

APNA

REVUE

Association des Professionnels Navigants de l'Aviation

✈ **CAPTURE DES TOURBILLONS MARGINAUX :
LE MINIX**

✈ **SUPER G : RESTAURATION COMPROMISE ?**



REVUE TRIMESTRIELLE D'INFORMATIONS AERONAUTIQUES ET ASSOCIATIVES

N° 143 - Mars 2008 - Prix 7 €

Capture des tourbillons marginaux : le MINIX[®]

Une réponse au rendement énergétique

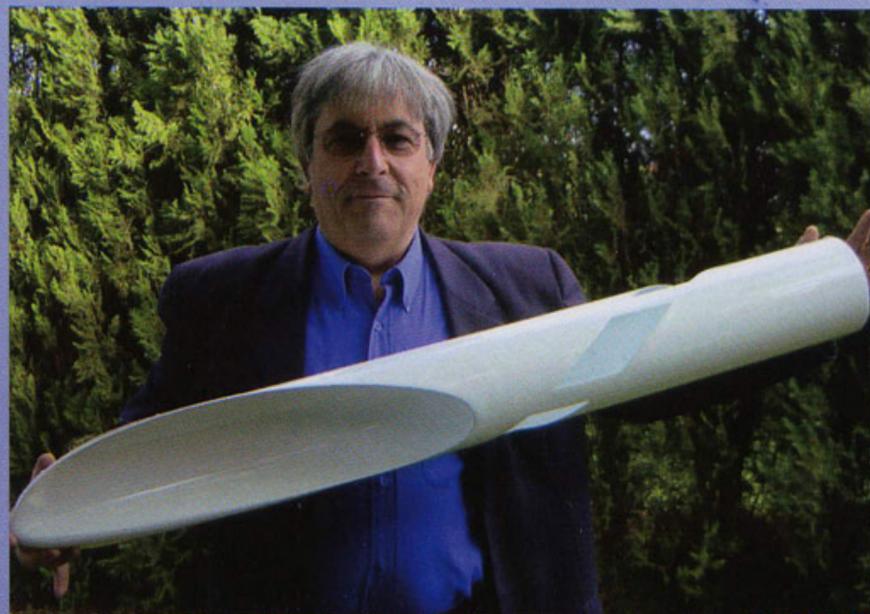
Note de la rédaction : Né à FERRYVILLE, près de la base aéro-navale de BIZERTE en TUNISIE, rapatrié, à l'âge de 10 ans, vers l'Hérault à l'indépendance (56), Christian HUGUES se passionne très jeune pour l'aéromodélisme (avion balsa/toile à moteur caoutchouc). Il effectue son service militaire à SOLENZARA comme mécano en piste, passe son Brevet de Pilote avion à l'Aéro club UTA de PLESSIS-BELLEVILLE, tout en étant technicien de maintenance à ROISSY, notamment sur Concorde, puis en 90, obtient son diplôme du Certificat d'Aptitude à l'Enseignement Aéronautique (CAEA). Tout en poursuivant sa propre formation théorique, il enseigne l'aéronautique dans les collèges, lycées et Instituts Universitaires de Technologie (IUT) et se passionne alors pour les problèmes de la traînée induite et de vortex, cherchant à y apporter, des réponses techniques adaptées. Un premier prototype de « mangeur de tourbillons marginaux » est essayé, arrimé sur le toit de sa FIAT sur l'autoroute... puis dans la soufflerie EIFFEL de PARIS, voilà comment a commencé une vie captivante de « chercheur- créateur » passionné... (voir son site Internet www.minix.fr).

Minix, ce nom vous fait-il penser à quelque chose ?

Je vous rassure, ce n'est pas ce logiciel gratuit, familier à tous les informaticiens, créé d'une fusion de deux mots : mi/nimes et U/nix d'Andrew S. TANENBAUM, ou encore un nouveau personnage du dernier film d'«Astérix et Obélix aux jeux olympiques» mais tout simplement la contraction de trois images : minimum « i » et « x ».

