

Jean Belotti - Chronique de septembre 2011

Question : *Dans votre chronique du mois passé, vous avez consacré quelques lignes à l'incidence, sans pour autant nous dire quel était l'intérêt de sa connaissance par les pilotes ?*

Réponse : Pour répondre à votre interrogation, je passe la parole au commandant André Fournérat (qui avait été détaché d'Air France à Aéroformation en qualité d'instructeur pour ses "clients") qui tenta - il y a une trentaine d'années - de faire adopter ce collimateur à Air France,... mais en vain !
“Comme cela a été expliqué, l'incidence -angle formé entre la trajectoire et l'axe avion - est un paramètre fondamental du vol de l'avion. Sa valeur varie normalement entre 2° en croisière et moins de 10° en approche. Depuis les années 60, tous les systèmes automatiques reçoivent une information d'incidence. Et, bien que cette valeur soit disponible à bord, d'aucuns s'étonnent que son affichage au profit des pilotes ne le soit pas ! Pourtant, seule une lecture directe de l'incidence pourrait permettre aux équipages d'identifier rapidement la situation aérodynamique de l'avion et de diminuer l'incidence lorsque le décrochage est imminent (assiette positive, mais forte pente en descente, donc rapide perte d'altitude). C'est d'ailleurs la raison pour laquelle le BEA a recommandé d'intégrer la présence d'un indicateur d'incidence directement accessible par les pilotes à bord des avions”.

Question : *Pouvez-vous nous dire s'il est normal que l'alarme décrochage ne sonne pas en permanence dès lors que l'avion est en décrochage ?*

Réponse : Ici, également, je reproduis le point de vue d'un de mes lecteurs, ancien certificateur :
“Depuis la parution de ce rapport, il semblerait que le BEA souhaiterait émettre une recommandation supplémentaire concernant le domaine de la certification à propos du fonctionnement de l'alarme de décrochage. Personnellement, je pense qu'il y aurait lieu que cette alarme fonctionne aussi longtemps que l'incidence de vol est supérieure à l'incidence à laquelle elle doit normalement se déclencher, c'est à dire suffisamment avant l'incidence de décrochage et ce, quelle que soit la valeur de l'incidence de vol au-dessus de l'incidence de déclenchement de l'alarme de décrochage. Autrement dit, il me paraît "questionnable" que l'alarme de décrochage puisse devenir muette au-delà d'une incidence largement supérieure à l'incidence de décrochage. Ceci est mon point de vue personnel d'ancien certificateur, sauf à démontrer qu'atteindre une telle incidence soit extrêmement improbable !

Il convient d'indiquer également que dans le régime de super décrochage (ou “deep stall”) auquel s'est trouvé l'avion - avec des incidences supérieures à 40° - l'avion est resté aérodynamiquement contrôlable, conformément aux exigences de certification relatives aux décrochages dynamiques. La conformité à ces exigences est normalement établie lors des essais en vol. De tels essais ont été rendus obligatoires suite à l'accident du prototype de l'avion britannique BAC 111, survenu le 22 octobre 1963, accident ayant causé la mort d'une équipe de personnes du constructeur ayant contribué à la réalisation de cet avion”.

Question : *Je comprends que lorsque la vitesse d'un avion devient trop faible il puisse ne plus voler et décrocher, mais comment peut-il décrocher à haute vitesse ?*

Réponse : En croisière, si la vitesse d'un avion diminue - pour une raison quelconque - le pilote automatique - pour compenser la perte de portance due à la réduction de vitesse - va augmenter l'angle d'incidence (angle formé par l'aile et le vent relatif), ce qui va redonner de la portance. Mais, dès lors que cette incidence dépasse une certaine valeur - indépendamment de la vitesse de l'avion, d'ailleurs - les filets d'air décollent de l'extrados de l'aile (partie supérieure de l'aile) et il n'y a plus de portance, alors, l'avion va s'enfoncer ou effectuer une abattée. On dit que l'avion “décroche”. Pour compléter cette réponse, un ancien pilote de chasse et Commandant de bord Concorde nous présente ses commentaires qui démontrent que, dans le cas de haute vitesse, il ne s'agit pas de perte de portance, mais d'un phénomène de “compressibilité”.

“Je ne situe pas à quelle époque cette dénomination est apparue, qui remplace malheureusement les termes que nous utilisions précédemment: **décrochage** et **compressibilité**, qui sont des notions entièrement différentes.

