs et motoplaneurs de toutes dimensions, avions pour débutants ou pour l'entraînement, appareils de transition, avions multicommandes pour la compétition, maquettes volantes très élaborées, permettant la reproduction dans ses moindres détails d'un avion réel.

Nous allons donc faire un tour d'horizon des différents types de modèles proposés au modéliste.





Ces modèles peuvent être construits soit à partir de plans vendus dans le commerce, soit à partir de boîtes de construction préfabriquées; nous verrons ultérieurement les avantages présentés par ces dernières. Ainsi que nous l'avons déjà mentionné dans la présentation de cet ouvrage, le modéliste abordant pour la première fois l'avion radiocommandé, ou n'ayant pas une expérience préalable de la construction et des réglages des modèles réduits d'avions, ne devra pas se lancer dans une réalisation trop compliquée pour débiter.

Il existe une grande variété de modèles simples à construire, planeurs ou avions, qui permettront de s'initier au pilotage R/C avec toutes les chances de succès après avoir consacré un minimum de temps à la construction et à l'équipement du modèle. Nous tiendrons compte de ces critères au cours des descriptions qui vont suivre.

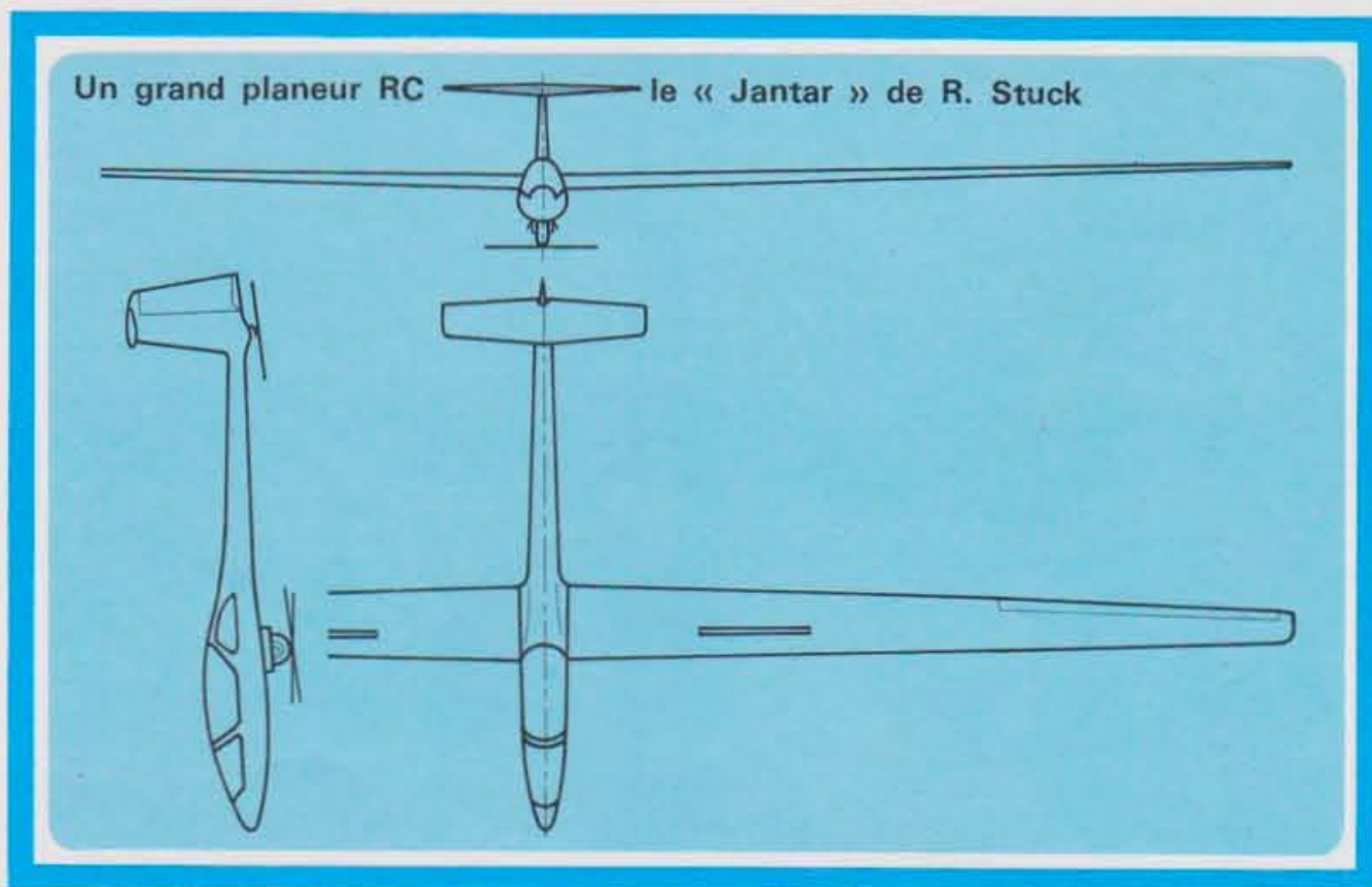
Les planeurs et les motoplaneurs

Le planeur est l'appareil idéal pour débiter dans la technique de la radiocommande. Sa construction est plus simple que celle d'un avion et l'équipement est réduit au strict minimum : pas de moteur, pas de train d'atterrissage. Un planeur est généralement équipé de deux fonctions, commande de direction et

commande de profondeur, dont l'asservissement ne nécessite qu'un équipement R/C réduit à deux voies. (Les différents types d'équipements R/C seront traités dans le chapitre suivant.) Enfin, en raison de sa vitesse de vol moins rapide et de ses réactions moins brutales que celles d'un avion, le planeur permet un entraînement aisé au pilotage R/C. Il y a différentes façons de faire évoluer un planeur, et de celles-ci découlent les méthodes de lancement.

Le vol thermique. Nous avons déjà vu que le vol thermique consistait à faire évoluer un planeur dans les courants ascendants pour pro-

longer au maximum la durée de son vol plané, ce qui revient à la technique utilisée dans le véritable vol à voile, grâce à la possibilité du pilotage radiocommandé du modèle réduit. Il est ainsi possible de guider le planeur vers les ascendances ou de le dégager en cas de prise d'altitude trop importante, qui risquerait d'entraîner la perte du modèle. Le vol thermique se pratique généralement en plaine ou au-dessus de terrains peu accidentés, il convient donc d'utiliser un moyen auxiliaire pour lancer le planeur et lui faire atteindre l'altitude à partir de laquelle on pourra entamer le vol thermique. Nous avons déjà évoqué les différents moyens utilisés





Page 21 : un grand planeur radiocommandé, l'« Alpha » de Multiplex ; envergure : 2 800 mm.
 Page ci-contre, à gauche, en haut : un treuil de lancement pour planeurs (Graupner).
 Au-dessous : un pylône-réservoir pour motoplaneur (Robbe-Zechmann).
 Ci-contre : planeur, « Senior » ; envergure : 2 000 mm (Svenson).
 Ci-dessous : Sandow de lancement pour planeur.



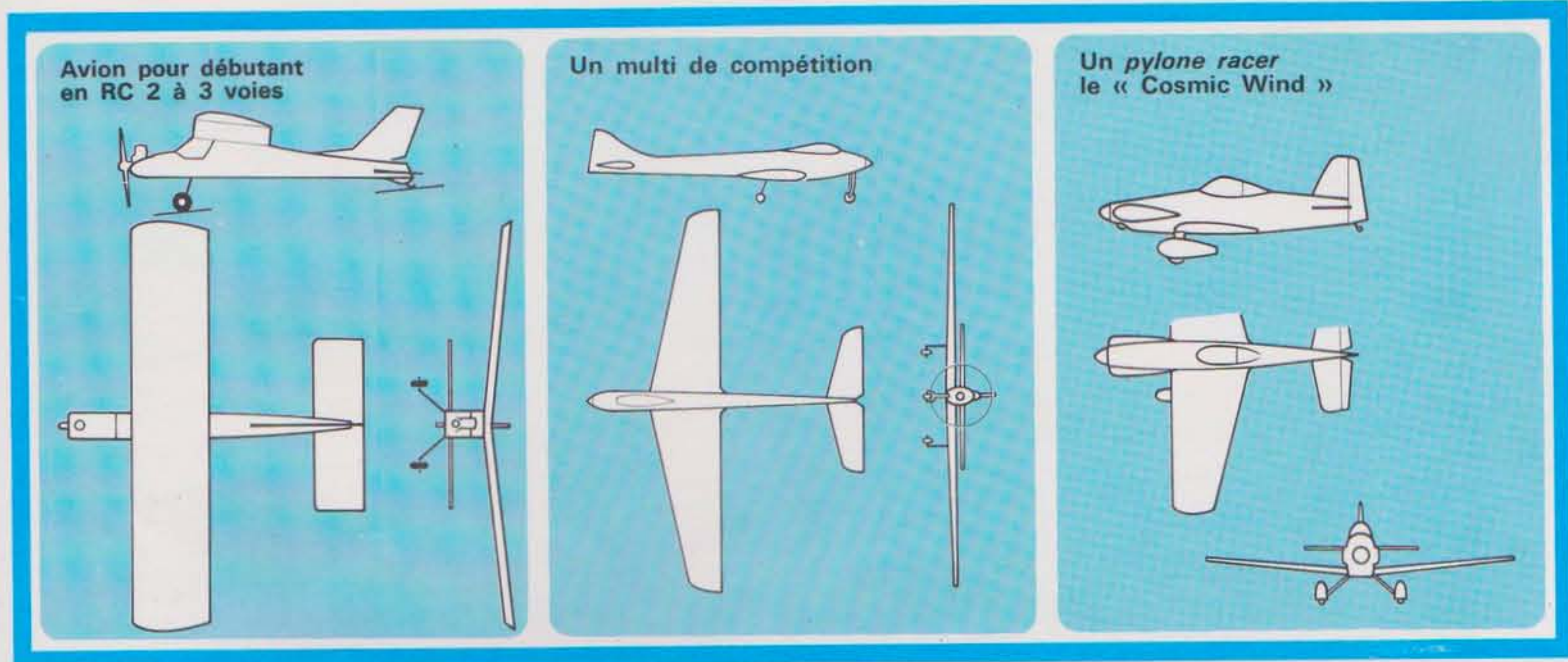
pour le lancement des planeurs de vol libre. Pour le lancement des planeurs R/C plus lourdement chargés, on utilise principalement le treuil ou le Sandow.

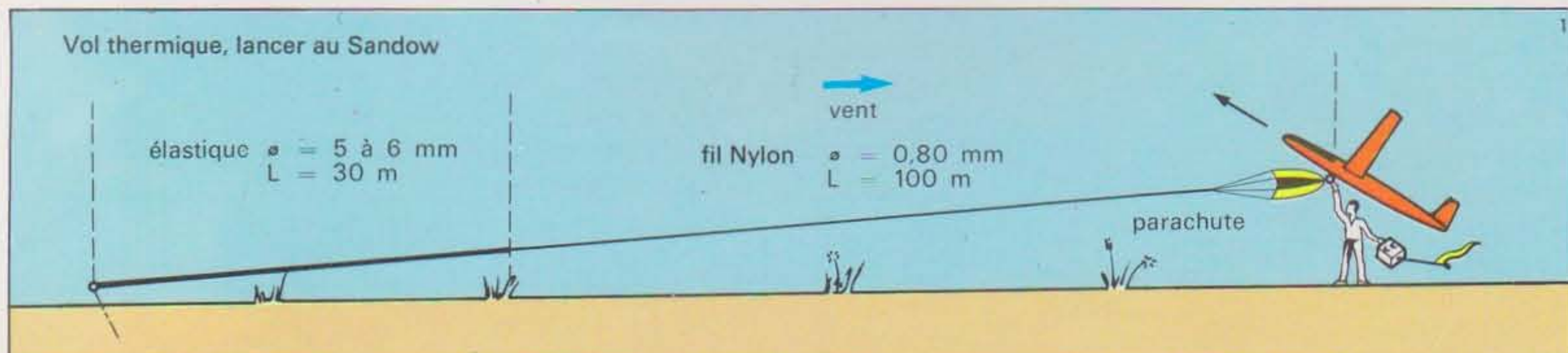
Le lancement au treuil exige la présence d'un aide pour monter le planeur en altitude pendant que le pilote corrige la trajectoire de grimpe. Le treuil est constitué d'un tambour, sur lequel sont enroulés 100 à 150 mètres de fil en Nylon très résistant, actionné par une manivelle entraînant un multiplicateur. Le « treuilleur » déroule une certaine longueur de fil, puis remorque le planeur à la course sur un signe du pilote qui libère l'appareil. Le relâchement progressif du fil

permet la montée du planeur à l'altitude désirée. Le fil de treuillage se termine par un anneau que l'on engage dans un crochet fixé sous le fuselage du planeur. Lorsque le treuilleur arrête sa course, le fil se détend et l'anneau se décroche ; la chute du fil au sol est repérée par un chiffon de couleur ou un petit fanion (voir illustration p. 22). Il reste à l'enrouler à nouveau sur le tambour du treuil.

Plus pratique, le lancement au Sandow est actuellement le plus utilisé ; le pilote du planeur a en outre l'avantage de pouvoir opérer seul. Le dispositif est constitué par un fil de caoutchouc d'un diamètre de 5 à 6 mm et d'une longueur de

30 mètres, auquel on attache un fil de Perlon de 0,8 mm sur une longueur de 150 mètres ; ce fil se termine par un parachute au sommet duquel est fixé l'anneau de treuillage. Ce parachute permet la descente en douceur du fil vers le sol et sa localisation. Le caoutchouc du Sandow est amarré sur un piquet enfoncé dans le sol, le lancement s'effectuant de la façon suivante : l'anneau de treuillage est engagé dans le crochet du planeur, le pilote tient celui-ci d'une main et son émetteur de l'autre, et tend le Sandow sur environ la moitié de sa longueur totale (noter que la tension du Sandow est fonction de la puissance nécessitée par le poids et





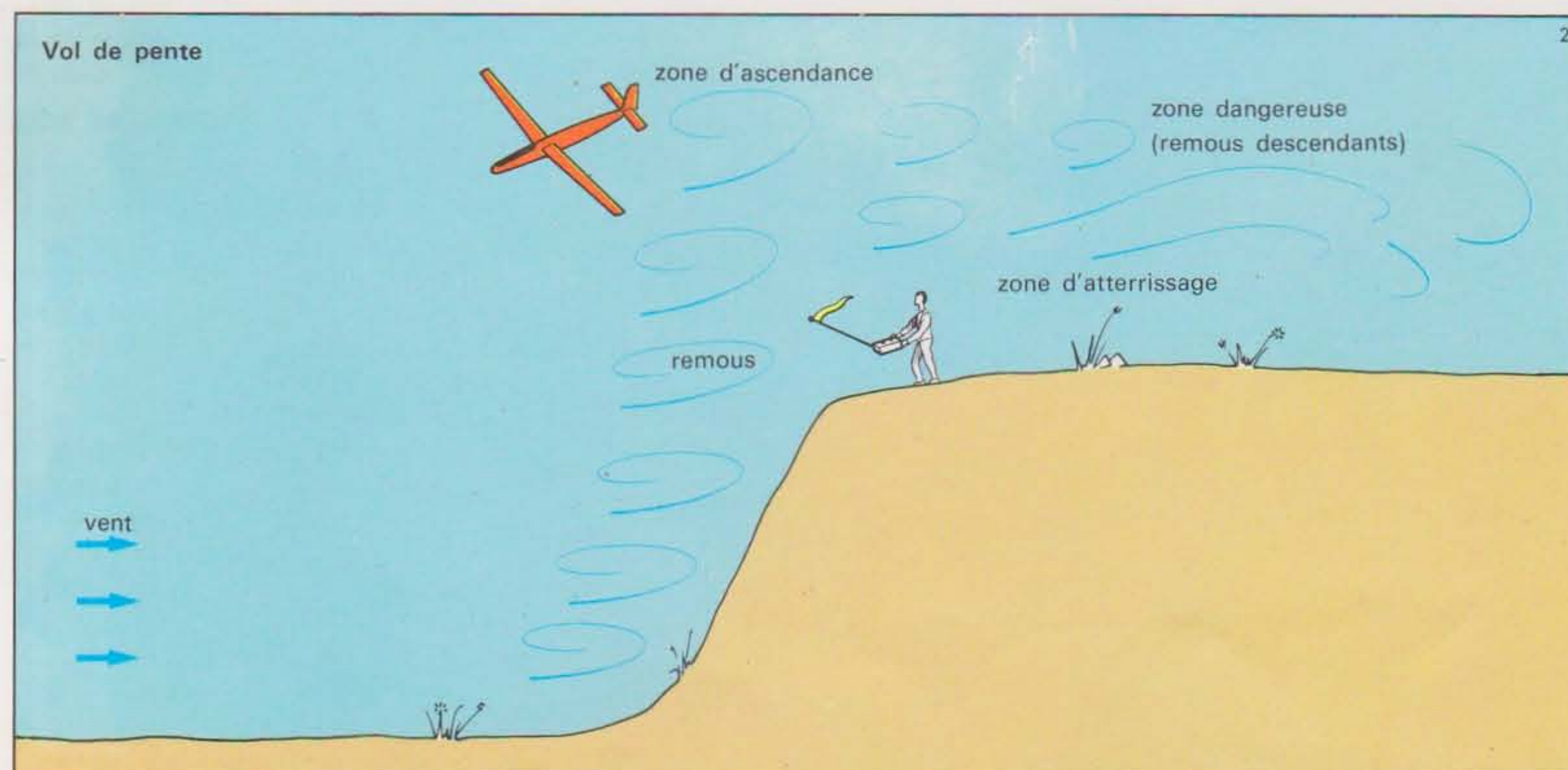
les dimensions du planeur à lancer). Le planeur est lâché face au vent; le relâchement progressif du Sandow permet une montée très régulière du modèle, une simple correction à la direction suffisant pour maintenir la trajectoire face au vent. En fin de relâchement du Sandow, l'anneau se dégage du crochet et le fil redescend freiné et visualisé par le parachute de couleurs voyantes (voir ci-dessus).

Le vol de pente. Le vol de pente consiste à utiliser les courants ascendants qui se forment lorsque le vent souffle contre une forte déclivité de terrain. Des remous se créent le long de la pente, provoquant une forte ascendance en haut de cette dernière. Un planeur lancé à la main du haut de la pente peut ainsi rester très longtemps en vol, porté par les courants ascendants. Selon la force et la bonne direction du vent, une très forte déclivité n'est pas indispensable; et certains terrains en pente douce et bien situés permettent la pratique du vol de pente. De nombreux sites peuvent convenir pour celle-ci. Naturellement, les régions montagneuses sont les plus favorables, mais les régions vallonnées peuvent également parfaitement

convenir. La diversité des sites utilisables a favorisé le développement du vol de pente, et sa pratique est actuellement très populaire. Les « védépistes » (ainsi nomme-t-on les adeptes de ce sport) sont de plus en plus nombreux et forment un groupe de pratiquants bien distinct parmi les autres catégories de l'aéromodélisme.

Tous les types de planeurs peuvent en principe être utilisés en vol de pente, cependant, selon les régions, le terrain n'est pas toujours très adapté pour poser le modèle en douceur. Certains modèles ont donc été spécialement conçus pour ce type de vol. Ils sont caractérisés par une structure très robuste qui leur permet de résister aux chocs les plus violents lors de l'atterrissage sur de mauvais terrains. D'autres sont conçus pour la voltige, et leur programme est réalisable au cours de la durée, importante, des vols au-dessus d'une pente.

De nombreuses réunions de vol de pente ont lieu chaque année, différents sites ayant été sélectionnés, notamment dans le Massif central. Cependant, l'un des plus réputés se trouve au col de la Madeleine dans les Pyrénées. Cette pratique fait l'objet d'une technique bien particulière qui serait trop longue



Ci-dessous : un motoplaneur, le « Dandy »; envergure : 1 600 mm (modèle Graupner).

En bas : vue du pylône-moteur sur le « Dandy »; le moteur est un Cox « Golden Bee » de 0,8 cm³.

à développer ici. Aussi conseillerons-nous la lecture des revues d'aéromodélisme à ceux qui seraient intéressés par cette discipline; des articles traitant du vol de pente y sont publiés régulièrement.

Les motoplaneurs. Ainsi que nous l'avons déjà mentionné dans les diverses catégories de modèles

de vol libre, le motoplaneur permet la suppression de tout système de lancement auxiliaire. Le moteur de faible cylindrée généralement monté sur pylône sert uniquement à élever le planeur en altitude; son temps de fonctionnement est donc limité à quelques minutes. Beaucoup de modèles de planeurs étudiés pour la radiocommande sont prévus pour être instantanément transformés en motoplaneurs. Outre sa facilité d'installation, la disposition du moteur en pylône placé au centre de gravité du modèle ne modifie pas le centrage du planeur, on peut ainsi sur le terrain d'évolution adapter ou retirer le pylône sans autre modification. Le pylône peut être fixé par les broches qui réunissent les deux panneaux de l'aile, ou bien simplement maintenu sur cette dernière par des élastiques; son adaptation est donc instantanée. Parmi les accessoires pour modèles réduits, il existe des pylônes à construire, qui correspondent à un type de planeur bien déterminé, ou des modèles tout prêts, d'utilisation universelle et dont le corps profilé forme le réservoir du moteur, comme le montrent les illustrations ci-contre. La disposition du moteur auxiliaire dans le nez du planeur ou dans une gondole placée asymétriquement sur le bord de fuite de l'aile droite (accessoire Graupner) ne possède pas le même avantage que la disposition en pylône; en effet, ces dispositions considérées comme installations permanentes ne permettent pas le changement instantané de la formule du planeur.

Les avions pour débutants ou d'entraînement

Il existe actuellement une grande variété d'avions spécialement conçus pour l'apprentissage du pilotage R/C. Ces modèles sont caractérisés par une construction simple et robuste pour laquelle l'esthétique est souvent négligée au profit de l'efficacité. Un avion de débutant doit être simple à construire et facile à piloter. Pour cela les modèles sont d'une grande stabilité en vol afin de « pardonner » les erreurs de pilotage. Ainsi, en cas de fausse manœuvre, le pilote débutant n'aura qu'à relâcher les commandes pour que le modèle se rétablisse de lui-même sans nécessiter de corrections incessantes. Ces appareils sont donc autostables et capables de voler





*Ci-dessus : avion pour débutant en R/C pour équipement 3 voies et moteurs de 2,5 à 3,5 cm³, le « Taxi » (modèle Graupner).
Ci-contre : avion pour débutant en R/C pour équipement 3 voies ; moteur 2,5 cm³, le « Channy » (Svenson models).*



*Page 27, en haut : avion semi-maquette pour équipement 3 voies et moteur de 2,5 cm³, le « Piper Super Cub » (modèle Graupner).
Au-dessous : avion semi-maquette pour équipement R/C 3 voies et moteur de 3,5 à 5 cm³ ; « Cessna A-150-L » (modèle Robbe).*

sans action continue sur les gouvernes ; ils permettent surtout d'acquiescer le « sens de l'air », d'apprendre à connaître les réactions d'un avion aux commandes et de s'entraîner aux manœuvres de décollage et d'atterrissage. L'avion de début type pour la radiocommande est défini par les caractéristiques suivantes :

- l'envergure est comprise entre 1 200 et 1 500 mm ;
- la cylindrée du moteur se situe entre 2,5 et 3,5 cm³ ;
- l'équipement R/C possède 3 voies, permettant 3 fonctions (direction, profondeur, moteur) ;

— la construction est simplifiée au maximum avec fuselage type caisse de construction tout bois, moteur d'accès facile sans capotage compliqué, train d'atterrissage tricycle assurant une bonne stabilité au sol, avec système amortisseur. Le volume intérieur du fuselage suffisant permet une implantation aisée et un accès facile à l'équipement. L'aile d'une seule pièce avec dièdre important assure une bonne stabilité de vol, la fixation est simple, directement sur le fuselage à l'aide de bracelets élastiques. Les gouvernes de surface moyenne permettent des réactions souples aux



commandes. Enfin, la décoration très voyante du modèle offre une bonne appréciation de sa position en vol.

Il existe bon nombre de plans et de boîtes de construction qui permettent la réalisation de modèles de ce type. Le modéliste n'aura que l'embaras du choix, mais nous lui recommandons à nouveau de ne pas se laisser tenter par les lignes plus séduisantes d'un appareil dont la construction plus complexe et donc plus délicate à réaliser ainsi que les caractéristiques ne correspondraient pas aux données qui viennent d'être énoncées.

Les avions de transition et les multicommandes

Les avions de transition sont caractérisés par l'adjonction d'une commande supplémentaire : celle des ailerons. L'équipement R/C nécessaire est alors un ensemble à 4 voies permettant 4 fonctions : direction ; profondeur ; ailerons ; moteur. La commande des ailerons permet un pilotage beaucoup plus « coulé » et précis, comme sur un véritable avion. Nous en examinerons les avantages dans la partie de l'ouvrage réservée à l'aérodynamique

et au pilotage. Ces modèles sont donc d'une conception plus élaborée, ils représentent le deuxième stade de l'apprentissage au pilotage R/C, qui permet d'accéder à l'exécution du programme des figures acrobatiques. La configuration de ces modèles est variable : ils peuvent être du type à aile haute, à aile médiane ou à aile basse ; l'envergure peut être de 1 500 à 1 800 mm ; la cylindrée des moteurs utilisés se situe entre 3,5 et 6,5 cm³. La ligne générale de ces avions est souvent plus agréable que celle des modèles de début, avec quelquefois une nette tendance vers l'allure semi-maquette, ce qui entraîne bien sûr une construction plus complexe.

Les appareils dits « multicommandes », appelés plus communément « multi » dans le langage modéliste, sont des avions encore plus évolués et spécialement conçus pour la voltige. L'envergure de ces modèles varie de 1 600 à 1 800 mm, ils sont propulsés par de puissants moteurs de 8 à 10 cm³, qui leur confèrent une vitesse à pleins gaz de l'ordre de 140 à 150 km/h. Il est évident que le pilotage de tels bolides requiert un grand entraînement et une parfaite maîtrise des réflexes, qui ne peut être acquise qu'à la suite d'une bonne expérience préalable, ces appareils pouvant être très dangereux entre des mains inexpertes... Des compétitions internationales de voltige en radiocommande sont organisées chaque année, au cours desquelles les plus grands spécialistes s'affrontent. Les heures d'entraînement nécessaires, sans compter le coût du matériel utilisé dont la qualité ne doit souffrir aucune médiocrité, mettent la compétition à la portée seulement de quelques modélistes très expérimentés.

Parmi les avions de compétition en radiocommande, citons encore les *Pylone racers*, modèles conçus pour participer à des courses entre deux pylônes ; l'organisation de celles-ci est pratiquement semblable à celle des fameuses *Air races* américaines. Cette formule créée aux États-Unis devient actuellement très populaire en Europe. Les modèles sont divisés en différentes catégories selon la cylindrée des moteurs : racers 40 type F.A.I. (6,5 cm³), racers (2,5 et 3,5 cm³) et mini-racers (moins de 1 cm³).

Enfin la radiocommande permet la réalisation d'aéromodèles ou d'engins volants les plus divers, et





Ci-dessus, à gauche : un très beau multi de compétition pour moteur de 10 cm³.

Ci-dessus : un pylône-racer de classe F.A.I. 6,5 cm³, le « Cassutt III » (réalisation de M. Lebourg).

Ci-contre : l'air agressif du Flipper ; moteur de 10 cm³.

En bas, à gauche : un pylône-racer F.A.I., équipement R/C 4 voies, moteur de 6,5 cm³, le « Little Khnarf » (réalisation M. Bourguignon).

En bas, à droite : semi-maquette pour ensemble R/C 4 voies et moteur de 10 cm³ le « Piper Cherokee » (modèle Graupner).

quelquefois les plus inattendus... Ces derniers agrémentent les démonstrations en public ; de plus en plus fréquentes ces dernières années, elles prennent la tournure de véritables meetings aériens. C'est ainsi que l'esprit inventif des modélistes s'ingénie à réaliser les engins les plus extraordinaires pour étonner et amuser le public : brouettes et tondeuses à gazon volantes, portes de w.-c., niche à chien volante, soucoupe et tapis volants, sorcière évoluant sur son balai, etc. Ces engins sont devenus des classiques du genre, mais nul ne peut prévoir où s'arrêteront, les élucubrations des modélistes qui ajoutent ainsi un aspect amusant à la difficulté technique.

Les semi-maquettes et les maquettes volantes exactes

Ce sont les catégories les plus intéressantes permises par la radio-commande, mais aussi les plus difficiles en ce qui concerne la



reproduction à une échelle exactement déterminée d'un avion réel. Le terme « maquette » est souvent employé à tort pour désigner un modèle réduit quelconque conçu de façon que ses caractéristiques aérodynamiques lui permettent les meilleures performances de vol à l'échelle réduite. La maquette présente, outre la difficulté de construction, l'inconvénient d'avoir des caractéristiques aérodynamiques qui ne sont pas toujours favorables pour faire un bon modèle réduit. Un avion réel possède des caractéristiques qui lui sont propres et qui lui permettent d'accomplir les performances pour lesquelles il a été conçu. A bord, le pilote peut tirer parti de ces caractéristiques en compensant par son action les inconvénients résultant des performances désirées. Par exemple, un avion conçu pour la voltige est instable en vol normal, la grande maniabilité demandée exige une réaction immédiate à la moindre sollicitation sur les commandes, le pilotage de ce type d'avion nécessite des actions continues et précises, alors qu'un avion de

chasse conçu pour la vitesse est instable en vol lent et est toujours un mauvais planeur lorsque le moteur est coupé. En revanche, un avion de tourisme qui est conçu pour offrir le maximum de sécurité à son pilote et à ses passagers est généralement un appareil très stable qui conservera les mêmes qualités reproduit à échelle réduite.

Nous voyons donc que le choix d'une bonne maquette volante doit tenir compte non seulement de la difficulté de construction, mais aussi des caractéristiques générales du prototype reproduit car la facilité de pilotage en dépendra. Il est évident que la possibilité de piloter la maquette de façon identique à celle de l'avion réel permet un choix de modèles plus étendu que lorsqu'il s'agissait de réaliser une maquette pour le vol libre, par exemple. Mais le choix sera toujours fonction de l'expérience du pilotage radiocommandé acquise par le modéliste et de ses connaissances en construction. La maquette volante exacte devient une catégorie de plus en plus difficile. Les réalisations présentées de nos jours lors

des championnats internationaux (qui comprennent les catégories vol circulaire et vol radiocommandé) sont de véritables pièces de musée, dont la construction et la présentation en vol exigent une grande expérience. La véritable maquette volante de classe internationale n'est donc plus à la portée du modéliste moyen, c'est la raison pour laquelle a été créée une sous-catégorie dénommée « semi-maquettes ».

Ces semi-maquettes sont actuellement très populaires car leur réalisation est à la portée d'un plus grand nombre de modélistes ayant une expérience moyenne en radiocommande et qui désirent faire voler un avion « qui ressemble à quelque chose »... Cette catégorie a été lancée aux États-Unis sous le nom de « Stand off scale », ce qui veut dire approximativement « qui se rapproche de la réduction à l'échelle ». Les modèles ne sont donc plus d'une rigoureuse exactitude, ils sont en principe jugés à une distance de 3 mètres. Leurs lignes générales et leurs proportions doivent représenter avec le plus de

Page 30 : semi-maquette
du « Spitfire IX »,
envergure : 1 600 mm,
moteur de 10 cm³, train
escamotable (réalisation
de M. Gaudichon).

Ci-contre : semi-maquette
du chasseur américain
« Mustang P-51-D »,
pour ensembles R/C 5/6 voies
et moteur de 10 cm³.

Ci-dessous : semi-maquette
du chasseur allemand,
Messerchmitt 109 avec volets
d'atterrissage, pour ensembles R/C
5/6 voies et moteur de 10 cm³.

En bas : maquette
du « Cap 20 » de M. Fouquereau ;
envergure : 1 800 mm ;
R/C 4 voies, moteur 10 cm³.





*Ci-dessus : un véritable monstre !
le « Boeing 747 Jumbo-jet » ;
envergure : 3,94 m ;
longueur : 4,30 m ; poids : 38 kg ;
4 moteurs de 15 cm³, puissance
totale : 6 ch. L'équipement R/C
comprend 13 servomécanismes,
198 m de câble et 3 batteries
d'alimentation. Réalisation
de MM. C. Fernandino
et E. Giorgio de l'équipe italienne
pour les démonstrations.*

*Ci-contre : semi-maquette à moteur
propulsif (10 cm³) du Mirage III
(réalisation de M. André).*

*Page 33, en bas : maquette équipée
de deux turbines (moteurs
de 6,5 cm³) du Lockheed S3-A
« Viking », réalisée par un
modéliste italien.*





vraisemblance possible l'avion réel sur lequel ils ont été copiés. Certains artifices par rapport au modèle original sont destinés tout d'abord à simplifier la construction, et surtout à améliorer les qualités de vol : augmentation des surfaces portantes et des gouvernes, augmentation du dièdre de l'aile, modification des bras de levier pour faciliter le centrage, etc. Il existe un grand nombre de plans et aussi de boîtes de construction préfabriquées de semi-maquettes dont la réalisation est ainsi relativement simple et à la portée de tout modéliste ayant déjà fait ses débuts en radiocommande. On peut construire une semi-maquette en tant que modèle de transition, après avoir acquis l'expérience du pilotage aux ailerons, ce qui est préférable. Il ne faut pas oublier cependant qu'il s'agit de modèles lourds, de construction tout bois pour la plupart, propulsés par des moteurs de 6,5 à 10 cm³; leur pilotage sans être trop compliqué requiert tout de même une certaine habitude.

En ce qui concerne les véritables maquettes volantes, l'importance et la complexité des sujets à traiter dépasseraient largement le cadre de cet ouvrage plus particulièrement consacré à l'initiation. C'est un domaine que le modéliste intéressé pourra aborder seulement après avoir acquis une bonne expérience dans la construction et dans le pilotage d'une grande variété de modèles radiocommandés. Diverses photographies illustrant cet ouvrage permettront de se faire une idée des réalisations possibles dans ce domaine, certaines atteignant une grande perfection et quelquefois des dimensions impressionnantes. Ces réalisations dues à l'évolution des techniques de construction et aux perfectionnements continuels de la radiocommande appliquée aux modèles réduits étaient impensables il y a seulement quelques années...

Des réalisations plus simples restent néanmoins à la portée de l'amateur moyen, telles les reproductions à l'échelle exacte d'un grand nombre d'avions de tourisme dont la construction et le pilotage ne sont guère plus complexes que ceux d'un modèle de transition R/C ou d'une semi-maquette.

Voilà donc les diverses possibilités offertes dans le domaine des avions radiocommandés; nous poursuivrons maintenant par des études pratiques dans les chapitres suivants.



Radiocommande



Les ensembles de radiocommande



Après avoir évoqué les différents types d'avions réalisables en radiocommande, nous allons examiner maintenant le matériel mis à la disposition des modélistes pour l'équipement de leurs modèles. La radiocommande appliquée aux modèles réduits a connu une très grande évolution au cours de ces dernières années. Tous les ensembles R/C modernes vendus actuellement dans le commerce sont d'une grande fiabilité et faciles à utiliser pour peu qu'on leur apporte le soin et l'entretien nécessaires. Nous donnerons tout d'abord une précision en ce qui concerne le terme R/C que nous avons déjà utilisé à plusieurs reprises et que nous continuerons à employer pour simplifier : R/C est l'abréviation du terme anglais *radio control*, ce qui signifie bien entendu « commande par radio », à ne pas confondre avec « télécommande », terme signifiant « commande à distance », mais sans précision du moyen utilisé. La télécommande

peut être assurée par un moyen mécanique, le vol circulaire par exemple est une forme de télécommande, alors que la radiocommande est une commande à distance assurée uniquement par les ondes radioélectriques. Ces précisions données, nous débiterons ce chapitre par un bref historique sur l'évolution au cours des années de la radiocommande, avant d'en venir aux techniques actuellement appliquées dans ce domaine.

Bref historique de la radiocommande

Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner que les premiers ensembles de radiocommande furent fabriqués par les modélistes eux-mêmes. Des amateurs isolés, possédant de bonnes connaissances en radioélectricité, construisirent les premiers ensembles et les adaptèrent d'abord sur des modèles de bateaux

ou d'engins terrestres, puis ensuite sur des modèles réduits d'avions. Ces premiers ensembles étaient lourds et encombrants, les émetteurs et les récepteurs comprenaient des circuits à lampes très fragiles, alimentés par d'énormes piles coûteuses et dont la vie était relativement éphémère.

L'installation de la partie réception à bord des modèles posait donc un certain nombre de problèmes, particulièrement celui de la bonne isolation du fragile récepteur. Celui-ci, en effet, devait être suspendu par des systèmes élastiques devant lui assurer une protection maximale contre les vibrations et les chocs auxquels il était extrêmement sensible. Les problèmes rencontrés pour obtenir une portée suffisante des émetteurs par l'intermédiaire d'énormes antennes, la sensibilité des récepteurs à la moindre vibration, et la plus faible interférence due à l'emploi de sélecteurs à relais et à un système de liaison par super-

réaction entraînaient des retouches constantes dans les réglages. La mise en œuvre d'un avion radio-commandé n'était pas chose facile, il fallait que le modéliste soit en même temps un radio amateur confirmé, et il faut bien reconnaître que la ténacité de ces pionniers ouvrit par la suite la voie aux premières fabrications commerciales et conduisit à l'évolution constante des techniques pour aboutir aux perfectionnements que nous connaissons actuellement.

Le pilotage du modèle n'était pas non plus de tout repos... Les servomécanismes digitaux maintenant couramment employés n'existaient pas; au début, l'asservissement des gouvernes était assuré par des mécanismes à échappement, on utilisait la force de déroulement d'un écheveau de caoutchouc entraînant une roue à ancre, du genre « balancier de réveil ». Les ordres envoyés par l'émetteur s'effectuaient par des « tops » qui libéraient par intermittence la roue à ancre par l'intermédiaire d'un relais commandé par le récepteur. Le mécanisme à échappement tournait donc continuellement dans le même sens, il entraînait une tringlerie en forme de manivelle reliée à la gouverne. Par exemple, pour virer à droite, on envoyait un « top » par l'émetteur pour braquer la gouverne dans ce sens, pour virer à gauche on envoyait deux « tops » rapprochés pour ramener la gouverne dans cette direction en repassant chaque fois par le neutre, et ainsi de suite. Pour actionner une autre fonction, il fallait installer un second mécanisme à échappement selon un montage dit « en cascade ». Il était commandé par des « tops » différents.

Cependant, peu à peu la technique se perfectionna. Aux systèmes à superréaction succédèrent les ensembles superhétérodynes pilotés par quartz. Les quartz, comme nous le verrons plus loin, permettent de sélectionner une fréquence bien déterminée dans une bande d'émission donnée. La première bande attribuée par l'administration aux installations appliquées aux modèles réduits fut celle des 27 mégahertz (MHz). Dans cette bande, 12 fréquences furent sélectionnées à l'origine, permettant ainsi le fonctionnement simultané, sans risque d'interférences, de 12 installations. Plusieurs modèles pouvaient donc désormais évoluer en même temps en respectant l'écart des fréquences. Parmi les nouveaux



Page 36 : ensemble Multiplex FM 5 + 2 (7 voies, 27 MHz) présenté avec 4 servos rotatifs Mini-IC et batterie de réception de 4,8 V/1 000 mA.

En haut : ensemble Grundig « Varioprop FM 14 S Expert » (7 voies, version 27 MHz); émetteur avec changement, et réglage du déplacement linéaire et exponentiel des servos; récepteur de base avec module décodeur 4 voies, présenté avec 4 servos Micro CO-5 avec amplificateur.

Ci-dessus : petit ensemble à 2 voies Robbe-Digital « Kompakt ». Émetteur avec manche de gauche « trimmable » pour assurer la commande de profondeur ou celle du moteur, servos Robbe S-12.

composants électroniques, le transistor fit son apparition et remplaça la fragile lampe; les circuits devenant plus compacts et plus légers,

on put concevoir des ensembles R/C multifonctions d'un encombrement très réduit pour la partie réception.

Caractérisées par une courbe de décharge trop brutale et nécessitant des renouvellements fréquents, donc onéreux, les piles furent remplacées par des accus rechargeables au cadmium-nickel. Les servomécanismes prirent la place des systèmes à échappement; actionnés par un moteur électrique, leur fonctionnement devint plus sûr et plus efficace grâce à la plus grande puissance de traction fournie.

D'abord « séquencés » avec un seul sens de déplacement commandé par « tops », ils devinrent à double sens de déplacement, chaque course étant commandée par un canal différent sur l'émetteur. Mais jusqu'à l'apparition du système digital-proportionnel, les ensembles R/C étaient encore du type « tout ou rien », qu'il faut bien distinguer du proportionnel.



Le système digital-proportionnel

Le terme « tout ou rien » s'applique au système de commande par impulsions envoyées de l'émetteur et à l'incidence obtenue sur le déplacement des servomécanismes. Sur un émetteur du type « tout ou rien », les ordres sont envoyés par l'intermédiaire de « clés » qui sont en quelque sorte des interrupteurs à deux positions avec rappel au neutre. En poussant sur la clé dans un sens ou dans l'autre, on obtient l'amplitude de débattement complète de la gouverne correspondante, sans possibilité de la maintenir dans une position intermédiaire. Si l'on désirait obtenir un débattement de plus faible amplitude afin de mieux doser la réaction du modèle aux commandes, il fallait agir par petits « tops » rapprochés donnés assez rapidement. Ces courtes impulsions ne permettaient pas à la gouverne

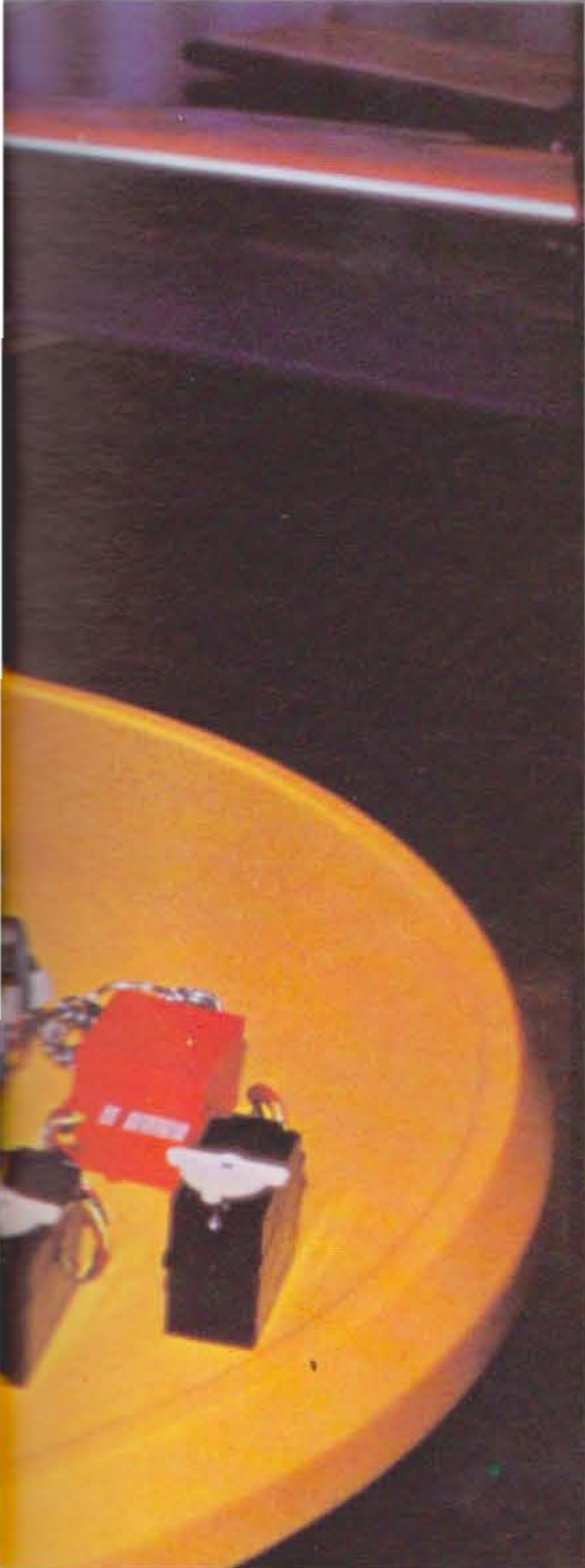
d'aller jusqu'à sa course maximale, le servomécanisme correspondant « frétillait » continuellement entre le point neutre et sa fin de course. Dans ces conditions, le pilotage d'un avion demandait une certaine adresse, car il fallait continuellement « pianoter » sur les clés pour mieux doser les ordres, notamment pour l'exécution de certaines figures avec un appareil multicommandes (d'où le nom de « tip-tip » qui était également donné aux ensembles de ce genre)...

Sur les ensembles proportionnels de conception plus moderne, les ordres sont envoyés de l'émetteur par l'intermédiaire de « manches à balai » dont le déplacement progressif entraîne des potentiomètres et modifie l'amplitude de l'émission. Le servomécanisme correspondant suit fidèlement l'amplitude de débattement du manche de commande sur l'émetteur : à chaque position extrême de déplacement du manche correspond chaque extrémité

de course du servomécanisme. Toutes les positions intermédiaires entre le point neutre et chaque fin de course peuvent donc être obtenues en maintenant simplement le manche de commande dans la position désirée. On conçoit ainsi le dosage précis des ordres et la souplesse qui en résulte dans le pilotage.

Simultanéité des commandes

Les premiers récepteurs multicanaux comprenaient un sélecteur à lames vibrantes, constitué d'une série de lamelles comparables à celles d'un harmonica ; leur nombre variait avec celui des canaux prévus sur l'ensemble. Chaque lamelle entraînait en vibration selon l'amplitude de l'émission à la fréquence correspondante et mettait en contact un relais qui déclenchait le mouvement du servomécanisme correspondant. Ce système permettait



Ci-contre : ensemble Multiplex 4 voies (Europaserie) avec 3 servos équipant un avion de débutant en R/C, le « Westerly », (modèle Svenson).

Ci-dessous : émetteur Grundig « Varioprop 12 S » (AM, 27 MHz) 6 voies dont on remarque nettement la disposition sur le pupitre.



d'obtenir seulement deux commandes simultanées, c'est-à-dire sur lesquelles on pouvait agir en même temps dans certaines configurations de vol (par exemple, ordre à la direction conjugué avec une compensation à la profondeur). Avec le système proportionnel, tous les ordres peuvent être envoyés simultanément sur l'émetteur, les circuits de décodage perfectionnés dont sont pourvus les récepteurs assurent la répartition instantanée et simultanée des impulsions transmises aux servomécanismes. On imagine à nouveau le grand avantage qui en résulte dans le pilotage, particulièrement pour l'exécution des figures de voltige compliquées.

Avantages des réglages de « trim »

Avec les ensembles « tout ou rien », il n'était pas possible de déplacer le point de retour au neutre d'un servomécanisme. Pour modifier

l'amplitude de débattement d'une gouverne, il fallait agir directement sur la tringlerie la reliant au servomécanisme. Quelques dispositifs spéciaux furent étudiés à cet effet, tel le « trim-o-matic » de Graupner. C'était un servo additionnel très compact de forme cylindrique fuselée que l'on interposait sur la tringlerie, entre le servo de commande et la gouverne. Le moteur du trim-o-matic entraînait une vis sans fin qui augmentait ou diminuait la longueur de la tringlerie selon le sens de sa rotation. Cette fonction utilisait bien entendu deux canaux supplémentaires, ce qui restreignait son utilisation sur la seule commande de profondeur qui, avec le servo de commande principal, accaparait déjà quatre canaux de l'ensemble R/C. Sur les émetteurs proportionnels, chaque manche de commande est doublé d'un levier de réglage de trim correspondant à chaque sens de déplacement du manche. Ce ré-

glage permet de modifier, de façon mécanique, le point de retour au neutre des servomécanismes actionnant les fonctions principales d'un avion (direction, ailerons, etc.). Le réglage de trim est utilisé pour compenser le mauvais réglage d'une tringlerie au cours du premier vol : si, par exemple, le modèle a tendance à s'orienter trop nettement dans une direction, un déplacement du levier de trim dans le sens opposé rectifiera sa trajectoire. Le réglage de trim est également utile dans certaines configurations de vol, tel le vol sur le dos, position dans laquelle le modèle présente une tendance à s'enfoncer ; un léger déplacement du levier de trim en position « piqué » permet

de rétablir l'assiette du vol. Ce dispositif ne modifie aucunement l'amplitude de déplacement du servomécanisme dans un sens ou dans l'autre de sa course. Il agit uniquement sur la position de retour au neutre, qui se trouve alors décalée. Le réglage de trim est très utile, voire indispensable lors des premiers essais en vol puisqu'il permet de déterminer les corrections à effectuer dans le réglage des tringleries de commande, sans affecter le vol du modèle. Ces corrections devront être faites après le premier atterrissage car, comme nous le verrons ultérieurement, un avion radiocommandé bien réglé doit voler sans compensation aux trims en vol normal, les leviers devant rester en position neutre sur l'émetteur. Le réglage de trim sert également à couper complètement le moteur sur la commande des gaz par un réglage approprié agissant en complément à la fonction du manche de commande.

Modulation d'amplitude et modulation de fréquence (A.M. et F.M.)

La sortie de nouveaux composants électroniques, tels les circuits intégrés, permet de réduire encore l'encombrement et le poids des circuits, avantage particulièrement intéressant pour les récepteurs qui deviennent de plus en plus miniaturisés (un circuit intégré remplace à lui seul plus d'une centaine de composants classiques). Les circuits intégrés sont également employés dans les circuits de l'amplificateur des servomécanismes qui peuvent être ainsi réduits; les ensembles R/C de fabrication récente présentent une partie réception (c'est-à-dire les éléments installés à bord du modèle) dont le poids et l'encombrement sont de plus en plus petits.

D'autre part, le principe de l'émission par modulation de fréquence récemment appliqué en radio-commande accroît la fiabilité des ensembles. Mais qu'est-ce que la modulation de fréquence? Nous allons tenter de l'expliquer d'une façon simple et compréhensible pour tous et voir quels avantages elle apporte aux ensembles R/C conçus selon cette technique. Jusqu'alors l'onde porteuse rayonnée par l'antenne de l'émetteur était modulée en amplitude (A.M.). Avec ce système d'émission il se produit des silences, ou des « blancs », entre les signaux envoyés, qui entraînent une certaine sensibilité de l'onde porteuse aux parasites. Avec la modulation de fréquence (F.M.), l'onde porteuse est modulée continuellement en fréquence par l'intermédiaire d'un composant spécial appelé diode « varicap ». Il n'y a plus de

Ci-dessous, à gauche : ensemble Robbe-Digital-Luna FM 4 voies, avec récepteur à 8 sorties de voie (l'émetteur est extensible en 8 voies). Alimentation de l'émetteur par une batterie à charge rapide de 1 200 mA; l'ensemble est livré avec deux servos rotatifs type S-171. En bas, à gauche : ensemble Robbe-Digital-Terra AM6/2, avec récepteur 6 voies; émetteur à chargeur incorporé et 2 servos rotatifs S-12.

Ci-dessous : vue intérieure de l'émetteur Grundig « Varioprop FM 14 S Expert ». On remarque en haut et à gauche, les quatre micro-interrupteurs permettant d'inverser le sens de déplacement des servos connectés sur les quatre voies principales. Au premier plan le circuit H.F. avec le support à rotule de l'antenne.



silences entre les signaux envoyés par l'émetteur et l'on obtient une meilleure insensibilité aux parasites.

La nouvelle conception des circuits électroniques des émetteurs et des récepteurs permet d'obtenir une bande passante très étroite. Par ce terme, on peut expliquer que la fréquence sélectionnée dans une bande d'émission déterminée est rigoureusement alignée, c'est-à-dire que l'émission ne risque pas de déborder sur une fréquence adjacente. Il est ainsi possible d'utiliser un plus grand nombre de fréquences différentes dans une même bande. Par exemple, dans celle des 27 MHz qui est encore la plus utilisée en France par les ensembles R/C, on peut employer 32 fréquences en F.M., alors qu'en A.M. 12 fréquences seulement sont utilisables dans cette bande, en raison de l'écart à respecter

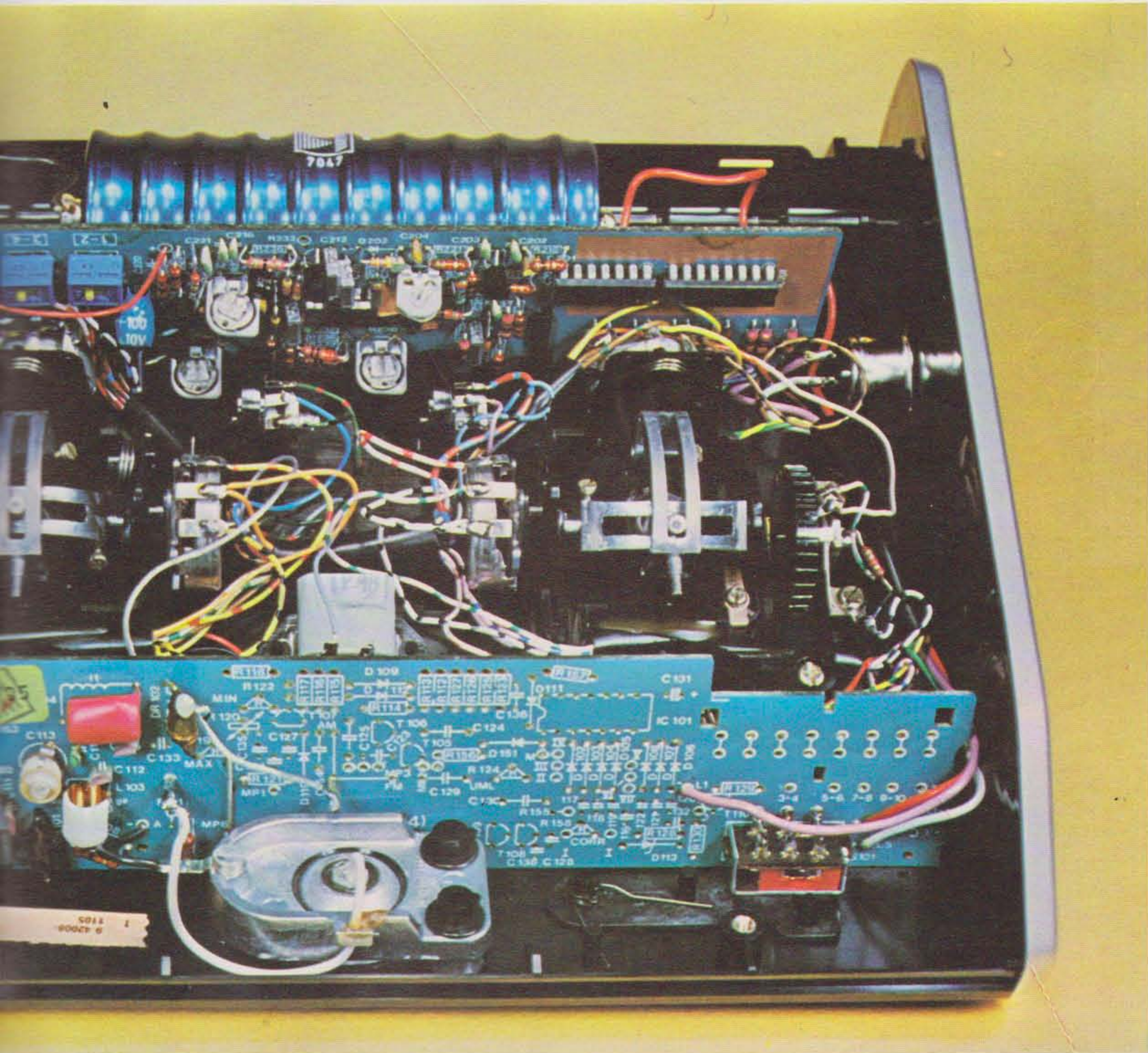
entre chaque fréquence. Nous pouvons donc résumer ainsi les avantages obtenus par la modulation de fréquence de l'émission : meilleure insensibilité aux parasites, bande passante très étroite permettant l'utilisation d'un plus grand nombre de fréquences, donc assurant le fonctionnement simultané d'un plus grand nombre d'installations. Notons que les ensembles A.M. et F.M. peuvent être utilisés simultanément en respectant les fréquences propres à chaque type d'ensemble et en maintenant par sécurité un écart de deux fréquences entre un ensemble A.M. et un ensemble F.M.

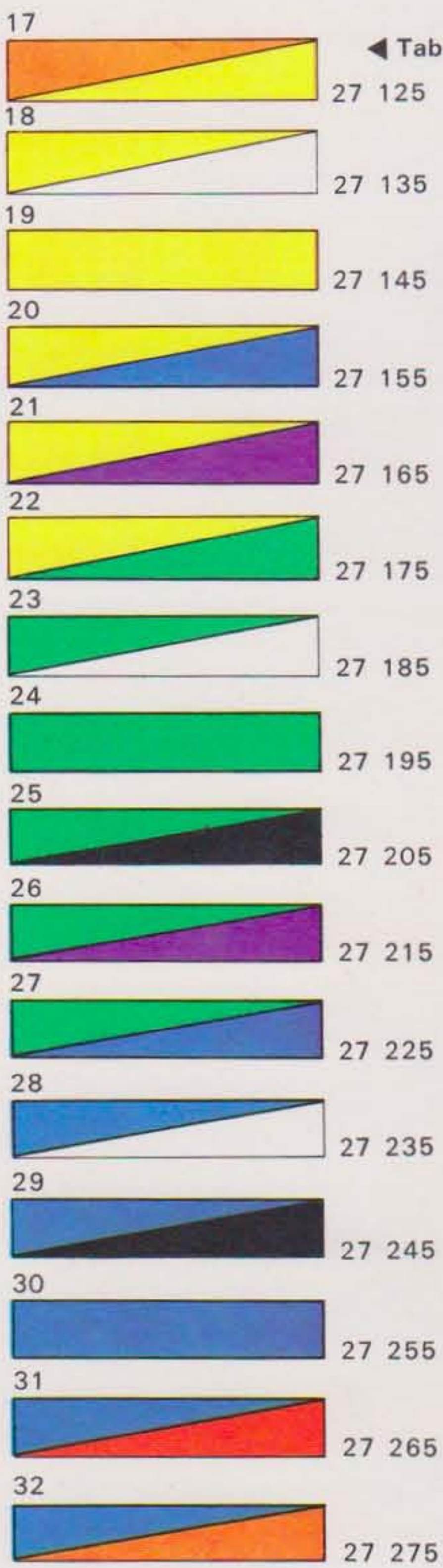
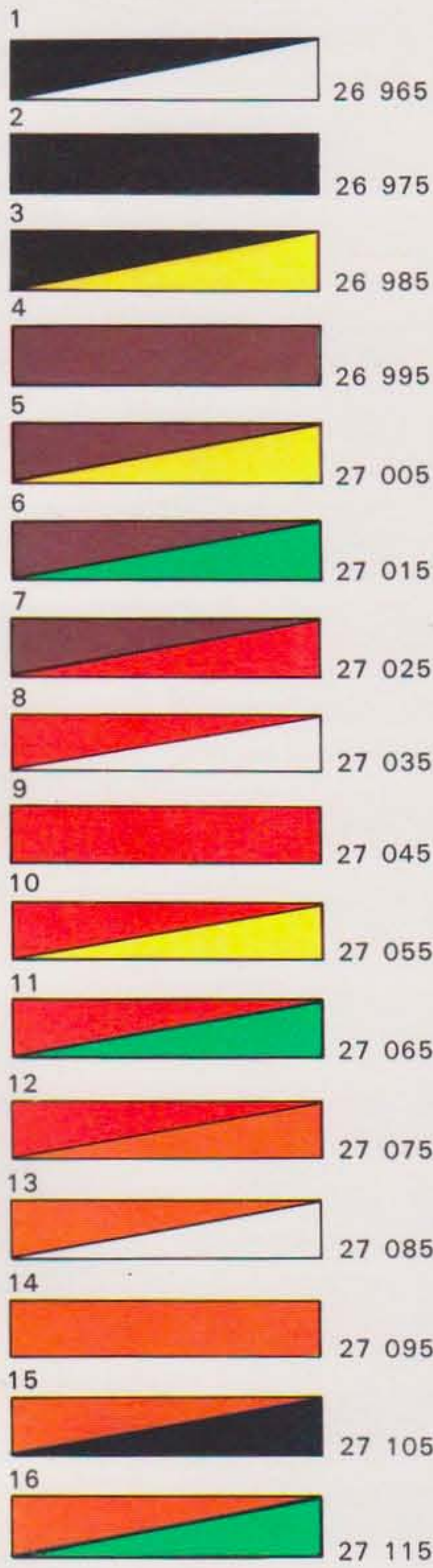
Les quartz et les fréquences

Tous les ensembles R/C modernes sont pourvus de quartz interchangeables sur l'émetteur et sur le

récepteur, ce qui permet de modifier instantanément la fréquence d'émission. Un quartz est composé d'un petit boîtier métallique qui renferme un fragment de matière minérale du même nom, taillé de façon à résonner pour une fréquence d'émission bien déterminée et rigoureusement alignée. Les quartz font l'objet d'une fabrication spéciale très soignée, ce qui explique leur prix relativement élevé ; comme ce sont des composants assez fragiles, il faut les manipuler avec précaution.

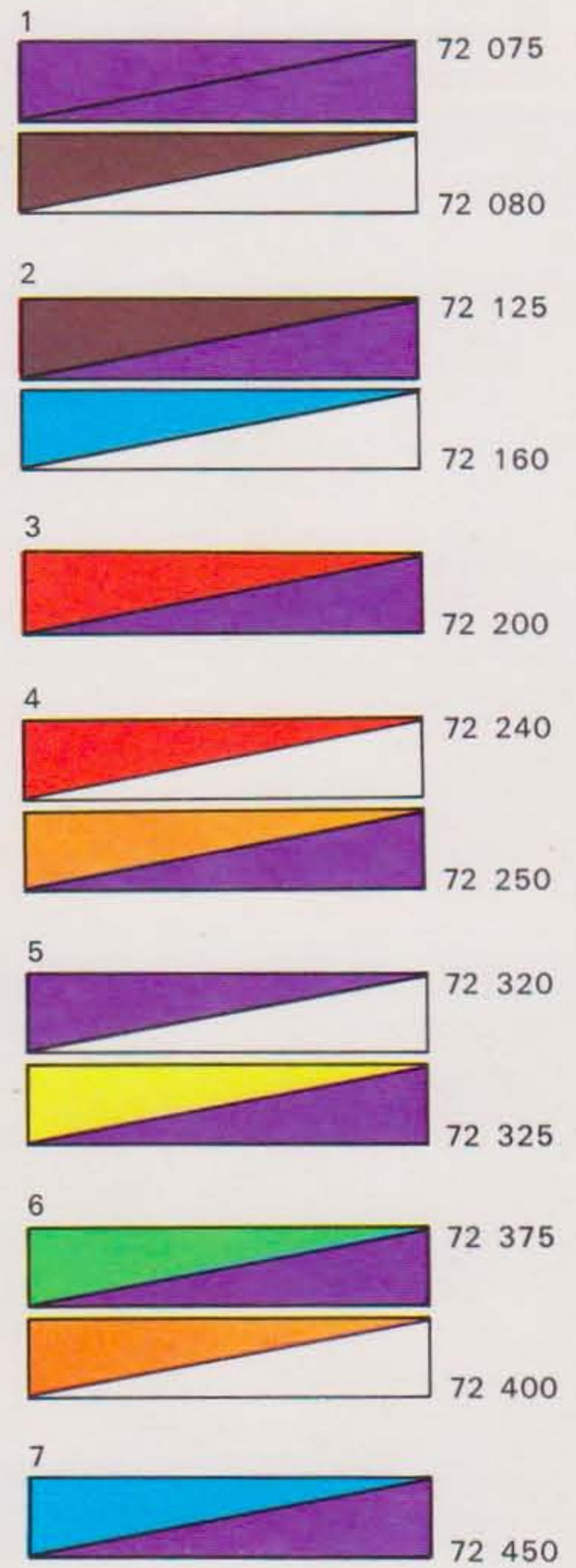
Chaque quartz interchangeable est fiché sur un petit soquet à deux pôles, généralement accessible de l'extérieur, sur l'émetteur et le récepteur. La polarité d'un quartz est indifférente, mais il ne faut pas interchanger celui de l'émetteur avec celui du récepteur ; l'ensemble fonctionnerait quand même, mais il en résulterait une perte de portée.





◀ Tableau des fréquences en 27 MHz

Tableau des fréquences en 72 MHz



Ainsi que nous le verrons plus loin, les quartz d'émission et de réception sont repérés de différentes façons pour éviter toute erreur ; il existe une différence de 455 KHz, appelée « fréquence intermédiaire », entre le quartz de l'émetteur et celui du récepteur, et elle doit être respectée.

Les bandes d'émission actuellement autorisées par l'administration des postes et télécommunications française à l'usage des installations de radiocommande pour modèles réduits sont celles des 27 MHz et des 72 MHz. Nous avons déjà vu que s'il était possible d'utiliser jusqu'à 32 fréquences dans la bande des 27 MHz, il existe seulement 7 fréquences homologuées en Europe dans la bande des 72 MHz. Cette bande est cependant généralement moins encombrée du fait que les ensembles R/C en 72 MHz sont moins nombreux que ceux en 27 MHz. Il existe d'autres bandes d'émission autorisées pour cet usage à l'étranger, telles la bande des 35 MHz (20 fréquences utilisables en F.M.) et celle des 40 MHz (4 fréquences). Ces bandes ne sont pas actuellement autorisées en France, aussi nous mettons en garde les utilisateurs, afin qu'ils restent en règle avec l'administration, et qu'ils ne courent pas le risque de perturber des installations industrielles ou d'utilité publique pouvant utiliser ces fréquences. Nous verrons dans le chapitre qui sera consacré au vol et aux règles de sécurité quelles sont les simples formalités à remplir à l'égard de l'administration.

Pour chaque fréquence est attribué un numéro (numéro de canal) et une ou deux couleurs pour la visualiser par un petit fanion ou un ruban que l'on doit fixer sur l'antenne de l'émetteur. Cette précaution permet d'avertir les autres usagers de la fréquence sur laquelle on émet et d'éviter ainsi tout risque de brouillage ou d'interférence entre deux installations. Cette précaution doit être respectée sur tout terrain où évoluent d'autres modèles réduits radiocommandés. Nous reproduisons ci-contre les tableaux des fréquences 27 et 72 MHz avec les numéros de canal et les couleurs correspondantes. Pour les fréquences F.M. dans la bande des 27 MHz, les deux couleurs doivent être représentées en damier.

Nous venons donc d'achever un tour d'horizon sur les progrès techniques dont ont bénéficié les ensembles R/C au cours des der-

nières années pour en arriver au stade actuel. Nous allons maintenant définir les critères qui motiveront le choix d'un ensemble R/C en fonction des aspirations du modéliste, puis nous donnerons la description des éléments qui le composent, selon les différents types d'ensembles actuellement fabriqués.

Choix d'un ensemble R/C

L'achat d'un ensemble de radiocommande représente un investissement qu'il convient de bien calculer en fonction de ce qu'on désire en obtenir et du genre de modèles que l'on désire réaliser ; d'une façon générale il faudra tenir compte des points suivants : le nombre de fonctions et la marque désirés.

Nombre de fonctions. C'est le premier critère à considérer ; il dépend de l'utilisation à laquelle l'ensemble R/C sera réservé. Le nombre de fonctions est défini par celui des commandes disposées sur l'émetteur et le nombre de sorties de voie prévues sur le récepteur. Précisons d'abord que pour les ensembles proportionnels une fonction correspond à une voie. Sur

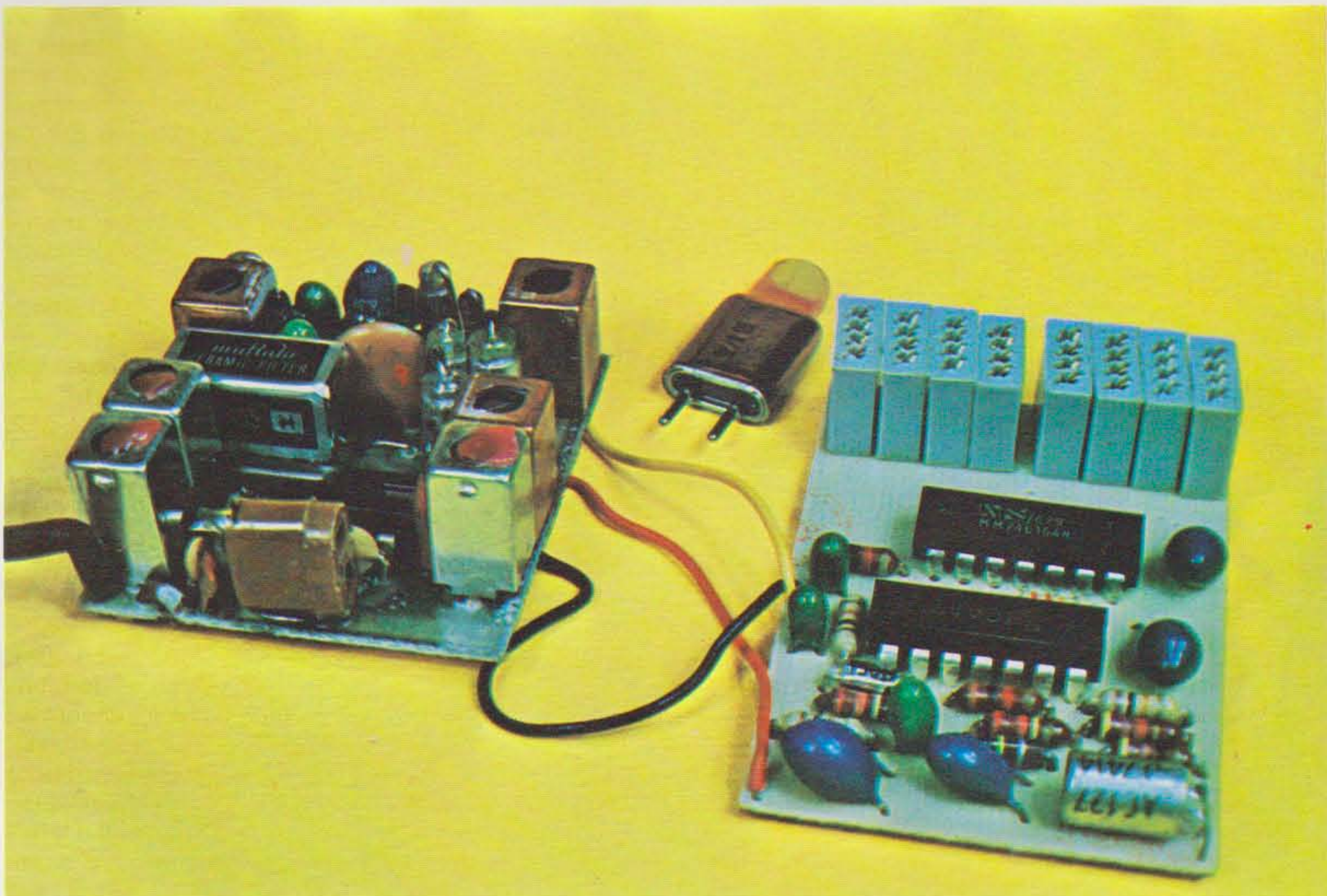
les anciens ensembles « tout ou rien » on s'exprimait par canaux. Il fallait 2 canaux pour asservir une fonction, par exemple, direction droite et direction gauche. Sur un ensemble proportionnel, la même fonction utilise une voie pour le déplacement du servomécanisme dans les deux sens (les Allemands continuent cependant à s'exprimer par canaux pour leurs fabrications d'ensembles proportionnels, un ensemble à 8 canaux par exemple correspondant à un 4-voies).

Il existe ainsi des ensembles à 2, 3, 4, 5, 6 et 7 voies, avec ou pas de possibilités d'extensions futures. Par exemple, un ensemble à 4 voies peut être extensible en un 6-voies par l'adjonction de circuits supplémentaires dans l'émetteur et dans le récepteur (opération à confier aux soins du fabricant). Les plus petits ensembles de fabrication actuelle comprennent au minimum 2 voies (non extensibles), et ils conviennent uniquement pour le pilotage des modèles de bateaux, de voitures ou de planeurs. La fabrication des ensembles à 3 voies tend à disparaître au profit des 4-voies dont le prix de revient n'est guère plus élevé. L'ensemble à 4 voies (le plus souvent extensible à 6 voies) peut être considéré comme tous usages. Enfin, les ensembles à 6 ou 7 voies permettent de plus larges possibilités avec l'utilisation des fonctions complémentaires.

En résumé, si l'on doit se limiter à la réalisation de petits modèles, un ensemble à 2 voies, assez économique à l'achat, permettra de débiter dans les meilleures conditions. Cependant, un tel ensemble ne pourra servir pour d'autres usages plus étendus, et il faut bien consi-

Page 42 : éléments de réception Grundig « Varioprop ». De gauche à droite : récepteur de base F.M. 27 MHz, étage double pour l'alimentation de 2 servos sans amplificateur, module décodeur 4 voies pour l'alimentation de 4 servos avec amplificateur. Ci-dessous : le récepteur Multiplex 7 voies F.M. 27 MHz.





dérer que l'ensemble à 4 voies (éventuellement extensible à 6 voies) représente l'ensemble standard pour le pilotage d'un modèle d'avion puisqu'il possède les fonctions direction, profondeur, ailerons, moteur. Quant au choix du principe d'émission en A.M. ou en F.M., il est évident qu'il s'agit avant tout d'une question de budget. Nous avons vu les avantages présentés par la F.M., mais il faut bien préciser que les ensembles A.M. donnent néanmoins encore toute satisfaction à leurs utilisateurs. Enfin, le modéliste prévoyant la réalisation de plusieurs modèles radiocommandés pourra envisager l'acquisition successive d'un ensemble à 2 voies tous usages et d'un ensemble de 4 à 6 voies pour l'équipement de modèles plus perfectionnés.

La marque. Elle a une importance secondaire car tous les ensembles R/C actuels sont d'une fiabilité à peu près équivalente; seules donc des considérations de présentation et d'équipements annexes peuvent influencer le choix. Les marques de fabrication française et d'importation étrangère abondent sur le marché du modélisme et la concurrence s'affronte... Nous conseillerons avant tout de choisir une marque sérieuse et

Ci-dessus : le récepteur Multiplex F.M. 27 MHz ouvert, on remarque sur le décodeur à droite les deux circuits intégrés devant le bloc de connexions, au centre le quartz interchangeable.

réputée offrant un service après-vente efficace, car rien n'est plus désagréable que de voir son ensemble R/C immobilisé pour la moindre panne ou un réglage à effectuer... Les photographies d'ensembles R/C qui illustrent ce chapitre représentent des modèles de quelques-unes des marques les plus réputées, mais il en existe bien d'autres. Nous conseillerons donc à nouveau aux modélistes intéressés la lecture des revues spécialisées dans lesquelles sont publiés des bancs d'essai ou des descriptions d'ensembles R/C du commerce, ce qui leur permettra de mieux orienter leur choix en fonction de leurs aspirations.

Nous passerons maintenant à la description des différents éléments qui composent un ensemble R/C.

L'émetteur

Disposition des commandes. Sur tous les émetteurs proportionnels, quel que soit le nombre des

voies prévues, les fonctions principales nécessaires pour le pilotage se commandent par des « manches à balai » actionnant des potentiomètres. Les manches sont montés avec un rappel automatique au neutre, sauf la commande des gaz qui ne possède pas de rappel au neutre, mais un dispositif de crantage à l'intérieur de l'émetteur permet de placer le manche dans toutes les positions intermédiaires entre le ralenti et le plein gaz. Suivant le nombre des voies, les commandes sont réparties comme suit :

Émetteur 2 voies (voir fig. 1). Manche de droite, sens de déplacement horizontal = direction; Manche de gauche, sens de déplacement vertical = profondeur. (Cette disposition convient pour le pilotage d'un planeur par exemple; pour le pilotage d'un avion ou de tout autre modèle, le manche commandant la profondeur est cranté et actionne la commande des gaz.)

Émetteur 3 voies. La disposition des fonctions est en principe identique à celle de l'émetteur 2 voies, la troisième voie, alors réservée à la commande des gaz, est commandée par un petit levier (semblable à celui des trims), sans rappel au neutre.

Émetteur 4 voies, disposition standard. A partir de ce type d'émetteur, les manches de commande sont à double sens de déplacement (manches en croix), les commandes sont disposées comme suit :

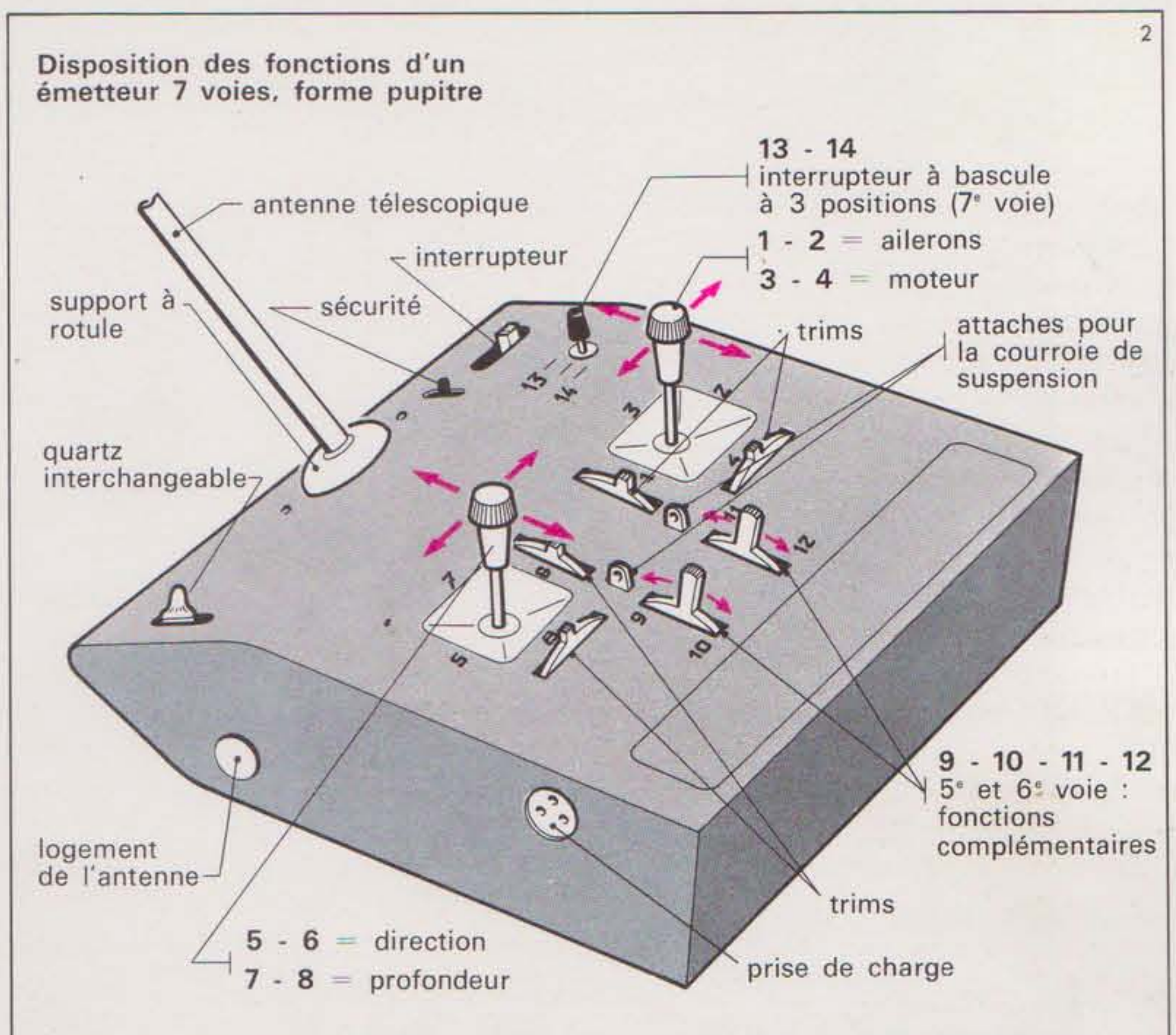
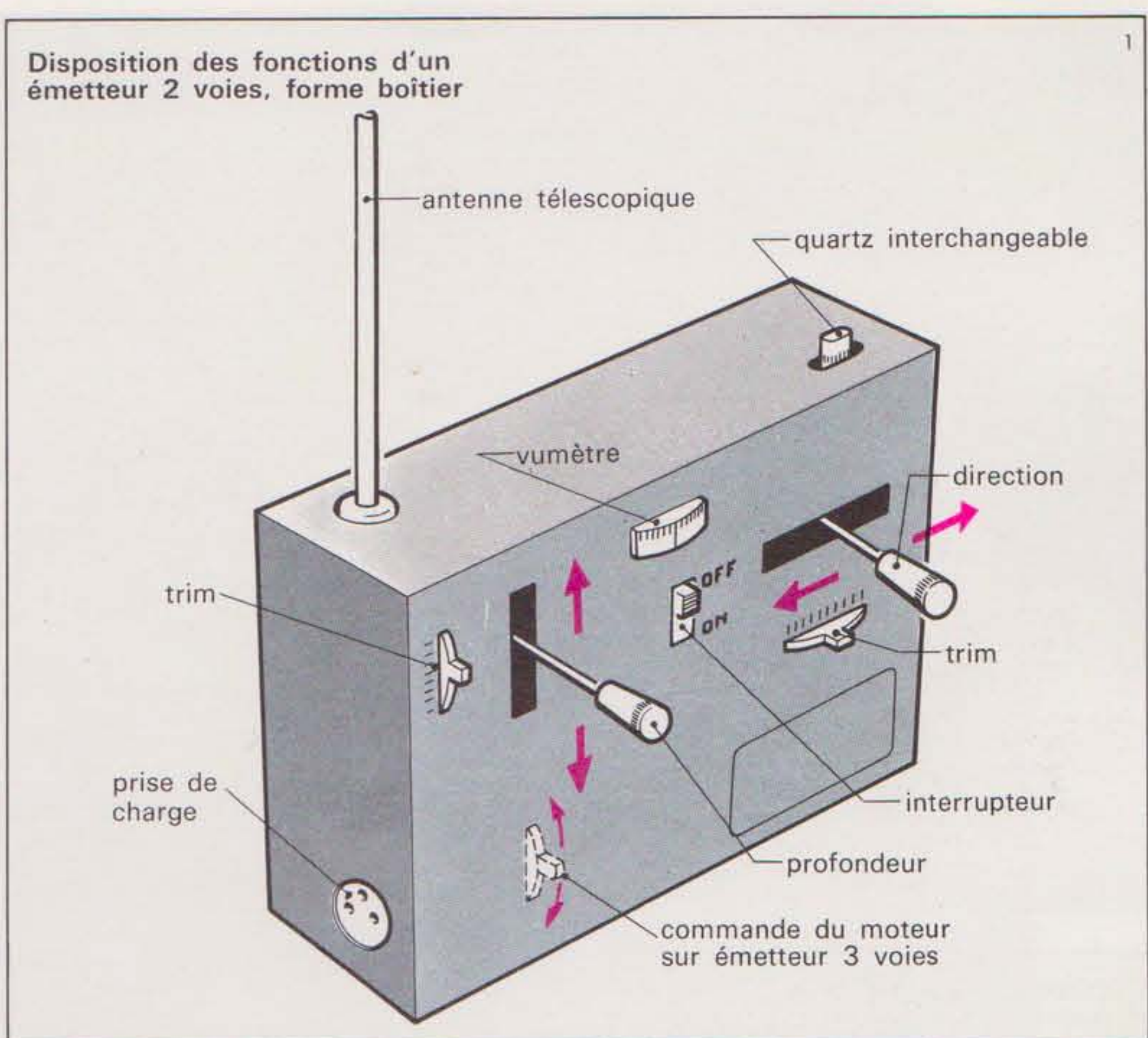
Manche de droite : sens de déplacement horizontal = ailerons ; sens de déplacement vertical = moteur (manche cranté) ;

Manche de gauche : sens de déplacement horizontal = direction ; sens de déplacement vertical = profondeur.

