FICHE TECHNIQUE n°31

PARFOIS ELLE GONFLE, MAIS C'EST POUR NOTRE BIEN

■ Texte et croquis : Olivier Caldara ■

Comme pour les autres phases de vol, il me semble important d'aborder les mécanismes qui régissent l'une des plus cruciales, le décollage, et surtout le gonflage de la voile. Quels paramètres de définition sont importants pour obtenir une aile au gonflage impeccable ? Pourquoi certaines gonflent mieux que d'autres ? Pourquoi certaines nécessitent un contrôle plus important ?
La majeure partie des réponses à ces questions provient simplement de l'adaptation de la conception aux impératifs liés à la phase de gonflage-décollage, et aux phénomènes de base mis en jeux.

GONFLAGE OR NOT GONFLAGE ?

Comme pour le « dégonflage » et la tenue structurale en vol, le terme « gonflage » est assez impropre pour décrire la « mise en ligne de vol » d'une aile. Cette mise en ligne de vol dépend finalement assez peu des caractères communément invoqués pour apprécier la qualité d'une aile au gonflage : taille des entrées d'air, orientation des entrées d'air par rapport au vent, etc.
En effet, la phase initiale « d'élévation » de l'aile ne dépend pas de la capacité du vent relatif à « remplir » les entrées d'air. Une aile s'élève simplement parce que sa configuration à cet instant lui donne une forme permettant la création d'une force de portance orientée dans le « bon » sens, créant un moment de rotation M vers le haut (voir figure 1). Suspentes avant tendues, la forme du bord d'attaque et surtout de l'extrados « bombé » donne une répartition des efforts aérodynamiques qui tend à faire tourner l'aile autour du point fixe au sol : le pilote. En effet, le contournement du bord d'attaque créée une survitesse et une dépression, exactement comme sur un profil « déjà gonflé ».

Les principaux efforts étant créés par la succion de l'extrados, c'est littéralement la tension de cet extrados dû à la succion aérodynamique qui met en forme l'aile. En quelque sorte, l'aile se remplit par « aspiration » au travers des entrées d'air, et non par « bourrage » de celles-ci par le vent relatif.
Une démonstration de ce phénomène a été réalisée il y a une douzaine d'années par un constructeur sur un proto d'avant-garde. Afin d'évaluer la différence de traînée due aux entrées d'air, ce proto était entièrement fermé au bord d'attaque, et ne comportait qu'une ouverture au bord de fuite (voir figure 2). L'aile « gonflait » parfaitement, par aspiration au bord de fuite, due à la tension de l'extrados.

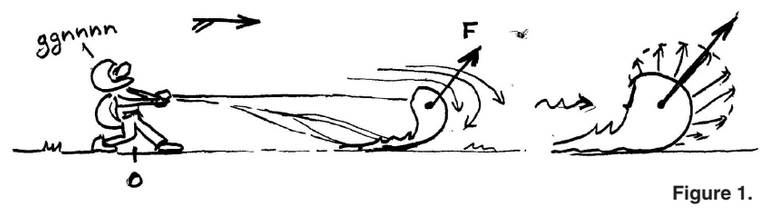

Figure 1.

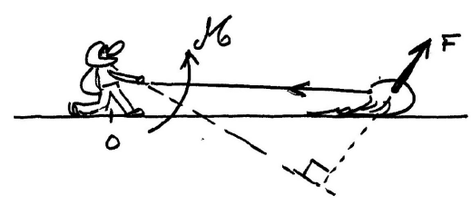

Figure 2.

Ce mécanisme étant bien compris, il permet de déterminer assez simplement ce qu'il faut faire pour améliorer le gonflage, et de comprendre les défauts parfois rencontrés sur certaines ailes au niveau de cette phase initiale de gonflage :
Pour obtenir un bon gonflage : concevoir le bord d'attaque et l'implantation de l'entrée d'air et des suspentes afin d'obtenir une courbure régulière de l'extrados, gage d'un effort F élevé, et d'un fonctionnement non décroché (voir figure 3).
Défaut communément rencontré (notamment sur les anciens parapentes, ou les parachutes) : implantation des A trop près de l'entrée d'air, occasionnant une tension non régulière et trop « directe » du tissu d'extrados et décrochage. La force F n'est plus de la portance, mais de la traînée. Elle ne soulève plus l'aile.

Dans le premier cas, la tension des A se répartit dans la nervure afin de donner un bel arc courbe au tissu d'extrados. Dans le second cas, la tension est mal répartie, l'extrados est trop abrupt et décroche.

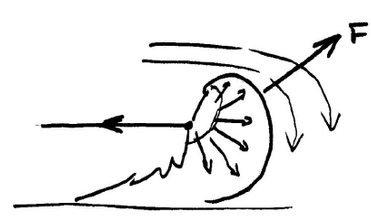

Figure 3.