Pour nous, pilotes de l'APNFA (Association du Personnel Navigant Formé en Amérique) ou pilotes de chasse, qui avons tous - à différentes époques et sur différents avions - eu le même programme d'entraînement, nous savons ce qu'est un décrochage ou une vrille, que nous pratiquions quotidiennement !

Quant à la compressibilité, elle est apparue pendant la guerre 39-45, suite aux performances des plus récents avions de chasse (les P-47 et Bearcat étaient équipés d'un “dive recovery flap”, situé sous le ventre qui remontait le nez quand l'avion était engagé dans un piqué incontrôlable) et la mise en service des premiers jets. Nous en avons appris les symptômes et les actions à prendre.

À partir d'une vitesse à ne pas dépasser (MMO - Maximum Mach Operating), l'écoulement de l'air devient supersonique sur l'extrados. Sans aller plus loin dans cette description, il faut seulement savoir que la conséquence est le recul du “centre de poussée” (centre d'application de la force aérodynamique) qui fait apparaître un couple piqueur. Il n'y a pas décrochage ! Les gouvernes perdent leur efficacité, d'où cette sensation d'inversion des commandes ressenties par les pilotes de chasse de la guerre 39/45. On chevauche alors un cheval fougueux ! La traînée augmente. La réduction de la poussée et l'action sur le trim permettent de récupérer l'efficacité des gouvernes et de revenir aux bonnes valeurs de Mach.

En revanche, le décrochage peut être redoutable et l'entraînement est le suivant : on fait chuter, en palier, le badin ; **interdiction** de trimer en dessous de la vitesse minimum de configuration ; on maintient de l'altitude par action sur le manche ; alarme décrochage ; le décrochage se détecte par l'apparition d'un vario négatif : **On pousse sur le manche**.

Cette confusion décrochage haut, décrochage bas est détestable.

Dans le cas de l'AF447, en pilotage manuel, le trim automatique reste en fonction ! Le fait de tirer sur le manche a fait dérouler la vis sans fin, ce qui a amené le plan fixe en butée à cabrer ! Il est à noter que sans ce trim automatique il n'y aurait pas eu de perte de contrôle, l'avion étant trimé pour la vitesse au moment de la perte des badins. Même en tirant le manche en butée, l'avion aurait perdu au maximum une trentaine de nœuds avant de prendre un vario négatif jusqu'à reprendre son badin et son altitude par auto-stabilité.

On peut également penser que le pilote aux commandes se croyait en compressibilité qui, pour beaucoup de pilotes actuels, est une notion théorique, sauf pour les pilotes militaires qui, tous, ont été formés sur Fouga ou Alphajet,...

Je pense qu'il faudrait :

- Reprendre la terminologie ancienne : décrochage et compressibilité.
- Faire effectuer au moins un vol dans l'armée sur Alphajet à tous les pilotes d'origine civile, afin qu'ils ressentent l'approche et les effets de la compressibilité.
- Limiter en pilotage manuel le débattement du plan fixe, afin d'interdire des incidences excessives.

Question : Pourquoi les avions de ligne ont-ils deux instruments différents, le badin et le machmètre, pour mesurer leur vitesse ?

Réponse : L'**anémomètre** (ou badin) est un manomètre qui donne la vitesse d'un aéronef par rapport à l'air. Pour ce faire, il détermine la “pression dynamique “ (qui est égale à la différence entre la pression totale et la pression statique) ce qui donne la vitesse indiquée (IAS : "Indicated Air Speed") OU, plus précisément, la vitesse vraie (TAS : “True Airspeed”, après quelques corrections).

La connaissance de cette vitesse est indispensable pour conserver l'aéronef dans son domaine de vol, c'est-à-dire entre une vitesse minimale, en dessous de laquelle l'avion ne vole plus et une vitesse maximale à ne pas dépasser.

Il est essentiel de retenir que cette pression dynamique est fonction de la vitesse de l'avion par rapport à l'air ambiant. Or, étant donné qu'en prenant de l'altitude, la pression atmosphérique diminue - donc la densité de l'air également - il en résulte que vitesse propre de l'avion est supérieure à la vitesse indiquée lue par le pilote.

