

(1^{ère} PARTIE)

ALLEZ les FILLES, on DECROCHE...

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■
Photo : Moussier à
Laragne ■

n°14

Ce n'est déjà plus d'actualité, mais on aurait pu entendre une telle phrase dans une boîte de nuit le matin du 1^{er} Janvier 2005, à la fin de la fête aux premières lueurs de l'aube... C'est aussi à peu près ce que pourrait dire une "p'tite molécule d'air" à ses copines de la couche limite, lors de la toute première phase de ce cauchemar qu'est le tumbling pour les pilotes de delta et rigide.

Une fois n'est pas coutume, nous nous éloignerons pour un temps du "paramou" pour nous intéresser à décortiquer au moins partiellement les causes et phénomènes menant à cette cascade d'événements inéluctables, de plus en plus fréquente en compétition delta, et se terminant fort heureusement le plus souvent par un atterrissage sous le secours : le tumbling. Bien évidemment, les pilotes les plus expérimentés sont certainement déjà bien documentés sur le sujet, le but de cette rubrique étant de rappeler les principes basiques.

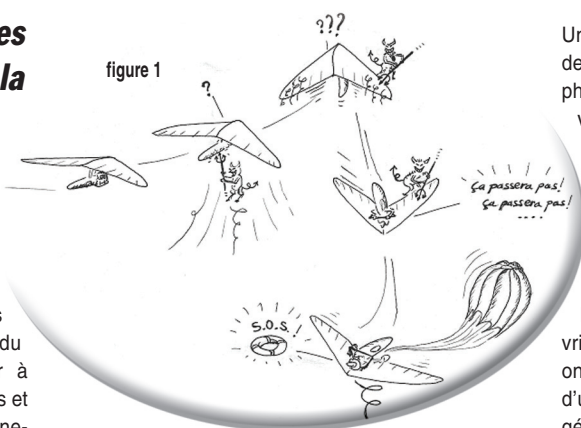
LE TUMBLING ET SES FIDÈLES DÉMONS

Un accident, dans les domaines aéronautiques comme ailleurs, résulte en général du cumul de plusieurs causes sans doute gérables prises isolément, et dont l'effet conjoint est catastrophique. Le diabolique tumbling ne déroge pas à la règle, et procède ainsi de plusieurs "démon", dont parmi les plus dangereux :

- 1) le démon du décrochage : inoffensif ou calamiteux, suivant le centrage et la géométrie de l'aile (forme en plan, flèche et vrillage) ;
- 2) le démon de l'instabilité de la machine, suivant les mêmes facteurs ;

- 3) le démon de l'instabilité de la masse d'air, à qui revient souvent le rôle d'initiateur ;
- 4) sans oublier probablement le plus dangereux : le démon de la performance, qui est souvent le "meneur" des trois précédents !

La bonne compréhension de la manière dont les 3 premiers démons fonctionnent et se conjuguent peut parfois permettre au simple pilote ou compétiteur, de ne pas dépasser les limites "raisonnables" lorsqu'il est chatouillé par le 4^{ème}...



Au cours de la séquence typique d'un tumbling (figure 1), qu'il soit symétrique ou dissymétrique, le premier "invité" est en général le démon de la masse d'air, qui donne la pichenette décisive par une brusque variation d'incidence positive (entrée dans un thermique...). Les seconds "invités" sont souvent le démon du décrochage et celui de l'instabilité, qui dans la plupart des cas et souvent à cause du démon de la performance (voir plus loin), se transforment en violent

"pitch up" ou auto-cabrage dans la langue de Molière.

Pourquoi un décrochage, inoffensif s'il en est sur une machine aux réglages "standard", avec un salut bien sage vers le sol rapidement dompté, devient-il cette violente et incontrôlable "montée vers le ciel" selon les récits d'infortunés pilotes, qui peut aller jusqu'à leur arracher la barre des mains ? La réponse basique selon laquelle "c'est la faute au thermique, si violent qu'il m'a soulevé le nez", est partiellement vraie, le thermique y est pour quelque chose, mais incomplète.

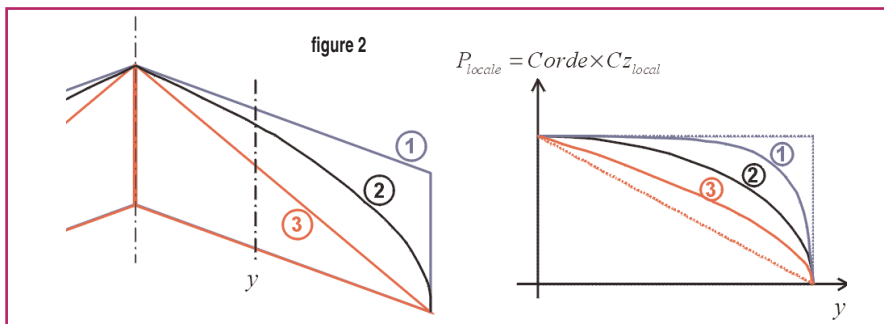
Une analyse des caractéristiques de répartition de portance liées à la géométrie de l'aile et des phénomènes conjoints de stabilité en phase de vol normale ou au décrochage, permet d'éclairer en partie cette question.

PORTANCE, DÉCROCHAGE ET STABILITÉ CONDITIONNELLE

La géométrie de l'aile (forme en plan, flèche et vrillage), et par conséquent le centrage adopté, ont une importance capitale sur le déroulement d'un décrochage. Concernant les effets de la géométrie, prenons en exemple 3 formes caractéristiques d'aile en flèche (figure 2) :

- la forme 1 possède une distribution de corde "constante" en envergure (elle se rapproche d'un Swift) ;
- La forme 2 possède une distribution de corde "elliptique", idéale pour la traînée induite ;
- La forme 3 possède une distribution de corde "triangulaire", proche des premiers deltas.

