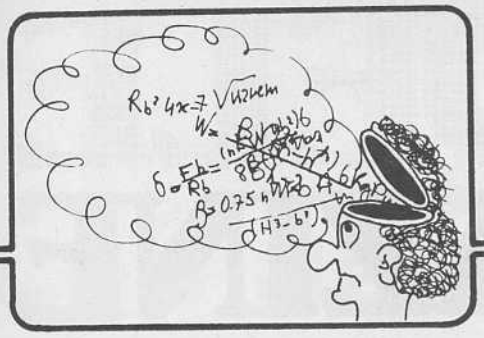
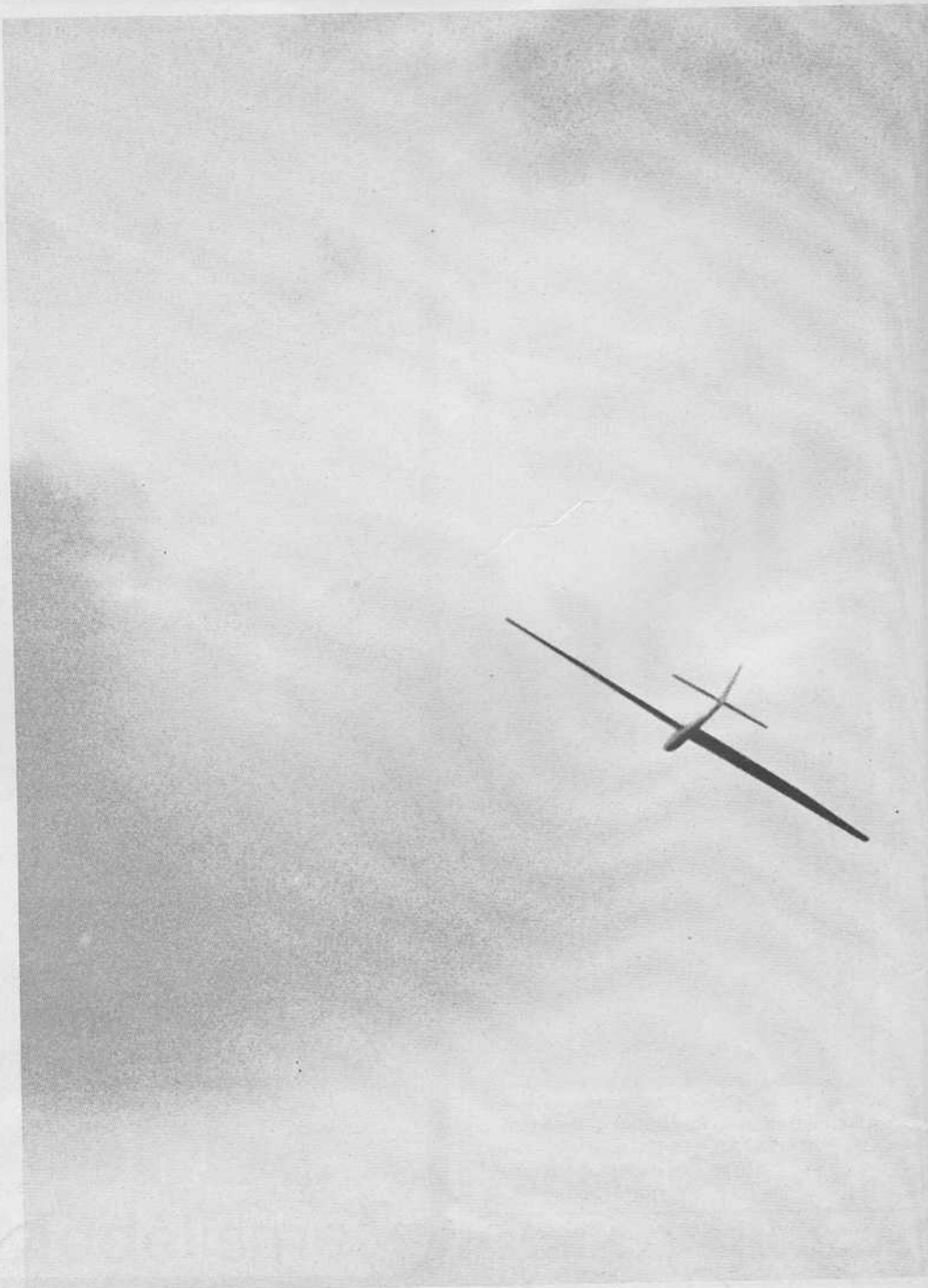




Villeneuve sur Yonne 77, J.-C. Bosquet surclasse tous les concurrents en acro trois axes. Et pourtant son planeur n'a pas d'ailerons...

# L'INCIDENC



**Non, ce n'est pas une aile vrillée mais une incidence variable !**

**Les pièces en alu en cours de découpe. Il est préférable de percer les trous AVANT de découper les pièces (plus facile).**

par J.-C. Bosquet

Il était équipé d'ailes à incidence variable !
Pour les lecteurs de Modèle Magazine, il fait le point de cette technique à l'heure actuelle.

