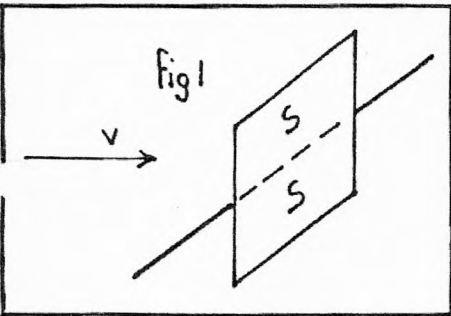


RCM n° 39 juillet 1984

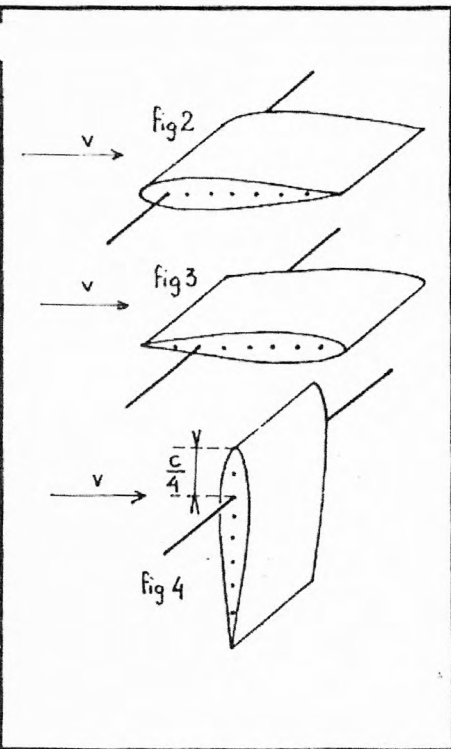
CANARDO

Centrage des surfaces planantes stables



Notion de foyer

Si une plaque libre en rotation autour d'un axe est exposée perpendiculairement au vent d'une soufflerie on constate que son orientation est aléatoire lorsque l'axe la partage en deux surfaces égales (fig. 1).
Lorsqu'on procède de même avec une portion d'aile profilée les choses changent.
L'axe placé près du BA, le profil s'aligne sur le lit du vent, BA en amont (fig. 2).
L'axe placé près du BF, le profil s'aligne sur le lit du vent, BA en aval (fig. 3).



Entre ces positions extrêmes de l'axe, on en trouve une pour laquelle l'orientation du profil est aléatoire.

Cette position de l'axe marque le foyer du profil (fig. 4).

Le foyer est toujours trouvé près du quart avant de la corde (de 23 à 27 %). Ce foyer est un point fixe, distinct du CP, qui lui est mobile en fonction du Cz et du Cm.