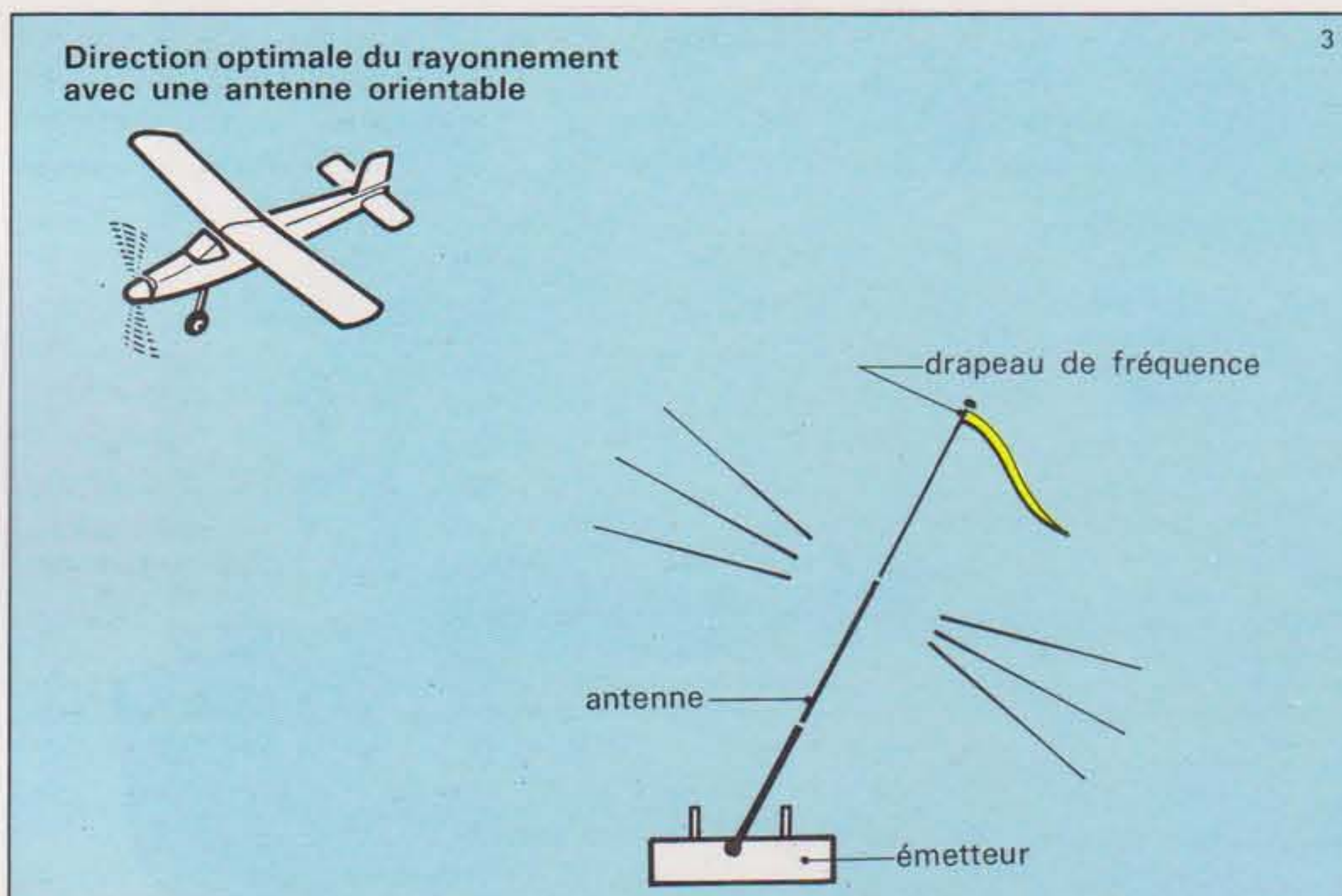
Nota : si seulement 3 voies sont utilisées (comme c'est bien souvent le cas pour les avions pour débutant en R/C comprenant les fonctions direction, profondeur, moteur), la commande de direction est disposée à la place de celle des ailerons, sur le sens de déplacement horizontal du manche de droite. D'autre part, certains pilotes R/C préfèrent disposer la commande du moteur sur le manche de gauche, la commande de profondeur est alors actionnée par le manche de droite, l'emplacement des autres fonctions restant inchangé. La permutation du crantage d'un manche sur l'autre peut être faite par l'utilisateur en suivant les instructions fournies avec chaque ensemble R/C.

Les trims. Sur tous les types d'émetteurs, chaque sens de déplacement des manches est doublé d'un réglage de trim modifiant le point de retour au neutre du servomécanisme correspondant. Le trim est constitué d'un petit levier ou d'une molette disposé parallèlement au sens de déplacement du manche, avec ou sans graduations de repère sur le boîtier de l'émetteur. Sur les ensembles R/C perfectionnés, type « professionnel », les leviers de réglage de trim sont quelquefois remplacés par des potentiomètres à déplacement linéaire.

Émetteurs 5, 6 et 7 voies, fonctions complémentaires (voir fig. 2). Sur les émetteurs de ce type, les fonctions complémentaires servent à commander divers asservissements comme ceux des volets d'atterrissage, des ouvertures de trappe pour effectuer des largages en vol, de la commande de crochet de remorquage pour planeur, de la commande d'un train d'atterrissage escamotable, etc. Les 5^e et 6^e voies sont commandées par un petit levier semblable à celui des trims, ou quelquefois

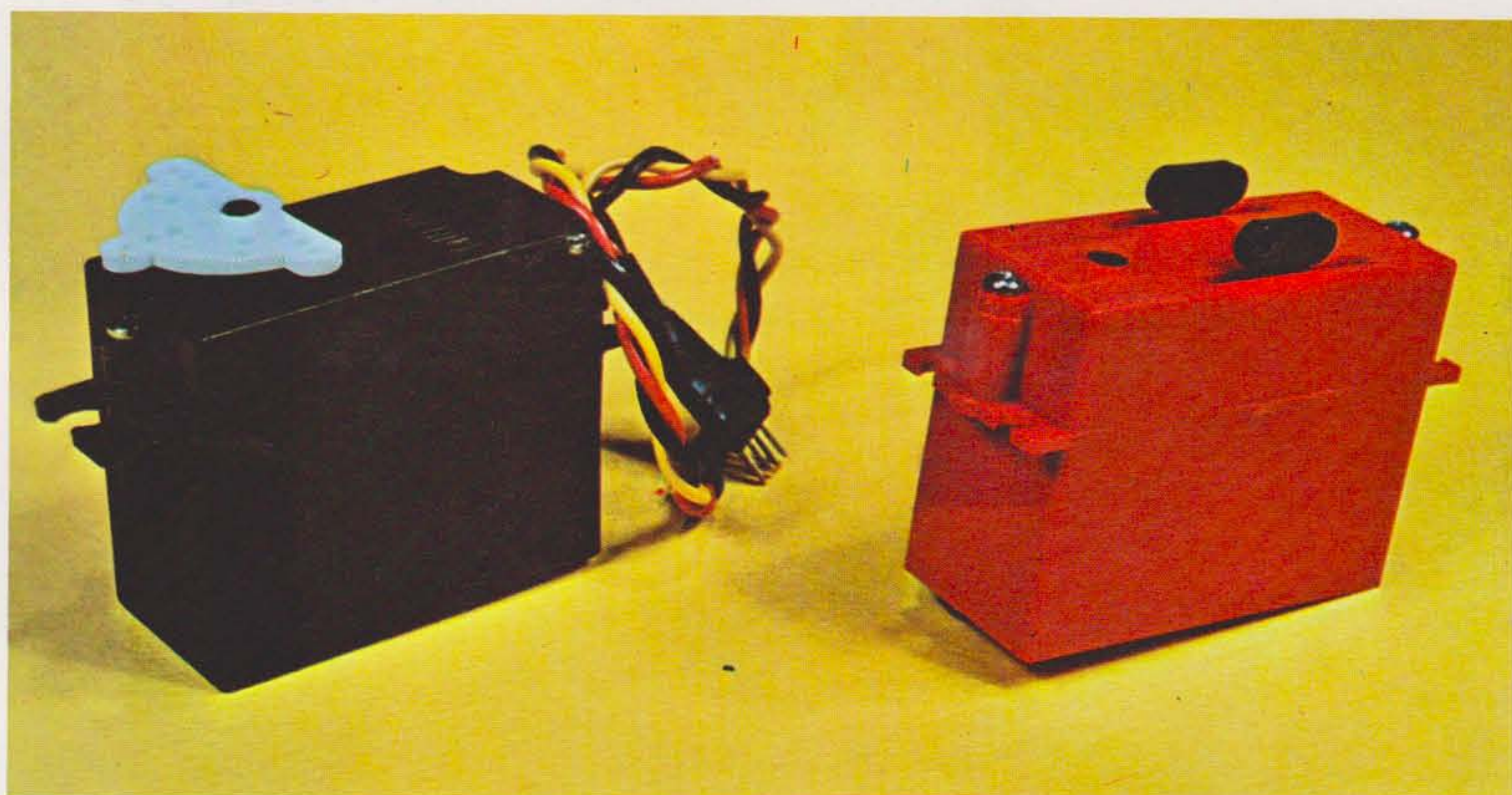


par des potentiomètres linéaires avec graduations de repère. Ces commandes sont généralement disposées au centre du pupitre de l'émetteur, ou asymétriquement (sur un côté) pour les modèles 5 voies. La 7^e voie est généralement actionnée par un interrupteur à bascule à deux ou trois positions, cet interrupteur commande le déplacement complet dans un sens ou dans l'autre de la course du servomécanisme correspondant. Cette



Ci-dessus : un servo rotatif (à gauche) et un servo linéaire (à droite), modèles Mini-IC de Multiplex.

Ci-dessous : deux servos sans amplificateur incorporé de la gamme Varioprop. A gauche, le modèle standard n° 3765 ; à droite, le Micro-05, type linéaire.





Ci-dessus : assortiment de servos Grundig « Varioprop » avec amplificateur incorporé ; de gauche à droite : modèle CR rotatif, modèle CL linéaire et Micro-C-05 linéaire.

fonction n'est donc pas proportionnelle ; elle est en principe réservée pour la commande des trains d'atterrissage escamotables.

Présentation générale des émetteurs et autres dispositifs. Les émetteurs se présentent sous la forme d'un boîtier (présentation américaine) ou d'un pupitre (présentation européenne), en métal ou en plastique, selon les fabrications. L'antenne d'émission est du type télescopique, elle est vissée dans un support placé au centre de la partie supérieure du pupitre ou décalée sur les formes en boîtier. Sur certains modèles d'émetteur en pupitre, l'antenne est vissée dans un support à rotule qui permet de l'orienter pour obtenir un rayonnement optimal de l'onde porteuse. Précisons que ce rayonnement se fait perpendiculairement à l'antenne, celle-ci ne doit jamais être pointée vers le modèle durant le vol, une position inclinée sur l'un des côtés du pupitre assure la meilleure direction du rayonnement (voir *fig. 3*). Sur certains modèles d'émetteur, un fourreau est inclus dans le boîtier pour le logement de l'antenne rétractée durant le transport. La tension de la batterie d'alimentation logée dans le boîtier est contrôlée par un instrument appelé « vumètre », indiquant soit l'intensité du rayonnement H.F. (haute fréquence), soit directement le voltage de la batterie. Le vumètre de certains émetteurs est constitué par un voltmètre électronique à échelle dilatée, indiquant avec précision la tension de la batterie. Le

cadran de l'instrument est divisé en deux zones, généralement une zone verte et une rouge, la présence de l'aiguille dans la zone verte indique un état de charge suffisant de la batterie, dès que l'aiguille atteint la zone rouge, il faut immédiatement interrompre la mise en service de l'ensemble pour recharger les batteries d'alimentation. La recharge de la batterie s'effectue de deux façons, soit par l'intermédiaire du chargeur incorporé dans l'émetteur dont certains modèles sont équipés, soit à l'aide d'un chargeur extérieur qu'il faut alors prévoir comme équipement annexe indispensable (ces questions seront traitées en détail dans le chapitre consacré à la maintenance et à l'entretien des équipements R/C). Sur les émetteurs non équipés d'un chargeur incorporé, une prise est prévue sur l'un des flancs du boîtier pour le branchement du cordon de charge à relier au chargeur extérieur. Le quartz d'émission interchangeable est, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, accessible de l'extérieur, soit sur la partie supérieure du boîtier, soit glissé dans un support sur l'un des flancs. L'interrupteur de mise en circuit est le plus souvent doté d'une protection évitant toute mise en contact intempestive.

Enfin, sur la majorité des modèles d'émetteur sont prévues des pattes pour l'attache d'une courroie de suspension, qui permet un maintien plus commode. Il existe également des pupitres de pilotage dans lesquels on peut incorporer l'émetteur. L'ensemble suspendu par une

courroie laisse les deux mains entièrement libres. Le pilotage s'effectue alors du bout des doigts sur les manches qui peuvent être munis d'embouts plus longs, cette méthode (surtout utilisée en Allemagne) assure un dosage plus précis des ordres envoyés à partir de l'émetteur.

Le récepteur

Il est contenu dans un boîtier en métal ou en plastique dont les dimensions sont réduites au minimum afin de permettre un logement aisé et bien protégé dans le modèle. Il existe encore actuellement deux types de récepteur. Le plus courant contient uniquement les circuits de décodage pour les impulsions reçues de l'émetteur, l'autre est constitué d'un récepteur de base sur lequel s'ajoutent des étages contenant les circuits amplificateurs des servomécanismes.

Récepteur standard. Il est de forme très compacte, et seuls apparaissent à l'extérieur du boîtier les éléments suivants : le bloc des connexions correspondant au nombre de sorties de voie, sur lequel sont enfichées les prises des différents servomécanismes ; le quartz interchangeable et l'antenne de réception. Cette dernière est constituée d'un fil d'une longueur

moyenne de 900 mm qui doit être tendu de préférence à l'extérieur du modèle, sa longueur ne doit être modifiée sous aucun prétexte afin de ne pas réduire la portée de l'ensemble R/C.

Récepteur à étages, système Grundig « Varioprop ». Il est constitué d'un récepteur de base (A.M. ou F.M.) sur lequel sont enfichés soit des étages assurant l'alimentation des servomécanismes soit un étage décodeur. Le système Grundig Varioprop (distribution Graupner) est issu d'une longue série d'ensembles R/C remontant à l'époque du « tout ou rien » (Variophon/Varioton) ; il s'agit d'un système d'étages enfichables permettant une extension progressive de la réception. Chaque étage enfiché sur le récepteur de base permettait d'alimenter un servomécanisme, il fallait donc autant d'étages complémentaires qu'il était prévu de servomécanismes dans l'installation. La miniaturisation progressive des circuits permet la réalisation d'étages doubles pour l'alimentation de deux servomécanismes ne contenant qu'une partie mécanique, sans amplificateur. Mais l'ensemble de réception ainsi constitué était encore trop volumineux, lourd et encombrant. Son inertie le rendait d'autre part assez sen-



sible aux chocs. On conçoit donc des étages décodeurs pour 2, 4 et 6 voies, qui assuraient l'alimentation du nombre correspondant de servomécanismes avec amplificateur incorporé. Le volume de la réception se trouve ainsi considérablement réduit avec seulement le récepteur de base et un seul étage décodeur ayant un nombre de sorties de voie correspondant à celui des servomécanismes utilisés. Le grand avantage du système Grundig Varioprop est qu'il offre la possibilité de pouvoir mixer les deux systèmes de réception pour l'utilisation de servomécanismes avec ou sans électronique incorporée. Il est en effet possible d'enficher sur le récepteur de base soit les étages doubles pour l'alimentation de deux servomécanismes sans amplificateur incorporé, soit un étage décodeur alimentant 2 à 6 servomécanismes avec amplificateur incorporé, ou bien une combinaison des deux systèmes.

L'alimentation de la réception.

Un accu, appelé également *power-pack*, assure l'alimentation des circuits du récepteur et des servomécanismes, il est relié au récepteur par l'intermédiaire d'un cordon interrupteur, ce dernier devant être accessible de préférence à l'extérieur du modèle. La sortie des voies ainsi que la prise d'alimentation sont généralement repérées sur le boîtier du récepteur, les prises sont munies de fiches asymétriques et sont d'une couleur différente pour l'alimentation afin d'éviter toute erreur de branchement. Il existe également des cordons de rallonge pour le branchement des servomécanismes sur le récepteur, dans le cas où ces éléments se trouvent trop éloignés l'un de l'autre (installation du servo de commande d'ailerons dans l'aile du modèle, par exemple).

Les servomécanismes. Nous venons de voir qu'il existait des servomécanismes avec ou sans amplificateur incorporé, les derniers présentant bien entendu l'avantage d'être moins onéreux. Il est ainsi possible d'équiper plusieurs modèles en ayant simplement besoin de permuter le récepteur et l'alimentation. Les servomécanismes se différencient d'autre part par la façon dont s'effectue la prise de force, les uns sont à déplacement linéaire, les autres, à mouvement rotatif. Chaque modèle présente ses avantages et ses inconvénients,



les servos linéaires sont d'un emploi plus facile pour certaines installations tandis que les servos rotatifs offrent une puissance de traction généralement plus élevée. Cette puissance est en moyenne de 1,5 à 2 kg pour les servos utilisés pour l'asservissement des gouvernes d'un avion. Mais il existe des modèles plus puissants lorsqu'une très grande force de traction est requise, par exemple pour la manœuvre de fonctions complémentaires, telle la commande d'un train d'atterrissage escamotable. La puissance de ces servos spéciaux est très variable et peut atteindre 15 kg... Il existe enfin d'autres modèles spéciaux de servomécanismes avec des débattements de 90° ou de 180°, toujours conçus pour les applications spéciales dans l'asservissement de fonctions complémentaires.

L'installation de l'équipement R/C dans les modèles d'avions sera traitée en détail dans un chapitre spécialement consacré à ce sujet.

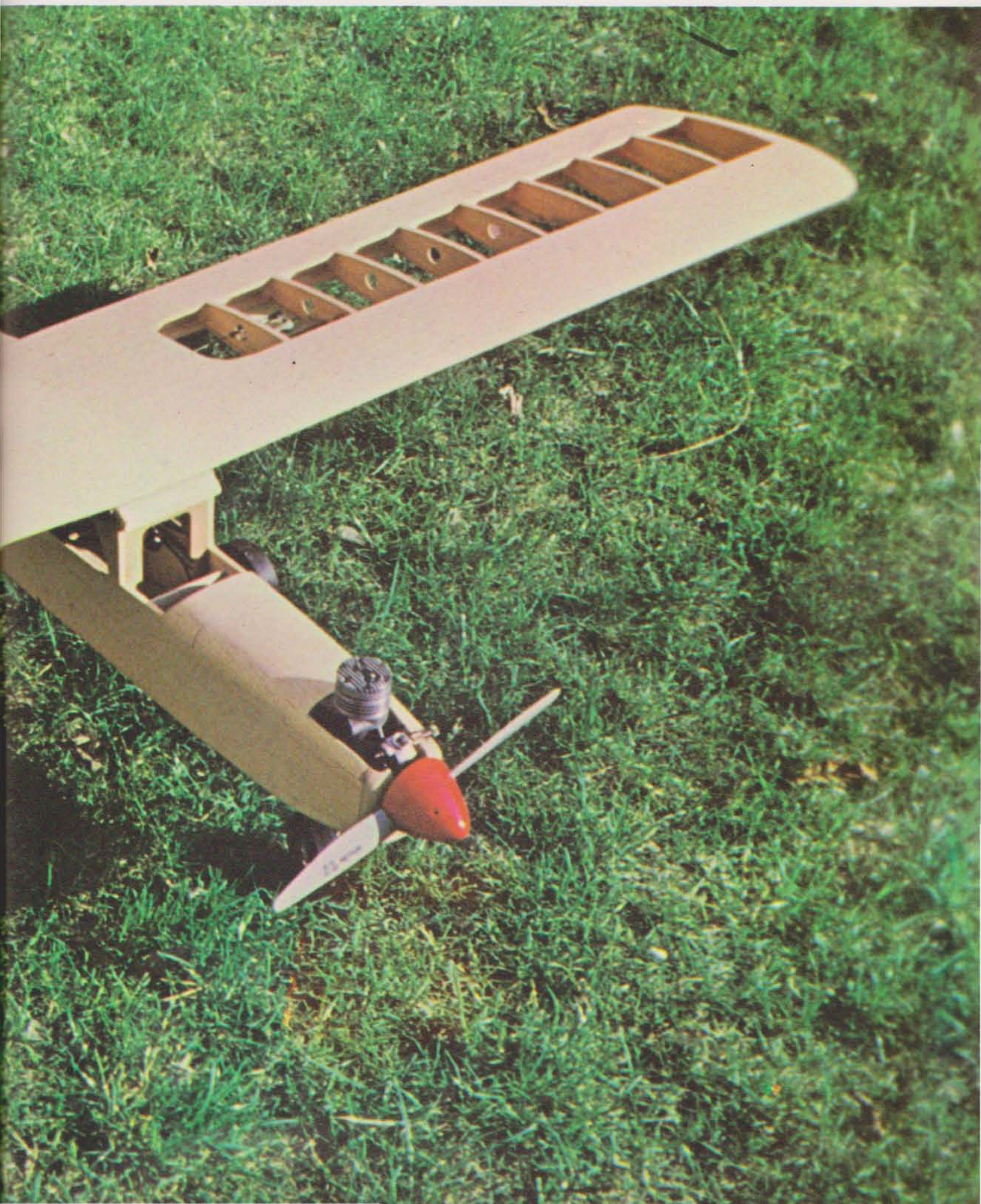
Page 48 : assortiment de servos de la gamme Robbe-Digital ; de gauche à droite : S-12 rotatif, S-61 rotatif, S-1 linéaire.

En haut : un cordon interrupteur pour le branchement de l'alimentation sur le récepteur, un cordon de rallonge pour servo d'ailerons (Multiplex).

Ci-dessus : quelques modèles de « Power-pack » de réception ; de gauche à droite : 4,8 V/500 mA exécution ronde, power-pack Robbe 4,8 V/450 mA et Multiplex 4,8 V/1000 mA à charge rapide, exécution plate.



Construction



Aérodynamique et principe du vol



Avant d'entreprendre la réalisation d'un modèle réduit d'avion radio-commandé, il est indispensable de posséder des notions d'aérodynamique et de comprendre comment un avion se sustend et est équilibré pour évoluer dans l'air. Ces notions serviront aussi bien pour la construction que pour les réglages à effectuer sur le modèle avant sa mise en œuvre finale. Un avion est constitué d'un fuselage, d'une aile et d'un empennage. Le

fuselage contient principalement les éléments mécaniques et la charge utile à transporter. Son rôle aérodynamique est secondaire. Il sert à la réunion de l'aile, qui est l'élément sustentateur, et de l'empennage qui est l'élément stabilisateur. Ce dernier permettant en même temps de manœuvrer l'avion. La voilure comprend donc l'aile et l'empennage qui sont les éléments aérodynamiques les plus importants; leur construction doit donc

Ci-dessus : un exemple d'aile « delta »; sur ce modèle la configuration est plus exactement dénommée en « double delta ».

être particulièrement soignée et exempte de toute déformation. Nous allons maintenant expliquer leur rôle aérodynamique.

L'aile

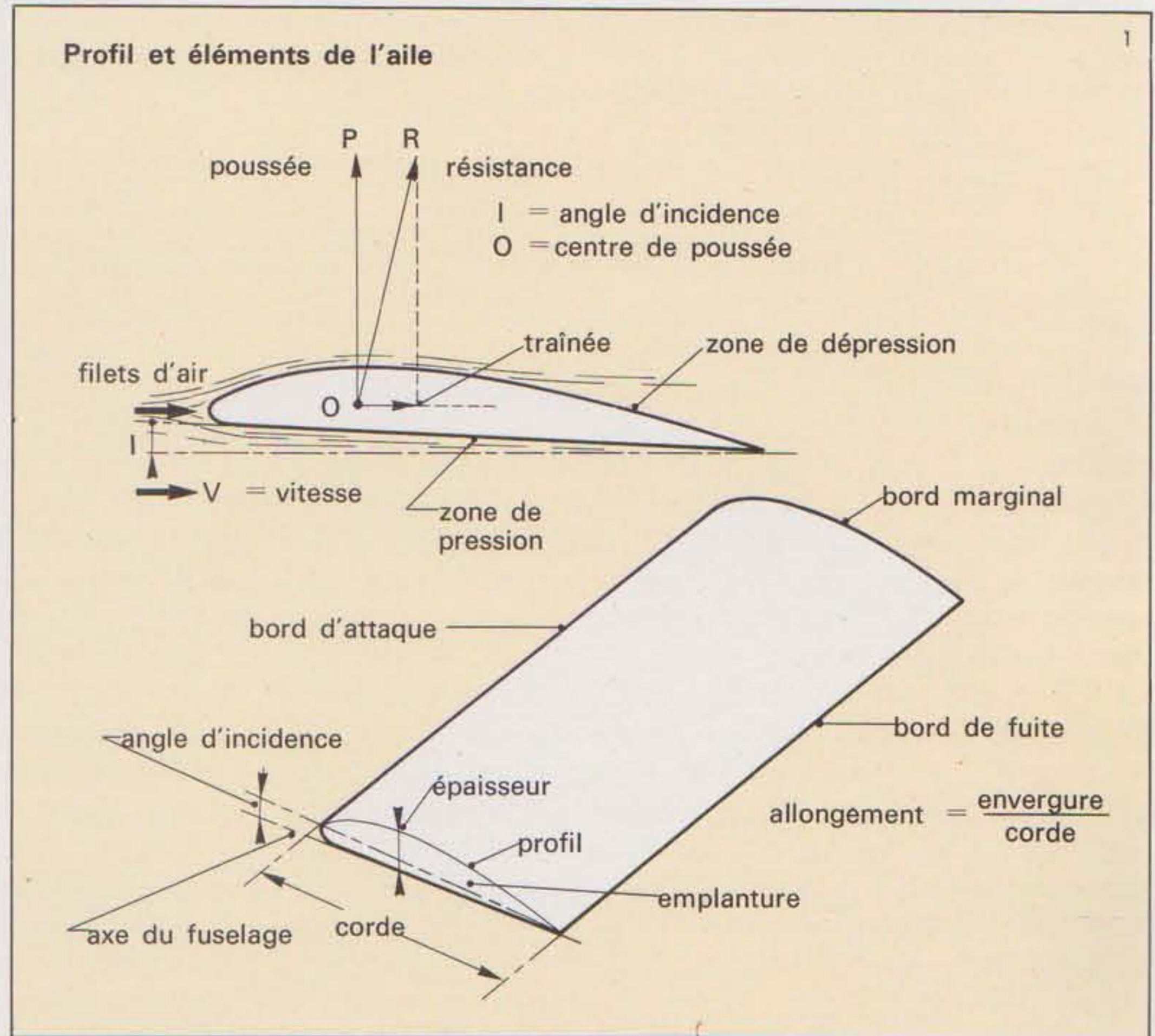
Chacun sait que tout corps se déplaçant dans l'air offre une résistance, et cette résistance diminue selon la forme du corps : plus celui-ci est profilé, meilleure est la pénétration dans l'air. Il existe donc des corps profilés étudiés pour offrir le minimum de résistance, la goutte d'eau en est l'exemple parfait puisqu'elle prend elle-même la forme la plus adéquate lors de son déplacement dans l'air.

La section d'une aile est appelée « profil », ce profil peut présenter des formes diverses en fonction des qualités aérodynamiques recherchées et dont nous parlerons ultérieurement. La forme d'un profil d'aile est étudiée pour transformer sa résistance à l'avancement en force sustentatrice par une déviation appropriée des filets d'air sur chaque face du profil ; celles-ci sont appelées « intrados » et « extrados ». La partie avant du profil est appelée « bord d'attaque », la partie arrière, « bord de fuite » ; la « corde » est la largeur de l'aile (donc la longueur totale du profil). L'angle d'incidence est l'angle sous lequel est calée la voilure par rapport à l'axe longitudinal du fuselage ; il ne faut pas le confondre avec l'angle d'attaque qui se modi-

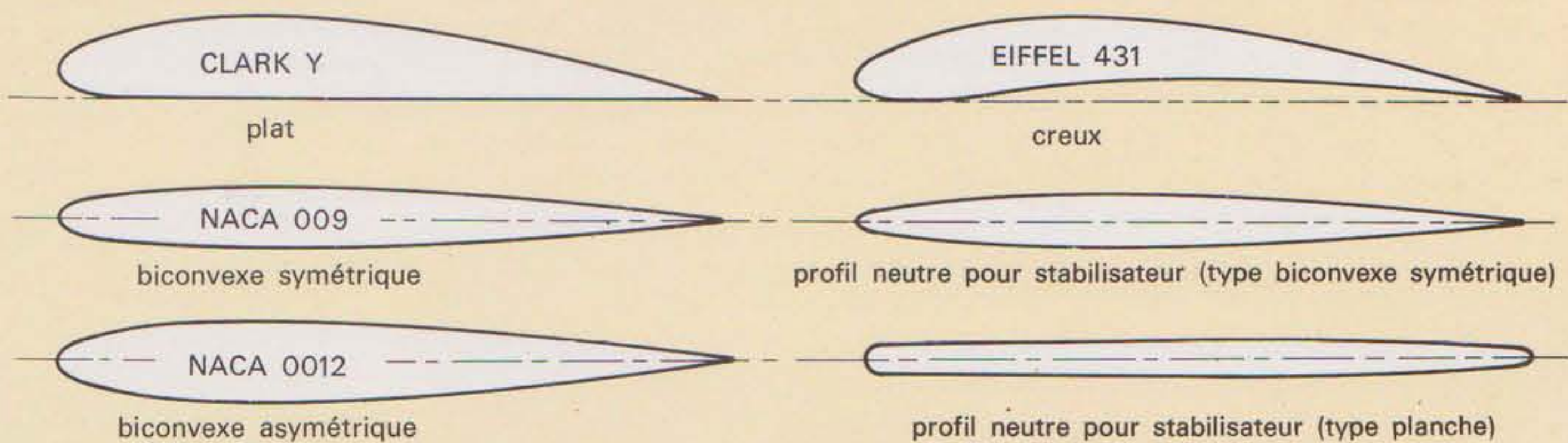
sion ; les autres filets d'air continuent leur mouvement, ils suivent la courbure de l'extrados du profil, puis décollent et créent par entraînement des molécules une zone de dépression. La résultante de cette pression et de cette dépression constitue la résistance de l'air sur la surface, qui est déterminée par le point O, appelé « centre de poussée ». La résistance à l'avancement est appelée « traînée », c'est la force nuisible ; la composante verti-

dos de son profil, conjuguée avec la pression produite à l'intrados. La composante qui en résulte est appelée « portance ».

Différents profils d'aile (voir fig. 2). Chaque forme de profil est étudiée pour donner à l'aile des caractéristiques aérodynamiques bien déterminées : grande portance, bonne pénétration, vitesse de déplacement, etc. La forme de profil la plus utilisée en modèle réduit

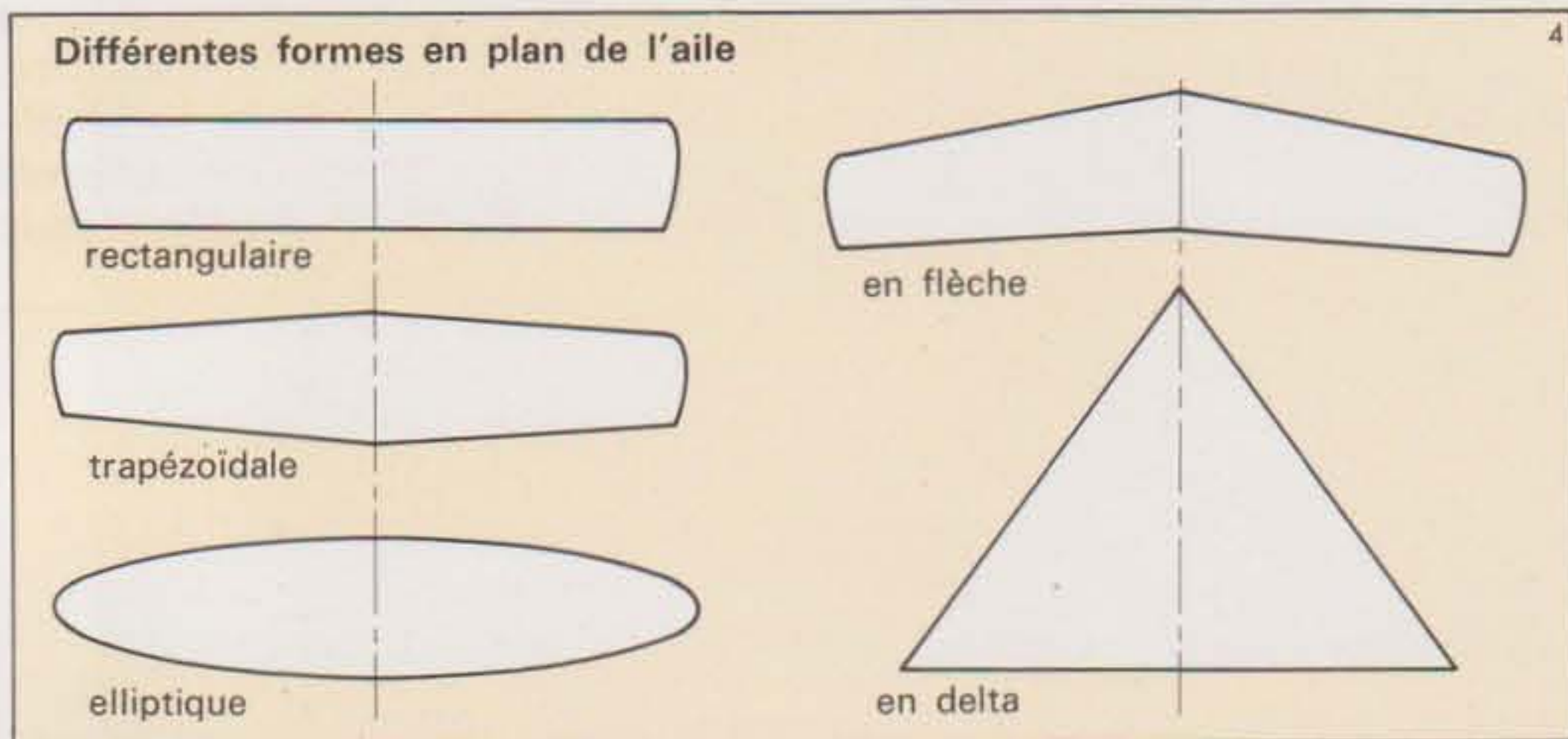
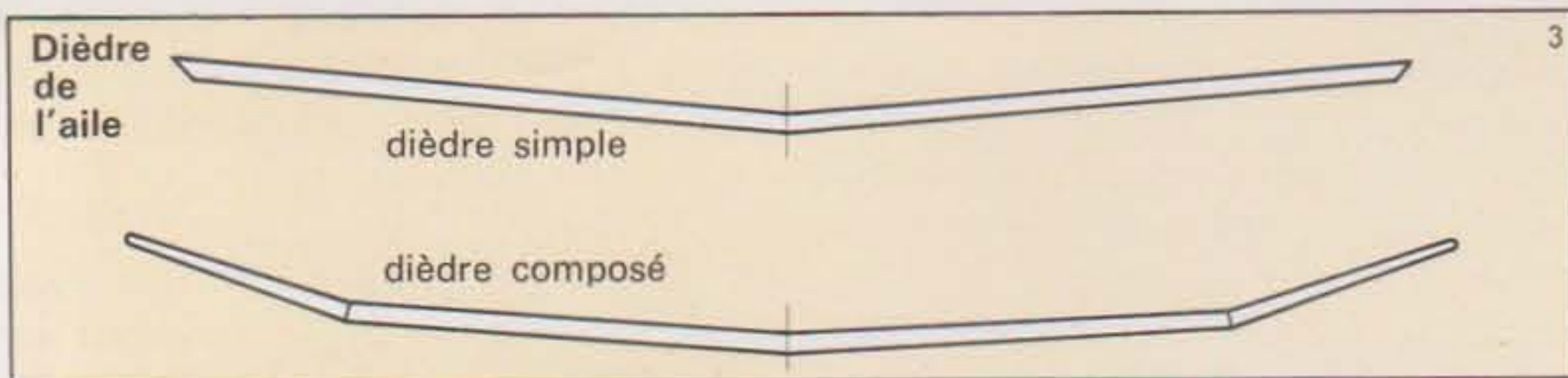


Quelques profils courants



fie continuellement selon la configuration du vol de l'avion. Ces termes étant expliqués, voyons l'effet aérodynamique produit lorsqu'un profil d'aile se déplace dans l'air à une certaine vitesse et sous un angle d'incidence déterminé (voir fig. 1). Les filets d'air, frappés par le bord d'attaque, sont déviés en deux parties : l'une suit l'intrados du profil contre lequel ils sont freinés, ils se tassent et se compriment créant ainsi une zone de pres-

sure qui en résulte est appelée « poussée », c'est la force utile. Comme il ne peut y avoir de poussée sans traînée, on s'efforce d'obtenir simultanément une forte poussée et la traînée la plus faible possible ; ce rapport, qui est appelé « finesse du corps », caractérise chaque type de profil. On comprend maintenant que l'aile d'un avion ne s'appuie pas sur l'air, mais qu'elle est au contraire aspirée par la dépression créée sur l'extra-



est le profil plan convexe, appelé également « profil plat », qui assure une bonne portance et une construction facile de l'aile. Ce profil ne « décroche » qu'aux forts angles d'attaque, il assure ainsi une bonne stabilité longitudinale du modèle. Précisons que le décrochage d'une aile se produit lorsqu'elle se déplace sous un angle d'attaque trop important par rapport à sa trajectoire. L'écoulement des filets d'air autour du profil se trouvant perturbé, la portance diminue. Cela peut se produire au cours d'une mauvaise configuration de vol à faible vitesse, ou si le modèle est mal centré par exemple; le décrochage de l'aile est suivi d'une abattée de l'avion vers le sol, c'est ce que l'on appelle la « perte de vitesse ». Sur les appareils de début, il y a donc tout intérêt à doter l'aile d'un profil le plus stable possible. Viennent ensuite les profils biconvexes symétrique et asymétrique; le premier est très mauvais porteur, il n'est utilisé que pour les stabilisateurs, ou sur les avions de vitesse et d'acrobatie en vol circulaire. Dans ce dernier cas, il est doté d'une très forte épaisseur. Le second, le profil biconvexe asymétrique est moins porteur que le profil plan convexe, il assure cependant une meilleure pénétration de l'aile, donc une plus grande vitesse de l'avion. Il est utilisé sur les appareils de transition et sur tous les avions multicommandes équipés de la fonction des ailerons.

Nous trouvons ensuite les profils creux qui, assurant une très grande portance, sont favorables pour les faibles vitesses de vol; ces profils sont particulièrement utilisés sur

les ailes des planeurs ou sur les reproductions d'avions anciens dont les ailes étaient dotées de ce type de profil.

Viennent enfin les profils dits « autostables » à double courbure utilisés principalement sur les ailes volantes du type planeur ou motorisées. Ces profils sont caractérisés par une autostabilité longitudinale indispensable du fait de l'absence de stabilisateur sur ce type d'appareil.

Influence du dièdre de l'aile (voir fig. 3). On appelle « angle de dièdre » l'angle formé par la réunion des panneaux de l'aile vus de face; ce dièdre peut être simple ou composé. S'il est simple sur la majorité des avions, il est composé sur l'aile des avions Jodel par exemple, l'aile ayant une partie centrale plane avec les deux extrémités relevées. Il est souvent composé sur les ailes de planeurs en modèle réduit, avec une cassure centrale et les deux extrémités de l'aile relevées.

L'angle du dièdre assure la stabilité latérale d'un avion. Pour expliquer son effet, prenons comme exemple un avion partant en glissade sur un côté: l'aile s'abaisse de ce côté et se relève de l'autre; l'angle d'attaque augmente pour la partie de l'aile qui s'est abaissée, il diminue et devient négatif pour la partie qui s'est relevée. Dans ce cas, la poussée augmente sur la partie de l'aile qui s'est abaissée, elle se relève et entraîne le rétablissement automatique de la ligne de vol de l'avion. Dans le cas où l'aile n'a pas de dièdre, aucune force n'intervient pour le rétablissement du vol, il faut avoir recours à des gouvernes

placées sur l'aile pour redresser l'avion, ces gouvernes sont appelées « ailerons ».

Sur les avions pour débutant en radiocommande, non équipés de la commande des ailerons, l'aile présente un dièdre relativement important qui assure une bonne stabilité latérale au modèle. Sur les avions multicommandes, le dièdre devient inutile, voire gênant pour l'exécution de certaines figures acrobatiques; la stabilité latérale est alors indifférente, c'est-à-dire qu'elle doit être compensée aux ailerons, comme sur un avion en grandeur nature. On conserve néanmoins quelques degrés de dièdre pour augmenter l'efficacité des ailerons, selon leur surface et leur implantation. Nous mentionnerons au passage que le dièdre peut être remplacé par une flèche importante du bord d'attaque de l'aile ou par une forme générale en plan dans cette configuration. Même avec une aile parfaitement plane, les effets produits sur la stabilité latérale sont identiques.

Différentes formes en plan de l'aile (voir fig. 4). Une aile peut présenter différentes formes en plan comme le montre la figure 4. L'aile rectangulaire est la plus simple à construire en modèle réduit; la corde étant constante, les nervures donnant la forme du profil sont toutes identiques. L'aile de forme trapézoïdale présente une meilleure finesse, sa construction exige une génération de nervures décroissantes en corde et en épaisseur. L'aile elliptique, moins courante sauf sur certaines maquettes volantes, présente un excellent ren-

dement aérodynamique, mais les difficultés de construction sont augmentées par la forme cintrée du bord d'attaque et du bord de fuite. L'aile en flèche peut présenter une forme rectangulaire ou trapézoïdale pour chaque panneau. Nous avons mentionné ci-dessus ses avantages, même avec une absence totale de dièdre. Enfin, l'aile en delta est réservée aux avions de cette formule, car elle est généralement dotée d'un profil biconvexe symétrique ou asymétrique à grande pénétration. Les appareils à aile en delta sont principalement conçus pour la vitesse.

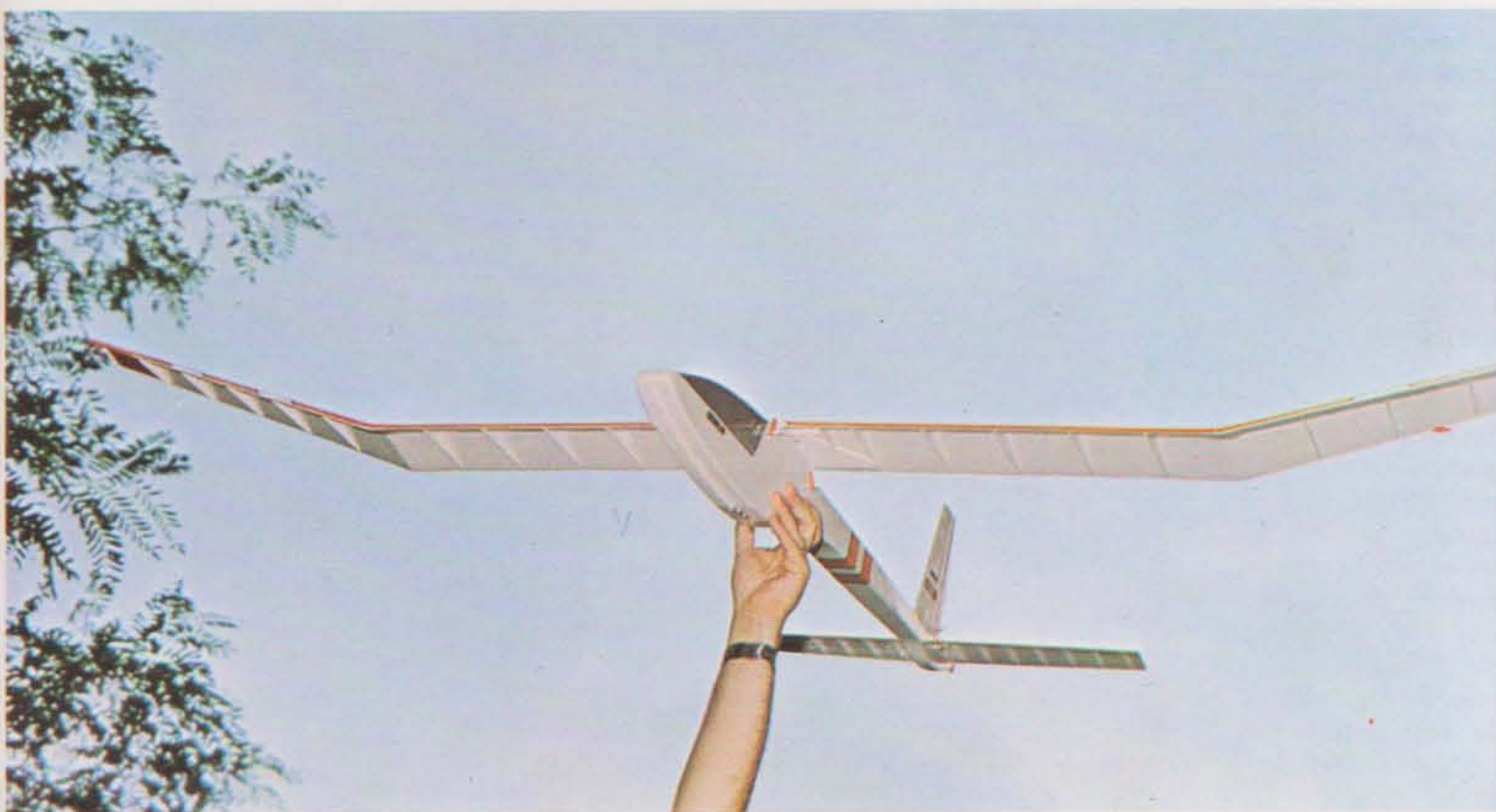
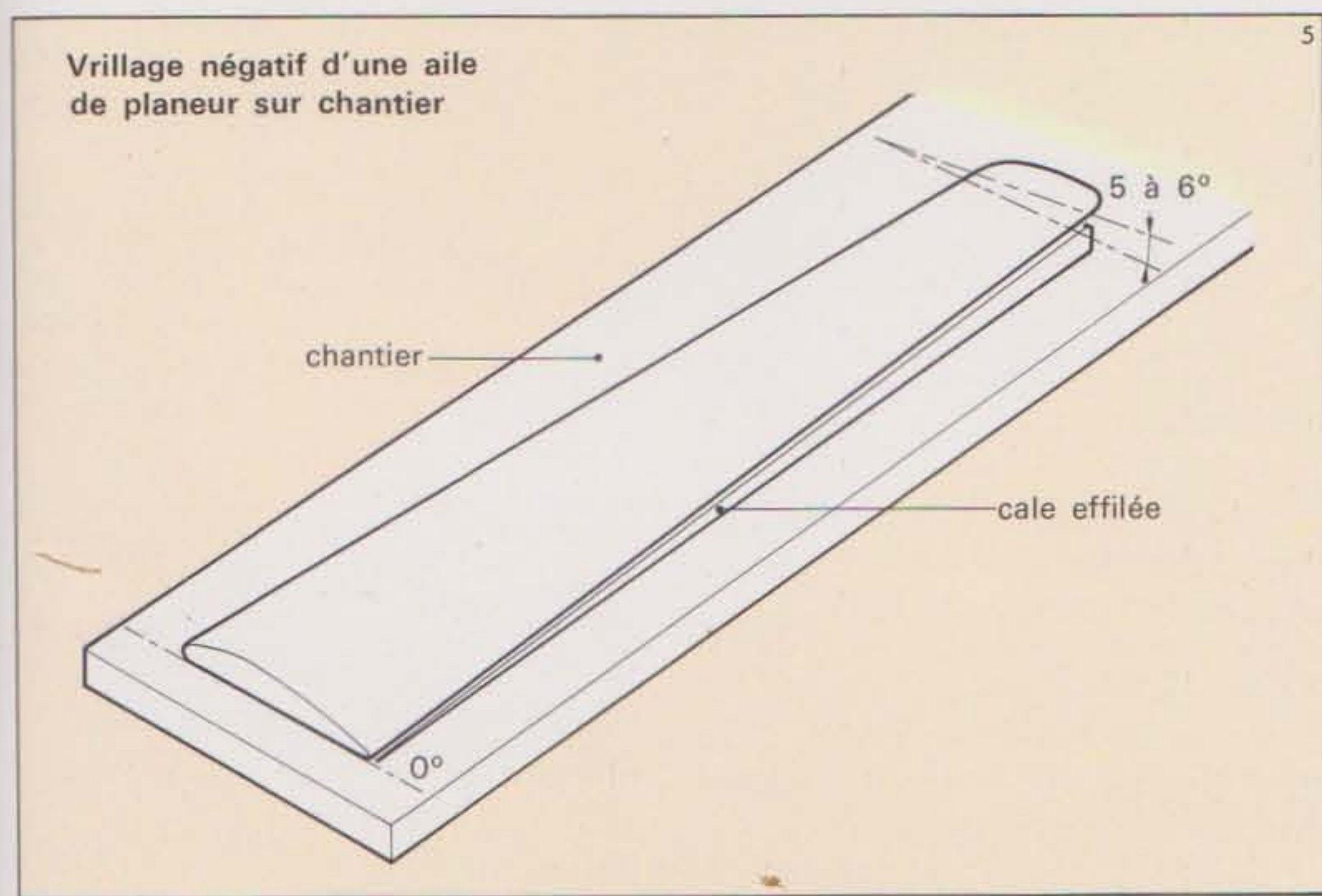
Allongement de l'aile. On appelle « allongement de l'aile » le rapport existant entre l'envergure de celle-ci et la corde (exemple : enver-

gure = 1 000 mm ; corde = 100 mm ; allongement = 10). Plus l'allongement est faible, meilleure est la maniabilité, mais au détriment de la stabilité latérale et de la finesse. C'est le cas des biplans dont les deux ailes superposées, d'un allongement généralement moyen, permettent de réduire leur envergure. Les ailes des planeurs présentent au contraire un très grand allongement, ce qui permet une meilleure répartition de la portance pour obtenir une plus grande finesse ; ce qui signifie une vitesse de chute plus faible.

Profils évolutifs (voir fig. 5).

Le profil d'une aile peut être constant sur toute son envergure, ou bien il peut changer de forme entre l'emplanture (réunion de l'aile au fuselage) et le bord marginal (extrémité de l'aile). Partant d'une forme biconvexe asymétrique à l'emplanture, le profil peut être généré en plan convexe pour se terminer en creux au bord marginal. L'incidence de l'aile varie en conséquence : positive au niveau de l'emplanture, elle devient neutre, puis négative au niveau du bord marginal. Cette disposition améliore la stabilité latérale et peut, dans certains cas, remplacer le dièdre. La disposition la plus utilisée et la plus simple pour améliorer la stabilité latérale, en complément à l'effet du dièdre, est le vrillage en bout d'aile. Le profil est alors de forme constante ; calé selon une incidence positive au niveau de l'emplanture, il est vrillé négativement au bord margi-

En bas : un planeur avec aile à profil « Jedelsky ».



nal. Cette forme de l'aile doit être donnée dès la construction, et non sous l'effet de la tension de l'entoilage comme il est quelquefois préconisé (des risques de déformation étant à craindre à la longue). Le vrillage négatif en bout d'aile peut être adapté sur les voilures de forme rectangulaire ou trapézoïdale, principalement sur les ailes des planeurs. Il assure une réduction des pertes marginales avec une amélioration de la portance de l'extrémité de l'aile, évitant les décrochages dans certaines configurations de vol.

Notes sur le profil « Jedelsky » (voir *fig. 6*). Ce type de profil est uniquement utilisé sur les modèles réduits de planeurs. Du fait qu'un certain nombre de modèles commercialisés sont construits à partir de cette formule, il était indispensable de le mentionner. Le dessin représente la coupe d'un profil Jedelsky (du nom de son inventeur). La structure de l'aile est très simple, d'une grande solidité, et la portance obtenue est excellente malgré l'augmentation de la charge alaire. L'extrados de l'aile est constitué par un profilé de bord d'attaque prolongé par une simple planchette jusqu'au bord de fuite. L'ensemble étant maintenu par une série de raidisseurs faisant office de nervures, il n'y a pas de recouvrement à l'intrados. Les raidisseurs formant des cloisons qui guident l'écoulement des filets d'air à l'intrados, il en résulte une bonne stabilité latérale de l'aile, particulièrement lors d'évolutions en virages serrés. Les caractéristiques aérodynamiques et la construction solide d'une aile à profil Jedelsky la rendent particulièrement adaptable aux planeurs de vol de pente.

Disposition de l'aile sur le fuselage (voir *fig. 7*). L'aile peut occuper différentes positions par rapport à la ligne de référence du fuselage : aile parasol, aile haute, aile médiane, aile basse. Le biplan est une combinaison de l'aile parasol, ou de l'aile haute, avec une aile basse ; les deux plans peuvent être soit superposés, soit décalés vers l'avant ou vers l'arrière. Les modèles à aile parasol et aile haute sont ceux qui présentent la meilleure stabilité car leur centre de gravité se trouve placé au-dessous de l'aile ; les avions pour débutant sont tous de la formule à aile haute. Un modèle à aile basse est plus instable, le centre de gravité se trou-

vant placé au-dessus de l'aile ; les modèles à aile médiane et les biplans présentent une stabilité égale sur ce plan.

Charge alaire. La charge alaire est déterminée par la surface de la voilure divisée par le poids total du modèle en ordre de vol. La charge alaire à respecter est généralement indiquée sur les plans de construction sérieusement établis. Si l'empennage est du type porteur, sa surface est à compter avec celle de l'aile. La grande majorité des modèles ayant un empennage neutre, seule la surface de l'aile compte pour le calcul de la charge alaire. La construction doit être étudiée de façon à ne pas dépasser la charge alaire autorisée, qui est très variable selon le type du modèle et sa conception. Un modèle trop lourd sera d'une part trop rapide et peu maniable, d'autre part son inertie importante le rendra plus vulnérable en cas de choc.

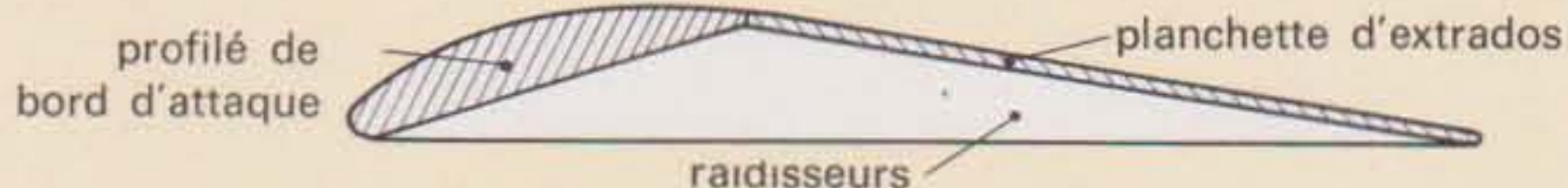
L'empennage

L'empennage est l'ensemble constitué par un plan horizontal appelé « stabilisateur » et un (ou plusieurs) plan vertical appelé « dérive ». Ces deux éléments portent respectivement les gouvernes de profondeur et de direction.

Nous avons précédemment examiné l'effet de portance produit par la forme du profil de l'aile, mais telle qu'elle est, elle est instable longitudinalement (sauf si elle est dotée d'un profil autostable à double courbure qui engendre une

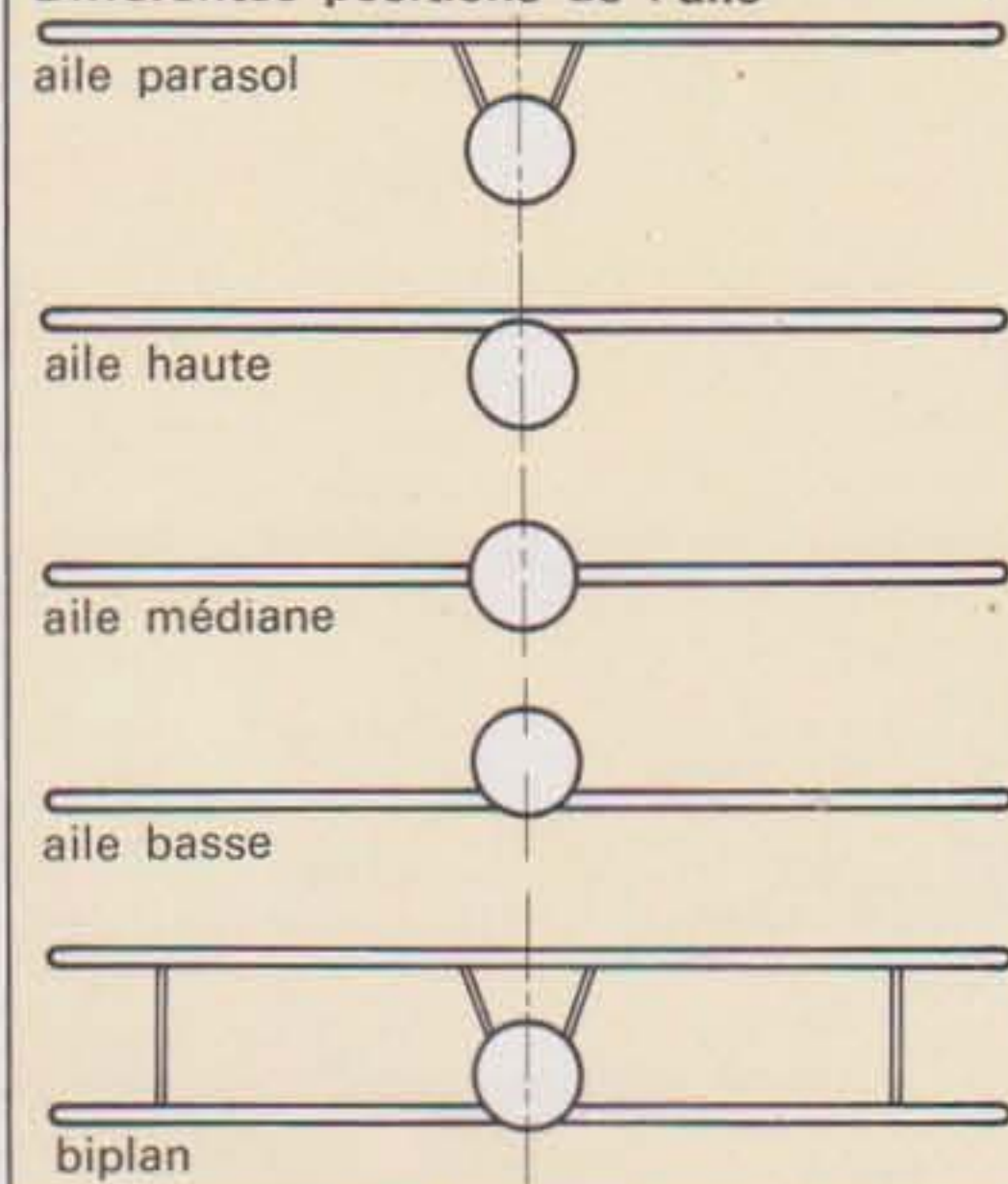


Coupe d'une aile à profil « Jedelsky »



6

Différentes positions de l'aile



7



*En haut : contrôle
du fonctionnement des gouvernes
de direction et de profondeur.*

portance équilibrée). On pourra faire une simple expérience en laissant tomber une aile de modèle réduit d'une certaine hauteur : l'aile se mettra à tourbillonner sur elle-même dans sa chute... Il faut donc la présence d'un second plan qui sera placé derrière l'aile pour rétablir l'équilibre, c'est le rôle du stabilisateur.

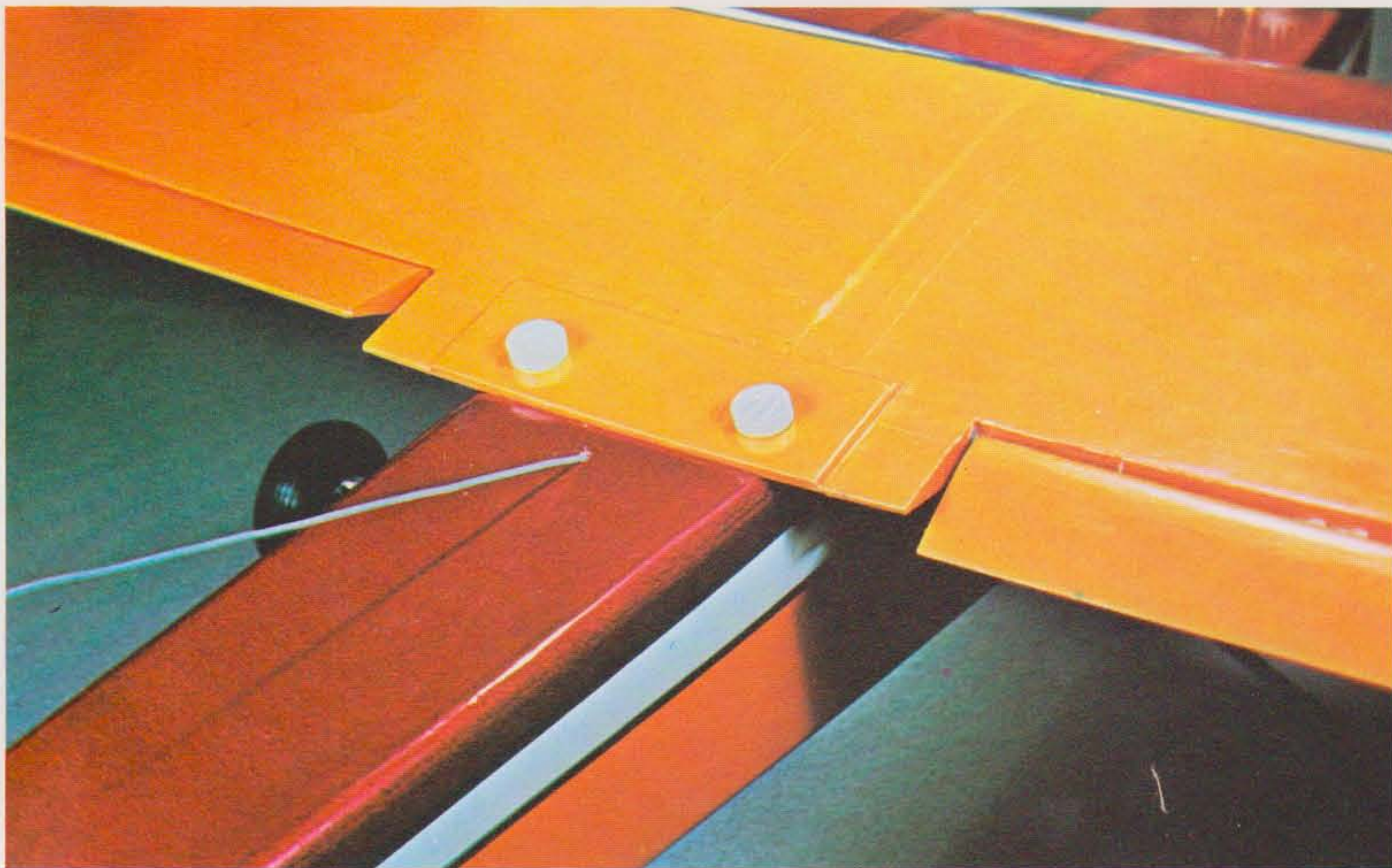
Sur les avions radiocommandés, le profil du stabilisateur est du type neutre (voir *fig. 2*). Son effet de portance est indifférent. Sur certains modèles de planeurs, le stabilisateur peut être porteur avec un profil plat (plan convexe). L'avantage du stabilisateur porteur réside dans la possibilité qu'il offre de reculer le centrage du modèle du fait qu'il provoque une action aérodynamique accompagnant celle de l'aile. Le profil d'un stabilisateur est donc réduit, sur la plu-

part des modèles R/C, à l'épaisseur (variable) d'une simple planche profilée, d'une construction en treillis de baguettes, ou d'une structure un peu plus élaborée avec un profil biconvexe symétrique de faible épaisseur.

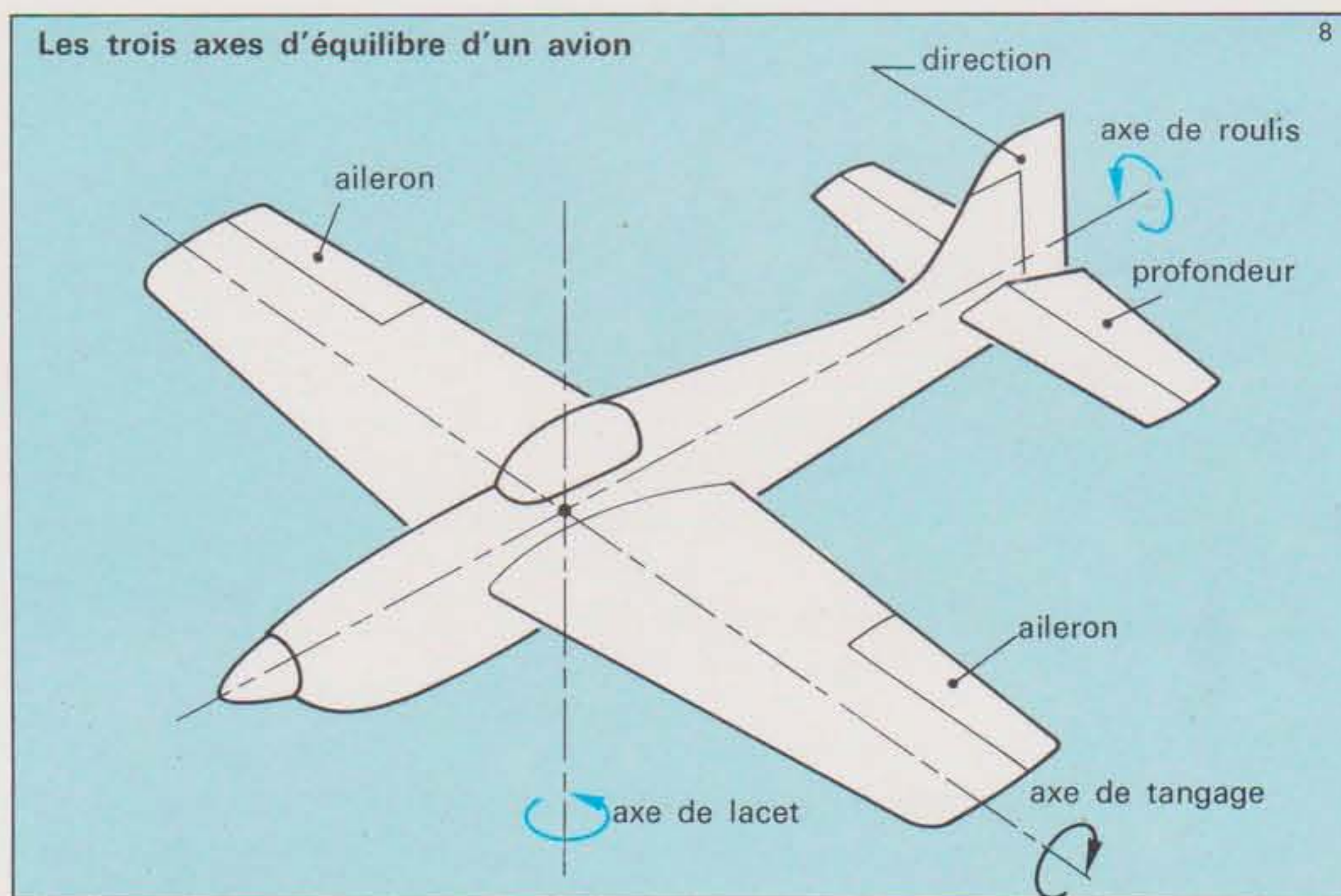
Centrage et équilibrage de l'avion sur ses trois axes

Pour être en équilibre sur sa trajectoire, l'avion doit être en équilibre sur chacun de ses axes et posséder les stabilités qui y correspondent (voir *fig. 8*) :

a) Équilibre autour d'un axe transversal, ou axe de tangage, qui passe par le centre de gravité et qui est perpendiculaire au plan de symétrie; il correspond à la stabilité longitudinale. Les mouvements qui



Ci-dessus : fonctionnement des ailerons ; les volets braquent en sens inverse l'un de l'autre.



s'opèrent autour de cet axe sont ceux de piqué et de cabré (commande de profondeur) ;

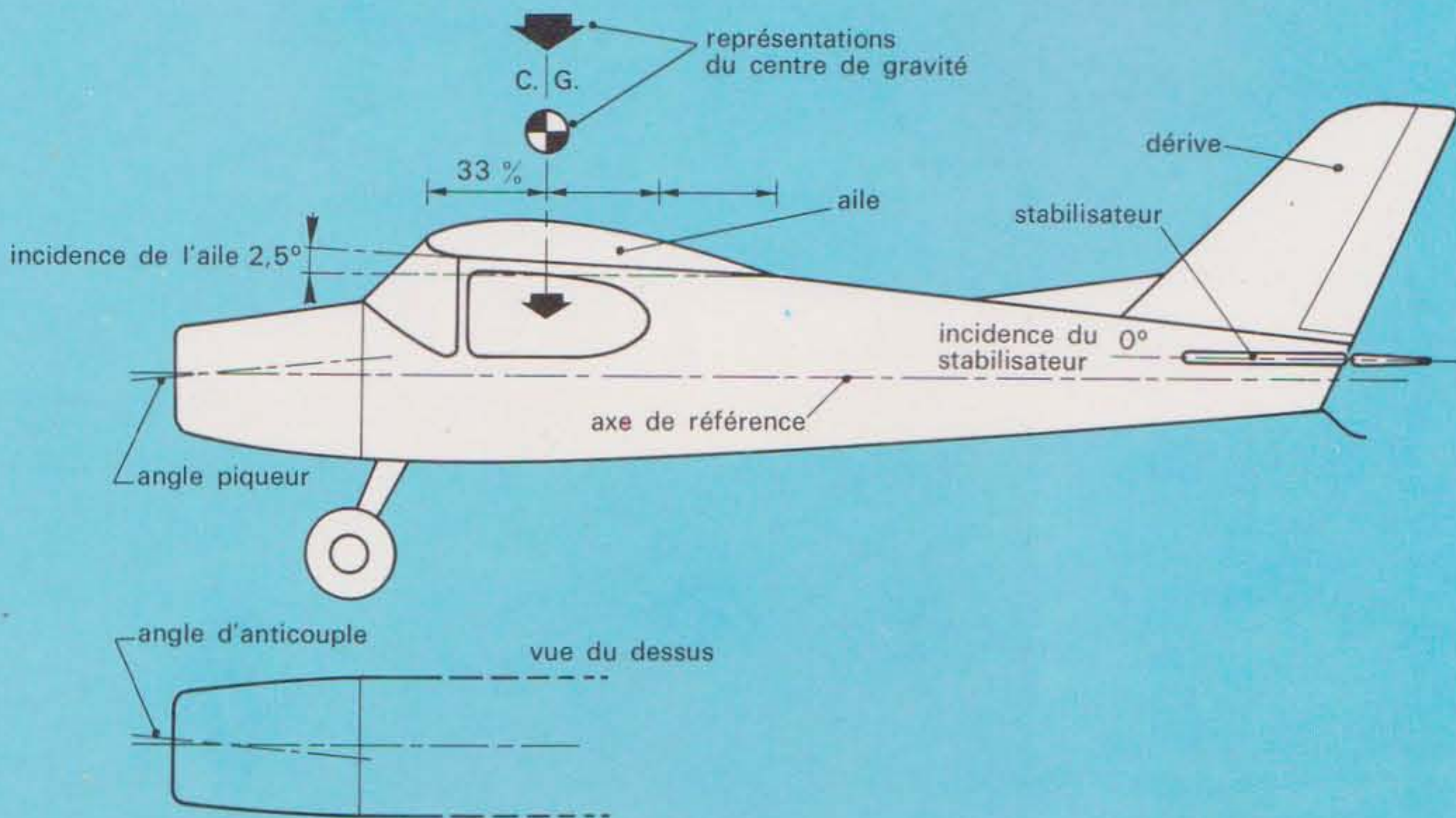
b) Équilibre autour d'un axe longitudinal, ou axe de roulis ; celui-ci passe par le centre de gravité et est contenu dans le plan de symétrie de l'avion. Il correspond à la stabilité latérale. Les mouvements qui s'opèrent autour de cet axe sont ceux d'inclinaison à droite ou à gauche (commande des ailerons) ;

c) Équilibre autour d'un axe perpendiculaire au plan formé par les deux autres, appelé « axe de lacet ». Cet axe passe par le centre de gra-

tivité ; il est contenu dans le plan de symétrie et est perpendiculaire à l'axe de roulis. Il correspond à la stabilité de route par les mouvements de rotation qui s'opèrent de droite et de gauche (commande de direction).

Comme nous l'avons vu, le stabilisateur placé dans le lit du vent derrière l'aile assure la stabilité longitudinale, son efficacité est fonction de sa surface et de son éloignement de l'aile, cette distance est appelée « bras de levier ». Plus le bras de levier est court, plus la commande de profondeur sera sensible ; plus le bras de levier est long, meilleure sera la stabilité de l'avion sur son axe de tangage.

Nous comprenons maintenant l'importance de la bonne position du centre de gravité sur un modèle réduit d'avion : d'un centrage correct dépend la bonne stabilité de l'avion sur tous ses axes. Le centrage d'un modèle est donc le premier réglage à vérifier dès qu'il est entièrement équipé pour le vol. Le centre de gravité peut varier selon le type de profil utilisé pour l'aile, ainsi que pour le stabilisateur (neutre ou porteur). L'emplacement du centre de gravité est indiqué sur chaque plan par l'abréviation « C.G. » surmontant un cercle en damier ou une grosse flèche noire (voir fig. 9). Le modèle entièrement terminé devra se tenir en équilibre



lorsqu'il est soutenu sur ce point, généralement placé au tiers avant de l'aile avec un profil plat.

Influence et calage de l'axe de traction

Nous terminerons enfin avec l'élément moteur en examinant les effets produits par l'hélice en rotation sur l'ensemble de la cellule. Bien qu'il existe des axes de traction décalés sur certains avions réels, le déport de cet axe concerne essentiellement les modèles réduits motorisés et sert à compenser les effets suivants :

a) *Angle piqueur.* Vu latéralement, l'axe de traction doit passer obligatoirement par le centre de pression latérale de la cellule, assez difficile à bien déterminer sur un modèle réduit ; il se trouve généralement placé un peu au-dessus de la ligne de référence longitudinale. Il en résulte l'obligation de donner au moteur une inclinaison vers le bas, ce calage est appelé « angle piqueur ». Un manque de piqueur se traduit par une trajectoire de vol ondulée suivie d'abattées ou par une tendance à monter trop rapidement, même si le modèle est correctement centré et plane parfaitement lorsque le moteur est coupé. Il faut alors augmenter l'angle piqueur ;

b) *Angle d'anticouple.* L'hélice, en se vissant en quelque sorte dans

l'air, provoque une force qui en engendre une autre qui lui est opposée et qui a tendance à faire tourner le fuselage sur son axe longitudinal, dans le sens opposé à celui de la rotation de l'hélice. Cet effet est appelé « couple de renversement », il s'explique en prenant comme exemple un hélicoptère : si le rotor anticouple de queue n'intervenait pas pour le maintenir dans l'axe, le fuselage tournerait dans le sens contraire à celui du rotor principal. A cet effet s'ajoute un couple gyroscopique qui a tendance à soulever l'avant du fuselage.

On constate donc que ces forces réunies ont tendance à faire embarquer violemment l'avion vers la gauche. Il faut donc, pour combattre ces effets, braquer légèrement l'axe de traction vers la droite afin que l'avion puisse voler droit sans autre correction. Ce déport de l'axe de traction vers la droite s'appelle « angle d'anticouple ».

Les calages de « piqueur » et « d'anticouple » sont déterminés à l'avance sur les plans des modèles sérieusement étudiés, et il convient de les respecter. Notez qu'ils peuvent varier selon la puissance du moteur utilisé. Ces calages doivent être donnés dès la construction par une inclinaison appropriée du bâti-moteur dans le fuselage, seules de légères retouches pouvant être effectuées lors des réglages en vol du modèle

Matériaux, ingrédients et outillage

Un certain nombre de matériaux et d'ingrédients, ainsi qu'un outillage approprié sont nécessaires pour entreprendre la construction d'un modèle réduit d'avion; il est donc utile que nous les passions en revue afin de préciser leur utilité et leur emploi. Il y a quelques années, le modéliste n'avait à sa disposition que quelques qualités de bois, une ou deux sortes de colles et quelques instruments récupérés dans l'outillage familial pour réaliser son œuvre. Les temps ont bien changé; des bois de différentes essences débités sous forme de baguettes et de planchettes, des colles permettant l'assemblage des matériaux les plus divers, ainsi qu'un outillage miniature spécialement adapté à l'usage des modélistes sont maintenant disponibles dans les magasins spécialisés. En outre, des boîtes de construction contenant des éléments largement préfabriqués, réduisant le plus souvent la construction d'un modèle à un simple assemblage, permettent à tous ceux qui ne disposent pas de la place nécessaire ni d'un outillage important de construire un modèle d'avion sur une simple table de cuisine... Il est évident que ces facilités ont largement contribué au développement du modélisme qui peut être pratiqué par tous ceux qui ont un goût pour le travail manuel, même s'ils ne disposent pas obligatoirement d'un atelier entièrement équipé. Voyons donc quels sont les matériaux, les ingrédients et l'outillage essentiels que nous aurons à utiliser dans la construction des modèles réduits.