# E VARIABLE

Lors de la réunion de V.D.P. à Besançon en 1975, Roland Chowchuen m'a montré un de ses planeurs équipé d'un dispositif d'incidence variable. Depuis, plusieurs dispositifs similaires ont été mis en vente. Devant cette nouveauté, ma réaction fut celle de tout le monde (je pense...) : le planeur va être terriblement instable... ça ne tiendra pas le coup... c'est difficile à faire... Néanmoins, les avantages du système me poussèrent à essayer à mon tour.
Avant d'entrer dans le détail de la réalisation, parlons un peu de théorie.

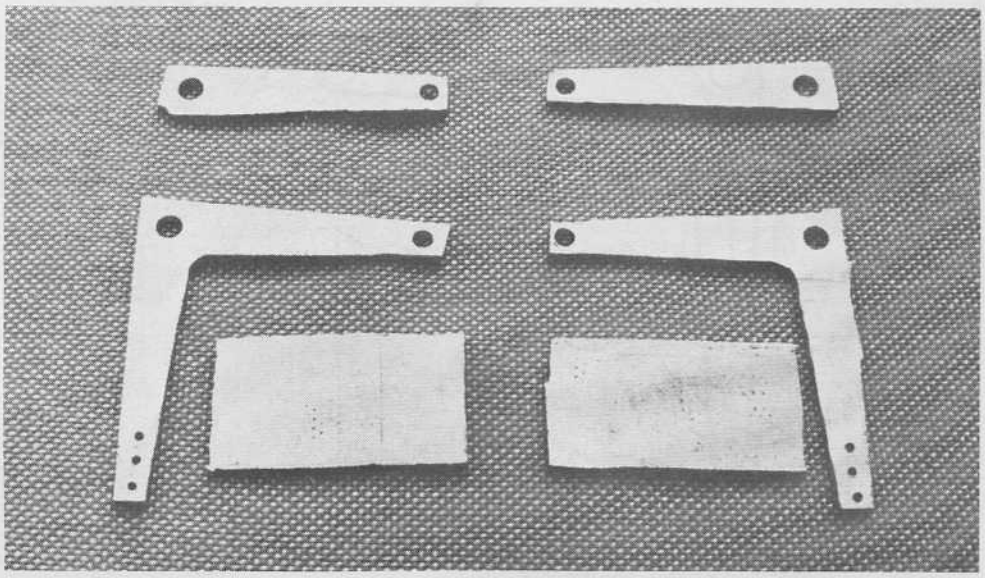
## But - avantages - inconvénients

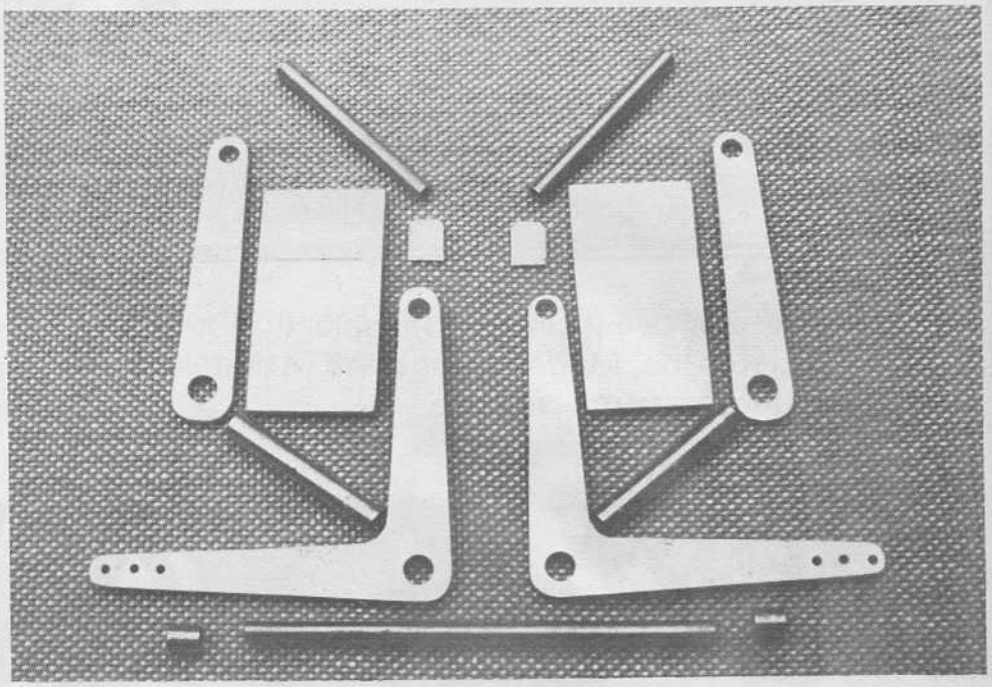
Le but de ce dispositif est d'obtenir sur un planeur une commande de roulis sans utiliser d'ailerons. Chaque aile pivote autour d'un axe de façon à faire varier son incidence. La commande est reliée à un servo de manière à augmenter l'incidence d'une aile et, simultanément, à diminuer l'incidence de l'autre aile. On obtient ainsi, comme dans le cas des ailerons, un couple qui fait pivoter l'appareil suivant son axe longitudinal (on incline les ailes).