Le « i » c'est l'induction, l'entraînement d'un fluide par un autre fluide et le « x » c'est la lettre représentant la traînée, force résistante qui s'oppose à l'avancement d'un avion en mouvement et qui doit être compensée par la force de propulsion.

Je vais essayer maintenant de vous raconter, ou plutôt, de vous expliquer, du mieux que je peux, comment je suis arrivé à développer cette idée de réduction de traînée induite. J'étais persuadé qu'on pouvait diminuer voire enlever cette traînée par le même chemin où elle s'était créée, c'est à dire par les pressions elles-mêmes. Nous sommes en 1998 et pour matérialiser mon idée et savoir si elle allait dans le bon sens, j'ai pris la décision de confectionner un cylindre en carton de 10 centimètres de diamètre taillé à l'avant en forme d'une plume d'oie, long de 50 centimètres avec une fente hélicoïdale, le tout rigidifié par une pellicule de composite et fixé à l'extrémité d'une aile d'1 mètre d'envergure environ.



M. Christian HUGUES et le MINIX.

Maintenant il fallait passer à l'étape de contrôle, il me fallait une soufflerie mais les tarifs m'ont tout de suite arrêté... Comme je possédais une Fiat «Fura» avec toit ouvrant et galerie, je fixais sur cette galerie un liteau de 3 mètres de long dont l'autre extrémité se prolongeait devant mon pare-brise et sur lequel j'avais fixé l'aile et mon prototype, en faisant en sorte que le tout puisse avoir un débattement angulaire avec l'aide d'une tige passant par le toit ouvrant pour commander l'incidence de la place chauffeur. La direction des flux étant assurée par une multitude de brins de laine rouge collés sur tout le prototype et l'aile. Me voilà parti, autoroute A4 à 100 km/h en plein mois de Juillet à 4 heures du matin! C'était le bon jour, il faisait un temps superbe, pas un chat aux alentours et tous mes bouts de laine avaient un comportement bien sympathique ! Pour une soufflerie de campagne c'était un peu « folklo » mais j'avais atteint mes objectifs et c'était largement suffisant !



La partie arrière du MINIX.

A partir de ce moment là ma décision était prise de continuer cette aventure. D'une part ma vie serait quelque peu chamboulée par le temps imparti à ces travaux, de plus il fallait mettre la main à la poche de presque la moitié des factures, et même plus parfois, pour payer toutes ces journées de soufflerie, le reste étant pris en charge par des aides.

- Fin 1998 à 2001, des dizaines de prototypes sont testés à la soufflerie EIFFEL de PARIS, laboratoire extraordinaire où règne la présence du grand maître et créateur de ces lieux: Gustave Eiffel. Les gains sont appréciables surtout sur le 22ème prototype où le vortex est quasiment absent.
- De 2001 à 2003, essais en soufflerie numérique en vitesse incompressible dont les gains sont mentionnés sur mon site web www.minix.fr à la rubrique «résultats déterminants».

Exposition du Minix sur mon stand aménagé par mes soins au Paris Air Show 2003.

- De 2003 à 2006, Essais prototypes Minix en carbone sur avion léger. Essais hydrodynamiques de prototypes inox en bassin. Essais en soufflerie numérique en vitesse compressible à Mach 0,8, voir sur site même rubrique. Le 26 Novembre 2003, le dispositif Minix est cité dans « SOCRATES wake vortex sensor » avec les systèmes d'alerte « Windshear niveau bas », le Doppler radar aéroporté et sol, le Lidar, Doppler laser Velocimetry et Doppler radar de temps terminal. En 2004, invitation à la NASA Washington suivie d'une Invitation au «Summary WakeNet2 EUROPE WG7 Workshop : principes of wake vortex alleviation devices» à l'ONERA Toulouse du 9 au 11 Février 2005. Suite à ce « WakeNet2 » Minix est largement développé au Briefing du 16 au 17 Mars 2005 à BOCA RATON en Floride aux USA par le responsable du « Ames Research Center Don Durston (voir en détail sur le site www.minix.fr rubrique « Minix WakeNet2 USA »).
- En 2006, exposition à ANAHEIM (Californie).
- En 2007, intérêt de tous les spécialistes dans les domaines éolien et hydrolien à Aberdeen (Ecosse). Intérêt des spécialistes dans le domaine de la formule 1 (GB).
- En 2008, démarrage d'une étude sur des pales d'éoliennes à rotor vertical et rotor horizontal d'une puissance de 0,5 à 1,5 MW avec et sans Minix pour essais en simulation et essais réels.