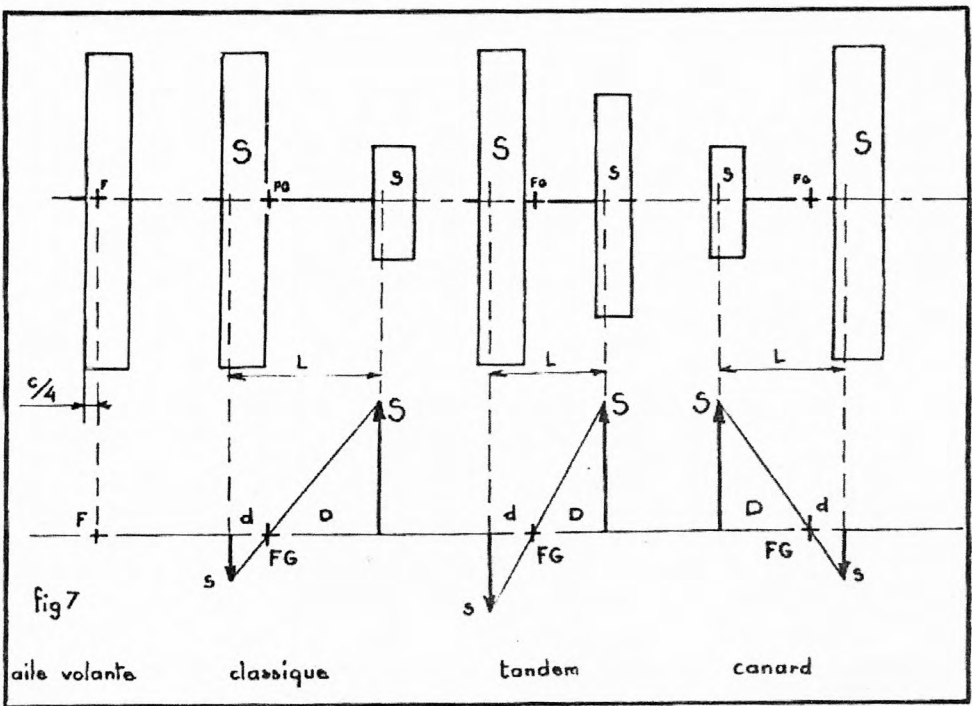
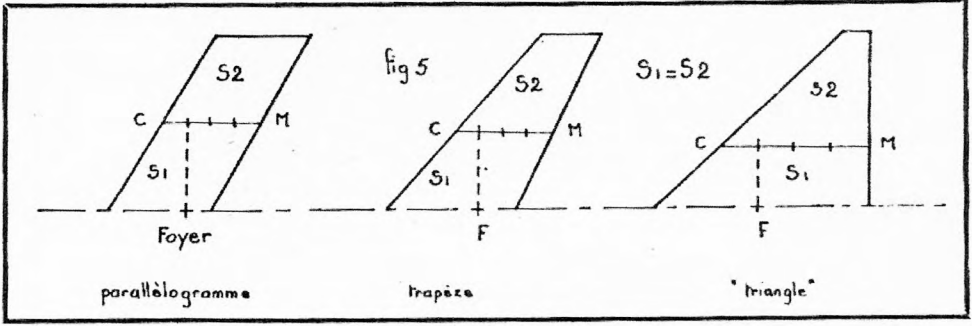
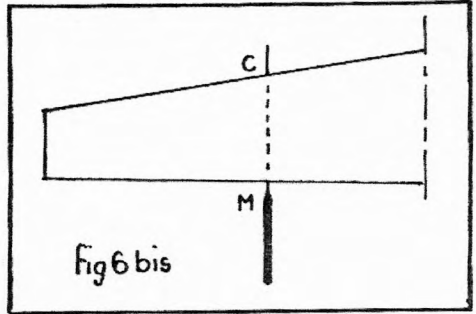
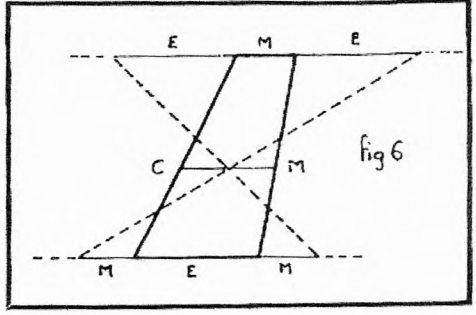
Les curieux trouveront une interprétation mathématique de la position fixe du foyer dans « Aérodynamique et mécanique du vol » de Grandjean et Salomon (SFA).

Si l'aile n'est pas rectangulaire, il faut considérer sa corde moyenne.

Corde moyenne

La corde moyenne CM partage la demiaile en deux surfaces égales (fig. 5).

Un procédé graphique donne approximativement la position de la corde moyenne (fig. 6).



NS!

L'erreur résultante sur la position du foyer, dans nos cas de figures modélistes est de l'ordre de 1 % C, donc négligeable. On peut aussi trouver la CM en posant en équilibre sur une lame de couteau parallèle à l'axe de symétrie un patron en carton de la surface (fig. 6 bis).

Foyer général

La notion de foyer peut-être étendue à toute surface portante profilée simple ou composée. La fig. 7 montre comment le situer graphiquement. Mais si on préfère un calcul rapide :

Calcul de d. (fig. 8 bis) (formules de Vincent)

équilibre des moments : $Ds = dS$
avec $D+d=L$ et $\frac{S}{s} = x$

on obtient :
$$d = \frac{L}{x+1}$$

Remarque

En vol, la zone centrale de l'aile du canard (ou le stab du classique) baignée dans le courant défléchi et le sillage du plan avant voit son efficacité diminuée de moitié, voire des 2/3.

Il faudrait donc retrancher à S (ici par exemple dans le cas du canard) la moitié au moins de la surface eC. (fig. 7 bis).

On aurait alors :
$$d \geq \frac{L}{\frac{S-eC/2}{s} + 1}$$

Rutan, pour ne pas perdre de portance à la voilure principale de son moto-planeur canard « Solitaire » a fait une aile dont la partie atteinte par la déflexion de l'empennage a un calage augmenté de la valeur locale de celle-ci (fig. 7 ter).