Les avantages du système sont de plusieurs ordres :

— simplification de la construction des ailes (étant par nature paresseux, c'est le point qui m'intéresse le plus...) ;
— possibilité d'obtenir une grande efficacité ;
— allègement du modèle ;
— suppression des traînées aérodynamiques dues habituellement aux ailerons (en ligne droite...). Par contre, il ne faut pas croire que ce système soit une sorte de « panacée miracle ». En effet, dans son principe, le dispositif fait varier l'incidence de toute l'aile et on retrouve les défauts classiques des ailerons du type « Full span » : augmentation de la traînée et du lacet inverse (pour une efficacité identique par rapport à des ailerons).

Sur le plan de l'aérodynamisme, je pense que l'amélioration de la finesse en ligne droite compense largement la diminution de la qualité des mises en virage (d'autant plus qu'on retrouve un avantage en spirale).





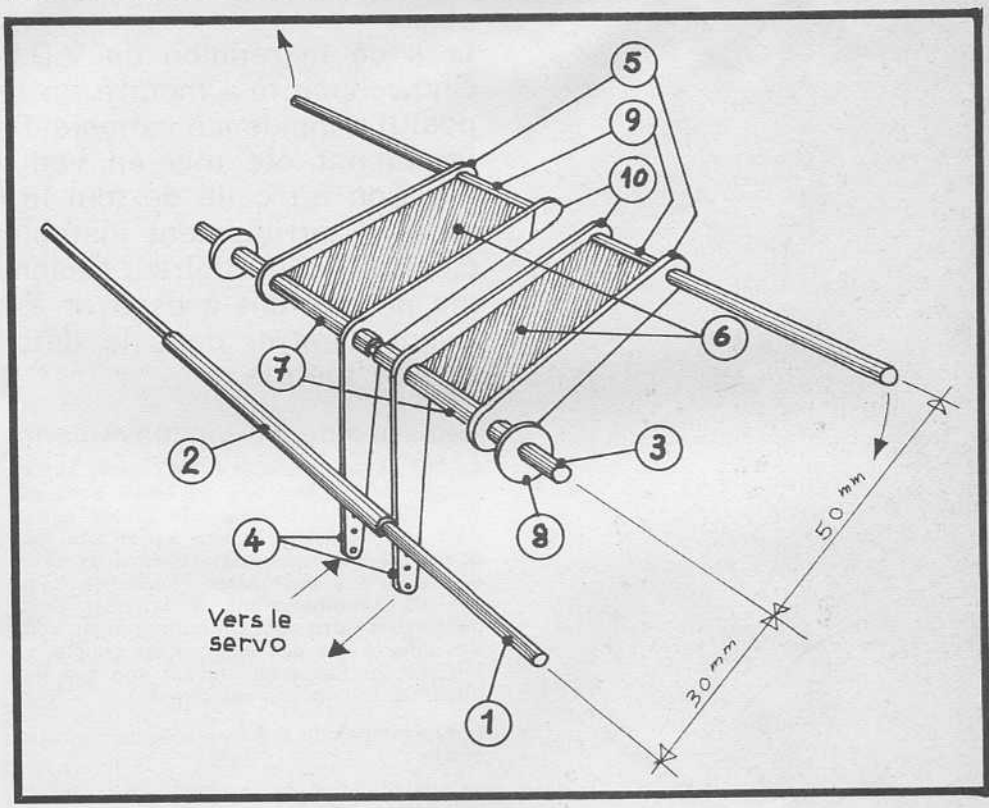
## Réalisation

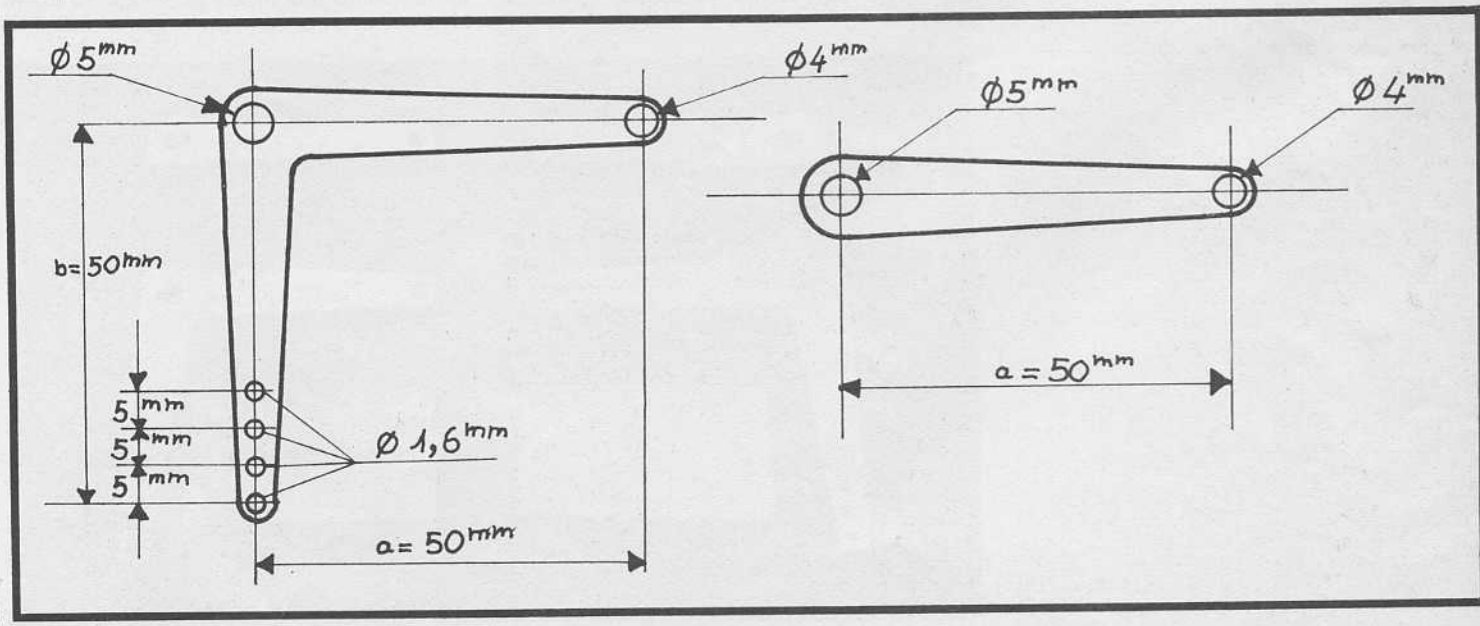
**PRINCIPE**

Les ailes pivotent autour de la corde à piano (1). Celle-ci reste droite, d'une seule pièce et traverse le fuselage à l'intérieur du tube (2) (laiton ou alu). La corde à piano (3), qui est fixée au fuselage, sert d'axe de rotation au système. Elle ne dépasse pas à l'extérieur du fuselage. Les guignols (4), les bras (5) et les renforts (6) sont collés sur les tubes (7) qui peuvent tourner librement et indépendemment l'un de l'autre, autour de la corde à piano (3). Les arrêtoirs (8) formés d'un petit bout de tube et d'une rondelle sont collés sur la corde à piano (3) et sur le fuselage et immobilisent l'ensemble latéralement