Mais avant de vous développer les avantages du dispositif Minix j'aimerais vous faire un rapide tour d'horizon sur le principal responsable de cette affaire : le vortex.

LE VORTEX est un réactif.

Quand on pense vortex on pense toujours à quelque chose de très puissant qui tourne comme les cyclones, les ouragans, les tempêtes, les hurricanes, les tornades ou encore les typhons qui font des ravages partout où ils passent. Dans le domaine de l'eau il y a aussi des vortex appelés communément tourbillons marins ou malstroms. Tout ceci se résume qu'à chaque fois qu'un vide se crée, surtout dans notre atmosphère, il laisse quelques fois des traces indélébiles.

D'autres sortes de vortex existent, vortex galactiques, vortex magnétiques etc... Mais ça c'est une autre histoire. Celui qui nous intéresse c'est un vortex d'extrémités d'ailes d'avions fabriqué par nous.

La création du **tourbillon marginal de bout d'aile** est provoquée obligatoirement par trois pressions. La première c'est l'élément dans lequel l'aile se déplace (pression de l'air local), la deuxième et la troisième sont provoquées par l'écoulement de la première sur le dessus et dessous de l'aile (dépression et surpression) donnant une portance avec une incidence positive. Comme la nature a horreur du vide, ces deux pressions veulent se rejoindre pour cause de densité contraire, et du fait que l'aile avance, « s'auto-alimentent » dans un mouvement hélicoïdal très dense au départ du bord de fuite et qui se détend ensuite loin derrière l'avion. Tous les pilotes connaissent bien ce phénomène. Par temps humide on peut observer ces deux traînées blanches qui partent des extrémités d'ailes à l'arrière d'un avion au



Vortex généré par un Boeing 777-326.

décollage. Si on se trouve place pilote, le vortex de l'aile gauche aura un enroulement DEXTRORSUM c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre et celui de l'aile droite aura un enroulement SENESTORSUM c'est-à-dire contraire au sens des aiguilles d'une montre.

Les vortex sont très importants aux faibles vitesses, atterrissage, décollage et en approche et d'autant plus si l'allongement est faible comme sur les avions de chasse ou les avions similaires. La puissance d'un tel mélange se calcule au prorata du poids de l'avion ou de sa charge alaire. Il peut se transformer en « killer » pour tous ceux qui l'approchent dans toute la région du dessous, du dessus (en phase décollage) ou en aval. Depuis le 28 Septembre 2006 la distance de séparation des avions vient de doubler avec l'arrivée du plus grand et incontestable fabricant de vortex du monde : l'avion de transport Airbus A 380.

Avec ce nouvel avion cette distance de séparation maximum passe de 6 à 10 milles nautique.

Vous devez savoir aussi que, quand un avion de transport décolle, l'incidence est tellement forte que les vortex représentent à ce moment là 80% de la traînée totale alors qu'en vol normal ce taux tombe à 33%. Le vortex est invisible, il descend en aval à raison de 400 à 500 ft/mn et se stabilise à 900 ft environ sous l'altitude de vol de l'appareil qui en est responsable, il peut être dévié par le vent à droite ou à gauche.

