

ALLEZ les FILLES, on DECROCHE...

(2^e PARTIE)

■ Texte et croquis : Olivier Caldara ■

DU VRILLAGE, ENCORE DU VRILLAGE...

Dans la 1^{ère} partie (VL 343) nous avons analysé le comportement d'une aile en flèche en fonction de sa forme en plan et les différents cas possibles de stabilité ou d'instabilité lors d'un décrochage.

Si certaines formes amènent des comportements plus "sages" que d'autres, il est heureusement possible de corriger certains défauts (pitch up) par l'utilisation d'un vrillage le long de l'envergure.

- Ce vrillage est par ailleurs nécessaire pour assurer une stabilité aérodynamique à l'aile dans tout son domaine de vol, des basses aux hautes incidences.
- Cette seconde partie aborde les aspects correctifs du vrillage pour les fortes incidences et les conséquences d'un vrillage trop faible, pour les 2 extrémités du domaine de vol.

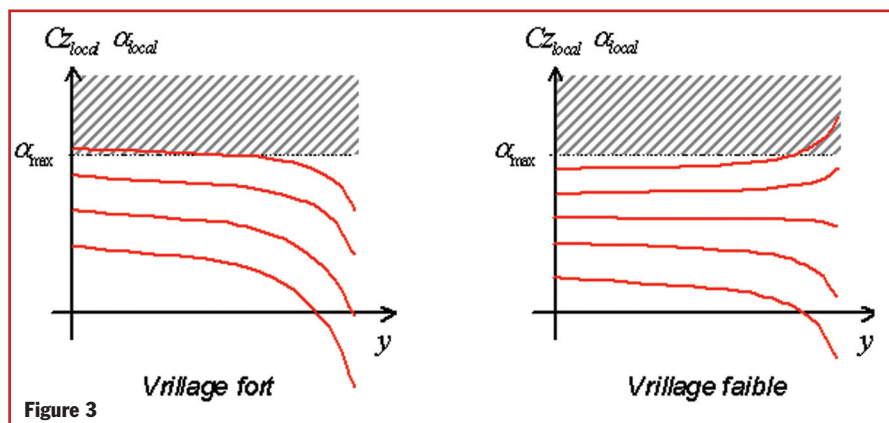
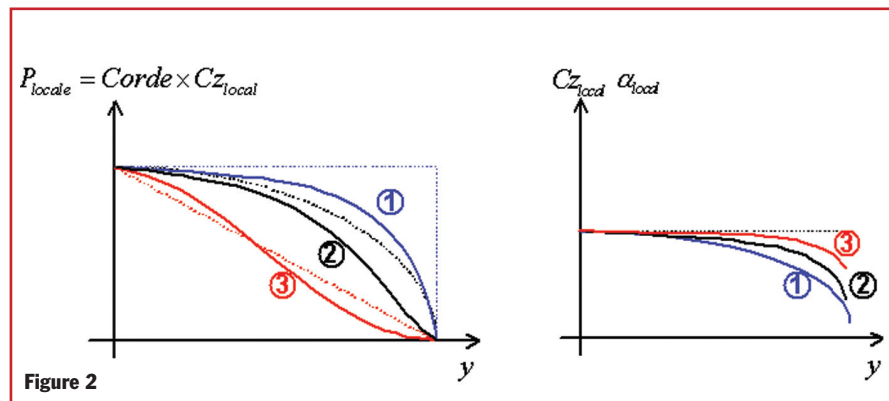
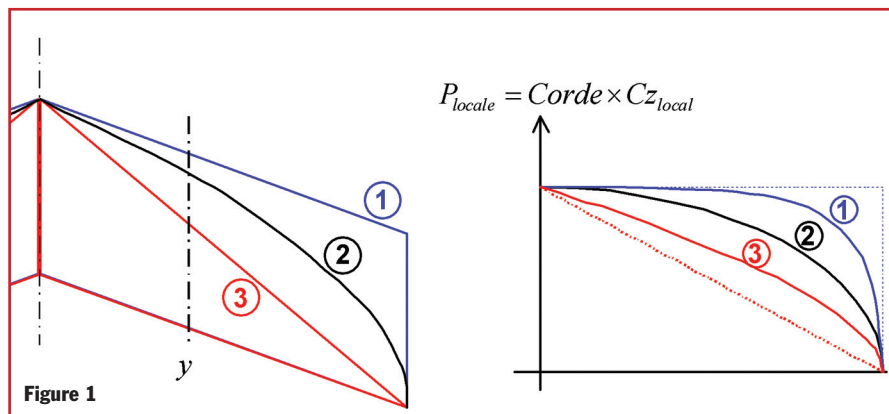
Une aile plus "sage" au décrochage :

