

## DES VORTEX GENERATORS POUR LE COOT

*Les Vortex Generators améliorent le vol de l'amphibie.*



Pour déterminer l'emplacement idéal des générateurs de vortex par rapport au bord d'attaque de l'aile, l'auteur utilise du ruban adhésif double face pour moquette afin de les fixer temporairement pour pouvoir effectuer leurs vols d'essai. Ici, les VGs sont à leur position la plus efficace, 3" en arrière du bord d'attaque.

Lorsque des membres de l'EAA se réunissent, ils ne tardent pas à parler de leurs avions, et il n'y a pas si longtemps, un ami m'a raconté comment il avait abaissé la vitesse de décrochage de son Kitfox en y mettant des générateurs de vortex (VGs).

Au début, j'étais sceptique quant aux résultats. Comment le fait de coller de petits morceaux d'aluminium extrudé sur l'aile fraîchement peinte de mon amphibie Coot pouvait-il améliorer ses performances ? Mais s'ils réduisaient la vitesse de décrochage, et d'atterrissage, de l'avion, j'étais sûr que c'était quelque chose que la coque du Coot apprécierait sûrement.

Après avoir appris comment fonctionnaient les VGs, je les ai commandés auprès de Micro AeroDynamics Inc. parce que mon ami était un client satisfait. Lorsque le kit d'installation est arrivé quelques jours plus tard, son caractère complet m'a impressionné. En plus des VGs, le kit comprenait des gabarits en papier grandeur nature avec des trous de guidage prédécoupés pour positionner chaque VG, de l'alcool isopropylique pour nettoyer les surfaces, de la colle pour polystyrène pour monter les VGs, et un couteau X-Acto pour enlever tout excès de colle.

L'efficacité des VGs dépend de leur emplacement sur l'aile les uns par rapport aux autres et par rapport au bord d'attaque de l'aile. Le kit Micro AeroDynamics comprenait des gabarits en papier qui établissaient la relation optimale entre les paires de VGs, inclinées de 30 degrés par rapport à l'écoulement d'air et avec 9" entre les paires.

Si nous avions piloté l'un des nombreux avions de catégorie standard pour lesquels la société fabrique des kits de VGs, sous un certificat de type supplémentaire, ou STC, nous aurions reçu un gabarit qui nous aurait également donné la position optimale des VGs par rapport au bord d'attaque de l'aile. Parce que nous travaillons avec un avion de construction amateur, nous devrions effectuer nos propres essais.

| TABLE 1   |             |               |               |              |
|-----------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| VGs       | Stall Speed | Landing Speed | Takeoff Speed | Takeoff Time |
| None      | 49.5 mph    | 65.6 mph      | 61.0 mph      | 33.5 sec     |
| 2" aft LE | 49.5 mph    | 69.1 mph      | 66.2 mph      | 36.5 sec     |
| 3" aft LE | 48.4 mph    | 59.3 mph      | 55.8 mph      | 32.0 sec     |
| 4" aft LE | 49.5 mph    | 64.5 mph      | 55.8 mph      | 34.5 sec     |

Quelques semaines plus tard, un autre membre de l'EAA, mon mécanicien cellule et moteur (A&P), et moi nous sommes réunis pour tester les VGs sur mon Coot.