LES MATÉRIAUX

Le bois

Le balsa. Il s'agit d'un bois d'une densité très légère, extrait d'un arbre poussant dans les régions humides de l'Amérique du Sud. Le balsa est le matériau le plus utilisé dans la construction des modèles



d'avions. Il est débité sous forme de planchettes, de baguettes et de profilés fraisés de différentes sections. Les planchettes sont vendues dans le commerce spécialisé en longueur standard de 1 mètre, sur une largeur de 80 et de 100 mm, les épaisseurs variant de 0,6 à 20 mm. Les baguettes sont également débitées en 1 mètre de longueur, les sections carrées varient du 1,5 x 1,5 mm à 15 x 15 mm, les sections rectangulaires vont de 3 à 15 mm pour une épaisseur de 1,5 à 10 mm. Il existe également des blocs de balsa, débités au mètre linéaire ou au décimètre carré en différentes sections. Enfin des profilés de section triangulaire ou arrondie évitent de façonner des baguettes de section carrée ou rectangulaire pour la confection du

bord d'attaque et du bord de fuite d'une aile, par exemple. Le balsa est également disponible sous forme de planchettes de contre-plaqué en trois plis en 30/10 et 40/10 d'épaisseur.

Les bois durs. On appelle bois dur toute essence de bois d'une dureté supérieure à celle du balsa. Ces bois se travaillent généralement à la scie alors que le balsa peut être découpé à l'aide d'un couteau de

sapin, de tilleul et de samba de différentes sections sur la longueur standard de 1 mètre. Le hêtre est uniquement débité en grosses sections (à partir de 8 x 8 mm) en raison de ses fibres très courtes; ces baguettes servent à fabriquer des longerons du bâti-moteur du fait de la grande dureté de ce bois.

Le contre-plaqué. Il est vendu en coupons de différentes dimensions et épaisseurs (0,6 à 5 mm

pour les plus courantes). Deux qualités sont offertes : le hêtre et le bouleau; la meilleure étant le bouleau de Finlande en multiplis. Ce contre-plaqué est utilisé dans les constructions aéronautiques grandeur nature et porte le nom de « contre-plaqué aviation ». Dans la construction des modèles réduits, le contre-plaqué est utilisé pour toutes les pièces devant supporter un effort important, telles que cloisons, support-moteur, supports de train d'atterrissage, nervures d'emplanture, etc.

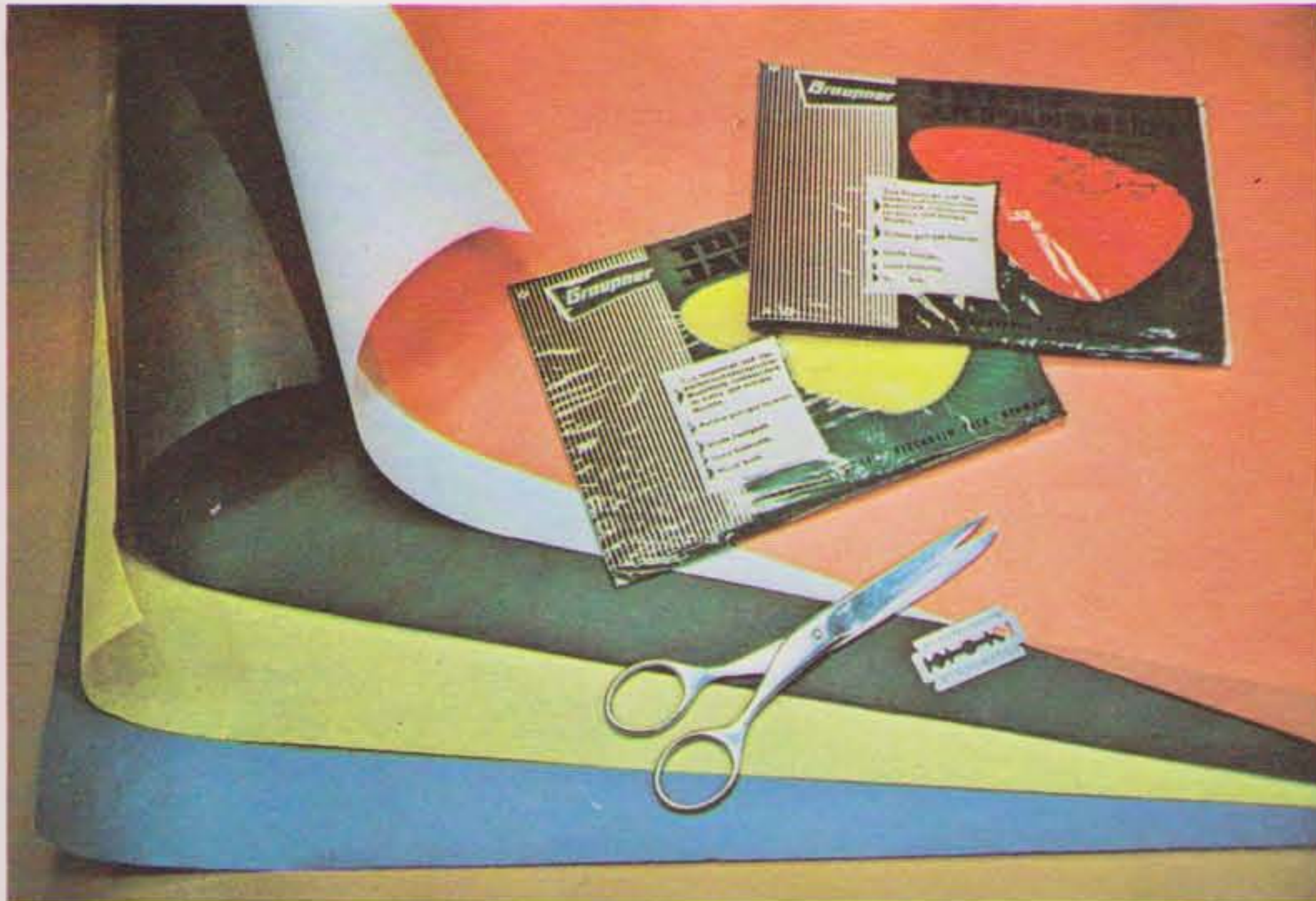
Les baguettes rondes. Elles sont débitées dans du rotin, et principalement du hêtre (tourillon de hêtre) de différents diamètres. Ces baguettes rondes servent surtout pour la fabrication de tétons de centrage ou de tourillons de fixation pour les ailes sur le fuselage des modèles d'avions. Les diamètres varient de 1,5 à 12 mm.

Le métal

Diverses qualités de métaux sont également utilisées dans la construction des modèles réduits.

La corde à piano. Elle est à différencier du fil d'acier étiré qui ne présente aucune résistance mécanique et se tord facilement; la véritable corde à piano se reconnaît à sa couleur noire et à sa grande élasticité. Ce matériau est principalement utilisé pour le façonnage des trains d'atterrissage, des béquilles, des broches de jonction d'aile, des crochets et ferrures diverses, etc. La corde à piano de faible section se travaille facilement à la pince; pour les plus fortes sections, l'usage d'un étau est indispensable et il est nécessaire de détremper le métal pour le plier ou le cintrer. On détrempe la corde à piano en la chauffant sur le gaz jusqu'à ce qu'elle prenne une couleur rouge cerise. Après refroidissement, on la travaille facilement. Le retrempage s'effectue de la même façon, mais lorsqu'il est encore rouge le métal est trempé dans l'eau, ou de préférence dans un bain d'huile qui lui confère une meilleure élasticité. La corde à piano est vendue en longueur de 1 mètre et les diamètres varient de 0,5 à 4 mm.

Les tubes. Disponibles en aluminium ou en laiton, et de différents diamètres, les tubes métalliques rendent également de grands services dans la construction. Ils ser-



modéliste ou d'une lame de rasoir. Parmi les principaux bois durs utilisés en modélisme, citons le peuplier, le spruce, le sapin, le tilleul, le samba (bois tropical reconnaissable à sa couleur jaunâtre) et le hêtre. Parmi ces bois, seuls le peuplier, le tilleul et le samba sont débités sous forme de planchettes en longueur standard de 1 mètre, dans les largeurs et les épaisseurs citées pour le balsa. On trouve des baguettes de peuplier, de spruce, de

Page 60, de haut en bas et de gauche à droite : assortiment de baguettes et de planchettes de balsa. Assortiment de colles (voir texte). Enduit Pactra; bouche-pores Glattfix et assortiment de pinceaux. Peintures Spannfix-Immum. Peintures Hobby-Poxy. En haut : papiers d'entoilage et soies du Japon. Ci-dessus : assortiment de films en plastique thermorétractable.

vent principalement pour la réalisation des ferrures pour les broches de jonction d'aile, comme paliers divers et pour représenter certains détails sur un modèle. Ces tubes sont disponibles en longueur de 1 mètre et en diamètres extérieurs de 2 à 12 mm pour les dimensions les plus courantes.

Les plaques de métal. Disponibles en feuilles d'aluminium, de dural ou de laiton de différentes dimensions et épaisseurs (de 0,3 à 5 mm), ces métaux peuvent quelquefois rendre service pour le façonnage de petites ferrures. Le dural en épaisseur de 3 à 4 mm est souvent utilisé pour la réalisation des bâtis-moteurs.

Matières diverses

Différentes matières plastiques sont maintenant utilisées couramment sous forme de découpes ou de moulages; leur légèreté et leur facilité de travail permettent de simplifier certaines parties de la construction.

Le polystyrène expansé, ou « Styropor ». Ce matériau très léger et friable, de couleur blanche, sert principalement au façonnage de noyaux d'aile qui sont ensuite recouverts par un placage de balsa ou de bois dur. Ce genre de fabrication élimine la construction traditionnelle de l'aile en structure et offre ainsi un gain de temps appréciable dans la finition d'un modèle, au prix cependant d'un certain supplément de poids. Les ailes en Styropor coffré sont livrées dans un grand nombre de boîtes de construction contenant des éléments préfabriqués très élaborés. Il est aussi possible de réaliser soi-même des ailes de ce genre, à condition de disposer de l'outillage nécessaire : un fil chauffé électriquement pour la découpe du Styropor suivant des gabarits. Le Styropor peut être également utilisé en remplacement du balsa pour le façonnage de blocs en forme sur les structures légères, ainsi que pour bien d'autres emplois.

Les matières plastiques. L'une des plus intéressantes est l'A.B.S., qui se colle parfaitement à la colle cellulosique; de nombreuses pièces moulées en A.B.S. sont fournies dans les boîtes de construction préfabriquées. Différentes matières plastiques sont également disponibles sous forme de feuilles ou de

plaques, il y aura lieu cependant de connaître leur nature et la colle à employer pour leur intégration dans une structure en bois.

Les matières transparentes. Citons principalement le Rhodoïd et le P.V.C., transparents ou teintés pour la réalisation des pare-brise, des vitrages des cabines ou des verrières moulées, etc. Ces matières s'assemblent facilement à la colle cellulosique ou à la colle contact. Enfin il existe aussi des tubes de petites sections en Rhodoïd ou en Celluloïd, ainsi que divers profilés en matière plastique qui peuvent rendre service dans la construction, le modéliste étant par nature toujours à la recherche des objets les plus divers qu'il transforme instantanément en accessoires utiles.

La fibre de verre. Ce matériau est également utilisé pour le moulage de capotages, de carénages divers et de fuselages entiers livrés dans un grand nombre de boîtes de construction. Un fuselage moulé en fibre de verre offre une très grande résistance pour un poids très acceptable; il permet d'autre part d'obtenir une très belle finition et de réduire considérablement le temps de construction d'un modèle. On peut réaliser soi-même le moulage d'éléments en fibre de verre, mais il faut bien entendu réaliser préalablement un moule, ce moule est ensuite protégé par une feuille de vinyl, matière sur laquelle les résines époxy n'adhèrent pas. Le moulage est ensuite réalisé avec du tissu de verre imprégné de résine époxy à deux composants. Notons que si le moulage de petits éléments est intéressant pour obtenir des pièces très résistantes, tels les capotages, le moulage de fuselages entiers n'est valable que dans le cas d'une réalisation en série en raison du temps et de la difficulté de fabrication du moule.

LES INGRÉDIENTS

Un grand nombre d'ingrédients spéciaux sont actuellement à la disposition des modélistes, principalement dans le domaine des colles, qui permettent l'assemblage des matières les plus diverses. Il n'est pas rare d'utiliser cinq ou six colles de natures différentes au cours de la construction d'un même modèle, selon les matières qui sont employées. Nous citerons les marques les plus répandues à titre d'exemple et d'information.

Les colles cellulosiques. Ce sont les colles les plus utilisées dans la construction des modèles réduits; leurs principales qualités sont un séchage rapide et une grande légèreté. La colle cellulosique est employée pour tous les collages bois sur bois de toute nature. Parmi les marques les plus courantes, citons : UHU-Hart, Rudol-Hart, Ambroïd, Rectavit, Pactra, etc., conditionnées en tubes de différentes contenances.

Les colles blanches. Elles sont appelées également « colles vinyliques », ou « de menuisier ». Les colles blanches sont généralement employées pour le collage des grandes surfaces, pour la pose des coffrages par exemple, opération au cours de laquelle la colle cellulosique à séchage trop rapide ne laisse pas le temps nécessaire à l'ajustage d'assemblages. Toutes les colles vinyliques sèchent en une heure environ. Citons : UHU-Colle, Ponal, Rectavit, etc. La « Titebond » est également une colle blanche, mais à base de résine aliphatique, qui sèche plus rapidement (une demi-heure environ) et durcit davantage au séchage, ce qui permet de la poncer plus aisément. Les colles blanches sont utilisées pour tous les collages bois sur bois, elles sont conditionnées en petits bidons.

Les colles « contact ». Elles sont employées pour tous les travaux de placage et pour l'assemblage des grandes surfaces nécessitant un séchage rapide sans risque de déformation. L'utilisation de la colle contact est spéciale; il faut enduire les deux surfaces à réunir et laisser « prendre » la colle durant quelques minutes, puis joindre ensuite les pièces avec précision car la prise est instantanée et aucune retouche n'est plus possible par la suite. Citons : UHU-Kontakt, Pattex, Rudol-fix, etc., présentées en tube. Il existe également des conditionnements en pot pour les gros travaux.

Les colles à deux composants. Ces colles sont utilisées pour tous les assemblages nécessitant une très grande résistance : collages de bâtis-moteurs, de supports de trains d'atterrissage, etc., et pour les collages bois sur bois, métal sur bois, métal sur métal. Elles rendent dans ce dernier cas de grands services et peuvent quelquefois remplacer une soudure. Les colles à



En haut : assortiment d'outils tranchants ; couteaux et lames interchangeables X-ACTO, petit rabot et coupe-balsa.

Ci-dessus : perceuse, scie à araser,

scie à chantourner avec tablette de sciage et serre-joint.

Ci-dessous : étau à vis, lime, pinces, fer à souder électrique et assortiment de tubes d'aluminium et de laiton.



deux composants sont différenciées par des marques bien distinctes.

L'Araldite : présentée en deux tubes à mélanger à parts égales, elle est la plus ancienne et la plus répandue des colles à deux composants, et elle est universellement utilisée dans tous les travaux de bricolage ; son temps de durcissement est relativement lent, le collage est résistant au bout de dix heures à température ambiante.

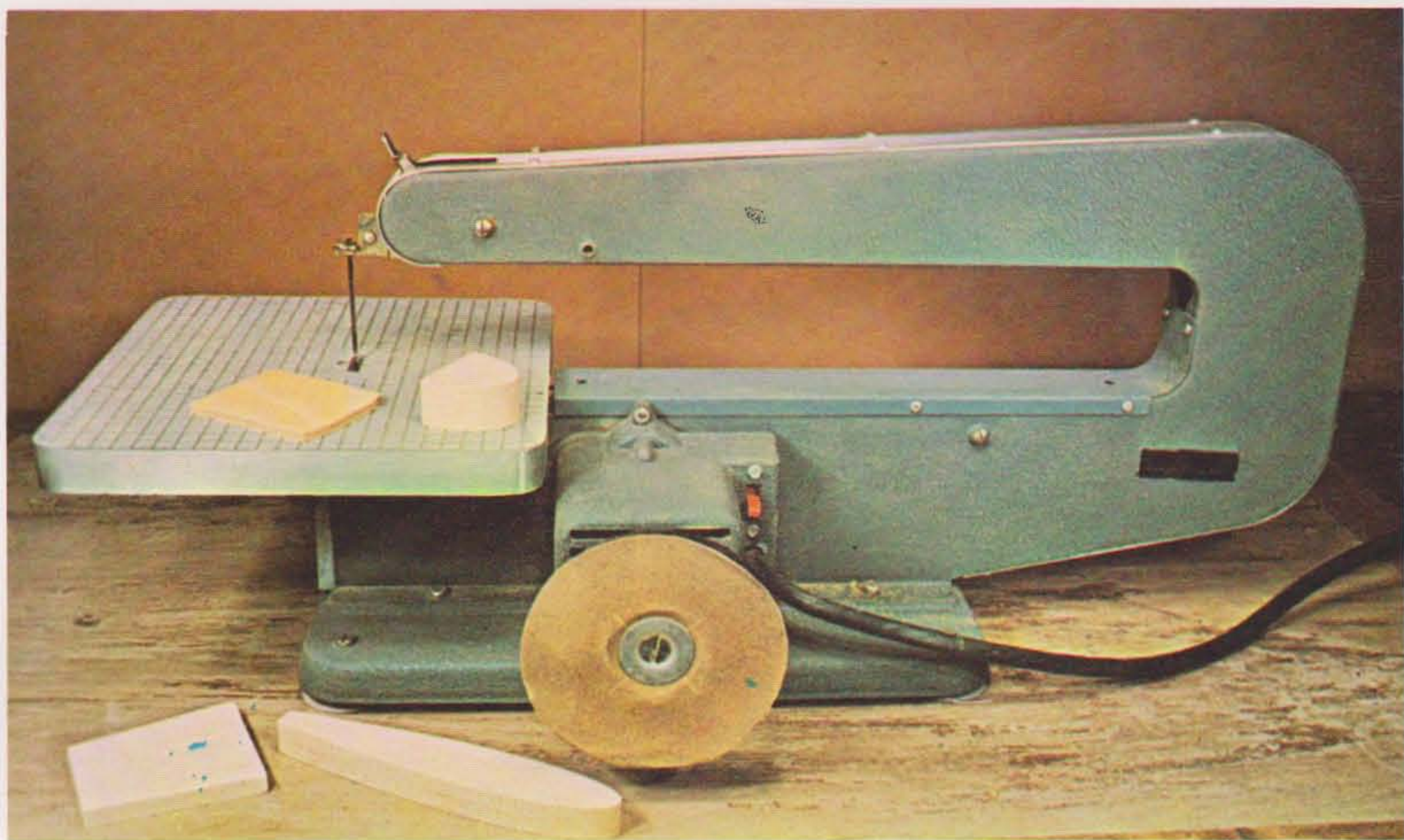
La UHU-Plus : c'est une colle de formule similaire à l'Araldite.

La Stabilit-Express : le durcisseur est une poudre blanche à mélanger selon une dose prescrite au produit pâteux en tube. La Stabilit-Express est à base de polyester, elle est particulièrement recommandée pour le collage de la fibre de verre et pour tous les assemblages dans un fuselage moulé dans cette matière, par exemple. Présentée sous cartonnage, une série de godets de différentes contenances est moulée dans la base en plastique du conditionnement pour la préparation de différentes quantités de mélange, avec la dose correspondante de durcisseur en poudre.

Les Époxy : Hobby-Poxy, Devcon, Technicoll-B, etc. La plupart, sauf les Formules I et II en Hobby-Poxy, sont des colles à prise très rapide (cinq minutes environ) à mélanger à parts égales. Ce sont des colles indispensables pour les assemblages de toute nature requérant une grande solidité et pour les réparations rapides sur le terrain. Elles sont présentées en deux tubes (parts A et B).

Les colles plastiques : différentes formules de colles sont également disponibles pour le collage des matières plastiques souples ou molles ; la PVC pour le collage du Nylon ou autre matière à base de vinyle (UHU-PVC) et la colle pour Styropor (UHU-Poor) pour le collage des recouvrements en bois sur les noyaux d'aile en Styropor par exemple. Elles sont présentées en tube ou en pot suivant les marques.

Les colles ultra-rapides : dans cette catégorie entrent toutes les colles à prise instantanée, à base de cyanoacrylate : Cyanolit, Avdel, Hot-Stuff, Zap, etc. Bien que d'un prix relativement élevé, ces colles sont de plus en plus utilisées dans la construction des modèles réduits. Elles sont conditionnées dans de petits flacons avec tube verseur capillaire, leur emploi est cependant assez économique car une goutte suffit pour réaliser un assemblage,



Scie sauteuse électrique Dremel, avec disque à poncer.

la construction d'une structure de dimensions moyennes pouvant être réalisée avec un seul petit flacon de 7 grammes environ. La colle Zap est livrée avec un petit pot de « *Filler* », poudre blanche qui permet de combler un joint avant l'application de la colle. L'emploi de ces colles exige certaines précautions : si l'on doit maintenir l'assemblage à la main, il faut éviter que les doigts ne se collent en même temps ; cette colle est très fluide et pénètre assez profondément dans le bois. Toutes les sortes d'assemblage à quelques rares exceptions peuvent pratiquement être réalisées avec les colles cyanoacrylates.

AUTRES INGRÉDIENTS

Aux colles s'ajoutent également d'autres ingrédients nécessaires pour la finition, tels que les apprêts, les enduits, les vernis, les peintures, les matériaux d'entoilage et de recouvrement, etc.

Les apprêts. Ces produits servent à préparer le bois avant la pose de l'entoilage et l'application des peintures. Le balsa qui est un bois très poreux exige un certain nombre de couches d'apprêt pour qu'il présente une surface parfaitement lisse. Les produits les plus employés sont les apprêts celluloses du genre « *Glattfix* » de Graupner, mais il existe d'autres fabrications similaires. Ces apprêts contiennent un abrasif en poudre et s'appliquent au pinceau, les surfaces sont finement poncées après séchage entre chaque couche jusqu'à ce qu'elles deviennent parfaitement lisses. Il existe également un autre apprêt dans la gamme des produits Hobby-Poxy qui est le « *Filler* » ; de teinte marron clair il s'emploie de la même façon. Dans la même gamme, le « *Stuff* » est plus épais et est utilisé pour les masticages.

Les enduits. De base cellulosique à pouvoir de rétraction au séchage. Ces enduits nitrocellulosiques s'emploient pour la tension des entoillages au papier ou à la soie ; différentes marques conditionnées dans des contenances diverses sont disponibles.

Les vernis. Ce sont généralement des enduits de tension appliqués après les ultimes couches de peinture, si la dernière est bien sûr de base cellulosique. Il existe également un vernis clair dans la gamme Hobby-Poxy pour les tra-

vaux de vernissage et de finition sur les produits de la même base. Les vernis à deux composants du genre V-33 sont utilisés comme vernis de protection anti-méthanol pour éviter que la finition ne se corrode au contact du carburant.

Les peintures. Si différentes sortes de peintures peuvent être employées pour la finition des modèles d'avions, il conviendra cependant de sélectionner les plus légères. Les peintures celluloses sont les plus intéressantes sur ce point, avec comme autre avantage un séchage très rapide. Nous citerons les peintures Spannfix-Immum de Graupner et Pactra, parmi les plus courantes. Les produits Hobby-Poxy offrent une gamme de peintures à base époxy, à préparer avec deux composants mélangés à parts égales : un vernis colorant et un durcisseur. Ces peintures sèchent moins vite que les celluloses, mais ont un pouvoir couvrant supérieur qui permet d'obtenir une finition assez légère. Nous reviendrons sur l'emploi des différentes sortes de peinture dans le chapitre consacré à la finition et à la décoration des modèles d'avions.

LES MATÉRIAUX DE RECOUVREMENT

Le recouvrement des structures d'un modèle d'avion peut être effectué à l'aide de différents matériaux : le papier, la soie du Japon,

les films thermorétractables. Les modèles R/C sont généralement recouverts à la soie ou avec des films thermorétractables, nous reviendrons également ultérieurement sur ces différents matériaux et sur leur mode d'emploi.

Tissus de verre et résines époxy. En plus de son utilisation pour la réalisation de moulages, le tissu de verre est également très employé pour renforcer certaines parties de la structure : renforts intérieurs ou extérieurs du fuselage, raccordements de panneaux d'aile, etc. Il est disponible sous forme de coupons ou de bandes de différentes largeurs. Le collage du tissu de verre s'effectue avec une colle époxy à temps de durcissement moyen (Hobby-Poxy F-I ou F-II) ou avec une résine époxy à laquelle est mélangé un catalyseur. Le nombre important de produits spéciaux que nous venons de passer en revue montre la simplification et les facilités apportées maintenant dans la construction et la finition des modèles réduits.

L'OUTILLAGE DU MODÉLISTE

Dans ce domaine aussi le matériel est très varié, disponible sous forme de petits outils spécialement conçus à l'usage des modélistes. Bien que les boîtes préfabriquées permettent la construction d'un modèle avec un minimum d'outillage, il reste intéressant de pouvoir disposer d'une petite panoplie d'outils appropriés. Voyons tout d'abord l'outillage principal indispensable.

Les outils tranchants. La classique lame de rasoir montée sur une tige de Meccano a toujours été l'outil tranchant de base du modéliste et le reste encore... Il existe maintenant une grande variété de couteaux (couteaux à balsa ou de modéliste) à lames de différentes formes interchangeables; plusieurs fabrications plus ou moins semblables sont sur le marché, la plus connue est l'X-ACTO. Sur le manche de ces couteaux s'adaptent également des gouges de différentes formes (très pratiques pour le façonnage du bois) ainsi que de petites scies.

Les scies. Pour la découpe des matériaux plus durs tels que le contre-plaqué et les métaux, une scie à chantourner, ou scie « col de cygne » sera indispensable, avec

des lames de différentes grosseurs, spéciales pour le bois et le métal. Des scies à araser à lames plus épaisses sont adaptables sur le manche du couteau X-ACTO n° 5.

Les outils de perçage. Il faut au moins disposer d'une petite chignole à main avec un jeu de forets de 0,5 à 6 mm de diamètre, selon l'ouverture du mandrin.

Les limes. Prévoir également un jeu de petites limes; une plate, une triangulaire et une queue-de-rat seront les plus utiles. On les complétera éventuellement avec une petite râpe à bois et une demi-ronde pour le métal. On se munira également de papier de verre et de papier abrasif de différentes grosseurs de grain, ainsi que d'un jeu de cales à poncer de formes diverses que l'on pourra confectionner soi-même dans des blocs de bois dur et que l'on utilisera selon les besoins.

Les pinces. Une pince plate, une pince à becs ronds et une pince coupante de bonne qualité seront les plus utiles pour le façonnage de la corde à piano par exemple. Une pince universelle pourra éventuellement les remplacer.

Les outils de serrage. Un petit étau à vis pouvant être fixé sur une table de cuisine sera bien utile pour certains travaux de façonnage (on peut s'en procurer un modèle bon marché dans les quincailleries) ainsi qu'une série de petits serre-joints pour maintenir les assemblages.

Ci-dessous : le coffret Dremel « Moto-tool » (alimentation 110 V). En bas : l'assortiment très utile des petits outils Hobby-Boy; de haut en bas et de gauche à droite : scie circulaire, mini-perceuse, ponceuse vibrante et scie sauteuse (alimentation 12 V).





Compresseur et pistolet Miller utilisés pour les gros travaux de peinture et fonctionnant sur le courant secteur.

Accessoires divers. On ajoutera des précelles (ou brucelles) pour le maniement des petites pièces, des épingles à tête de verre et des épingles à tamponner qui serviront à maintenir les pièces sur le chantier de montage, une équerre en bois ou en métal, un jeu de petits tournevis, des ciseaux.

Le matériel de soudure. Il est rare qu'il n'y ait pas de soudures à faire au cours d'une construction, le plus pratique sera le fer à souder électrique, mais il devra être d'une bonne puissance (130 à 150 W) et muni si possible de pannes interchangeables de différentes formes. Prévoir également un pot de graisse décapante et un rouleau de fil d'étain pour soudures électriques.

Le matériel de peinture. Les accessoires de base seront bien entendu un jeu de pinceaux, principalement pour l'application des apprêts et des enduits. Choisir des pinceaux plats (genre queue-de-morue) à poils souples; ne pas employer de pinceaux à poils de Nylon car ils laissent des traces sur les surfaces. Un jeu de petits

pinceaux fins (pinceaux pour aquarelle) sera également utile pour les décorations; choisir également une bonne qualité, le poil d'origine animale étant toujours préférable. Enfin, pour effectuer de belles peintures, un petit pistolet sera indispensable, il en existe une grande variété, depuis le simple pistolet à poire jusqu'à ceux qui sont alimentés par une cartouche de gaz. Ces derniers peuvent être utilisés en appartement si l'on prend bien entendu certaines précautions pour éviter les dégâts alentour...

LES OUTILS ÉLECTRIQUES

Nous venons d'énumérer l'outillage de base indispensable pour les constructions réalisées à partir de boîtes préfabriquées dans lesquelles l'usinage des pièces est très avancé. Mais il est certain que si le modéliste peut disposer d'un petit atelier, il pourra s'équiper d'un outillage plus perfectionné lui donnant de plus grandes facilités de travail. Dans la gamme des outils à découper, nous citerons les scies électriques, du type sauteuse ou circulaire. La scie sauteuse Dremel à plateau de travail orientable et à disque à poncer est particulièrement intéressante pour la découpe des matériaux durs et épais. Dans la gamme des outils à percer, il existe de nombreux modèles de petites perceuses électriques ali-

mentées soit sur secteur, soit par l'intermédiaire d'un transformateur de 12 V en continu. Par exemple, le coffret « Moto-tool » Dremel contient un assortiment de petites meules, de fraises et de disques à poncer adaptables sur le mandrin de la perceuse.

Un petit outillage, conçu à l'origine pour le bricolage à l'usage des enfants, est celui de marque « Hobby-Boy » qui peut rendre de grands services pour les petits travaux de modélisme habituels. La gamme de ces outils (alimentés par un transformateur de 12 V) comprend une mini-perceuse, une petite scie sauteuse, une petite scie circulaire et une cale à poncer vibrante. L'utilisation de ces outils est sans danger et peut être confiée aux plus jeunes modélistes. Ils sont disponibles séparément ou en coffret assorti. Ce petit outillage peut être utilisé en appartement sans inconvénient. Enfin, dans les équipements pour la peinture, un pistolet plus perfectionné et alimenté par un petit compresseur permettra d'exécuter des travaux plus importants et d'obtenir des finitions très soignées. L'ensemble compresseur et pistolet Miller illustré ci-contre représente l'équipement type de ce genre de matériel.

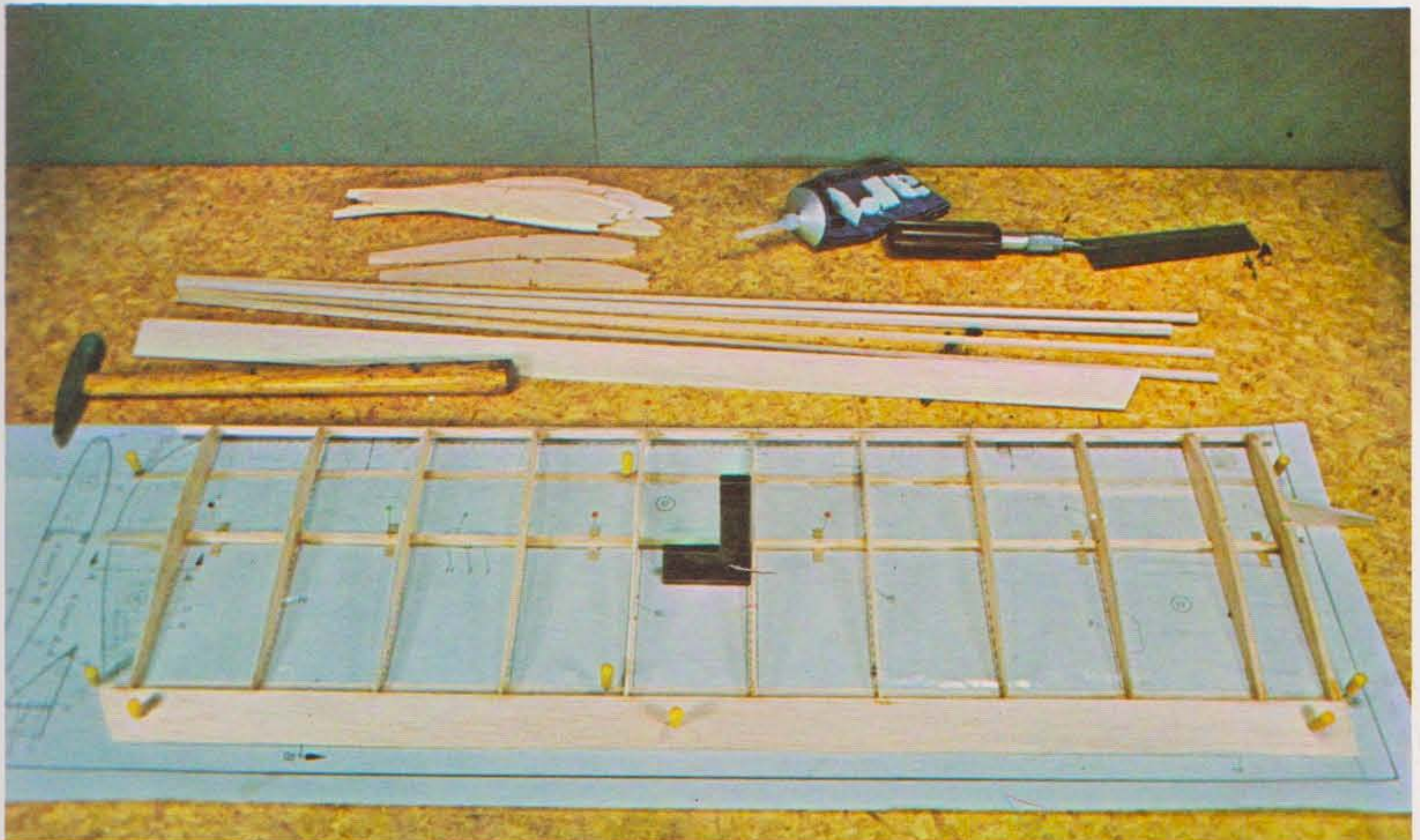
Il est évident que l'équipement en outillage à prévoir est fonction des réalisations envisagées, de la place dont dispose le modéliste, mais aussi de son budget...

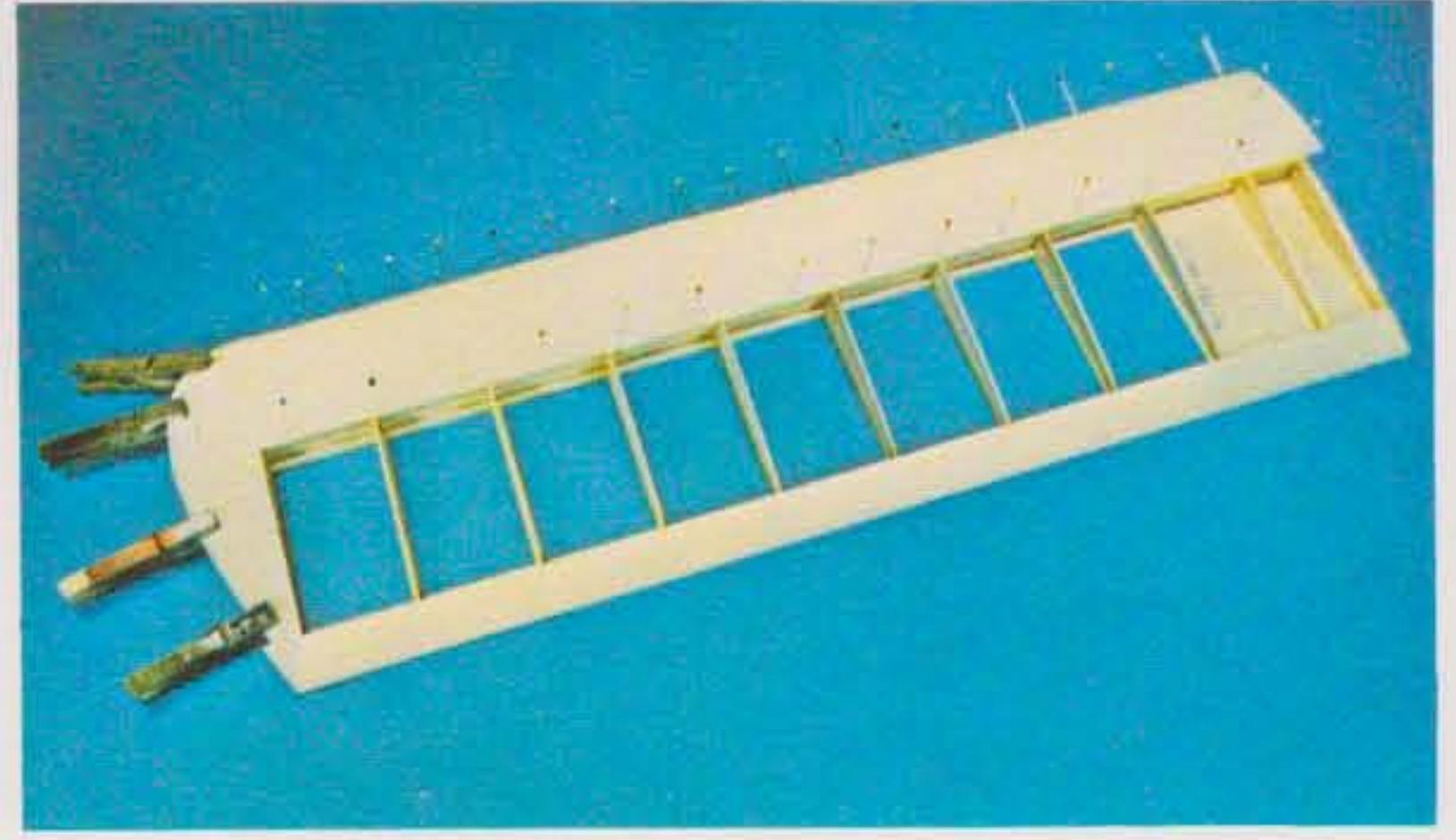
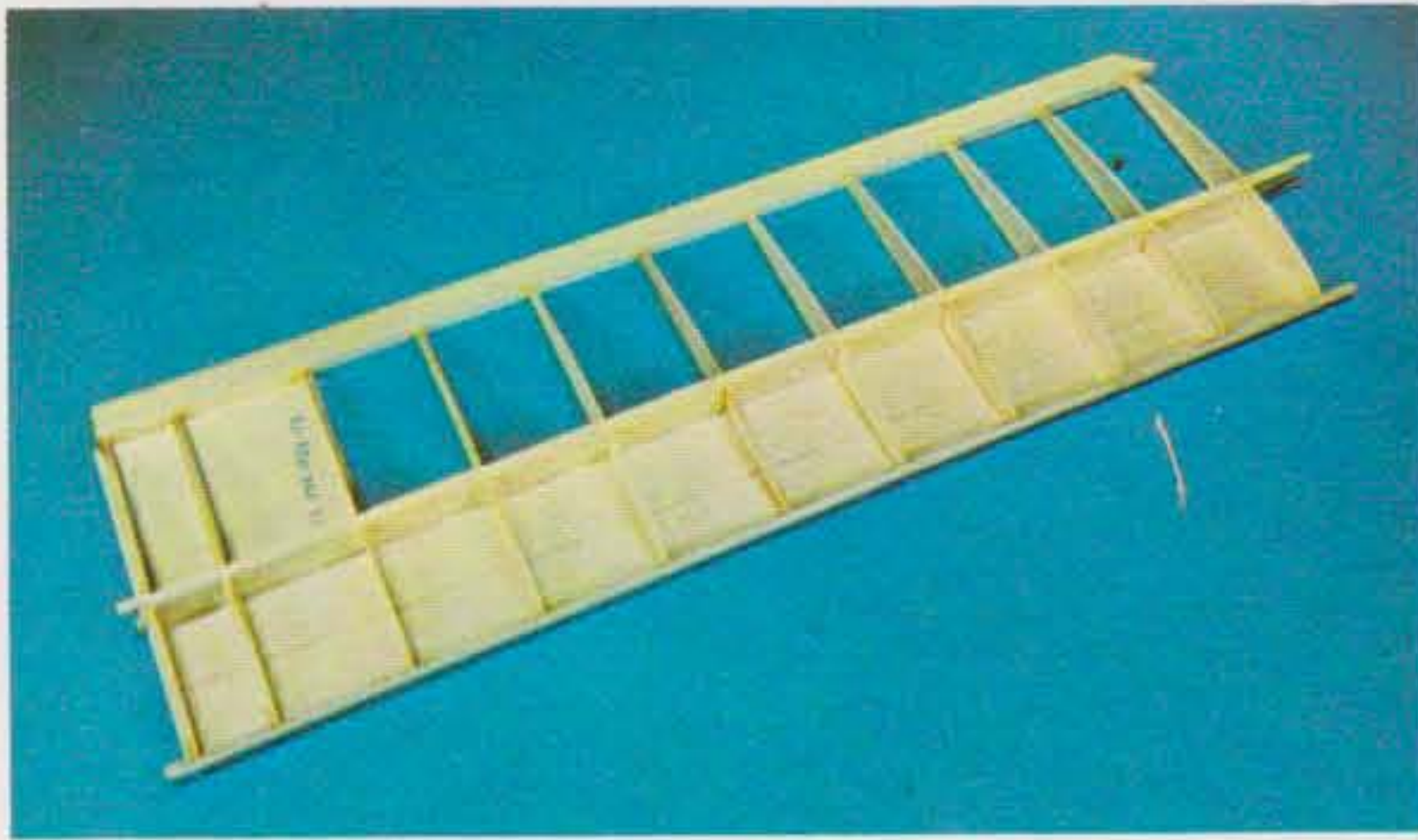
Ailes et empennages

Fixer le plan protégé sur le chantier de montage. Épingler en place le longeron inférieur en le calant sur une épaisseur de 15/10 (épaisseur du coffrage inférieur), épingler le bord de fuite directement sur le plan. Placer une lisse de 15/10 pour caler les queues des nervures ; coller toutes ces dernières bien perpendiculairement au chantier, sur le longeron inférieur et contre le bord de fuite. Déterminer l'inclinaison de la nervure d'emplanture à l'aide d'un gabarit avec l'angle correspondant. Coller le bord d'attaque et le maintenir avec des épingles. Coller le longeron supérieur.

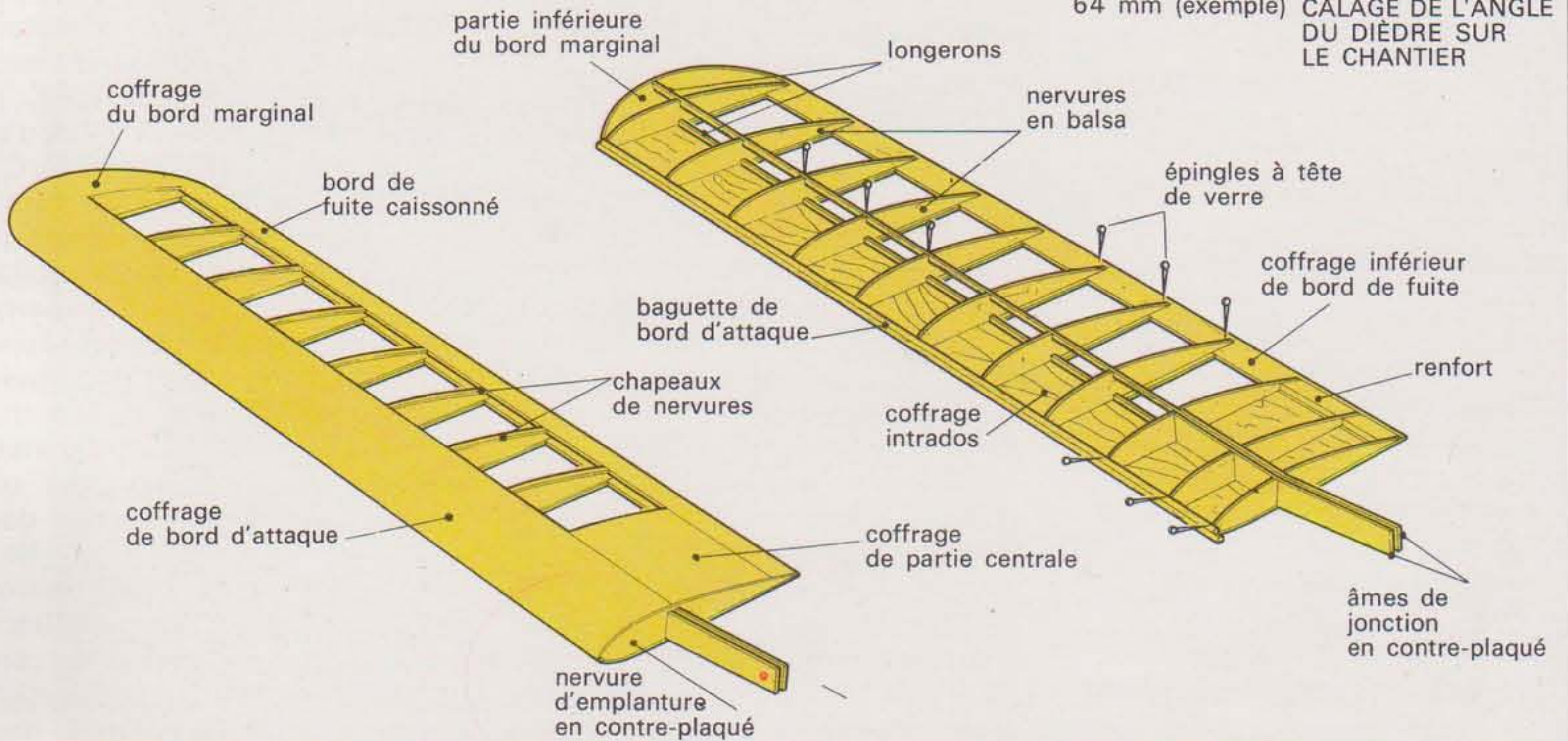
Sachant maintenant quels sont les divers types d'ensembles de radiocommande disponibles parmi lesquels il est possible d'effectuer un choix, connaissant les matériaux, les ingrédients et l'outillage nécessaires, nous pouvons aborder maintenant les problèmes de la construction des modèles réduits d'avions. Nous réitérons les conseils déjà donnés pour les débutants en aéromodélisme, et principalement en radiocommande. Il conviendra de choisir un modèle simple à construire et à piloter afin de commencer dans les meilleures conditions. La construction des modèles réduits d'avions comprend des techniques d'assemblage et des types de structure extrêmement variés, selon le modèle réalisé et les matériaux employés. Il est impossible de citer toutes les techniques dans les chapitres réservés à la construction ; cet ouvrage en entier ne suffirait pas... Nous prendrons donc des exemples représentatifs de mon-

tage en décrivant et en illustrant abondamment les méthodes de construction les plus classiques des différentes parties qui constituent un modèle d'avion radiocommandé. Nous poursuivrons ensuite par l'installation du moteur et de l'ensemble de l'équipement R/C à bord, en donnant tous les conseils utiles pour l'exécution de ces travaux dont l'importance est capitale. On pourra travailler soit en partant d'un plan, en achetant alors séparément tous les matériaux nécessaires, soit à partir d'une boîte de construction préfabriquée. Cette dernière solution est préférable pour plusieurs raisons lorsqu'il s'agit de la réalisation d'un premier modèle, à condition de choisir une marque sérieuse proposant des articles de bonne qualité. Les boîtes de construction de modèles pour débutants, avions ou planeurs, sont nombreuses sur le marché. Parmi les plus réputées, citons Graupner, Robbe, Svenson, mais il en existe

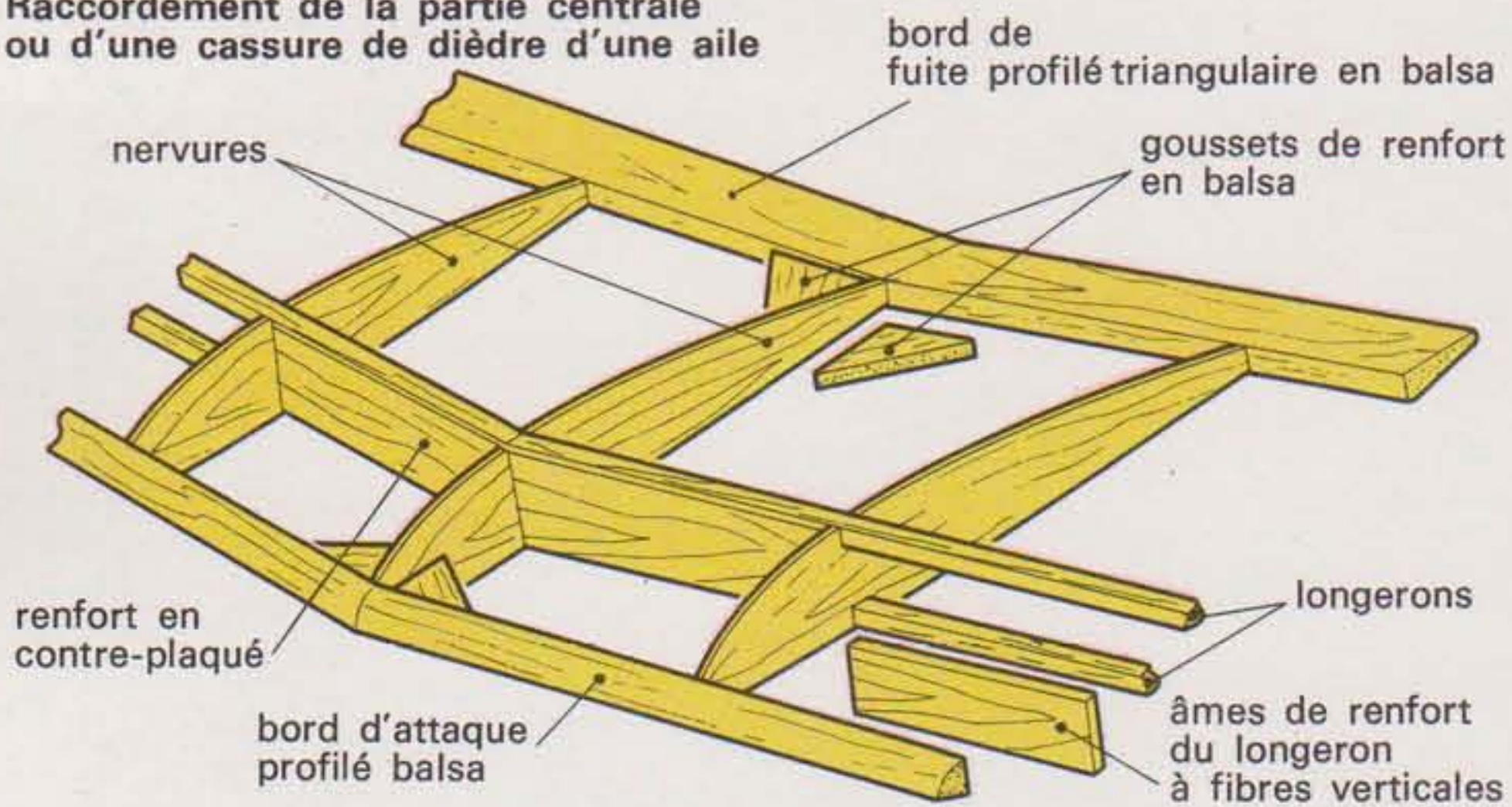




Structure classique d'un panneau d'aile



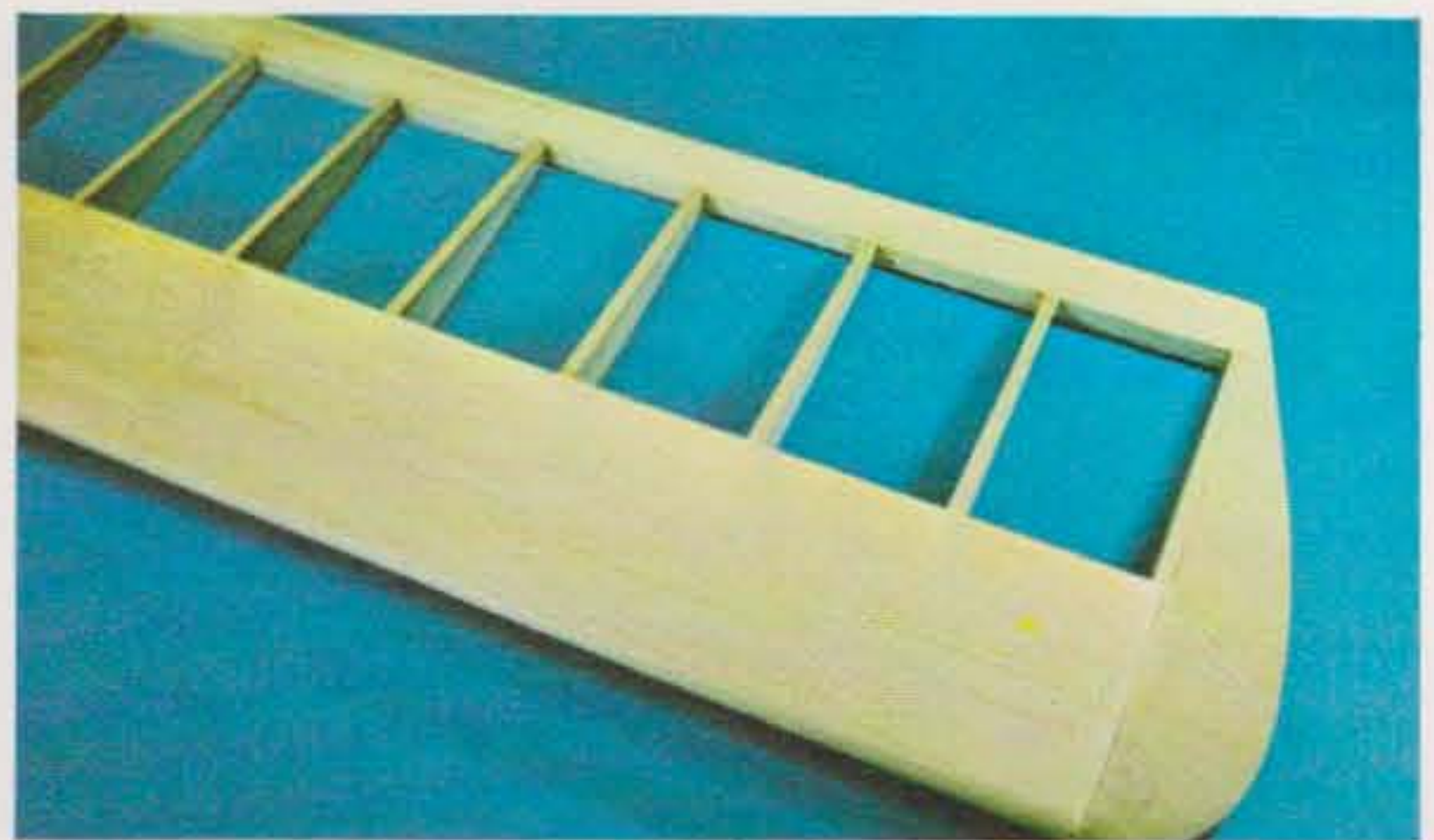
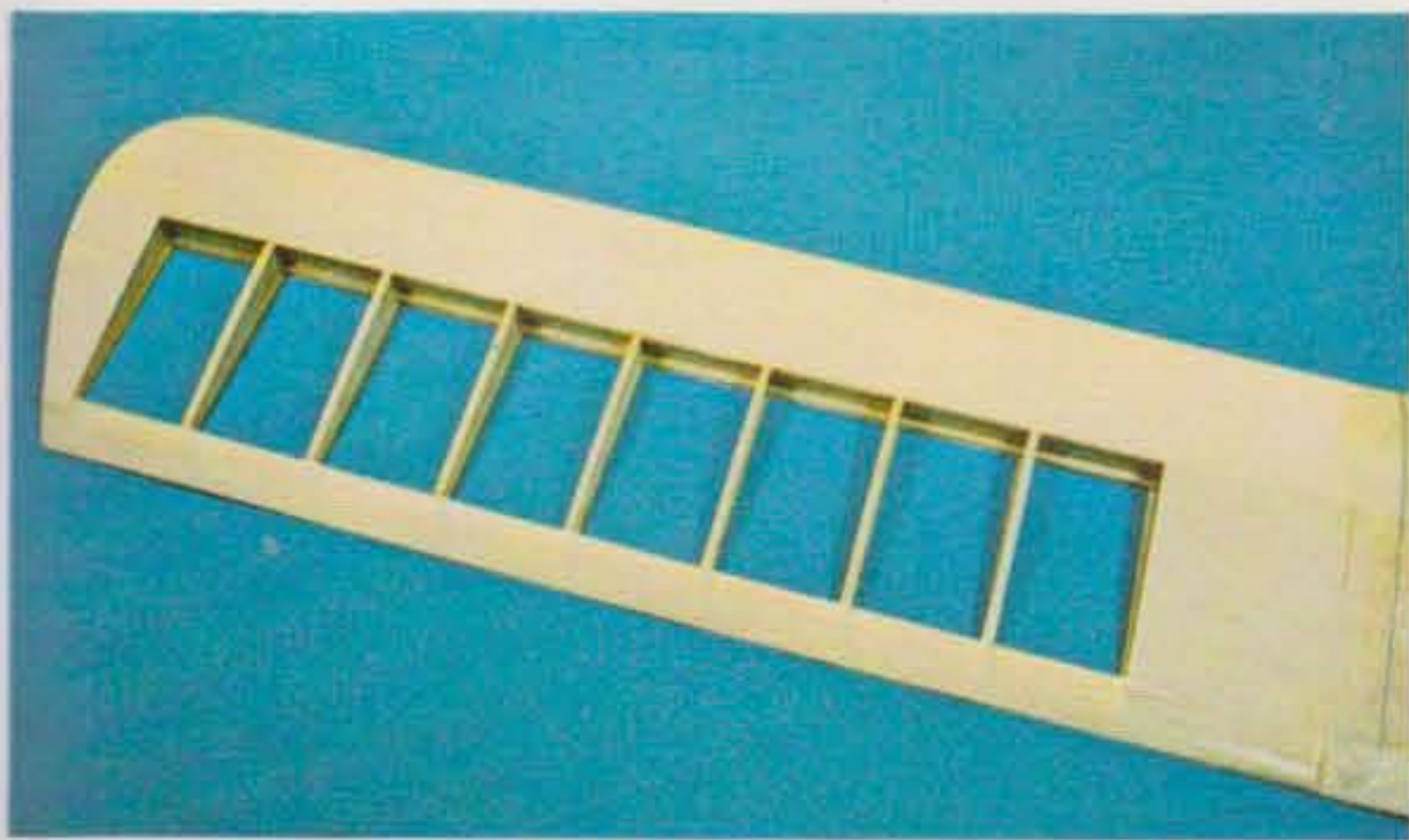
Raccordement de la partie centrale ou d'une cassure de dièdre d'une aile



En haut, à gauche : retirer le panneau du chantier, coller les coffrages inférieurs de bord d'attaque et de bord de fuite avec de la colle blanche. Remettre le panneau sur le chantier et bien l'immobiliser. Coller les âmes de renfort du longeron (à fibres verticales).
A droite : coller ensuite le coffrage supérieur du bord d'attaque et celui du bord marginal, le maintenir avec des épingles et des pinces.

bien d'autres. Des bancs d'essai sur toutes sortes de modèles sont régulièrement publiés dans les revues spécialisées en aéromodélisme. Les consulter est intéressant pour déterminer un choix se fondant non pas sur l'esthétique d'un avion, mais sur sa facilité de construction et ses qualités de vol. Les matériaux préfabriqués fournis dans les boîtes de construction facilitent grandement le travail qui nécessite un minimum d'outillage. Les diffé-

rentes pièces constituant la structure, telles que les nervures de l'aile et les couples du fuselage, sont fournies prédécoupées ou entièrement découpées. Les profilés pour le bord d'attaque et le bord de fuite évitent des ponçages fastidieux et salissants. Les fabrications récentes contiennent tous les accessoires nécessaires, tels que roues, réservoir, petites pièces pour l'installation R/C, etc., ce qui évite les recherches pour se les procurer séparément. Enfin, les plans sont généralement établis d'après des essais intensifs effectués sur les prototypes. Ces plans sont clairs et accompagnés d'une notice d'instructions obligatoirement traduite en langue française et donnant tous les renseignements sur la construction. Seuls ne sont pas fournis les ingrédients pour la finition. Parfois, un peu de colle et du simple papier d'entoilage sont joints, mais il faut acheter séparément les matériaux de recouvrement d'autre nature, tels que les enduits et les peintures. Nous commencerons par examiner quelques modes de construction



Ci-dessus : ajouter le coffrage supérieur de la partie centrale et les chapeaux des nervures

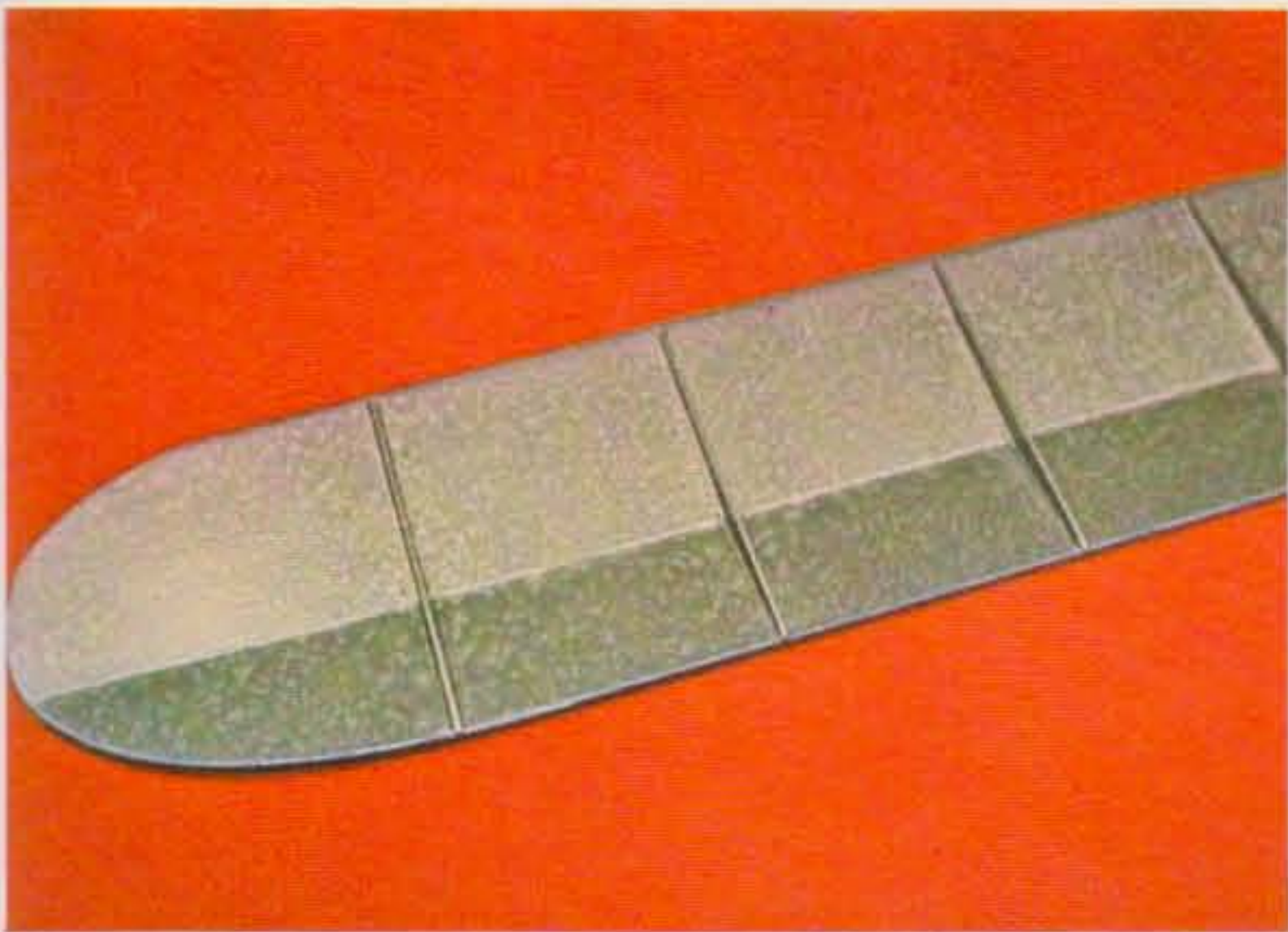
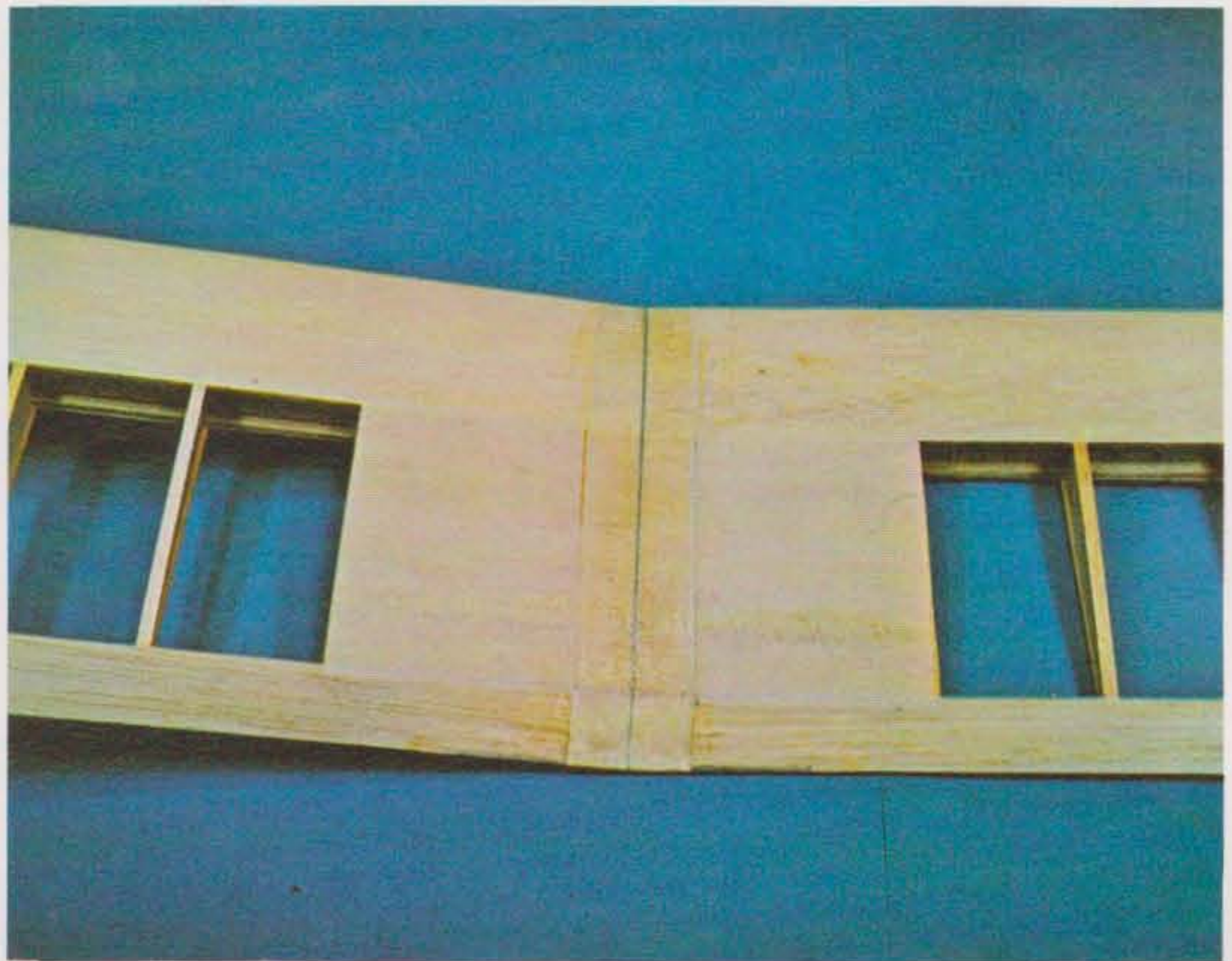
Ci-dessus, à droite : retirer le panneau du chantier, le retourner et coller le coffrage inférieur du bord marginal ainsi que les chapeaux des nervures.

Ci-contre : après avoir construit le deuxième panneau de la même façon, coller face contre face les nervures d'emplanture avec de la colle blanche et caler l'un des panneaux pour maintenir l'angle du dièdre.

Renforcer le raccordement avec une bande de tissu de verre collée à la résine époxy.

Ci-dessous : intrados d'une aile à profil « Jedelsky » terminé.

A droite : éléments d'une aile en Styropor coffré avec ailerons (type « full-span »).



d'ailes et d'empennages. Précédemment nous avons vu l'importance du rôle aérodynamique rempli par ces éléments et la nécessité d'une construction qui ne risquera pas de se déformer. On commence généralement la construction d'un modèle d'avion par celle de l'aile, suivie de celle du stabilisateur et de la dérive, pour finir par le fuselage. C'est dans cet ordre, qui ne présente aucun caractère absolu, que nous traiterons les problèmes de construction.

LES AILES

Préparatifs

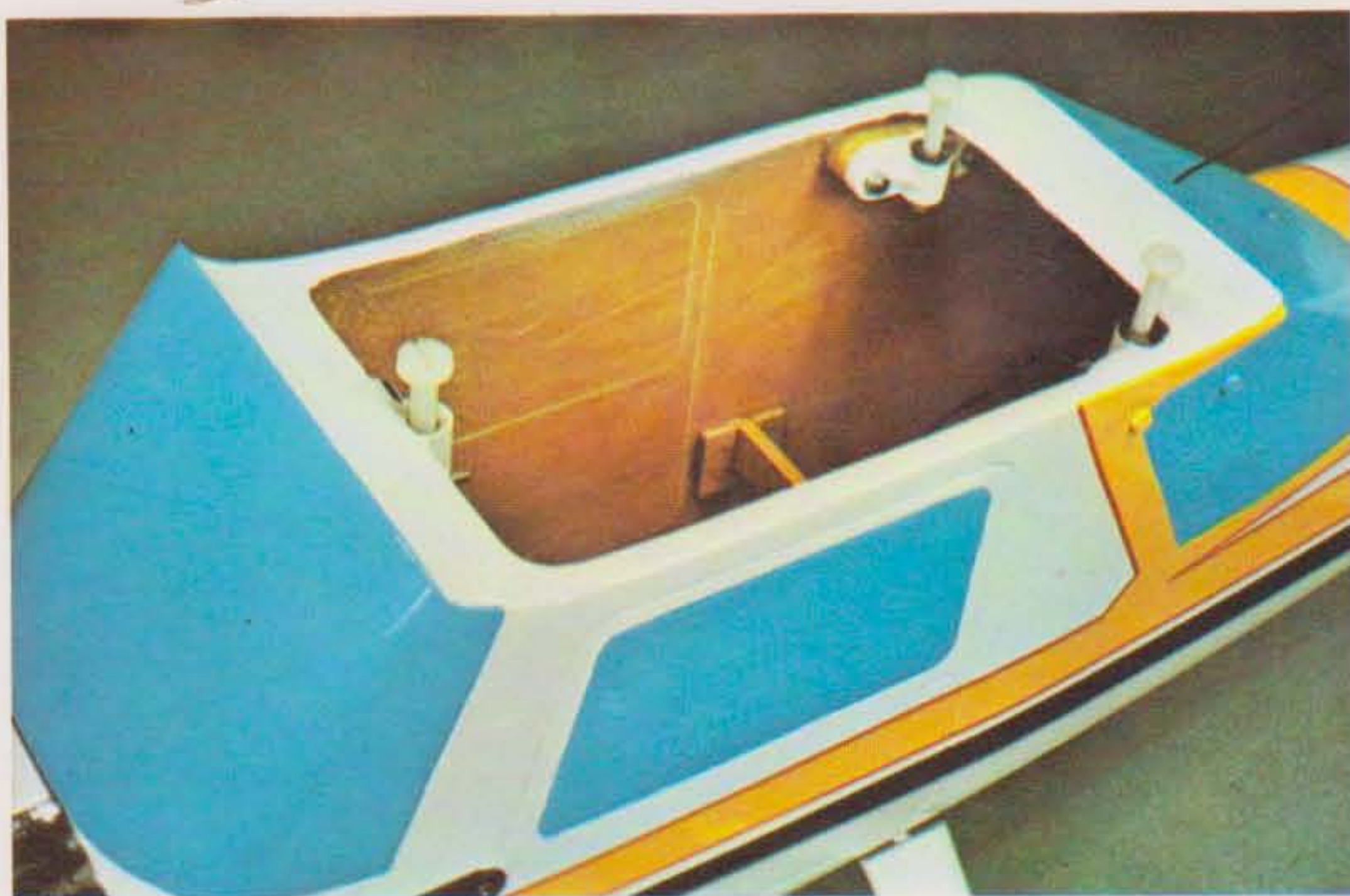
Après avoir réuni l'outillage nécessaire, il faudra avant tout se constituer un chantier de montage, c'est-à-dire une planche bien plane dont le bois doit être très sec pour éviter toute déformation. Cette planche devra avoir 15 à 20 mm d'épaisseur et correspondre aux

dimensions de la structure à construire. Qu'elle soit d'une seule pièce ou démontable par la suite en deux parties, une aile est toujours construite en deux panneaux séparés, en raison de la cassure formée par l'angle du dièdre. Les panneaux sont ensuite réunis solidairement ou par un système de jonction démontable.

Préparez toutes les pièces nécessaires à la construction. La forme du profil de l'aile est donnée par une

série d'éléments appelés « nervures », dont l'espacement est calculé en fonction du type du profil et de la constitution de la structure. Dans les boîtes de construction, les nervures sont quelquefois fournies découpées, mais le plus souvent elles sont estampées sur des planchettes de balsa ou de contre-plaqué de faible épaisseur (15 à 20/10). Elles sont généralement imprimées sur les plus fortes épaisseurs de contre-plaqué. Il faut finir d'extraire les pièces des planchettes estampées, à l'aide d'une lame de rasoir ou d'un couteau de modéliste, puis poncer les arêtes sans modifier la forme du profil. Sur le contre-plaqué imprimé, les nervures seront découpées avec une scie

*Ci-dessous : fixation de l'aile par bracelets élastiques.
En haut, à droite : fixation de l'aile par vis Nylon.
Au-dessous : fixation de l'aile sur le fuselage.*



à chantourner à lame fine, puis poncées. Pour une aile de forme rectangulaire, les nervures sont toutes de la même longueur et de la même épaisseur. Il convient de contrôler leur régularité en les empilant les unes sur les autres. On effectuera les petites rectifications à la cale à poncer. Il est souhaitable de vérifier également le libre encastrement des longerons dans les encoches où ils ne doivent forcer en aucun cas.

On posera ensuite le dessin du ou des panneaux de l'aile sur le chantier de montage. Si les deux panneaux ont été dessinés sur le plan, la construction des deux éléments pourra se faire simultanément. Pour éviter qu'il ne soit détérioré par les bavures de colle, le plan devra être protégé par une feuille de plastique transparent sur lequel la majorité des colles n'adhèrent pas (vinyl ou polyéthane). La construction s'effectue directement sur le plan ainsi protégé. Selon la forme du profil

(ou si l'aile est dotée d'un vrillage négatif), les nervures et le bord de fuite seront calés en conséquence.

Aile d'une seule pièce. Pour illustrer cette construction, nous avons choisi une aile de structure simple et très classique. Elle pourra servir de modèle pour de nombreuses autres constructions. La série d'illustrations ci-contre montre les différents stades de l'assemblage d'un panneau. La structure est caractérisée par un coffrage du bord d'attaque et de la partie centrale (intrados/extrados), les nervures sont chapeautées, le longeron est renforcé par des âmes (fibres du bois verticales) collées entre chaque nervure. Le bord marginal est de construction simple, à pans coupés et l'ensemble de la structure est très robuste. Les deux panneaux terminés sont réunis par le collage face contre face des nervures d'implanture dont l'inclinaison, donnée de construction,

permet d'obtenir l'angle correct du dièdre. La jonction centrale est ensuite renforcée par une bande de tissu de verre collée dessus/dessous avec de la résine époxy. L'aile est simplement maintenue sur le fuselage du modèle par des bracelets élastiques.

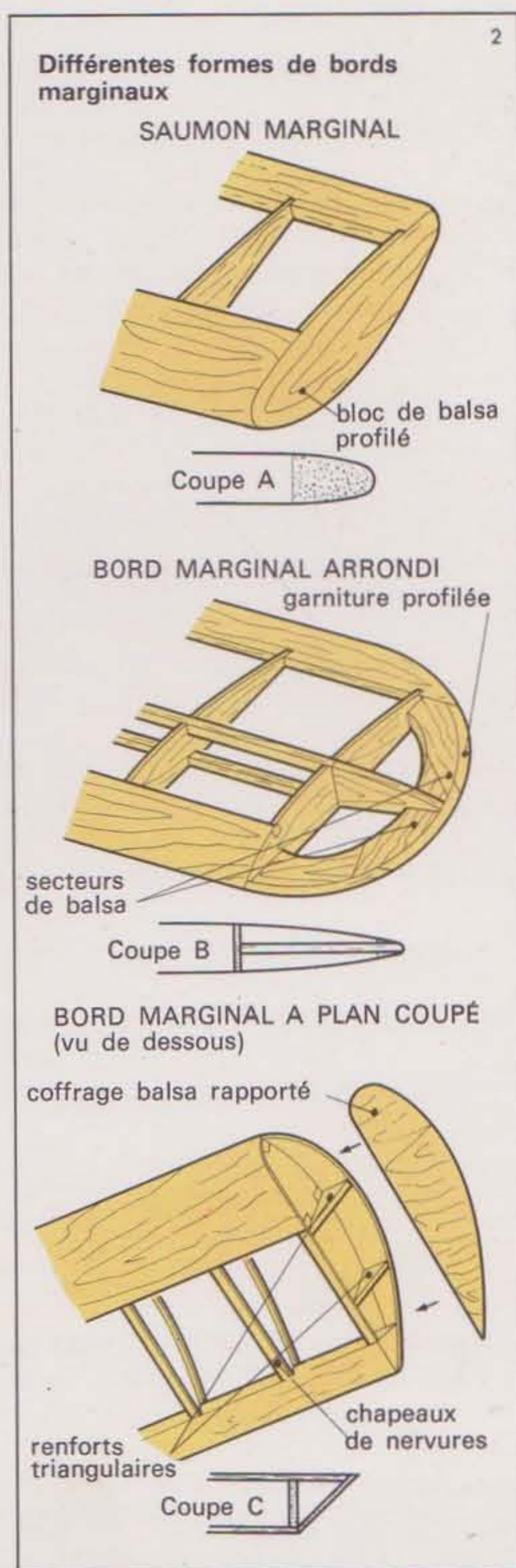
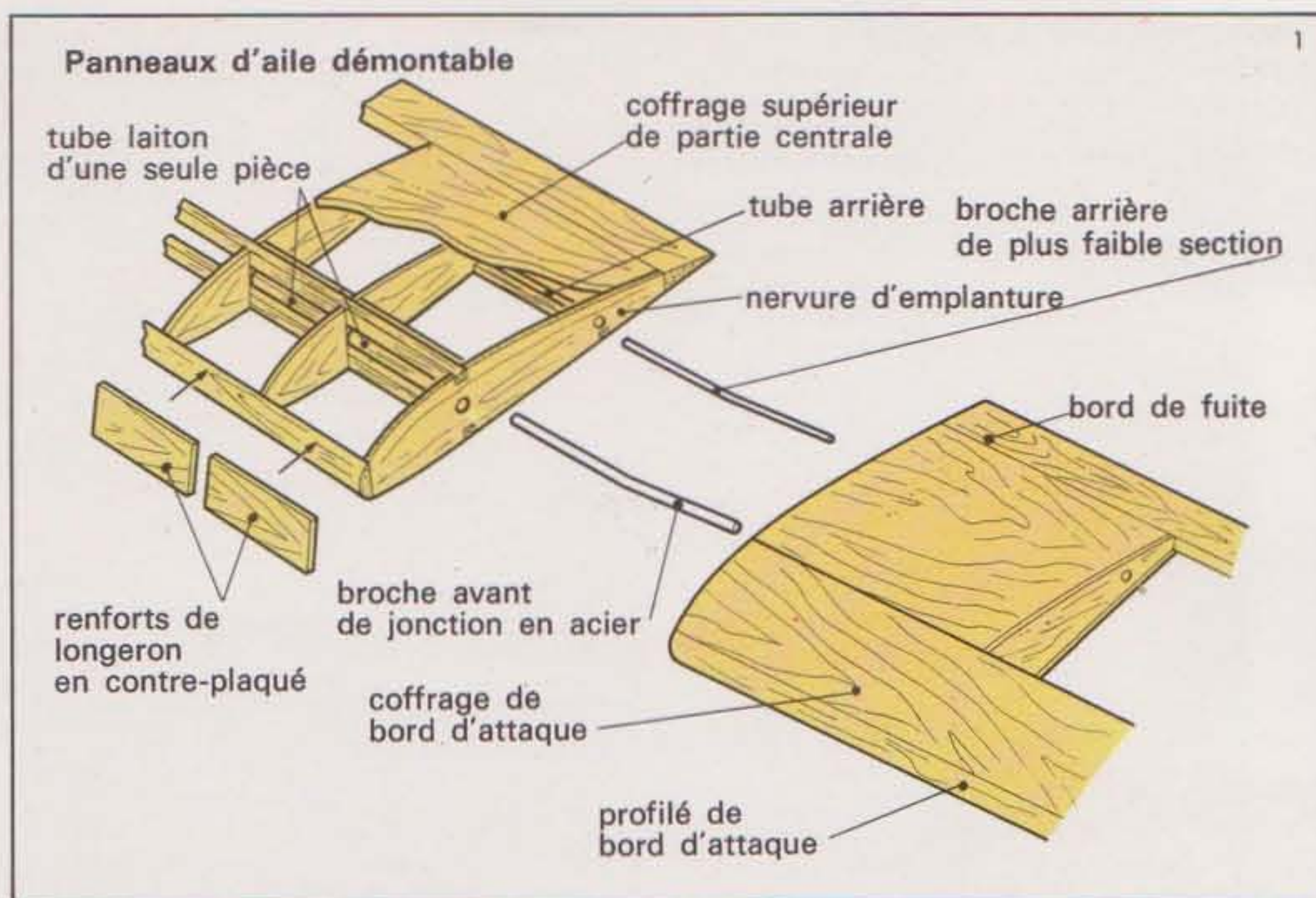
Aile démontable. L'aile d'une seule pièce est acceptable pour les modèles dont l'envergure n'excède pas 1 400 à 1 500 mm. Au-dessus de cette dimension, il est nécessaire de prévoir un système de démontage de l'aile en deux parties afin de faciliter son transport. Les modèles de planeurs de grande envergure nécessitent quelquefois une aile démontable en plusieurs parties. La jonction peut se faire panneau contre panneau, ou de part et d'autre du fuselage par l'intermédiaire de broches en acier pénétrant dans des tubes en laiton intégrés dans la structure. L'angle de pliage des broches de jonction

détermine l'angle du dièdre. Les broches sont positionnées au niveau du ou des longerons de chaque panneau de l'aile; les tubes en laiton dans lesquels pénètrent les broches sont intégrés dans l'épaisseur du longeron renforcé sur chaque face par des âmes en contre-plaqué. Le système peut être constitué soit d'une broche principale avec un téton ou une tige de centrage, ou encore par deux broches disposées l'une derrière l'autre. Parmi les accessoires spéciaux, il existe également des systèmes de jonction à lame d'acier disposée sur chant pénétrant dans des fourrures en laiton de section rectangulaire.