en écartant les bras (5) des parois du fuselage. Les tubes (9) traversent le fuselage à travers un dégagement oblong permettant le débattement. Ils reçoivent des cordes à piano solidaires des ailes. Les plaquettes (10) ferment les tubes (9) afin d'éviter que si, par hasard, une corde à piano venait à coulisser trop loin dans le tube (9), elle ne puisse venir bloquer le système...

**CONSTRUCTION**

Commencer par découper les guignols (4), les bras (5) et les renforts (6) dans de la tôle de duralumin (AU4G ou AG3 ou...) de 2 mm d'épaisseur. C'est de loin le travail le plus long et le plus fastidieux ! Le croquis ci-dessous donne les dimensions de ces pièces (2 de chaque, bien sûr !).

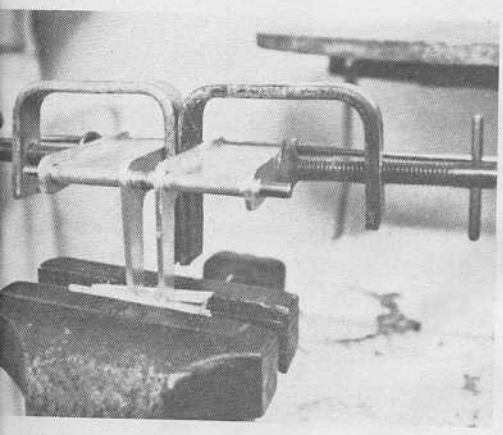


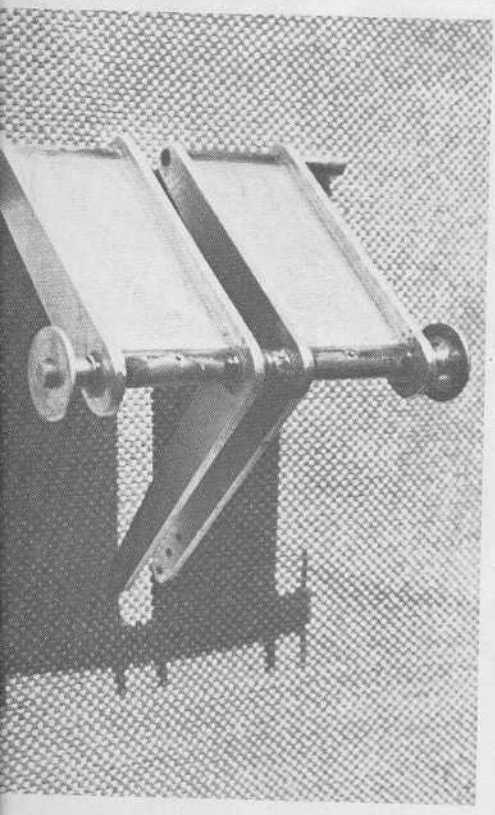



**Vue générale de toutes les pièces avant collage.**

**Le collage, opération délicate.**

**Le dispositif collé, prêt à être fixé sur le fuselage.**





# L'INCIDENCE VARIABLE

Les cotes exactes extérieures de ces pièces sont sans importance réelle : il suffit de laisser de la matière autour des trous... ! Par contre, il est très important que les cotes « a » des deux guignols et des deux bras soient identiques. Les renforts (6) feront 41 mm de *longueur*, leur largeur dépendra de la largeur du fuselage employé. Les quatre trous ∅ 1,6 permettront de faire varier le débattement si cela se révélait nécessaire. Personnellement, j'utilise le dernier trou (cote b = 50), mais tout dépend du débattement des servos. De toute façon, il est plus facile de percer ces trous avant qu'après montage de l'ensemble dans le fuselage, croyez-en ma (triste) expérience !