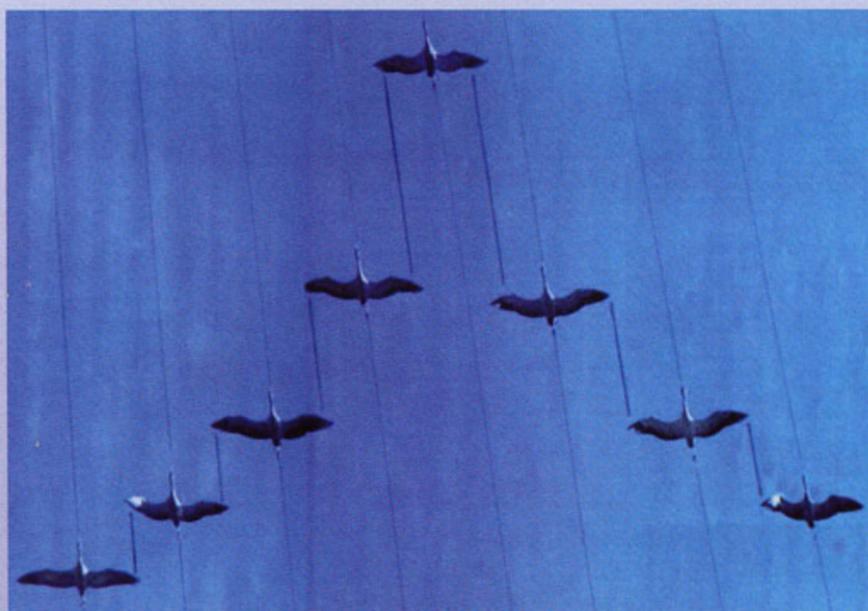
Bref, en plus de sa puissance qui s'éternise sur des kilomètres avant de disparaître, il a tous les défauts. Je n'ai pas de conseils à vous donner, il est infréquentable !

Pour vous donner une idée de sa force il suffit d'aller sur mon site www.minix.fr et de voir une vidéo de la NASA où un avion de transport suit un autre avion de transport de même tonnage. Au moment où l'avion suiveur touche à peine le vortex de l'aile droite, matérialisé par un fumigène, il bascule instantanément de plus de 60° sur la gauche, c'est impressionnant !

Et il n'y a pas que les avions ! Les hélicoptères sont beaucoup plus touchés par ce problème. Ils induisent du vortex à droite et gauche de la soufflante rotor. *A poids égal, un hélicoptère « fabrique » huit à douze fois plus de vortex qu'un avion !*

Et cerise sur le gâteau, en cas de forts taux de descente la vitesse n'est pas suffisante pour chasser les tourbillons marginaux vers le bas qui s'accumulent sous le rotor, ce qui provoque un décrochage par sa propre soufflante ! Situation pas tellement sympa !

Pour conclure plus gentiment, ceux qui ont su tirer profit des vortex sont les grands voiliers. Pour faire de grandes distances ils se déplacent en formation V. Cette disposition n'est pas un fait du hasard ou pour faire beau mais simplement plus pratique pour le vol en nombre car le vortex de chacun sert à aider la portance des suivants. Pour que tous profitent de ce cet avantage en vol groupé, quand l'oiseau de tête est fatigué il va revenir dans la formation et un autre qui se trouve derrière va le remplacer, on appelle cette pratique : de la récupération par déflexion ascendante des vortex !



Récupération déflexion ascendante du vortex.

LES WINGLETS

Au début de l'aéronautique, en 1900, les avions avaient beaucoup de traînées parasites... La traînée induite et le vortex n'étaient pas à cette époque des problèmes majeurs puisque ça volait ! Seuls quelques fêlés perfectionnistes s'étaient penchés sur ce problème dont un précurseur Français nommé Georges BABAUDY en 1909. Depuis, des centaines de brevets ont été déposés et parmi toutes ces inventions une seule a vu vraiment le jour, celle de l'américain R.T WHITCOMB qui travaillait à l'époque à la NASA (également inventeur de l'aile super critique en 1960) et qui, en 1970 a eu l'idée de remplacer les saumons d'aile par des appendices de son invention, le but était d'augmenter l'envergure en dirigeant verticalement l'extrémité des ailes de manière à obtenir un meilleur rendement sur la finesse, finesse se répercutant par une économie de carburant, les **winglets** étaient nés.

Depuis cette date le brevet est devenu public (un brevet est seulement valable 20 ans), nombreux sont ceux qui utilisent ou fabriquent ce système. C'est même devenu un phénomène de mode depuis quelques temps, ça rend l'avion plus beau disent les compagnies d'aviation et « ça fait vendre les avions » prétend l'unique fabricant mondial.