Notons que la déflexion derrière une voilure est à peu près égale à la moitié de son incidence.

Centrage

On conçoit que le centrage assurant la stabilité doit-être en avant de FG, comme pour la flèche lancée par un arc (fig. 8).

« ... Les plumes, au cul !... », disait G.V. L'expérimentation (avec des petits « tout balsa » recoupant l'expérience et les calculs montre que pour obtenir une stabilité convenable, le CG ne peut-être devant le FG à plus de 20 % et à moins de 5 % de la corde de l'aile principale (fig. 9).

De 5 vers 20 %, on passe d'un centrage limite arrière avec stabilité faible à un centrage limite avant avec stabilité surabondante.

L'optimum pour une tâche particulière (croisière ou vitesse ou vol lent) ne pouvant être déterminé que par le calcul classique complet que nous avons exclu de cette étude.

Pour nous, dans le cas des canards, il est intéressant pour les comparaisons rapides entre modèles de situer le CG en fonction des charges alaires puisque celle de l'avant doit-être supérieure à celle de l'arrière.

On a (fig. 8 bis)

$$p = \frac{Pt.d}{L} \quad P = \frac{Pt.D}{L}$$

Les charges alaires sont :

pour l'empennage = $\frac{Ls}{Ls}$

pour l'aile = $A = \frac{Pt.D}{LS}$

avec $Q = \frac{e}{A}$

et toujours $\frac{S}{s} = x$

On obtient :

$$d = \frac{QL}{x+Q} \quad \text{et aussi} \quad \frac{D}{d} = \frac{x}{Q}$$

Exemples

Si on veut par exemple placer le CG à 12 % C en avant de FG, on utilise :

$$LI = \frac{L}{x+1} + \frac{12C}{100}$$

Si autrement on veut par exemple que l'aile avait ait une charge alaire de 15 % supérieure à celle de l'aile arrière on utilise :

$$LI = \frac{1,15L}{x+1,15}$$

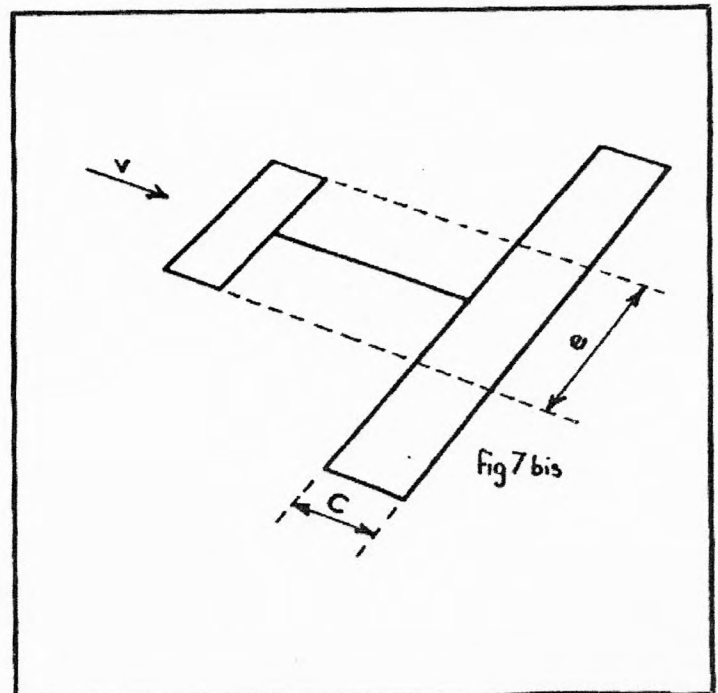
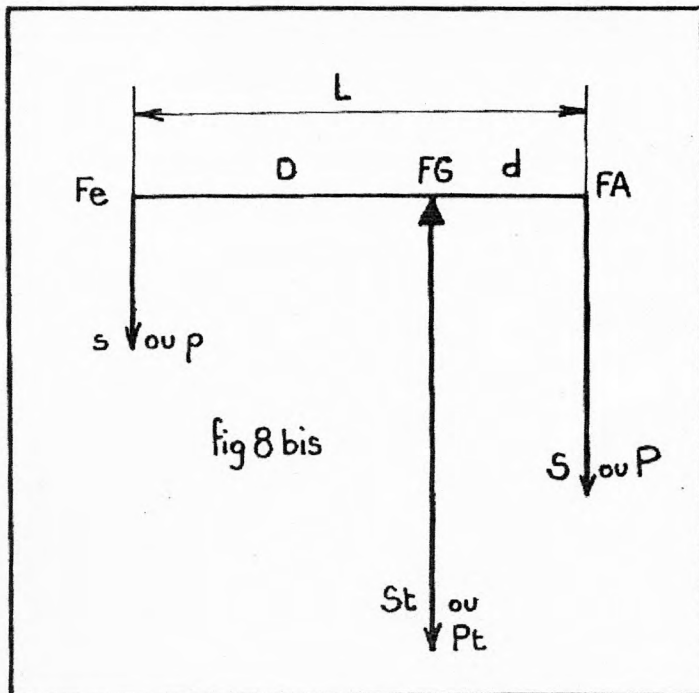
Accommodements