Lorsque les deux panneaux de l'aile sont réunis directement l'un contre l'autre, il n'y a généralement pas de système d'attache, l'aile est maintenue sur le dessus du fuselage par des bracelets de caoutchouc qui empêchent les panneaux de se séparer, comme sur les modèles de planeurs simples, par exemple. Lorsque les panneaux sont assemblés de chaque côté du fuselage, une bande élastique tendue entre des crochets fixés sur la nervure d'implanture de chaque panneau et traversant le fuselage par des ouvertures maintient les panneaux plaqués contre ce dernier.

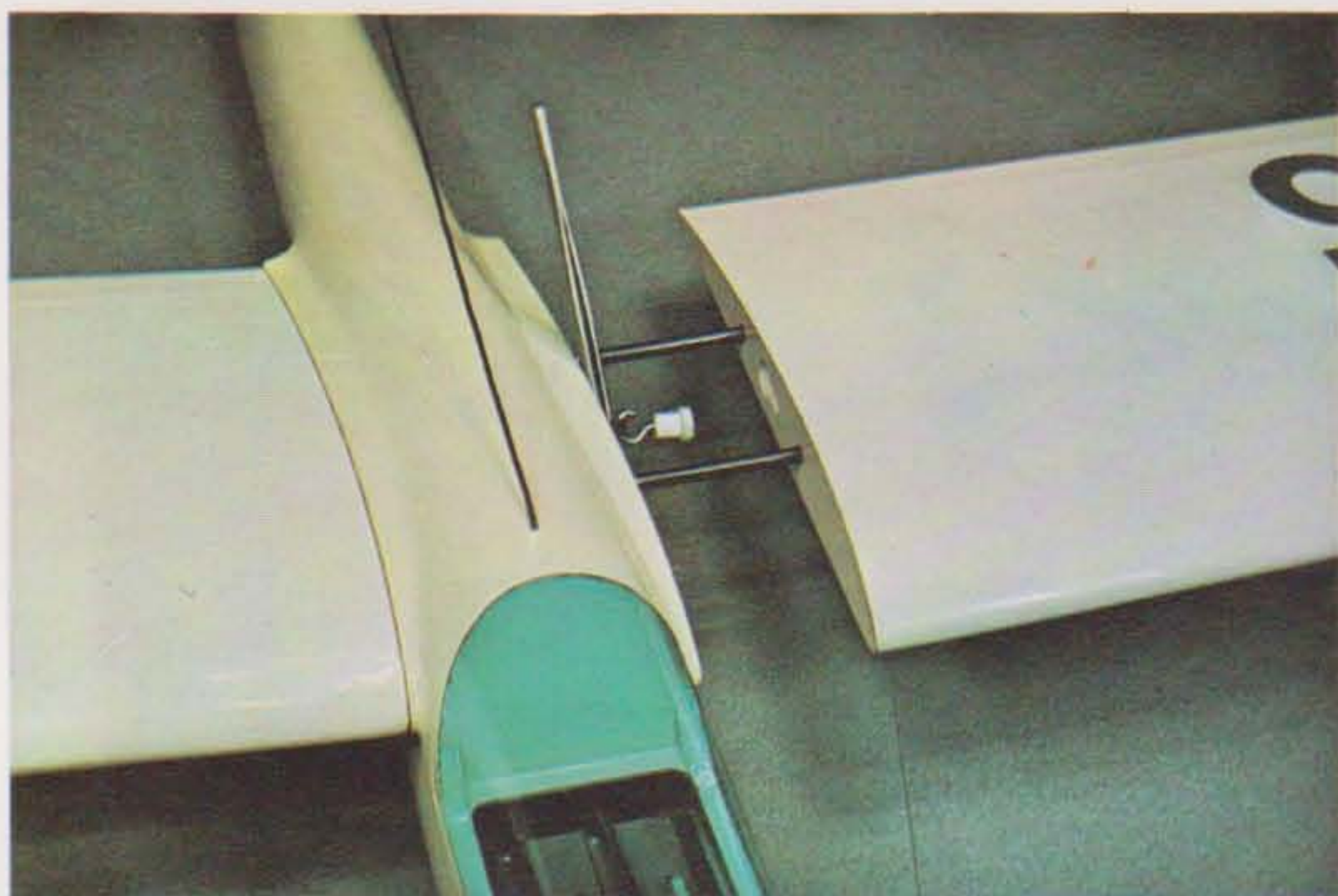
Aile à profil « Jedelsky ». Nous avons mentionné ce profil spécial pour les planeurs dans le chapitre consacré à l'aérodynamique (voir fig. 6). L'aile à profil « Jedelsky » est d'une construction très simple. Les nervures sont remplacées par des raidisseurs de forme triangulaire très aplatie, collés à leur emplacement reporté sur l'intrados de la planchette qui forme le bord de fuite de l'aile. On rapporte ensuite le profilé en balsa qui forme le bord d'attaque en le collant sur la partie avant des raidisseurs et contre le bord avant de la planchette. L'aile ainsi terminée est recouverte seulement sur l'extrados, soit avec du papier d'entoilage, soit avec un film plastique thermo-rétractable. L'intrados peut être apprêté et peint, ou recouvert par des bandes de papier d'entoilage collées entre les raidisseurs. Une aile à profil Jedelsky ainsi construite est très solide et présente des caractéristiques aérodynamiques surprenantes, malgré la singularité de forme de son profil.

Les ailes en Styropor coffré. Ce mode de fabrication que l'on trouve dans un certain nombre de



boîtes de construction préfabriquées a tendance à se répandre de plus en plus; il permet de gagner un temps appréciable dans la construction d'un modèle, au prix cependant d'un poids légèrement plus élevé. Le profil de l'aile est constitué d'un noyau de Styropor (ou polystyrène expansé), qui est une matière plastique blanche très friable découpée au fil chaud. Le noyau est ensuite coffré avec des planchettes de balsa ou, plus couramment, recouvert d'un placage de bois dur de 10/10. Les deux panneaux de l'aile sont ainsi présentés dans la boîte, entièrement préfabriqués. Il reste simplement à coller les profilés en balsa constituant le bord d'attaque et le bord de fuite sur les bords de chaque panneau, et à terminer le recouvrement des bords marginaux. Les deux panneaux sont ensuite réunis à l'implanture, déjà pourvue de l'inclinaison nécessaire pour donner l'angle du dièdre. La jointure est ensuite renforcée par une bande de tissu de verre collée à la résine époxy. L'assemblage de l'aile est donc très rapide; pour effectuer les collages sur le Styropor, il convient d'utiliser uniquement des colles blanches ou des époxy car toutes les autres colles attaquent le Styropor et dissolvent la matière.

Différentes formes de bords marginaux. Revenons maintenant aux ailes en structure conventionnelle, avec nervures et longerons. Selon la forme en plan de l'aile, le bord marginal peut présenter différents aspects dont les plus courants sont illustrés par les dessins de la figure 2. Cette partie de l'aile doit être particulièrement renforcée car, en cas de mauvais atterrissage



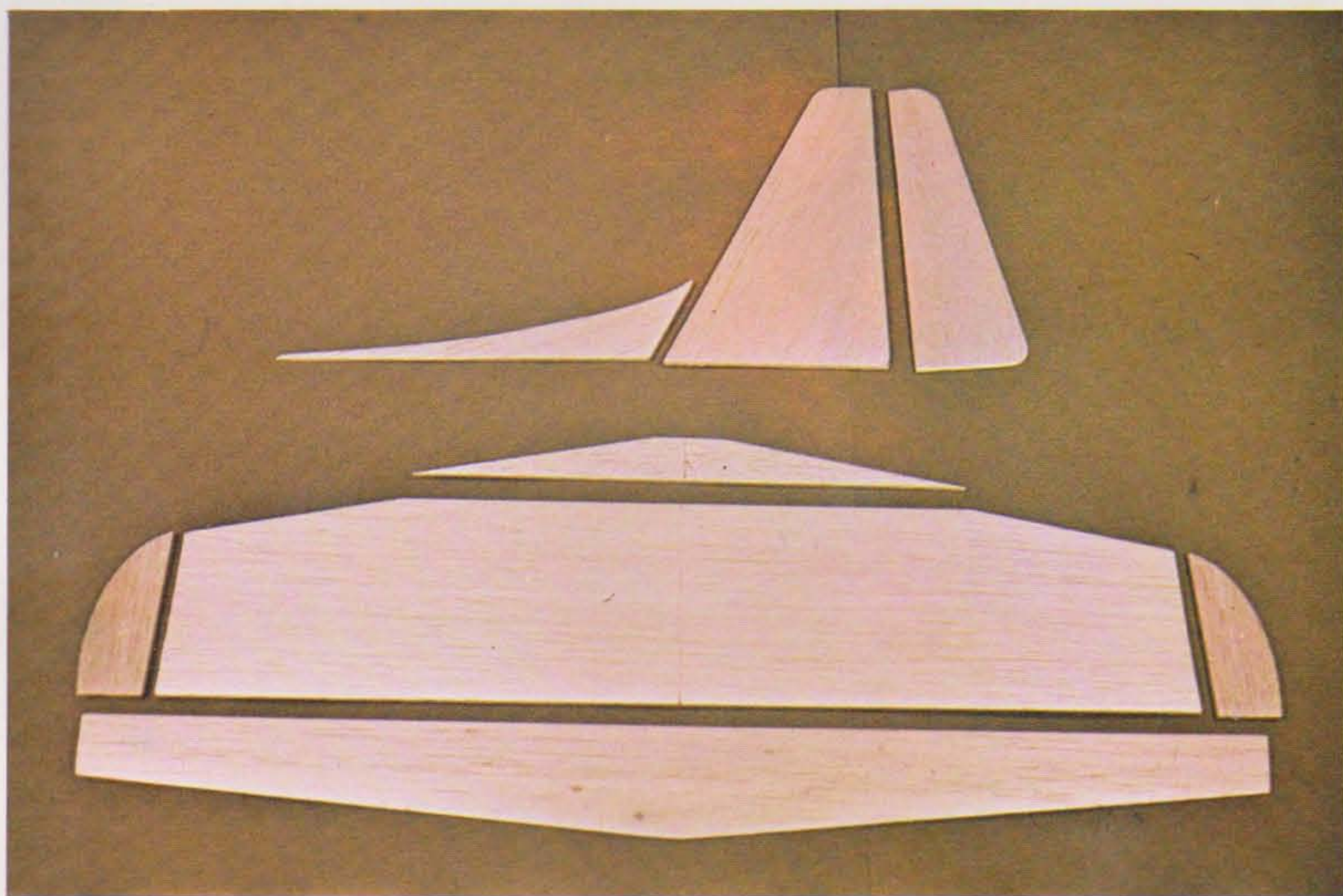
ou d'« embarquement » au cours du décollage, elle risque souvent de toucher le sol. Les dessins représentent la réalisation des différentes structures en fonction de la forme du bord marginal, ce dernier est quelquefois constitué d'un simple bloc de balsa mis en forme ; il est alors appelé « saumon » marginal.

Fixation de l'aile sur le fuselage. La nécessité de rendre l'aile démontable du fuselage s'impose non seulement pour des raisons de facilité de transport du modèle, mais aussi pour assurer une protection maximale de la structure en

cas de choc violent. Lors de la percussion au sol ou contre un obstacle, l'aile doit pouvoir se séparer du fuselage sans endommager la structure. Sur les avions ou les planeurs de conception simple, la fixation de l'aile est assurée par plusieurs bandes élastiques croisées ou parallèles, accrochées sur des tourillons de hêtre dépassant de chaque côté du fuselage, à l'avant et à l'arrière de l'assise de l'aile. Il est prudent de garnir l'assise de l'aile sur le dessus du fuselage avec des profilés spéciaux en caoutchouc, ou avec une bande de mousse adhésive sur une seule

face. L'aile sera fermement maintenue, mais pourra cependant se dégager par pivotement en cas de choc sur l'une de ses extrémités. En cas de percussion du modèle, les bandes élastiques cassent et l'aile est éjectée du fuselage. On comprend que les modèles réduits doivent être dotés d'un coefficient de résistance très largement supérieur à celui d'un avion réel, cela est d'autant plus vrai pour les appareils de débutants, fréquemment soumis à de mauvais traitements...

Si la fixation de l'aile par bracelets élastiques est simple et efficace,

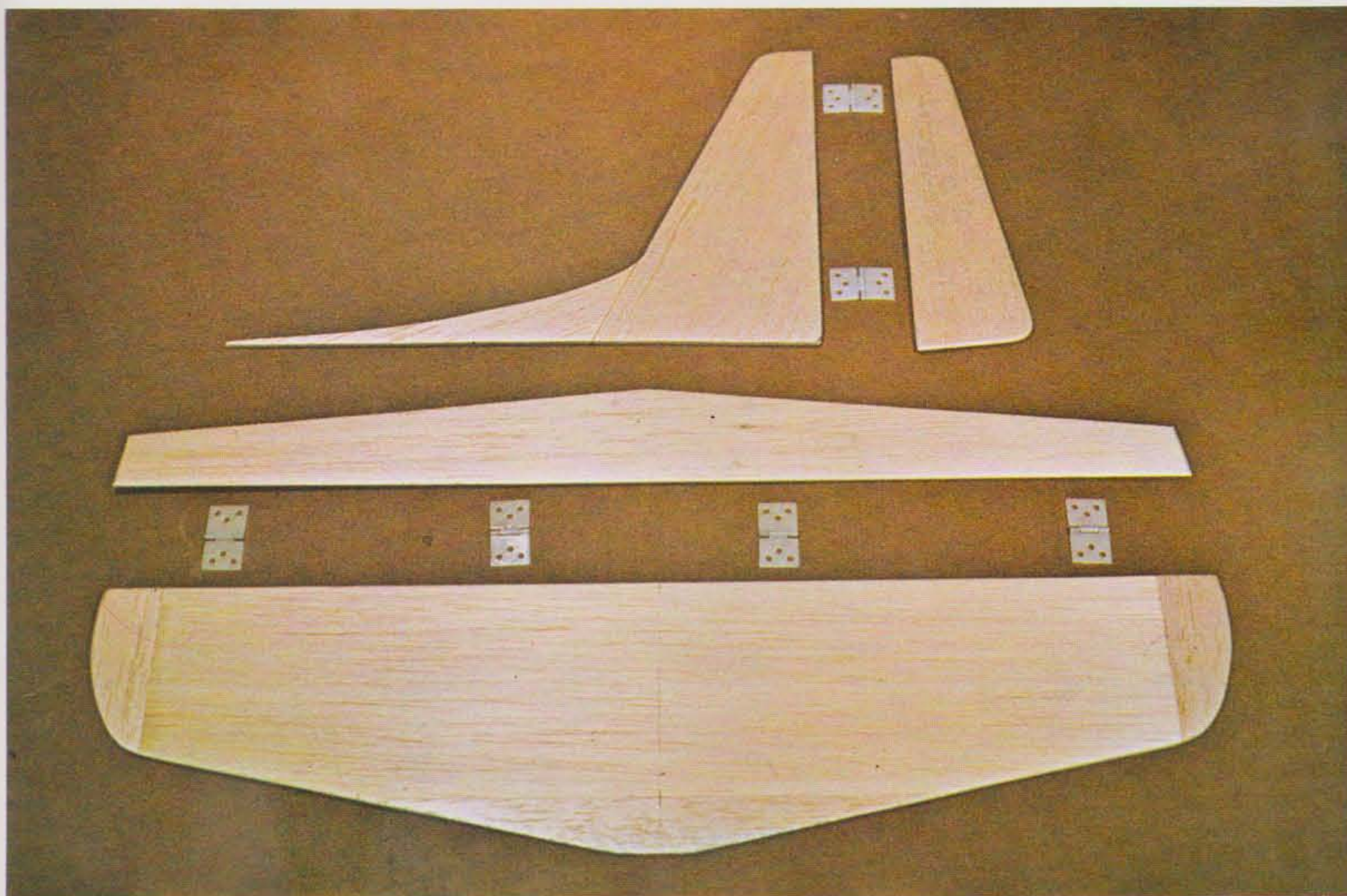




Pages 72-73, ci-dessus, de gauche à droite : fixation des panneaux d'aile contre le fuselage sur un modèle de planeur, on remarque les deux broches de jonction en acier et le téton d'accrochage de l'élastique ; haubanage à mât unique ; haubanage à mâts en V. Page 72, en bas : découper et poncer tous les éléments constituant la dérive et le stabilisateur. Ci-dessous : coller l'un contre l'autre les éléments bien à plat sur le chantier de montage. Il restera à mettre en place les charnières d'articulation.

elle présente cependant l'inconvénient d'un manque d'esthétique, ainsi que l'on peut s'en rendre compte sur les illustrations ci-contre. De plus, à partir d'une certaine taille du modèle, il serait nécessaire de mettre un tel nombre de bandes élastiques pour maintenir l'aile en place que toute souplesse de la fixation serait éliminée, en raison de la trop forte pression exercée sur la structure. On remplace alors ce mode de fixation par un système à vis Nylon traversant la partie centrale de l'aile dont la structure est renforcée à cet effet. Les vis sont filetées dans des

supports fixés à l'intérieur du fuselage. Le système peut comprendre un téton de centrage au bord d'attaque (tourillon de hêtre pénétrant dans le perçage prévu en haut du maître couple) et deux vis qui maintiennent l'aile au bord de fuite, ou encore une vis disposée à l'avant de l'aile et deux autres vers le bord de fuite. En cas de choc violent, les vis Nylon doivent casser pour libérer l'aile du fuselage... Les systèmes de fixation par vis Nylon existent parmi les accessoires pour modèles réduits. Ce système peut également être remplacé par des « Camlocks »,



sortes de vis métalliques pourvues d'un verrouillage à ressort; la fixation s'effectue en pressant sur la vis avec un tournevis et en la faisant tourner pour enclencher le verrouillage dont sont pourvus les supports fixés dans le fuselage. En cas de choc, les Camlocks se déverrouillent automatiquement et libèrent l'aile.

Enfin, sur les grands modèles de planeurs, les panneaux de l'aile sont fixés de part et d'autre du fuselage par un système de broches avec un élastique de tension, comme cela a été décrit dans le paragraphe « Aile démontable ».

Haubanage. Le haubanage d'une aile constitué par des mâts simples, ou en forme de V, n'est représenté que sur les maquettes volantes à l'échelle. Ces accessoires sont la plupart du temps assez gênants, car il est délicat d'assurer leur déboîtement rapide en cas de choc. Sur les semi-maquettes, le haubanage est fictif et peut même être retiré pour les vols. Il existe plusieurs façons de le représenter simplement dans un souci d'esthétique.

Haubanage à mât unique : le mât est profilé dans une baguette de balsa ou de bois dur pour lui donner une section aérodynamique. La partie inférieure est munie d'un crochet en corde à piano pour l'attache d'un élastique de tension entre les deux mâts. Cet élastique traverse un tube de forte section ou des ouvertures ménagées dans la partie inférieure des flancs du fuselage. La partie supérieure de chaque mât est munie d'un simple doigt, également en corde à piano, que l'on engage légèrement dans un petit tube de laiton intégré dans la structure à l'intrados de l'aile. En cas de séparation de l'aile du fuselage, les mâts se dégagent facilement de leurs attaches sans provoquer des dégâts à la structure.

Haubanage à mâts en V : les mâts profilés sont raccordés par paire en forme de V avec un renfort rapporté sur la jonction inférieure. Chaque V est entretoisé par des contre-fiches réunissant les mâts à l'intrados de l'aile, celles-ci pénètrent librement dans les perçages prévus à cet effet à l'intrados de l'aile. Les parties supérieures des mâts sont réunies par une entretoise en corde à piano sur laquelle est soudé un crochet de forme allongée, dont la partie libre s'en-

gage dans un petit tube de laiton fixé horizontalement sous l'aile. Les bases des mâts sont réunies par un élastique de tension traversant le fuselage, ainsi que nous l'avons décrit plus haut. Ce système d'attache est instantanément amovible et se dégage facilement en cas de choc.

Il existe encore d'autres systèmes de fixation amovibles pour les haubanages fictifs, plus ou moins complexes; nous avons décrit les plus simples à réaliser à titre d'exemple, ils sont illustrés par les photographies ci-contre.

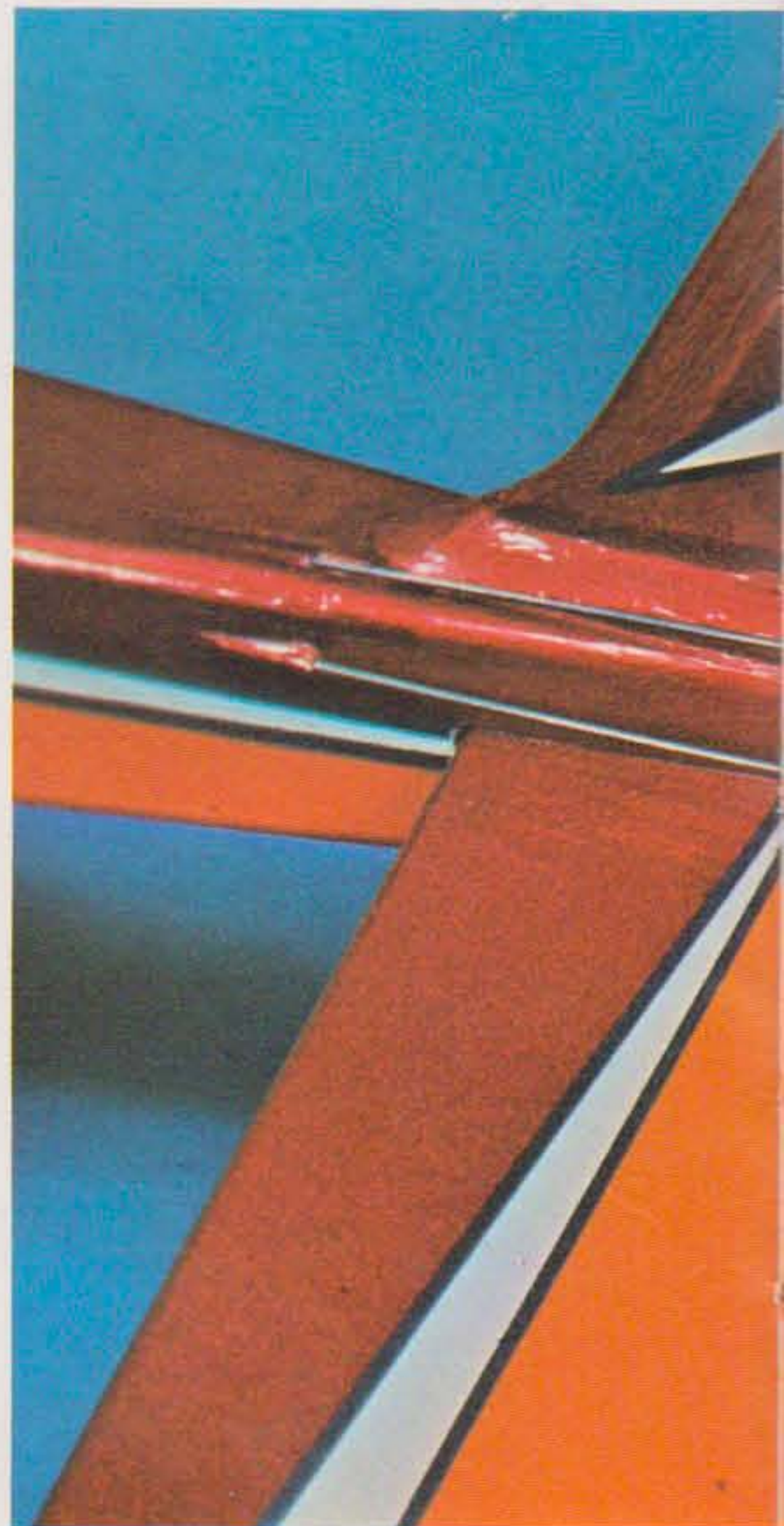
LES EMPENNAGES

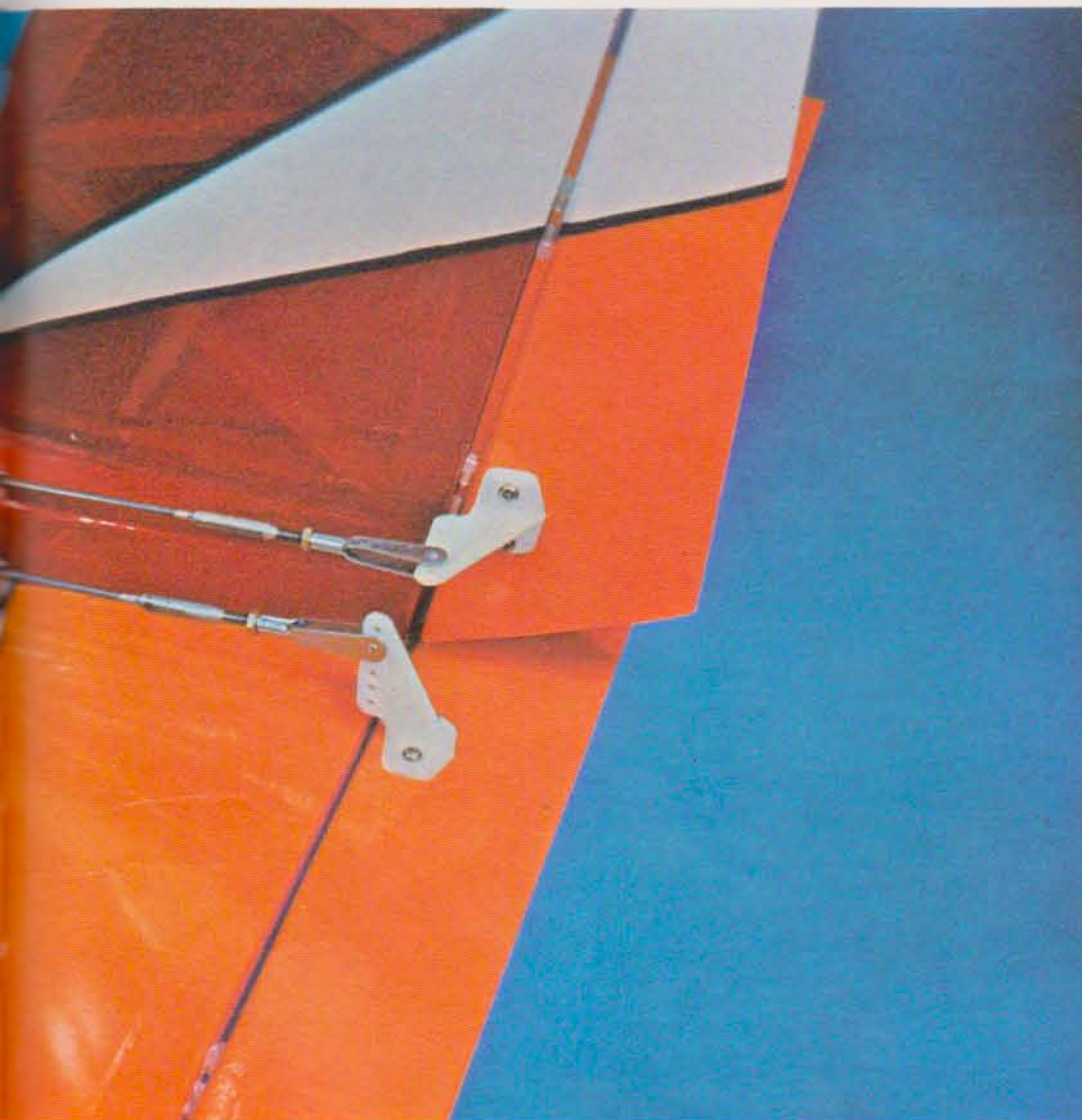
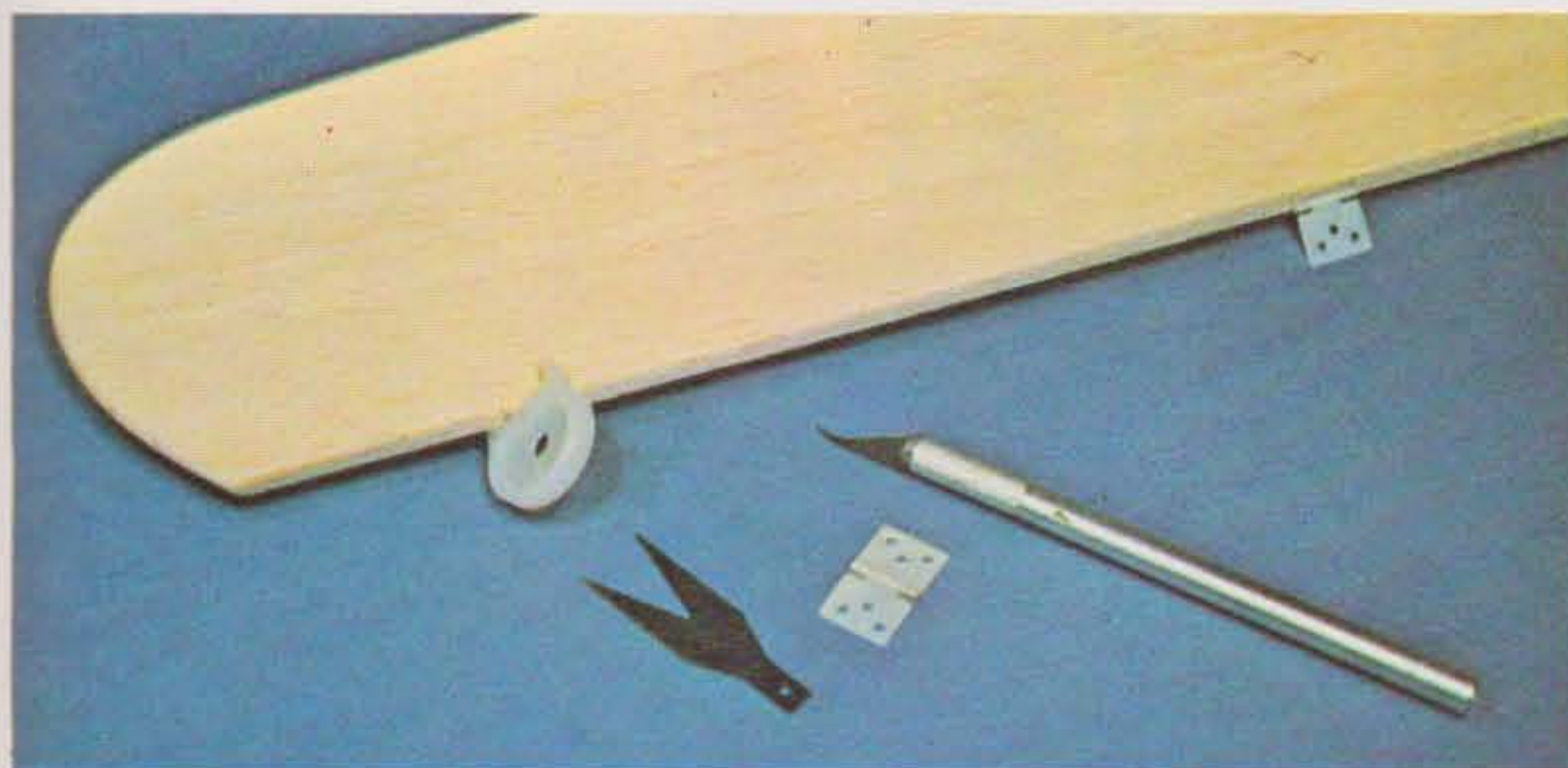
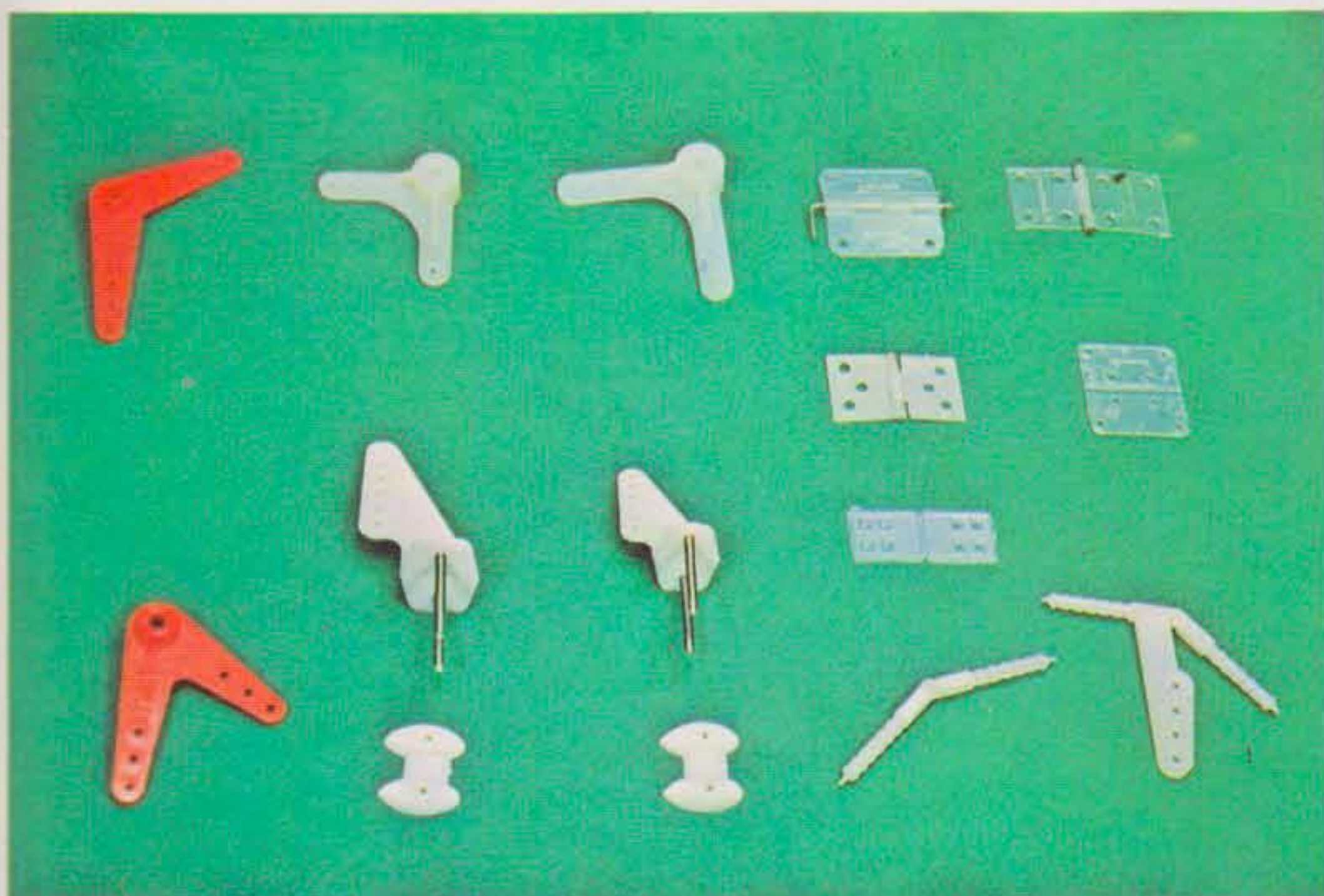
La construction du stabilisateur horizontal et de la dérive est généralement plus simple que celle de l'aile. Sur les modèles de conception simple pour débutants, ces éléments sont le plus souvent constitués par des planches de balsa de 30 à 50/10 d'épaisseur, selon leur importance. Sur les modèles de plus grandes dimensions, le stabilisateur horizontal est construit en treillis de baguettes de balsa de section carrée ou rectangulaire, avec des éléments d'entourage de même épaisseur. Les gouvernes de direction et de profondeur sont profilées en balsa, la gouverne de profondeur peut être soit d'une seule pièce, soit en deux volets réunis par une traverse de jonction en baguette ou en tourillon de hêtre.

POSE DES CHARNIÈRES ET DES GUIGNOLS DE COMMANDE

Gouvernes de direction et de profondeur. L'articulation des gouvernes est réalisée à l'aide de charnières spéciales en matière plastique ou en Nylon (l'emploi de petites charnières en métal doit être évité). Différentes sortes de charnières sont disponibles dans les marques d'accessoires spéciaux pour R/C, ainsi que des guignols, des palonniers de renvoi à angles différents, des tringleries métalliques, des transmissions souples en Nylon et différents autres petits accessoires dont nous verrons l'utilisation par la suite. Il est en général conseillé d'éviter les frottements métal sur métal pour toutes les connexions mécaniques de l'installation R/C, les vibrations pouvant provoquer un léger parasitage du récepteur. La connexion des tringleries au servomécanisme

Page 75, en haut, à droite : assortiment de palonniers de renvoi, de guignols, de charnières en Nylon (plates et tubulaires) disponibles parmi les accessoires R/C ;
au centre : pose des charnières ; le traceur pour marquer la fente, la lame à deux pointes pour la pratiquer, et la lame recourbée montée sur le manche de l'outil pour dégager le bois.
Ci-dessous : pose des guignols de commande sur les gouvernes de direction et de profondeur (après finition du modèle).





de commande et sur les guignols des gouvernes se fait par l'intermédiaire de chapes métalliques à mâchoires élastiques. Ces chapes doivent donc toujours être reliées sur des pièces en nylon ou en matière plastique. Si la connexion doit se faire obligatoirement sur une pièce en métal, on remplacera la chape métallique par une chape en plastique.

Pour la mise en place des charnières d'articulation des gouvernes, il est nécessaire de pratiquer des fentes dans l'épaisseur du plan fixe de la dérive et du stabilisateur, ainsi que dans l'épaisseur du bord d'attaque des gouvernes. Ces fentes peuvent être réalisées à l'aide d'un couteau de modéliste à lame pointue, mais il existe également un outillage spécial, très pratique (accessoires C. Goldberg) pour ce travail. Celui-ci est constitué d'un traceur pour marquer l'emplacement des fentes, bien au centre de l'épaisseur des pièces, d'un manche de couteau pouvant recevoir une lame à deux pointes pour pratiquer la fente, et enfin d'une lame à extrémité recourbée pour dégager l'excès de bois. Pour le collage des charnières dans les fentes, on emploiera une colle correspondant à la matière dans laquelle les charnières sont fabriquées. Les charnières en matière plastique seront collées à l'époxy ou à la colle cellulosique; pour les charnières en Nylon, on utilisera de la colle spéciale, plastique souple ou P.V.C. Il sera toujours préférable de goupiller les charnières avec de petits tourillons de hêtre (ou des cure-dents en bois) enfoncés dans l'épaisseur des gouvernes et au travers des trous dont sont pourvues les charnières, afin d'éviter les risques d'arrachement. Les tourillons seront arasés après collage.

Les guignols de commande en plastique ou en Nylon sont fixés sur les gouvernes par deux vis traversant leur épaisseur. Il faut prévoir une contre-plaque sur l'autre face pour éviter l'écrasement du balsa; les vis de fixation sont souvent directement filetées dans cette contre-plaque. Bien que la pose de ces accessoires soit à prévoir au cours de la construction, les charnières et guignols ne seront définitivement mis en place qu'après finition du modèle.

Installations des ailerons. Sur les avions R/C, il existe deux types d'installations des ailerons qui diffèrent par la forme et l'implanta-

tion des volets sur le bord de fuite de l'aile.

Les ailerons conventionnels ou « encastrés » : cette disposition est semblable à celle des ailerons sur les avions réels, chaque volet est encastré dans la forme en plan de l'aile et est articulé contre un longeron additionnel. La commande du volet nécessite une tringlerie à renvoi installée dans l'épaisseur de l'aile et reliée au servomécanisme qui est installé transversalement dans la partie centrale. Les deux palonniers de renvoi sont fixés sur des plaquettes en contreplaqué, collées entre deux nervures. Les tringleries en corde à piano sont reliées au palonnier du servo et aux renvois par l'intermédiaire de chapes métalliques. Ce système de tringlerie peut être remplacé par une commande plus directe constituée d'une transmission souple en nylon, cintrée et connectée directement entre le palonnier du servo et les guignols de commande des volets d'ailerons.

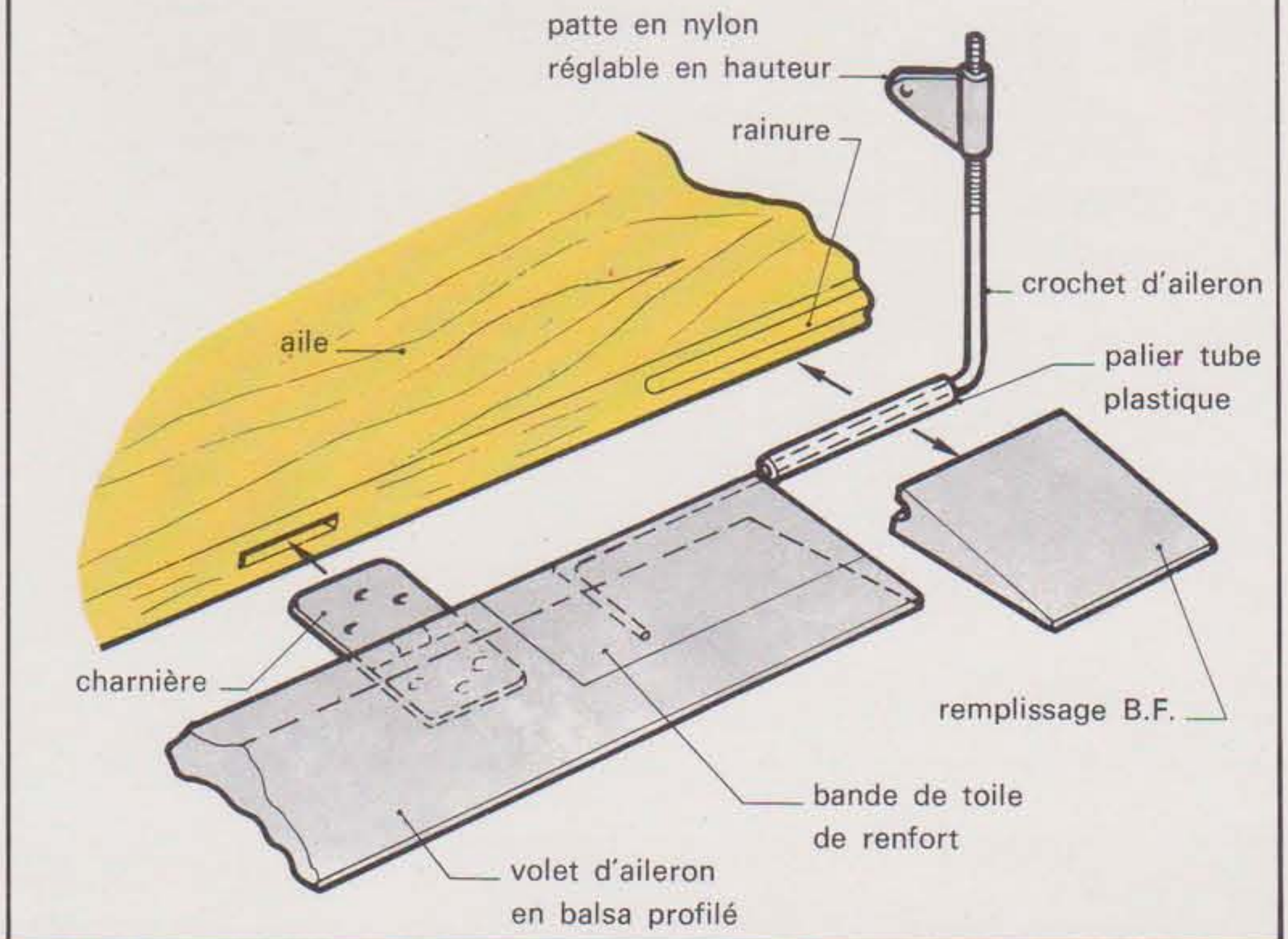
Les ailerons type « Full-span » : appelés également « Strip-ailerons », les volets sont constitués de profilés en balsa de section triangulaire qui occupent toute l'envergure de l'aile; l'installation de la commande est plus simple et plus directe, ce qui fait préférer ce type d'ailerons sur la majorité des avions de transition. Le servomécanisme de commande est installé dans la partie centrale de l'aile, dans l'axe de la corde. La commande est constituée de deux courtes tringleries reliées entre les bras du palonnier du servo et un levier solidaire du volet d'aileron. Ces leviers sont appelés « crochets d'ailerons », la connexion est réglable en hauteur pour pouvoir modifier l'amplitude de débattement des volets. Chaque crochet est articulé dans un palier constitué d'un tube en plastique intégré dans l'épaisseur du bord de fuite de la partie centrale de l'aile. La pose des charnières et des guignols de commande est identique à celle décrite pour les gouvernes de direction et de profondeur.

QUELQUES INSTALLATIONS PARTICULIÈRES

Stabilisateur pendulaire. Ce type de stabilisateur est principalement installé sur les modèles de planeurs; il ne comprend pas de gouverne de profondeur. La variation de l'incidence du plan hori-

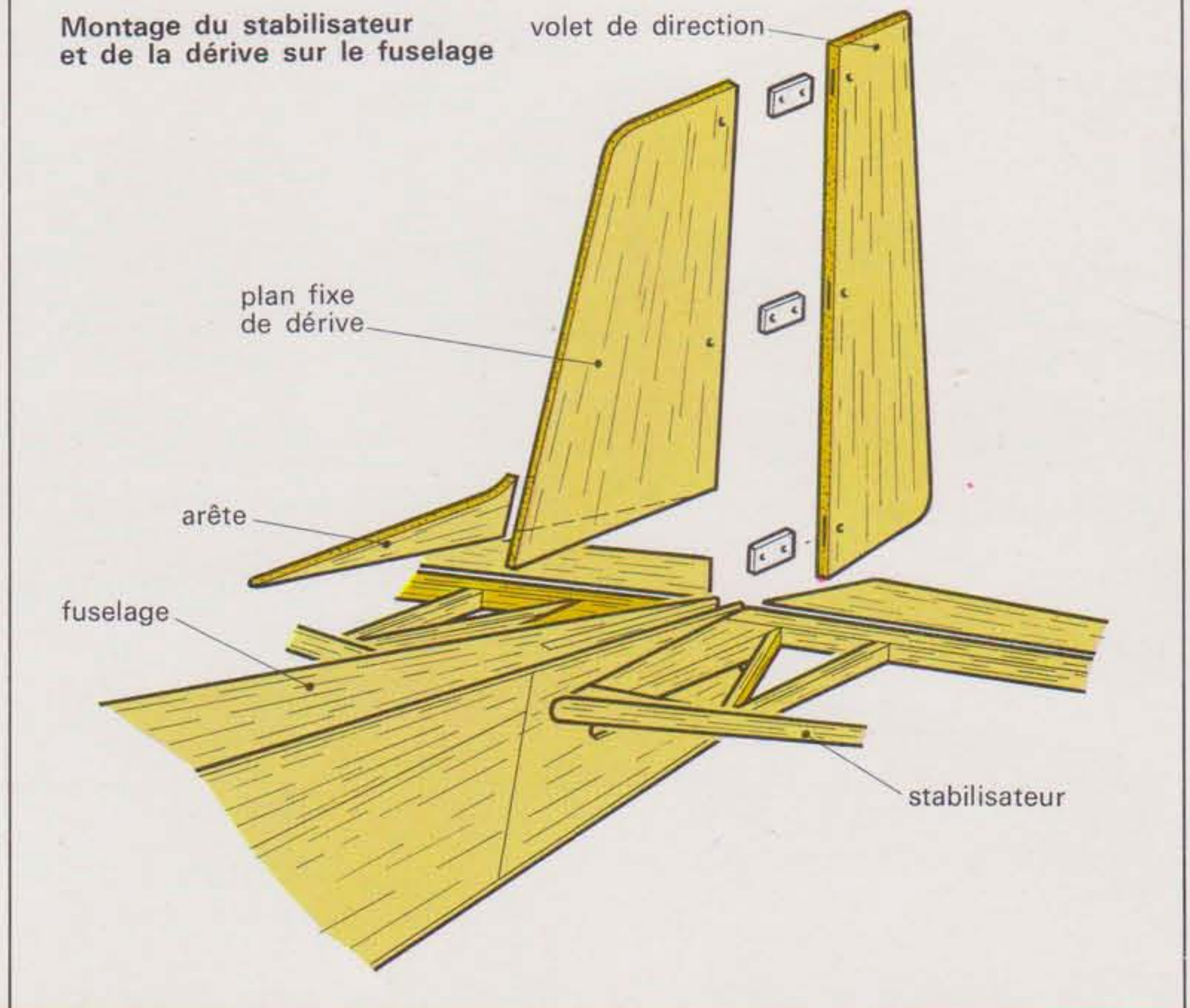
Détail de l'articulation d'un volet d'aileron full-span.

3



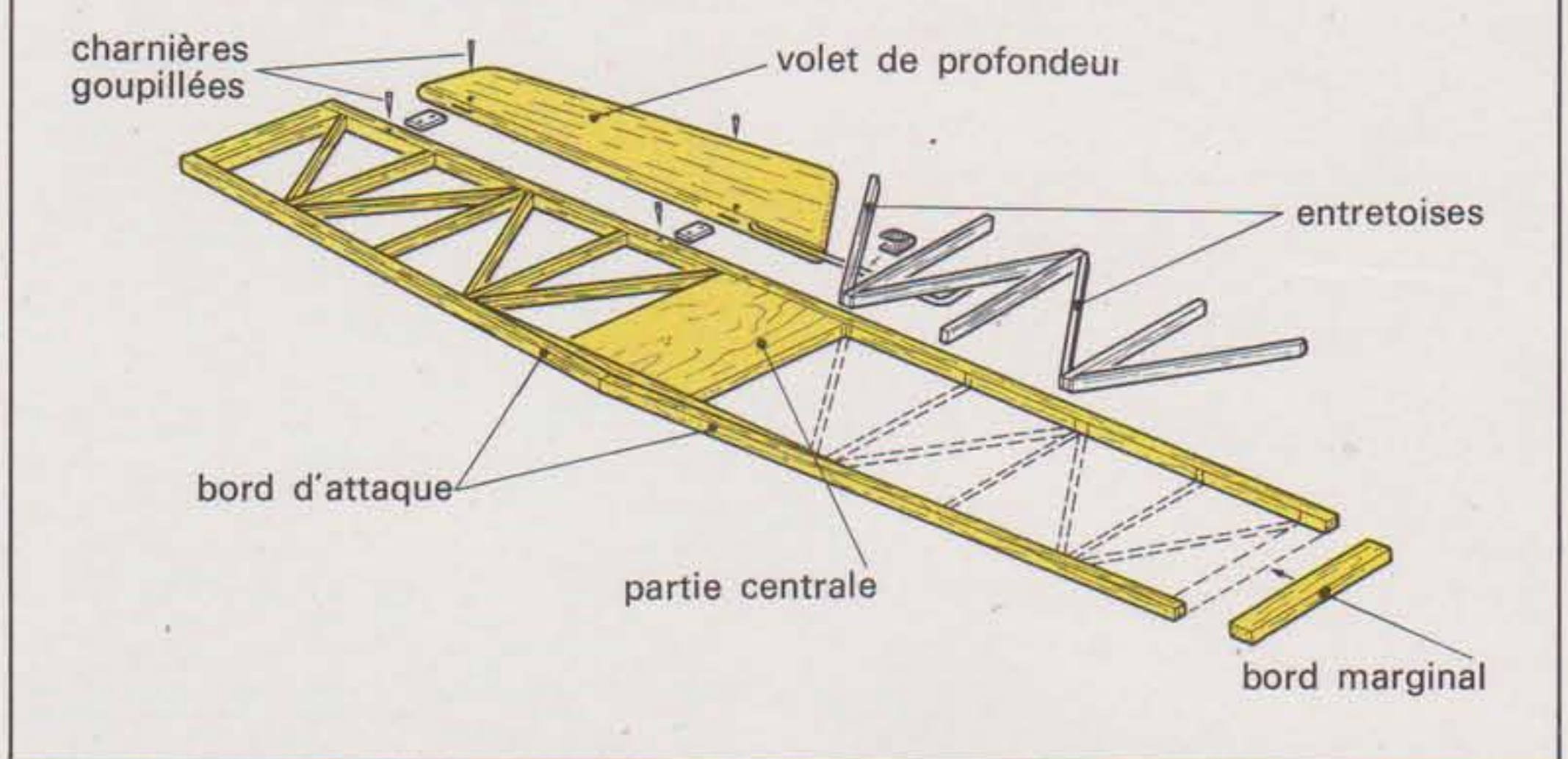
Montage du stabilisateur et de la dérive sur le fuselage

4



Construction d'un stabilisateur en structure

5

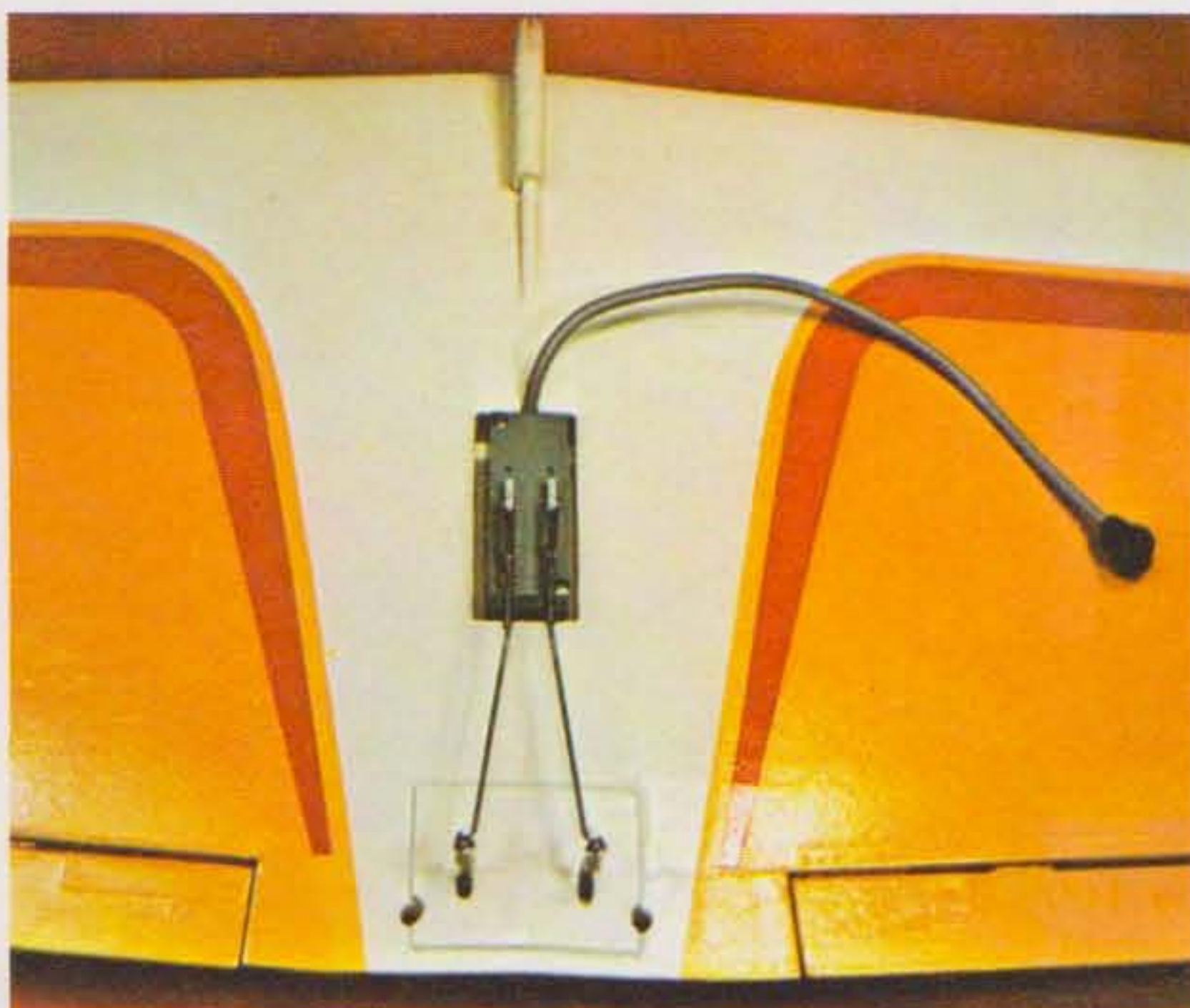
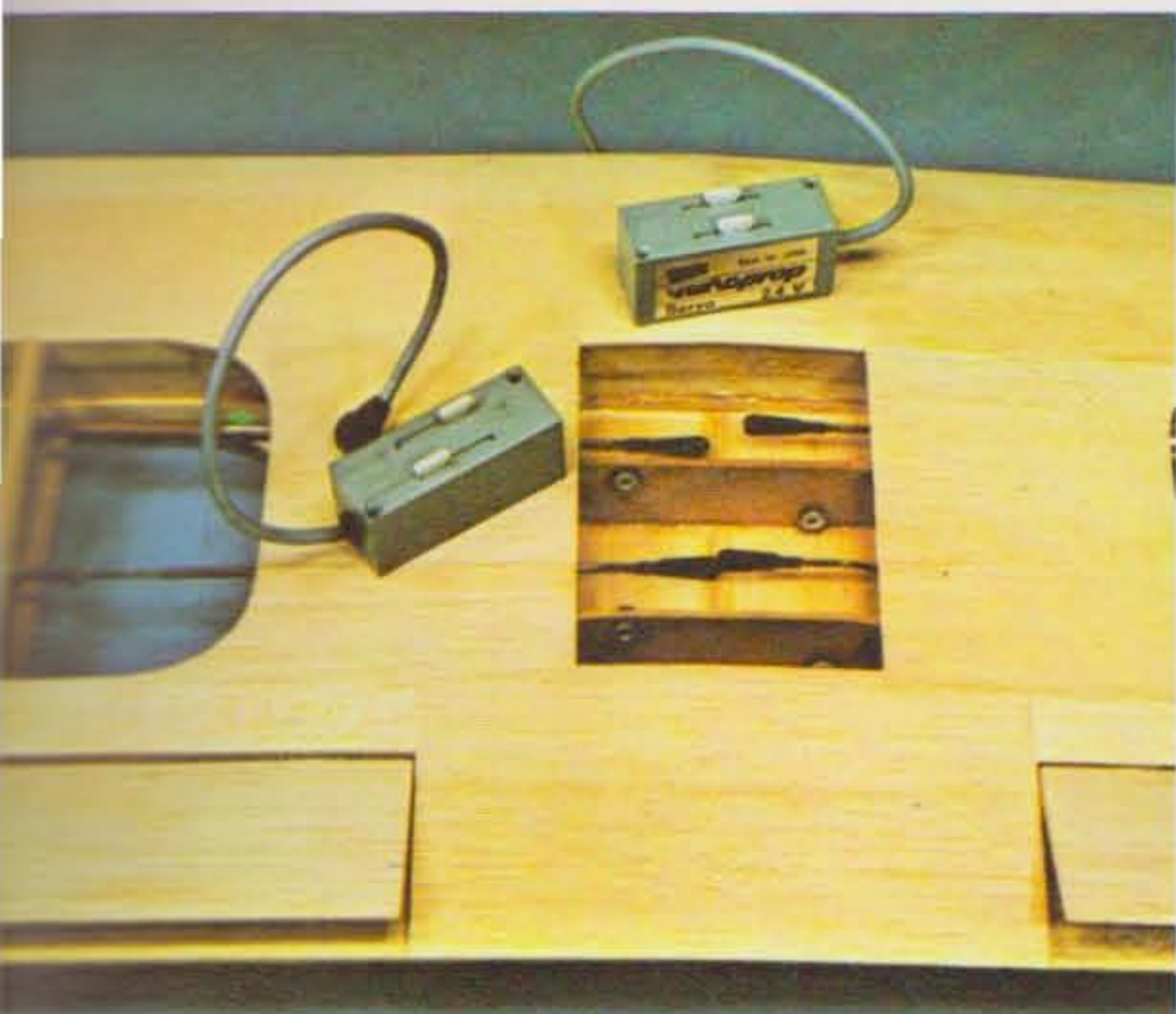


Ci-contre : aileron conventionnel ou « encastré » ; noter l'installation du palonnier de renvoi et des tringleries.

Ci-dessous : installation du servo dans la partie centrale de l'aile, ici un deuxième servo est prévu pour les volets d'atterrissage.

Ci-dessous, à droite : installation du servo de commande dans la partie centrale de l'aile pour les ailerons type « full-span » ; remarquer la commande directe par l'intermédiaire de courtes tringleries réglables.

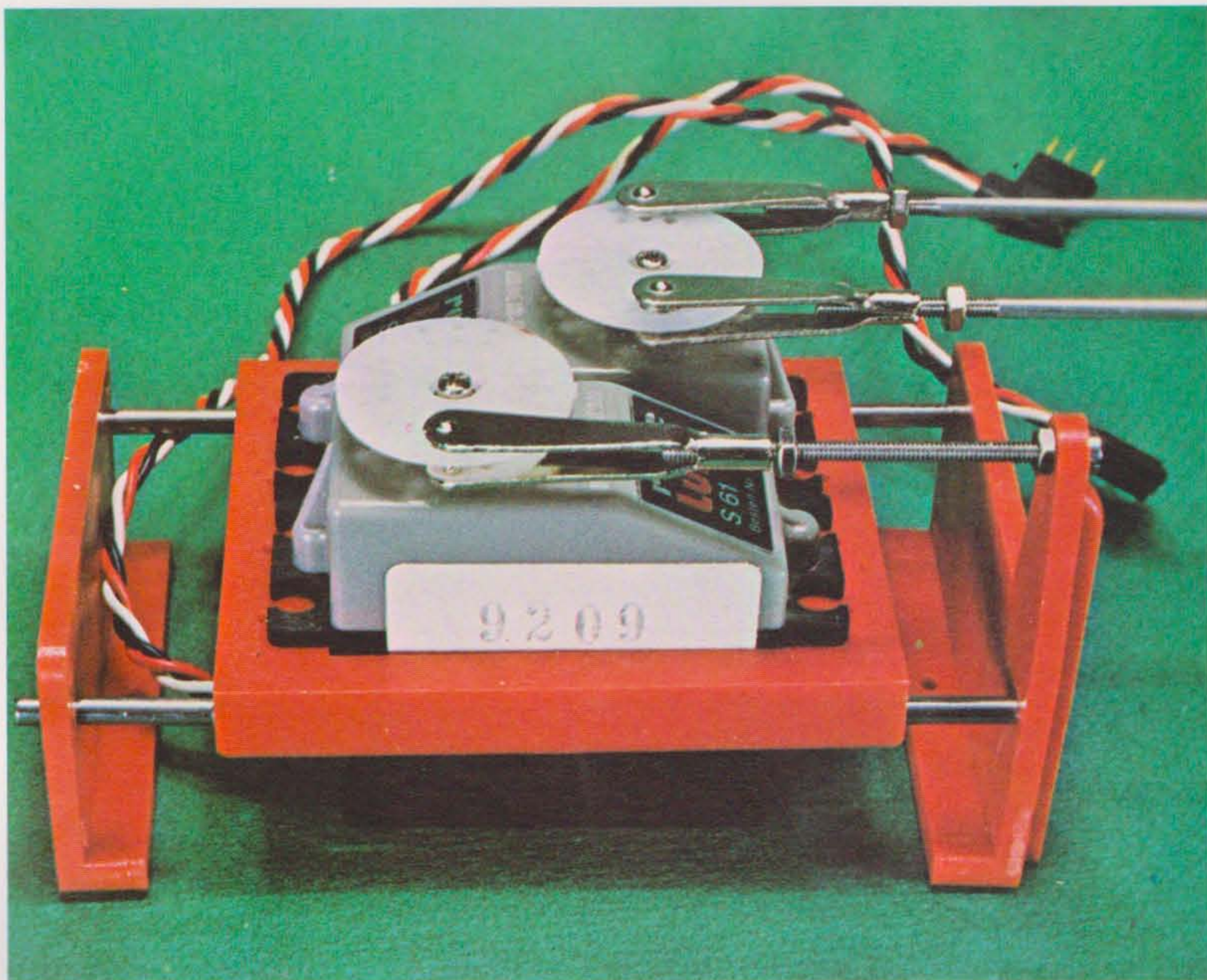
En bas : stabilisateur pendulaire ; au premier plan, le palonnier de commande à 110° et la tringlerie montés à l'intérieur du fuselage (fabrication Graupner).



zontal entièrement mobile remplit cette fonction. Chaque demi-stabilisateur est rapporté de part et d'autre du fuselage ou de la dérive ; il peut également être disposé sur le sommet de cette dernière (cette configuration est appelée « empenage en T »). La commande de variation d'incidence du stabilisateur est de faible amplitude en raison de l'importance de l'effet produit sur l'action de la profondeur. Elle est assurée par un palonnier spécial formant un angle de 100°. Le bras le plus court du palonnier comprend deux perçages traversés par les broches de jonction en corde à piano, qui réunissent les deux moitiés du stabilisateur ; le perçage avant forme palier pour le pivotement du palonnier.

L'ensemble est installé dans la partie arrière du fuselage ou dans l'épaisseur du plan fixe de la dérive ; la tringlerie de commande de profondeur est connectée sur le bras le plus long du palonnier. L'angle





de 100° formé par les deux bras permet d'obtenir une plus grande amplitude de débattement positive, qui est la plus utilisée au cours du pilotage. Chaque demi-stabilisateur est simplement glissé et forcé sur les broches de jonction pénétrant dans les tubes en laiton intégrés dans la structure. (Le profil d'un stabilisateur pendulaire est du type biconvexe symétrique.)

Dispositif de couplage des commandes. Il existe un autre type d'empennage appelé « empennage en V », ou « empennage papillon », caractérisé par l'absence de dérive verticale. Les deux plans stabilisateurs sont disposés selon un V de 110°; lorsque les gouvernes sont commandées dans le même sens on obtient l'action de profondeur; lorsqu'elles sont commandées en sens inverse, on obtient l'action de direction. Il est donc nécessaire d'installer un mécanisme de couplage des commandes pour les servomécanismes afin d'actionner simultanément les deux fonctions. L'un des dispositifs les plus efficaces est le méca-

nisme de couplage Robbe; il est constitué d'un bâti à assembler avec des pièces en fibre de verre renforcée de Nylon. Les deux servos sont montés sur un support à glissière; sur l'un des servos sont connectées les tringleries de commande reliées aux gouvernes. Le mouvement de ce servo entraîne un déplacement opposé des tringleries pour actionner la commande de direction. Le disque du second servo est relié par une courte tringlerie au bâti du mécanisme. Son mouvement entraîne le déplacement du support à glissière, donc le sien et celui du servo sur lequel sont connectées les tringleries de commande qui se déplacent alors dans le même sens pour actionner la commande de profondeur.

Ce dispositif est également utilisé pour les ailes volantes, sur lesquelles les ailerons ont une action commune pour les fonctions de direction et la profondeur; selon leur débattement opposé ou simultané, ils sont alors appelés « élévons ». Le principe de mixage des fonctions est strictement identique.

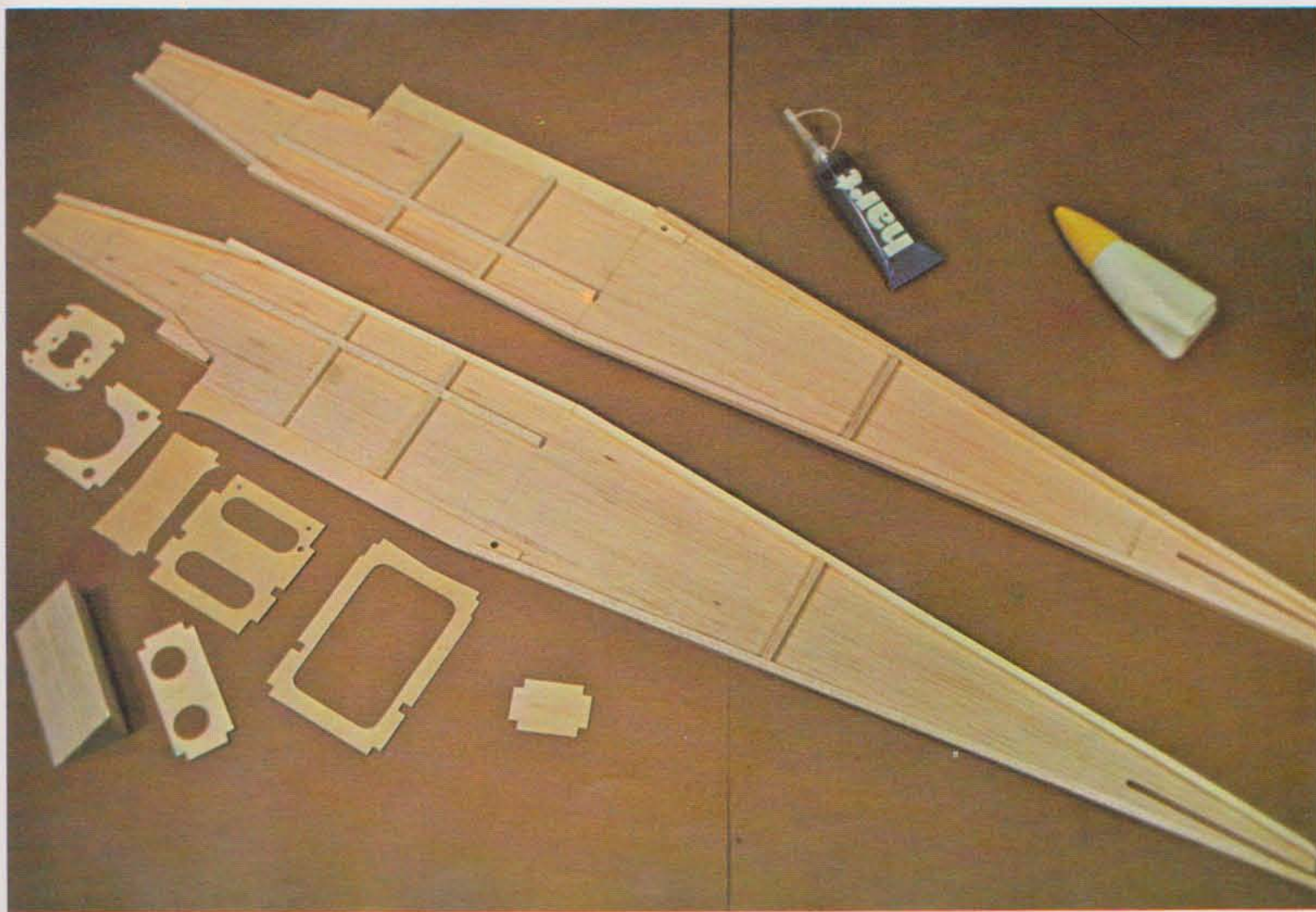
Mécanisme de couplage direction-profondeur (ou élévons). Le servo au premier plan actionne le déplacement du support à glissière (action de profondeur). Le deuxième servo actionne les tringleries en sens inverse l'une de l'autre (action de direction, fabrication Robbe).

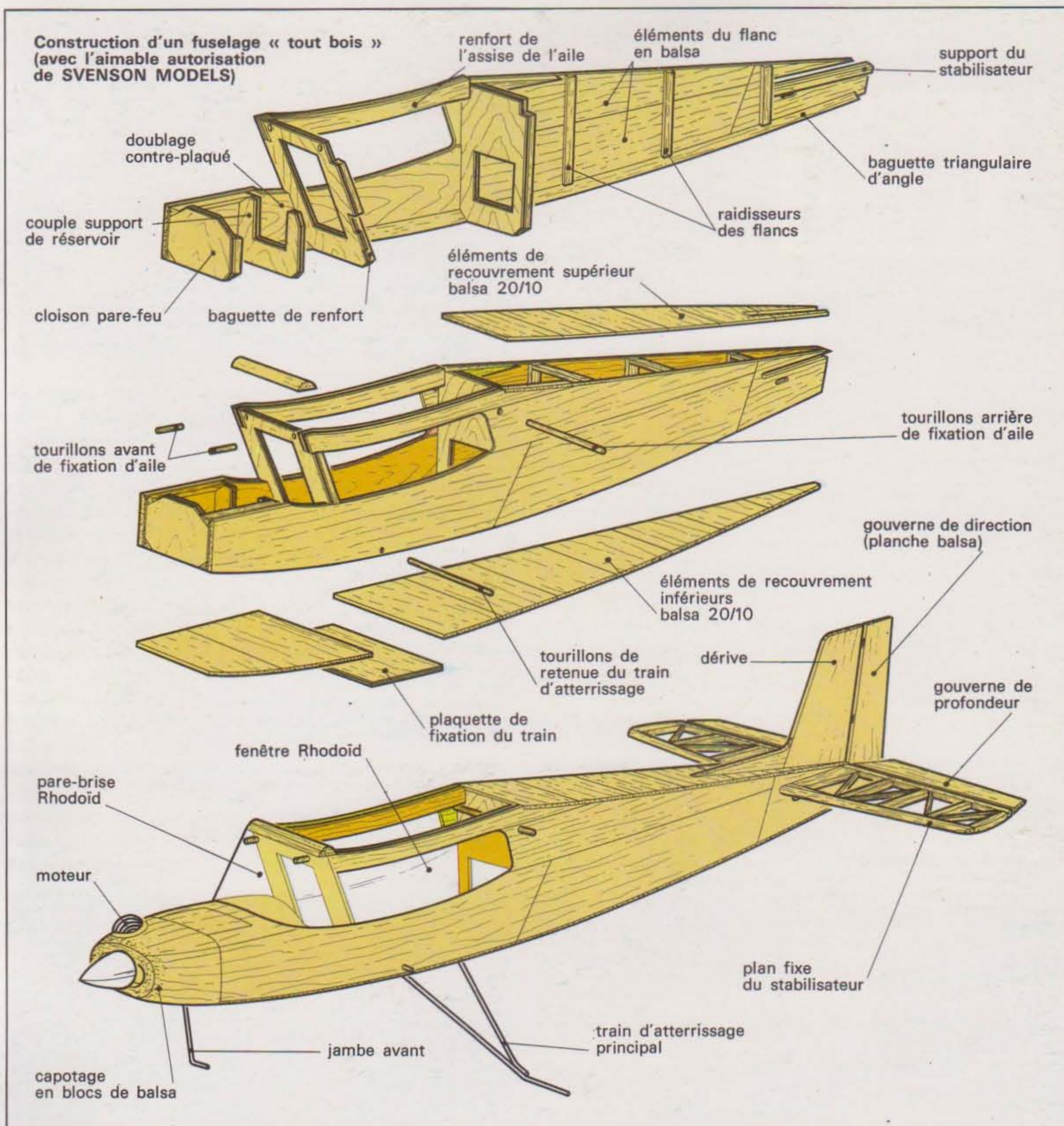
Fuselages

Les fuselages des modèles réduits d'avions furent pendant très longtemps constitués d'un treillis de base composé de longerons et d'entretoises en baguettes de balsa. Chaque flanc du treillis était assemblé à plat sur le plan, puis on montait une seconde pièce directement sur la première pour obtenir une rigoureuse symétrie. Les deux flancs du treillis étaient ensuite réunis par des entretoises et des couples, enfin on rapportait des habillages divers selon la forme et la section du fuselage à obtenir. Une telle construction était très légère, mais relativement fragile; par exemple, sur un modèle à moteur caoutchouc, la rupture de l'écheveau entraînait la plupart du temps la destruction de la structure du fuselage... Pour les avions de vol circulaire, puis ensuite pour les

modèles radiocommandés, on en vint rapidement à une construction réalisée en planches de balsa; on perdait en légèreté, mais on gagnait en solidité, qualité indispensable pour que la cellule puisse résister aux efforts transmis par le moteur et au poids de l'équipement à transporter. Cette construction appelée « tout bois » est relativement simple à réaliser. Le fuselage des modèles de début en R/C est généralement constitué d'une simple « caisse » composée de deux flancs assemblés sur des couples et coffrée dessus-dessous. Il est cependant possible, en partant de cette caisse, de rapporter des habillages divers pour donner une forme ou une section plus aérodynamique, la partie supérieure pouvant par exemple être constituée de faux couples de section arrondie, recouverts ensuite

Ci-dessous : découper les deux flancs et tous les couples et renforts en balsa et en contre-plaqué, poncer soigneusement toutes les pièces. Coller sur la face interne de chaque flanc les longerons, les entretoises et les pièces de renfort.