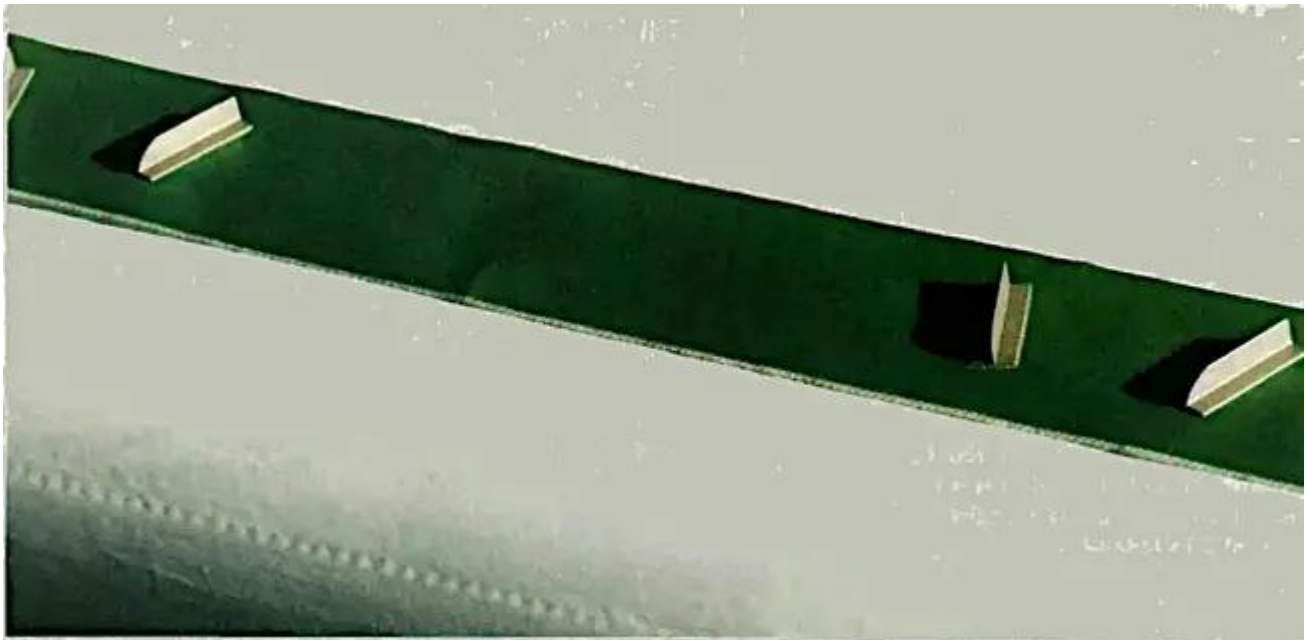
Nous avons préparé l'avion pour les vols d'essai en une soirée. Pour tester les VGs à différents emplacements, nous avons utilisé les gabarits en papier pour coller les ailettes sur deux longueurs de 14' de ruban adhésif double face pour moquette, afin de pouvoir les tester à différents emplacements. Nous avons également fabriqué quelques guides de bord d'attaque d'aile qui nous indiqueraient précisément à quelle distance en arrière du bord d'attaque de l'aile se trouvaient nos gabarits.

Le jour de l'essai était une belle et fraîche matinée d'été du Wisconsin (56°F), avec une légère brise (5 mph) venant du nord-ouest. Le Coot transportait 150 lb de carburant et 380 lb de personnes, de sorte que notre masse totale était d'environ 2 180 lb.

### **COMMENT LE FAIT DE COLLER DE PETITS MORCEAUX D'ALUMINIUM EXTRUDÉ SUR L'AILE FRAÎCHEMENT PEINTE DE MON AMPHIBIE COOT POUVAIT-IL AMÉLIORER SES PERFORMANCES ?**

Avant d'appliquer les VGs, nous avons volé jusqu'au lac Wisconsin voisin, et nous avons soigneusement mesuré les vitesses de décrochage, d'atterrissage et de décollage du Coot avec un GPS et sa course au décollage avec un chronomètre. (Nous avons réparti les tâches de pilotage et de mesure des données afin d'assurer une précision, et une sécurité, maximales.)

Avec nos mesures de référence enregistrées, nous avons répété les essais avec les VGs à trois emplacements différents : 2", 3" et 4" derrière le bord d'attaque. Pour maintenir les essais cohérents, nous avons ajouté du carburant à chaque essai. Nous avons mesuré chaque élément d'essai deux fois, et les moyennes des résultats figurent dans le Tableau 1.



Pour fonctionner le plus efficacement, les VGs ont un emplacement optimal les uns par rapport aux autres en plus d'une position par rapport au bord d'attaque de l'aile. Micro AeroDynamics fournit des gabarits qui les placent dans la relation appropriée, chaque paire de VGs étant inclinée de 30 degrés par rapport à l'écoulement d'air et avec 9" entre les paires.

Le propriétaire de Micro AeroDynamics, Charles White, a déclaré que placer les VGs 3" en arrière du bord d'attaque donnerait probablement les meilleurs résultats, et nos essais l'ont confirmé. Lorsque l'on compare l'effet que les VGs ont eu sur les performances du Coot au chiffre sans VG, leur bénéfice semble modeste. Dans la position à 3", les VGs ont abaissé la vitesse de décrochage de 1 mph, la vitesse d'atterrissage sur l'eau de 6

mph, la vitesse de décollage sur l'eau de 5 mph, et le temps de décollage sur l'eau de 1,5 seconde.