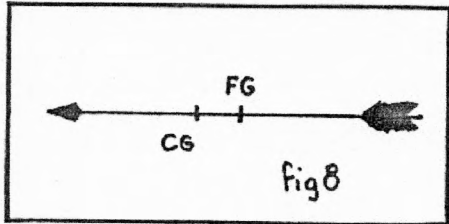
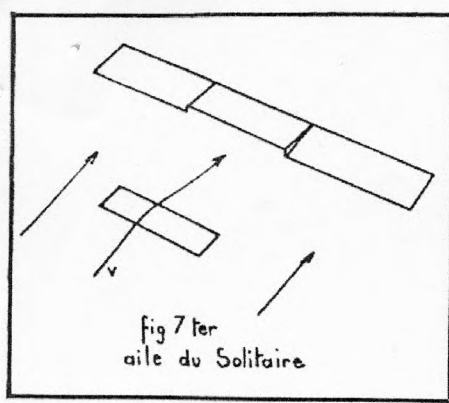
Si on veut d'un coup, dans le cas d'un canard à aile principale rectangle sans flèche, avoir la distance L II du CG au BA il suffit de retrancher C/4 aux formules.

Formule de Van Putte

Ronald V.P., modéliste U.S, alors capitaine de L'A.F. proposait dans American Modeller d'avril 68 la formule suivante :

$$L II = L \frac{s}{S} + \frac{C}{10} \quad (\text{fig. 11})$$





Cette formule souvent utilisée donne dans certains cas de figure (petits empennages) un centrage trop avant ; sûr, mais ne permettant pas le vol lent. On lui préférera les « formules de Vincent », qu'on propose, en attendant des manifestations éventuelles d'antériorité, d'appeler ainsi du prénom de leur (re ?) trouveur.

Proportions des canards

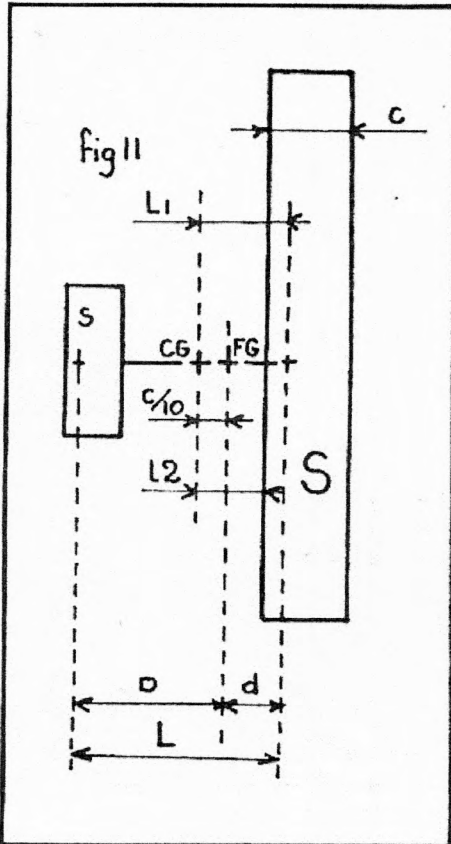
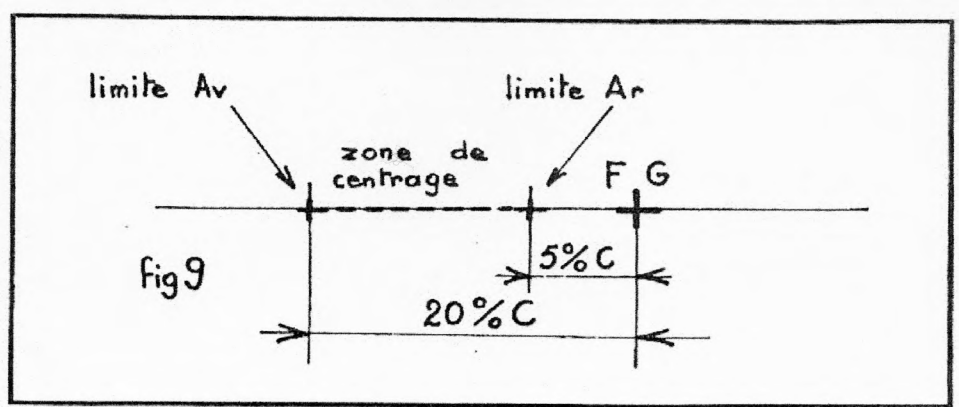
Volume de stab (fig.10).