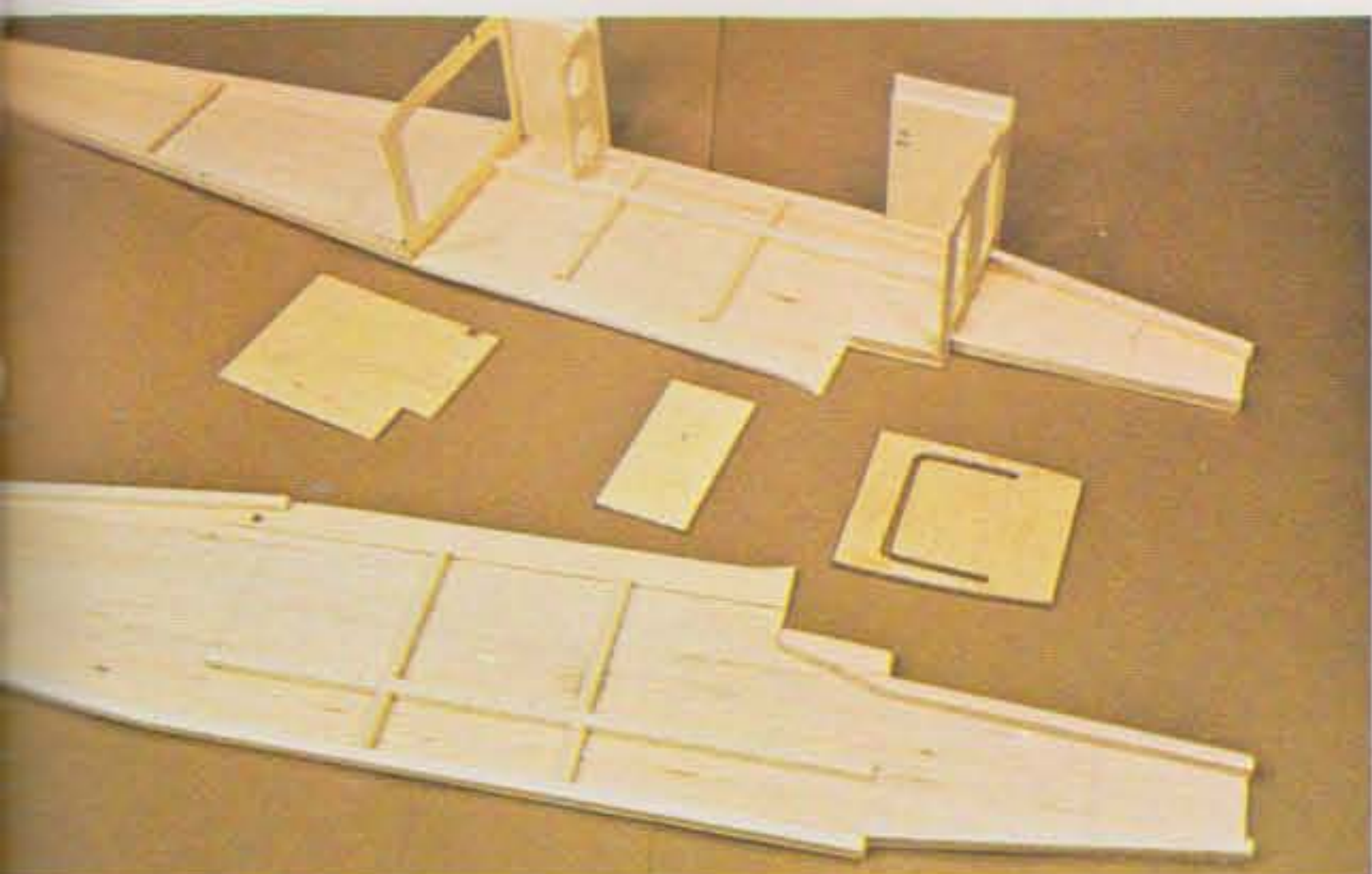




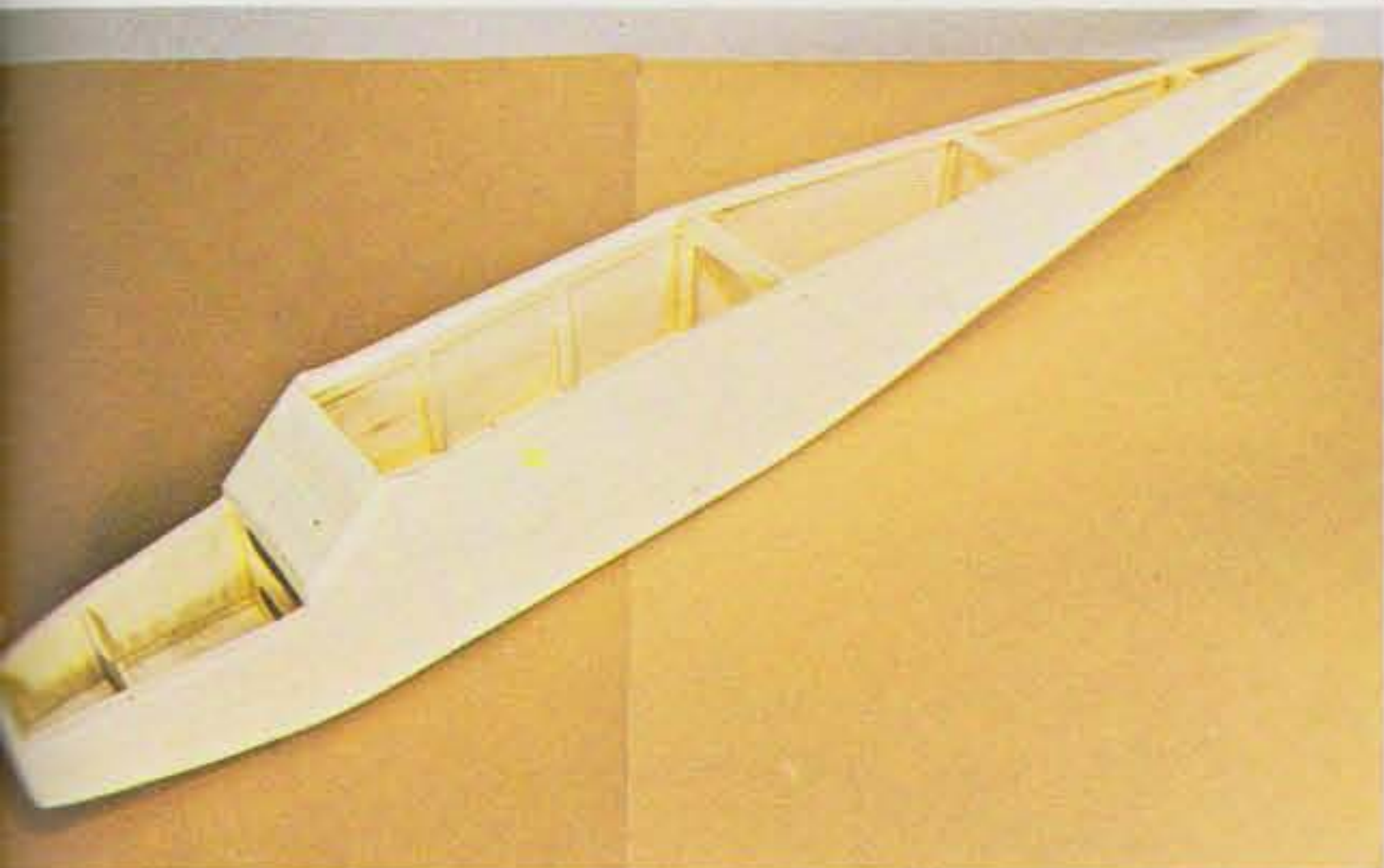
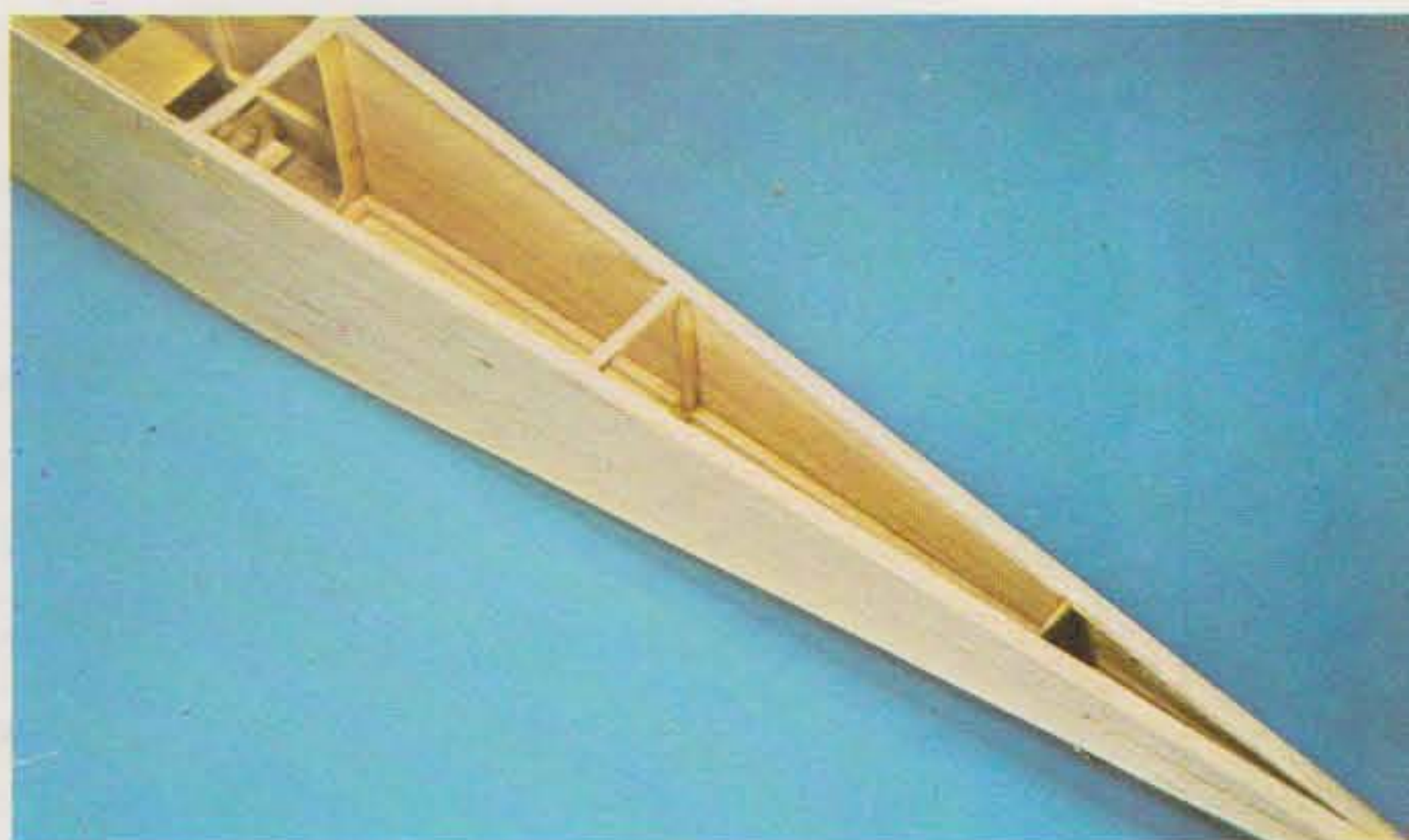
Page 81. De gauche à droite et de haut en bas : 1) coller contre le flanc droit les couples principaux en veillant à ce qu'ils soient bien perpendiculaires. Remarquer au premier plan les détails des renforts du flanc gauche ; 2) coller le flanc gauche sur les couples déjà assemblés sur le flanc droit, serrer l'extrémité arrière

avec une pince à linge et ajouter les entretoises. Veiller au parfait alignement de l'ensemble en se référant à la vue supérieure du plan ; 3) serrer maintenant la partie avant des flancs et coller les couples complémentaires et le couple avant. Le pare-brise est façonné dans un bloc de balsa, collé sur le maître couple et poncé en forme. Veiller au bon alignement de l'ensemble ; 4) poursuivre par l'installation intérieure du fuselage selon le type de propulsion et l'équipement R/C prévu. Sur cette vue, on aperçoit les planchers supportant le récepteur et l'un des servos. On collera ensuite

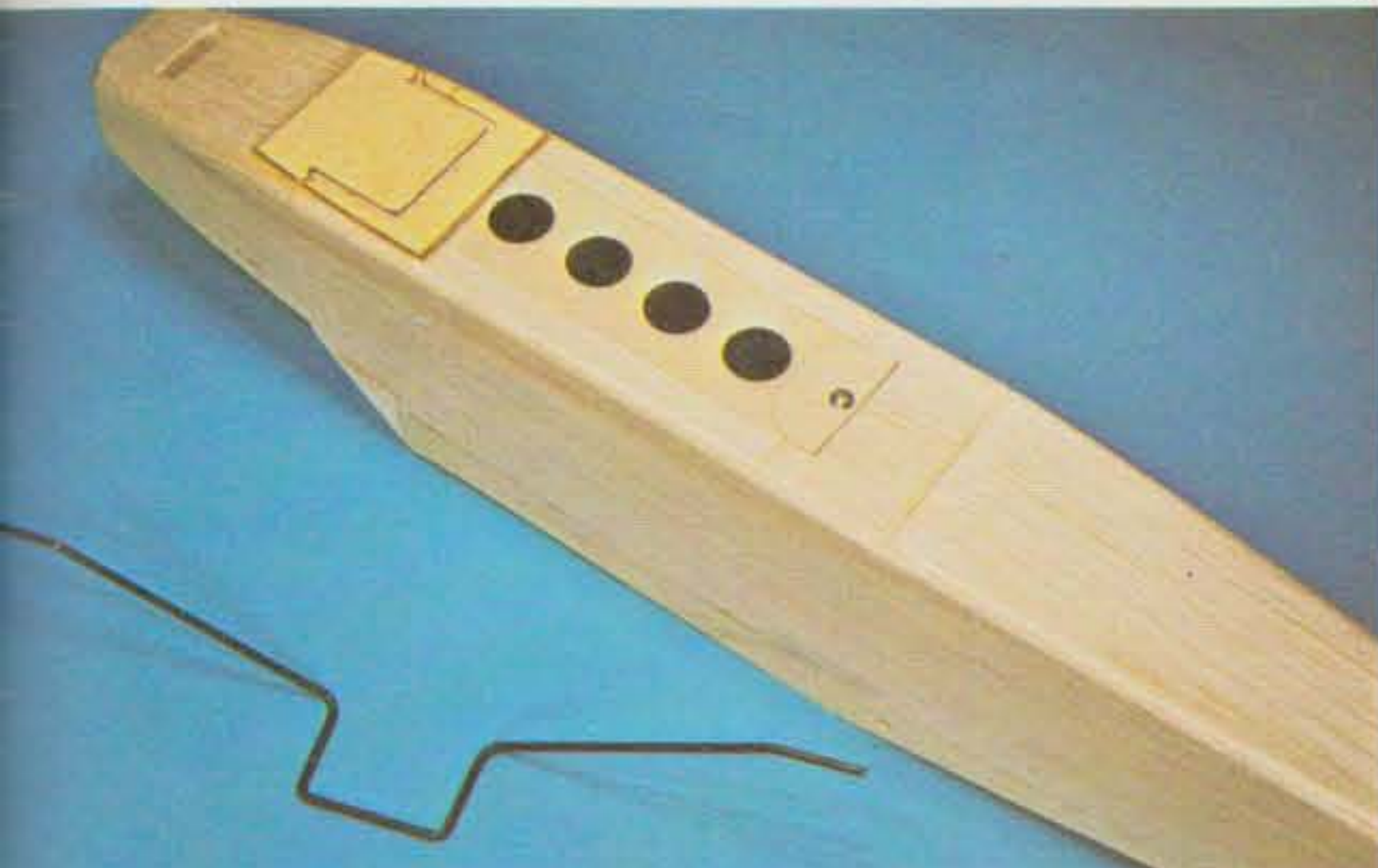
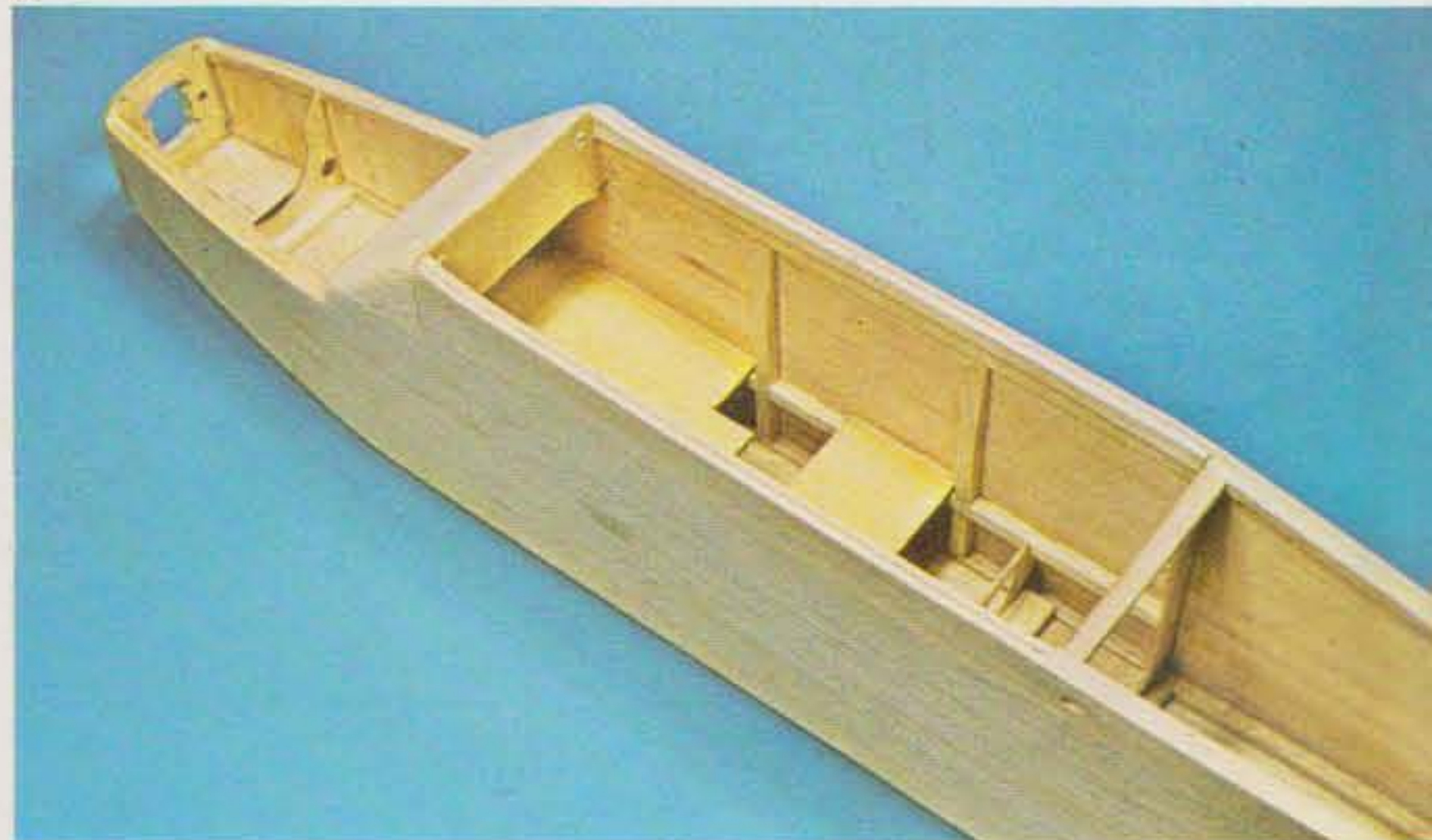
les gaines extérieures des transmissions de direction et de profondeur dans la partie arrière du fuselage ; 5) recouvrement du dessous du fuselage, installation du panneau amovible avec aérations pour l'accès à l'accu de propulsion (version à propulsion électrique). Collage du support rainuré pour le train d'atterrissage en corde à piano ; 6) finition du fuselage : pose des supports pour la platine des servos, façonnage du capotage supérieur amovible et fixation provisoire du train d'atterrissage et des roues (construction du fuselage du modèle Robbe « Parat », en version à propulsion électrique).



1 2



3 4



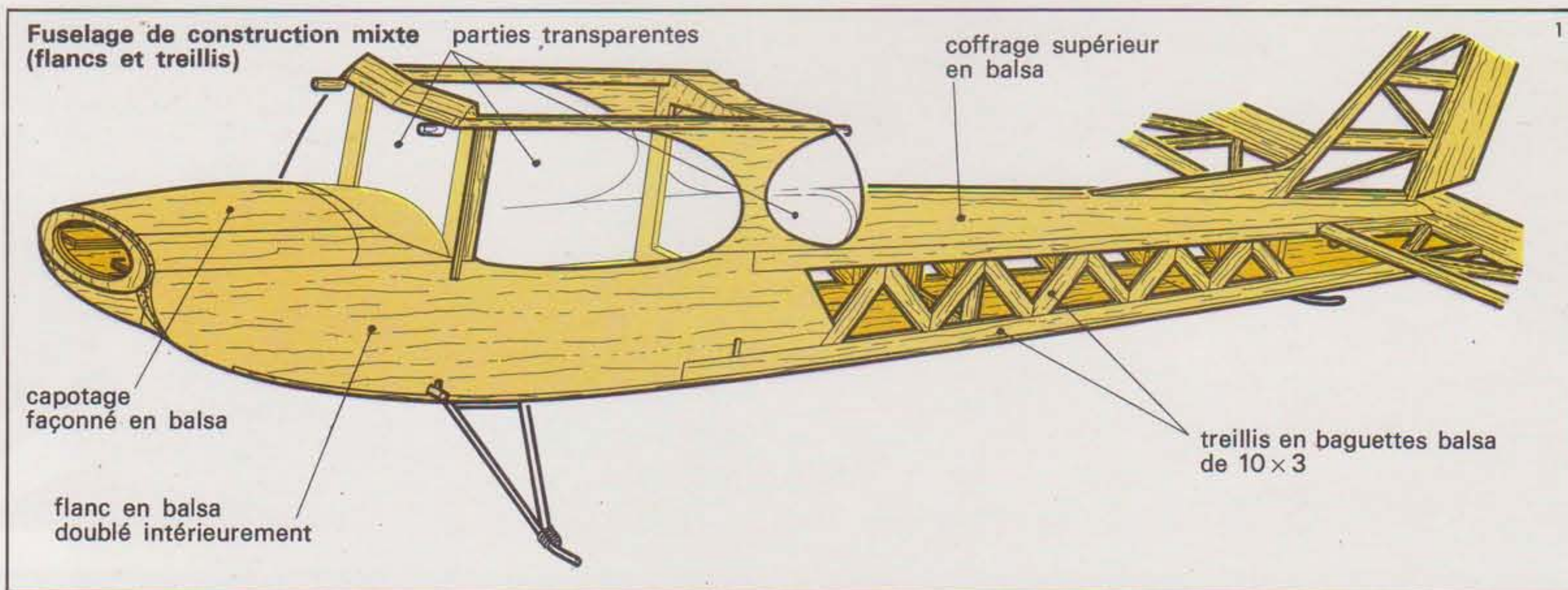
5 6



par des lisses ou par un coffrage. Sur la majorité des modèles d'« apprentissage » ou de transition R/C, le fuselage présente une section rectangulaire, simplement arrondie au niveau du capotage du moteur dont le cylindre est laissé le plus souvent à l'air libre pour éviter des formes de capotage compliquées et assurer un bon refroidissement. La planche A représente la construction type d'un fuselage « tout bois », d'une forme simple mais dont les lignes générales ont une certaine élégance (avion « Sundancer » de Svenson Models). On remarque que les flancs sont constitués de plusieurs pièces préalablement assemblées à plat sur le chantier ; ils sont doublés intérieurement par

un renfort constitué d'une découpe en contre-plaqué mince (15 à 20/10), partant du couple avant jusqu'à l'arrière de la cabine. Les deux flancs sont ensuite réunis par une série de couples donnant la section du fuselage, le dessus et le dessous sont recouverts par une série de planchettes, les fibres du bois étant disposées transversalement pour faciliter leur cintrage. Sous le fuselage, au niveau de l'attache des jambes principales du train, le recouvrement est en contre-plaqué. Le capotage du moteur est entièrement façonné dans des blocs de balsa. Le pare-brise et les fenêtres de la cabine sont découpés dans du Rhodoïd transparent. Il existe des constructions de fuse-

lage encore plus simples, où bien souvent les vitrages de la cabine, qui apportent toujours une certaine faiblesse dans la structure, sont purement et simplement supprimés. Les flancs du fuselage n'ont ainsi aucun relief. Le pare-brise est représenté par un bloc de balsa façonné et les parties transparentes sont imitées extérieurement par une décoration appropriée à la peinture, ou par des éléments découpés du film plastique thermorétractable. Il est évident que l'esthétique y perd beaucoup, mais on gagne en solidité et en facilité d'installation de l'équipement à l'intérieur du fuselage, qui est d'autre part plus robuste. De toute façon, la conception d'un avion pour débutant



implique d'autres préoccupations que le souci de l'esthétique. La simplicité et la robustesse de la construction, la facilité d'accès à l'équipement et les qualités de vol sont primordiales.

Il existe encore bien d'autres types de construction du fuselage, mais, ainsi que nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre précédent, il est impossible de toutes les mentionner ici. Chaque forme de fuselage nécessite un type de construction particulier. Il suffira de se référer au plan et aux indications de la notice de montage si l'on travaille à partir d'une boîte de construction, les principes d'assemblage étant toujours les mêmes.

Pour illustrer notre construction par l'image (planche d'illustrations B), nous avons choisi un modèle de fuselage très simple, celui du « Parat » de la marque Robbe, un petit modèle de début pouvant être propulsé par un moteur de 1,5 à 2,5 cm³ ou recevoir un équipement de propulsion électrique. C'est dans cette dernière version que nous l'avons réalisé, et nous reviendrons sur la propulsion électrique dans le chapitre consacré à ce sujet. Enfin, les autres photographies illustrant ce chapitre montrent quelques points particuliers de construction et d'aménagement donnés à titre d'exemple, ainsi que d'autres structures de fuselage (voir fig. 1 et 2).

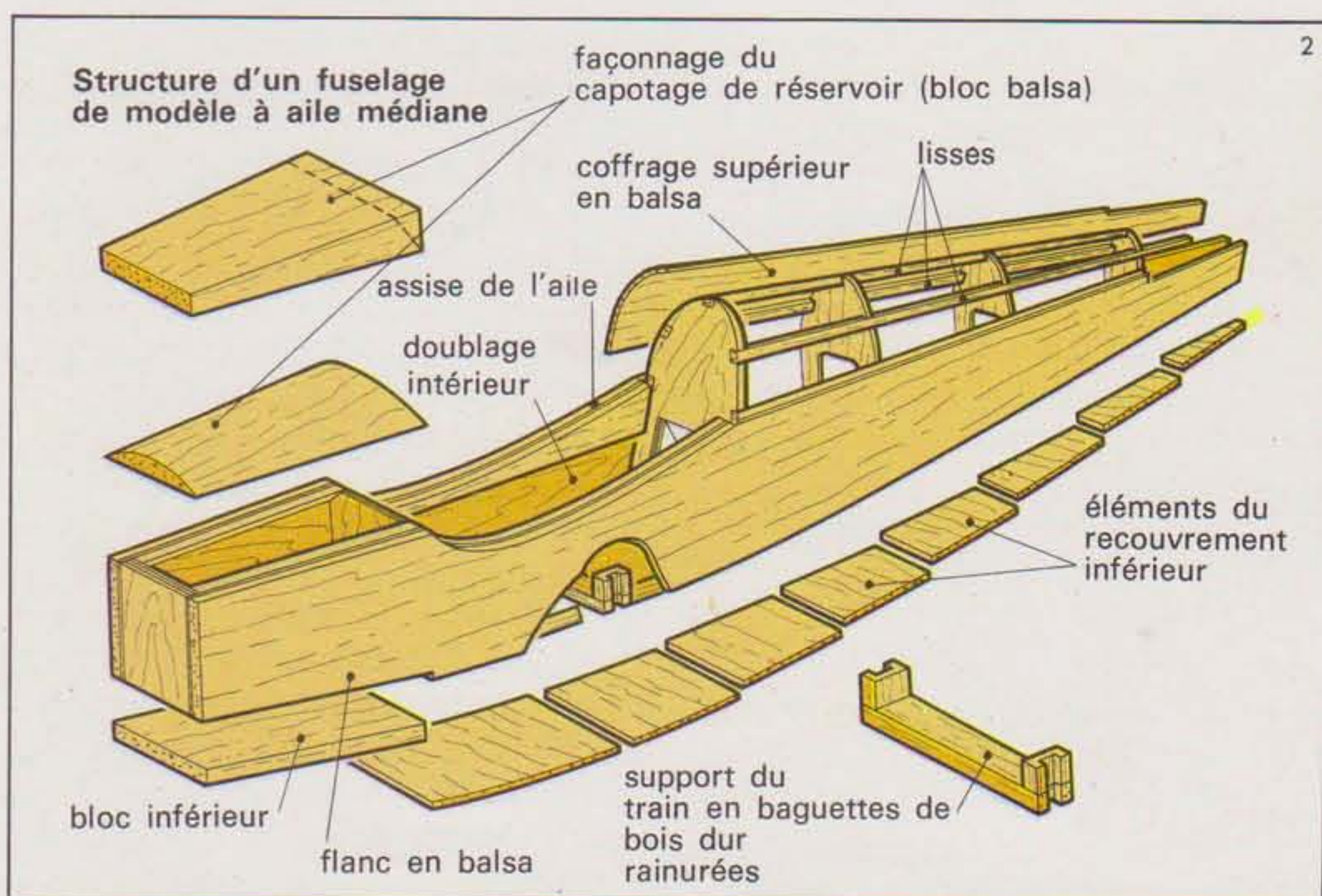
Installation du moteur

Précisons tout d'abord qu'avant de commencer la construction du fuselage d'un modèle, il conviendra de prévoir le type de moteur qui y sera installé ainsi que l'équipement R/C que l'on choisira. Il faudra donc envisager les différents aménagements intérieurs du fuselage en fonction de ces éléments. Sur beau-

coup de plans fournis dans les boîtes de construction est indiquée l'installation d'un type particulier de moteur et d'équipement R/C (généralement diffusés par la même marque, exemple : Graupner, Robbe, etc.). Si l'on doit, pour une raison quelconque, utiliser un matériel différent de celui qui est conseillé, certaines modifications devront être apportées.

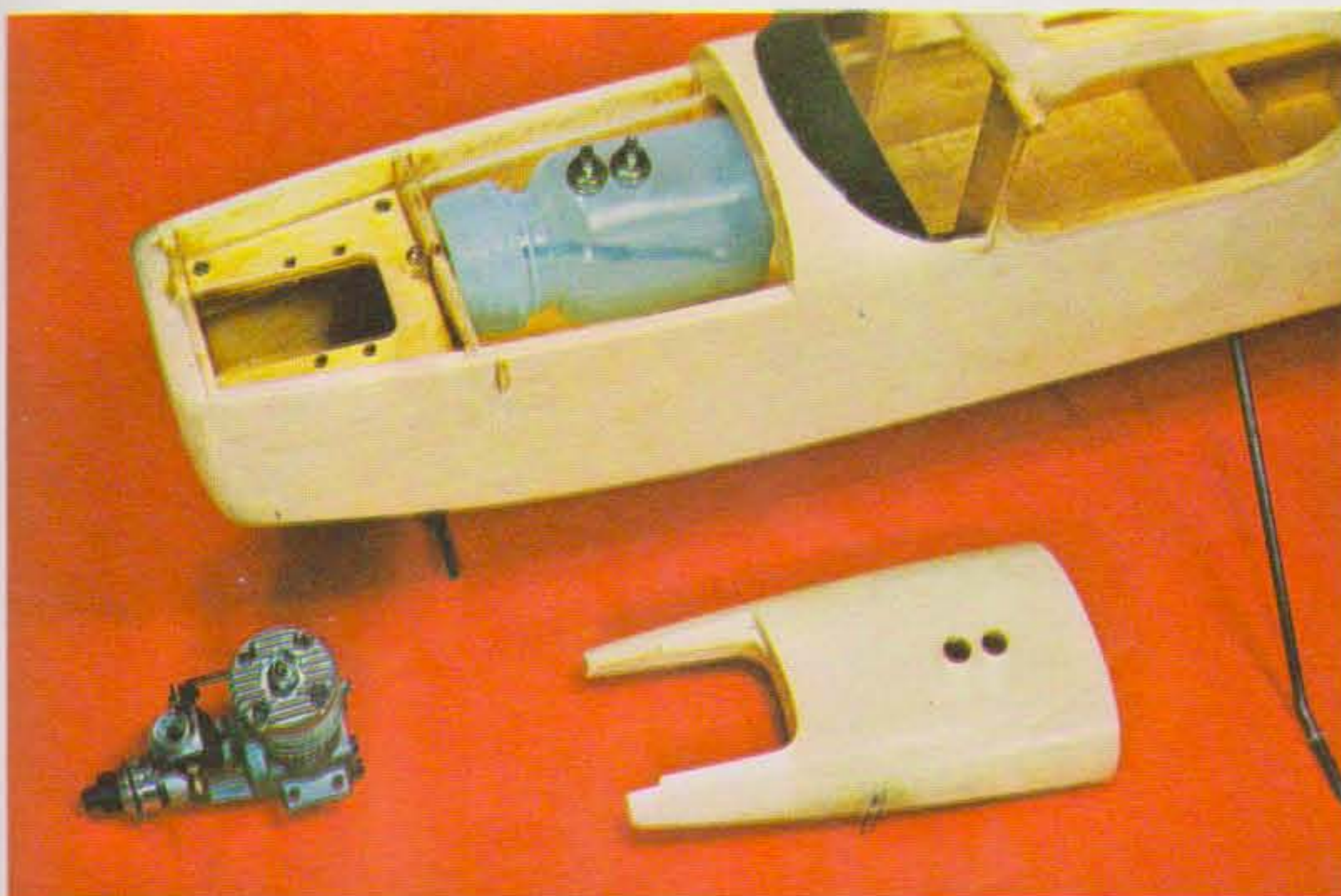
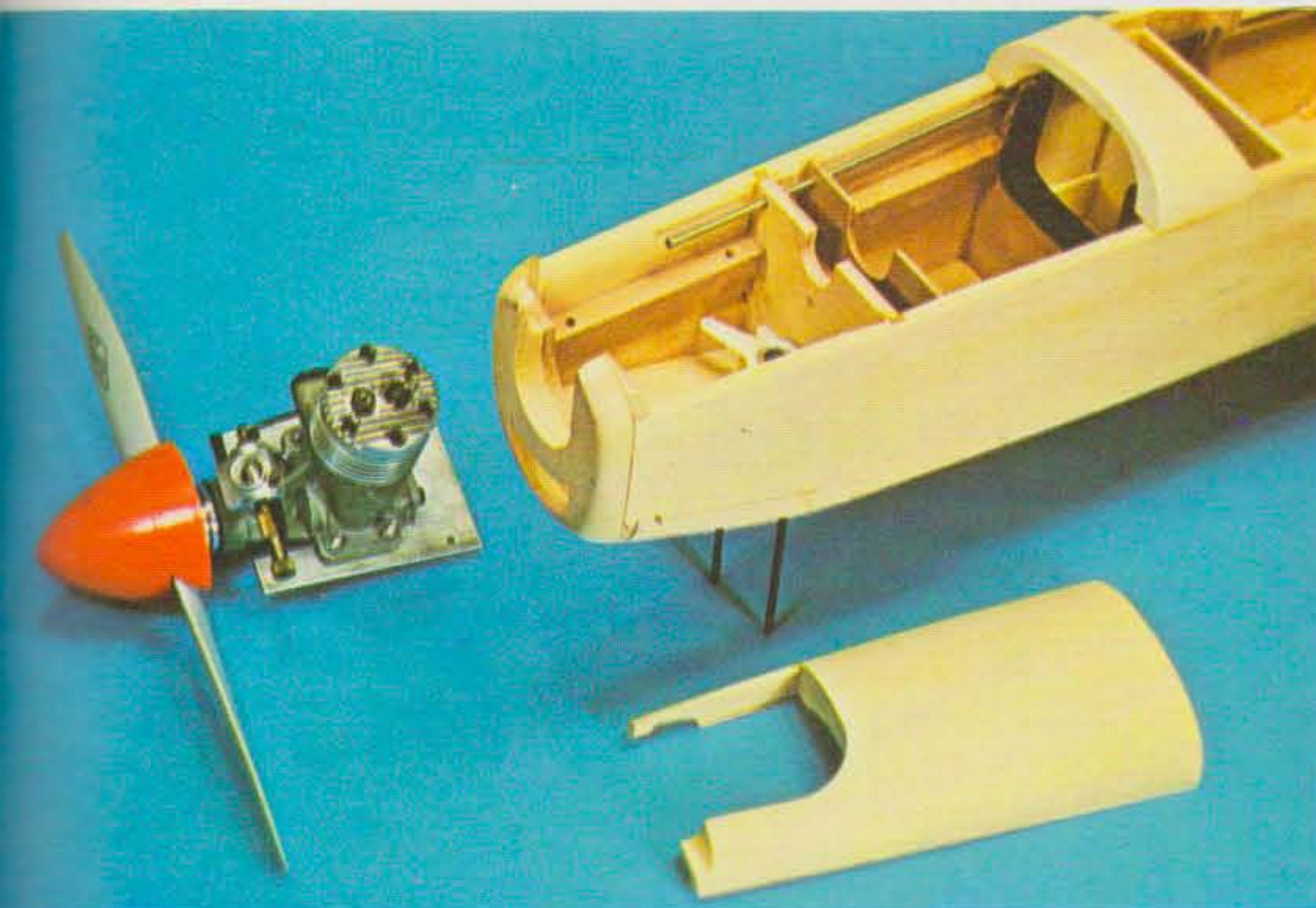
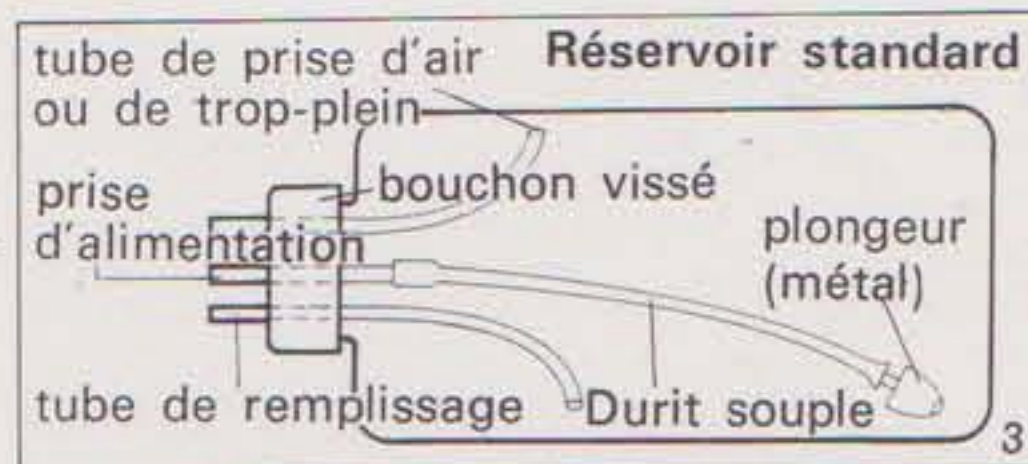
Le moteur est généralement supporté par un bâti constitué de deux longerons de hêtre de 10 x 10 mm, qui traverse les deux premiers couples en contre-plaqué du fuselage dans les encoches desquels ils sont collés à l'époxy. Le moteur peut être fixé directement sur les longerons ou sur une platine rapportée sur ces derniers. On peut prévoir une platine démontable pour un changement éventuel de moteur. Il existe aussi, parmi les accessoires R/C, des bâtis-moteurs en alliage léger ou en Nylon renforcé fibre de verre ; ils existent en différentes dimensions qui correspondent à toutes les cylindrées de moteur. Le bâti est alors fixé direc-

tement sur le couple avant du fuselage, alors appelé « cloison pare-feu », et découpé dans du contre-plaqué multiplis de forte épaisseur. Pour la fixation du moteur, il convient d'utiliser toujours des vis mécaniques, avec écrous et rondelles pour assurer un blocage très franc. On trouve dans les gammes d'accessoires une boulonnerie spéciale et variée avec des écrous Nylstop pour la fixation sur les bâtis en métal, des écrous à pointes assurant leur ancrage dans le bois lorsque ces derniers ne sont pas accessibles sous le bâti. Sur les bâtis en nylon renforcé de fibre de verre, le moteur peut être fixé à l'aide de vis spéciales à grand pas, du genre des vis Parker. Les perçages dans le bâti sont effectués au diamètre inférieur de celui des vis ; ces dernières sont ensuite filetées dans les perçages. Ce genre de fixation est très résistant et même moins sensible aux vibrations que celles que l'on effectue avec des vis mécaniques, mais en aucun cas il ne faut utiliser des vis à bois pour fixer un moteur sur un bâti en hêtre...





Assortiment de bâti-moteurs.
 Ci-dessus : assortiment de différents modèles de réservoirs R/C.
 Ci-dessous : fixation du moteur sur une platine démontable en dural.
 En bas : installation du réservoir.



Lors de la construction du bâti-moteur, ou de la pose de la cloison pare-feu le soutenant, on respectera les calages indiqués pour l'axe de traction. Certains calages de l'angle d'anticouple, et principalement celui de l'angle piqueur, peuvent paraître à première vue excessifs, voire inesthétiques vus sur un plan. Il convient cependant de les respecter scrupuleusement, car ils ont été déterminés en fonction de la configuration du modèle et de la puissance du moteur utilisé (voir page 52).

Installation du réservoir

La conception d'un réservoir spécial pour avion R/C nécessite quelques explications sur le principe d'alimentation. Il existe différents modèles de réservoirs de diverses capacités. La contenance d'un réservoir est fonction de la consommation, donc de la cylindrée du moteur. L'autonomie de vol moyenne à prévoir est d'environ quinze minutes pour un avion de débutant. Les réservoirs R/C sont moulés en matière plastique souple translucide. Ils peuvent être de section ronde, carrée ou à pan coupé (réservoir Sullivan) ; cette dernière configuration permet une réduction appréciable de l'encombrement. La figure 3 représente un réservoir standard, le bouchon étant muni de trois prises : une prise de remplissage, une prise d'air ou de « trop-plein » et une prise d'alimentation. Cette dernière est prolongée par une Durit pourvue d'un plongeur lesté se déplaçant par gravité à l'intérieur du réservoir et assurant l'alimentation constante du moteur, quelle que soit la position de vol du modèle.

Le réservoir doit être installé dans un compartiment séparé, et de préférence étanche, placé immédiatement derrière celui du moteur, à un niveau étudié par rapport à ce dernier. Une trop grande différence de niveau entre le réservoir et le carburateur du moteur peut provoquer soit un enrichissement, soit un appauvrissement de la carburation dans certaines configurations de vol ; il convient donc de réduire au minimum la différence entre les niveaux dans l'installation. La prise d'alimentation est raccordée au gicleur du carburateur par une Durit souple en nylon, en caoutchouc naturel ou au silicone (disponibles en sachet parmi les accessoires R/C). Les tubes de remplissage et de trop-plein doivent être

prolongés à l'extérieur du fuselage. Le réservoir sera calé dans son compartiment, et de préférence isolé des chocs et des vibrations ; il devra être accessible soit par l'intérieur du fuselage, soit par un capotage supérieur amovible. Il est déconseillé d'enfermer totalement le réservoir dans la structure du fuselage, une fuite est toujours possible, et en cas de choc le plongeur d'alimentation peut venir se coincer, par inertie, dans la partie avant du corps du réservoir. Il faut toujours avoir accès à ce dernier qui doit être bien immobilisé dans son logement (*fig. 4*).

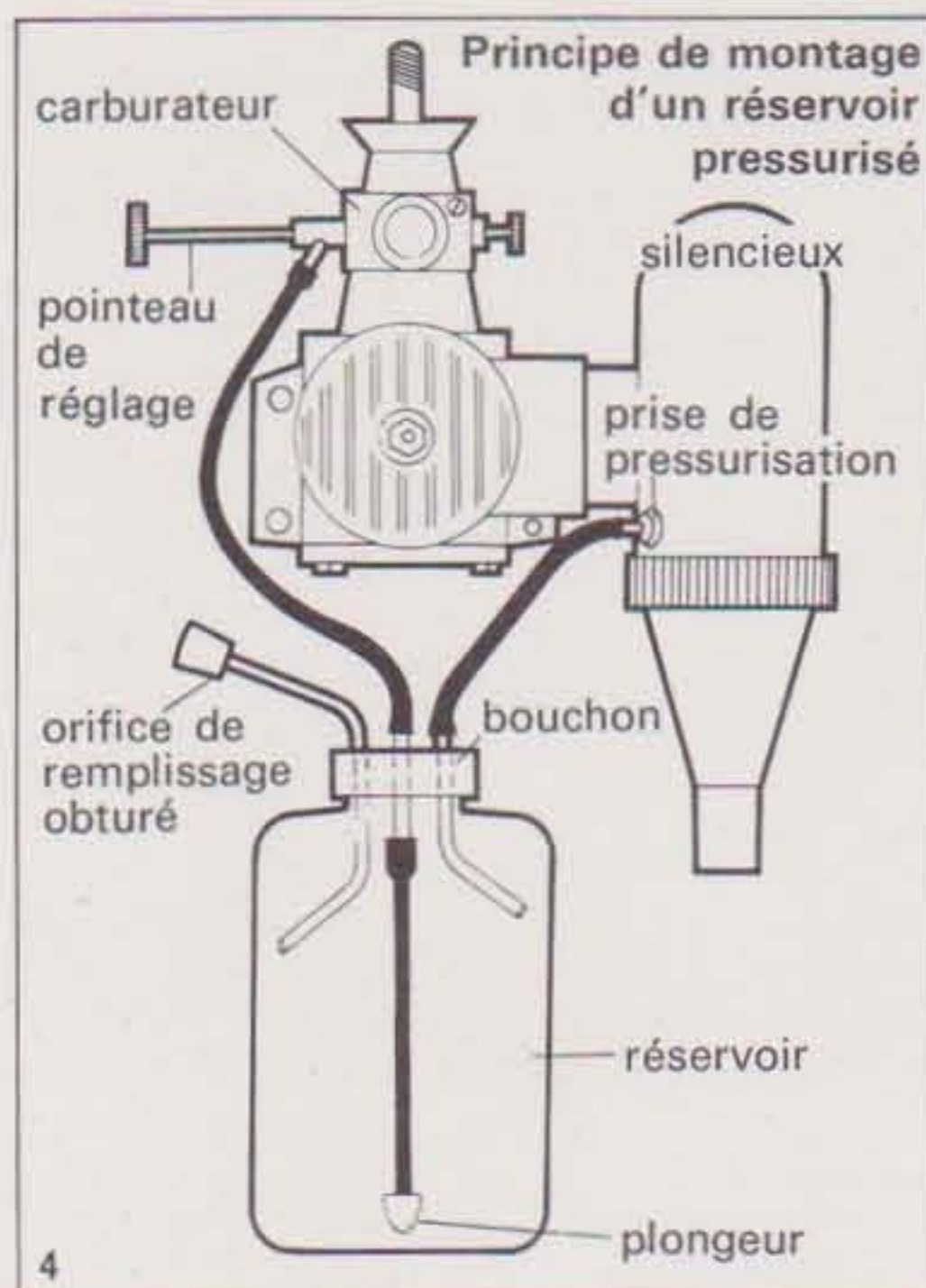
Après finition de la structure du fuselage, les compartiments du moteur et du réservoir seront soigneusement protégés contre les projections d'huile ou les fuites de carburant. On appliquera plusieurs couches de vernis antiméthanol ou de résine époxy liquide pour bien imperméabiliser le bois. Cette précaution évitera des infiltrations d'huile dans la structure et lui assurera une plus longue durée de vie.

Pressurisation du réservoir

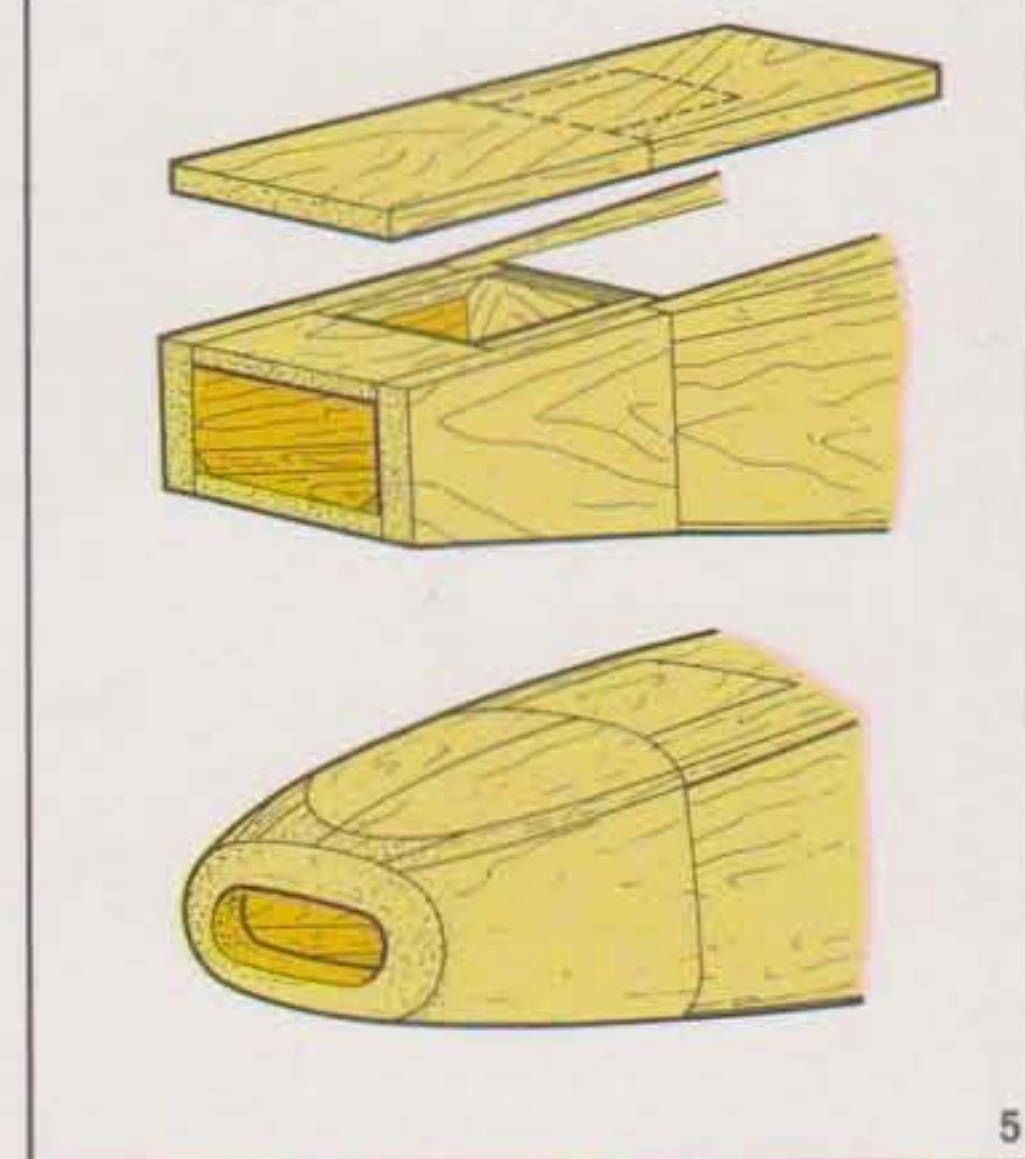
Ce dispositif est principalement installé sur les modèles de voltige pour régulariser la carburation dans toutes les positions de vol. Le système consiste à créer une pression dans le corps du réservoir pour forcer le carburant à pénétrer dans la Durit d'alimentation vers le carburateur, les prises de remplissage et de trop-plein devant alors être hermétiquement obturées. La pression peut être prise dans le carter de précompression du moteur, par l'intermédiaire d'un embout fileté dans le bouchon du carter. Lorsque le moteur est équipé d'un silencieux, le système le plus simple est de capter la pression dans le corps de celui-ci par le même moyen. L'avantage réside dans ce que la pression s'établit uniquement lorsque le moteur fonctionne, ce qui élimine les risques de noyage du moteur par une trop forte arrivée de carburant lors d'un démarrage difficile ; ce cas peut se produire si la pression est recueillie directement dans le carter du moteur.

Les capotages

Sur de nombreux avions pour débutant cette partie de la structure peut être supprimée, ou réduite à un simple entourage du compartiment moteur. Un capotage profilé améliore cependant l'esthétique



Séquences d'assemblage et de façonnage d'un capotage en balsa



Ci-contre : fixation du moteur en position couchée sur un bâti en Nylon renforcé en fibre de verre.

d'un modèle et cache en partie le moteur, dont seuls dépassent le haut du cylindre et la culasse. La forme du capotage diffère selon la position de montage du moteur. Il peut être vertical, à plat à droite ou inversé. La position inversée du moteur est à éviter sur les modèles pour débutant, les risques de noyage étant plus importants, le carburant pénétrant dans le culot de la bougie. Le montage du moteur en position verticale est le plus pratique, la position est sans inconvénient et permet d'affiner les lignes du capotage. Lorsque le moteur est entièrement enfermé dans le capotage, il faut prévoir des entrées et des sorties d'air suffisantes pour assurer un refroidissement efficace du cylindre. Le capotage est généralement constitué d'un assemblage de blocs de balsa façonnés et profilés comme le montrent les deux séquences d'assemblage de la figure 5. Des ouvertures sont ensuite percées pour le passage du cylindre du moteur, du pointeau de réglage du carburateur et pour la sortie de l'échappement ou du silencieux, si le moteur en est équipé. Les mêmes précautions sont à observer, en ce qui concerne

l'isolation du bois constituant le capotage, par l'application des couches de vernis ou de résine imperméables au carburant afin d'empêcher les infiltrations.

Dans certaines boîtes de construction, le capotage est fourni moulé en matière plastique A.B.S. ou en fibre de verre. Les seuls travaux à effectuer sont alors un simple ajustage de l'ensemble pour son raccordement sur la partie avant du fuselage et le façonnage des découpes selon le type de moteur employé. Ces matières résistent parfaitement à l'action corrosive du carburant, seules certaines précautions de préparation sont à prendre pour la peinture (dépolissage et apprêt de la matière).

Le train d'atterrissage

Cet accessoire doit être particulièrement étudié, et principalement sa fixation dans la structure, car c'est à elle que sont transmis tous les chocs. Il existe deux types de trains d'atterrissage : le train bi-roues conventionnel avec une béquille ou une roulette de queue et le train tricycle, composé de deux jambes principales et d'une jambe



avant dont l'orientation peut être conjuguée avec celle de la gouverne de direction pour effectuer des manœuvres au sol. On trouve de nombreux modèles de train d'atterrissage parmi les accessoires pour avions R/C, ainsi que des jambes avant fixes ou orientables, adaptables à toutes les dimensions de modèles. Les jambes de train sont maintenant fournies entièrement façonnées dans toutes les boîtes de construction, avec le matériel nécessaire pour la fixation. Voici l'énumération de quelques modèles de trains d'atterrissage simples et efficaces, avec leur système de fixation, illustrés par les photographies ci-contre.

En haut : exemple de moteur sans capotage; seul le compartiment du réservoir est fermé par un panneau amovible.
Ci-dessus, à gauche : un pylône-moteur pour motoplaneur, construction « tout bois ».
Ci-dessus : capotage moulé en matière plastique ABS pour semi-maquette; noter les entrées d'air et la sortie de l'échappement prolongé par un conduit débouchant sous le capot. La sortie d'air se fait par les ouïes latérales du capotage.
Ci-dessous, à gauche : montage d'un train à barre de torsion; au centre : train à rappel par élastique; à droite : train en Dural.

Train avec jambes en Dural. Ce modèle peut être adapté sur de nombreux types d'appareils en version bi-roues, ou comme jambes principales d'un train tricycle. Les jambes sont constituées par une lame de Dural d'une seule pièce façonnée en forme de U très ouvert. Les axes des roues sont formés par des boulons serrés avec un contre-écrou dans le perçage au bas de chaque jambe. Le train est fixé par quatre boulons traversant le fond du fuselage, renforcé à cet effet par une plaquette de contre-plaqué. L'inconvénient de ce train est son manque de souplesse dans le sens avant-arrière. Son adaptation est préférable pour les jambes principales d'un train tricycle sur lequel la jambe avant encaisse l'essentiel des chocs. Il faut noter que le train tricycle est le plus employé sur les modèles R/C; il assure un meilleur roulage au sol pour les décollages et évite également les capotages à l'atterrissage. Le train avec jambes en Dural peut être rapidement démonté en collant les écrous des vis de fixation au dos de la plaquette en contre-plaqué qui le supporte.

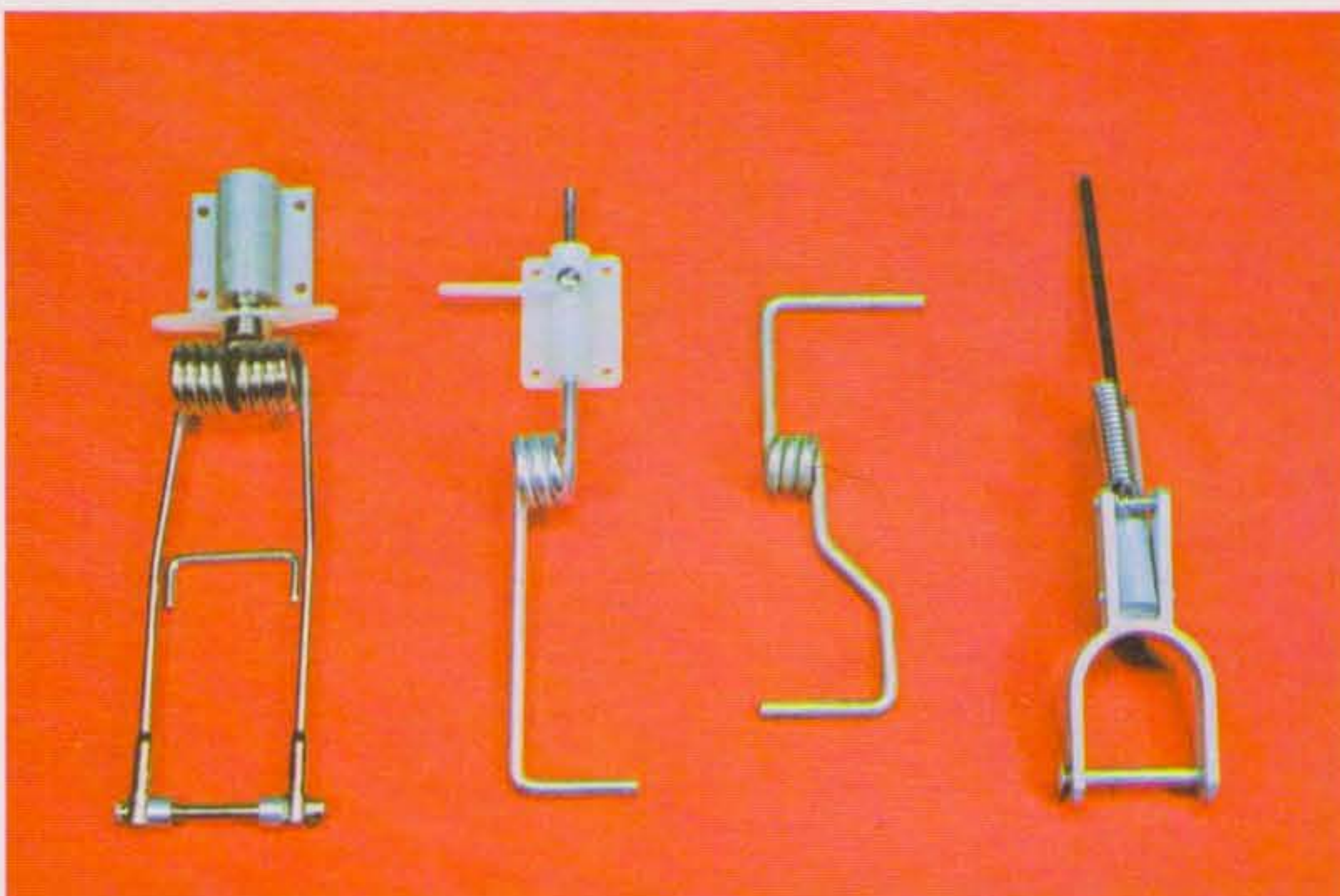
Train à barre de torsion. Ce modèle très couramment employé est adaptable sur tous les avions à aile haute ou à aile basse. Chaque jambe est façonnée en corde à piano très résistante de 3 à 4 mm de diamètre et comprend un double pliage. La partie horizontale est encastrée dans la rainure d'une baguette fraisée en bois très dur, intégrée dans la structure du fuselage (aile haute) ou dans l'intrados de l'aile (aile basse). L'extrémité recourbée sur une faible longueur est insérée dans un perçage vertical pratiqué à chaque extrémité de la rainure; cette partie immobilise la jambe dans le sens avant-arrière et fait effet de barre de torsion sur la partie horizontale. Sur les modèles à aile haute, les parties horizontales des jambes sont alignées côte



à côte dans la rainure où elles sont maintenues par de petites pattes en métal ou en Nylon, fixées par des vis à bois. Ce train présente une très grande souplesse dans le sens longitudinal; il est également démontable rapidement.

Train à rappel par élastique. Il est constitué par des doubles jambes en corde à piano réunies par un renfort central brasé. La partie arrière, faisant office de contre-fiche, est fixée par des colliers en matière plastique sur la plaquette de renfort en contre-plaqué qui garnit le fond du fuselage. L'ensemble peut ainsi pivoter vers l'arrière, sens dans lequel l'amortissement est le plus efficace pour un train de modèle réduit. Le rappel du train à la position normale est assuré par des élastiques réunissant les jambes avant aux extrémités d'un tourillon de hêtre traversant le bas du fuselage. L'efficacité de ce train est excellente. Celui-ci est également instantanément démontable, ou réversible, pour réduire l'encombrement du modèle durant le transport.

Train à recul, type semi-maquette. Les modèles de train d'atterrissage que nous venons de citer sont d'une conception simple et fonctionnelle, mais d'un aspect peu réaliste sur un modèle de type semi-maquette, par exemple. Les jambes en simple corde à piano peuvent être garnies avec des profilés en balsa mis en forme. Les jambes doubles peuvent également être réunies par un carénage appelé « pantalon ». Ces pièces doivent être soigneusement collées sur les jambes avec de l'époxy pour éviter leur arrachement. Elles ne doivent en aucun cas réduire ou gêner la souplesse du train. Le système que nous illustrons a été conçu pour une semi-maquette du « Piper Super-Cub » (modèle Graupner). Les jambes uniques en corde à piano conservent toute leur élasticité. Les pantalons sont collés contre le fuselage par des bandes de toile et ne sont pas solidaires des jambes contre lesquelles ils sont simplement plaqués par un anneau de caoutchouc. Le croisillon central, qui est purement figuratif avec de faux amortisseurs, est réuni sur le bas de chaque jambe par un anneau de caoutchouc. Ce train d'atterrissage, très efficace en amortissement, peut être adapté sur d'autres semi-maquettes du même genre.



En haut : train bi-roues souple, type semi-maquette avec amortisseurs factices. Ci-dessus : quelques modèles de jambes avant fixes et orientables en acier et en Dural avec amortisseur. Ci-contre, à gauche : montage de la jambe avant orientable sur la cloison moteur d'une semi-maquette du Cessna A-150-L. Page 87 : fuselage en fibre de verre époxy; au premier plan, les quelques pièces de renfort en contre-plaqué et la verrière de cabine (planeur Milan F, production Robbe).

Les jambes de train avant. Elles sont façonnées en tige d'acier avec un enroulement sur plusieurs spires formant amortisseur. Les jambes non orientables sont fixées directement sur la cloison pare-feu du fuselage avec des colliers métalliques ou en plastique. Les jambes orientables sont pourvues d'un support formant palier, fixé également sur la cloison pare-feu; certains modèles forment en même temps plaquette-support pour la fixation radiale du moteur (accessoires Graupner, fixation du moteur par les vis du bouchon de carter). La jambe orientable est munie d'un levier sur lequel est connectée la transmission la reliant au servo de commande et à la gouverne de direction.

Finition du fuselage et aménagements intérieurs

Avant de terminer entièrement la construction du fuselage, il y aura lieu de prévoir l'implantation de l'équipement R/C. Le fuselage du modèle doit être divisé en quatre compartiments : le compartiment moteur, celui du réservoir, celui du récepteur et de l'accu, et celui des servomécanismes. Pour des raisons de centrage, l'accu est souvent placé dans le compartiment du réservoir, si le volume intérieur le permet, sinon il est placé dans le compartiment du récepteur, à côté de ce dernier. Avant de fermer le fuselage, il conviendra de déterminer le plus exactement possible l'emplacement de ces différents éléments, de prévoir la fixation de la platine supportant les servomécanismes et d'installer les gaines extérieures des différentes transmissions.

Pour l'instant, il convient simplement d'installer les gaines extérieures dans le fuselage pour les transmissions de commande de direction, de profondeur, de commande des gaz et, éventuellement, de jambe avant orientable. Pour les deux premières, les gaines traversent toute la partie arrière du fuselage, passent à travers les flancs par des boutonnières percées à cet effet et débouchent vers les gouvernes. L'extrémité avant des gaines est engagée dans les perçages d'une traverse collée dans le fuselage au niveau de la platine supportant les servomécanismes. Le collage des gaines sera effectué de préférence à la Stabilit-Express. La gaine de la transmission de commande des gaz (ainsi que celle de la

commande de jambe de train avant orientable, éventuellement) suivra le chemin le plus direct entre le servo de commande et le levier du carburateur (ou celui de la jambe avant). Si le plan de construction du modèle indique l'implantation d'un type déterminé d'équipement R/C, l'installation se fera sans difficulté en suivant les instructions données. Si aucune implantation n'est prévue, ou si l'on doit utiliser un autre équipement que celui qui est conseillé, il conviendra de faire un montage provisoire pour déterminer le sens de déplacement des servomécanismes et le positionnement consécutif des gaines des transmissions. L'utilisation de servomécanismes à sens de déplacement opposés ou l'interposition d'un renvoi sur une transmission peuvent être quelquefois nécessaires pour obtenir le sens de déplacement souhaité d'une commande. On n'oubliera pas enfin de prévoir la fixation de l'interrupteur. Le fuselage ainsi terminé et « pré-aménagé » sera prêt pour la finition et le recouvrement.

Les fuselages moulés

Ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le mentionner, certaines boîtes de construction de préfabrication très avancée contiennent un fuselage préfini, moulé soit en matière plastique A.B.S., en mat de verre (résine synthétique) ou en tissu de verre époxy. Cette dernière matière est la plus résistante, les fuselages qu'elle permet de réaliser sont d'une très grande solidité. Beaucoup de modèles de planeurs sont ainsi fabriqués, avec des ailes en Styropor coffré; il est évident que dans ces condi-

tions la construction du modèle est réduite à un simple assemblage rapidement terminé, seules restent à faire l'installation de l'équipement R/C et la finition. Quelques boîtes de construction d'avions R/C sont aussi présentées de cette façon, plus particulièrement par la marque Robbe. La finition des fuselages d'avions exige cependant la pose de renforts intérieurs pour éviter que l'ensemble ne constitue une caisse de résonance sous l'effet des vibrations du moteur, ce qui peut être nuisible au bon fonctionnement de l'équipement R/C.

Le « prêt-à-voler »

Certains fabricants s'orientent maintenant vers des fabrications de modèles livrés presque en état de vol, et pouvant intéresser tous ceux qui n'ont ni les loisirs ni peut-être l'habileté et la patience pour construire eux-mêmes leur modèle. Il ne s'agit plus de modélisme du fait que tous les éléments du modèle sont fournis entièrement montés et bien souvent décorés... Nous attirons cependant l'attention des débutants qui pourraient être tentés par ce genre de modèles, en pensant à une solution de facilité concernant principalement la construction. Tout d'abord cette préfabrication se paie, ensuite tous les aménagements intérieurs restent à faire en fonction de l'équipement utilisé et sont laissés entièrement à l'initiative de l'amateur. Il n'en est pas moins vrai que de très belles fabrications sont actuellement offertes sur le marché, en planeurs, avions pour débutants, ainsi que dans le domaine des semi-maquettes et des maquettes volantes plus perfectionnées.



Entoilage, recouvrement et peinture



tissus divers et recouvrements thermorétractables; nous allons examiner maintenant la façon d'employer ces matériaux.

Entoilage au papier, à la soie ou autres tissus

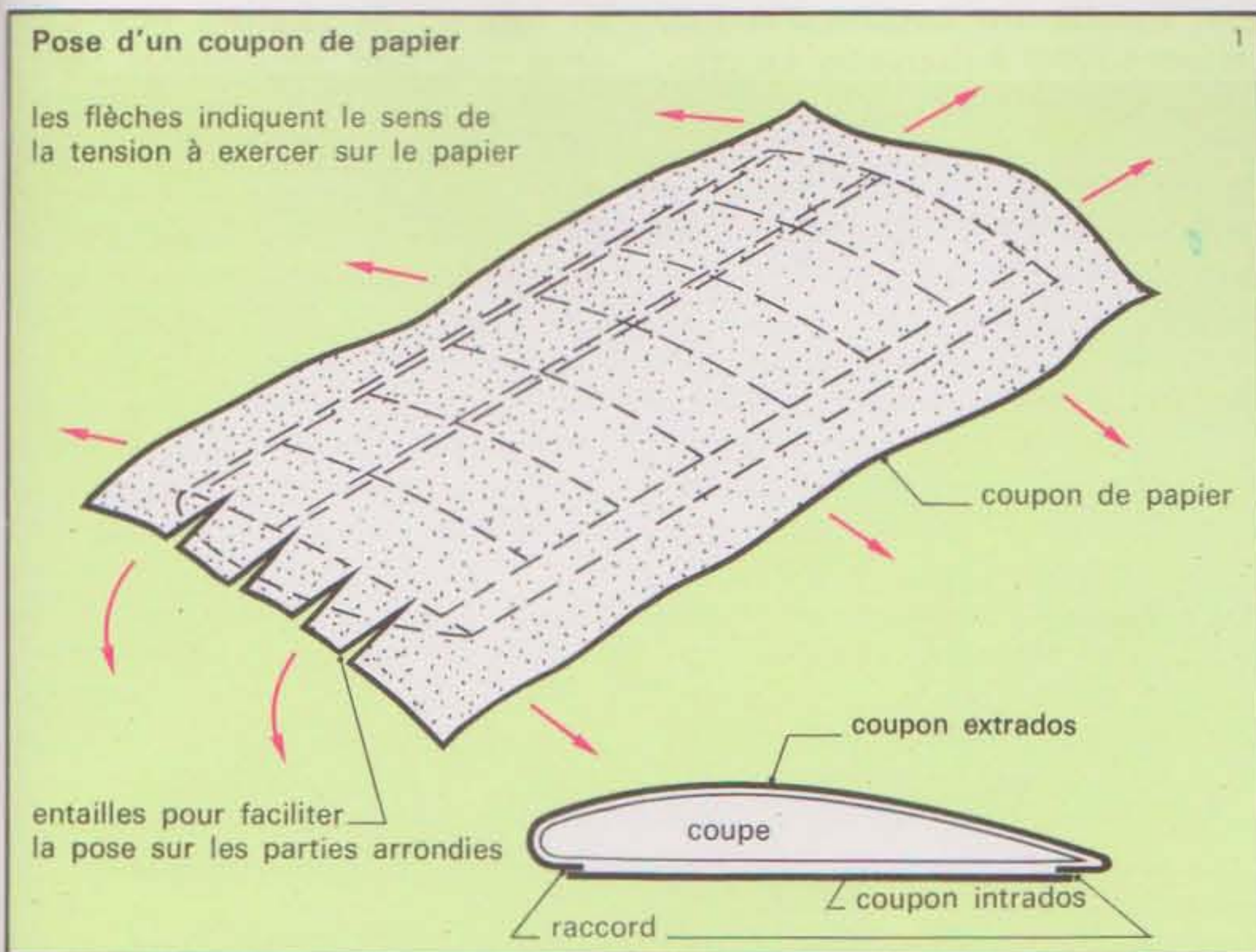
Le papier est assez rarement utilisé pour le recouvrement d'un modèle radiocommandé. Un entoilage au papier est trop fragile et ne confère aucune résistance à la structure. Il sera donc réservé pour les petits modèles très légers, du type des planeurs pour débutants par exemple, pour lesquels il faut tenir compte du poids de la finition. Le genre de papier le plus courant, que l'on peut se procurer pour cet usage dans les magasins spécialisés, est le papier appelé « Japico » ou « Modelspan ». Il s'agit d'un matériau très poreux, existant en blanc et en diverses couleurs, en qualité 12 g/m² et 21 g/m². Notons également que certains modélistes utilisent du papier kraft (papier d'emballage) pour recouvrir leur modèle. Un tel recouvrement est très résistant et aussi très économique. Les papiers spéciaux précités peuvent également être employés en double épaisseur pour améliorer la solidité du recouvrement qui doit offrir une bonne résistance.

Parmi les tissus spéciaux, il existe la soie du Japon, appelée également « pongé de soie », la soie artificielle et le tissu de Perlon. Les soies sont généralement les plus utilisées. Un entoilage à la soie renforce en effet considérablement la structure. Il est également peu sensible aux variations de température (et à l'humidité) et assure donc les voilures d'une meilleure indéformabilité. Les méthodes d'entoilage au papier et à la soie sont pratiquement identiques, la soie présente cependant l'avantage, en plus d'une solidité supérieure, d'une plus grande élasticité : la pose sur les surfaces courbes est ainsi facilitée. Mais avant de procéder à la

En haut : entoilage d'une aile à la soie.

Ci-dessus : assortiment de planches de décalcomanies pour la décoration.

La structure de notre modèle étant maintenant terminée, nous allons passer à la finition dont la bonne exécution est très importante, car il serait regrettable, après avoir construit une belle structure, de tout gâcher par un entoilage ou un recouvrement mal posé, ou par une peinture mal exécutée. Nous avons indiqué à la page 60 (Matériaux) qu'il existait différentes sortes de matériaux pour recouvrir la structure d'un modèle d'avion : papier,



pose de l'entoilage, il convient tout d'abord de préparer et d'apprêter la structure.

Préparation de la structure

Toutes les parties en bois sur lesquelles sera collé le recouvrement devront être soigneusement poncées au papier de verre de plus en plus fin, afin de faire disparaître toutes les inégalités. On fera les rebouchages éventuels avec du mastic cellulosique ou du Filler Hobby-Poxy, puis on poncera à nouveau après séchage. On passera ensuite sur toutes ces surfaces une première couche d'apprêt, on peut utiliser à nouveau soit un produit cellulosique à séchage rapide, par

exemple le bouche-pores Glattfix (Graupner) ou bien le Spritfest S (Robbe), ou d'autres produits similaires, soit du Filler Hobby-Poxy dilué. Après séchage de la première couche, on poncera à nouveau finement toutes les surfaces, puis on appliquera une deuxième couche suivie d'un nouveau ponçage. Selon la dureté du bois, surtout pour le balsa, deux ou trois couches avec un ponçage intermédiaire permettront d'obtenir des surfaces parfaitement lisses et imperméables, les fibres du bois ayant pratiquement disparu. On pourra ensuite procéder à l'entoilage.

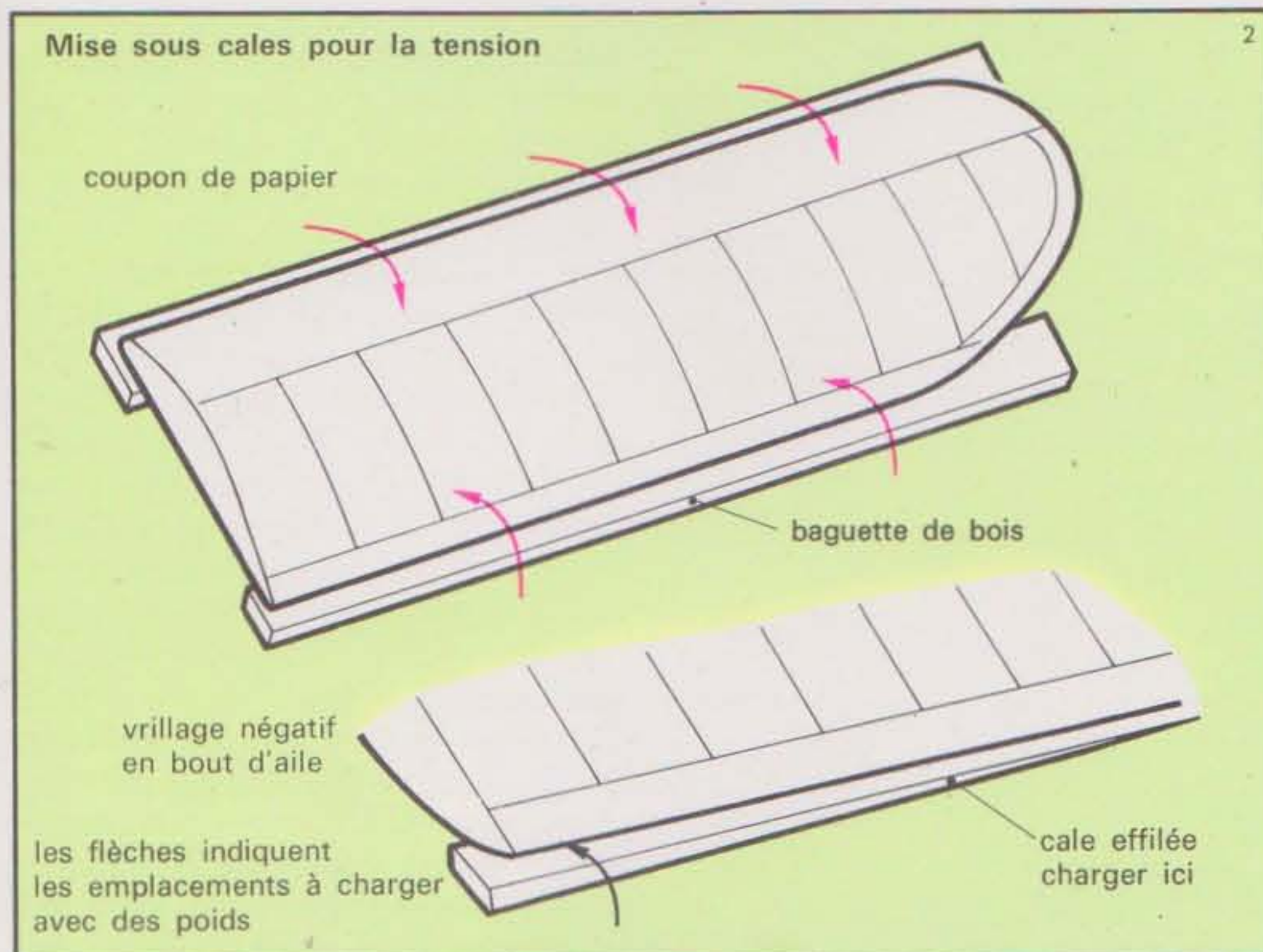
Entoilage au papier (voir *fig. 1*). Prenons comme exemple le recouvrement d'un panneau d'aile. On

commencera par le recouvrement de l'extrados, suivi par celui de l'intrados. Il faut découper un coupon de papier d'une surface supérieure à celle de la structure à recouvrir, en laissant une marge de 15 à 20 mm sur tout le pourtour. Le papier sera collé soit avec de la colle blanche diluée à l'eau, soit avec une colle en poudre spéciale pour entoilage au papier (Gluttofix de Graupner, par exemple), soit encore avec de l'enduit de tension cellulosique dilué. Nous conseillons l'emploi des colles précitées, plus pratiques pour le papier.

Enduire de colle le bord de fuite, le bord d'attaque, l'emplanture et le bord marginal du panneau. Poser le coupon de papier et le faire adhérer sur toutes les parties encollées en le tendant le mieux possible dans le sens de l'envergure et dans le sens de la largeur. Éviter principalement la formation de plis. Sur les surfaces courbes, il sera nécessaire de tailler le papier à la lame de rasoir pour faciliter sa pose sur les coins et sur les arrondis. Laisser sécher la colle, puis rabattre les bords du coupon à l'intrados du panneau. Encoller à nouveau sur le pourtour. Se munir d'une lame de rasoir absolument neuve, couper l'excédent de papier à l'intrados en laissant une petite marge qui restera collée sur 2 à 3 mm; on prendra soin de bien laisser sécher ce premier recouvrement.

Procéder ensuite au recouvrement de l'intrados de la même façon. Le coupon étant bien tendu, sans aucun pli, couper avec des ciseaux l'excédent de papier, cette fois au ras du pourtour de la structure. Vérifier que les bords soient bien collés sur la marge du recouvrement extrados, encoller à nouveau si nécessaire. Bien laisser sécher.

Humecter maintenant entièrement l'entoilage avec un tampon de coton ou, mieux, avec un petit vaporisateur. En s'évaporant, l'eau assurera une première tension du recouvrement. Il sera nécessaire de placer le panneau sous des cales pour éviter toute déformation due à l'effet de tension. On placera des baguettes sous le bord d'attaque et sous le bord de fuite pour laisser circuler l'air à l'intrados (voir *fig. 2*). Après séchage complet, on passera une couche d'enduit de tension nitrocellulosique, puis on remettra le panneau sous cales; deux ou trois couches d'enduit seront nécessaires pour assurer une bonne tension et une parfaite imperméabilité du papier; durant le séchage de



chaque couche, le panneau sera placé sous cales.

Entoilage à la soie (voir *fig. 3*). Qu'il s'agisse de pongé de soie, de soie artificielle ou de Perlon, le procédé est le même que pour la pose de l'entoilage au papier. Il convient cependant de tenir compte du sens de la trame du tissu : celle-ci doit être disposée dans le sens de l'envergure pour le recouvrement d'un panneau d'aile, ou dans le sens de la plus grande longueur pour le recouvrement des autres pièces. Le sens de la trame est parallèle à la lisière qui borde la longueur du tissu. Pour le collage de la soie ou du Perlon, on utilisera de l'enduit cellulosique que l'on appliquera au pinceau.