Découper ensuite les tubes (7) en laiton de ∅ 4 intérieur puis les tubes (9) en laiton de ∅ 3 intérieur. Les longueurs dépendent aussi de la largeur du fuselage. Choisir les tubes (7) de façon à ce qu'ils coulissent sur une corde à piano de ∅ 4 avec le moins de jeu possible.
Il s'agit maintenant d'assembler tous ces éléments et de les coller. Enfiler les tubes (7) sur une corde à piano ∅ 4 et les tubes (9) sur une corde à piano ∅ 3. Puis enfiler les guignols et les bras. Les guignols seront écartés d'environ 1 cm. Placer les renforts entre guignols et bras et maintenir le tout en place avec... ce qui vous tombera sous la main (pince à linge, serre-joint, élastique). Bloquer les guignols dans un étau simplifie ce problème... Si besoin est, jurer : ça soulage ! Coller alors toutes ces pièces ensemble (sauf les cordes à piano qu'il faudra enlever après !) à l'araldite 24 H ou à l'UHU PLUS ou toute colle **solide** similaire. Ah oui ! ne pas oublier de dégraisser **avant...** Faire de grands congés de colle partout et laisser sécher... Le plus dur est fait !

Après séchage, limer les tubes (9) au ras des guignols, découper grossièrement les plaquettes (10) dans de l'alu ou du contreplaqué et les coller en place. Couper à longueur la corde à piano ∅ 4 (3) et les arrêtoirs (8) et coller ces derniers sur la corde à piano en veillant à ne pas coller les tubes (7). La distance extérieure entre les rondelles des arrêtoirs (8) sera à peu près celle de la largeur intérieure du fuselage à cet endroit. Ces rondelles augmentent la surface du collage dans le fuselage et permettent ainsi un bon assemblage. Laisser sécher : c'est fini !
Le tout représente au plus 2 à 3 heures de travail et est à la portée de tout le monde.

Pour l'installation sur le fuselage, coller soigneusement la corde à piano (3) et les rondelles des arrêtoirs (8) sur les flancs du fuselage. Le tube (2) sera fixé comme d'habitude, 30 mm en avant de la corde à piano (3).

Après séchage, limer la corde à piano (3) au ras du fuselage afin qu'elle ne puisse pas gêner le débattement de l'aile. Par contre, laisser légèrement dépasser le tube (2) afin qu'il écarte l'aile du fuselage et l'empêche de frotter dessus. Faire de même avec les tubes (9).
Pour le branchement au servo, réaliser une tringlerie aussi courte et aussi directe que possible afin qu'elle soit très rigide.

## Réglages

Le premier principe à respecter est la position sur l'aile de la corde à piano principale. Elle doit se situer au plus à 25 % de la corde de l'aile à l'emplanture de façon à être en avant du centre de poussée... mais pas trop !
A propos, une corde à piano ∅ 5 suffit pour des planeurs allant jusqu'à 2,50 m d'envergure et 1,6 kg, à condition qu'il s'agisse réellement d'une **corde à piano.** Pour les initiés, il s'agit d'un acier à ressort (genre XC 65 ou mieux 45 S8) traité à 160 kg à la rupture (110 kg de limite élastique). Méfiez-vous : il m'est arrivé de me faire « refiler » de la « ferraille » qui pliait à la première ressource... Bien entendu, ceux qui auraient peur peuvent augmenter le ∅ sans inconvénient autre que le poids... à condition, toujours, de choisir la **vraie** corde à piano.

Les dimensions indiquées permettent d'obtenir un débattement valable avec des servos « normalement constitués » (course d'environ 2 x 5 mm). Le débattement du bord de fuite de l'aile semblera impressionnant au début, mais il est nécessaire. Si mes calculs sont exacts, l'angle obtenu est de deux fois 4 à 5° (pour 2 fois 6 à 8° à un stabilo pendulaire), ce qui représente deux fois 15 mm au bord de fuite d'une aile de 24 cm de corde à l'emplanture.

De toute façon, pour les premiers vols, il est préférable d'avoir trop de débattement que pas assez : imaginez le pilotage d'un « deux axes » (profondeur - direction) pratiquement sans dièdre... Souvenir impérissable garanti !

Pour ceux qui craignent que le servo ne force en vol, je peux les rassurer. Il y a

Cette vue montre les trous et évidements à pratiquer dans le fuselage.

L'ensemble collé dans un fuselage d'Axel.

Les pièces composant le dispositif à roulements.