$$0,45 < \frac{s}{S} \times \frac{L}{C} < 0,8$$

Ce n'est qu'une indication. Examiner les exemples fournis plus loin.

Allongement du stab.

Entre la moitié et les trois quarts de celui de l'aile.



Dièdre longitudinal — Ou différence de calage entre les deux voilures. Pour les canards aux deux voilures de même profil, la différence va de deux à cinq degrés (fig. 12).

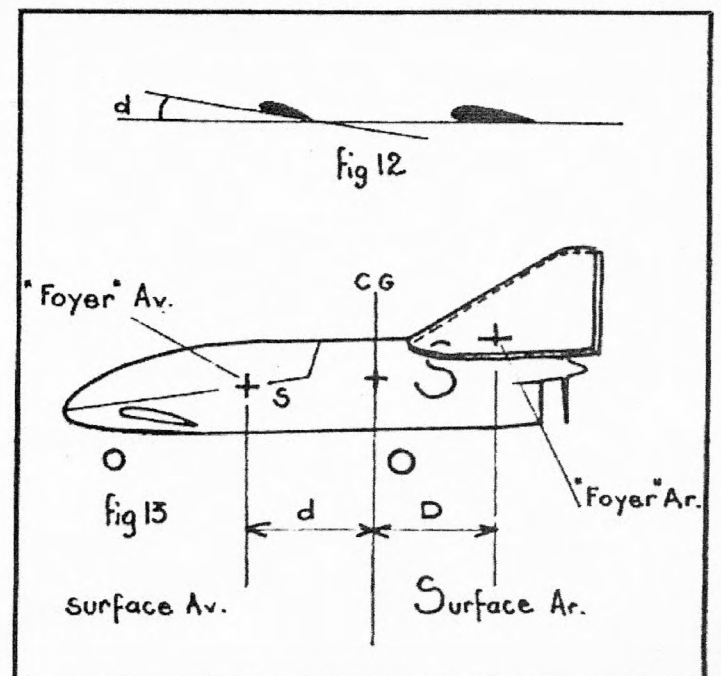
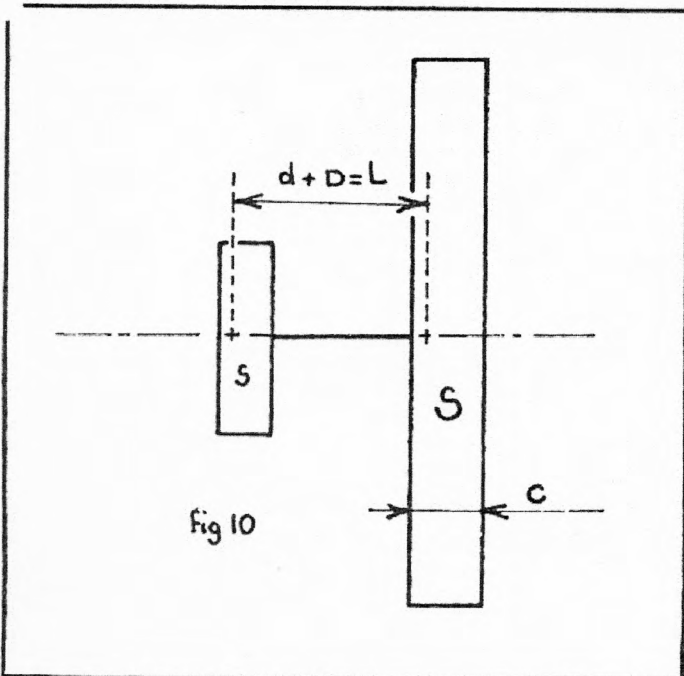
Mise au point du centrage Trop avant (rare)

Il se manifeste par une charge excessive de l'empennage avant qui décroche dès qu'on veut cabrer franchement.