Mais les chiffres ne racontent pas toute l'histoire. Ce qui nous a le plus impressionnés était que le buffeting d'avertissement du Coot et sa tendance à tomber sur une aile ont disparu lorsque les VGs étaient à leur emplacement le plus favorable, nous permettant d'atteindre un décrochage complet. Nous avons obtenu le chiffre de 48,4 mph avec le Coot tombant comme une feuille à 700 fpm, parfaitement stable avec les ailes à niveau !

Dans l'ensemble, je suis très satisfait de nos résultats parce que le Coot vole « très bien » avec les VGs (exactement comme les ingénieurs aéronautiques l'avaient prédit). Tout ce qu'il me reste à faire maintenant est de coller les VGs de façon permanente à l'emplacement de 3".



## COMMENT FONCTIONNENT LES VGs

Lorsque l'air s'écoule sur une aile (ou sur n'importe quelle surface, en réalité), sa vitesse varie avec sa distance par rapport à la surface de l'aile. La vitesse de l'écoulement est la plus faible à la surface de l'aile, résultat du frottement. (Rappelez-vous, l'air est un fluide, comme de l'eau vraiment peu épaisse.) La vitesse de l'écoulement devient plus élevée à mesure que la distance par rapport à la surface de l'aile augmente, jusqu'à ce qu'elle atteigne le point où la vitesse de l'écoulement d'air est égale à la vitesse de l'avion.

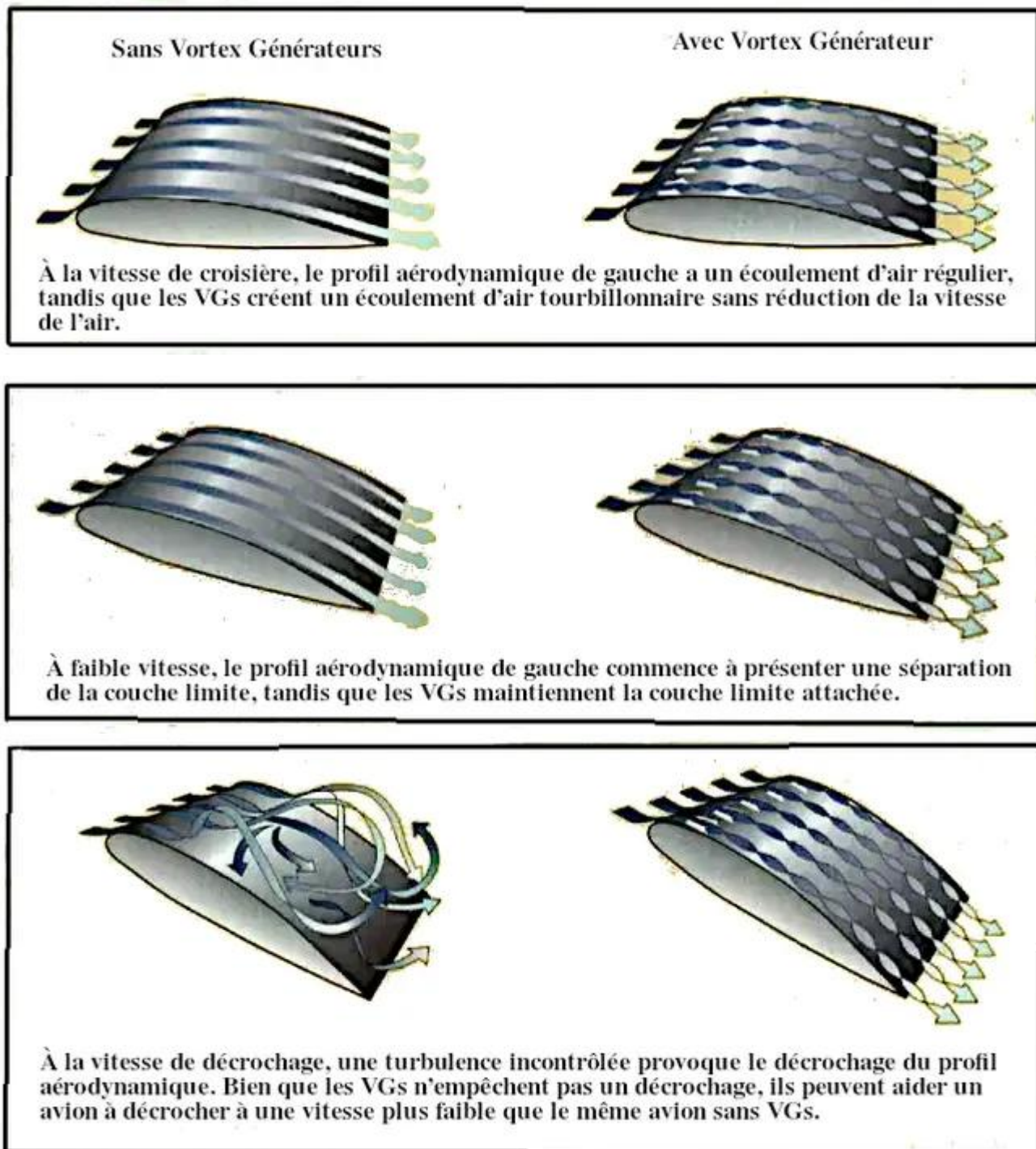
La distance entre la surface de l'aile et l'endroit où l'écoulement d'air atteint sa vitesse est la couche limite, et elle joue un rôle important dans la génération de la portance.