# L'INCIDENCE VARIABLE

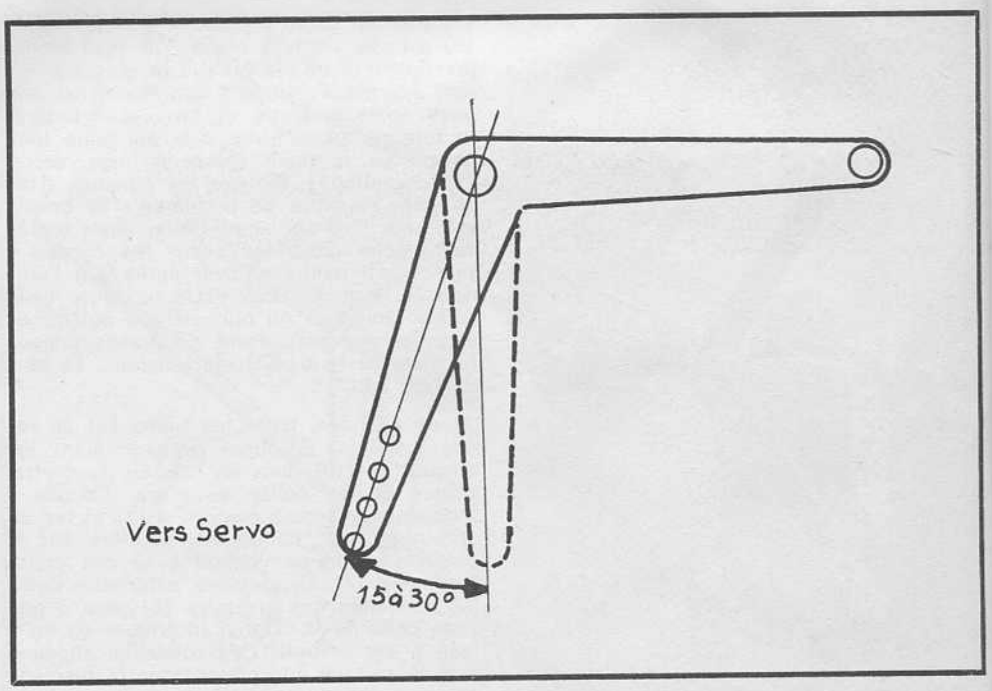
deux principes à respecter impérativement :
— Position de la corde à piano principale ;
— Tringlerie **parfaite.**

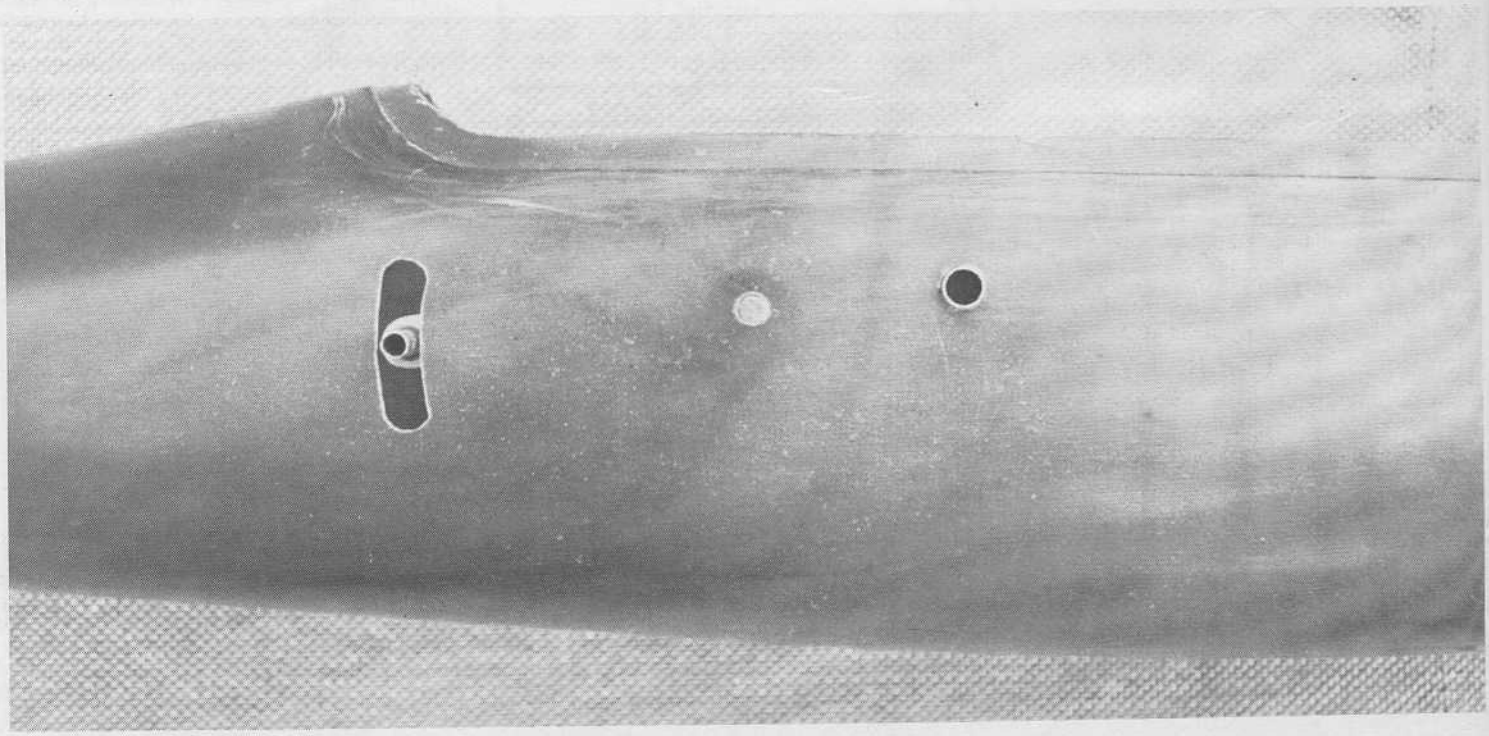
Ces deux principes sont très faciles à respecter et, s'ils le sont, il n'y aura aucun problème. En effet, un servo qui force est plus lent à répondre et cela se sent très bien lorsqu'on pilote. Dans le cas présent, ce serait plutôt le contraire qu'on remarque ! La rapidité de réponse est impressionnante surtout à « grand badin ». D'ailleurs, la tringlerie ne présente aucun frottement dû à des renvois et autres fourchettes qui représentent ordinairement la majeure partie des efforts imposés aux servos, notamment pour les ailerons.