Un centrage trop avant empêche de mener la voilure principale aux fortes incidences. La portance maximale est inexploitable et le vol lent inaccessible.

En cette occurrence, en essais, au retour au sol, on devra approcher vite pour éviter de trop avoir à tirer à l'arrondi.

Les remèdes sont : déplacer les masses vers l'arrière ou agrandir la surface de l'empennage pour le soulager. On peut aussi le munir d'un volet à fente, d'un bec de BA ou d'un profil plus porteur pour lui faire accepter de plus fortes charges. (J. Champenois. MRA n° 520).



Remarque

Le raccrochage s'effectue à une incidence inférieure au décrochage (aérodynamique des régimes transitoires).

Ne pas hésiter donc à pousser franchement sur le manche pour raccrocher au plus vite, puis revenir par arrondi doux.

C'est l'occasion de remarquer que l'aérodynamique, d'abord étudiée en deux dimensions (écoulement de l'air autour d'un profil), puis bientôt en trois dimensions (aspect des tourbillons marginaux), l'est maintenant en quatre dimensions (transformations de l'écoulement en fonction du temps lors des variations rapides de configuration); études nécessitées par les mouvements rapides des obstacles à l'intérieur des moteurs ou les évolutions brutales des missiles.

Trop arrière (fréquent)

manifeste par l'instabilité longitudinale, voire l'autocabrage; les mouvements nécessaires au manche sont de trop faible amplitude et le pilotage imprécis, voire dangereux.

Les remèdes sont: avancer les masses, diminuer la surface avant pour augmenter le bras de levier avant dans le même but; donner de la flèche à l'aile pour reculer son CP.

Le centrage trop arrière est le piège type du canard puisque les éléments lourds (aile, moteur) sont arrière.

Lors du dessin, faire un devis précis des poids.

A ce propos, il existe une querelle entre ceux qui construisent d'abord et dessinent ensuite et d'autres qui font l'inverse. C'est affaire de tempérament et de capacité de vision dans l'espace d'après dessin à plat obligé.

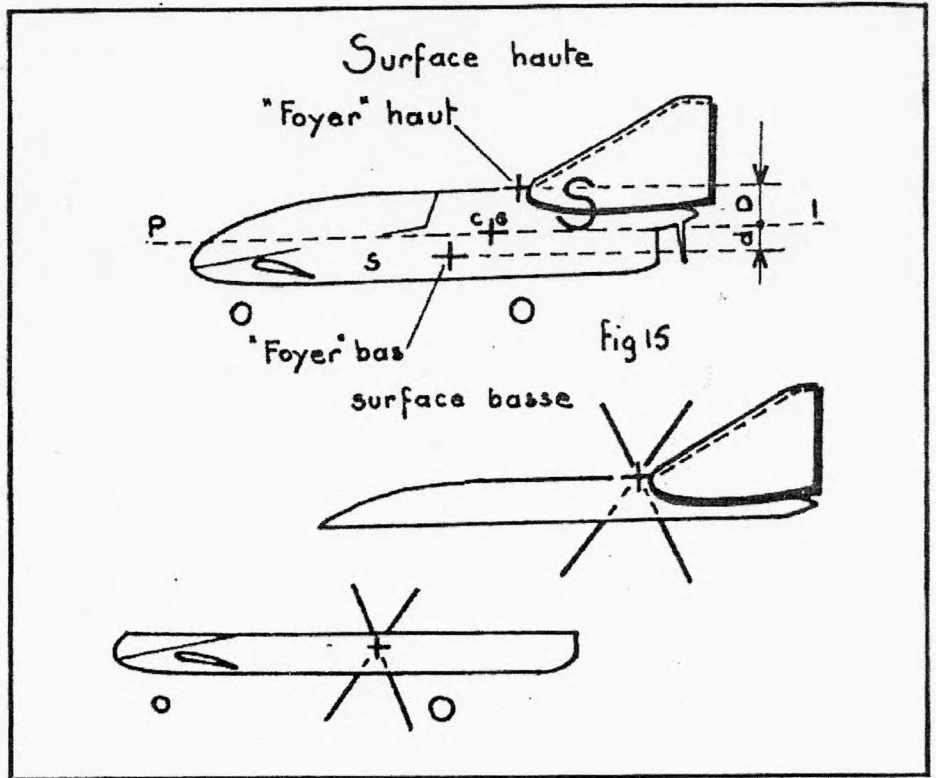
nombre d'éléments sont faciles à se représenter, il est plus délicat d'imaginer sur dessin le passage ultérieur de la main, d'un objet ou d'un outil.

