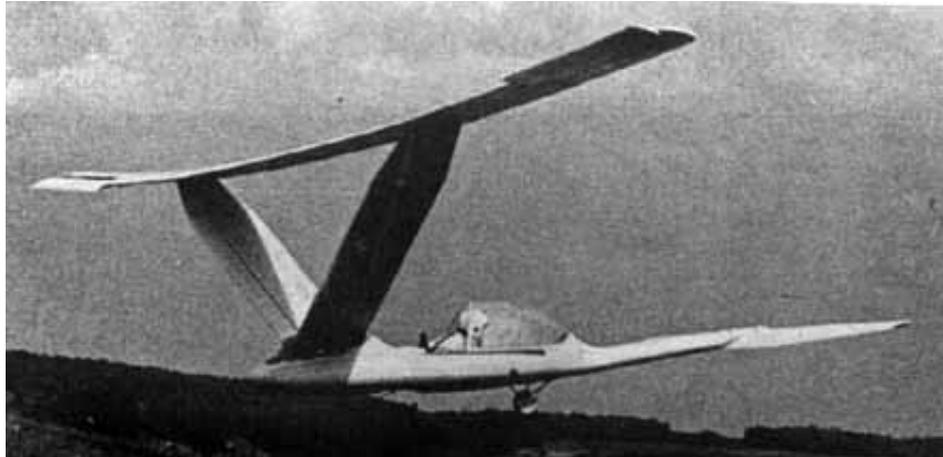


# Les canards – Étude et construction

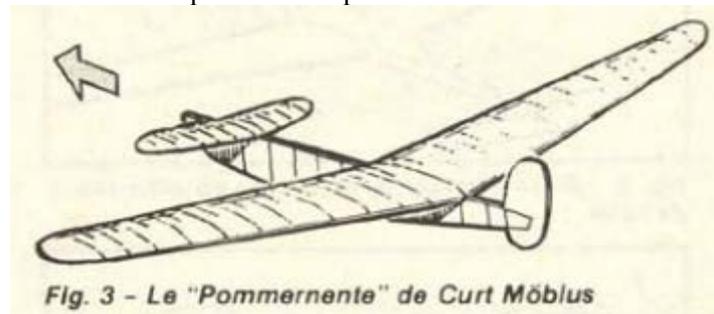
Par Werner THIES

Adapté de Radio Modélisme n° 163, juillet 1980 p 8-11



*Planeur suisse Aviafiber 2 FL : env. 13,5 m ; long. 4,94 m ; surface alaire 13 m<sup>2</sup>*

L'intérêt porté aux modèles de « Canards » va constamment croissant. Bien que les machines des frères Wright aient déjà été de ce type, la configuration canard est ensuite progressivement tombée dans l'oubli, du moins en aviation grandeur, car les modèles (fig. 2) appartenant à cette formule ont toujours suscité de l'intérêt et on en trouve de nombreux exemples au fil des ans, depuis les avions bipoutres à moteurs caoutchouc des années 20 jusqu'aux planeurs de Möbius (fig. 3) et Michalika (fig. 4), construits durant les années 30. Depuis, l'intérêt a progressivement diminué du fait qu'il n'a jamais été possible d'obtenir des performances supérieures ou même simplement comparables à celles des modèles conventionnels.



*Fig. 3 - Le "Pommernente" de Curt Möbius*

Il semble que, maintenant, la tendance soit en train de changer. En effet, ces dernières années, de nombreuses recherches ont été entreprises pour améliorer les performances des canards et on a pu se rendre compte que, dans certains cas, cette formule était susceptible de présenter des avantages appréciables.



*Fig. 4 - Planeur canard de Otto Michalicka*

C'est ainsi que les désormais célèbres aviettes (avions à propulsion musculaire) de Mc Cready, le Gossamer « Condor » et le Gossamer « Albatross », sont des canards ultra-légers ressemblant beaucoup à des micromodèles géants (fig. 5). Ils volent si lentement que l'on peut les suivre en marchant. Un autre canard bien connu est l'avion « Vari Eze » de l'Américain Burt Rutan, un petit biplace capable de dépasser 300 km/h avec un moteur de 90 ch seulement (fig. 6), vitesse largement supérieure à celle atteinte par les avions conventionnels disposant de la même puissance. Il faut encore mentionner le planeur léger « Canard 2 FL » du Suisse Hans U. Farner et dont la configuration inhabituelle a inspiré de nombreux modélistes (fig. 7). Comme on peut le constater, on assiste à une « résurgence » des canards dans l'aéronautique mondiale. Pourquoi ne pas suivre la même voie en modélisme, pourquoi ne pas construire un planeur canard radiocommandé ?