Reprenons les 3 exemples de formes en plan présentés lors de la dernière rubrique (figure 1) :

L'application d'un vrillage sur chacun d'eux provoque les variations suivantes dans les répartitions de portance (figure 2) :

- la répartition de type 1 se rapproche de la répartition elliptique (c'est tant mieux pour la perfo !)
- les répartitions de type 2 et 3 deviennent plus ou moins "en cloche"
- les répartitions de Cz et incidence locale sont maintenant toutes décroissantes.

Le vrillage permet donc sur une aile delta de rattraper une tendance au pitch-up et en même temps sa stabilisation en tangage. Cependant suivant l'importance du vrillage sur une aile delta (entre type 2 et 3), la nature décroissante de la répartition de Cz et d'incidence n'est pas toujours conservée dans tout le domaine de vol et d'incidence générale (figure 3) :



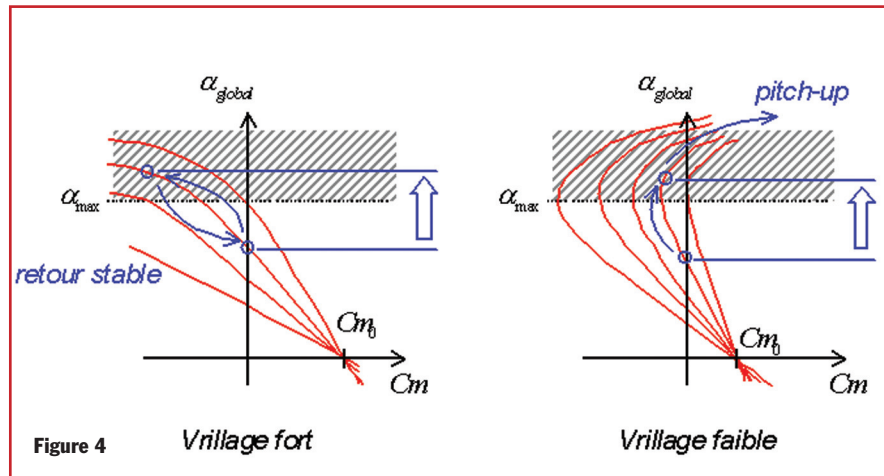


Figure 4

Vrillage fort

Vrillage faible

• **Premier cas** : le vrillage est fort et le décrochage intervient alors que la répartition d'incidence est décroissante. La stabilité est "inconditionnelle" sur tout le domaine, incluant la phase de décrochage.

• **Deuxième cas** : le vrillage est faible et le décrochage intervient alors que la répartition d'incidence est croissante. L'aile est sujette au pitch-up et la stabilité est "conditionnelle", uniquement pour les allures de vol normales.

Du fait de la nature pendulaire de la machine, il est parfaitement imaginable de pouvoir gérer aux allures normales une aile très faiblement vrillée, aux limites de la stabilité, en jouant sur ses réflexes de pilote et sur l'amortissement. Il est cependant indispensable de comprendre qu'une pichenette un peu violente rendra inmanquablement la situation désespérée et, ce, quels que soient les réflexes d'acier du pilote. Inutile aussi d'imaginer avoir le temps de détendre un overdrive...

Une image très parlante à notre disposition est celle du bâton tenu en équilibre sur le bout des doigts :

- N'importe qui est capable de le maintenir en équilibre, les deux pieds bien posés par terre ;
- Un bon "pilote de bâton" est même capable de le faire, assis à l'arrière du pick-up cahotant qui monte sur le chemin du déco, moyennant un peu de fatigue nerveuse si cela doit durer...
- Si le pick-up franchit une ornière, nul ne serait humainement capable de réagir assez vite pour conserver l'équilibre du bâton...

Le grand danger est d'adopter un vrillage suffisant pour une stabilité "conditionnelle", mais insuffisant pour une stabilité "inconditionnelle".