De divers avis glanés ici et là, il ressort que la pratique la plus rapide est celle qui passe par le dessin très détaillé, quitte à découvrir des gênes en cours de construction et à reprendre le dessin... et parfois la construction. G.V. disait: «...il faut savoir conduire son crayon...».

Aérodynamique transversale Stabilité lacet

Elle existe si $SD > sd$ (fig.13).

Pour trouver les « foyers » (plus exactement ici les barycentres), on découpera dans du carton les deux morceaux de sil-



houette. Le foyer de chacune est au croisement de deux axes d'équilibre (arête d'une règle) (fig. 14). Ne pas oublier de superposer 2 dérives en carton dans le cas bi-dérive lorsqu'elles sont bien écartées (de plus de trois envergures d'une dérive). Les surfaces des patrons, proportionnelles à leurs poids, seront évaluées en les pesants. Il serait intéressant de chiffrer et de pouvoir dire:

$$\frac{SD}{sd} \geq 2,6$$

mais ce n'est pas d'usage général car il y a trop de cas particuliers (inertie laçat, profils, fuselage...). Voir plus loin « couplage roulis-laçat ».

On peut faire des essais en girouette avec des petits « tout balsa ». On prendra des ordres de grandeur sur les exemples fournis.

Stabilité roulis

Elle peut être obtenue même sans dièdre si $SD > sd$ (fig. 15).

Toute attaque oblique (écart par glissement ou dérapage) fera naître un moment redresseur. S'il est insuffisant, donner du dièdre à la voilure ou augmenter le volume des surfaces hautes.



Jules Joël et son canard futuriste: le Prométhée III. En septembre dans RCM!

Comme pour le lacet, on souhaiterait pouvoir dire :

$$\frac{SD}{sd} \geq 1,2 \text{ (sans dièdre)}$$

Mais stabilités roulis et lacet sont couplées dans la réalité ; à une stabilité lacet forte doit être associée une stabilité roulis forte et inversement.

Couplage roulis-lacet

Comme pour tout avion, si le rappel en lacet prédomine, l'appareil est à l'abri des dangers de l'attaque oblique (déclenchés), mais il s'écarte lentement de son cap en s'inclinant latéralement de plus en plus : il diverge ; on dit que sa spirale est négative. Si le rappel en roulis prédomine, sur rafale entraînant une inclinaison latérale, l'appareil redresse : il converge ; on dit que sa spirale est positive. Mais si l'amortissement en roulis est insuffisant il autobalancera une aile sur l'autre ; c'est le « roulis hollandais ». Voir RCM n° 17. L'appareil est exposé à l'attaque oblique et à ses dangers ou inconvénients (lacet inverse sur ordre aux ailerons lorsque le lacet n'est pas assez raide).

Un bon compromis évite l'autobalancement, conserve assez de raideur en lacet et une spirale légèrement positive ou à la rigueur neutre. On raidit le lacet en augmentant le volume des surfaces arrière. (Voir au chapitre précédent comment renforcer le rappel en roulis.)

Enfin, pour ceux qui voudraient se livrer à des expériences sur planeur canard intégral à gouvernes avant, l'auteur propose l'architecture suivante à traînée parasite minimale (fig.16). Les surfaces verticales nécessaires sont fournies à l'arrière par une dérive et à l'avant par un papillon.