## UN PEU DE THEORIE

Toute configuration d'avion présente à la fois des avantages et des inconvénients. Commençons par les inconvénients des canards avant d'en étudier les avantages.

1 – Un inconvénient majeur est l'influence néfaste du fuselage (projeté très en avant du centre de gravité) sur la stabilité en tangage. Pour diminuer l'effet de ce défaut, il faut se résoudre à adopter des formes particulières tendant à réduire la dispersion des masses, comme on peut le constater nettement sur la photo du Canard 2 FL. De telles formes ne présentent que peu d'inconvénients pour des modèles, mais en aviation grandeur elles posent des problèmes de résistance parfois insolubles.

2 – En raison du faible bras de levier arrière, presque tous les canards ont une dérive de très grande surface, ce qui, bien entendu, accroît la traînée de l'ensemble.

3 – La différence de calage entre le plan avant et l'aile est toujours supérieure, pour la configuration canard, à ce qu'elle est entre l'aile et le stabilisateur d'un appareil classique, ce qui peut provoquer une perte de rendement de l'ensemble.

C'est là d'ailleurs en même temps un avantage du canard, car le plan avant, avec son profil porteur et sa forte incidence, décroche le premier (si ce n'était pas le cas, le canard ne pourrait pas voler). Ainsi, le plan avant approche de la perte de portance alors que l'aile travaille toujours en écoulement non perturbé. Cette perte de portance provoque un abaissement progressif, au cours duquel l'incidence décroît, évitant ainsi le décollement de l'écoulement sur la surface de l'aile. Ce décollement, si redouté sur les avions « normaux », puisqu'il provoque le décrochage, ne peut pas survenir sur un canard, pour peu que les profils soient correctement choisis et que la différence de calage soit suffisamment grande.

Un autre avantage du canard est le fait que le plan avant peut avoir une portance non négligeable et que des volets hypersustentateurs peuvent y être installés, ce qui signifie que l'aile peut être exempte de tout dispositif générateur de traînée. Par ailleurs, étant donné la faible longueur du fuselage d'un canard, la surface de ce fuselage peut être réduite, ce qui procure un gain de traînée. C'est aussi la possibilité d'un gain de poids, ce qui en retour permet également de réduire les dimensions donc encore la traînée.

Passons maintenant à la mécanique de vol d'un canard. Les schémas représentent deux cas permettant de comprendre, d'une manière approchée, mais suffisante, à quoi est due la stabilité longitudinale d'un canard (fig. 8).

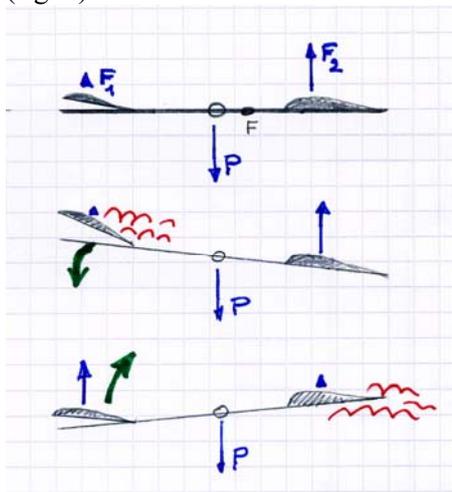


Fig 8

Prenons le cas d'une turbulence provoquant une augmentation de l'incidence du plan avant ; le même accroissement vaut aussi pour l'aile. La plus grande incidence des deux plans porteurs (plan avant et aile), la vitesse étant restée constante, produit un surcroît de portance. Le canard monte donc, ce qui réduit sa vitesse, donc sa portance. Comme le centre de gravité se trouve en avant du point neutre (où s'applique la résultante des portances), l'appareil bascule vers l'avant pour retrouver son assiette primitive. Si le centre de gravité est trop peu avant, l'augmentation d'incidence peut aller jusqu'au décrochage du plan avant. La portance de ce plan chute alors et s'en suit un déséquilibre qui, là encore, fait revenir le canard à son assiette initiale. Cet exemple très schématisé se produit en fait très rapidement dans le cas d'un appareil stable et ne pourrait s'observer, à la rigueur, que sous l'influence d'une perturbation de très forte intensité.