Découper avec des ciseaux un coupon d'une surface supérieure à celle de la structure à recouvrir. Poser le coupon sur la structure en le centrant sur cette dernière. Faire un point de collage sur le bord de fuite, au niveau de l'emplanture (on pourra utiliser de la colle cellulosique qui sèche plus rapidement que l'enduit), puis tendre le coupon le long du bord de fuite et faire un second point de collage au niveau du bord marginal. Vérifier que la trame du tissu est bien parallèle au sens de l'envergure, ce qui assurera par la suite une tension régulière. Passer au pinceau, par-dessus le tissu, une couche d'enduit pour le coller sur toute la longueur du bord de fuite, et bien laisser sécher. Tendre maintenant le tissu dans le sens de la largeur, le long de l'emplanture. Faire un point de collage et appli-

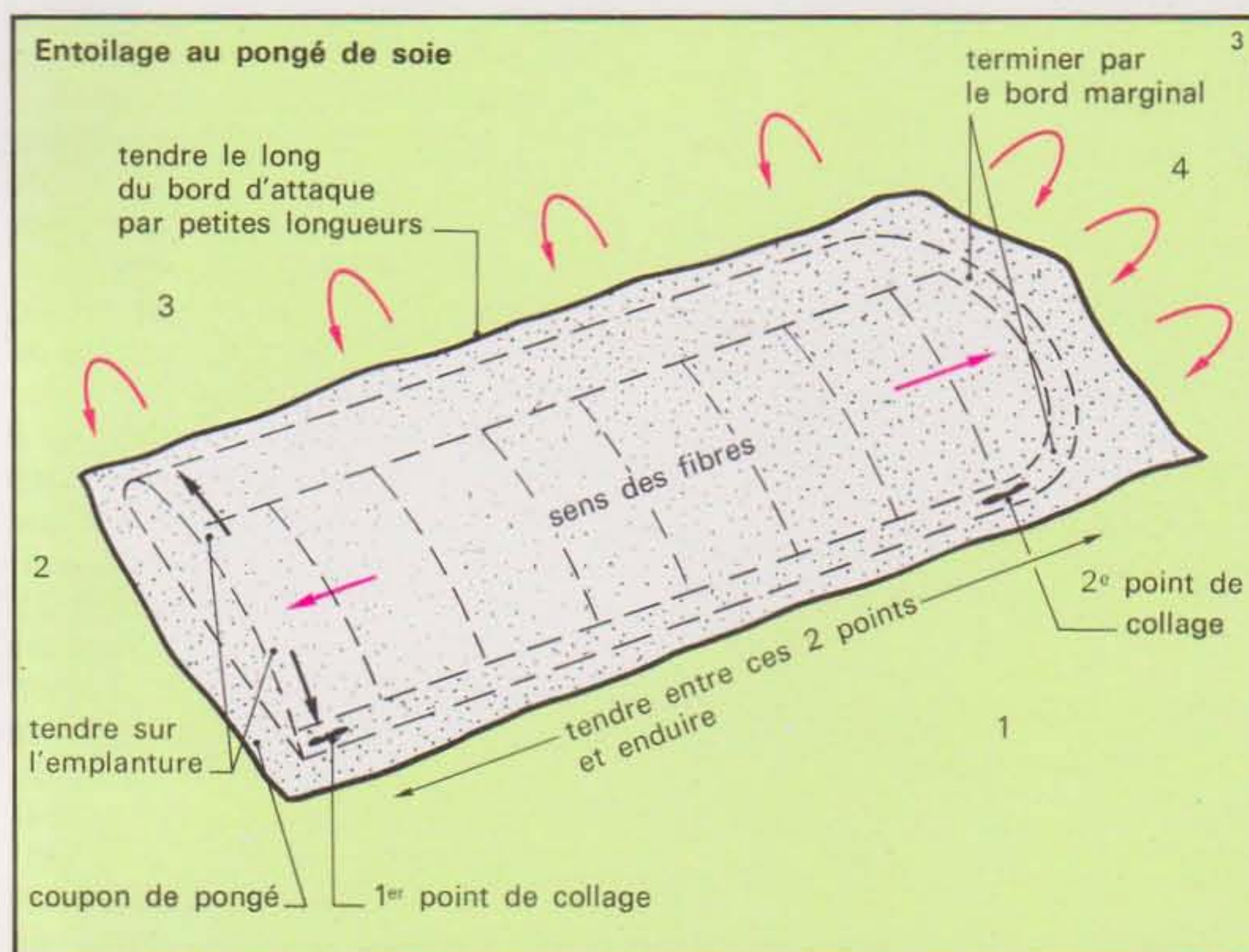
quer ensuite une couche d'enduit. Laisser sécher à nouveau. Le coupon sera alors tendu progressivement et régulièrement le long du bord d'attaque en procédant par le collage à l'enduit de petites longueurs jusqu'au niveau du bord marginal. De même que pour le papier, il faut éviter la formation de plis, ce qui est plus facile en raison de l'élasticité de la soie. En cas de mauvaise tension, la soie se décolle plus facilement de la structure que le papier; dans ce cas, passer à nouveau de l'enduit en tirant sur le tissu. On terminera la tension du coupon le long du bord marginal; si celui-ci est de forme galbée (saumon), bien imprégner la soie d'enduit et maintenir la tension jusqu'au séchage, qui est très rapide.

Comme il a été indiqué pour l'entoilage au papier, rabattre maintenant l'excédent de tissu à l'intrados de la structure, le coller et le couper à la lame de rasoir neuve en laissant subsister une petite marge le long du pourtour. Recouvrir l'extrados de la même façon; les parties excédentaires seront coupées avec des ciseaux au ras du pourtour.

Il n'est pas indispensable d'humecter la soie pour la tendre, on pourra appliquer une première couche d'enduit et mettre le panneau en séchage sous cales comme il a été précédemment indiqué. Trois ou quatre couches d'enduit seront nécessaires pour bien imperméabiliser la soie. Il faut s'assurer en regardant l'entoilage par transparence de couvrir correctement la trame, car des petits trous peuvent

se former; ils devront être bouchés par une application rapide d'enduit plus dilué. Lors de l'application de la première couche, veiller à ne pas trop charger le pinceau d'enduit, des coulures se produiraient sous la trame et formeraient des cloques au séchage. Il ne faut pas étaler l'enduit comme s'il s'agissait d'une peinture, mais plutôt imprégner le tissu avec peu d'enduit, en avançant progressivement. La dernière couche d'enduit pourra être passée en ajoutant du diluant afin d'obtenir un glacis parfait des surfaces.

Le marouflage (voir *fig. 4*). Par « marouflage », on entend le recouvrement des surfaces en bois avec de la soie ou du papier d'entoilage collé à l'enduit cellulosique. Cette opération a pour but de masquer entièrement les fibres du bois, afin d'assurer des surfaces bien lisses pour la peinture, et de le renforcer contre les risques d'éclatement ou de fendillage en cas de choc. Le bois devra être apprêté comme il a été indiqué pour la préparation des structures d'aile avec plusieurs couches de bouche-pores finement poncées. Cette opération de marouflage est très simple : il suffit de poser le coupon de matériau sur la surface à recouvrir en le tendant le mieux possible, et de le coller en appliquant par-dessus une couche d'enduit. Le marouflage à la soie assure la plus grande solidité, cependant, sur les pièces d'une certaine épaisseur, le papier Modelspan est suffisant et plus économique. Toutes les surfaces galbées, comme les capots des moteurs, façonnés en balsa par exemple, seront de préférence marouflés à la soie qui, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, épouse plus facilement les coins et les arrondis. Pour le marouflage d'un fuselage entièrement en bois, ou pour tout autre élément tel que stabilisateur, dérive, ou autre partie de la structure, on utilisera des coupons séparés. Pour le marouflage d'un stabilisateur ou d'une dérive tout bois, on procédera comme il a été indiqué pour le recouvrement d'un panneau d'aile. Pour le marouflage d'un fuselage tout bois, on commencera par recouvrir les deux flancs, puis le dessus et le dessous, les bordures de chaque coupon devant se chevaucher sur 2 à 3 mm pour obtenir des raccords très nets. On procédera de la même façon pour les entoilages en papier ou à la soie



(voir fig. 5, A et B). Le marouflage étant terminé, on pourra appliquer une couche de bouche-pores qui sera ensuite finement poncée, puis recouverte de plusieurs couches d'enduit nitrocellulosique. Les surfaces seront ainsi prêtes à recevoir la peinture.

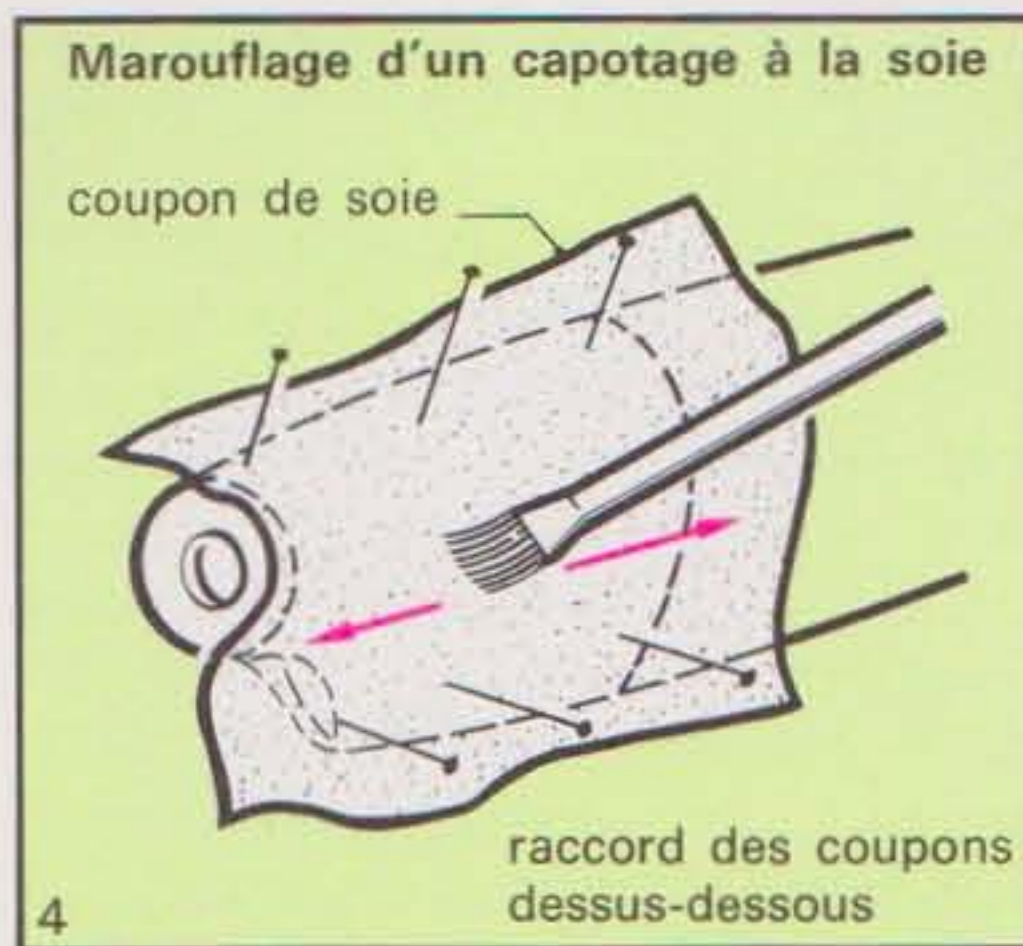
La peinture

Nous avons indiqué à la page 64 (Autres ingrédients) les différentes sortes de peintures utilisables pour la décoration des modèles d'avions. Quelle que soit la qualité de la peinture choisie, une règle générale s'impose : ne jamais mélanger deux produits de composition différente ! Il faut toujours utiliser une même qualité de produits pour la peinture et la décoration entière d'un modèle, et éviter les mélanges hasardeux qui risquent de provoquer des réactions chimiques lors de l'application d'une couche de peinture sur une autre de base différente.

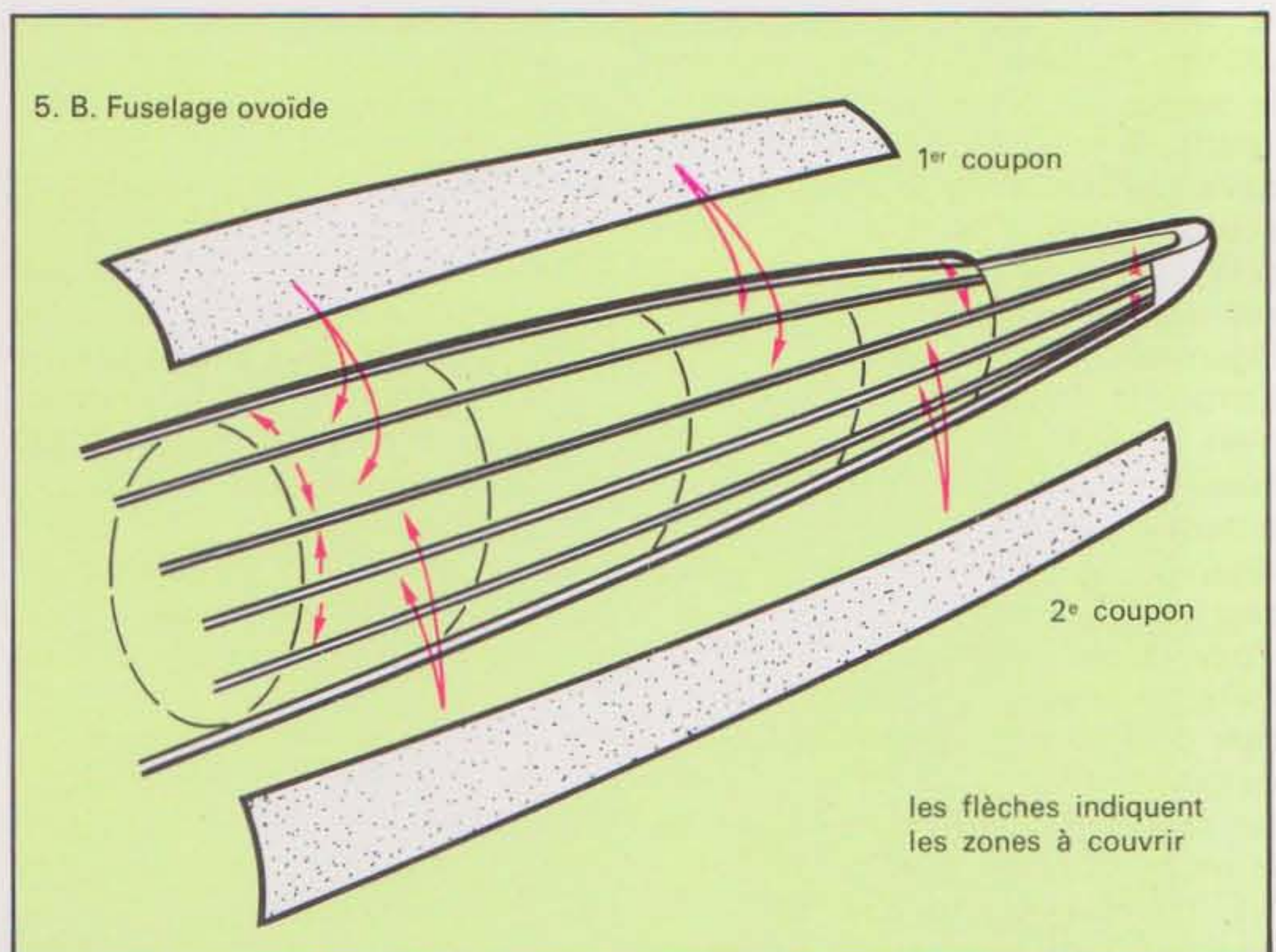
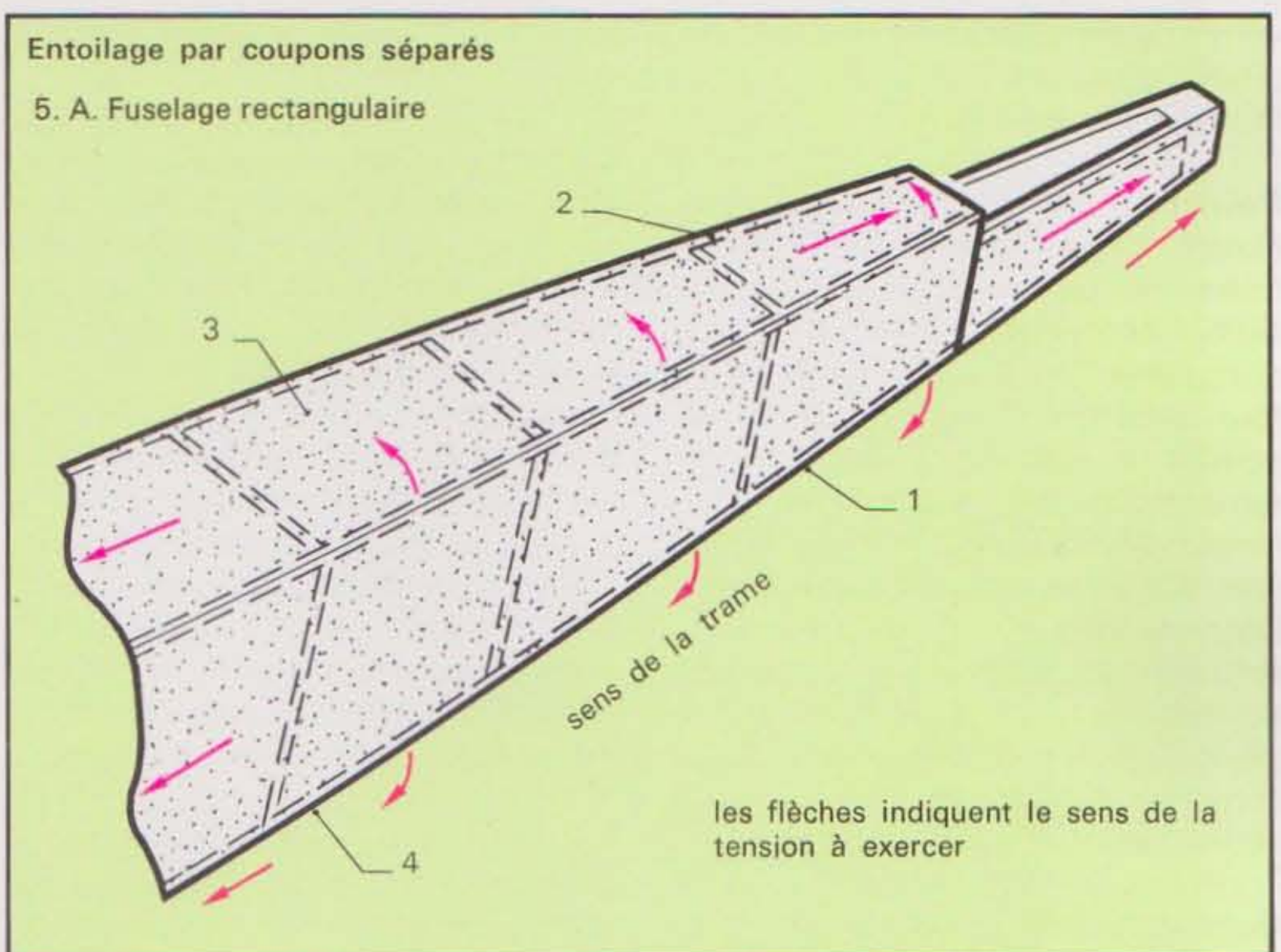
En raison de l'importance des surfaces à couvrir, l'emploi d'un pistolet sera toujours préférable, à moins que l'on ne soit un expert du pinceau... Dans la partie de cet ouvrage consacrée à l'outillage, nous avons cité les différents types de pistolets utilisables pour les travaux de modélisme, on choisira de préférence un modèle à jet réglable qui permettra de couvrir les grandes surfaces et conviendra également pour les fins travaux de décoration.

Conseils généraux pour l'application de la peinture au pistolet. Tout d'abord, lors de l'achat de la peinture, il ne faudra pas oublier de se procurer en même temps un diluant de la même marque. Telles qu'elles sont conditionnées, toutes les peintures doivent être diluées pour l'emploi au pistolet. La fluidité variable des différentes peintures ne permet pas d'indiquer la dose exacte de diluant à ajouter, il conviendra donc de procéder à quelques essais préalables sur des surfaces autres que celles du modèle à peindre...

Peintures cellulósiques (genres : Pactra, Spannfix-Immun, Spritfest-Super, etc.). Ajouter environ 25 à 30 p. 100 de diluant à la quantité de peinture versée dans le réservoir du pistolet et bien mélanger. Faire un essai sur un support quelconque. Si le pistolet crache des gouttelettes sur la surface, ajouter du diluant, si le mélange est trop liquide et provo-



que des coulures sur la surface, ajouter de la peinture. La première application, dite « couche d'impression », doit être aussi légère que possible et ne pas provoquer de coulures. La peinture cellulosique nécessite l'application de nombreuses couches pour bien couvrir les surfaces. Sa densité très faible permet d'obtenir une finition d'un poids très raisonnable. On déterminera le nombre de couches à appliquer selon le brillant et la profondeur du fini que l'on désire obtenir. Après l'application de trois ou quatre couches, on pourra polir la dernière avec un abrasif très fin et mouillé, puis on nettoiera ensuite soigneusement toutes les surfaces avec un chiffon humide. Les couches suivantes seront appliquées



avec une peinture plus diluée, mais il faudra faire attention de ne pas trop charger l'ensemble pour éviter les coulures qui ruinerait tout le travail déjà exécuté. On pourra terminer par l'application d'une dernière couche de vernis incolore ou d'enduit nitrocellulosique qui donnera un très beau fini.

La plupart des peintures celluloses ne résistent pas à l'action corrosive des carburants utilisés pour les moteurs modèles réduits, même si certaines marques sont déclarées *fuel proof* (c'est-à-dire « résistantes aux carburants »). Nous conseillons de toujours appliquer une couche de vernis de protection sur l'ensemble de la finition. On pourra utiliser un vernis spécial dit « antiméthanol », ou du vernis V-33 (ou autre marque du même genre) à deux composants. Ces vernis s'appliquent facilement au pinceau large et souple, et ils ne laissent pas de traces.

Peintures époxy (genre : Hobby-Poxy). Nous avons déjà mentionné ces peintures à deux composants, le vernis colorant et le durcisseur (ou catalyseur), qu'il faut mélanger à parts égales. Ces peintures sont d'un poids légèrement supérieur à celui des peintures celluloses, mais leur pouvoir couvrant est aussi supérieur. Deux ou trois couches au maximum suffisent pour obtenir des surfaces au brillant parfait. L'emploi des peintures Hobby-Poxy demande certaines précautions que nous allons indiquer ci-dessous :

— Préparer la peinture dans un récipient séparé à la fermeture hermétique, prévoir approximativement la quantité nécessaire qui sera utilisée. Mélanger à parts égales le vernis colorant et le durcisseur (parts A et B). Ne pas mettre davantage de durcisseur en pensant accélérer la catalyse de la peinture, cela produirait l'effet contraire ; il est même préférable de diminuer légèrement la dose de durcisseur. Fermer le pot hermétiquement et bien secouer le mélange, puis le laisser reposer durant dix à quinze minutes. Verser le mélange dans le réservoir du pistolet et ajouter très peu de diluant spécial Hobby-Poxy. Bien mélanger à nouveau. Faire un essai au pistolet. La peinture doit se vaporiser sans former de gouttelettes ni faire de coulures sur la surface, mais il faut ajouter le moins possible de diluant. Avec les teintes foncées, deux fines couches appliquées régulièrement

seront suffisantes pour bien couvrir les surfaces et donner un brillant parfait, mais avec les teintes claires, tels le blanc et le jaune, trois couches seront nécessaires. Noter qu'il existe deux sortes de catalyseur (part B) : l'un brillant, l'autre mat ; ce dernier s'utilise si l'on désire créer des teintes de camouflage par exemple. La première couche est « hors poussière » en trente minutes environ, mais il est conseillé d'attendre plusieurs heures, voire une nuit, avant de passer la suivante. Les peintures Hobby-Poxy sont totalement insensibles à l'action corrosive des carburants. Aucun vernis de protection n'est nécessaire. Il existe aussi un vernis transparent dans la gamme (Clear) à mélanger également à parts égales avec le catalyseur. Les mélanges préparés peuvent être conservés durant quelques jours au réfrigérateur.

Autres peintures ou laques synthétiques. Les conseils déjà donnés sont valables pour toutes les autres peintures synthétiques ou glycérophthaliques employées en carrosserie automobile ou pour les laques du genre Humbrol ou Alkyfix (Graupner). Ces peintures ont un temps de séchage relativement lent, il conviendra donc de placer les surfaces peintes dans un endroit bien à l'abri de la poussière durant le séchage. Ne pas omettre de toujours employer un diluant de même marque pour préparer une peinture.

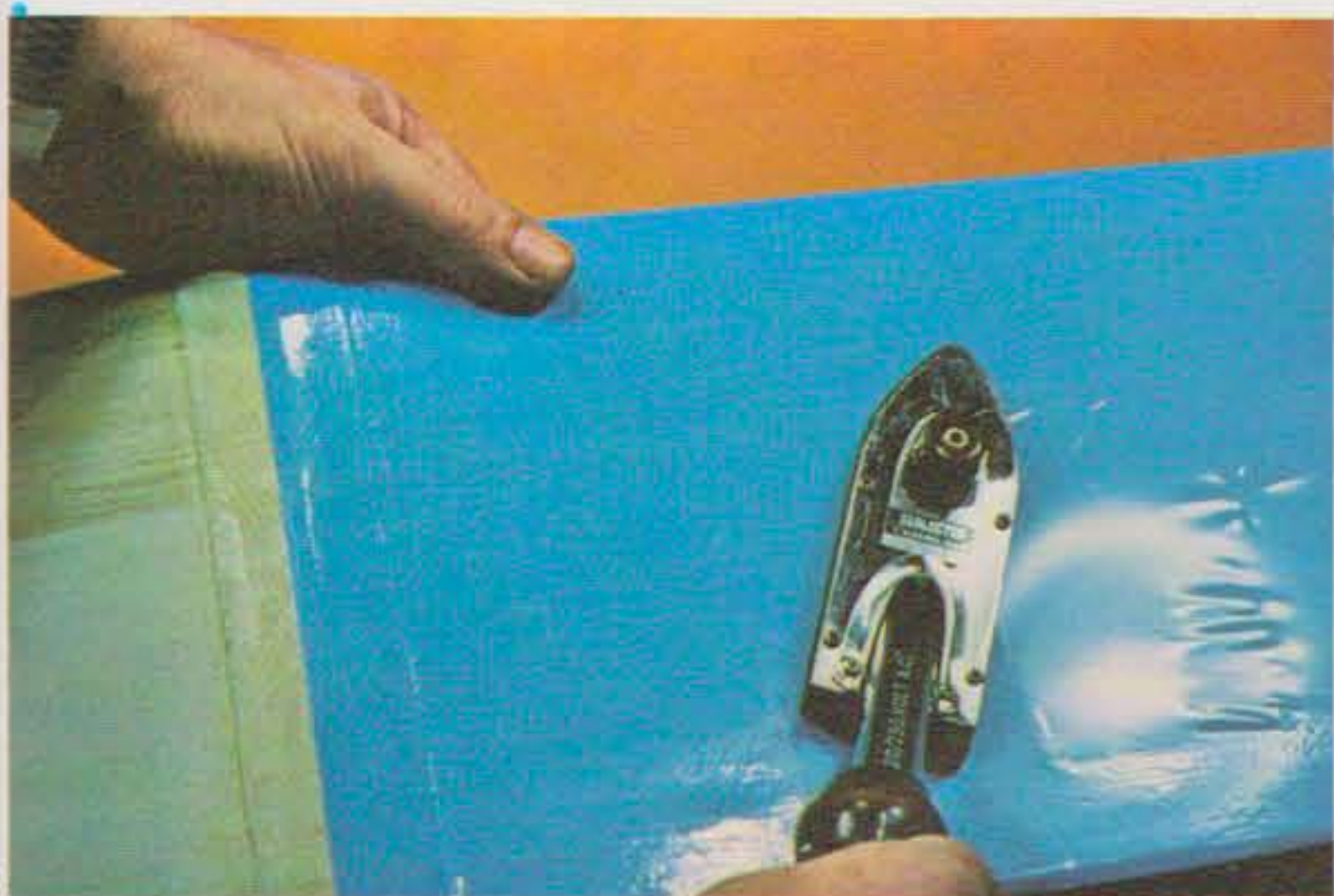
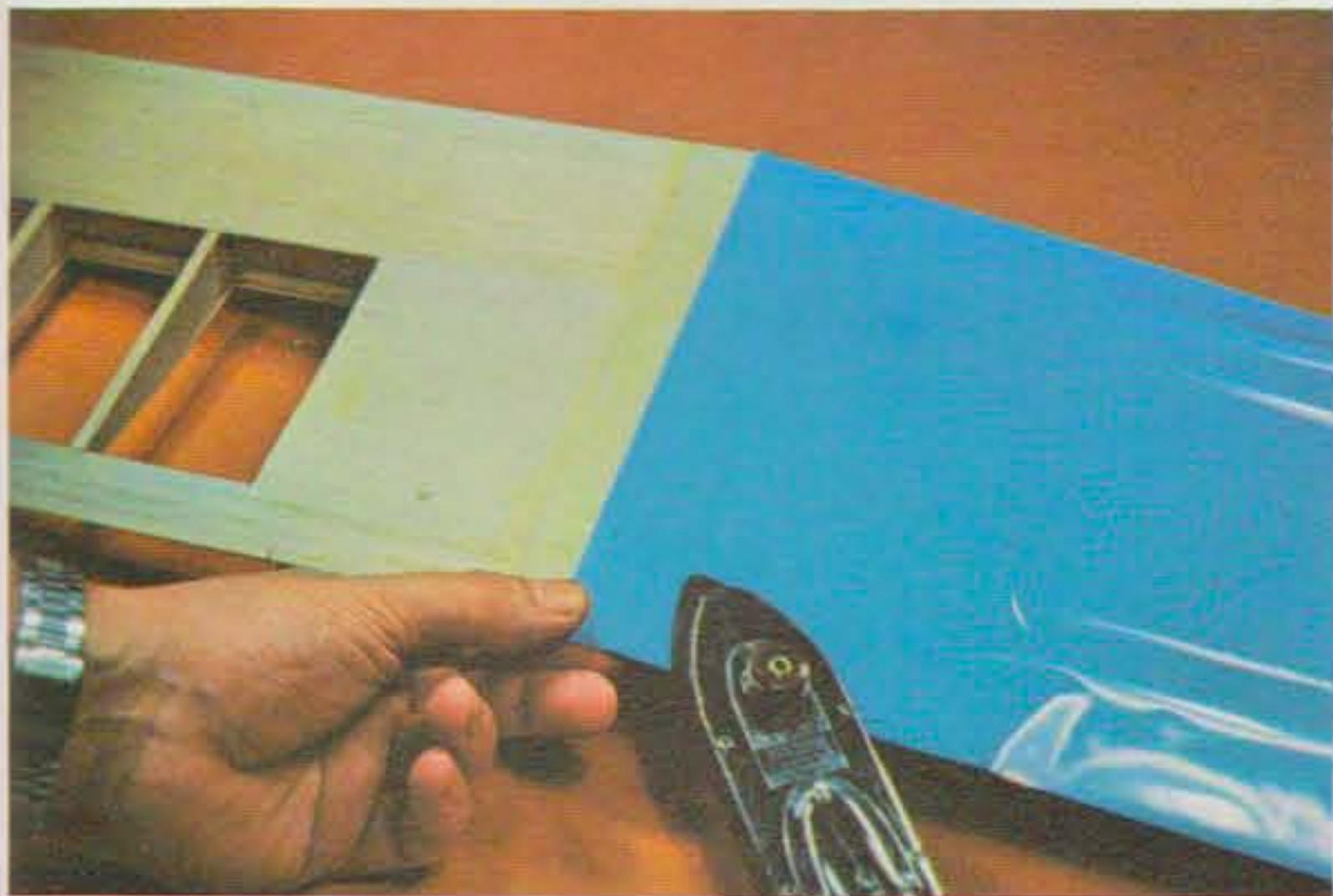
Préparation des éléments à peindre. Toutes les surfaces doivent être soigneusement dépoussiérées avec un chiffon doux et humide ; il faudra protéger par des caches les parties qui ne devront pas recevoir de peinture, par exemple les parties vitrées d'un fuselage. On emploiera des bandes de ruban adhésif (genre Scotch) pour en délimiter les contours. Il existe aussi un ruban adhésif spécial pour les travaux de carrosserie ; celui-ci est gaufré et permet de suivre les lignes courbes et certains arrondis. Sur les arrondis plus prononcés on posera des morceaux de ruban adhésif, qui seront coupés selon le contour avec une lame de rasoir ou un couteau de modéliste muni d'une lame pointue, bien tranchante. On pourra masquer les parties plus importantes avec du papier collé à l'adhésif. Employer de préférence un papier glacé, ne pas utiliser de papier journal car, trop poreux, il peut être traversé par

certaines peintures. Il existe également des « pâtes cache » très pratiques pour masquer les petites surfaces, par exemple la partie centrale d'un vitrage, après avoir délimité les contours au Scotch. Le produit Maskol de la marque Humbrol forme en séchant une pellicule caoutchoutée imperméable que l'on retire facilement après application de la peinture.

Décorations en plusieurs teintes. Il est rare que l'on décore entièrement un modèle d'avion d'une même teinte. Une décoration en deux ou plusieurs couleurs est toujours plus flatteuse. On appliquera d'abord la teinte la plus claire, en couvrant les surfaces correspondantes sans trop chercher à délimiter nettement celles qui recevront l'autre ton. Attendre que la peinture soit parfaitement sèche avant de poser les caches destinés à protéger la surface déjà peinte. Appliquer la seconde couleur et retirer les caches avant que la dernière couche ne soit complètement sèche : on obtiendra ainsi des délimitations très nettes en retirant les bandes d'adhésif.

Conseils généraux pour l'emploi du pistolet. Toujours bien remuer le mélange peinture-diluant avant de le verser dans le réservoir du pistolet. Si la peinture contient quelques impuretés, il sera nécessaire de la filtrer à travers un bas en Nylon. Si le pistolet est muni d'un jet réglable, adapter ce dernier en fonction de l'importance de la surface à couvrir. Appliquer la peinture toujours très régulièrement en évitant de trop charger les mêmes endroits pour ne pas provoquer de coulures. Sur un panneau d'aile par exemple, commencer par peindre au pistolet le long du bord d'attaque en descendant régulièrement et progressivement vers le bord de fuite. Bien laisser sécher une couche avant d'appliquer la suivante. Il ne faut jamais se hâter si l'on veut obtenir une belle finition. Tenir le pistolet à environ 25 à 30 cm de la surface, en progressant régulièrement dans le sens de la plus grande longueur.

Décorations diverses. Les décorations de petite surface, tels les filets ou autres petits motifs, pourront être réalisées au pinceau, ce qui évitera la pose de caches importants pour masquer toutes les autres parties. On délimitera simplement à l'aide de ruban adhésif la surface à



De gauche à droite et de haut en bas :

1) pose du coupon de Solarfilm et scellage des bords sur la structure ;

2) collage du film le long du bord de fuite et le long du bord d'attaque ;

3) tension du film sur les coffrages ;

4) tension progressive du film sur toute la surface à recouvrir.

recouvrir. Utiliser un pinceau à poils souples pour appliquer la peinture, qui devra être diluée comme pour l'emploi au pistolet. Ne pas chercher à tout couvrir dès la première couche. Passer régulièrement et rapidement la peinture sans revenir en arrière, appliquer ainsi autant de couches qu'il est nécessaire pour couvrir parfaitement la surface, puis retirer les caches avant le séchage complet de la dernière couche.

Il existe enfin divers motifs de décalcomanies qui permettent de « finir » la décoration d'un modèle d'avion : lettres pour l'immatriculation, chiffres, cocardes de nationalité, motifs et insignes divers. Les décalcomanies ne sont pas protégées contre les carburants, sauf celles de la marque américaine Finishing Touch. Il conviendra donc de les recouvrir avec un vernis de protection, type V-33.

Les recouvrements thermorétractables

Il s'agit d'un mode de recouvrement moderne et pratique qui évite tous les inconvénients de préparation : ponçage et peinture, salissures et mauvaises odeurs. Le recouvrement peut être exécuté rapidement et proprement avec pour tout outillage une paire de ciseaux, une lame de

rasoir et un fer à repasser. On pourra utiliser un fer léger de ménagère. Il existe aussi un petit fer de forme spéciale ainsi qu'un séchoir électrique, qui l'un comme l'autre constituent des outils pratiques pour cet usage (voir illustrations).

Nota. Il ne faut pas apprêter les surfaces en bois quand on pose un recouvrement thermorétractable. Les films plastiques étant des matériaux non poreux, au cours de leur application se forment des bulles d'air qui restent emprisonnées sous le film si la surface est trop lisse. Une surface poreuse, comme le balsa, absorbera les bulles d'air, garantissant des surfaces impeccables. Il existe deux types de recouvrements thermorétractables : les films et les tissus.

Les films thermorétractables.

Parmi les principales marques, citons : Monokote, Solarfilm, Econokote, Quickote, etc. Ces films sont recouverts sur une face par un adhésif coloré qui fond à une certaine température en provoquant la rétraction du film support. La face adhésive est recouverte d'une feuille de protection transparente que l'on doit retirer avant la pose. Ces films, vendus en coupons ou en rouleaux débités au mètre, sont disponibles dans une grande variété



En haut : exemples de décorations d'ailes réalisées avec des motifs découpés en Solarfilm.

Ci-dessus : autres exemples de décorations sur un recouvrement en Solarfilm.

de teintes opaques, transparentes ou métallisées. Outre leur facilité d'emploi, ces matériaux sont relativement économiques si l'on tient compte du nombre de produits de finition qui se trouvent supprimés. La méthode pour appliquer ces films est à peu près semblable à celle qui a été décrite pour les entoilages au papier ou à la soie. Il faut d'abord bien régler la température du fer (position soie ou Nylon) et faire un essai préalable

sur une chute de film jusqu'à ce que le matériau fonde. Réduire ensuite la température au réglage inférieur. Découper un coupon de film d'une surface légèrement supérieure à celle à recouvrir et commencer par coller le film sur le pourtour de la pièce avec la pointe du fer. Tendre le film le mieux possible en évitant les plis. Sur les surfaces galbées, il faut le chauffer et le tendre progressivement pour bien le faire adhérer. Ensuite, tendre l'ensemble de la surface en passant doucement et régulièrement la semelle du fer sur le film. Ne pas trop appuyer pour ne pas marquer le bois en dessous. La teinte du film devient plus foncée sous l'effet de la chaleur, ce qui indique que l'adhésif fond. Rabattre les bords, les coller sur l'autre face de la pièce et les couper à la lame de rasoir en laissant subsister une petite marge (comme pour les entoilages). Recouvrir l'autre face de la même façon, puis couper le

film au ras des bords. Si quelques bulles d'air apparaissent par endroits, il faut les percer avec une épingle et appliquer à nouveau la pointe du fer afin qu'elles disparaissent.

Il est possible d'exécuter facilement toutes sortes de décoration en découpant des morceaux dans un film de couleur différente. Avec le Solarfilm, les motifs peuvent être collés en imprégnant la face adhésive avec un solvant spécial. La marque Monokote fournit des motifs autocollants de décoration, dessins variés, tels que lettres et chiffres, cocardes et décorations diverses.

Les tissus thermorétractables.

Ils présentent les mêmes avantages que les films. Ils sont constitués d'un tissu synthétique recouvert sur une face par une couche d'adhésif fondant à la chaleur et provoquant la rétraction du tissu. La marque la plus répandue en est le Silk Spun Coverite, vendue en coupons blancs, jaunes, orangés, rouges et bleus.

Si la méthode de recouvrement est la même que celle décrite pour les films, il est cependant nécessaire de régler le fer sur une température plus élevée et de nettoyer fréquemment la semelle à l'alcool au cours du travail. Le tissu est poreux et laisse passer l'adhésif fondu à travers les fibres, marquant la semelle du fer de traces poisseuses. Le produit de la marque Coverite est d'un prix plus élevé que les films plastique, mais il présente l'avantage de mieux renforcer la structure et d'être moins sensible aux variations de température. La Coverite peut être peinte comme un entoilage en soie. Une seule couche d'enduit de tension est suffisante avant l'application des couches de peinture pour obtenir des surfaces lisses et brillantes. Un tel recouvrement est d'une très grande solidité et a un poids de finition identique à celui d'un entoilage à la soie. Un objet contondant lancé sur une surface recouverte de Coverite rebondira sans la percer. Telles sont les différentes méthodes de recouvrement et de finition des modèles d'avions. Nous terminerons par un dernier conseil : de la patience et du soin consacrés à la finition dépendra la présentation finale du modèle. Il faut considérer que dans certains cas le temps de ce travail peut égaler celui qui a déjà été nécessaire à la construction de la structure...

Accessoires

Il existe un très grand nombre d'accessoires pour terminer la finition d'un modèle d'avion. Les uns, tels les hélices, les cônes et les roues, sont naturellement indispensables, les autres, tels les bustes et les mannequins de pilote ainsi que les accessoires spéciaux pour maquettes volantes sont purement décoratifs.

Il est intéressant de procéder à un tour d'horizon de l'ensemble de ces accessoires et de décrire les principaux et les plus courants d'entre eux. Il est impossible de tous les citer car il faudrait alors reproduire un véritable catalogue dans cet ouvrage, ce qui n'est pas notre but. Aux petits accessoires s'ajoutent certaines installations spéciales, tels les ensembles de train d'atterrissage escamotable, dont nous donnerons également un exemple à titre purement documentaire.

Les hélices

Il en existe une très grande variété de diamètres et de pas différents selon les fabrications. Une hélice doit être choisie en fonction de la cylindrée et de la puissance du moteur utilisé. Ces données sont indiquées sur la notice d'instructions qui est livrée avec chaque moteur.

Pendant très longtemps, les hélices pour les moteurs à explosion étaient fabriquées en bois ; elles assuraient un très bon rendement mais se montraient trop fragiles. Un simple atterrissage provoquait la rupture de l'hélice, rendant alors leur emploi peu économique. Certaines marques produisent encore des hélices en bois (Top-Flite, Graupner, etc.), qui assurent un meilleur rendement que les hélices en Nylon par exemple. Les hélices en bois peuvent être utilisées pour le rodage d'un moteur au banc d'essai ou pour le vol si l'on dispose d'un bon terrain pour faire décoller et atterrir le modèle. Les fabrications en bois

furent ensuite remplacées par des hélices en Nylon, puis en Nylon renforcé, en fibre de verre et en fibre de carbone. Les hélices en Nylon sont très souples, mais se déforment lors des hautes vitesses de rotation. Elles sont cependant très résistantes. Les hélices en fibre de verre ou en fibre de carbone sont beaucoup plus rigides et ne cassent que si le moteur est touché de plein fouet. Une hélice doit être parfaitement équilibrée avant d'être installée sur le moteur : il arrive parfois qu'il faille poncer l'une des pales, et la repolir ensuite, pour compenser une différence de poids.

Les cônes d'hélice

En plus de son rôle esthétique et aérodynamique le cône d'hélice protège le vilebrequin du moteur en cas de choc. Il en existe une grande variété, tant pour les formes que pour les diamètres. La grande majorité des fabrications est en matière plastique teintée de couleur ou métallisée. Sur les modèles standard la base du cône est introduite par-dessus l'hélice et bloquée sur le vilebrequin au moyen de l'écrou de ce dernier, avec interposition d'une rondelle.

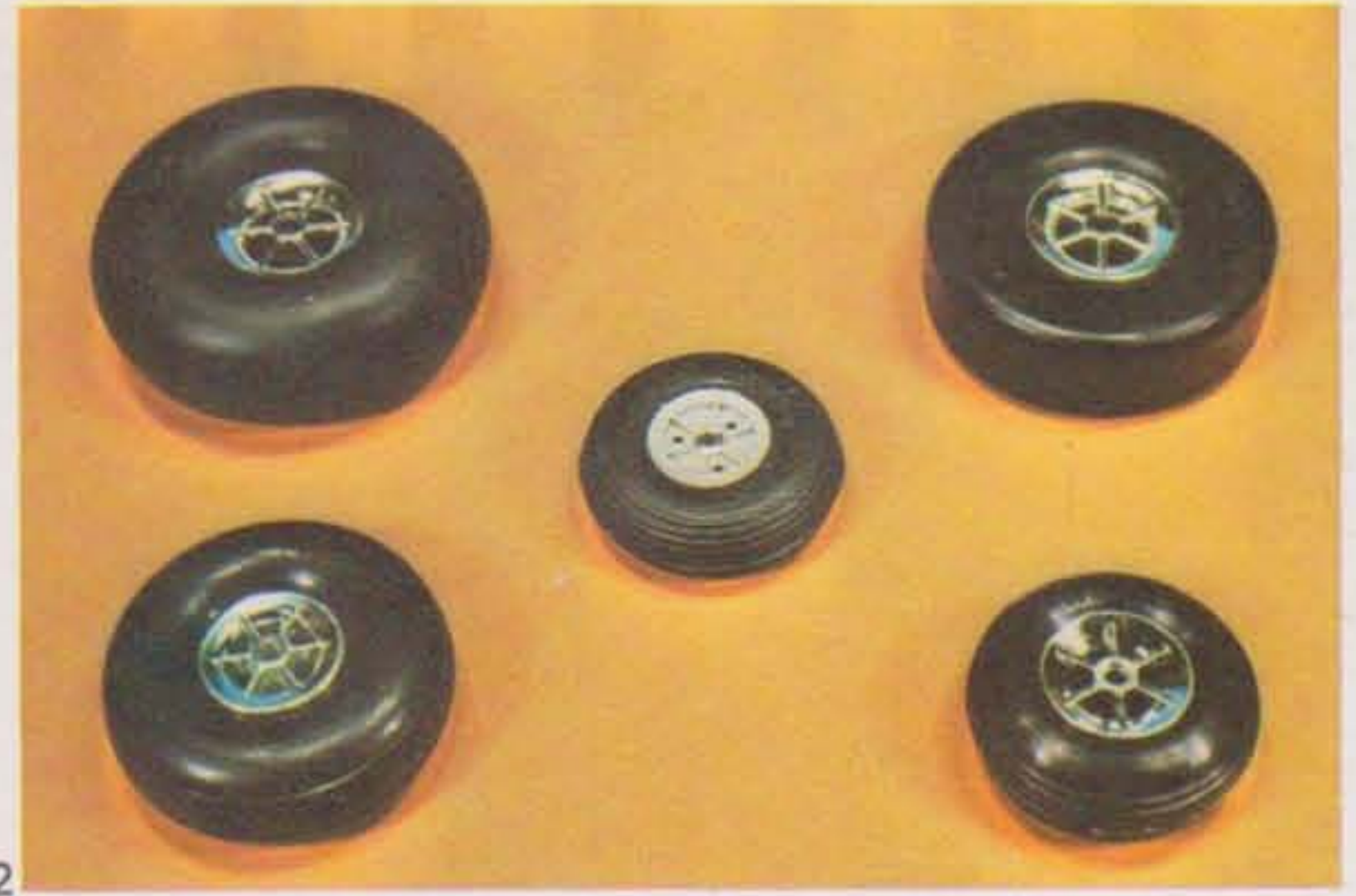
L'embout du cône est ensuite vissé sur la base, mais cette fixation présente un inconvénient si l'on emploie un démarreur électrique pour la mise en route du moteur. Le sens de dévissage correspond au sens de rotation du moteur et donc à celui du démarreur. Des modèles spéciaux ont donc été conçus pour l'emploi des démarreurs électriques. L'embout est fixé sur la base par l'intermédiaire d'un système de cliquets à talon, pénétrant dans des ouvertures ménagées sur le flasque de l'embase. L'embout est ainsi maintenu dans les deux sens de rotation. Il convient d'éviter l'emploi de cônes entièrement métalliques, car ils n'assurent aucune protection du vilebrequin du moteur. Les modèles à extrémité très pointue sont dangereux et peuvent être la cause de blessures lors de la mise en route à la main du moteur. Ces fabrications tendent d'ailleurs à disparaître au profit des modèles en plastique.

Ci-dessous : les hélices peuvent être en Nylon, en bois, en fibre de verre et de carbone.





1



2



3



4

Les roues

Les roues participent à la souplesse de l'impact du train d'atterrissage avec le sol. Les roues pour avion R/C ont généralement un moyeu en matière plastique chromée et un pneu du type semi-pneumatique en caoutchouc synthétique. Ces pneus assurent un meilleur amortissement que ceux qui sont en caoutchouc mousse, ils évitent au modèle de trop rebondir à l'atterrissage. Il existe une grande variété de marques de roues dans tous les diamètres, avec pneu ballon semi-pneumatique, adaptables sur tous les types de modèles. On a toujours intérêt à équiper un avion R/C avec des roues du plus grand diamètre possible — en tenant compte toutefois de l'esthétique — afin d'assurer un bon amortissement du train d'atterrissage et un roulage au sol satisfaisant, même sur terrain rugueux.

Parmi les différentes marques de roues, on trouve des modèles spéciaux pour maquettes volantes, avec par exemple un moyeu à flasque rayonné et pneu strié, ou des modèles pour avions anciens type « 14-18 » avec jante à flasque conique et pneu de petite section. Enfin, il existe aussi de très belles fabrications de roues véritablement rayonnées avec jante métallique et

à peindre, soit entièrement décorés.

Les illustrations ci-contre représentent toutes sortes de bustes de pilote (production Airtop) ainsi qu'un mannequin de pilote entier, livrés décorés. On remarquera l'allure réaliste de ces figurines qui pourront personnaliser un aménagement intérieur stylisé ou entièrement représenté. Certaines d'entre elles, installées dans un poste de pilotage à l'air libre, conviennent particulièrement bien pour les modèles d'avions anciens (maquette ou semi-maquette).

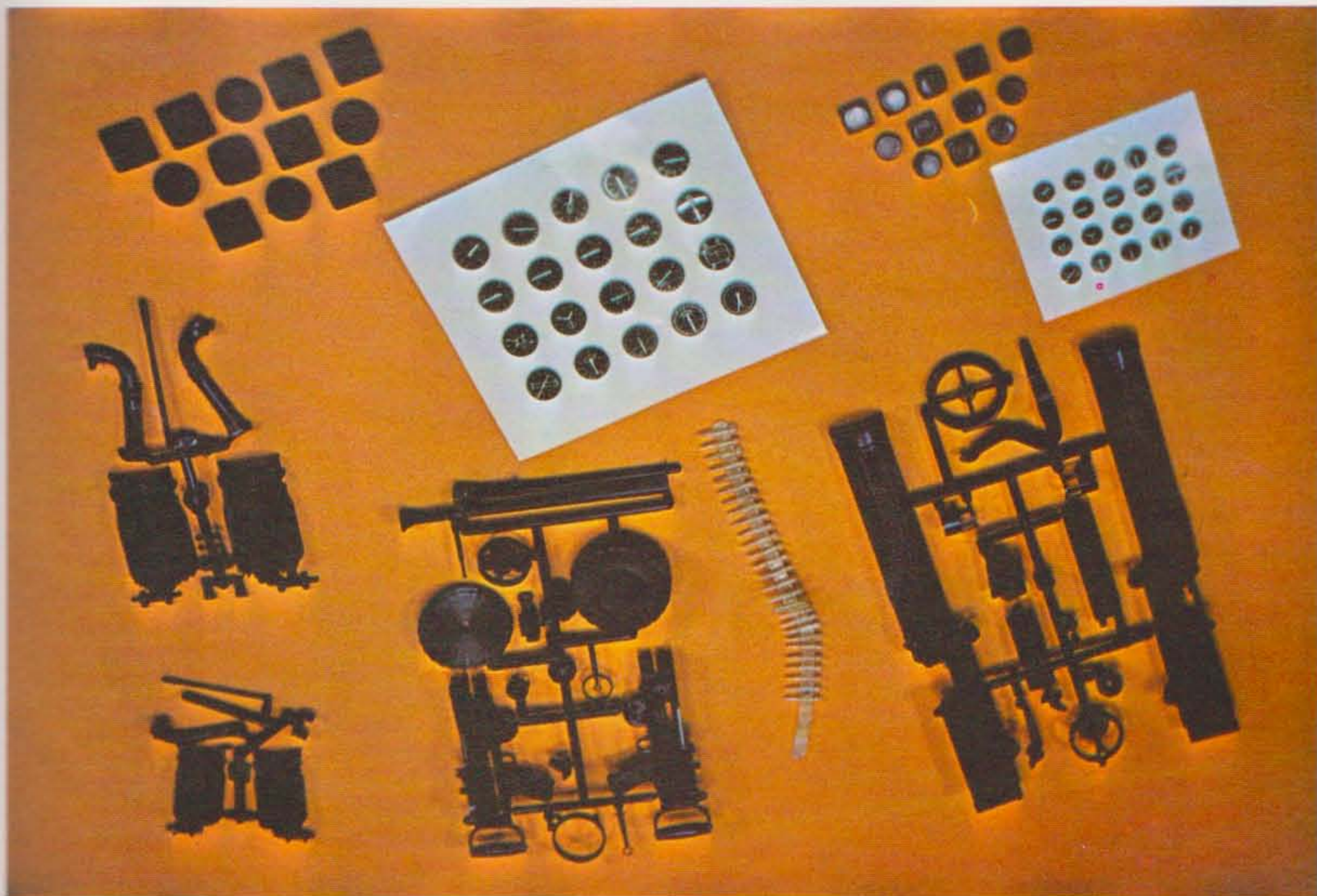
De gauche à droite et de haut en bas :
 1) quelques cônes d'hélice en métal et en plastique ;
 2) roues en caoutchouc mousse et semi-pneumatiques ;
 3) pilote entier moderne et en tronc, type « Fou volant » (productions Airtop) ;
 4) roues pour maquettes volantes, rayonnées, type moderne et type 14-18.

Bustes et mannequins de pilote

Le pneu de petite section, imitant les roues de bicyclette qui équipaient les tout premiers avions (voir illustrations). Il est évident qu'une maquette volante de ce type, qui sera pourvue de roues rayonnées aura un très grand succès.

Les instruments de bord

L'aménagement de l'intérieur du poste de pilotage d'une semi-maquette ou d'une maquette n'est pas complet sans une représentation, même partielle, des instruments du tableau de bord. Diverses marques d'accessoires produisent des instruments en décalcomanie ou imprimés sur papier glacé avec l'entourage des cadrans moulés en matière plastique, à différentes échelles de réduction. Un choix logique, ou d'après modèle réel, des différents instruments équipant le tableau de bord d'un avion permettra de compléter l'aménagement d'une cabine ou d'un habitacle, particulièrement lorsque cette partie est bien visible à travers la



verrière ou les vitrages qui recouvrent le poste de pilotage.

Sur les maquettes volantes à l'échelle exacte, les aménagements intérieurs doivent être complets et strictement identiques à ceux du modèle original. Il est évident que dans ce cas la représentation des sièges, des « manches à balai » ou des volants de commande, ainsi que celle des différents accessoires doit être entièrement réalisée par le modéliste qui utilisera les matériaux les plus divers.

Les accessoires spéciaux pour maquettes volantes

Outre les roues spéciales pour maquettes volantes, il existe un grand nombre d'autres accessoires utilisables sur différents types de modèles de maquettes ou de semi-maquettes. Citons les faux cylindres pour la représentation des moteurs en étoile, ainsi que des moteurs complets avec carter, qui peuvent être adaptés sur des modèles volants. Ces accessoires, constitués de pièces moulées en matière plastique, ne nécessitent qu'un simple assemblage et une décoration adéquate. De même, on trouve différents modèles de mitrailleuses pour les avions anciens, type chasseurs de la guerre 1914-1918, également constitués de pièces

Mitrailleuses et faux cylindres « Williams », instruments de bord IM.

en matière plastique à assembler. Ces accessoires, fabriqués par la marque américaine Williams, sont disponibles dans les magasins spécialisés (voir illustrations ci-dessus).

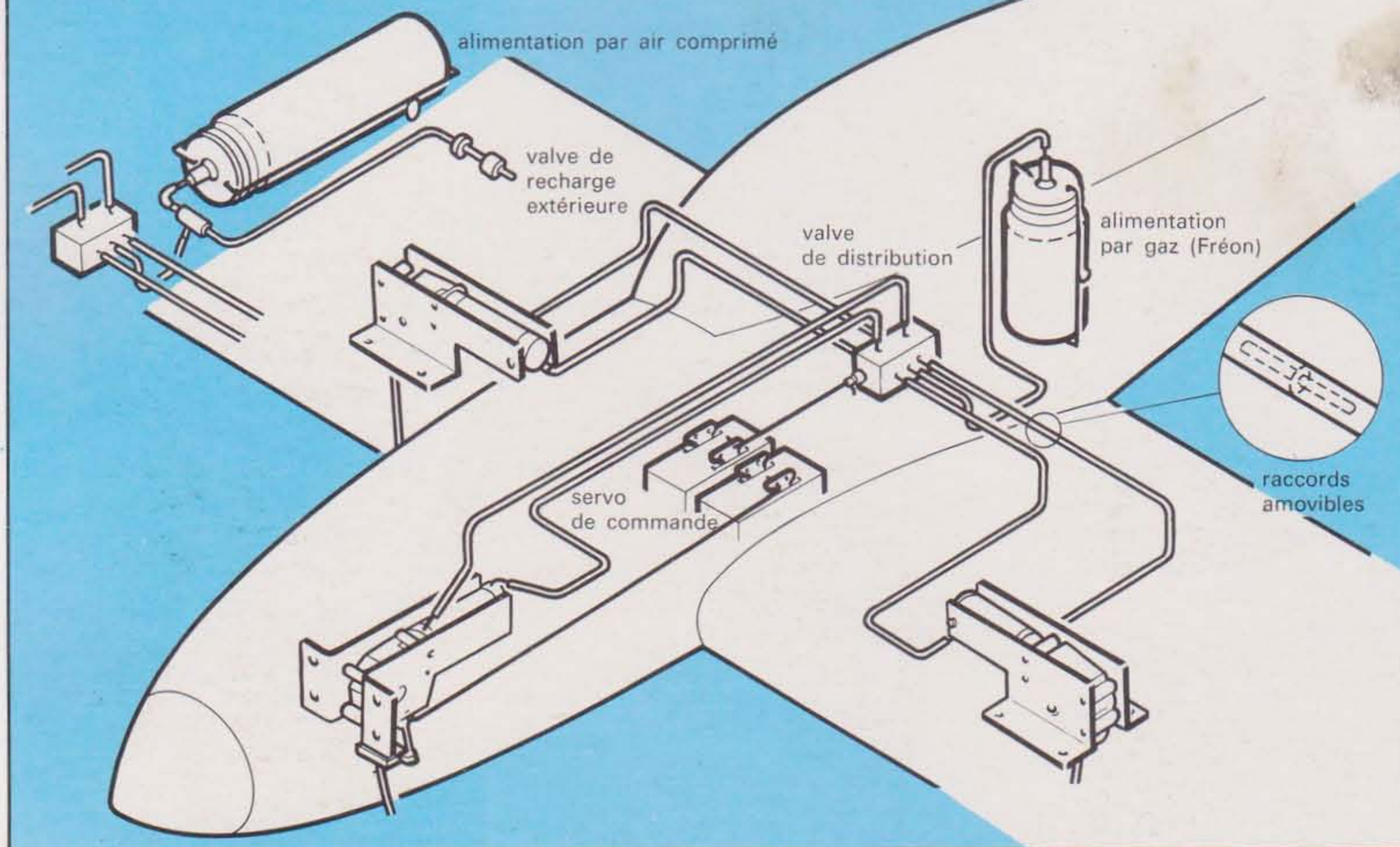
Ces éléments, correctement décorés et installés à bord des modèles volants, ajouteront beaucoup de réalisme, tout en supprimant le long et fastidieux travail nécessaire si l'on doit les confectionner soi-même.

Les équipements spéciaux

Les accessoires qui viennent d'être décrits peuvent être utilisés sur différents types de modèles, y compris ceux pour débutants, mais d'autres équipements spéciaux peuvent être employés sur des modèles plus évolués. Nous en citerons les principaux, uniquement dans un but d'information. Le lecteur sera ainsi en mesure de se rendre compte de toutes les

possibilités offertes par les fonctions supplémentaires à celles qui sont nécessaires pour le pilotage et qui sont permises avec les ensembles R/C modernes équipés de 5, 6 ou 7 voies.

Les freins. Adaptables principalement sur les « multis » de compétition et sur les maquettes volantes, les dispositifs de freinage sur les roues sont particulièrement utiles pour effectuer les manœuvres au sol, telles que les points fixes à pleins gaz avant le décollage, ou pour réduire la course du modèle à l'atterrissage. Il existe des systèmes électromagnétiques, mais les plus simples à installer sont les systèmes à commande mécanique. Chaque frein est constitué par un tambour en alliage léger, pourvu d'ailettes de refroidissement. Ce tambour est entraîné par la roue au moyen d'ergots qui s'encastrent à l'extrémité des rayons du côté du moyeu. La partie fixe, qui comprend les mâchoires en Céloron commandées par un levier, est retenue contre la jambe du train par deux ergots métalliques. Le levier est actionné par un câble relié à un servo de commande séparé, mais cette commande peut être également conjuguée avec celle de la profondeur de la façon suivante :



— *Trains bi-roues.* Action du freinage conjuguée avec la gouverne de profondeur en position plein « cabré » pour asseoir le modèle au sol à l'atterrissage ;

— *Trains tricycles.* Même conjugaison avec la gouverne de profondeur en position plein « piqué » pour augmenter l'adhérence au sol de la roue avant.

Les trains d'atterrissage escamotables. Il existe des ensembles bi-roues ou tricycles à commande mécanique exigeant l'emploi de servomécanismes très puissants pour les mouvoir ; un ou deux servos sont nécessaires suivant la force de traction de ces derniers et le poids du mécanisme à actionner. Ces installations lourdes et encombrantes sont désormais de plus en plus remplacées par des systèmes à commande pneumatique (Rom-Air, K.D.H. et Multiplex). En outre, ces trains escamotables ne nécessitent qu'un seul servo ordinaire pour commander l'ouverture de la vanne du réservoir de gaz (ou d'air comprimé), actionnant les pistons de commande de fermeture et d'ouverture de chaque jambe. La *figure 1* représente le principe d'installation du train escamotable à commande pneumatique Multiplex qui peut être alimenté soit au gaz, soit à l'air comprimé. Les éléments constitutifs de ce train escamotable sont illustrés par la photographie

ci-contre. Il s'agit d'une fabrication de très bonne qualité et d'une grande sûreté de fonctionnement.

Principe de fonctionnement

L'alimentation (voir *fig. 1*) peut être assurée soit par un réservoir rempli de gaz Fréon (fourni avec l'ensemble), soit par réservoir à air comprimé (disponible sur demande). Dans le cas de l'alimentation au gaz Fréon, le réservoir doit être démontable afin de pouvoir être rechargé avec une bouteille industrielle (Frigen-Baby) ou avec les recharges spéciales fournies par la marque. Le réservoir doit être impérativement monté en position verticale, ou sous un angle ne dépassant pas 45° pour éviter l'écoulement du gaz liquide dans les tuyauteries. Le refroidissement important qui résulterait de cet écoulement conduirait rapidement au blocage de la glissière de la vanne et des pistons dans les cylindres actionnant les jambes. Le réservoir contient un volume de gaz permettant d'effectuer 30 à 35 manœuvres de rentrée et de sortie du train d'atterrissage.

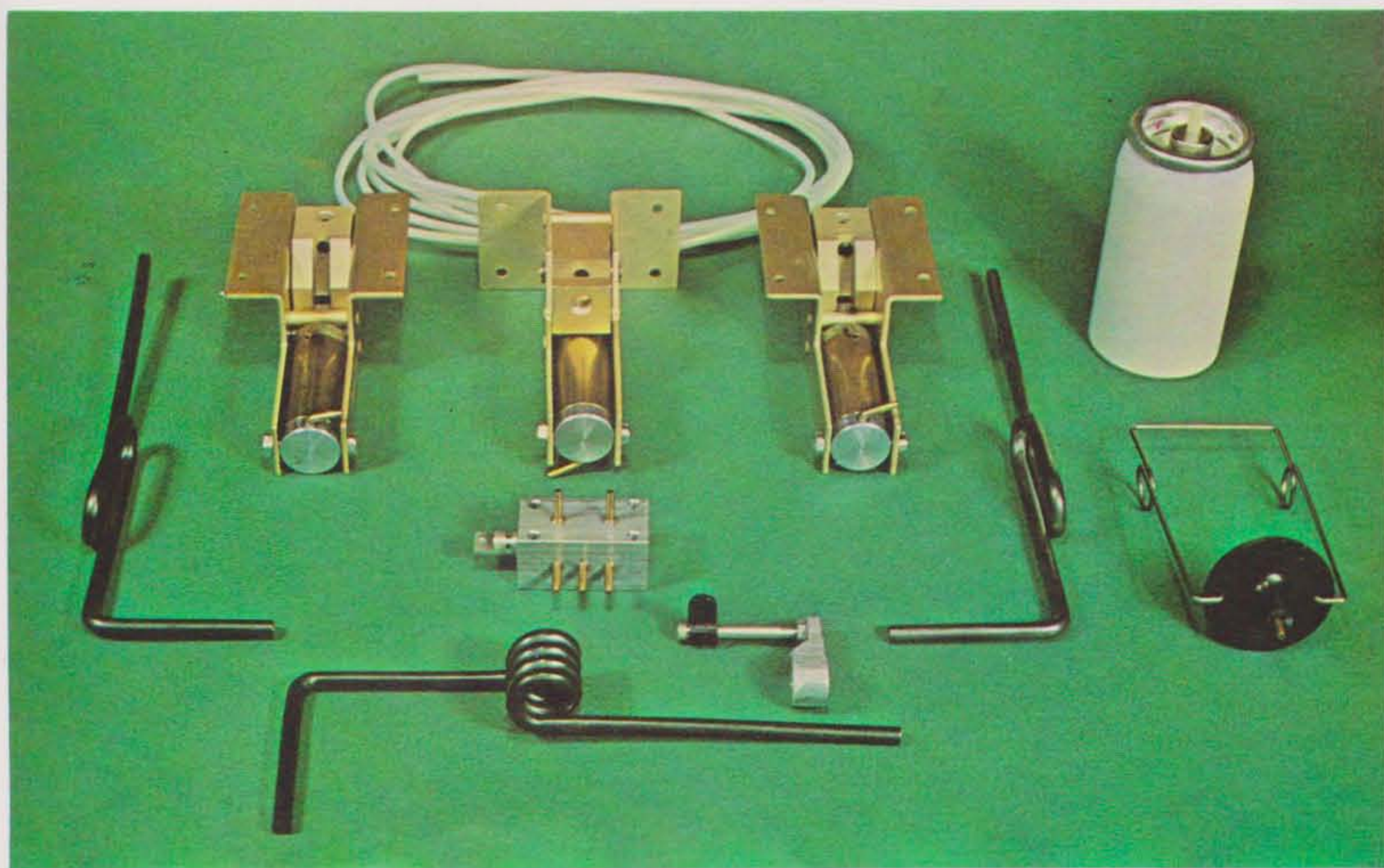
Dans le cas de l'alimentation par air comprimé, il conviendra de se procurer le système d'alimentation disponible sur option. Le réservoir peut être installé à demeure dans le fuselage du modèle, sa position

est indifférente et il est parfois rechargé de l'extérieur à l'aide d'une pompe de bicyclette. La pression d'air admissible dans le réservoir permet d'obtenir 6 à 8 cycles de rentrée et de sortie du train d'atterrissage. L'admission de gaz ou d'air comprimé dans les cylindres qui commandent le mouvement de chaque jambe est assurée par une valve à glissière, dont l'ouverture est régie par un servomécanisme ordinaire. La puissance requise n'est pas supérieure à celle qui est nécessaire pour actionner une gouverne. La valve distributrice est reliée aux cylindres commandant les jambes par des tuyauteries spéciales résistant aux hautes pressions ; ces tuyauteries peuvent être rendues démontables au niveau du raccordement de l'aile au fuselage du modèle. Chaque mécanisme de jambe est doté d'un verrouillage automatique sur chaque fin de course. Sur les versions tricycles, la jambe avant est orientable, conjuguée de la façon habituelle sur le servo de commande de direction.

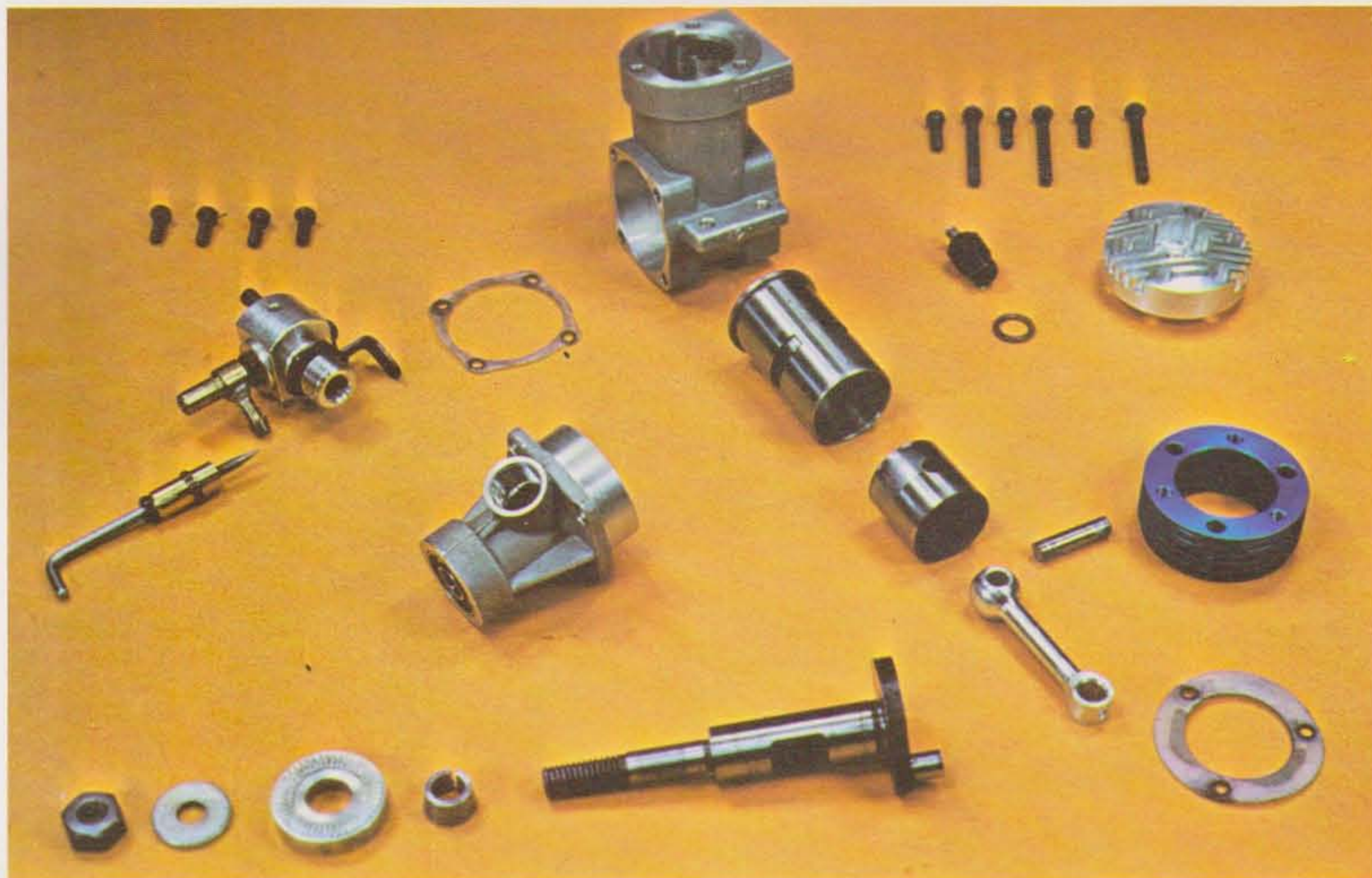
L'installation d'un train escamotable nécessite une adaptation spéciale qui doit être prévue au cours de la construction du modèle. Il est évident qu'une telle adaptation ne concerne que les avions multi-commandes ou les semi-maquettes volantes, réalisations à la portée des seuls modélistes expérimentés.



*Ci-dessus : la présence d'un pilote dans un poste de pilotage ouvert a toujours un effet réaliste.
A gauche : aménagement intérieur du poste de pilotage d'un Jodel.
Ci-contre : frein à commande mécanique.
Ci-dessous : train escamotable à commande pneumatique Multiplex.*



Moteurs



Nous allons maintenant examiner la partie mécanique de l'équipement d'un avion R/C, c'est-à-dire le propulseur. Ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le mentionner dans la partie historique de cet ouvrage, la conception des moteurs à explosion modèles réduits a connu une certaine évolution. Les premières fabrications commerciales de moteurs miniatures remontent à quelques années avant la Seconde Guerre mondiale. Ces moteurs étaient lourds et encombrants à cause de leur système d'allumage classique, semblable à celui des moteurs qui équipaient les automobiles. L'allumage était produit par une bougie à électrodes; un rupteur monté directement sur le vilebrequin était alimenté par une bobine et un condensateur qu'il fallait loger dans le fuselage du modèle. Ces moteurs à 2 temps fonctionnaient avec un mélange

d'essence et d'huile; on pouvait faire varier leur régime en avançant ou en retardant l'avance à l'allumage par l'intermédiaire d'un levier qui déplaçait le rupteur par rapport à la came entraînée par le vilebrequin.

Vinrent ensuite les moteurs à auto-allumage, également appelés (improprement d'ailleurs) « diesels ». Sur ces moteurs, la bougie est supprimée, l'allumage est provoqué par la compression à taux élevé d'un mélange constitué d'éther, de pétrole et d'huile. Ces moteurs, primitivement à compression fixe, furent équipés par la suite d'un système à compression réglable qui facilitait les démarrages et assurait une bien plus grande souplesse de fonctionnement. Le principe consiste à faire varier le taux de compression par le déplacement d'un contre-piston situé dans la chambre d'explosion et commandé

Un moteur en pièces détachées, le « Micron 21 » de 3,62 cm³.

par une vis taraudée dans la culasse, que l'on réglait au moyen d'un levier. Ces moteurs à taux de compression élevé exigent une mécanique très robuste; de ce fait, ils sont assez lourds et encombrants, et présentent de plus l'inconvénient de transmettre des vibrations importantes à la cellule. Les moteurs Diesel, dont la fabrication est de plus en plus restreinte, sont actuellement employés principalement sur les avions de vol circulaire; bien que leur manipulation exige une certaine habitude, surtout pour la mise en route, leur emploi est simple car ils ne possèdent pas d'équipement d'allumage annexe.

Le système d'allumage qui donna les meilleurs résultats fut celui dit par *glow-plug*, ou bougie incandescente, que l'on développa parallèlement au système à auto-allumage. Les premiers moteurs à glow-plug furent des moteurs à allumage électrique que l'on modifia en augmentant le taux de compression, et en supprimant le rupteur et la bougie classique à électrodes. Cette dernière fut remplacée par une bougie spéciale qui contenait une résistance en spire de platine, pouvant être portée à incandescence sous une tension de 1,5 volt. La mise en route du moteur nécessite donc une batterie extérieure de la tension précitée pour chauffer la bougie; dès que le moteur tourne la batterie est coupée, l'incandescence de la résistance de la bougie étant entretenue par la chaleur des explosions. La mise en route d'un moteur à glow-plug est plus facile que celle d'un moteur à auto-allumage sur lequel il faut chercher le réglage exact de la compression qui provoquera la détonation du mélange. Les moteurs à glow-plug ont un taux de compression plus faible, ils sont plus légers, moins encombrants et engendrent moins de vibrations. L'équipement annexe pour la mise en route consiste simplement en une pile ou une batterie de 2 volts d'une bonne capacité et en un cordon à deux conducteurs pourvu d'une pince spéciale permettant la connexion de l'alimentation sur l'électrode de la bougie et la masse du moteur (voir illustrations). Ces moteurs fonctionnent avec un carburant spécial composé d'un mélange d'alcool méthylique (méthanol) et d'huile de ricin, auquel on ajoute un additif détonant, le nitrométhane, destiné à régulariser la combustion.

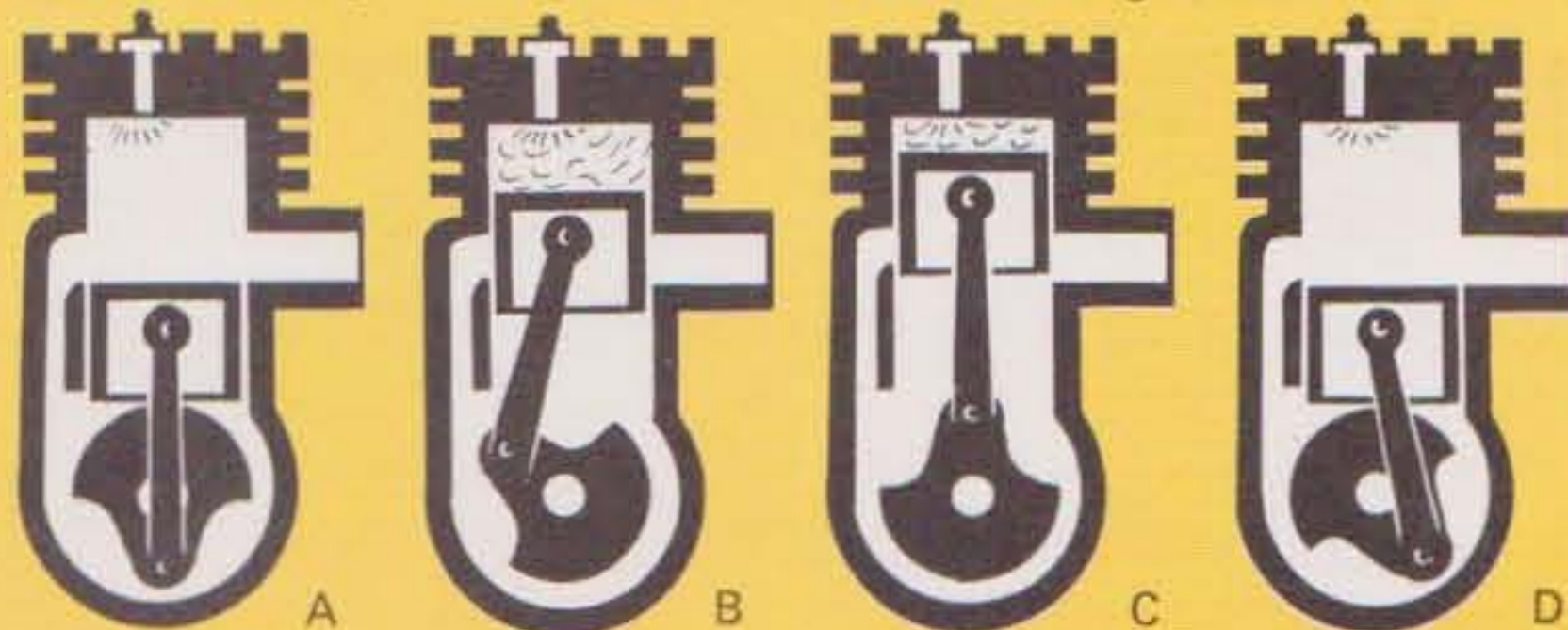
Certains fabricants produisent des moteurs à 4 temps, à soupapes miniatures commandées par culbuteurs, véritables petites merveilles de mécanique. Ces moteurs, également à allumage par glow-plug, offrent l'avantage de fournir un couple élevé à bas régime, ce qui permet d'entraîner des hélices de grand diamètre qui assurent un rendement optimal sur les gros modèles, et principalement sur les maquettes volantes à l'échelle. Dans la gamme des cylindrées de moteurs destinés à l'équipement des avions R/C, le type le plus économique et d'un emploi universel est le moteur à 2 temps à



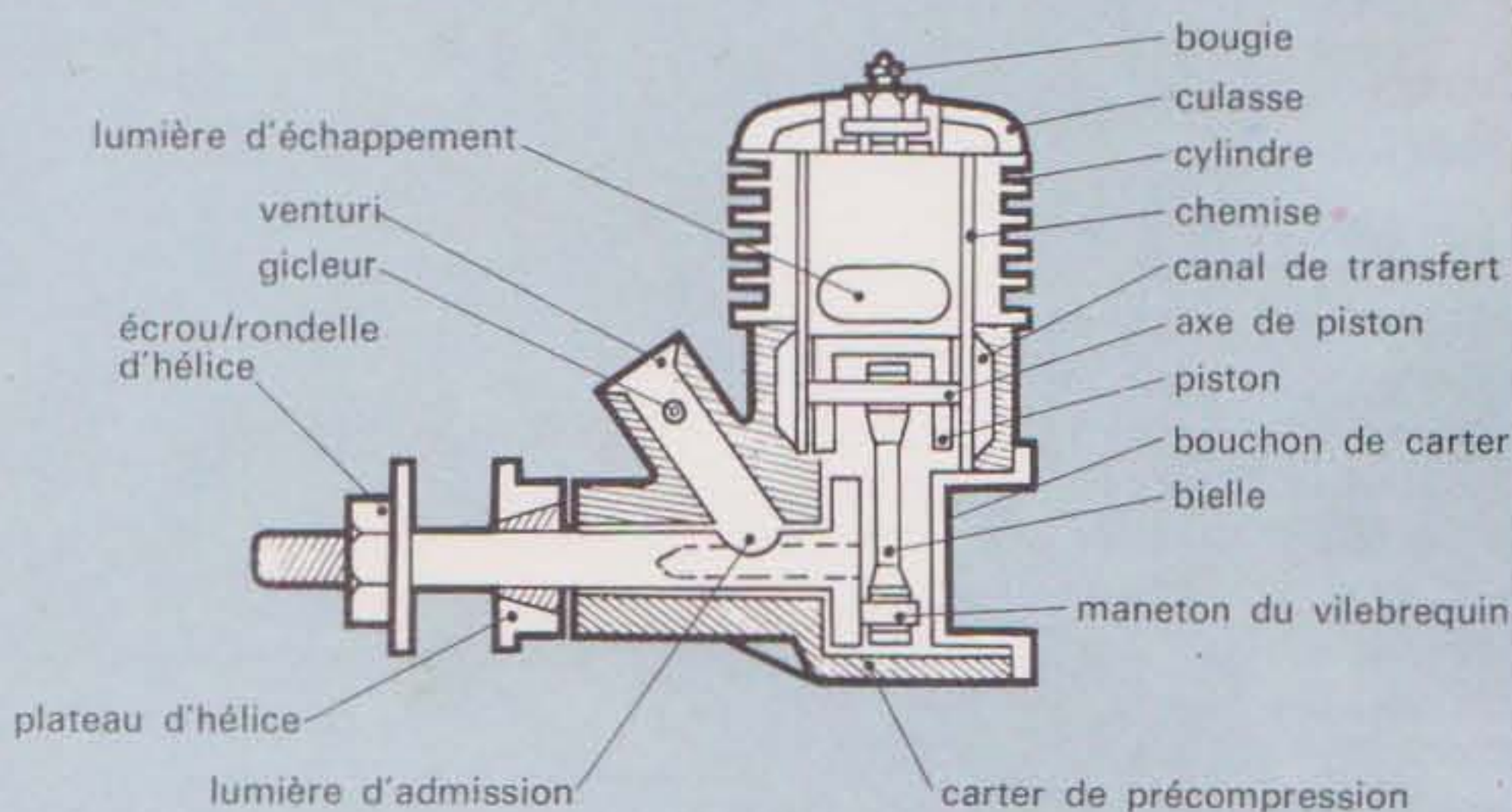
Deux types de bougies glow-plug, modèle standard et à barrette, spéciales pour moteur R/C.