Au bord d'attaque, la couche limite est vraiment mince et les molécules d'air se déplacent régulièrement le long de sa surface et parallèlement à celle-ci. En fait, les molécules marchent dans la rue dans un défilé de colonnes et de rangées bien ordonnées. Les aérodynamiciens appellent cela « écoulement laminaire », et il n'y a pas beaucoup de traînée qui lui soit associée.

La couche limite existe du bord d'attaque au bord de fuite, et le frottement la fait devenir plus épaisse de l'avant vers l'arrière. Avec cette épaisseur vient l'instabilité parce que toutes les molécules ne marchent pas tout droit dans la rue dans le même défilé. Lorsque les molécules rebondissent les unes contre les autres et

trébuchent les unes sur les autres, elles créent de l'air turbulent, et beaucoup de traînée (comparé à l'écoulement laminaire).

On pourrait supposer qu'une aile à écoulement laminaire serait l'objectif d'un aérodynamicien en raison de ses caractéristiques de faible traînée. Mais en aérodynamique, comme dans la vie, vous n'obtenez rien pour rien.



En paiement de la faible traînée, l'écoulement laminaire permet à la couche limite de se séparer facilement de l'aile à des angles d'attaque élevés. C'est pourquoi les profils aérodynamiques à écoulement laminaire, qui déplacent la transition de l'écoulement laminaire à l'écoulement turbulent vers l'arrière sur l'aile, sont connus pour leur faible traînée aux vitesses de croisière, et leurs mauvaises caractéristiques de décrochage.

La traînée est le paiement pour l'écoulement turbulent de la couche limite, mais le retour est que cette turbulence « colle » plus fermement la couche limite à l'aile, la rendant moins sujette à la séparation (et au

décrochage). Jusqu'à ce que l'aile atteigne son angle d'attaque critique, là la turbulence devient tellement « désorganisée » qu'elle se décolle de l'aile, en commençant au bord de fuite. (Rappelez-vous ces diagrammes dans le manuel de l'élève pilote qui montrent comment un décrochage rampe à travers une aile de l'arrière vers l'avant ?)

Alors, qu'est-ce que cela a à voir avec les générateurs de vortex ? Il y a environ six décennies, les aérodynamiciens ont découvert que s'ils pouvaient « énergiser » cette sous-couche, ils pourraient maintenir la couche limite collée à l'aile à des angles d'attaque plus élevés, retardant ainsi l'inévitable décrochage. Les ingénieurs ont essayé toutes sortes de dispositifs pour atteindre cet objectif, et le générateur de vortex fonctionnait le mieux.

Le VG crée une corde tourbillonnante d'air approximativement de la taille d'un crayon qui énergise la sous-couche et « organise » l'air turbulent dans la couche limite. À mesure que chaque vortex tourbillonne vers l'arrière le long de l'aile, il tire l'air se déplaçant rapidement depuis les régions supérieures de la couche limite près de la surface de l'aile, remuant l'air stagnant qui s'y trouve pour lui redonner vie.

***Les VGs créent effectivement une certaine traînée, mais la contre-partie est qu'ils réduisent également la traînée en réduisant l'épaisseur de la couche limite. La clé pour obtenir cette efficacité est de placer les VGs à ce point sur l'aile où l'écoulement d'air passe de laminaire à turbulent. S'ils sont trop en avant, les VGs provoquent une transition précoce de l'écoulement, ce qui augmente la traînée. Placer les VGs trop en arrière diminue leur efficacité.***