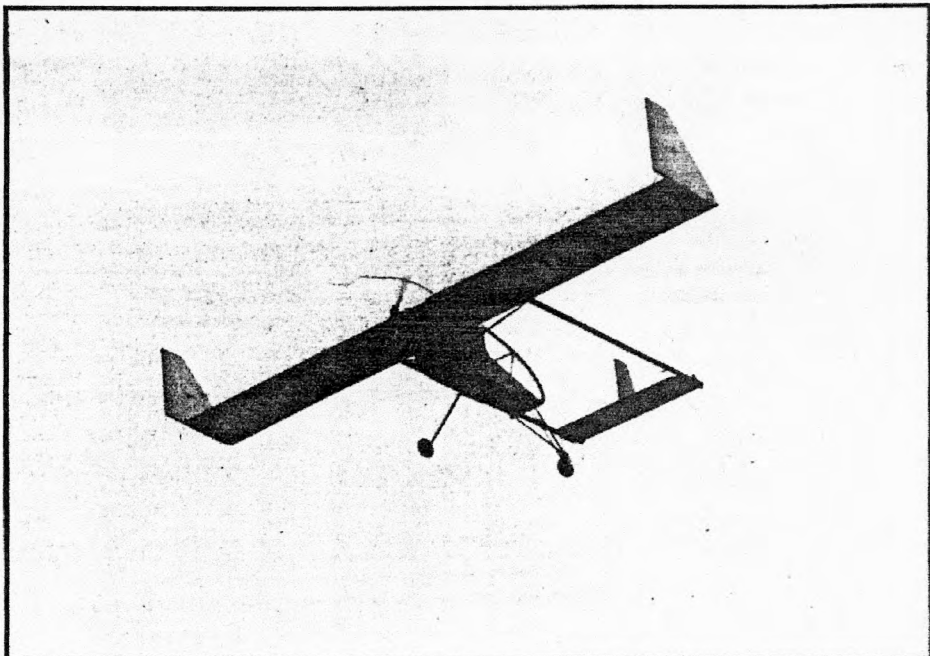
Les deux servos (direction et profondeur) du récepteur sont dans l'épaisseur de l'aile ; on règle le centrage en déplaçant l'accu dans la poutre ; le papillon avant donne lacet, et roulis du bon sens ; l'aile est à deux incidences comme sur le « Solitaire ». Qui va essayer ?

C'est fini pour cette fois. Ouf !

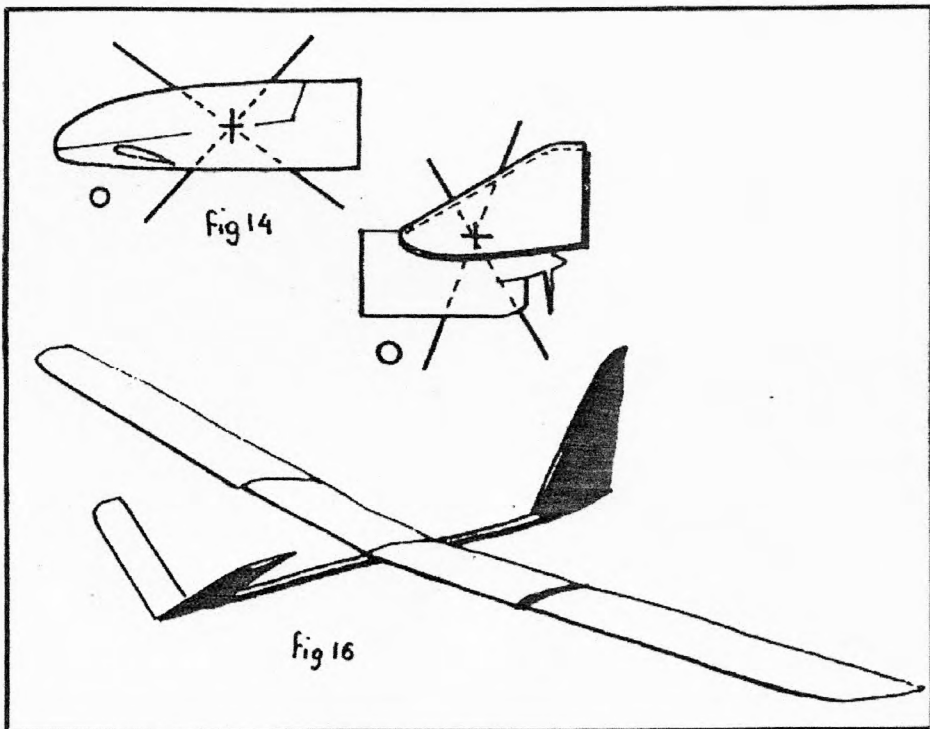
Il va sans dire que si des lecteurs relèvent des approximations trop osées, voire des erreurs au long de cette étude, connaissent des procédés plus simples ou veulent faire part de leur expérience, leurs remarques, rectifications, solutions, observations seront publiées sans réserve dans RCM pour l'intérêt de tous.

Ecrire à B. Rigoulot, Les Baraques, 58260 La Machine, Nièvre. Tél. : (16-86) 50.85.25.

Mais passons à quelques exemples de canards pris aux meilleures volières.



Voici une photo du canard « Expérimental » de B. Rigoulot, tiré des enseignements de cette série d'articles.



Nota

En raison du peu de place disponible dans le RCM de août, nous retrouverons B. Rigoulot au mois de septembre pour la suite de cette étude des canards.