Principe de fonctionnement du moteur à 2 temps

- A Précompression des gaz frais et passage dans le transfert
- B Remontée du piston et compression
- C Explosion
- D Évacuation des gaz brûlés et arrivée nouvelle de gaz frais



Coupe schématique d'un moteur à "glow-plug" (modèle sans carburateur)



allumage par glow-plug; c'est donc de ce modèle que nous traiterons surtout dans ce chapitre.

Principe de fonctionnement du moteur à 2 temps (fig. 1 et 2)

Il est indispensable de connaître les différents éléments qui constituent un moteur à explosion et son principe de fonctionnement, ce qui facilitera la compréhension des réglages à effectuer pour sa mise en route et son utilisation. Le moteur à 2 temps possède un minimum de pièces mécaniques en mouvement. Son principe de fonctionnement est très simple: le mouvement alternatif du piston qui se déplace dans le cylindre est transformé en un mouvement rotatif par l'intermédiaire d'une bielle

qui actionne un vilebrequin sur lequel est fixée l'hélice. Sur la grande majorité des moteurs, l'admission est à valve rotative: le vilebrequin est percé intérieurement et le canal ainsi formé permet l'arrivée des gaz frais directement dans le carter de précompression, grâce à une lumière d'admission qui débouche sous le carburateur. Tous les moteurs spéciaux pour R/C sont pourvus d'un carburateur constitué d'un corps en métal dans lequel tourne un boisseau ou un papillon rotatif réglant l'admission d'air. Le mélange air-carburant est vaporisé à travers un gicleur dont le débit est réglé par un pointeau à siège conique. Sur certains modèles de carburateurs, le déplacement hélicoïdal du boisseau réglant l'admission d'air permet en même temps de modifier le débit du gicleur par le déplacement transversal d'une aiguille conique dans

le corps de ce dernier. Lorsque le piston monte dans le cylindre, il se crée une dépression dans le carter, et l'air aspiré par le venturi (canalisation d'admission d'air du carburateur) vaporise au passage le carburant débité par le gicleur. Le mélange gazeux pénètre dans le carter de précompression, après être passé par le canal du vilebrequin, où il est comprimé lorsque le piston redescend, la valve rotative étant à cet instant fermée. Sous l'effet de cette précompression, les gaz passent par le ou les canaux de transfert disposés autour du cylindre. Ils arrivent ainsi dans la chambre de combustion fermée par la culasse et dans laquelle se produit l'explosion en fin de course ascendante du piston. Sous cette action, le piston redescend et découvre en fin de course descendante la lumière d'échappement par laquelle sont évacués les gaz brûlés, balayés par l'arrivée des gaz frais, et le cycle recommence...

Autres types d'admission

Le principe d'admission par valve rotative que nous venons de décrire est le plus courant sur les moteurs de type classique. Sur les moteurs de compétition, on a recherché un meilleur remplissage des gaz par une admission plus directe dans le carter de précompression en installant une valve rotative directement dans la partie arrière de ce dernier. Le système consiste en un plateau circulaire dans lequel est pratiquée une lumière qui, en passant devant l'ouverture du venturi du carburateur, permet l'arrivée des gaz directement dans le carter. Le plateau est monté sur un axe solidaire du bouchon de carter, il est entraîné par un prolongement du maneton du vilebrequin qui s'engrène dans un crantage ménagé dans son épaisseur.

Il existe également un système d'admission par anche vibrante, ou clapet, dont sont pourvus notamment les moteurs de petite cylindrée de la marque américaine COX (Pee-Wee 0,3 cm³; série des 0,8 cm³ : Babe-Bee, Golden-Bee et Black Widow). Le clapet est disposé dans le venturi d'admission d'air qui pénètre dans le carter de précompression, il fait office de soupape assurant le passage des gaz à l'admission et l'étanchéité à la précompression; il est ainsi en constante vibration durant le fonc-



tionnement du moteur. L'avantage de l'admission par anche vibrante est tout d'abord sa grande simplicité. Ce système permet en outre la rotation du moteur dans les deux sens, ce qui est impossible à obtenir avec une admission par valve rotative du fait du décalage de la lumière d'admission, décalage nécessaire pour obtenir le bon remplissage des gaz frais.

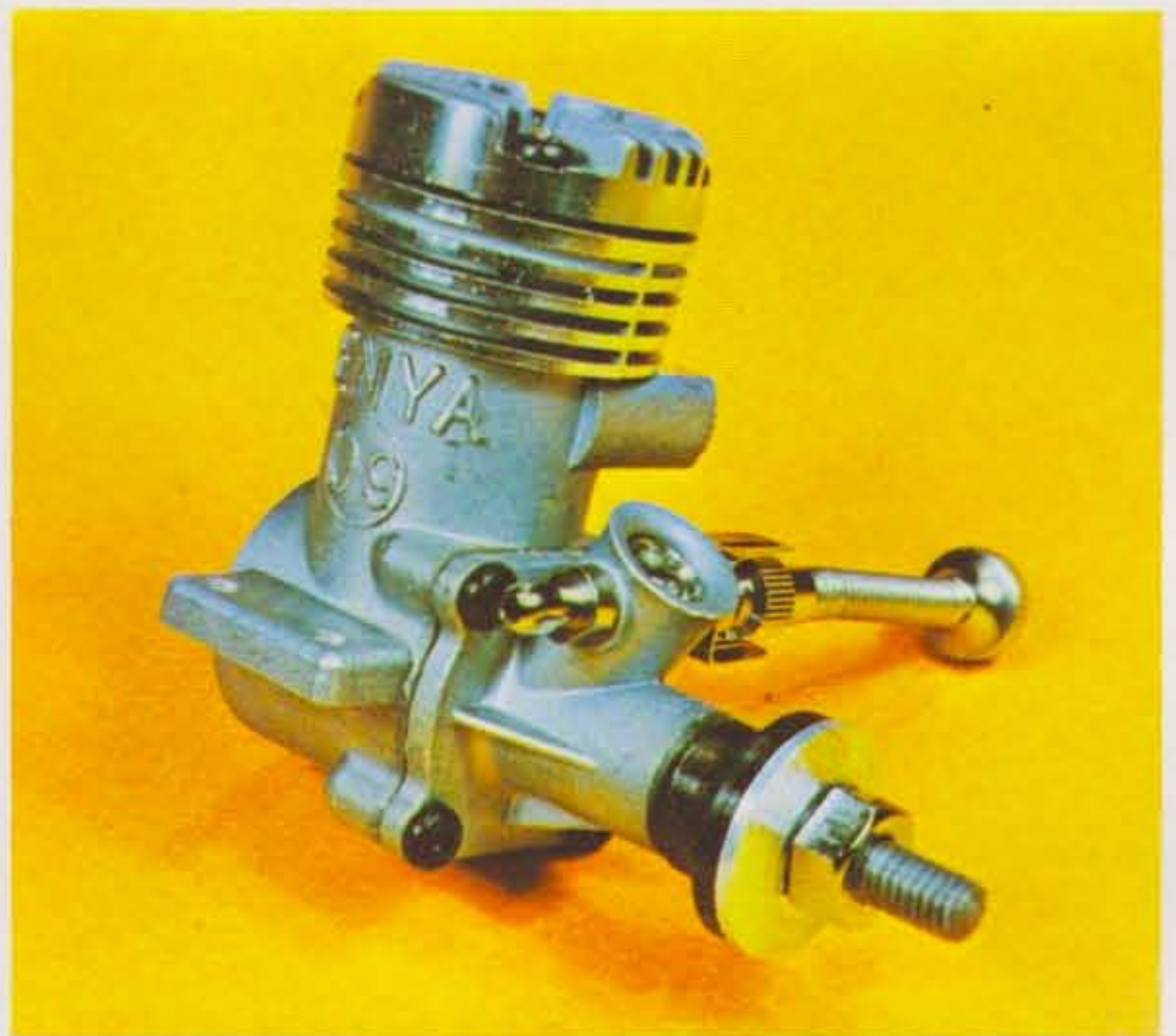
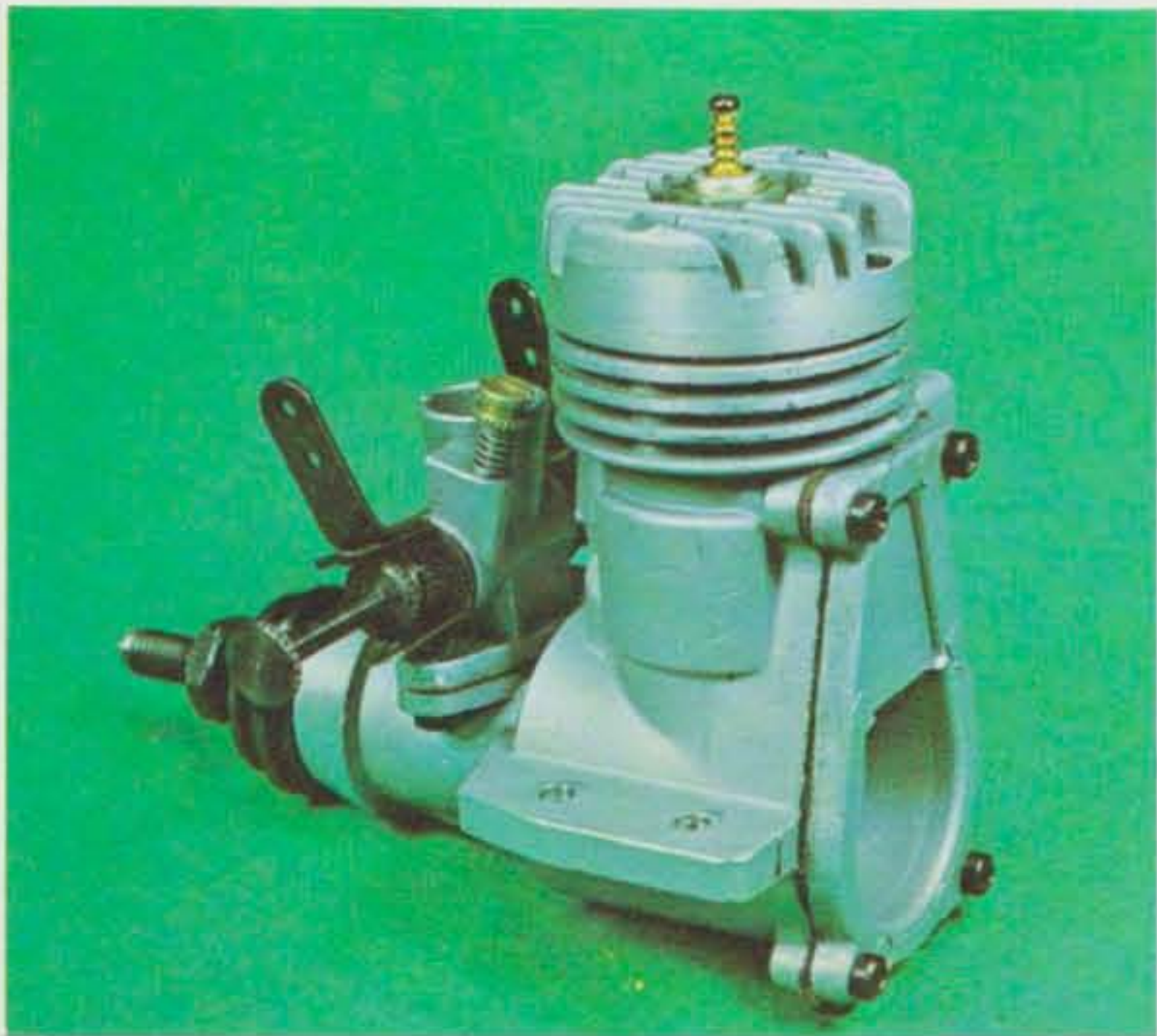
Tous les moteurs tournent normalement dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, l'hélice étant vue de face. Une rotation dans le sens opposé peut être nécessaire, dans le cas du montage du moteur en position propulsive, avec l'utilisation d'une hélice de pas normal montée à l'envers sur le vilebrequin. Mais il s'agit ici d'installations très particulières; le plus simple est d'utiliser une hélice à pas inverse pour le montage du moteur en position propulsive en conservant le même sens de rotation.

Différentes conceptions de moteurs

La gamme des cylindrées des moteurs modèles réduits s'étend de 0,16 cm³ à 10 cm³ pour les modèles de fabrication courante. Depuis quelque temps, des moteurs d'une cylindrée supérieure à 10 cm³ sont proposés par certains fabricants (12, 15 et 20 cm³) en raison des demandes du marché pour des propulseurs de plus en plus puissants. Le modélisme connaît actuellement une vague de gigantisme, des réalisations que l'on ne pourra bientôt plus qualifier de « modèles réduits » sont entreprises principalement par les clubs et associations pour les démonstrations en public au cours de véritables meetings miniatures qui connaissent de plus en plus de succès.

La conception technique des moteurs a beaucoup évolué, principalement sur le plan de la puissance développée, un bon 3,5 cm³

Page 102, en haut : assortiment de bâti-moteurs en métal et en Nylon renforcé de fibre de verre. Au-dessous : le moteur Cox « Babe-Bee » de 0,8 cm³, souvent employé comme moteur auxiliaire de planeur (jusqu'à 2 m d'envergure). Ci-contre : le moteur Enya 19 X R/C avec son silencieux. Ci-dessous : moteur Fox 15 R/C « Schnürle » de 2,5 cm³. Ci-dessous, à droite : le moteur Enya 0,9 (1,5 cm³) sans carburateur, employé comme moteur auxiliaire sur les grands modèles de planeur.



fournissant la puissance d'un 10 cm³ dont la fabrication remonte seulement à quelques années. Un 10 cm³ développe actuellement une puissance de 1,8 à 2 ch. Ces améliorations sont dues à la qualité et à la précision des fabrications actuelles, ainsi qu'à l'évolution constante de la technique afin d'obtenir le meilleur rapport cylindrée-puissance. Sur les moteurs de qualité standard, le vilebrequin est monté sur un palier en bronze inséré dans le carter ; le piston en fonte ne possède pas de segment d'étanchéité et travaille dans une chemise en acier. Sur les moteurs de conception plus évoluée, le vilebrequin est monté sur deux roulements à billes : la réduction des frottements permet une augmentation du régime de rotation du moteur. Le piston en alliage léger, qui comprend un ou deux segments, travaille dans une chemise en acier. Une autre conception, appelée ABC (aluminium, bronze, chrome) consiste

à faire travailler un piston en alliage léger dans une chemise en bronze recouverte d'une pellicule de chrome. Le système d'alimentation a également été amélioré pour obtenir un balayage optimal des gaz brûlés afin d'assurer un remplissage maximal des gaz frais, condition indispensable pour obtenir une puissance maximale. Pour cela, les canaux de transfert assurant le passage des gaz frais du carter de précompression à la chambre d'explosion ont été modifiés ; les moteurs élaborés sont équipés du système Schnürle à trois canaux de transfert disposés sur la périphérie du cylindre, le piston est plat, sans déflecteur, et la chambre de combustion est hémisphérique. Enfin, certains moteurs sont munis actuellement d'un régulateur de pression incorporé sur le bouchon de carter (moteurs HB Graupner, type P.D.P.) ; ce régulateur agit comme une pompe, il utilise la pression qui règne dans le carter

de précompression pour forcer l'arrivée du mélange vers le carburateur.

Les moteurs spéciaux et les multicylindres

D'autres formules de moteurs ont également été étudiées. Parmi les réalisations les plus remarquables on peut citer le moteur rotatif Wankel (licence N.S.U.) fabriqué au Japon et distribué par la firme Graupner. La conception de ce moteur est caractérisée par un minimum de pièces en mouvement ; un rotor de forme triangulaire tourne excentriquement dans une chambre de forme trochoïdale, le vilebrequin est entraîné par un jeu d'engrenages. Il en résulte une plus grande souplesse de fonctionnement avec une absence totale de vibrations, bien que le gain en puissance ne soit pas exceptionnel. Le moteur O.S. Wankel a une chambre de

combustion de $4,9 \text{ cm}^3$ et développe une puissance équivalente à celle d'un bon 5 cm^3 de conception classique.

Il existe enfin des moteurs multicylindres : des bicylindres et des 4-cylindres à plat (*flat-twin* 5 cm^3 et *flat-four* 10 cm^3) parmi lesquels les fabrications de la marque Micron, notre seul fabricant national de moteurs modèles réduits, qui produit également un bicylindre en ligne de 5 cm^3 . Il existe des productions étrangères du même genre jusqu'à 6 cylindres, ainsi que des moteurs en étoile à 5 ou 7 cylindres, qui pour la plupart sont des pièces de collection produites en petite série et dont le prix n'est généralement pas à la portée du modéliste moyen...

Choix d'un moteur

Après ces quelques exposés théoriques, considérons les éléments pratiques pour déterminer le choix d'un moteur. La cylindrée sera bien entendu fonction des dimensions du modèle à équiper. Précisons que le déplacement du piston est appelé « course », son diamètre est appelé « alésage », et que la cylindrée est égale au produit de la surface du piston et de sa course. Beaucoup de moteurs étant d'origine américaine, les cylindrées sont indiquées en *cubic inches* (pouces cubiques). Nous donnons donc p. 106 un tableau de la conversion des cylindrées de cubic inches en centimètres cubes. Les cylindrées ont été volontairement arrondies par catégories, car il n'est pas indispensable de connaître la cylindrée rigoureusement exacte d'un moteur, elle varie d'ailleurs d'un fabricant à l'autre pour une même catégorie. C'est ainsi qu'un modèle 40 (0,40 cubic inch) peut être donné pour un $6,55 \text{ cm}^3$ dans une marque et pour un $6,44$ dans une autre... Nous considérerons simplement qu'un moteur de la classe 40 en cylindrée américaine correspond à la catégorie $6,5 \text{ cm}^3$. La cylindrée du moteur devant équiper un modèle est toujours indiquée sur le plan et dans les caractéristiques techniques, avec quelquefois une marge de tolérance comme, par exemple, de $3,5$ à 5 cm^3 . Le choix de la puissance est fonction des performances que l'on désire obtenir ; sur les avions pour débutants il conviendra d'installer un moteur de puissance moyenne, une trop grande puis-

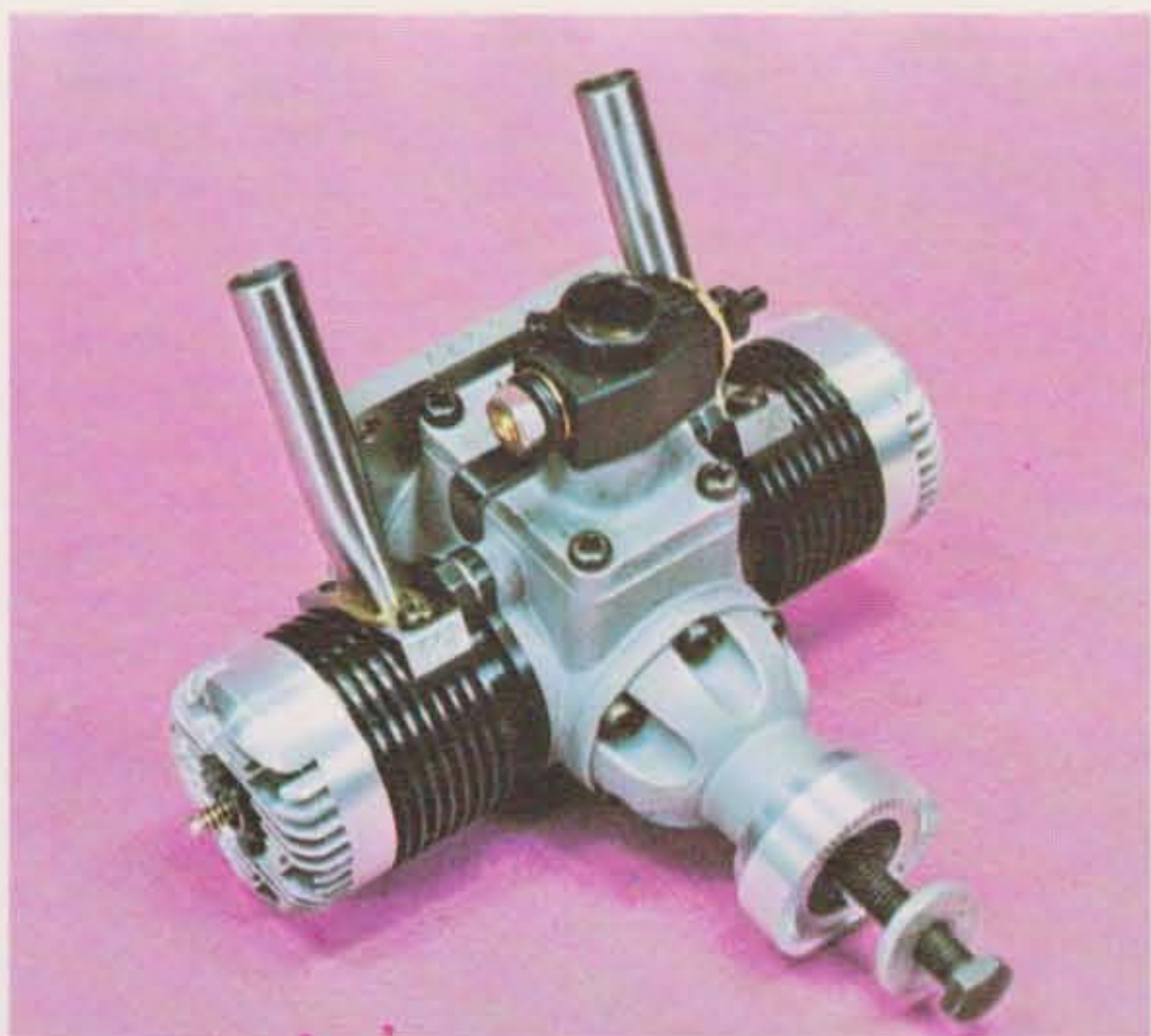
sance est néfaste, mais une puissance trop limitée ne permettra pas de se sortir des situations difficiles. La grande majorité des avions pour débutants sont conçus pour être équipés de moteurs d'une cylindrée moyenne de $2,5$ à $3,5 \text{ cm}^3$. Cette dernière étant généralement la plus fréquente, on pourra donc choisir un moteur de classe 19, 20 ou 23, dont les cylindrées respectives vont de $3,5$ à $3,7 \text{ cm}^3$, l'écart étant peu important et les puissances variables selon les fabrications.

Bien souvent, une marque de moteur est conseillée sur un plan, comme nous avons déjà eu l'occasion de le mentionner pour les ensembles R/C, lorsque toutes les productions sont diffusées par la même marque. Nous conseillons de choisir un moteur de bonne qualité, la longévité et la facilité de manipulation en dépendent toujours. Il faudra prendre un moteur type R/C, c'est-à-dire équipé d'un

Ci-dessous : le moteur rotatif O.S. N.S.U. Wankel ; cylindrée $4,9 \text{ cm}^3$.

En bas : silencieux pour moteur HB 40, avec prise de pressurisation.





carburateur, les moteurs ordinaires sans carburateur, que l'on appelle « Stunt », ne permettent pas de faire varier le régime de rotation; ces moteurs sont donc réservés au vol libre ou circulaire, ou encore en petites cylindrées pour l'équipement des motoplans R/C. Il faudra se procurer une pile ou une batterie de démarrage de 2 volts, (une batterie est plus économique à l'emploi puisque l'on peut la recharger) ainsi qu'un cordon de fil et une pince spéciale pour le branchement de la bougie. S'il existe un modèle de silencieux d'origine ou adaptable pour le moteur, il sera toujours préférable de l'en munir car il atténue beaucoup le bruit du moteur sans absorber trop de puissance; de plus, il peut être obligatoire sur certains terrains de vol. Il restera à se procurer une hélice de diamètre et de pas correspondants, nous donnons également un tableau pour la conversion de ces dimensions souvent indiquées en pouces sur les hélices de fabrication étrangère, et bien sûr le carburant spécial pour moteurs à glow-plug, vendu en différents conditionnements dans les magasins spécialisés.

Mise en route d'un moteur glow-plug

Tout moteur nécessite une période de rodage avant de pouvoir être utilisé à pleine puissance, il est préférable d'effectuer ce rodage au banc d'essai avant d'installer le moteur sur la cellule, ce qui permettra d'opérer dans les meilleures conditions tout en apprenant à bien connaître le moteur. Il existe

A gauche : le moteur bicylindre à plat Micron de 5 cm³.

A droite : moteur HB 40 P.D.P. (6,5 cm³) avec pompe de pressurisation incorporée.

des bâtis universels très pratiques pour cet usage, qui peuvent être fixés sur une table ou sur un établi, et qui permettent de monter bien des moteurs de diverses cylindrées. On fixera le réservoir derrière le moteur au même niveau que celui-ci, puis on reliera la prise d'alimentation à l'arrivée du carburant avec une Durit. Il faut s'assurer que le moteur est bien fixé sur son bâti; à ce sujet, il est formellement déconseillé de serrer les pattes du moteur directement dans les mâchoires d'un étau. Si l'on ne peut se procurer un bâti spécial, il conviendra d'en fabriquer un en bois épais et résistant. Fixer ensuite l'hélice sur le vilebrequin du moteur, la bloquer avec une clé appropriée en la calant de façon que l'on commence à sentir la compression juste un peu avant d'atteindre la position horizontale. On se munira enfin d'une petite seringue ou d'une pipette en matière plastique que l'on remplira de carburant pour effectuer les injections.

Examinons maintenant le processus de mise en route du moteur :
— Remplir le réservoir de carburant, visser à fond le pointeau de réglage du carburateur, puis l'ouvrir du nombre de tours indiqué sur la notice d'emploi fournie avec le moteur;

— Ouvrir en grand l'admission d'air au carburateur; le boisseau est commandé par un petit levier sur lequel on fixera une tringle en corde à piano pour le manœuvrer plus facilement sans risquer de se prendre les doigts dans l'hélice;

— Aspirer le carburant en bouchant l'admission d'air avec le doigt en brassant l'hélice deux ou trois fois dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Si la Durit d'alimentation est transparente, on pourra vérifier l'arrivée du mélange au carburateur;

— Connecter maintenant la pince spéciale sur le cylindre du moteur et sur l'extrémité de la bougie. Le fils reliant la pince à la batterie de 2 volts devra avoir une longueur comprise entre 1 m et 1,50 m pour amener la tension à 1,5 volt qu'il convient de ne pas dépasser sous peine de griller la résistance de la bougie. La pince étant connectée, on doit voir briller une lueur rouge assez vive en regardant par la lumière d'échappement; si cette lueur est très faible c'est que la batterie n'est pas assez chargée. Utiliser toujours une batterie bien chargée ou une pile en bon état;
— Sur un moteur neuf, on pourra faire une petite injection de carburant par la lumière d'échappement avec la seringue ou la pipette;

— Brasser maintenant vigoureusement l'hélice dans le sens déjà indiqué, la meilleure façon de procéder est d'appliquer l'index ou le majeur contre le pied de la pale et d'agir par des mouvements rapides et répétés en dégageant vite le doigt pour éviter les retours éventuels. Pour éviter les blessures on pourra se protéger par un doigtier en caoutchouc (articles Kavan), précaution indispensable lors de la

manipulation de moteurs de grosses cylindrées. On peut aussi employer un démarreur électrique qui nécessite une batterie de 12 volts pour son alimentation.

Difficultés de mise en route du moteur

1^{er} cas : après quelques explosions, le moteur part et s'arrête brusquement. Il s'agit d'un défaut d'alimen-

Vue de détail d'un carburateur Perry; on remarque le boisseau rotatif d'admission d'air et le levier de commande.



tation : ouvrir le pointeau d'un quart de tour supplémentaire, aspirer à nouveau le carburant, faire une petite injection et remettre en route.

2^e cas : le moteur ne part pas, l'hélice cogne sous le doigt et des gouttes de carburant sont projetées par l'échappement. L'alimentation du moteur est trop riche (moteur noyé). Fermer complètement le pointeau, souffler par la lumière d'échappement pour chasser l'excès de carburant et continuer à brasser l'hélice jusqu'à ce que le moteur parte et s'arrête. Ouvrir à nouveau le pointeau avec un quart ou un demi-tour de moins et recommencer l'opération.

3^e cas : le moteur part, il commence à tourner en cafouillant, le régime augmentant petit à petit. Refermer doucement le pointeau jusqu'à l'obtention du régime maximal en gardant toujours l'admission d'air du carburateur grande ouverte. Débrancher rapidement la pince à bougie pour ne pas faire débiter inutilement la batterie tout en risquant de griller la bougie. Ne pas laisser tourner le moteur trop longtemps à plein régime, enrichir légèrement la carburation en ouvrant le pointeau, puis fermer à demi l'admission d'air du carburateur. On réglera le régime du ralenti en agissant sur la vis de réglage en butée du boisseau de fermeture pour obtenir un ralenti stable, le réglage sera figolé avec la vis de réglage d'air additionnel. Les reprises ralenti-plein gaz doivent être instantanées, sans cafouillage du moteur. Chaque type de carburateur ayant ses particularités, on consultera la notice jointe au moteur, qui indique généralement les réglages à effectuer.

Poursuivre le rodage du moteur par des périodes de fonctionnement très courtes et répétées pour éviter un échauffement anormal, ne pas le laisser tourner trop longtemps sur la position plein gaz. On apprendra ainsi petit à petit à faire démarrer facilement le moteur, une période de rodage au banc d'une demi-heure permettra de le débrider et sa souplesse de fonctionnement augmentera donc progressivement. Durant le rodage, il est déconseillé d'installer le silencieux car il provoquerait un échauffement trop important. On pourra ensuite retirer le moteur du banc d'essai, le nettoyer et l'installer avec le silencieux sur la cellule.

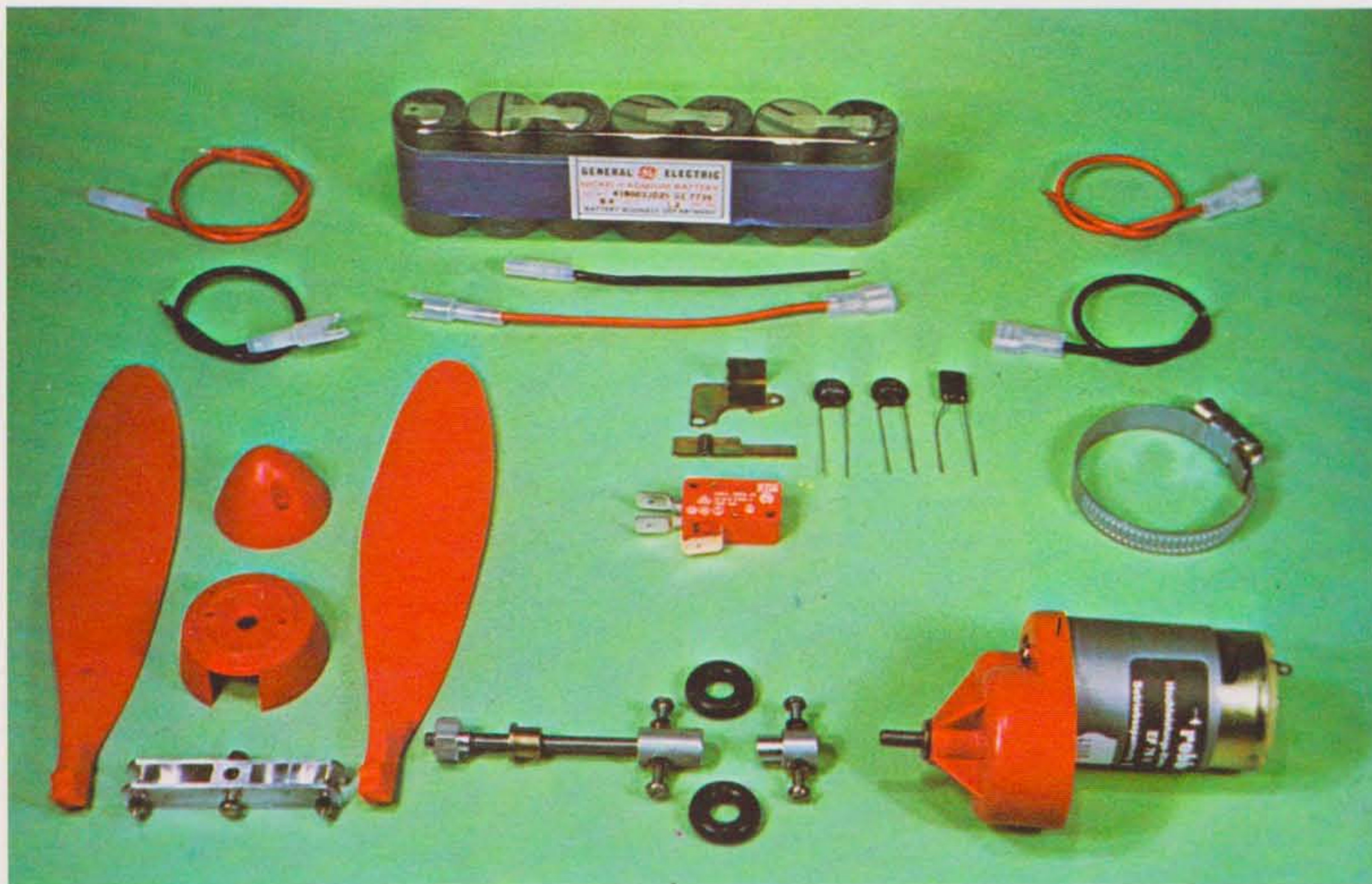
Conversion des cylindrées les plus courantes de cubic inches en centimètres cubes (arrondis par catégories)

Cylindrées en cubic inches	Cylindrées en centimètres cubes
0,10	0,16
0,20	0,30
0,49	0,8
7	1
9	1,5
10	1,7
15	2,5
19/20	3,5
23	3,7
25	4
29/30	5
35	6
40	6,5
45	7,5
50	8,5
59/60/61	10

Correspondance des diamètres et des pas d'hélice les plus courants

Diamètres et pas en inches	Diamètres et pas en centimètres
3 / 1 ¼	7,5 / 3,5
4 / 2 ½	10 / 6,5
4 ½ / 2	11,5 / 5
5 / 3	13 / 7,5
6 / 3	15 / 7,5
6 / 4	15 / 10
7 / 4	18 / 10
7 / 6	18 / 15
8 / 4	20 / 10
8 / 6	20 / 15
9 / 4	23 / 10
9 / 5	23 / 12
9 / 6	23 / 15
10 / 4	25 / 10
10 / 5	25 / 12
10 / 6	25 / 15
11 / 4	28 / 10
11 / 6	28 / 15
11 / 7 ½	28 / 20
12 / 4	30 / 10
12 / 5	30 / 12
12 / 6	30 / 15

Propulsion électrique

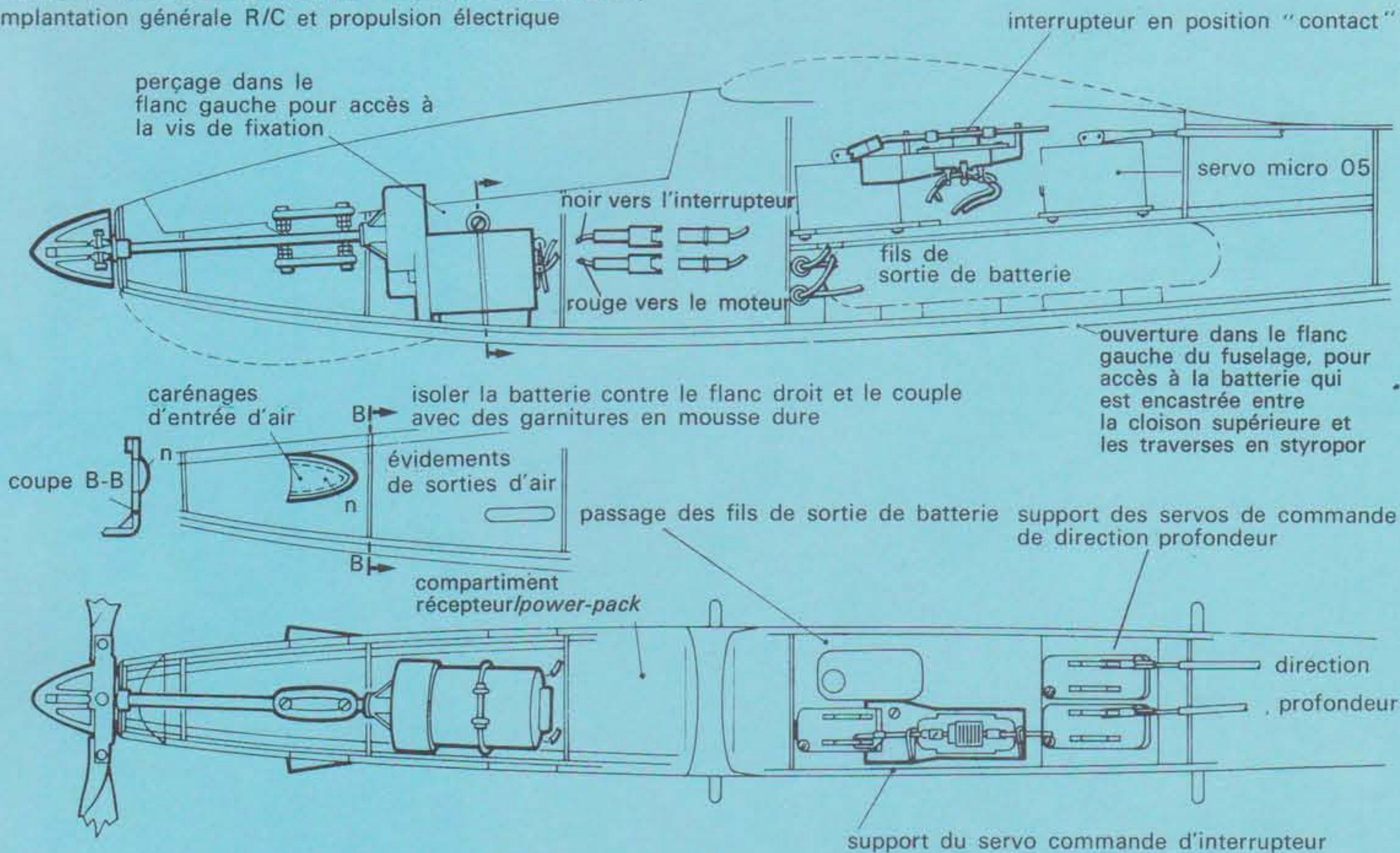


Ensemble de propulsion électrique Robbe, avec moteur EF 76 G, hélice à pales repliables et accu G.E. de 8,4 V/1,2 Ah.

Cet ouvrage ne serait pas complet si nous ne consacrons pas un court chapitre à la propulsion électrique. Cette nouvelle forme de propulsion a été appliquée il y a quelques années en vue d'équiper des modèles réduits d'avions. Les avantages sont nombreux : fonctionnement silencieux sans aucune pollution, facilité de manipulation du moteur qui est mis en route instantanément par un contact électrique, possibilité de couper ou de remettre le moteur en marche en plein vol, propreté des modèles ainsi équipés, etc. Cette forme de propulsion présente cependant quelques inconvénients qui résident principalement dans le poids de la charge à transporter et dans la faible autonomie de débit de l'accu d'alimentation du moteur électrique (huit à dix minutes), qu'il est donc nécessaire de recharger souvent sur le terrain de vol.

Des boîtes de construction de modèles spécialement conçus pour la propulsion électrique, ainsi que les équipements nécessaires ont été produits par divers fabricants au cours de ces dernières années. Il faut bien dire que ces modèles connaissent un succès mitigé, cela sans doute en raison des performances limitées qu'ils permettent et aussi du prix de revient relativement élevé de tout l'équipement nécessaire. Il n'en reste pas moins que cette forme de propulsion est très intéressante et qu'elle tend à se répandre de plus en plus, bien qu'il reste encore beaucoup de progrès à faire, particulièrement dans le domaine de l'alimentation qui nécessiterait des accus plus légers et d'une plus grande capacité de débit. Nous allons examiner les productions actuellement disponibles concernant ces modèles et ces équipements.

Planeur à propulsion électrique "Mosquito" (Graupner)
 Implantation générale R/C et propulsion électrique



Les modèles

Les planeurs furent les premiers modèles testés, puis ensuite produits commercialement car ils étaient spécialement adaptés pour recevoir une propulsion électrique. La firme Graupner fut la première à présenter un planeur électrique, le « Hi-Fly », étudié et mis au point par un spécialiste de talent, le regretté Fred Militky. Ce moto-planeur était équipé de deux moteurs électriques de grande puissance, montés en position propulsive sur l'aile, de chaque côté du fuselage. Les moteurs étaient alimentés par deux accus de 6 volts câblés en parallèle et installés dans la partie avant du fuselage. Le Hi-Fly, malgré sa charge alaire très élevée, due au poids des moteurs et des accus à transporter, donna des performances très honorables qui servirent au développement futur de la propulsion électrique. Dans la même période, la firme Multiplex produisit un planeur de même formule, le E-1, qui était moins chargé et plus aérodynamique grâce à ses moteurs de plus faible encombrement, montés également en position propulsive, mais noyés dans l'épaisseur du profil de l'aile. Précisons que ces deux modèles, Hi-Fly et E-1, sont toujours commercialisés. Très rapidement, on se rendit compte que le poids était l'ennemi



numéro 1 des modèles à propulsion électrique : il fallait donc réduire au minimum le poids de l'équipement transporté et jouer également sur celui de la cellule. La firme Graupner sortit ensuite le « Mosquito », nouveau planeur électrique avec un seul moteur installé dans le nez du fuselage, l'accu d'alimentation étant placé dans une soute au fond du fuselage, sous l'aile, au centre de gravité du modèle. Puis ce fut la sortie des planeurs électriques ETH-3 et « Edelweiss » de Robbe, toujours en formule monomoteur et élaborés d'après la même conception générale que celle du Mosquito. Entre-temps, les moteurs électriques furent perfectionnés pour délivrer une puissance maximale sous une très forte intensité durant un temps de fonctionnement limité. Le voltage des accus fut augmenté en conséquence pour assurer un débit maximal durant l'autonomie permise. Grâce à la réduction du poids de la cellule et de l'équipement électrique, ainsi qu'à l'augmenta-

Page 108, au centre :

quelques accus

pour propulsion électrique :

G.E. à 7 éléments (8,4 V/1,2 Ah)

et Varta à 4 éléments (4,8 V/1,2 Ah)

utilisé en double pour augmenter la tension à 9,6 V/1,2 Ah ;

au-dessous : installation du moteur électrique à bord du planeur

« Mosquito » (Graupner). On remarque l'accouplement à flector et les prises d'aération pour le moteur.

Ci-dessous : vue de l'installation

R/C du « Mosquito »,

qui est placée derrière les servos

de direction et de profondeur,

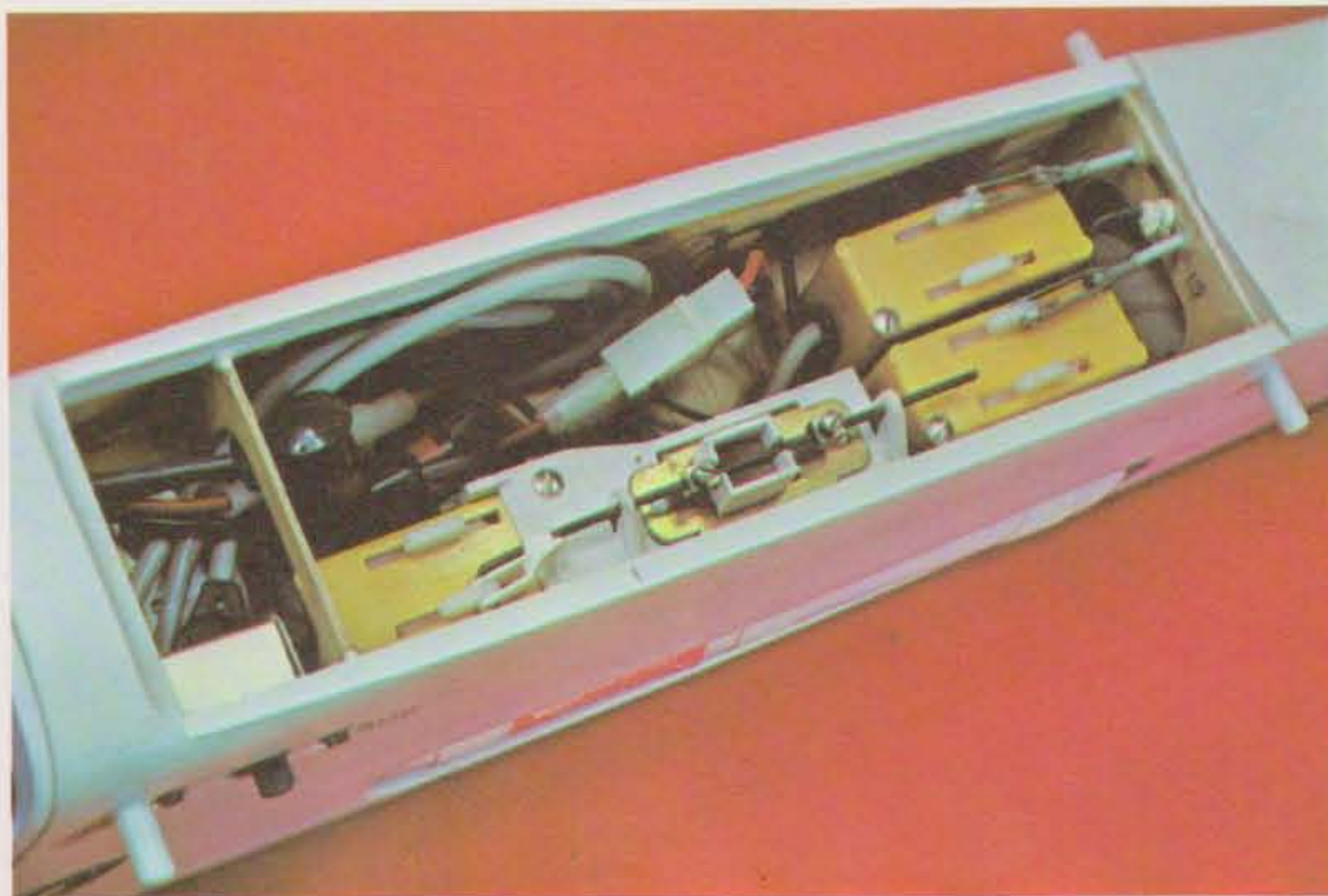
figurant au premier plan.

tion de la puissance, on obtint de meilleures performances. Des concours de modèles à propulsion électrique commencèrent à être organisés, principalement en Allemagne et en Suisse où cette forme de propulsion est très appréciée. Avec un planeur électrique de compétition, il est permis, malgré l'autonomie de fonctionnement du moteur réduite à dix minutes environ, d'effectuer des vols de vingt à trente minutes. Le moteur est utilisé pour élever le modèle à une altitude maximale à laquelle il est coupé, l'appareil évoluant alors en vol plané ; le reste de l'énergie disponible est utilisé par petites fractions de temps pour garder une altitude maximale. La suite du vol s'effectue en vol plané, une dernière réserve d'énergie étant conservée pour faciliter les manœuvres d'approche et l'atterrissage du planeur.

Partant du même type d'équipement, quelques modèles d'avions furent également étudiés ; parmi les principaux, citons le « Sky-Fly » de Multiplex et plus récemment le « Parat » de Robbe (la structure de ce modèle, qui peut être également réalisé avec un moteur à explosion, a servi d'exemple pour illustrer le chapitre consacré à la construction dans cet ouvrage). L'avion à propulsion électrique ne permet pas d'obtenir les mêmes durées de vol que celles que l'on obtient avec un motoplaneur de même formule, cela en raison de ses qualités inférieures en vol plané. La facilité d'emploi de la propulsion électrique permet néanmoins la réalisation de modèles simples et amusants à faire évoluer. La structure de ces modèles doit être étudiée de façon qu'elle soit légère pour ne

pas trop augmenter le poids en ordre de vol, tout en étant suffisamment résistante en raison de l'importance de la charge à transporter. La construction d'un modèle à propulsion électrique est souvent assez délicate, ce qui ne permet pas toujours de la conseiller aux modélistes débutants. Il convient de prévoir une bonne aération du moteur électrique ainsi que pour l'accu de propulsion en raison de l'échauffement provoqué par sa forte intensité de débit. La finition des modèles doit être aussi légère que possible, le recouvrement et la décoration à l'aide de films thermo-rétractables sont donc conseillés. Il existe bien d'autres modèles conçus pour l'adaptation d'une propulsion électrique et que nous ne pouvons tous citer, mentionnons cependant l'aile volante « Elektro-Geier » et l'avion acrobatique « Elektro-Rasant » de la marque Robbe, primitivement conçus pour la propulsion par moteur thermique et qui ont fait l'objet des versions spéciales précitées. Nous allons examiner maintenant les différents éléments qui composent un ensemble à propulsion électrique, généralement disponibles sous la forme d'un coffret complet pour l'équipement des planeurs, hormis toutefois l'hélice spéciale et l'accu d'alimentation fournis séparément.

Le moteur électrique. Les principaux modèles sont le Jumbo 540 F-G6 (Graupner) et le EF-76 G (Robbe) ; ces moteurs d'aspect similaire sont capables de supporter une très forte charge durant une période d'utilisation n'excédant pas dix à douze minutes. La tension initiale acceptable est de 6 ou 8 volts, elle peut être portée à 9,6 et 12 volts dans les conditions qui viennent d'être indiquées. L'hélice à pales repliables de grande dimension utilisée sur les motoplaneurs électriques implique l'emploi d'un réducteur (de rapport 5,5 : 1, ou 6 : 1) intégré dans un carter solidaire du moteur. Sur les modèles d'avions, l'hélice de type classique (semblable à celles qui sont utilisées sur les moteurs thermiques) est montée en prise directe sur l'arbre de sortie du moteur par l'intermédiaire d'un moyeu adaptateur. Dans les installations pour motoplaneurs, l'arbre de transmission reliant la sortie du réducteur au moyeu de l'hélice doit être muni d'un accouplement à flector destiné à absor-



ber le couple important provoqué par l'hélice de grande dimension lors de la mise en contact et de l'arrêt du moteur. Le câblage d'alimentation comprend un pont qui provoque le court-circuitage et l'arrêt instantané du moteur lorsqu'on coupe le contact; cet effet facilite le repliement des pales de l'hélice contre le fuselage du planeur afin de réduire la traînée en vol plané. Le moteur doit être muni d'un système antiparasite très efficace afin de ne pas perturber le bon fonctionnement de la radio-commande équipant le modèle. Le moteur est livré soit avec le système antiparasite déjà installé, soit à équiper avec les condensateurs spéciaux fournis parmi les accessoires qui comprennent également le câblage avec les prises de branchement et le collier pour la fixation du moteur.

L'hélice spéciale à pales repliables. Fournie séparément, cette hélice est constituée de deux pales, en Nylon renforcé de fibre de verre, articulées sur un moyeu métallique; son diamètre est de 365 mm. Dès le démarrage du moteur, les pales se déploient sous l'effet de la force centrifuge et du pas prenant appui dans l'air. L'arrêt du moteur étant instantané, les pales se relient alors vers l'arrière

et viennent se plaquer contre le fuselage, éliminant ainsi la traînée qui serait engendrée par des pales rigides restant immobilisées dans le vent. Enfin le moyeu de l'hélice est recouvert par un cône en matière plastique.

Le système de commande du moteur. C'est un simple interrupteur à deux positions, soit à glissière, soit à microcontacts, commandé par un servomécanisme qui assure la mise en marche et l'arrêt du moteur. Sur l'émetteur, la commande du moteur est assurée par le manche cranté avec lequel on commande le ralenti moteur sur les modèles équipés d'un moteur thermique. En position arrière (tiré à soi), le contact est coupé; lorsqu'on pousse le manche en avant, le servo actionne l'interrupteur et le met en position de contact, ce qui provoque le démarrage du moteur.

L'équipement R/C d'un avion ou d'un planeur à propulsion électrique nécessite donc 3 voies: direction, profondeur, contact moteur. Le système de mise en contact par interrupteur à commande mécanique pourra être avantageusement remplacé par un système électronique dit « speed-chalter ». Ce dispositif, qui remplace le troisième servomécanisme, per-

met la mise en marche, l'arrêt et l'inversion de marche du moteur électrique. Cette dernière possibilité, qui peut paraître bizarre sur un modèle volant, a cependant une grande utilité pour dégager le planeur d'une trop forte ascendance et lui faire perdre rapidement de l'altitude. L'inversion du sens de rotation de l'hélice agit comme un frein aérodynamique, la vitesse diminue très rapidement et le planeur amorce une descente rapide, mais en douceur. Cette possibilité évite d'avoir à effectuer des manœuvres violentes pour faire redescendre le modèle par une mise en piqué ou en virage serré, la structure lourdement chargée risquant de ne pas résister lors de la secousse finale. Le speed-schalter se présente sous la forme d'un petit boîtier que l'on branche sur le récepteur à la place d'un servomécanisme ordinaire.

La mise en route du moteur qui peut se produire de façon intempestive exige certaines précautions à prendre au cours de la manipulation d'un modèle à propulsion électrique. Lorsque le modèle n'est pas utilisé, il faut toujours déconnecter l'un des fils d'alimentation du moteur et ne le brancher que juste avant le vol. Avant de mettre en contact l'équipement R/C, vérifier que le manche est bien en position « coupé » sur l'émetteur. Mettre en contact d'abord l'émetteur, ensuite le récepteur. En procédant inversement les servomécanismes se déplacent toujours légèrement, celui qui actionne l'interrupteur pouvant de ce fait mettre inopinément le moteur en contact. Veiller toujours à se tenir hors du cercle de rotation de l'hélice qui, par sa force et sa vitesse de rotation élevée, peut provoquer de sérieuses blessures.

*Ci-contre : installation du moteur en prise directe sur un avion à propulsion électrique.
Ci-dessous : jeu de batteries en charge avec le chargeur rapide Graupner.*



L'accu d'alimentation. Appelé également « accu de propulsion », il s'agit d'une batterie composée de plusieurs éléments dits à « électrodes frittées » qui présentent la caractéristique de fournir une grande intensité de débit pendant un temps relativement court. Les éléments à électrodes frittées peuvent supporter des processus de charge et de décharge très rapides, ce qui rend possible leur recharge sur le terrain de vol en trente minutes environ à l'aide d'un chargeur rapide spécial. Les batteries classiques sont composées de 7 éléments de 1,2 volt, ce qui donne un total de 8,4 V/1,2 Ah; elles



Recharge des batteries du « Mosquito » sur le terrain ; le chargeur est branché sur la batterie 12 V de la voiture.

assurent une autonomie de fonctionnement du moteur d'environ dix minutes. Il est possible d'augmenter le voltage de la batterie en ajoutant un ou plusieurs éléments, on obtient ainsi une plus forte intensité de débit au démarrage du moteur, ce qui permet de faire grimper le modèle à une plus grande altitude. En portant le nombre des éléments à 8, on obtient un voltage total de 9,6 V ; sur les modèles de compétition, la batterie est quelquefois composée de 12 éléments, la tension totale étant alors portée à 12 V. Noter que cette surtension est admissible pour le moteur électrique durant seulement un temps de fonctionnement très court, cependant la capacité totale n'est pas augmentée pour autant et reste de 1,2 Ah, ce qui n'accroît pas l'autonomie de fonctionnement. L'accu de propulsion peut être également rechargé sur le secteur, avec un chargeur de type normal, en processus de charge lente (une vingtaine d'heures). Le modéliste qui dispose d'un jeu de deux batteries, peut effectuer de nombreux vols dans la même journée, en continuant à voler avec la seconde batterie durant la recharge de la première. Il existe

différentes marques de chargeurs rapides (Graupner, Multiplex, Robbe), tous établis sur le même principe de fonctionnement. Ce type de chargeur se branche directement sur les bornes d'une batterie de voiture de 12 V, il est pourvu d'une minuterie mécanique qui permet de déterminer la durée de la recharge de l'accu et de couper la charge automatiquement. Avant d'être mise en charge, la batterie doit être entièrement vidée de sa capacité, à cet effet le chargeur est muni d'un inverseur qui permet de faire débiter la batterie branchée pour compléter sa décharge, l'interrupteur est ensuite placé en position « charge ».

La manipulation des batteries à électrodes frittées exige également certaines précautions lors des processus de décharge et de recharge rapides. C'est ainsi qu'il ne faut jamais prolonger la décharge de la batterie au-dessous d'une certaine tension, une décharge trop importante pouvant entraîner une inversion de la polarité ou la destruction des éléments. On évitera cet inconvénient en respectant l'autonomie de fonctionnement indiquée tout en gardant une petite réserve de capacité jusqu'à la fin du vol, de même que l'on surveillera la chute de tension en complétant la décharge sur le chargeur rapide. Une recharge trop prolongée est également fortement déconseillée pour éviter les mêmes risques, en plus de celui de l'explo-

sion des différents éléments, qui peut se produire lorsque la durée de charge a été supérieure à trente minutes.

La batterie sera placée dans un compartiment du fuselage, avec si possible une aération en raison de l'échauffement des éléments qui se produit en cours de débit. On munira le fil rouge de sortie de la batterie d'un fusible de 10 Ah ; pour la recharge il sera toujours préférable de sortir la batterie du modèle et d'effectuer l'opération dans un endroit frais, toujours en raison de l'échauffement des éléments sous la forte intensité de la recharge.

Il faut noter que les précautions énoncées ne sont pas à prendre pour les recharges lentes effectuées à l'aide d'un chargeur, la batterie pouvant rester de nombreuses heures, voire même plusieurs jours sous faible intensité de charge.

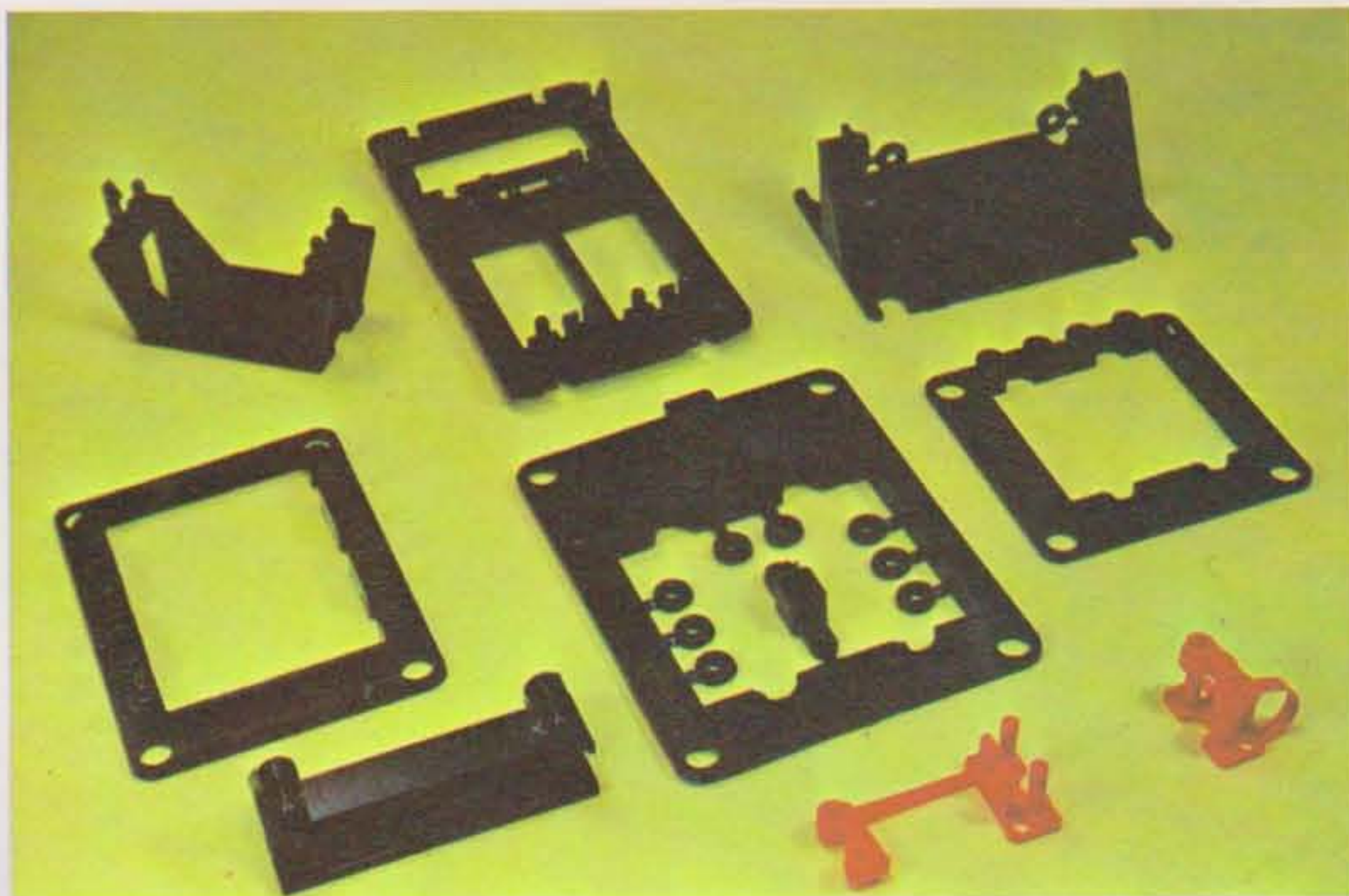
Nous n'entrerons pas davantage dans les détails sur l'utilisation de la propulsion électrique, chaque ensemble étant livré avec un manuel d'instructions très détaillé donnant tous les conseils d'installation et d'emploi du matériel, ainsi que tous les renseignements pour le calcul des temps de charge et pour la manipulation des batteries. Nous voulions simplement donner une idée d'ensemble au lecteur sur les avantages de cette forme de propulsion qui ne pourra que se développer à l'avenir.



Pratique



Installation de la radiocommande



Moteur et réservoir

Nous rappelons les conseils déjà donnés pour bien étanchéifier les compartiments du moteur et du réservoir afin d'éviter d'éventuelles infiltrations de carburant. Vérifier à nouveau la parfaite imperméabilité du bois à l'intérieur de la structure, passer si nécessaire une dernière couche de vernis de protection ou de résine époxy et bien laisser sécher. Fixer très sérieusement le bâti-moteur puis le moteur sur le bâti en utilisant de la boulonnerie spéciale, avec rondelles « grower » ou « éventail », ou encore en utilisant des écrous « Nylstop » pour éviter tout desserrage sous l'effet des vibrations.



En haut : quelques modèles de platines, de berceaux et de fixations rapides pour servos.

Ci-dessus : assortiment de transmissions souples et de tubes en fibre de verre pour transmissions rigides (Sullivan).

Ci-dessus, à droite : assortiment de chapes en métal et en plastique, à rotule et de kwick-link avec chapes et swing-in-keeper.

La structure du modèle étant terminée, entoillée, peinte et décorée (ou recouverte à l'aide de films thermorétractables de différentes couleurs), il reste maintenant à installer l'équipement de bord. Il est évident, ainsi que nous l'avons déjà conseillé, que l'emplacement ou la fixation des différents éléments auront été prévus au cours de la construction, toute modification ultérieure dans l'implantation étant toujours délicate à effectuer une fois le modèle entièrement terminé. Les derniers travaux d'aménagement doivent être réduits à une simple mise en place des différents éléments.

Installer le réservoir bien calé dans son compartiment, son positionnement ayant également été prévu à l'avance. Installer les Durits d'alimentation et de prolongation de remplissage et de trop-plein débouchant à l'extérieur du fuselage. Vérifier la bonne fermeture du capotage ou du panneau amovible permettant l'accès au moteur et au réservoir.

Installation des servomécanismes

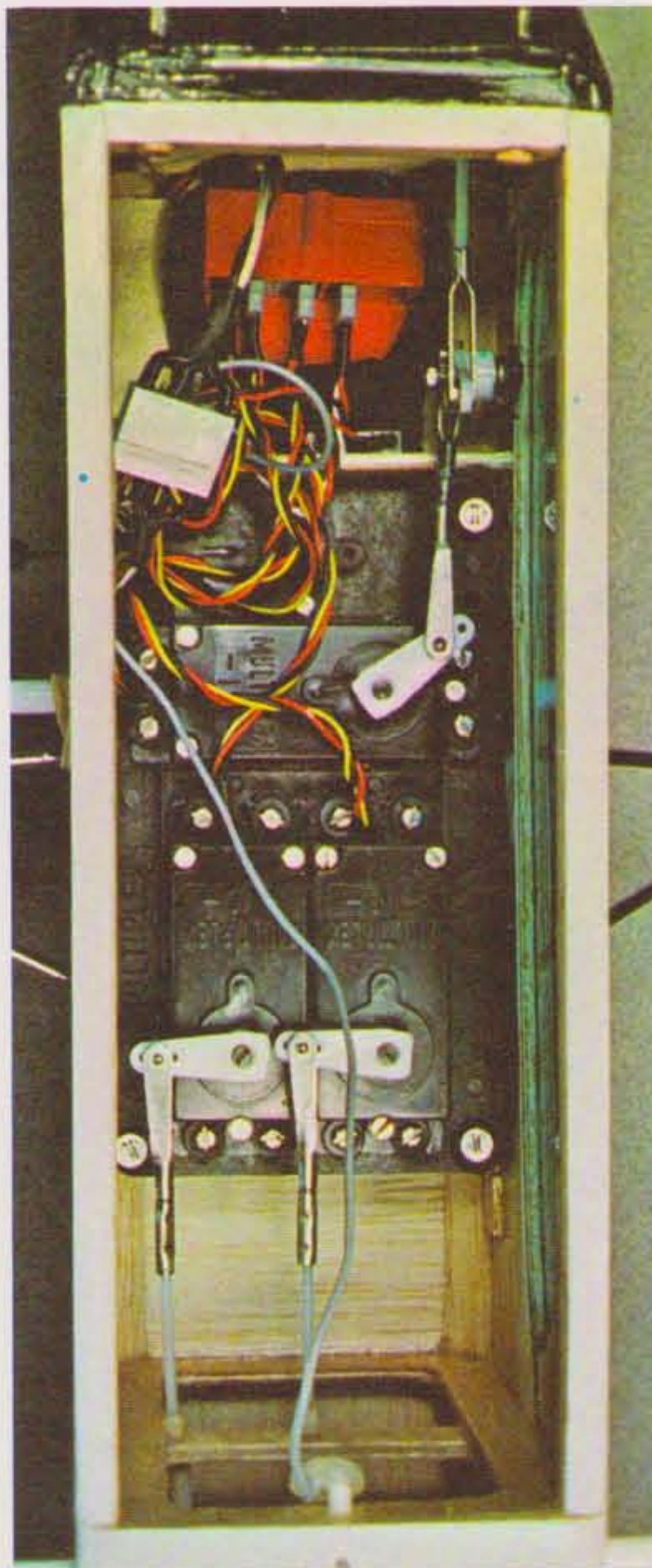
Les servos actionnant les commandes de direction de profondeur et de ralenti-moteur doivent être

installés sur une platine qui sera fixée sur deux traverses collées dans le fuselage au cours de la construction de ce dernier. Les servomécanismes doivent être parfaitement isolés contre les vibrations, principalement ceux comprenant un amplificateur incorporé. Selon leur disposition et l'espace disponible, on pourra fixer les servos de la façon suivante : directement sur les traverses du fuselage qui seront espacées en fonction de l'entre-axe des trous de fixation des servos ; sur une platine façonnée à la demande dans du contre-plaqué multiplis de 3 mm d'épaisseur, ou sur une platine en matière plastique, disponible parmi les accessoires correspondant à la marque de l'ensemble R/C. Il existe différents modèles de platines pour la fixation des servomécanismes, comme le montrent les illustrations ci-contre, ainsi que des fixations rapides individuelles (berceaux) pour le montage d'un servo en position verticale ou horizontale. Pour certaines marques, une platine pour la fixation de trois servos et une fixation individuelle sont fournies dans le coffret contenant l'ensemble R/C. Quelquefois, la platine principale permet également la fixation de l'interrupteur, les servos de commande de direction et de profondeur sont disposés côte à côte, tandis que le servo de commande du moteur est disposé transversalement devant ces derniers pour gagner de la place à l'intérieur du fuselage. Il faut donc que le servo de commande du ralenti moteur soit de type rotatif ; on modifie alors la fixation du palonnier de prise de force sur 90° pour obtenir un déplacement transversal par rapport à l'axe longitudinal du servo. Si l'interrupteur doit être fixé également sur la platine, il faudra le munir d'une commande extérieure constituée d'une rallonge en corde à piano, fixée sur le bouton et dépassant à l'extérieur du fuselage. On recourbera à angle droit l'extrémité extérieure de la rallonge, ou bien on soudera une petite boule percée en laiton pour former un bouton-poussoir. Un petit sachet d'accessoires est livré pour chaque servo ; il contient un jeu de *silentblocks* (passe-fils en caoutchouc) qui doivent être insérés dans les pattes de fixation pour former amortisseur. Le sachet contient également les vis et les rondelles de fixation, ainsi que différents disques ou palonniers de remplacement pour les servos de type rotatif. Il est impératif d'utiliser

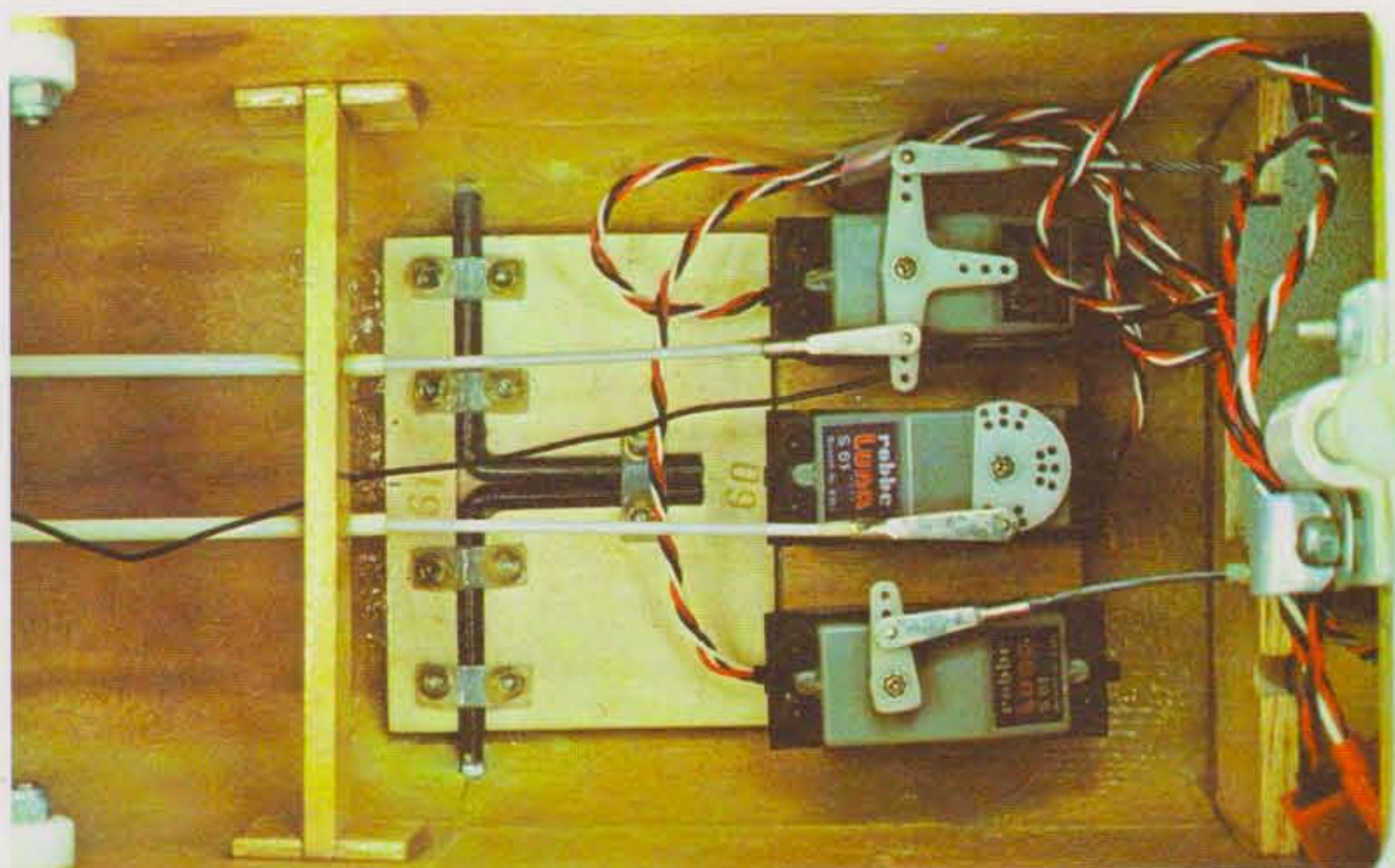
les silentblocks pour isoler le servo des vibrations, ces derniers peuvent être placés soit directement sur les pattes du servo, soit dans les trous de fixation de la platine sur les traverses du fuselage. Dans cette dernière disposition, les servos peuvent être vissés directement sur la platine, les silentblocks étant remplacés par les rondelles décollées fournies, ainsi que les vis Parker et les rondelles, avec chaque modèle de platine. Si l'on doit façonner soi-

même la platine de fixation des servos, il faudra veiller à ce que les évidements pour le passage de la partie inférieure du boîtier de chaque servo soient suffisants afin qu'aucune partie de ce dernier ne touche la platine, ce qui annulerait l'effet anti-vibration.

Si la largeur du fuselage le permet, les trois servos pourront être disposés côte à côte, l'emploi de servos de type rotatif ou linéaire est ici indifférent pour la disposition des



Ci-dessus, à gauche : installation des servos dans un fuselage. Ci-dessus : disposition des trois servos transversalement, l'un derrière l'autre. Ci-dessous : disposition côte à côte des trois servos, avec couplage direction-Train avant.



transmissions. Une autre disposition qui permet de gagner de la place en longueur dans le fuselage est celle qui consiste à fixer transversalement les trois servos, l'un derrière l'autre sur deux longerons collés contre la face intérieure de chaque flanc du fuselage. Il est évident que dans cette disposition l'emploi de servos de type rotatif est indispensable, les palonniers devant être tournés sur 90°.

Pour les modèles équipés de la commande des ailerons, nous avons vu dans la partie de l'ouvrage réservée à la construction que le servo était installé dans un évidement ménagé dans la partie centrale de l'aile. Il est disposé parallèlement à l'envergure pour la commande des ailerons de type encastrés, et perpendiculairement pour la commande des ailerons du type full-span. Le servo sera fixé sur des petites traverses collées entre les nervures centrales de l'aile ou sur une plaquette en contre-plaqué par l'intermédiaire d'une fixation rapide en plastique. Les pattes du servo seront également munies de silent-blocs, car l'aile est également soumise aux vibrations répercutées par le fuselage. En raison de son emplacement éloigné de celui du récepteur, il faudra munir le servo de commande des ailerons d'un cordon de rallonge (fourni avec différentes marques d'ensembles R/C) pour permettre le branchement sur ce dernier.

Inversion du sens de déplacement des servos. Nous avons déjà indiqué qu'il était nécessaire de faire une implantation « à blanc » de l'installation au cours de la construction, suivie d'un essai de fonctionnement pour déterminer la disposition des servos selon leur sens de déplacement, mais quelquefois la seule solution est d'inverser le sens de la course du servo pour faire correspondre le déplacement d'une fonction avec la commande sur l'émetteur. Le problème peut être posé par la commande du ralenti moteur selon la position et le sens de déplacement du levier actionnant l'admission d'air du carburateur. Plusieurs solutions sont possibles pour inverser le sens de déplacement de la commande :

— Interposer un palonnier de renvoi sur la transmission pour inverser le sens de déplacement de la seconde partie de cette dernière (on pourra utiliser un palonnier de servo pivotant sur un axe monté sur

une plaquette support collée dans la structure) ;

— Utiliser un cordon inverseur de polarité, disponible parmi les accessoires de certaines marques d'ensembles R/C ;

— Utiliser un servo à sens de déplacement opposé, certaines marques fournissent un même type de servo avec course vers la droite ou vers la gauche.

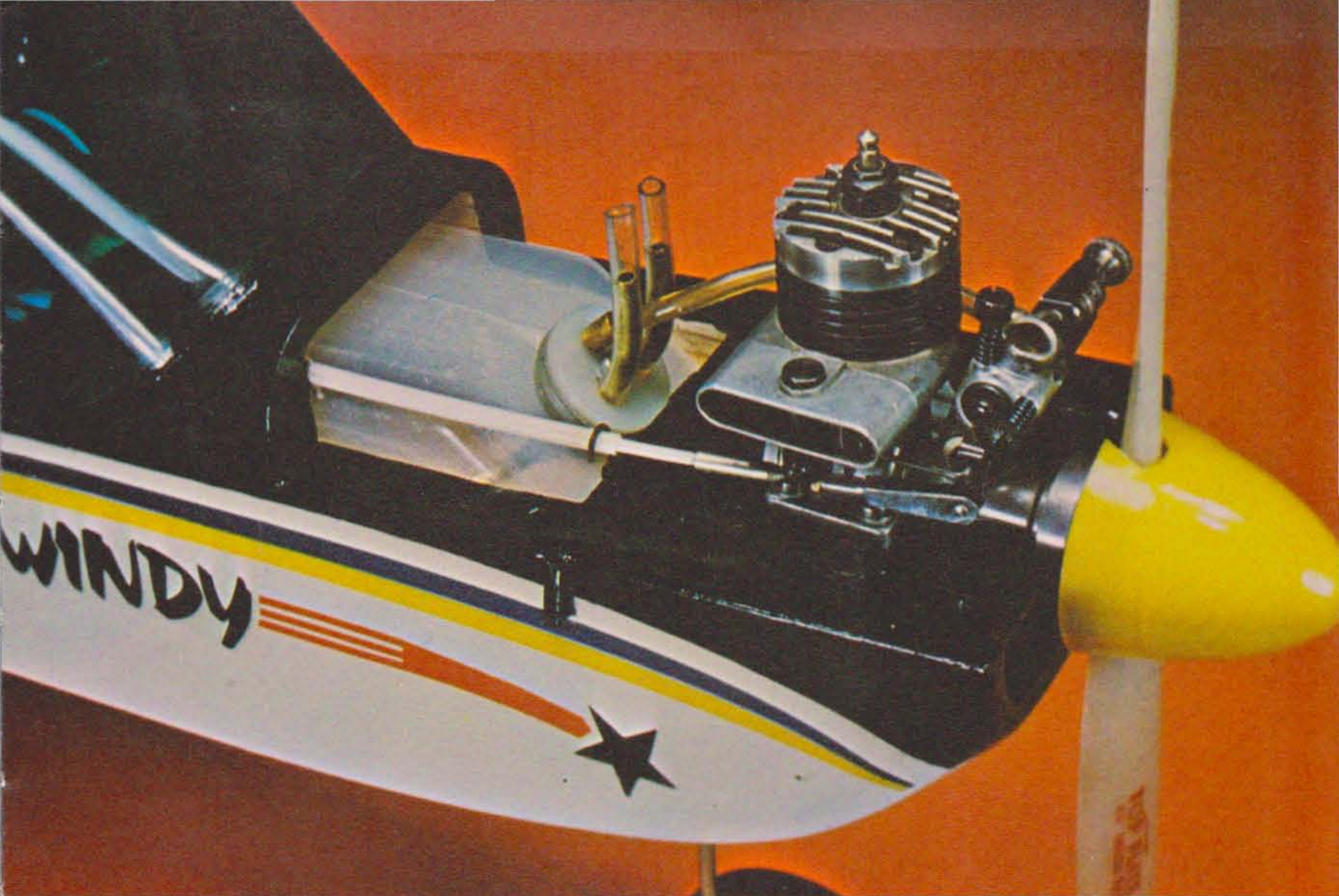
Installation des transmissions

Nous avons déjà indiqué que les transmissions souples étaient les plus couramment employées pour relier les servomécanismes aux gouvernes ou autres asservissements. Il est le plus souvent nécessaire de poser les gaines extérieures des transmissions au cours de la construction, avant de fermer entièrement le fuselage (voir page 79) pour faciliter leur disposition et leur collage dans la structure. Si l'on utilise des servos de type linéaire, le déplacement de la transmission est parfaitement rectiligne ; avec les servos de type rotatif, la commande effectue un léger déplacement sur chaque fin de course par rapport à l'axe du disque ou du palonnier. Il faudra donc en tenir compte et positionner la sortie des gaines extérieures à une distance suffisante de la prise de force pour éviter que la gaine intérieure ne se coince. Toute transmission doit être pourvue au moins d'une chape réglable à l'une de ses extrémités pour parfaire le réglage de la gouverne en fonction du neutre du servo. Les transmissions sont généralement livrées avec une chape réglable et un contre-écrou fileté sur un embout fixé sur l'une des extrémités de la gaine intérieure ; cette gaine est quelquefois armée intérieurement sur une dizaine de centimètres (transmissions Graupner). Sur les transmissions de commande de direction et de profondeur, on placera la chape réglable à l'extérieur du fuselage, cette chape sera connectée sur les guignols de commande des gouvernes, elle sera ainsi facilement accessible pour effectuer les corrections de réglage. La chape qui sera connectée sur le palonnier du servo pourra être fixe ; on coupera la gaine intérieure à la longueur exacte requise après avoir vérifié le neutre du servo et celui de la gouverne correspondante. Il sera préférable d'armer également cette extrémité

de la gaine intérieure avec un morceau de corde à piano fine (6 à 8/10 mm) sur une dizaine de centimètres. Coller ensuite un autre embout fileté en utilisant de l'époxy ou une colle rapide du type Cyanolit, visser une chape métallique à fond de filet et la bloquer avec une goutte de colle pour prévenir tout desserrage ultérieur. Connecter la chape sur le disque ou le palonnier du servo et faire un essai de fonctionnement pour voir si le réglage n'a pas bougé ; le rectifier éventuellement avec la chape réglable extérieure et bien bloquer le contre-écrou.