Les courbes de stabilité (incidence = $f(Cm)$) typiques présentées en figure 4, pour les premiers et deuxième cas, montrent bien le dérou-

lement en cas de variation brusque d'incidence. Chaque courbe représente un centrage donné (une position de la barre), et une incidence donnée de vol (obtenue lorsque chaque courbe coupe l'axe incidence à $Cm=0$). Une pente négative (descendante de gauche à droite) est représentative de stabilité (le moment diminue si l'incidence augmente). Une pente positive est représentative d'une instabilité.

Plusieurs points sont remarquables sur ces courbes :

- un vrillage fort donne un Cm_0 plus élevé qu'un vrillage faible ;
- pour un point de vol donné sur une courbe donnée (cercle bleu), une petite variation d'incidence autour de ce point de vol donne plus de moment de rappel avec un vrillage fort qu'avec un vrillage faible ;
- La répartition de portance le long de l'envergure procure au-delà du décrochage une zone instable caractéristique en cas de vrillage faible, et une stabilité augmentée en cas de vrillage fort (figure 4).

Le comportement aux basses vitesses est donc différent selon le vrillage. Dans le premier cas, en supposant un centrage constant (le pilote ne joue pas sur la barre), le "saut d'incidence" d'un fort thermique amène l'aile au décrochage, mais elle se retrouve dans une zone à pente négative, stable et revient à l'équilibre : la partie centrale décroche et l'aile salue.

Dans le second cas, le même saut d'incidence provoque le décrochage dans une zone à pente positive et l'instabilité entraîne la divergence à cabrer.

Plusieurs solutions existent pour conserver une bonne stabilité dans tout le domaine et éviter le départ en tumbling par autocabrage :

- 1) Conserver un vrillage suffisant de l'aile (overdrive pas trop tendu, et bidouillages interdits...).

2) Adopter la solution du stabilisateur en extrémité d'un bras de levier, réglé au neutre ou flottant pour les allures classiques et qui contre le pitch-up en cas de décrochage.

Dans les 2 cas, il y a un prix à payer en perte de performance. Le tout est de savoir si le jeu en vaut la chandelle.

La suite de la séquence "frissons" :

• Malgré tous les conseils de prudence, notre pilote a réglé sa machine pour la performance à tout prix et se retrouve donc le nez en l'air suite à un passage dans un méchant thermique.

• A compter de cet instant, l'aile va reculer plus ou moins symétriquement (en général une aile plonge avant l'autre) pendant un bref moment, puis la vitesse accumulée provoque un écoulement aérodynamique "à l'envers" qui soulève avec force l'arrière de l'aile, et provoque son violent retournement à 180° par l'avant. L'aile et son pilote passent en une seconde d'une position "nez en l'air" à une position "piquer de la mort" à très faible incidence, éventuellement en vrille prononcée si le départ était dissymétrique.

Dans cette situation, la seule solution de sortie pour que l'aile ne se retourne pas par l'avant est que celle-ci ait une stabilité maximum dans cette configuration :

- en assurant un centrage avant maximum, tiré à fond sur la barre ;
- en ayant réglé les balestrons de façon à ce qu'ils conservent un vrillage stabilisant de l'aile, et surtout pas un vrillage nul ou "à l'envers".

Centrage avant et vrillage stabilisant (négatif) sont les seuls moyens d'avoir un espoir d'une trajectoire "dans le bon sens" après une forte accélération et de peut-être revenir à une phase de vol normale.

Sinon, l'aile se retourne par l'avant et le seul moyen qui reste est celui de la dernière chance : le secours.

EN CONCLUSION

Il est à portée de tout pilote de contrer les démons du tumbling et d'éviter qu'ils s'invitent sans prévenir.

La configuration aérodynamique des ailes en flèche de type pendulaire leur donne des propriétés de stabilité qui dépendent de leur forme et vrillage. La diminution du vrillage, si elle permet d'améliorer les performances, peut changer notablement ces caractéristiques et plus particulièrement rendre sensible au pitch-up une aile qui ne l'était pas. Le problème principal est que la frontière entre stabilité "conditionnelle" et "inconditionnelle" est difficilement visible avant d'y être confronté. C'est un danger tapi dans l'ombre et tout se passe bien avant que ça ne se passe vraiment mal... ■■■