Cette esthétique à 1,5 Million de dollars la paire installée, donne un gain officiel de 1 à 1,2 % sur un Airbus A 340, gain qui se répercute automatiquement sur le kérosène. Le vortex, lui, reste intact.

Une étude a été faite par David ANDERSON, Directeur du service commercial Boeing, de ce que représente **en gallons kérosène par an**, 1% de traînée sur les avions suivants (la conversion en litres, en tonnes et en CO₂ sont de mon ressort) :

Boeing 747 = 100 000 gallons = 378 541 litres = 302,8 T = 938,6 T de CO₂
 Boeing 777 = 70 000 gallons = 264 978 litres = 211,9 T = 656,8 T de CO₂
 Boeing 767 = 30 000 gallons = 113 562 litres = 90,8 T = 281,4 T de CO₂
 Boeing 757 = 25 000 gallons = 94 635 litres = 75,7 T = 234,6 T de CO₂

Boeing 727 = 30 000 gallons = 113 562 litres = 90,8 T = 281,4 T de CO₂

Boeing 737 = 15 000 gallons = 56 781 litres = 45,4 T = 140,7 T de CO₂

GAINS DU MINIX

Le dispositif Minix a une forme cylindrique et compacte dont l'entrée au bord d'attaque ressemble à une plume d'oie taillée. Elle est suivie d'une fente hélicoïdale sur toute sa longueur.

Dotée d'une petite surface mouillée, deux fois plus légère qu'un winglet, sa fixation est très simple, peu onéreuse et le poids total de sa fixation ajouté au dispositif ne devrait pas excéder le 1/3 d'une fixation standard actuelle.

Vu sa forme, par rapport aux efforts transversaux roulis/lacet, en dérapage, en glissade et dans d'autres domaines de vol, le lecteur n'aura pas de mal à comprendre et imaginer un avion qui en serait équipé.



Capture du Vortex.

Le Minix prend toute son importance quand on parle de pollution, de sécurité ou d'économie, en effet, actuellement le parking des avions de transport représente à peu près 20 000 exemplaires dans le monde, plus de 2,5 milliards de passagers sont prévus en 2010 et concernant la pollution, les 8 % du pétrole mondial consommé en 2006, multiplié par trois vous donne le tonnage en CO₂ !

D'après le dernier « Aerospace & defence News Headlines » 24 300 avions supplémentaires sont prévus d'ici les 20 ans à venir ! Utopie ! On peut tout augmenter... Sauf le diamètre de notre chère planète ! L'emballage de cette machine à gagner de l'argent et à fabriquer des heures de vol commence à donner le vertige. Comment faire pour résoudre ce problème unique qu'est la démographie? Freiner le trafic aérien... C'est quasiment impossible, la courbe ascendante est de 5 % cumulés chaque année, le transport en avion est devenu banalement incontournable ! A tel point qu'il est possible de faire un trajet à l'autre bout de l'Europe pour 20€ seulement...

Dans tous les cas de figure Minix peut rendre la vie plus agréable pour nos pilotes présents et futurs en apportant plus de sécurité dans les TMA, là où la concentration du trafic aérien est la plus forte.

Quoi qu'il en soit la technologie Minix apporte déjà aux derniers essais 6 % de gains à Mach 0,8.

L'année 2008 donnera lieu à de nouveaux essais sur un nouveau Minix amélioré et atteindra, espérons-le encore, de meilleurs résultats sur l'augmentation de la finesse et la diminution totale du vortex.

Avec ou sans pétrole ce dispositif peut aussi contribuer au développement durable en diminuant le taux de CO₂ tout en mettant l'accent sur le domaine des énergies renouvelables tels que les éoliennes ou les hydroliennes, domaine qui a l'avantage de fonctionner sans être lésé des différentes sortes de traînées comme celles d'un avion.

Le vortex dans l'air, la cavitation dans l'eau. Minix peut équiper les safrans, les stabilisateurs, les hydrofoils, les ailerons et les gouvernes sous marines bref, tous les profils.

Christian HUGUES – Inventeur du Minix