Un delta moderne se situerait entre les formes 2 et 3, un rigide entre les formes 1 et 2.

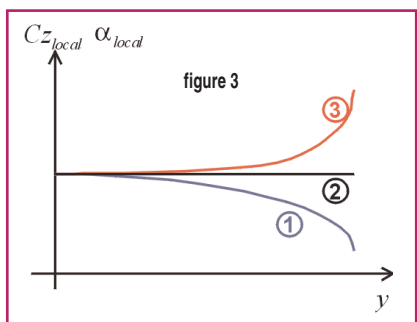


Supposons dans un premier temps que l'aile ne comporte pas de vrillage. La répartition de portance en envergure, que l'on peut représenter pour une vitesse et une incidence générale données par le produit ($P_{locale} = Corde \times C_z$ local), ne suit pas tout à fait la loi des cordes. Les effets de l'allongement (voir chronique sur la traînée induite VL 335) provoquent les variations suivantes :

- sur une aile de type 1 "sur-elliptique" la loi de portance décroît par rapport à la loi de corde (la portance est à peu près rectangulaire mais pas tout à fait) ;
- Sur une aile de type 2 "elliptique", la répartition de portance suit exactement la loi de corde ;
- Sur une aile de type 3 "sous-elliptique", la décroissance de portance est moins rapide que la loi de corde (la portance est à peu près triangulaire mais pas tout à fait).

"Tout se passe comme si" la loi de portance tendait à se rapprocher de la loi elliptique, quelle que soit la forme de l'aile !

La conséquence directe est que le C_z local (= $P_{locale} / Corde$), ainsi que l'incidence locale due à l'incidence induite, sont décroissants en envergure pour l'aile de type 1, constants pour l'aile de type 2 et croissants pour l'aile de type 3. On dit que l'aile est plus ou moins "chargée" en extrémité selon que le C_z et l'incidence locale sont croissants ou décroissants (figure 3). Le vrillage de voilure, ou de profil permet bien sûr d'obtenir ces 3 types de répartition de portance avec des formes en plan différentes.



Etant donné ces répartitions de portance et d'incidence locale, supposons maintenant que l'incidence de l'aile soit augmentée, soit par le pilote, soit par une cause extérieure (figure 4). Le comportement des 3 types répartition de portance est radicalement différent :

- l'aile sur-elliptique décroche en premier lieu par le centre. Comme cette partie de voilure est située en avant du centre de gravité du fait de la flèche, la résultante recule et provoque un moment à piquer qui a tendance à diminuer l'incidence et faire revoler l'aile. Le décrochage est très doux, et parfois se traduit par un simple enfoncement ;
- l'aile elliptique décroche "en masse" sans prévenir sur toute l'envergure. Le décrochage est violent et très limite au niveau de la stabilité. Il faut que le pilote pique franchement après le décrochage pour revoler ;

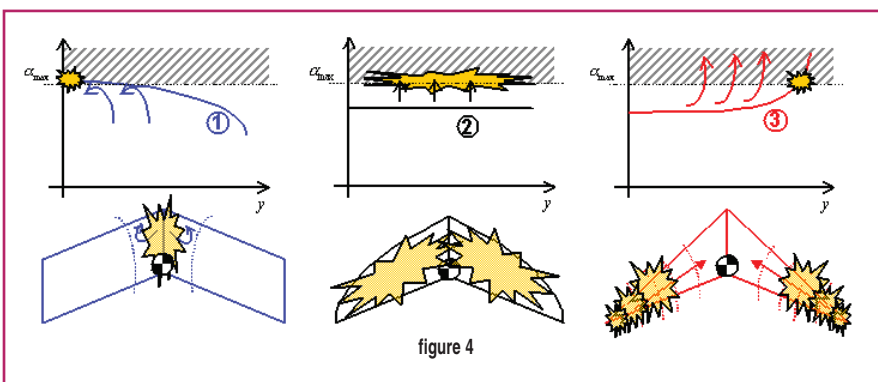


figure 4

- l'aile sous-elliptique décroche d'abord en extrémité. Du fait de la flèche, le manque de portance en arrière du centre de gravité fait avancer la résultante, ce qui augmente l'incidence. La partie décrochée en extrémité augmente, etc. L'aile se décharge progressivement et violemment de l'extrémité vers le centre, et le moment à cabrer devient divergent et très important. Le pilote n'a en général tout simplement pas le temps de réagir immédiatement par un recentrage maxi avant, c'est fichu : il monte au ciel !

On l'aura compris, il vaut mieux se situer dans le premier cas ! Quelle que soit la forme en plan, le moyen simple est le vrillage négatif en extrémité de voilure. Cela tombe bien, il en faut justement pour que l'aile soit stable en tangage (Cm_0 positif et centrage en avant du foyer).

POUR LA SUITE

Lors de la prochaine rubrique, nous aborderons l'effet d'un vrillage plus ou moins prononcé sur la répartition de portance pour les différentes formes en plan et sur la stabilité de l'aile en tangage. Nous proposerons une analyse permettant d'expliquer les dangers d'une diminution trop importante du vrillage, suffisante pour le vol dans un domaine restreint, mais dangereuse en cas d'excursion hors de celui-ci lors d'un décrochage.

Bien évidemment, selon le principe de cette rubrique, vos précisions ou commentaires, notamment ceux de pilotes, sont toujours les bienvenus pour compléter les analyses présentées. ■■■