Bien entendu, d'autres facteurs interviennent aussi dans la stabilité longitudinale d'un canard. Ainsi le fait que le nombre de Reynolds de l'écoulement sur le plan avant soit plus réduit que sur l'aile, en raison de sa faible corde, a pour effet une pente de portance inférieure à celle de l'aile. L'état d'équilibre, en vol stable, exige que la portance maximale du plan avant :

$$S_{av} \cdot C_{z_{max}}$$

Soit élevée. Simultanément, pour des raisons de stabilité, il faut que

$$S_{av} \cdot \frac{dC_z}{d\alpha}$$

(la pente de portance) soit réduit.

Ces deux conditions sont remplies simultanément. On peut aussi trouver, dans le domaine de nombre de Reynolds des modèles réduits, des profils capables de fournir un coefficient de portance  $C_{z_{max}}$  élevé pour un nombre de Reynolds de l'ordre de 60 000 et, d'autre part, il est bien connu en aérodynamique que la pente de portance

$$\frac{dC_z}{d\alpha}$$

est d'autant plus réduite que l'allongement est faible.

Avec une approximation suffisante, on peut écrire :

$$\frac{d\alpha}{dC_z} = \frac{0,19 + S}{\pi \cdot l^2}$$

Pour une aile d'allongement important, par exemple 12, cette équation peut se réduire à :

$$\frac{d\alpha}{dC_z} = 4,61$$

Pour un plan avant ayant un allongement de 6, cette valeur serait réduite à 4,11 et à 3,7 seulement pour un allongement de 4.

Etant donné que le plan avant d'un canard, du fait de sa position en avant du centre de gravité, crée un moment croissant avec l'incidence, il faut que l'aile, située en arrière du centre de gravité, fournisse pour les besoins de la stabilité un moment piqueur plus important. Pour cette raison, le centre de gravité d'un canard ne peut jamais être situé en arrière du foyer des plans.

L'écoulement induit par le plan avant influe, dans une zone correspondant à l'envergure de celui-ci, sur l'incidence de l'aile en la réduisant de 1 à 2°. Afin d'obtenir une répartition de portance de l'aile se rapprochant de la répartition elliptique idéale, correspondant à la traînée induite minimale, l'aile doit donc être vrillée négativement de 2 à 3° dans toute la zone de l'envergure située à l'extérieur de l'influence du plan avant (Fig. 9).

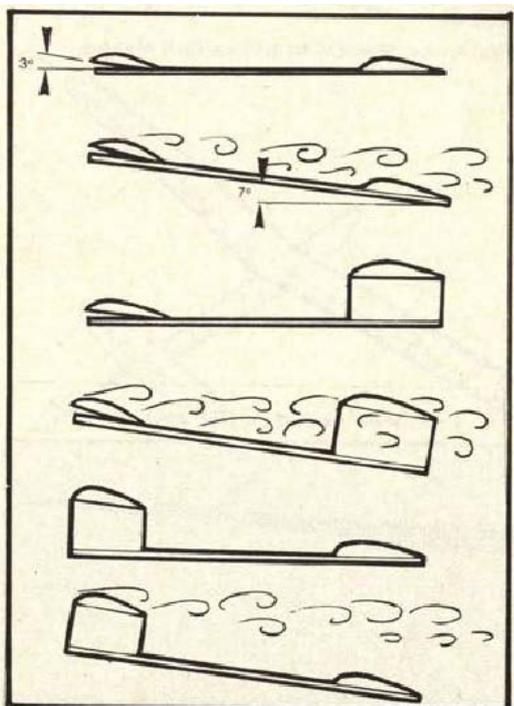


LE PLAN AVANT

Il a une importance capitale pour l'obtention d'une stabilité longitudinale satisfaisant et pour les qualités de vol d'un canard. O. Klank indique, dans ses études sur le sujet, une surface relative comprise entre 1/6 et au plus 1/3 de celle de l'aile. Par ailleurs, une étude statistique conduite sur les modèles canard de vol libre montre que le coefficient de stabilité

$$\frac{bl.S_{av}}{S \cdot l_m} = 0,7 \text{ à } 1,0$$

Pour des planeurs radiocommandés, pour lesquels la stabilité longitudinale ne doit pas être aussi importante qu'en vol libre, on peut se baser sur une valeur de 0,7 si l'on ne tient pas compte de l'influence possible du nombre de Reynolds critique, dont l'influence peut être particulièrement néfaste sur l'aile avant et, par suite, sur l'ensemble des performances du canard. Nous reverrons cela au chapitre « choix des profils ».