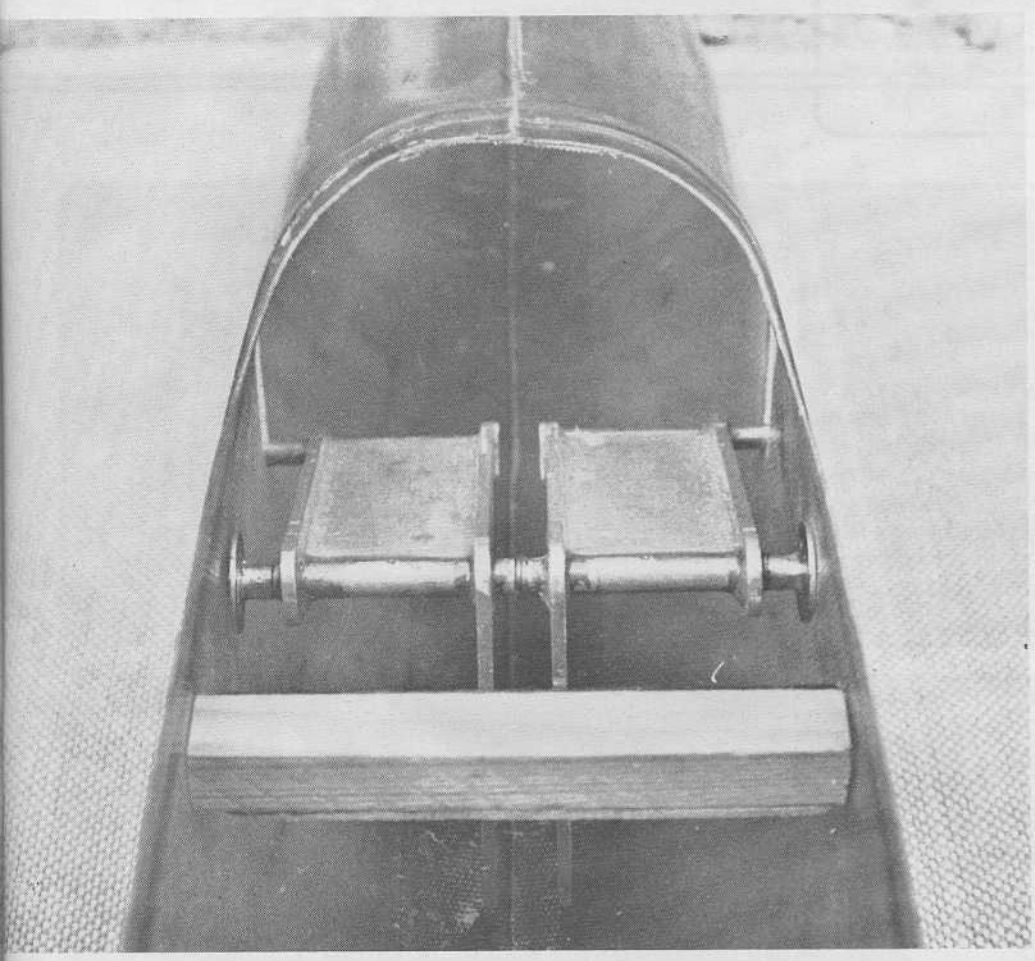
## Quelques astuces

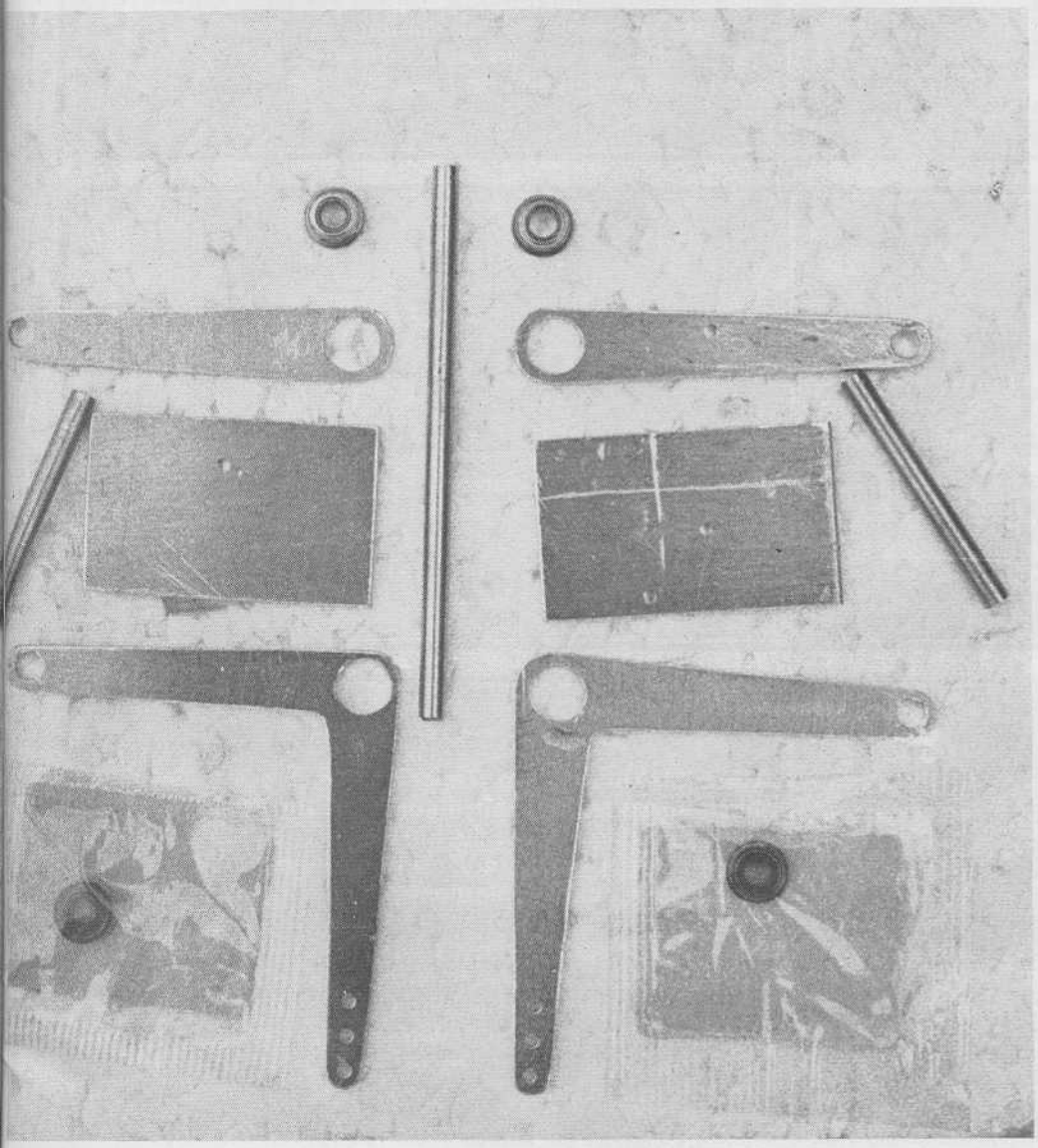
**POSSIBILITE DE DIFFERENTIEL**

Pour les planeurs thermiques, il peut se révéler nécessaire de mettre du différentiel sur ce système afin d'aider à combattre le lacet inverse (il y en aura, soyez-en sûr !). Cela doit être prévu d'origine, mais ne posera pas de problème : il suffit de modifier la forme des guignols. Le croquis ci-dessous donne une idée de la modification.







**POSSIBILITE DE ROULEMENTS**

Au lieu d'utiliser un ajustement entre une corde à piano et un tube laiton pour réaliser l'axe de rotation du dispositif, il est possible d'utiliser des roulements à billes miniatures. J'en ai « trouvé » qui ont 4 mm de ∅ à l'intérieur et possèdent une collerette sur le diamètre extérieur qui permet de les coller sur les guignols et les bras. Il devient alors possible d'obtenir un mécanisme pratiquement parfait : pas de jeu et pas de frottement.

**CHAPES A UTILISER**

Après quelques essais, il est apparu qu'il ne fallait pas utiliser n'importe qu'elle chape pour la tringlerie.

— Liaison entre les guignols et la tringlerie : éviter les chapes en acier qui usent rapidement les trous du guignol (couple électro-chimique) et amènent du jeu. Employer des chapes dont l'axe est en plastique.