LA PHASE DE MONTÉE

Dès que l'aile est décollée du sol, et qu'elle est sensiblement en forme, elle est en régime « de vol », avec cependant quelques différences par rapport au vol réel :
La composition de sa vitesse de montée et du vent présent sur l'aire de gonflage lui donnent une incidence en général plus élevée qu'en vol (figure 4).
Suivant son profil et son calage, plusieurs possibilités :
Soit il permet le fonctionnement à cette incidence, et la continuité de l'effort vers le haut pour terminer la mise en ligne de vol : dans ce cas, l'aile peut effectuer une « montée seule » sans solliciter les avants. Une simple traction du bassin monte l'aile (certaines ailes de début ou de paramoteur ont ce comportement)
Soit le profil est décroché à cette incidence, et nécessite d'avoir un « bec d'adaptation » pour continuer à voler et produire la portance nécessaire à la montée. C'est le cas classique où le pilote module la vitesse de montée (l'adaptation du profil) par la traction sur les avants.

Remarque : c'est la différence de longueur entre les avants et le reste du suspentage qui est efficace dans le contrôle de la montée. Le fait de « soulever » les avants n'a que peu d'efficacité sur la montée en général. En gros, l'accélération à la montée est directement fonction de la différence entre les maillons A et les autres maillons (figure 5).

LA FIN DE MONTÉE ET STABILISATION

À la fin de la montée, l'aile s'approche de son régime de vol normal, mais avec une « charge alaire » très faible (le pilote a encore les pieds au sol, et l'aile ne prend en charge qu'une faible partie de son poids). Elle est cependant dans une configuration différente : elle possède une vitesse qui peut être importante, dépendant de l'impulsion donnée au départ du gonflage.
En ce sens, elle est dans une configuration similaire à un début d'abattée, ou une sortie de thermique. Suivant la stabilité du profil (voir chroniques précédentes), l'aile aura une tendance naturelle à continuer son mouvement jusqu'à la frontale, ou bien à s'arrêter d'elle-même. Le contrôle du pilote sera d'autant plus nécessaire que l'aile est instable en tangage.
Sans aucune expérimentation en vol, un pilote aguerri saura reconnaître les qualités de stabilité en tangage d'une aile après un simple gonflage.
En conclusion, pour obtenir de bonnes qualités au gonflage, une aile doit au minimum posséder les caractéristiques suivantes :
Un bord d'attaque et une implantation des A permettant une courbure régulière de l'extrados au sol
Un calage permettant un contrôle aisé de la vitesse de montée avec les avants, mais ne permettant pas nécessairement une « montée seule » de l'aile.
Un profil raisonnablement stable permettant un contrôle aisé de la fin de montée

REMISE DES COPIES…

Après les malheurs de ce pauvre Nicolas du Pyla, voici quelques éléments de réponse sur « l'interro écrite » à propos de la patate volante. Il s'avère effectivement que cette présentation renfermait une GROSSE simplification implicite afin de ne pas embrouiller le discours. C'est un de nos très bons élèves, le petit Xavier Demoury, qui a trouvé le premier et gagne donc un bon point :

L'ensemble des déductions effectuées sur l'aile prenait comme hypothèse que le centre de poussée (et donc l'assiette de l'aile sur l'horizon) ne variait pas avec les modifications du freinage.

Cette hypothèse permettait de déduire assez simplement les angles et donc les efforts de portance et traînée, à partir de la finesse mesurée, sans tenir compte des variations d'assiette.
En toute rigueur, le centre de poussée varie car la forme du profil varie et donc son coefficient de moment Cm0 aussi. Pour chaque valeur du freinage, l'aile a un nouveau Cm0, et donc un équilibre différent qui change l'assiette de l'aile. Cependant, une évaluation rapide des variations maximales montre qu'elles sont assez faibles, et permet de « justifier » un peu l'hypothèse simplificatrice de la « patate volante ». Ainsi, pour une variation maximale typique de courbure au bord de fuite, sur une aile « moyenne », la variation de position du centre de poussée est de l'ordre de 10 % de la corde centrale (soit 30 cm pour 3 m de corde), et donne une variation d'assiette de l'ordre de 1.5 à 2° selon la hauteur de suspentage.

Bien que nécessaire, cette précision ne change pratiquement pas le discours général sur les qualités de la « patate volante »…

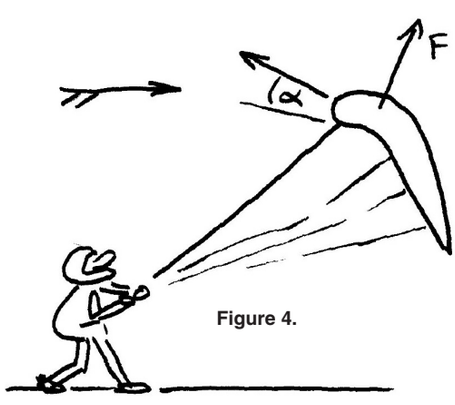

Figure 4.

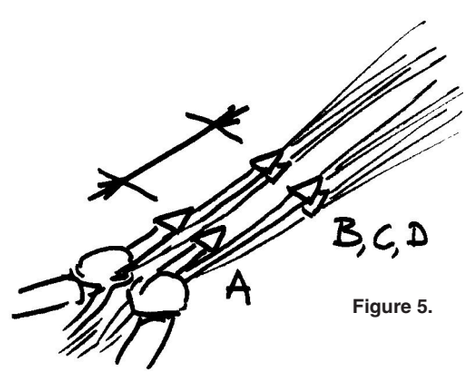

Figure 5.