**Fig. 10 - Comparalson des positionnements : normal et surélevé de l'aile pour un canard et un avion classique, dans l'écoulement décollé du plan avant.**

En raison de l'incidence importante à laquelle vole le plan avant, sa traînée induite est loin d'être négligeable, surtout si l'allongement est trop faible. Par ailleurs, du fait du nombre de Reynolds critique et de la nécessité que le plan avant se trouve à une incidence élevée, la corde de ce plan ne peut pas être aussi réduite qu'on pourrait le souhaiter pour augmenter l'allongement. Si l'on se base sur un nombre de Reynolds critique de 60 000 environ, la vitesse de vol minimale du canard doit être de l'ordre de 6 m/s et la corde du plan avant ne doit pas être inférieure à 120 mm. Si l'on considère un allongement d'au moins 5, on en déduit, pour un modèle de canard de petites dimensions, une valeur du coefficient de stabilité de l'ordre de 1,0 et un plan avant ayant une surface de l'ordre de 30 % de celle de l'aile.

La position plus ou moins haute du plan avant, par rapport à l'aile, a également une influence non négligeable sur la stabilité longitudinale. En tout cas, la disposition doit être telle, qu'en cas de décollement de l'écoulement sur le plan avant, l'aile soit bien dégagée du sillage tourbillonnaire (fig. 10). Habituellement, pour des modèles, une position haute du plan avant est la meilleure solution.

## STABILITE EN LACET ET EN ROULIS

Il ne faut pas négliger non plus, pour l'obtention de bonnes performances, la stabilité en roulis et en lacet, ce qu'en mécanique de vol on dénomme la stabilité latérale.

Toute modification de l'assiette de vol peut s'analyser comme un déplacement par rapport à un certain axe. En ce qui concerne la stabilité longitudinale, la rotation s'effectue autour de l'axe transversal, correspondant à un changement d'incidence. Par contre, si un modèle doit effectuer un virage, il se produit une rotation autour de l'axe vertical (mouvement de lacet) et, simultanément, une rotation autour de l'axe longitudinal (roulis). C'est ce double mouvement combiné qui rend si délicate la stabilité latérale.

Etant donné que le plan avant d'un canard n'a qu'une surface réduite (environ 16 à 33 %) par rapport à la surface de l'aile, son moment stabilisateur, en cas de forte inclinaison, ne peut pas être bien important. Ce qui manque, en dépit d'une portance élevée, c'est un bras de levier important nécessaire avec des ailes de grande envergure.

		<b>ABREVIATIONS</b>
<b>A</b>	Aile	
av	Plan avant	
<b>B</b>	Fuselage	
<b>S</b>	Surface alaire	
$S_{av}$	Surface du plan avant	
$l_m$	Corde moyenne de l'aile	
<b>L</b>	Envergure de l'aile	
$L_{av}$	Envergure du plan avant	
bl	Bras de levier du plan avant	
	$\left( \text{de } \frac{l}{4} \text{ à } \frac{l_{av}}{4} \right)$	
$bl_l$	Bras de levier latéral (du centre de gravité au quart avant de la corde moyenne de la dérive)	
$S_d$	Surface de dérive	
<b>K</b>	Facteur de correction	

## FORMULES DE CALCUL DES PERFORMANCES D'UN CANARD

### FINESSE

$$\xi = \frac{C_{z_{av}} \cdot S_{av} + C_z \cdot S}{C_{x_{av}} \cdot S_{av} + C_x \cdot S + C_{x_B} \cdot S_B}$$

### VITESSE DE VOL (Formule approchée)

$$V_x = 4 \sqrt{\frac{P}{\Sigma [C_z \cdot S]}}$$

$$= 4 \sqrt{\frac{P}{C_{z_{av}} \cdot S_{av} + C_z \cdot S}}$$

### VITESSE DE CHUTE

$$V_z = \frac{V_x}{\xi}$$