Le **machmètre**, quant à lui, est l'instrument qui mesure la vitesse du son. Son unité de mesure est le Mach. Mach 1 équivaut à la vitesse du son. Dépasser Mach 1 (c'est-à-dire franchir le "mur du son") peut engendrer des phénomènes vibratoires et aérodynamiques dangereux pour l'appareil. Il importe donc que le pilote sache précisément quand aura lieu ce franchissement. Or, la vitesse du son n'est pas constante. Elle varie en fonction de la température, donc de l'altitude : soit 1.224 km/h à 15°C ; 1.270 km/h à 40°C ; 1.190 km/h à 0°C ; seulement 1.060 km/h à - 56°C, température qui règne aux altitudes de vol des avions de ligne actuels, vers les 11.000 mètres. Alors, pourquoi deux instruments ? Un exemple très simple permet d'en comprendre l'utilité. Supposons un avion qui vole à une vitesse constante de 480 nœuds dans de l'air à -20 °C, avec une indication de mach de 0.78. Dès lors que la température diminue - soit par ce que l'avion pénètre dans une masse d'air plus froide, soit que l'avion prenne de l'altitude - et tombe, par exemple, à moins 55°C, l'avion va donc, tout en restant à 480 nœuds, se retrouver à M 0.85. Si le Mach à ne pas dépasser sur ce type d'avion (MMO - Maximum Mach Operating) est, par exemple, de M 0.82, l'avion sera donc en dehors des limites de son domaine de vol, avec tous les risques que cela comporte. Il est donc nécessaire, lorsque l'on approche des limites du Mach à ne pas dépasser, de se référer au machmètre et non plus uniquement au badin.

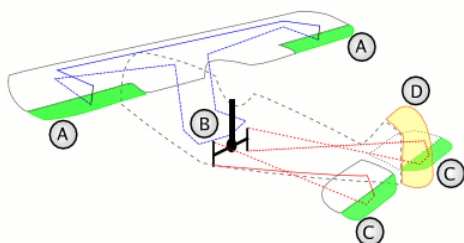
Question : Pourquoi dit-on le "manche à balai" pour désigner les commandes de vol ?

Réponse : Le "manche à balai", ou tout simplement "le manche" d'un avion est le levier dont dispose le pilote pour agir sur les gouvernes de profondeur et sur les ailerons de l'appareil. Ce terme a été inventé en 1906 par Robert Esnault-Pelterie. Il s'agit d'un levier vertical situé entre les jambes du pilote. Le manche (**B**) peut être actionné :

==> en profondeur, c'est-à-dire d'avant en arrière, pour actionner la gouverne de profondeur (**C**) permettant à l'avion de s'élever ou de descendre ;

==> en gauchissement, c'est-à-dire à gauche ou à droite, pour actionner les ailerons (**A**) et agir ainsi sur les ailerons permettant à l'avion de s'incliner sur la gauche ou sur la droite, ce qui l'autorise à virer.

Les commandes de vol comprennent également le palonnier (sur lequel reposent les deux pieds du pilote) qui agit sur la gouverne de direction (**D**).



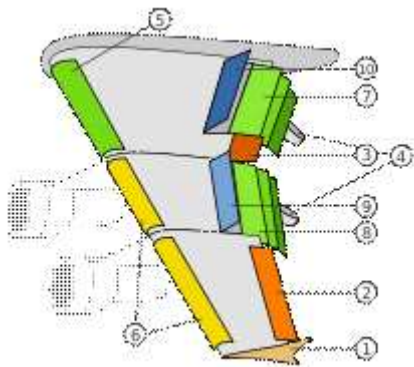
Encore présent sur de nombreux avions légers, le "manche à balai" a été remplacé sur les avions de ligne par un volant se tenant à deux mains, puis, à partir de l'A320 d'Airbus, par un mini-manche, placé sur une console latérale située à la gauche du pilote (à droite pour le copilote), l'avant-bras reposant sur un support adaptable.

Question : *Lorsque l'avion s'apprête à atterrir, je sais que pour réduire sa vitesse, le pilote sort des volets. Sur les avions de ligne actuels, cela semble beaucoup plus sophistiqué et c'est impressionnant de voir toutes ces tôles qui sortent au moment de l'atterrissage. Pouvez-vous m'indiquer quel est leur rôle respectif ?*

Réponse : Tout d'abord, il y a le système le plus simple consistant en la sortie de volets sur différentes positions. Exemple : 20°, 40°, et "plein volets" (sortis au maximum).

Puis, sont apparus les volets "fowler". Il s'agit d'un volet dont le déplacement combine une translation et une rotation. Dans un premier temps, il recule pour augmenter la surface alaire, puis il se cabre vers le bas pour augmenter la courbure. Ce déplacement complexe nécessite des systèmes de guidage spéciaux à l'intrados. Le volet peut lui-même être en deux ou trois parties, avec une ou deux fentes, ce qui donne au total des volets à double ou triple fente. C'est un système qui a été généralisé sur les avions de ligne.