— Liaison tringlerie - servos.
Si les efforts en vol sur le servo peuvent être considérés sans importance, par contre, il n'en va pas de même des chocs qui peuvent être transmis par les ailes lors d'atterrissages « imprécis ». C'est pourquoi j'ai utilisé à ce niveau des chapes Graupner en plastique qui se débranchent d'elles-mêmes en cas de choc.

J'ai eu l'occasion de le vérifier un jour où, devant mes yeux hagards, un sapin a traversé la pente juste au moment où j'allais atterrir (!) : sous le choc, la chape a sauté, protégeant ainsi le servo (l'aile, par contre, en a gardé une trace indélébile...).

## Conclusion

Voilà maintenant un an et demi que mon premier modèle à incidence variable vole (il vole toujours : il a même gagné le concours « 3 axes » à la Banne d'Ardanche). Depuis, 16 planeurs ont bénéficié de cette technique (au moins) : j'ai convaincu quelques copains ! Trois de ces planeurs ont été « pilés » sérieusement (fuselage en fibre de verre + époxy « maché »). **Jamais** ce dispositif n'a enregistré la moindre avarie et il a pu être réutilisé sans la moindre réparation. De même aucun pignon de servo n'y a laissé la vie. Actuellement, dans mon club, beaucoup de modélistes liment la tôle et préparent de l'araldite... Alors, pourquoi pas vous ?