Il existe différentes marques de transmissions souples, parmi lesquelles on choisira la meilleure qualité, le Nylon étant préférable au plastique, cette matière étant plus souple et moins cassante. Les transmissions de la marque Sullivan sont de qualité supérieure, la gaine intérieure est finement cannelée, ce qui réduit la surface de frottement dans la gaine extérieure et permet de faire prendre à la transmission des courbes plus prononcées qu'avec les modèles classiques. Ces transmissions conviennent particulièrement bien pour la commande des ailerons dans l'aile, elles remplacent la commande classique par tringleries et palonniers de renvoi ; la commande est ainsi plus directe et le jeu est moindre. Il est cependant quelquefois nécessaire d'installer des transmissions rigides lorsqu'il n'est pas possible d'accéder à l'intérieur du fuselage (fuselages de planeurs moulés en fibre de verre par exemple). La transmission est constituée par une baguette de balsa dur de 8 x 8 mm ; sur chacune de ses extrémités est ligaturé et collé un *kwick-link* (tige d'acier avec une extrémité fileté) sur lequel est vissée chaque chape. Si la connexion se fait à l'extérieur du fuselage, le *kwick-link* arrière est contre-coudé et sort par une boutonnière percée dans le flanc du fuselage. La marque Sullivan produit également des tubes en fibre de verre, très légers et très résistants, pour la confection des tringleries rigides. Dans ce cas, les *kwick-links* sont insérés sur chaque extrémité du tube avec un remplissage en balsa collé à l'époxy.

Il existe différents modèles de chapes pour les connexions : les chapes métalliques (les plus courantes) à mâchoires longues ou courtes, les chapes en plastique (pour les connexions sur des



Sortie de la transmission de commande des gaz vers le moteur.

parties métalliques) et les *swing-in-keepers*. Ces accessoires sont très pratiques pour effectuer une connexion dans un endroit peu accessible, il s'agit d'une sorte de chape en plastique que l'on glisse sur une tringlerie dont l'extrémité est recourbée; il suffit de forcer les mâchoires contre la partie recourbée sur laquelle elles s'encastrent pour assurer le verrouillage.

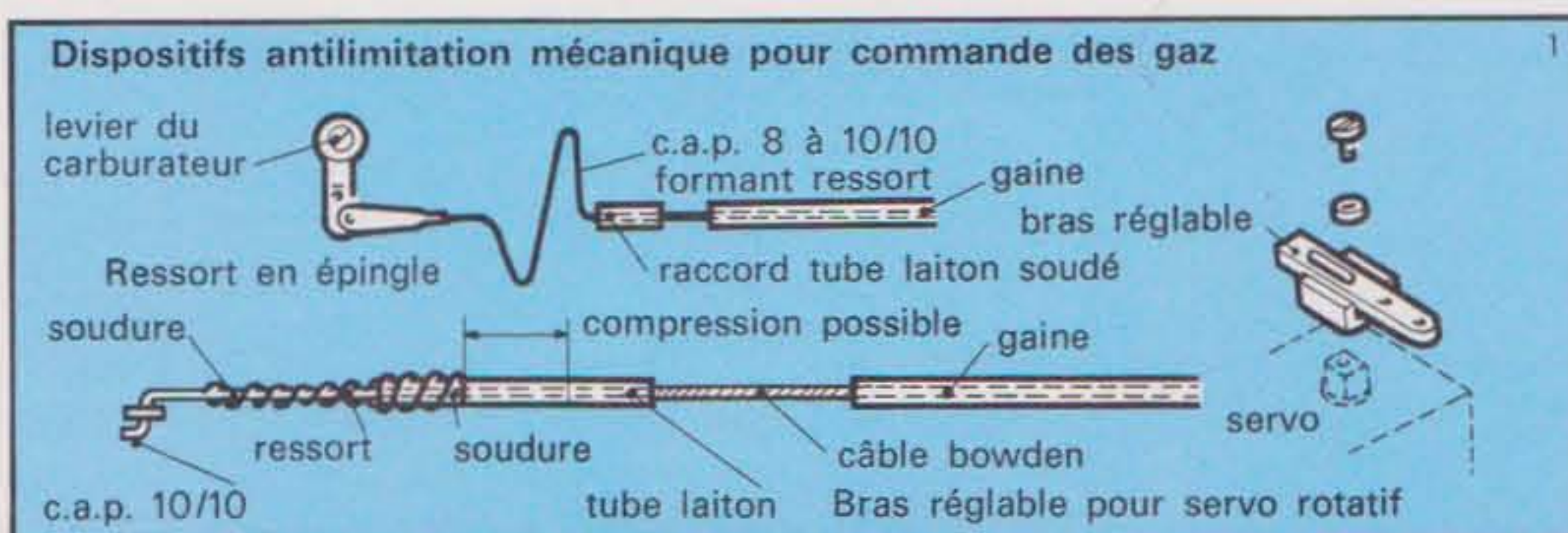
Quel que soit le type de transmission utilisé, il convient de soigner son installation afin qu'elle puisse se mouvoir librement sans point dur et sans venir frotter sur une partie quelconque de la structure. Une transmission dure fera peiner le servo de commande, qui consommera davantage de courant, sans

compter les risques de détérioration que peut subir l'amplificateur. Du soin apporté dans l'installation dépendra le bon fonctionnement de l'équipement R/C.

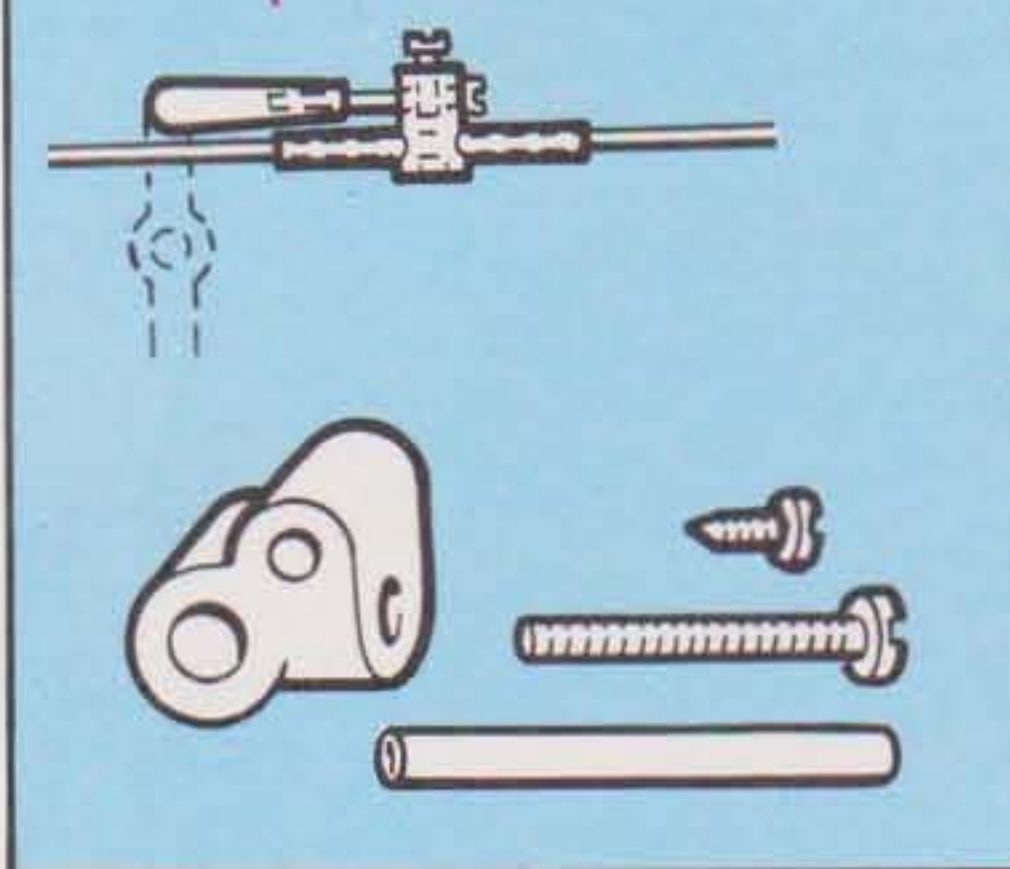
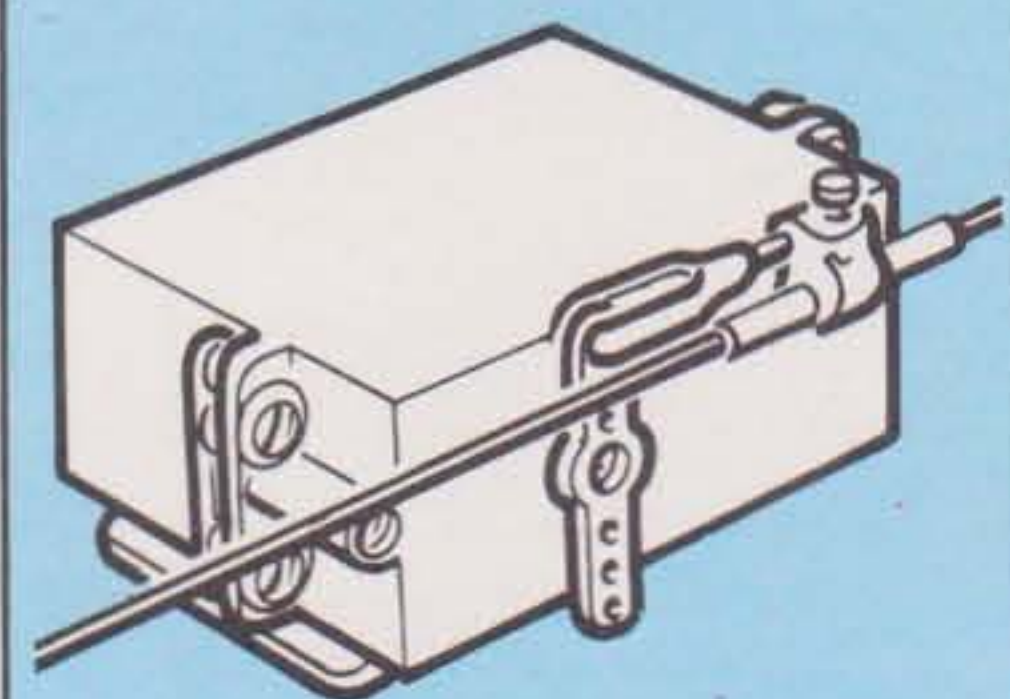
Installation de la commande du ralenti/moteur

Cette commande, appelée également « commande des gaz », nécessite un soin particulier pour son installation. On utilisera une transmission souple qui reliera le plus directement possible le servo de commande au carburateur du moteur; elle sera constituée d'une gaine extérieure en plastique dans laquelle coulissera soit une corde à piano de 8 à 10/10 mm, soit un câble tressé. On pourra employer un câble de gaz pour vélomoteur ou une transmission spéciale. La

marque Sullivan déjà mentionnée produit des transmissions *bowden* conçues pour cet usage. Le problème rencontré dans cette installation est que la course du levier qui commande l'admission d'air du carburateur ne correspond pas toujours avec celle du servo de commande, elle est généralement plus faible. Le servo risque ainsi de se trouver en butée avant qu'il n'ait pu atteindre l'une ou l'autre des extrémités de sa course, ce qui doit être absolument évité. Il peut en effet rester dans cette position (plein de gaz ou ralenti) en correspondance avec la position du manche pour l'émetteur que l'on aura poussé ou tiré en fin de course. Le servo consommera alors du courant et la partie électronique risque d'être détériorée. Il existe différents moyens pour compenser la différence de course entre le servo et le levier du carburateur: soit interposer un système à ressort sur la transmission, soit munir le servo d'un palonnier spécial réglable en longueur (voir *fig. 1*). On vérifiera le bon fonctionnement de la transmission en s'assurant que le servo va bien au bout de sa course dans chaque sens et qu'il reste sur chaque position sans produire de ronronnement (ce qui indiquerait une limitation de la course).



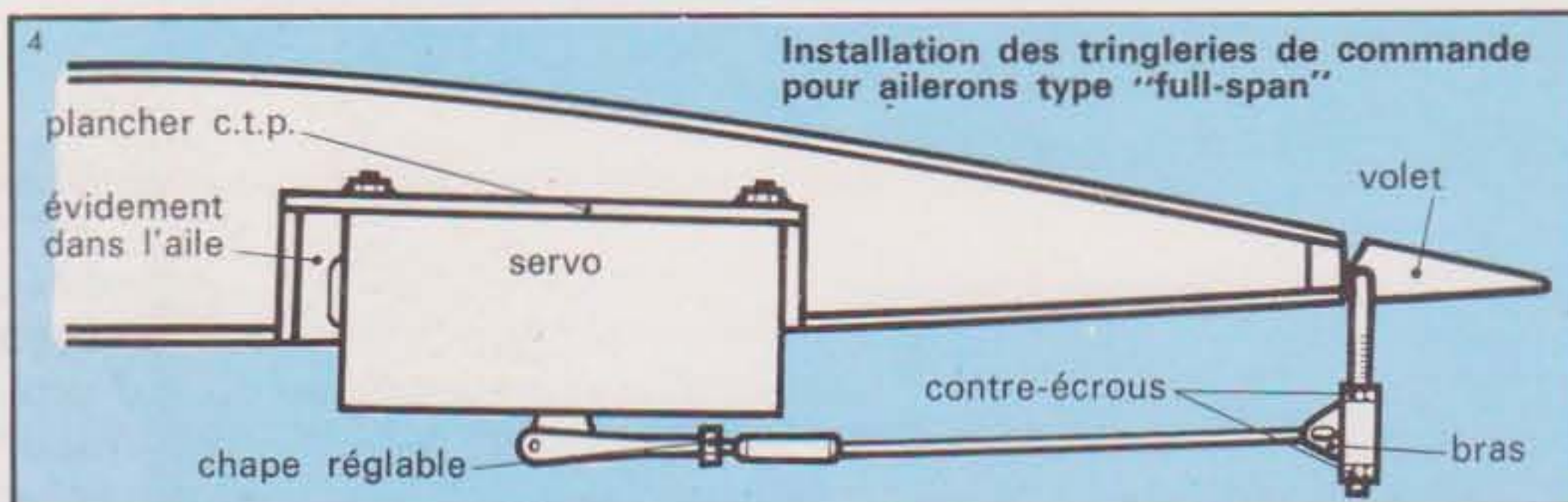
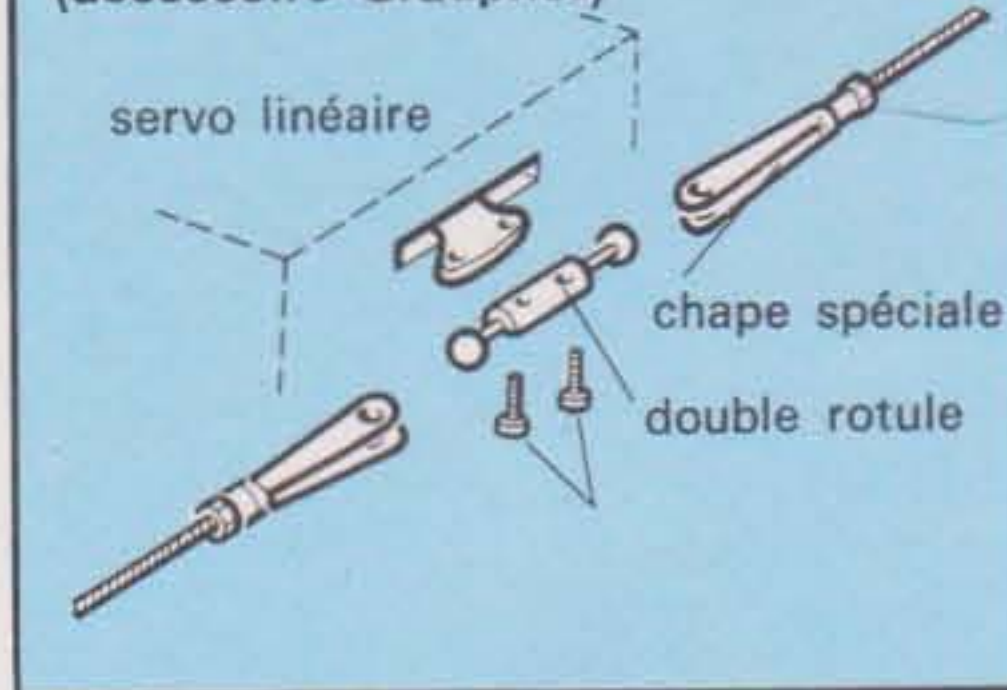
2
Accouplement pour commande d'ailerons "encastrés" sur servo rotatif (accessoire Multiplex)



Réglage de la sensibilité des commandes

Sur les modèles pour débutants, on recherchera la plus faible amplitude possible pour le débattement des gouvernes, cela afin de compenser les actions souvent trop brutales du pilote néophyte. Les amplitudes de débattement peuvent être modifiées par la connexion des transmissions sur les différents trous des disques ou des palonniers des servos, ou sur ceux des guignols de commande

3
Accouplement démontable à double rotule sur servo linéaire (accessoire Graupner)



Connexion des tringleries de commande d'ailerons

La disposition des commandes d'ailerons ayant été traitée page 67, voyons les connexions à faire sur le servomécanisme.

Ailerons conventionnels ou encastrés. La connexion sur le palonnier du servo se fait par l'intermédiaire d'un accouplement spécial dont un modèle est illustré sur la figure 2 (accessoire Multiplex). La figure 3 représente un accouplement à double rotule qui offre l'avantage d'être démontable et qui est à utiliser pour les ailes de planeurs avec ailerons par exemple (accessoire Graupner).

Ailerons type Full-span. Les courtes tringleries qui relient le servo au crochet de commande des volets d'ailerons sont pourvues de chapes réglables (voir fig. 4). Ces types de connexions sont donnés à titre d'exemple, il en existe d'autres modèles parmi les accessoires R/C, variant selon le type du

servo employé : rotatif ou linéaire. des gouvernes. Plus on éloignera la connexion du point d'articulation de la gouverne, ou de l'axe de pivotement sur le disque du servo, plus faible sera l'amplitude du débattement. On cherchera le meilleur compromis dans les connexions en tenant compte de l'importance de la surface de chaque gouverne. Pour régler la sensibilité de la commande des ailerons encastrés, on agira sur la connexion du guignol le plus éloigné de l'axe d'articulation des volets. Sur la commande des ailerons Full-span, l'amplitude du débattement sera réglée par la position des pattes de connexion des tringleries sur la partie fileté des crochets d'ailerons qui devront être éloignés le plus possible du point d'articulation.

Installation de l'accu et du récepteur

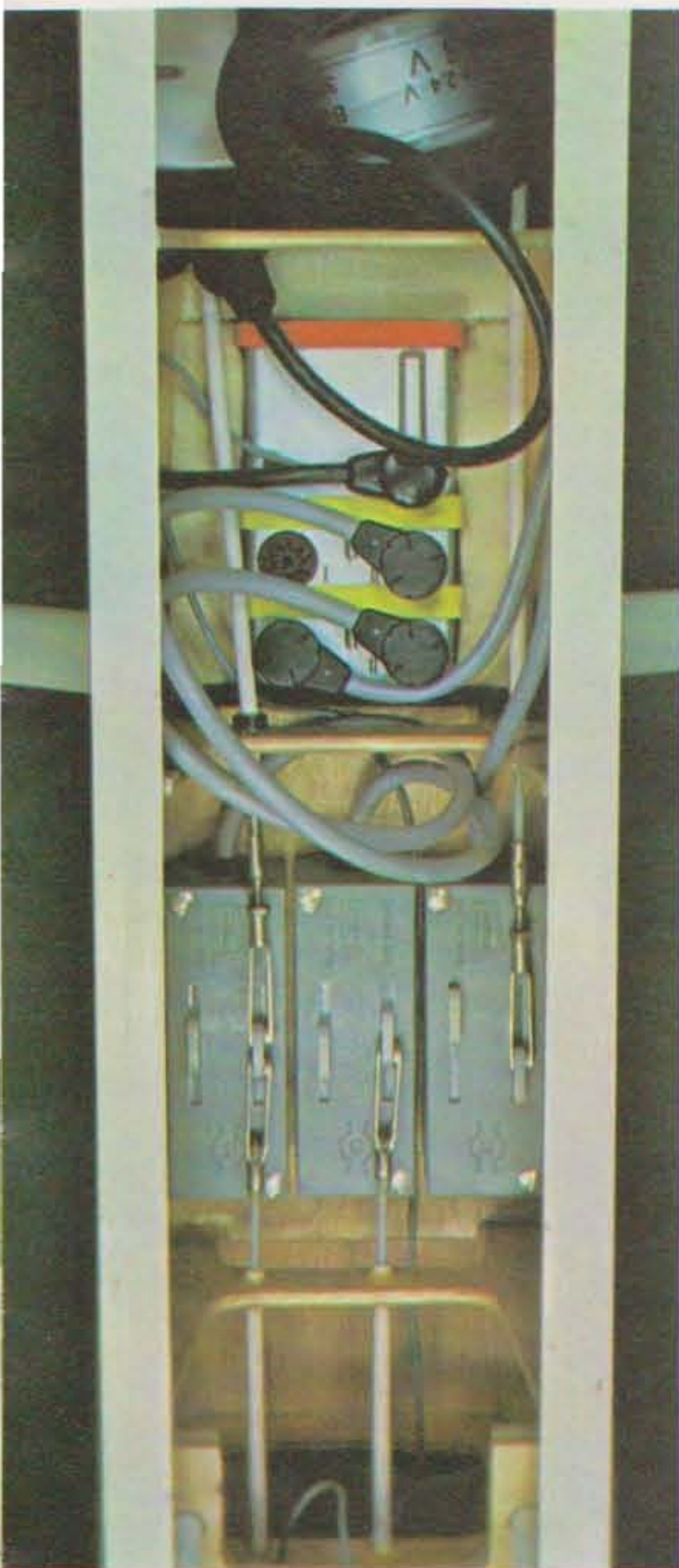
Ces éléments devront être installés dans le compartiment qui leur est réservé après avoir été soigneusement protégés par un enrobage de

caoutchouc mousse. On trouve parmi les accessoires R/C des tapis de mousse pour garnir le fond des compartiments, ainsi que des gaines, sortes de tuyaux en caoutchouc mousse de différentes sections et épaisseurs, dans lesquels peuvent être glissés le récepteur et l'accu (gainés Sullivan ou autres). Le G-Pad, présenté sous forme de plaques de 10 mm d'épaisseur, est un matériau absorbant parfaitement les chocs et les vibrations; il est utilisé pour constituer des cloisons

d'appui ou des bacs de protection pour les récepteurs à étages (Vario-prop) par exemple (le G-Pad se colle à la colle contact).

Nous avons vu que l'accu de réception devait être placé le plus en avant possible dans le fuselage, il devra être bien protégé et calé pour qu'il ne puisse se déplacer sous l'effet de son inertie, qui le transformerait en projectile en cas de choc. Si l'accu doit être placé dans le compartiment du réservoir et sous ce dernier, il sera préférable de le glisser dans un sachet en Nylon pour le protéger des suintements éventuels de carburant.

Le récepteur est l'élément le plus fragile de la partie réception, il conviendra donc de bien soigner sa protection, particulièrement vers l'avant. Il faudra le disposer de façon que le bloc de connexion pour le branchement de l'alimentation et des servos reste accessible, et bien le caler dans son compartiment avec des éléments de caoutchouc mousse afin qu'il ne puisse se déplacer ou être éjecté du modèle en cas de choc.



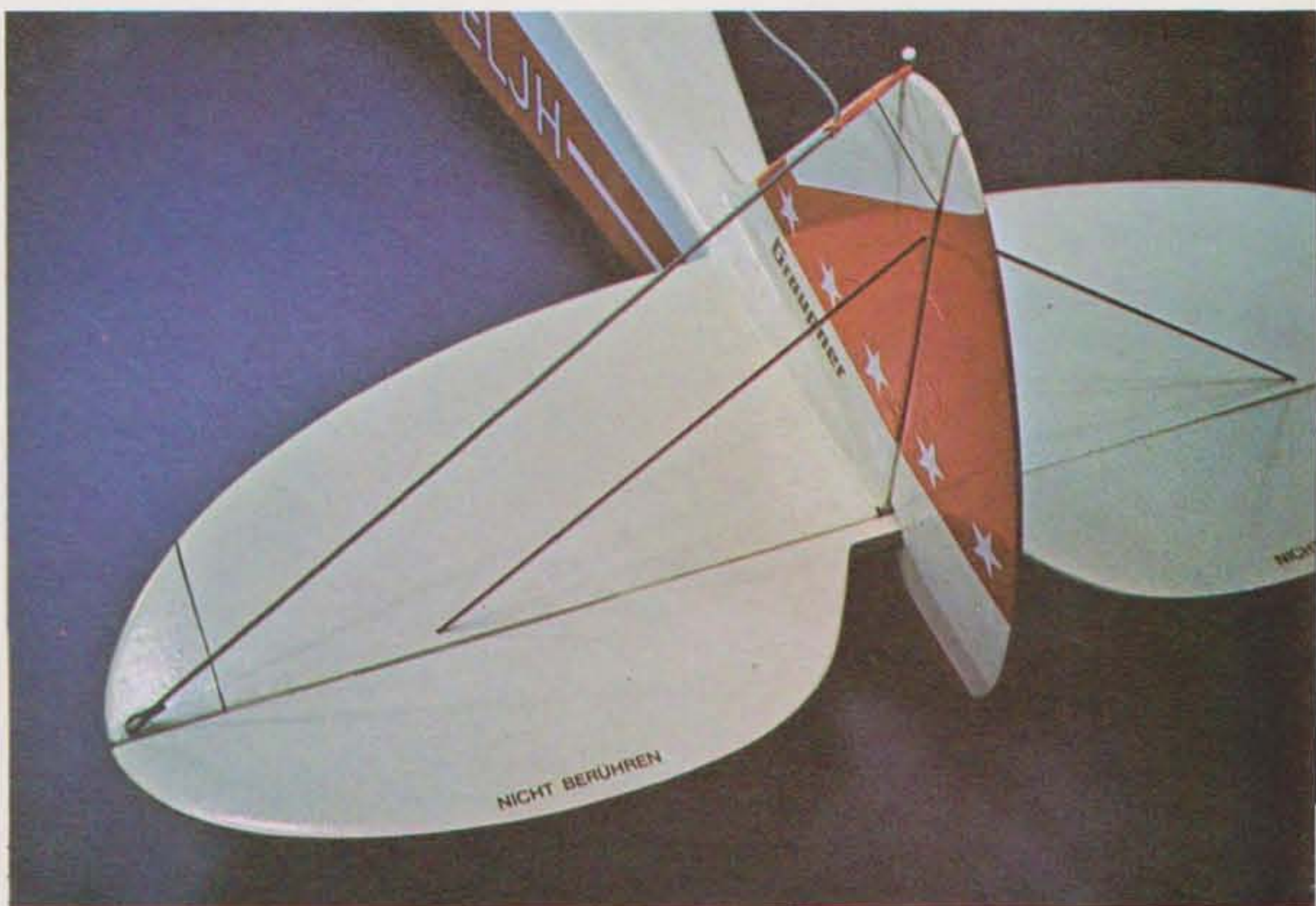
Le fil d'antenne peut être également déployé à l'intérieur du fuselage, à condition qu'il ne soit pas disposé à proximité de tringleries métalliques ou des différents câblages de l'installation R/C. Cette disposition à l'intérieur du fuselage n'a aucune influence sur la bonne portée de l'ensemble R/C, le fil sera sorti et immobilisé à l'extrémité arrière du fuselage.

Pour assurer la tension du fil d'antenne à l'extérieur du fuselage, il conviendra de prévoir une retenue

l'interrupteur doit être fixé sur un flanc en balsa, on renforcera ce dernier intérieurement au moyen d'une petite plaquette de contre-plaqué de peu d'épaisseur pour éviter l'écrasement du bois sous la pression des vis.

Disposition des câblages

On pourra maintenant brancher les servos et l'alimentation sur le récepteur, on disposera les différents cordons d'alimentation le plus propre-



Disposition de l'antenne de réception

Le fil sortant du récepteur devra être tendu de préférence à l'extérieur du fuselage; nous rappelons que sa longueur ne doit être modifiée sous aucun prétexte sous peine d'une diminution de la portée de l'ensemble R/C. La plus longue partie possible de l'antenne sera sortie du fuselage par un perçage garni par un petit morceau de tube en plastique et situé au-dessus du fuselage, juste derrière l'aile. Le fil sera tendu jusqu'au sommet de la dérive, on formera une boucle avec l'extrémité du fil (fermée par un morceau de Durit en Nylon) dans laquelle on introduira un petit anneau de caoutchouc. Cet anneau sera accroché sur une épingle à tête de verre plantée dans l'épaisseur de la dérive. Si la longueur du fuselage ne permet pas le déploiement de la longueur totale de l'antenne, la partie excédentaire pourra être rabattue vers le bord d'attaque du stabilisateur et fixée avec le même système.

au niveau de la sortie par laquelle il débouche. Il est déconseillé de faire un nœud qui formerait une boucle de Hertz pouvant influencer la portée. Le meilleur système consiste à faire passer le fil par les trous d'un petit bouton de vêtement qui formera arrêtoir (voir illustrations).

Fixation de l'interrupteur

Si l'emplacement de l'interrupteur n'est pas prévu sur la platine des servos, comme cela a été précédemment décrit, il faudra prévoir sa fixation sur l'un des flancs du fuselage. L'emplacement le plus pratique se situe sur le côté gauche, en dessous de l'aile; la position « contact » sera de préférence placée vers l'avant, on ne risquera pas ainsi de couper inopinément le contact en lançant le modèle à la main, ce qui pourrait se produire en plaçant la position « contact » vers l'arrière. Il sera également prudent de repérer les deux positions de l'interrupteur, par exemple : M = marche; A = arrêt. Enfin, si

ment possible, en veillant à ce qu'ils ne viennent pas gêner le libre mouvement des servos et des transmissions. On pourra éventuellement réunir les cordons avec une bande de ruban adhésif pour former un faisceau; certains cordons d'alimentation portant une prise qui permet la recharge de l'accu de réception sans avoir à sortir ce dernier de son logement, cette prise devra donc rester facilement accessible.

L'installation R/C est maintenant terminée, un dernier essai permettra de vérifier le bon fonctionnement de tous les asservissements. On vérifiera également le centrage du modèle selon la position C.G. indiquée sur le plan; le déplacement de l'accu de réception peut permettre une rectification éventuelle.

Néanmoins, en cas d'impossibilité, il ne faudra pas hésiter à ajouter du lest (généralement dans la partie avant du fuselage) sous forme de plaquettes de plomb que l'on collera à l'époxy dans la structure pour bien les immobiliser.

Recharge des batteries et entretien de la radiocommande

Voici donc notre modèle prêt pour le premier vol, mais avant de partir pour le terrain il conviendra de recharger entièrement la batterie de l'émetteur et celle qui alimente la réception. Un ensemble R/C neuf est en principe livré avec les batteries chargées, mais ces dernières peuvent avoir perdu tout ou partie de leur capacité selon la période durant laquelle l'ensemble a été stocké. Les quelques essais de fonctionnement effectués au cours de la mise en place de l'installation R/C auront d'autre part fini d'épuiser les batteries. Selon les marques, les émetteurs sont livrés avec ou sans chargeur incorporé, nous allons donc examiner les moyens utilisables pour recharger les batteries.

Émetteur avec chargeur incorporé

Ce ne sont pas les plus nombreux, mais certains émetteurs (gamme Robbe-Digital AM, par exemple) sont équipés d'un chargeur incorporé. On trouve d'autre part dans le coffret contenant l'ensemble un cordon spécial pour le branchement sur le courant secteur, ainsi qu'un second cordon permettant le branchement de l'accu de réception. La recharge des deux batteries doit se faire simultanément, il n'est pas possible avec ce type de chargeur de recharger individuellement l'une ou l'autre des batteries. Le cordon d'alimentation secteur doit être muni d'une prise correspondant aux normes françaises ; la prise fournie avec un troisième fil pour la prise de terre ne correspond pas à ces normes, elle est d'ailleurs souvent supprimée sur le cordon. Pour le raccordement de la prise, on se trouvera donc en présence de trois fils : un bleu, un marron et un jaune-vert. Prévu pour la prise de terre, sur la connexion d'origine, ce dernier devient inutile, on le coupera au ras du cordon et l'on connectera normalement les deux

autres à la prise. L'autre extrémité du cordon est pourvue d'une prise spéciale à trois plots qui doit être branchée dans la douille correspondante placée sur l'un des côtés du boîtier de l'émetteur. A côté de cette douille est placée une prise annulaire (*jack*) sur laquelle est branché le cordon de charge de la batterie de réception, il est connecté sur cette dernière par l'intermédiaire d'une prise à trois broches, semblable à celles qui sont utilisées pour le branchement de l'alimentation et des servos sur le récepteur.

Après avoir connecté les cordons sur l'émetteur et sur l'accu de réception, brancher la prise sur le courant secteur, un témoin lumineux incorporé dans le vumètre doit s'allumer, prouvant ainsi le bon fonctionnement de la charge. La charge initiale avant la mise en service d'un ensemble R/C doit être d'une durée de douze à quatorze heures. Toutes les indications concernant la recharge des batteries sont données sur la notice fournie avec chaque modèle.

Émetteur sans chargeur incorporé

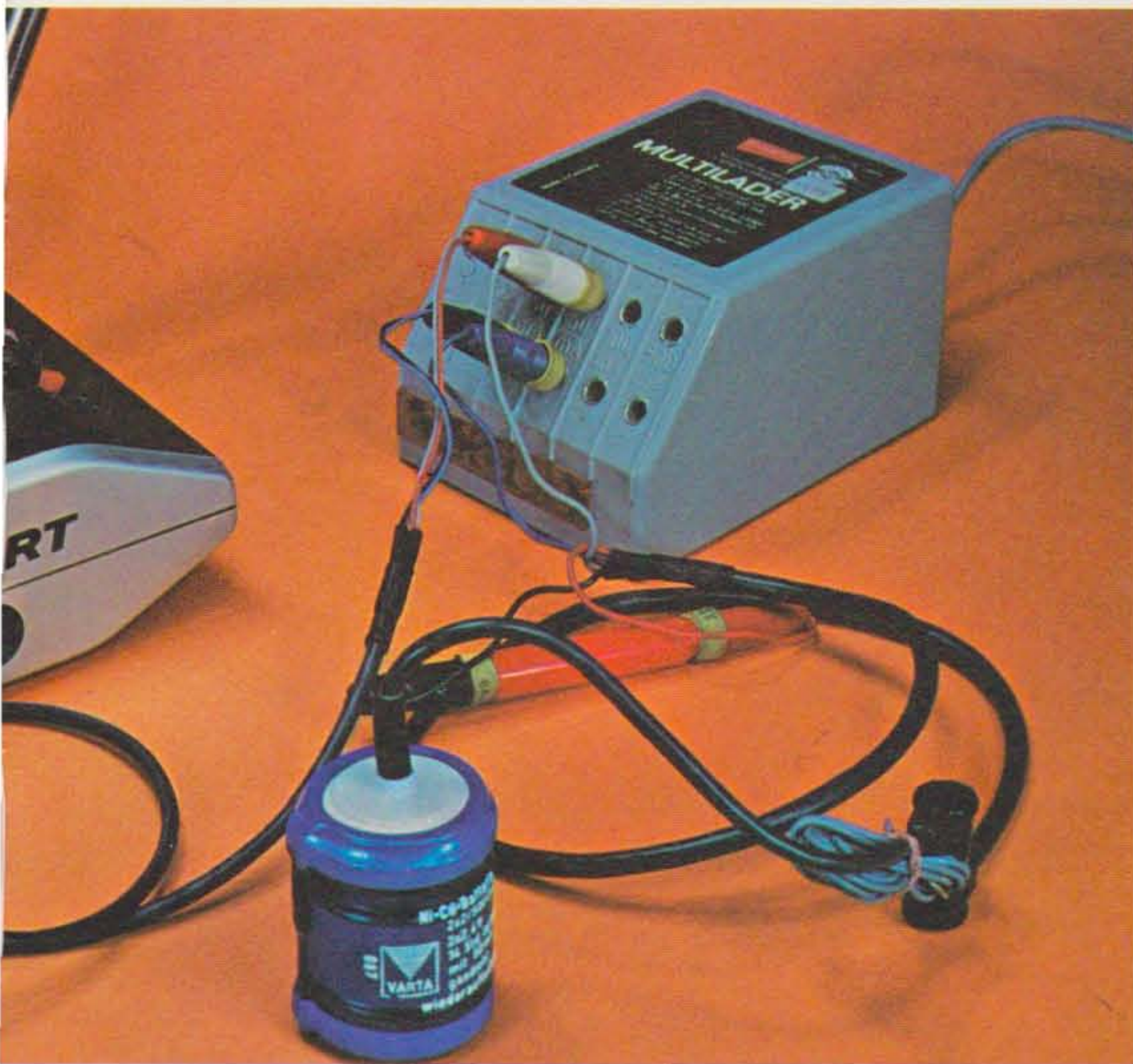
La plupart des émetteurs, tels les modèles Grundig Varioprop F.M. ou ceux de la série Robbe-Digital-Luna F.M. et bien d'autres, n'ont pas de chargeur incorporé. Il conviendra donc de se procurer séparément un chargeur spécial alimenté sur courant secteur (110 V, 220 V ou bi-tension) ainsi que les cordons correspondants qui, dans ces conditions, ne sont généralement pas livrés avec l'ensemble. La plupart des chargeurs sont en principe munis de plusieurs sorties fournissant des intensités de courant de charge différentes, de 10 à 100 mA, et jusqu'à 500 mA pour les plus gros modèles. Les cordons de charge de l'émetteur et de la batterie de réception sont branchés sur ces sorties par l'intermédiaire de fiches



En haut : recharge des batteries avec chargeur séparé (équipement Varioprop « Expert »).

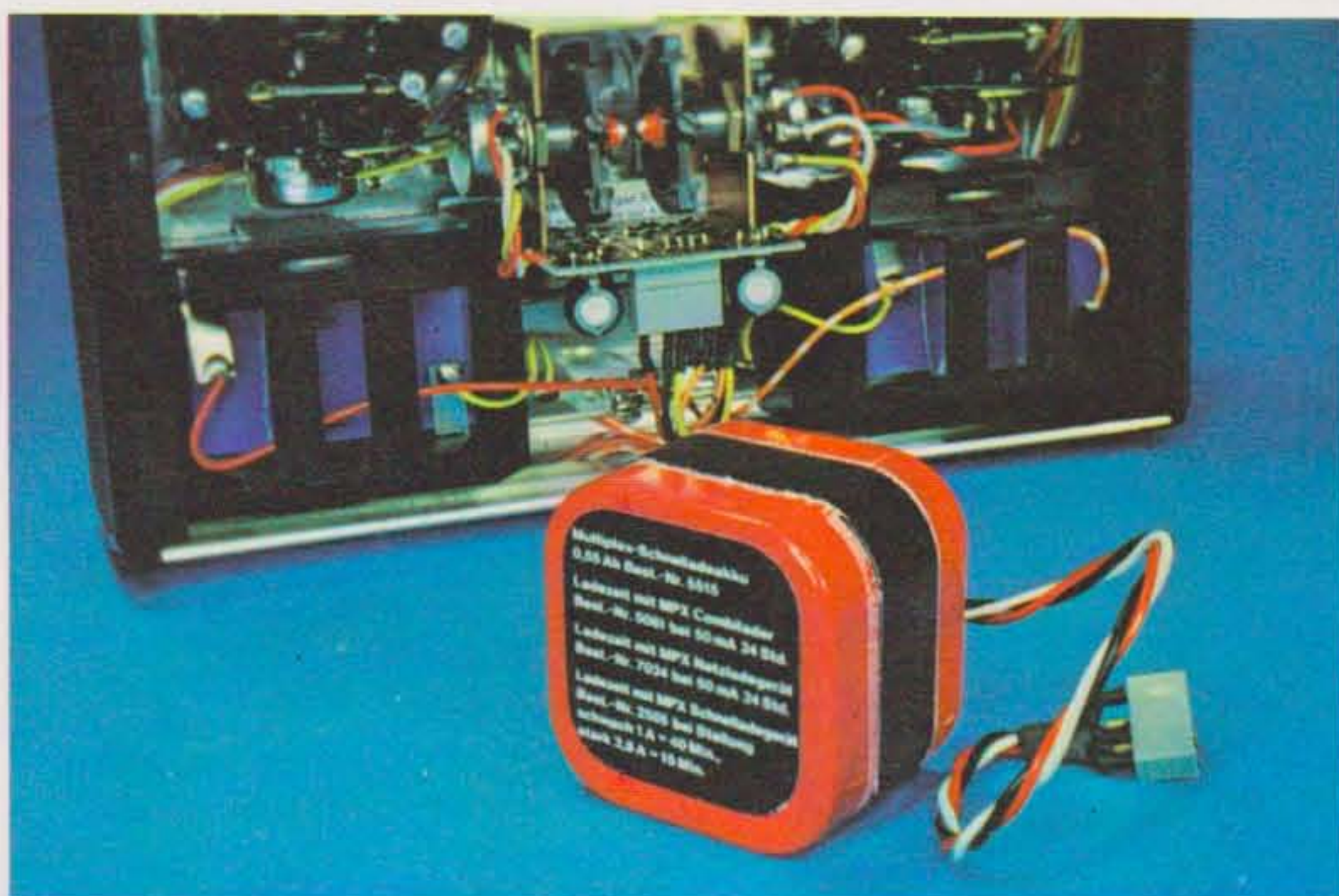
Ci-dessus : recharge des batteries avec chargeur incorporé dans l'émetteur (équipement Robbe-Terra AM).

Ci-dessus, à droite : batteries d'émission et de réception à charge rapide (équipement Multiplex FM 5 + 2).



les polarités, ce qui provoquerait l'inversion de polarité des éléments de la batterie eux-mêmes ou leur destruction. Durant la charge, l'interrupteur de l'émetteur doit être mis hors circuit si l'on passe par l'intermédiaire de l'interrupteur de mise en circuit de la réception; dans le cas de la recharge de l'accu installé à bord du modèle, par exemple, cet interrupteur devra être mis en position « contact ». Vérifier que les témoins lumineux correspondant aux sorties du chargeur utilisées soient effectivement bien allumés.

Pour les recharges ultérieures, la recharge sera poursuivie selon la perte de capacité des batteries; pour en déterminer la durée on pourra se référer au tableau de charge qui doit normalement figurer sur la notice fournie avec chaque modèle de chargeur. Il est utile de préciser qu'un excès de charge pour les batteries composées d'éléments au cadmium-nickel n'est pas critique et ne risque pas, sauf dans le cas où certaines limites seraient dépassées, de provoquer la détério-



bananes dont la polarité est repérée: (+) = fiche rouge; (—) = fiche noire. Le cordon de charge de l'émetteur est muni à l'autre extrémité d'une prise à trois plots qui doit être branchée sur le soquet correspondant situé sur l'un des côtés du boîtier de l'émetteur. L'autre extrémité du cordon de charge de la batterie de réception est munie d'une prise correspondant à celle dont est pourvu le cordon de sortie de la batterie. Sur le chargeur, chaque sortie de courant est pourvue d'un voyant lumineux qui doit s'allumer pour indiquer le bon fonctionnement de la charge.

Précautions à prendre lors de la mise en charge

Les batteries au cadmium-nickel dont sont équipés la majorité des ensembles R/C doivent être chargées à 1/10 de leur capacité; cette capacité est en moyenne de 500 mA pour les batteries d'émission et de réception, par exemple: batterie émetteur = 9,6 V ou 12 V/500 mA; batterie réception = 4,8 V/500 mA. Le cordon de charge de chaque batterie devra donc être branché sur une sortie 50 mA du chargeur. Il faut veiller lors du branchement des cordons à ne pas inverser

ration des éléments. Arrivés à leur pleine capacité, les éléments se stabilisent automatiquement à leur tension maximale. Précisons également que la tension maximale admissible dépasse la tension nominale, qui est celle indiquée sur la batterie; par exemple, une batterie d'émission d'une tension nominale de 12 V montera sans inconvénient à pleine charge à près de 14 V, et la tension redescendra à 12 V après quelques minutes de fonctionnement.

Il sera utile de se munir d'un appareil de mesure du genre « Multi-testeur » pour vérifier la tension



Appareil de mesure Multitesteur pour le contrôle des batteries.

des batteries avant la mise en charge, et après cette charge pour s'assurer que les batteries ont bien atteint leur pleine capacité.

Dans les notices d'emploi jointes avec les ensembles R/C, une autonomie de fonctionnement de l'ensemble est parfois indiquée, mais cette estimation ne peut qu'être approximative, la consommation variant selon la façon de piloter et, pour la partie réception, selon le nombre de servos en service dans l'installation. On peut cependant adopter comme règle générale le calcul suivant : temps d'utilisation de l'ensemble = temps de charge \times 5. Du fait qu'un excès de charge est admissible pour les batteries au cadmium-nickel, il est conseillé lorsque l'ensemble a été utilisé de façon normale, ou s'il n'a pas servi durant une certaine période, de recharger complètement les batteries durant une nuit entière avant une séance de vol.

On pourra déterminer soi-même les durées de fonctionnement de l'émetteur et de la partie réception en fonction du type de l'installation. Nous rappelons que l'aiguille du vumètre de l'émetteur doit toujours se trouver dans la zone verte du cadran de l'instrument; dès que l'aiguille atteint la zone rouge, il faut impérativement interrompre le service de l'ensemble pour recharger les batteries. Pour la partie réception, la consommation est plus élevée, la batterie alimentant simultanément les circuits du récepteur et les servomécanismes, un mouvement plus lent de ces derniers avertira que la fin de l'autonomie de débit de la batterie d'alimentation est atteinte.

Enfin, pour obtenir une autonomie de fonctionnement plus importante,

il est possible d'équiper l'ensemble avec des batteries de plus forte capacité. La majorité des ensembles multifonctions de fabrication très récente sont équipés de batteries de 1 000 à 1 200 mA à l'émission et à la réception, ce qui permet de doubler l'autonomie de fonctionnement.

Les accus à charge rapide

Nous avons décrit les caractéristiques des accus formés d'éléments à électrodes frittées dans le chapitre XI consacré à la propulsion électrique. Certaines marques équipent maintenant leurs ensembles R/C de ces accus conçus pour supporter des processus de charge rapide. Ces accus sont caractérisés par une autodécharge plus importante que celle des batteries constituées d'éléments au cadmium-nickel, c'est-à-dire qu'ils perdent plus rapidement leur capacité de charge au cours du stockage. Il ne faudra donc pas s'étonner de trouver des accus complètement déchargés à la livraison d'un ensemble R/C neuf, ils pourront être rechargés soit par un chargeur alimenté sur le courant secteur, soit par un chargeur rapide branché sur une batterie de voiture de 12 V comme il a été expliqué pour la recharge des accus de propulsion électrique.

La recharge rapide peut également être effectuée sur le terrain, sous une intensité de 2,8 A; la durée exacte de la recharge est déterminée en fonction de la capacité nominale des éléments, après qu'ils ont été déchargés. La notice jointe avec le chargeur donne toutes les indications utiles pour déterminer les temps de charge selon la capacité des éléments et il faut s'y conformer pour effectuer l'opération en toute sécurité. Il est évident que la possibilité de recharger les accus d'un ensemble R/C sur le terrain permet d'accroître indéfiniment son autonomie de fonctionnement au cours d'une même séance de vol.

Ensembles R/C alimentés par piles sèches

Quelques types d'ensembles R/C figurant dans la série dite « économique » de certaines marques sont prévus à l'origine pour être alimentés par des piles sèches. Les piles sèches présentent l'avantage d'être plus économiques à l'achat que les accus rechargeables, la suppression de ces derniers permet évidemment d'abaisser sensiblement le prix de revient des petits ensembles R/C à 2 ou 3 voies. Cependant, lorsqu'on utilise une alimentation par piles sèches, certaines précautions doivent être prises en ce qui concerne la qualité des éléments à employer. Ces piles, de type « crayon », ont une tension de 1,5 V et sont disponibles dans tous les magasins de radio-électricité. Il convient cependant de ne pas prendre une qualité ordinaire, comme pour alimenter un récepteur radio à transistors, par exemple. Il faut demander des piles de type « moteur », dont la courbe de décharge est moins brutale, car le principal inconvénient des piles sèches est qu'elles perdent rapidement leur capacité sans prévenir du moment où elles arrivent en fin de possibilité d'utilisation.

Le contrôle de l'état de charge des piles alimentant l'émetteur est effectué par le vumètre, mais pour vérifier celui des piles alimentant la partie réception, il faut généralement avoir recours à un instrument de mesure. Lorsqu'on contrôle l'état de charge des piles, il convient de maintenir le test durant quelques secondes, afin de vérifier que l'aiguille ne bouge pas de la graduation atteinte sur le cadran de l'appareil de mesure utilisé. Si

l'aiguille redescend lentement, c'est que les piles ont perdu la plus grande partie de leur capacité, leur remplacement s'impose donc immédiatement. Une autre indication peut être fournie par un fonctionnement désordonné des servomécanismes qui vibrent ou s'affolent et ne se déplacent plus que dans un seul sens de leur course. Il ne faut pas dans ces conditions incriminer une panne radio, la mise en place de piles neuves rétablira le fonctionnement normal de l'ensemble R/C.

Il est conseillé de remplacer par la suite les piles sèches par des éléments au cadmium-nickel pouvant être rechargés, principalement sur les ensembles R/C équipés de plus de 2 voies, car l'utilisation d'une telle alimentation devient trop hasardeuse. Ces éléments ont le même encombrement que les piles sèches et se logent de façon identique dans les porte-piles de l'émetteur et dans celui qui est prévu pour l'alimentation de la réception. Ces éléments que l'on peut recharger ont une tension de 1,2 V, il est donc quelquefois nécessaire d'en ajouter un de plus dans l'alimentation de l'émetteur pour rétablir la tension totale, ce qui peut être fait sur demande à la livraison (ensemble Robbe-Kompakt à 2 voies, par exemple). L'investissement représenté par le supplément de prix des éléments qui se rechargent et l'achat d'un chargeur avec cordons seront compensés par l'économie réalisée à l'usage sur le remplacement fréquent des 12 piles constituant au total les batteries d'alimentation d'émission et de réception.

Entretien général de l'ensemble R/C

L'émetteur est l'élément qui subit les plus importantes manipulations sur le terrain, il faut toujours éviter de le poser dans l'herbe humide ou sur une surface poussiéreuse, ainsi que dans la direction de l'échappement du moteur qui le vaporiserait d'huile lors de la mise en route. La meilleure solution est de placer l'émetteur sur une sorte de chevalet indépendant ou solidaire de la boîte contenant le matériel de terrain. Malgré ces précautions, l'émetteur est toujours tenu par des mains plus ou moins propres, après la mise en route du moteur par exemple. Il conviendra donc de le nettoyer soigneusement après

chaque séance de vol avec un chiffon doux; par ailleurs, il est conseillé de ne pas employer de produits détergents qui pourraient attaquer la matière plastique de certains boîtiers.

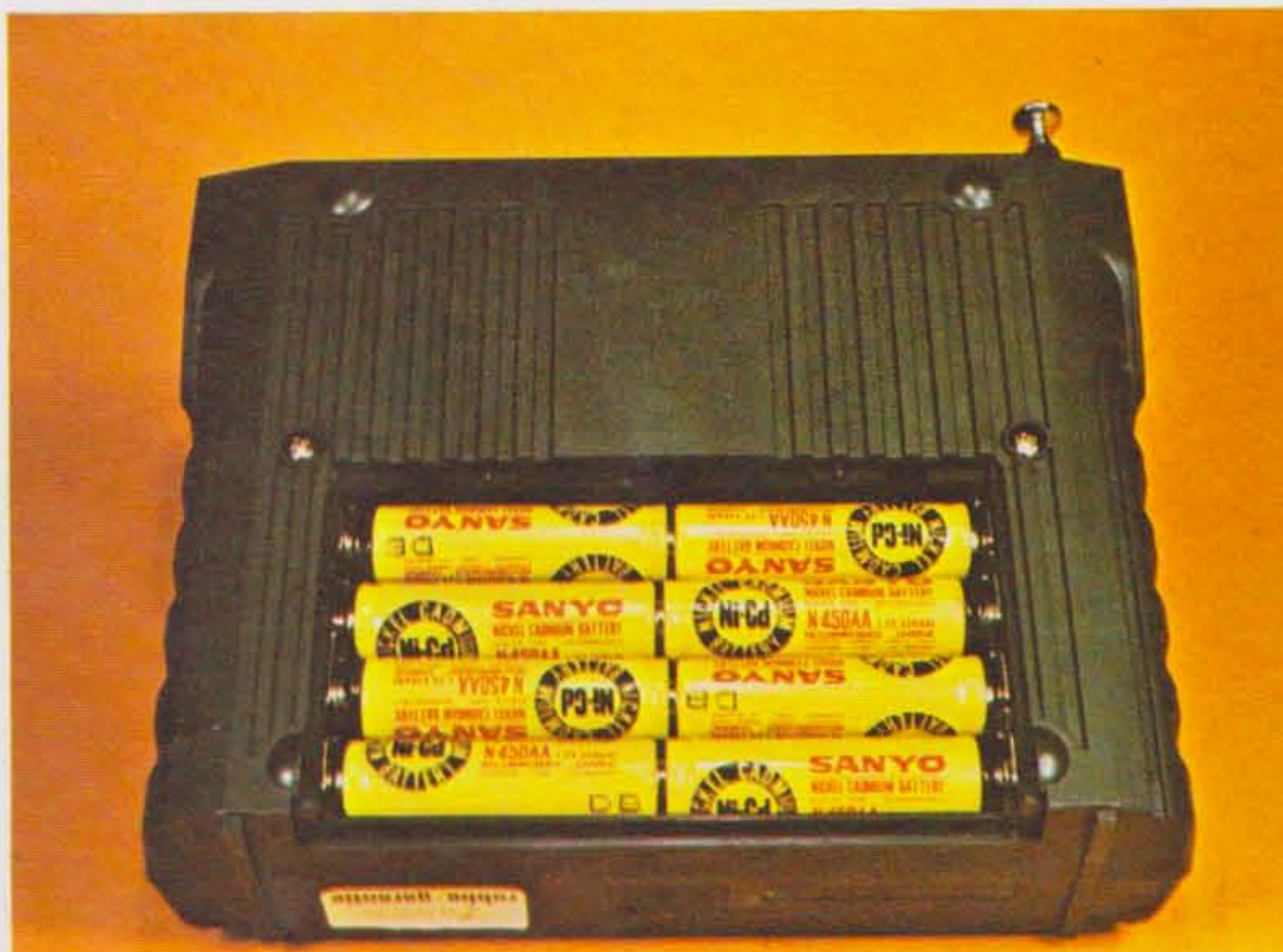
On procédera également à une vérification périodique de toute l'installation à bord du modèle; cette vérification concerne d'abord les connexions de toutes les transmissions de commandes pour s'assurer qu'aucune n'a lâché ou est près de le faire. On vérifiera également tous les branchements des servos et de l'alimentation, afin de s'assurer qu'aucune prise miniature ne s'est partiellement débranchée sous l'effet des vibrations. Un examen de l'intérieur du compartiment réservoir sera également de rigueur pour déceler toute fuite ou suintement de carburant, auquel il faudrait remédier immédiatement pour éviter les infiltrations dans les compartiments adjacents (accu et récepteur).

Ci-dessous : éléments rechargeables au cadmium-nickel en remplacement des piles sèches dans l'émetteur Robbe-Kompakt.

Service après-vente

Tout ensemble R/C fait l'objet d'une garantie dont la durée est déterminée par le fabricant (en moyenne 12 mois). Dans les conditions de vente, il est stipulé que cette garantie ne peut être appliquée sur un matériel qui aurait été bricolé ou modifié pour une raison quelconque. Nous engageons donc tous les possesseurs d'un ensemble R/C à respecter les clauses de cette garantie; en cas de panne dont la cause n'aura pu être déterminée, il conviendra de renvoyer l'ensemble au service après-vente concerné. L'ensemble devra être retourné de préférence dans son emballage d'origine, accompagné de son bon de garantie, si celle-ci s'applique encore à cette date. Une description succincte de la panne aidera le technicien chargé de la révision; nous vous conseillons de toujours renvoyer l'ensemble complet, les batteries étant chargées, et débarrassé de tout équipement annexe, une mise au point générale pouvant être nécessaire, même si l'on a pu déceler l'origine de la panne sur l'un ou l'autre des éléments.

Nous insisterons enfin sur l'état de propreté dans lequel doit être maintenu l'ensemble de l'équipement qui représente une certaine valeur méritant qu'on lui attribue un minimum de soins. Un ensemble envoyé en révision en médiocre état incitera plutôt le service après-vente chargé de la réparation à mettre en doute la bonne foi de l'utilisateur sur l'origine de la panne et à la croire consécutive aux mauvais traitements subis par l'équipement.



Le vol et les règles de sécurité

Notre modèle est enfin prêt pour effectuer son premier vol ; on l'assemblera entièrement pour procéder aux dernières vérifications, telles que position exacte du centrage, vérification des voilures pour s'assurer qu'il n'existe pas de déformation, bon alignement de l'aile et de l'empennage, le modèle étant vu de face, etc. Enfin, on effectuera un dernier contrôle du fonctionnement de l'installation R/C après avoir, bien entendu, rechargé entièrement les batteries. Mais avant de donner les conseils pour effectuer le premier vol en toute sécurité, il convient de mentionner les dispositions à prendre lorsqu'on doit faire évoluer un avion radiocommandé.

Dispositions à prendre vis-à-vis de l'Administration

Tout possesseur d'un ensemble de radiocommande se doit d'en faire la déclaration à l'administration concernée. Les documents nécessaires pour établir cette déclaration et la retourner ensuite dûment remplie peuvent être obtenus à l'adresse suivante :

Direction des télécommunications
du réseau international
Immeuble P.T.T. Bercy
75584 Paris Cedex 12

Il ne s'agit que d'une simple formalité et, pour une somme modique, une licence payable chaque année sera délivrée par cette Administration, nous conseillons donc à tous les modélistes de se mettre en règle vis-à-vis de cette dernière.

Contracter une assurance

Il est aussi conseillé de s'assurer contre les risques d'accident ou de dégâts matériels que peut provoquer la chute d'un avion radiocommandé. Bien que nous allions donner tous les conseils utiles pour



Ci-dessus, à gauche : pile et batterie de démarrage, clé multiple, soquet ou pince à bougie.

Ci-dessus : démarreur électrique « Sullivan ».

Ci-contre : bidon à carburant avec pompe manuelle, pipette et boîte de terrain.

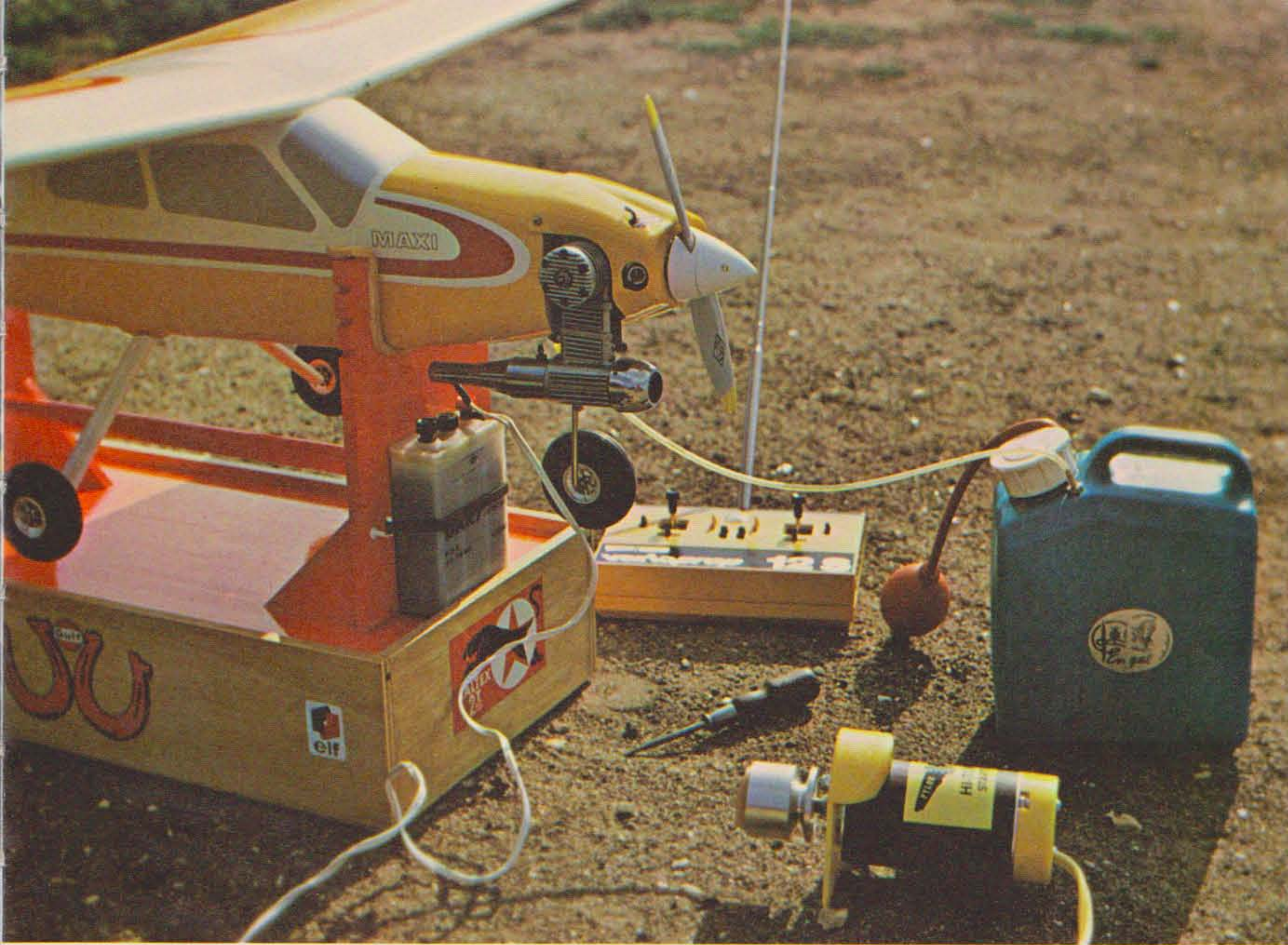
Page 125 : boîte de terrain avec support pour le modèle.

éviter un incident de ce genre, il peut toujours se produire un cas imprévisible, tel qu'un brouillage ou une perte de contrôle due à une panne subite de l'équipement, sans que l'on puisse intervenir pour éviter le percutage du modèle. On peut être couvert par une assurance spéciale en s'inscrivant à un club affilié à la F.N.A. (Fédération nationale aéronautique — 7, avenue Raymond-Poincaré — 75016 Paris). La F.N.A. pourra communiquer sur demande la liste des clubs répertoriés, la cotisation annuelle payée à un club donne droit à l'attribution de la carte fédérale d'aéromodélisme qui est exigée pour la participation aux concours. La cotisation annuelle couvre également le montant de l'assurance spéciale pour les modélistes.

On peut aussi contracter une assurance individuelle en consultant la compagnie à laquelle on est assuré pour sa voiture ou son domicile. Enfin, les principales revues françaises spécialisées en modélisme offrent maintenant une assurance que l'on peut contracter à des conditions particulièrement intéressantes en s'abonnant à l'une d'entre elles.

Indication de la fréquence sur laquelle on émet

Ainsi que nous l'avons vu dans le chapitre III de cet ouvrage, une couleur est attribuée pour chaque fréquence d'émission. Cette couleur de fréquence sera indiquée de façon visible par un ruban que l'on accrochera à l'antenne de l'émetteur. Notons que quelques marques d'ensembles R/C ont la bonne initiative de joindre dans le coffret contenant l'ensemble un drapeau de fréquence de la couleur correspondant à celle dans laquelle il est livré. Si ce n'est pas le cas, on pourra se procurer cet accessoire pour quelques centimes dans les magasins spécialisés. Si l'on doit changer la fréquence de l'ensemble en remplaçant les quartz, il ne faudra pas oublier de changer également le drapeau de fréquence. Le respect de cette disposition permet d'éviter les brouillages et les interférences entre deux émetteurs se trouvant sur la même fréquence, ce qui conduit inévitablement à la chute de l'un ou des deux modèles. Cette disposition sera observée même si l'on fait évoluer le modèle isolé-



ment en rase campagne, c'est une bonne habitude à prendre, car on peut se trouver un jour ou l'autre avec d'autres modélistes et oublier cette précaution élémentaire.

Enfin, une dernière précaution sera de placer une petite carte collée à l'intérieur du fuselage du modèle indiquant le nom, l'adresse et éventuellement le numéro de téléphone de son propriétaire. Il est rare que l'on perde de vue un avion R/C, mais cela peut arriver, par exemple avec un planeur qui peut être entraîné dans une forte ascendance ; toujours est-il que cette précaution a permis à de nombreux modélistes de récupérer leur modèle.

LE VOL

Le matériel de terrain

Il faudra préparer une boîte à outils ou une caisse spéciale pour ranger le matériel dont on aura besoin sur le terrain. Il existe des boîtes de terrain spéciales vendues toutes faites ou que l'on peut construire soi-même à partir d'un kit. Certains modèles sont très pratiques, le couvercle porte un chevalet pour maintenir le modèle durant le

démarrage du moteur. On réunira un petit outillage de base : pinces universelles, quelques tournevis, des clés spéciales pour le serrage de l'écrou d'hélice et pour la bougie du moteur. On prévoira quelques bougies de rechange pour ne pas rester en panne en cas de grillage de celles du moteur, une ou deux hélices de rechange seront aussi utiles. Ne pas oublier de la colle pour les réparations rapides, un bon paquet d'élastiques de rechange si l'aile est fixée de cette façon et un ou deux chiffons pour nettoyer le modèle après les vols. La caisse de terrain sera également aménagée pour transporter la batterie de démarrage avec le cordon portant la pince spéciale pour le branchement de la bougie. Le carburant (vendu en bidons de 1 litre ou de 5 litres) pourra être versé dans un container spécial en plastique muni d'un système de remplissage à poire, ou par pompe manuelle ou électrique, ces derniers systèmes étant très pratiques pour effectuer le remplissage ou la vidange (en actionnant la pompe en sens inverse) du réservoir. Le modéliste qui aime son confort pourra en outre s'offrir un démar-

reur électrique, il faudra en prévoir l'alimentation avec une batterie de 12 V qui servira en même temps à alimenter la pompe à carburant électrique, il disposera alors du *nec plus ultra* des équipements!...

Essais sur le terrain

Avant de lancer le modèle, il restera quelques petites vérifications à effectuer sur le terrain où l'on ira accompagné d'un aide, ce qui sera indispensable pour les débuts. Il sera tout d'abord prudent de faire un essai de portée de l'équipement R/C en s'éloignant, émetteur en main, de plusieurs centaines de mètres du modèle. On peut émettre avec l'antenne de l'émetteur sans qu'elle soit entièrement déployée, on pourra ainsi apprécier la différence obtenue avec l'antenne totalement sortie. L'aide confirmera par signes que tout fonctionne normalement jusqu'à une distance de 300 à 400 mètres, ce qui est une preuve suffisante de la bonne portée de l'émetteur, la portée sol-air étant toujours plus importante.

On fera également un essai de fonctionnement avec le moteur en marche, dont on aura appris à bien

connaître le réglage lors du rodage au banc, et son démarrage sur le terrain ne devrait causer aucun problème. Lorsque le moteur tourne, vérifier le bon fonctionnement de la commande des gaz et la stabilité du ralenti. Cette dernière position peut être poussée à l'extrême, cela jusqu'à l'arrêt du moteur, en se servant du réglage de trim pour terminer la course du servo. En effet, au moment où le manche de commande des gaz est en position « ralenti », une action complémentaire sur le levier de trim permet de couper le moteur, cela étant obtenu par un réglage approprié de la tringlerie de commande.

Mettre ensuite le moteur plein gaz ; vérifier que tous les ordres passent normalement pour les autres commandes et que les vibrations n'affectent pas le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation. Lever le modèle le nez en l'air et vérifier que le moteur continue à tourner à plein régime dans toutes les positions sans tendance à caler, ce qui indiquerait un réglage trop pauvre de la carburation, qui devrait être corrigé en ouvrant légèrement plus le pointeau.

Le premier vol

Deux cas peuvent se présenter :

1) Le modéliste s'est inscrit à un club possédant un terrain d'évolution et sur lequel il trouvera toujours un modéliste expérimenté pour l'assister au cours du premier vol. Le « moniteur » fera décoller l'avion et l'amènera à une altitude de sécurité avant de passer l'émetteur dans les mains de l'« élève », il lui donnera tous les conseils utiles au cours du vol, mais reprendra les commandes pour faire atterrir l'avion. L'élève apprendra ensuite progressivement les manœuvres de décollage et d'atterrissage sur les conseils du moniteur. Dans les clubs, la double commande est très souvent pratiquée, c'est un système très pratique pour l'apprentissage du pilotage R/C, le système consiste à réunir deux émetteurs avec un câble dit « d'écolage ». Ce câble est branché sur la prise de charge de chaque émetteur conçu pour cette adaptation, un bouton interrupteur sur le pupitre de l'émetteur du moniteur permet de couper ou de remettre l'émission sur l'émetteur de l'élève. On comprend ainsi les possibilités offertes par le système, le moniteur peut intervenir à tout moment et instantanément pour rétablir une position de vol critique

en prenant les commandes en main, et il peut les repasser ensuite à l'élève.

2) Le modéliste est isolé et ne peut trouver quelqu'un de qualifié pour l'assister, autre qu'un aide de bonne volonté... L'opération sera plus délicate et nous allons donner tous les conseils utiles pour éviter que le premier vol ne se termine par une catastrophe !

Il conviendra de choisir un jour sans trop de vent pour ne pas être gêné lorsqu'on n'est pas habitué, d'aller sur un terrain le plus plat possible et bien dégagé ; si l'état du sol ne permet pas de faire décoller le modèle du sol, il faudra le lancer à la main et c'est là que l'aide interviendra.

Un modèle pesant en ordre de vol entre 1,5 et 2 kg devra être lancé avec suffisamment de vitesse ; le mieux pour le lanceur est de courir en tenant le modèle de la main droite, le bras levé au-dessus de la tête, le modèle étant en position

horizontale et bien face au vent. Une bonne poussée lui donnera l'impulsion nécessaire au moment de le lâcher, mais il ne faut surtout pas appliquer cette poussée vers le haut car le pilote aurait des difficultés pour corriger la trajectoire au ras du sol, sans compter les risques de mise en perte de vitesse. Le décollage à partir du sol permet de mieux sentir les réactions du modèle car après quelques mètres de roulage il s'élèvera sur une légère action de la profondeur en cabré.

Lorsque le modèle est en l'air, il faut lui laisser prendre de la vitesse ; on peut augmenter l'angle de montée en tirant légèrement sur la profondeur mais la principale correction à effectuer sera le maintien d'une trajectoire rectiligne à l'aide de la direction. Attendre que le modèle atteigne une altitude suffisante pour lui faire effectuer le premier virage qui se fera plus facilement vers la gauche ; pour cela agir





Ci-dessus : un joli modèle biplan réalisé par un modéliste anglais.

Ci-contre : dernière vérification avant le décollage.

Ci-dessous : l'avion quitte le sol dans un décollage impeccable... (maquette volante du « Citabria », réalisée par J.-C. Bourbon).

doucement sur la direction : l'avion aura tendance à s'enfoncer en perdant de l'altitude, cette réaction est normale et l'effet sera compensé en soulageant doucement et simultanément à la profondeur. Cette action de compensation deviendra très vite un automatisme de la part du pilote, des séries de virages effectués vers la gauche, puis ensuite vers la droite permettront d'acquérir les réflexes nécessaires pour maintenir l'avion à une altitude constante.

Au cours du premier vol il faudra éviter de laisser l'avion trop s'éloigner, l'appréciation de la position de vol est une question d'habitude qui ne peut être acquise qu'après un certain temps d'entraînement. Les premières évolutions consiste-

ront donc en une succession de virages à gauche, puis à droite ; lorsque l'avion reviendra il sera préférable de toujours orienter l'antenne de l'émetteur dans le sens de son déplacement, sans toutefois le quitter des yeux, pour éviter de se tromper de direction en donnant l'ordre pour l'exécution du virage suivant. Il faut en effet acquérir le réflexe d'incliner le manche de direction vers la gauche pour faire virer le modèle vers la droite lorsqu'on se trouve face à lui.

Après dix à quinze minutes de ce genre d'entraînement, il est possible que le pilote commence à se sentir fatigué à la suite de la tension nerveuse due à la réflexion lors de l'exécution de chaque manœuvre. Il sera toujours préférable de poser le modèle avec le moteur au ralenti plutôt que d'attendre que ce dernier cale après épuisement du réservoir. L'approche pour l'atterrissage sera effectuée par de larges virages pour mettre l'avion bien face au vent, à une distance suffisante de l'endroit où l'on veut le poser. Cette distance est assez difficile à bien apprécier dans les débuts, c'est la raison pour laquelle il faut pouvoir garder la possibilité de remettre les gaz pour recommencer une manœuvre mal engagée. La bonne approche consiste à présenter le modèle à quelques mètres au-dessus de l'endroit choisi pour l'atterrissage. Le moteur étant plein ralenti, le laisser descendre doucement puis cabrer légèrement à la



profondeur avant l'impact avec le sol. Si tout se passe ainsi lors du premier vol, on pourra être satisfait et mis en confiance pour les vols suivants, cependant il peut se produire quelques incidents qu'il faut tenter d'éviter à tout prix, mais nous donnons néanmoins les conseils nécessaires pour se sortir de certaines situations critiques.

Mauvais lancement au départ. L'aide, qui n'a pas l'habitude, peut lancer le modèle dans une mauvaise position, soit trop cabré ou dans une trajectoire déviée. Dans le premier cas il ne faut surtout pas couper le moteur, sinon ce sera la perte de vitesse et le percutage immédiat du modèle. Laisser le moteur plein gaz, pousser légèrement à la profondeur tout en maintenant la trajectoire à la direction, l'arrière du fuselage se soulèvera et l'avion reprendra une ligne de vol horizontale. S'il s'incline fortement sur une aile et va percuter le sol, contrer immédiatement à la direction et tirer doucement sur la profondeur pour entreprendre la montée.

Perte de vue en altitude. Ce cas ne devrait pas se produire si l'on suit les conseils précédemment donnés; il est toujours possible de maîtriser la montée du modèle en jouant sur le régime du moteur, cette action doit d'ailleurs être le premier réflexe lorsque quelque chose ne va pas, avant de tenter toute autre manœuvre. Si l'on s'est laissé surprendre et que le modèle n'est plus qu'un petit point noir qui ronronne tout là-haut dans le ciel, il sera grand temps de couper les gaz! Ne pas tenter de le faire redescendre par des manœuvres violentes, telles que la vrille ou le plein piqué, la vitesse augmenterait dangereusement et le résultat qui s'ensuivrait n'est pas un traitement conseillé pour une structure qui n'aurait pas été spécialement conçue pour l'acrobatie... Laisser l'avion redescendre doucement en grandes orbites jusqu'à ce qu'il redevienne suffisamment visible pour reprendre le vol normal.

Perte de vue sur l'horizon. Mêmes causes, mêmes effets: on aurait dû réduire le régime du moteur pour diminuer la vitesse du vol et éviter que l'avion ne s'éloigne trop rapidement, car s'il est devenu à peine visible on ne sait plus s'il continue à s'éloigner ou si, au contraire, il revient vers soi... Seuls les ordres donnés à la direction

permettront de s'en rendre compte; si à la suite d'un ordre donné vers la droite l'avion part dans la même direction c'est qu'il continue à s'éloigner, s'il part vers la gauche c'est au contraire qu'il revient vers soi. Effectuer la manœuvre en conséquence pour ramener l'avion plein moteur.

Nous avons effectué ce premier vol avec un avion théoriquement parfaitement réglé, mais il se peut qu'il reste quelques retouches à apporter dans les réglages préliminaires, aussi examinons les quelques cas qui peuvent se produire.

Vol horizontal ondulé ou montée trop rapide

Si le centrage est correct, c'est généralement une question d'angle piqueur insuffisant sur l'axe de traction, on augmentera cet angle en plaçant des rondelles sous la partie arrière des pattes de fixation du moteur. Vérifier également le réglage de la gouverne de profondeur qui doit rester à 0° lorsque le servo de commande est au neutre, ainsi que le levier de réglage de trim sur l'émetteur.

Embarquement à droite ou à gauche

Si l'avion embarque toujours dans une même direction, on pourra continuer le vol en corrigeant la trajectoire à l'aide du levier de trim sur l'émetteur. Après l'atterrissage, vérifier le réglage de la commande de direction, la gouverne doit se trouver à 0° lorsque le servo de commande est au neutre. Si le modèle continue à embarquer, c'est que le calage de l'angle d'anticouple de l'axe de traction est insuffisant, l'augmenter en conséquence. Vérifier également que l'aile ne soit pas vrillée, ou mal alignée par rapport au stabilisateur; si une déformation quelconque ne peut être supprimée, rectifier le réglage de la tringlerie pour que l'avion vole droit, le manche de commande et le levier de trim étant au neutre sur l'émetteur.

Mauvaise trajectoire au décollage du sol

C'est en principe le mauvais alignement du train d'atterrissage qui en est la cause; sur un train tricycle vérifier celui de la jambe avant ou son réglage si cette dernière est orientable. Selon l'état du sol, la

trajectoire doit être la plus rectiligne possible pour permettre un décollage en toute sécurité.

En cas de percutage...

En cas de percutage du modèle à la suite d'un mauvais décollage ou de capotage à l'atterrissage à la suite d'une fausse manœuvre, vérifier tout d'abord si la radio fonctionne normalement et si aucun élément ne s'est déplacé dans l'équipement. Vérifier également la cellule afin de s'assurer qu'aucune partie n'a été trop sérieusement endommagée, principalement l'aile, sinon il vaudra mieux interrompre les vols et rentrer chez soi pour effectuer une réparation plus sérieuse si c'est nécessaire, plutôt que de tenter un bricolage hasardeux sur place. Voilà donc l'essentiel des réglages à effectuer après les premiers vols d'un avion R/C, on ne pourra pas toujours les déceler de façon bien précise dans les débuts, mais en sentant progressivement les réactions du modèle au cours du pilotage que l'on maîtrisera petit à petit. Nous espérons néanmoins que les conseils donnés permettront aux modélistes isolés d'effectuer leurs premiers vols sans trop de difficultés.

Conclusion

Dans cet ouvrage sur les avions radiocommandés, le lecteur jusqu'alors non initié comprendra tout l'intérêt technique et toutes les joies que l'on peut éprouver à pratiquer cet agréable passe-temps. Considéré par certains esprits attachés comme un jeu pour enfants, l'aéromodélisme arrivé à ce stade réunit un tel nombre de techniques différentes, liées à l'adresse manuelle, que son rôle hautement éducatif ne peut être mis en doute. Il ne s'agit certes pas d'un jeu d'enfant, car ce sont généralement les adultes qui le pratiquent et parmi ceux-là les gens les plus sérieux. Nous invitons tous les lecteurs qui auront été intéressés par cet ouvrage à venir rejoindre les rangs des modélistes; nous espérons leur avoir ouvert la voie, c'est du moins ce que nous souhaitons. Nous leur rappellerons cependant que seule une pratique sérieuse et disciplinée accompagnée de toutes les précautions qui doivent être prises vis-à-vis de l'environnement et des spectateurs présents lors des évolutions d'un avion radiocommandé assureront la meilleure propagande à l'aéromodélisme.