De nos jours, ces dispositifs sont effectivement plus complets et détaillés, ci-après. Dans votre prochain vol, étant assis à l'arrière de la cabine, vous pourrez les reconnaître aisément.



❶.- Winglet : ailette sensiblement verticale, située au bout des ailes d'un avion et qui permet de réduire la traînée induite par la portance sans augmenter l'envergure de l'aile. Ce mot anglais reste le plus largement utilisé, bien que des équivalents français "penne" ou "aileronette" aient été proposés.

❷.- Ailerons utilisés à basse vitesse.

❸.- Ailerons utilisés à haute vitesse.

❹.- Carénage de chariot de volet.

❺.- Volet Krüger, petit volet accroché au bord d'attaque et rabattu sur l'intrados, en dessous de l'aile. En pivotant, tout en restant attaché, il augmente la courbure.

❻.- Becs ("slat"). Ils sont placés sur le bord d'attaque de l'aile pour retarder le décrochement des filets d'air sur l'extrados. Ils autorisent de plus fortes incidences que les volets de bord de fuite. Le bec est en fait une portion du bord d'attaque de la voilure qui s'écarte vers l'avant et vers le bas. Il cumule donc plusieurs effets : il augmente la cambrure, augmente la surface de l'aile et retarde le décollement des filets d'air par effet de fente.

❼.- Volet interne à trois fentes.

❽.- Volet externe à trois fentes.

❾.- Spoiler. Surface mobile actionnée pour diminuer (détruire) la portance d'une partie d'une aile.

❿.- Spoiler-Aérofreins. Dispositif générateur de turbulences aérodynamiques servant à augmenter la traînée et diminuer la portance, par exemple pour augmenter la pente de descente, sans augmenter la vitesse (effet de freinage).

Question : *Est-il normal que le ministère des Transports, en juin, fasse une déclaration selon laquelle : "Le constructeur de l'avion est responsable à 5 % du crash de l'AF447 et la compagnie avec son équipage à 95 % ?".*

Réponse : Non. En effet, si lors des enquêtes de nombreuses hypothèses sont généralement émises par les uns et les autres, aucune affirmation quant aux responsabilités éventuelles ne peut être affirmée tant que l'enquête judiciaire n'est pas terminée et que la justice n'a pas dit le droit. Une telle déclaration est donc non probante, car non fondée.

De surcroît, elle entraîne deux effets pernicieux, aussitôt exploités - comme les faits le démontrent - par l'armada de ceux qui, systématiquement, crient avec les loups.

1°.- Cette déclaration laisse subodorer que le Ministre soutien le constructeur, ce qui est bien regrettable, car il ne peut en être ainsi. En effet, si telle était son objectif, il dispose d'autres moyens que celui d'une telle prématurée déclaration !

2°.- Cette déclaration laisse alors supposer que le Ministre, ainsi que ses conseillers, ignorent les textes qui régissent le déroulement des enquêtes, ce qui est inimaginable !

En effet, il existe de nombreux documents qui ne peuvent être ignorés du Ministère. Entre autres, je rappellerai que mon ouvrage "**Les accidents aériens pour mieux comprendre**" (Editions Couffy - Aix en Provence) avait été cité à l'Assemblée Nationale et qu'à la suite de la mission de l'Assemblée Nationale - constituée début 2004, en vue de proposer des solutions pour améliorer la sécurité du transport aérien - j'avais reçu les témoignages :

- de la Présidente : *"C'est la lecture de votre livre, Les accidents aériens, qui m'a aidé à « démarrer » la mission parlementaire dont la présidence m'a été confiée"* ;
- du Rapporteur : *"Votre livre fut notre bible et vos chroniques seront notre guide dans ce dossier bien difficile et complexe"*.

Après le dépôt de son rapport, un colloque de synthèse - réunissant les plus hautes personnalités politiques, administratives et professionnelles - fut organisé le 21 octobre 2004. C'est l'intérêt porté à mes écrits - par la Présidente de la mission et par son Rapporteur - qui fut à l'origine de l'invitation qui m'avait été faite de participer à une table ronde lors de ce colloque.

Ne représentant aucun organisme ou institution - étant un simple observateur privé et indépendant - cette invitation fut, en fait, la reconnaissance de la mission que je m'étais fixée depuis des années, de mieux faire connaître ce monde de l'aviation à travers mes conférences, articles, ouvrages et chroniques.

En conclusion, sans autre information complémentaire, il est logique et non surprenant que d'aucuns s'interrogent sur la motivation du ministère à l'origine d'une telle péremptoire déclaration.

___ *** ___