La mise au point d'un modèle. [Première Partie]

Cette belle brochette de warbirds a demandé aux pilotes de passer du temps afin de parfaire les débattements et mixages et d'obtenir un comportement agréable sur tout leur domaine de vol. C'est seulement en passant du temps à affiner les réglages que l'on peut présenter des modèles en meeting en sécurité et sans stress, et surtout, que l'on prend un "max" de plaisir aux commandes.

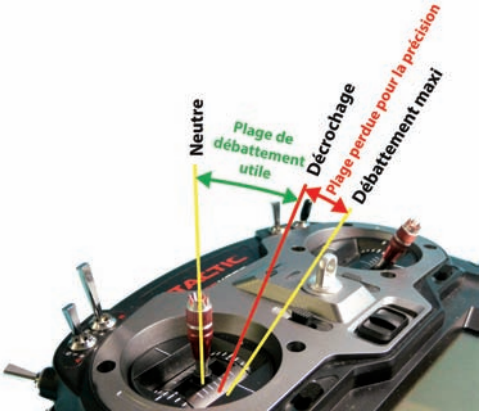
Il m'est souvent arrivé qu'un aéromodéliste me demande de prendre les manches d'un avion ou d'un planeur, parce qu'il ne se sentait pas à l'aise avec son modèle et souhaitait un diagnostic sur ses réglages. Le ressenti peut être lié à la fois au comportement effectif du modèle, mais aussi à l'attitude de vol qui peut parfois être déstabilisante. Nous allons voir aujourd'hui comment préparer un modèle avant un premier vol au niveau débattements et mixages puis comment affiner ces réglages pour obtenir un comportement répondant aux attentes du pilote.

J'ai déjà traité du centrage qui est un des points cruciaux dans le réglage d'un modèle, et pour cela, je vous renvoie aux numéros 101 et 102 d'Aéromodèles des seconds et troisièmes trimestres 2015. J'y parlais également du calage, qui est un élément qui conditionne directement l'attitude de vol d'un avion ou d'un planeur. L'attitude peut parfois laisser penser à un pilote que son avion vole mal et qu'il soit mal à l'aise avec, juste parce qu'il vole excessivement queue basse ou queue haute. Donc, avant de changer des réglages de débattements ou de mixages, il est important de bien s'assurer que les qualités de vol sont en cause et que l'on n'a pas juste affaire à un modèle dont le calage est à revoir. Là aussi, les numéros précités vous permettent de diagnostiquer un problème de calage. Venons-en maintenant aux réglages de débattement des gouvernes et aux mixages courants qui sont l'objet de l'étude du jour. J'ai évoqué très rapidement en fin d'article sur le centrage ma méthode pour régler le débattement de la profondeur, nous allons développer tout ça et aller plus en profondeur.

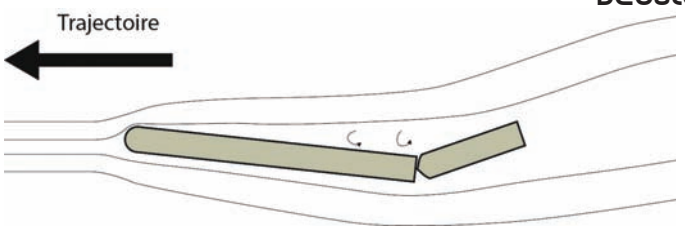
Débattements de base

Commençons par un avion aux réglages basiques (sans doubles débattements, sans expos). Les débattements choisis devront permettre de piloter confortablement le modèle sur l'ensemble du domaine de vol, des vitesses les plus basses jusqu'au plus élevées.

Profondeur : ainsi que je l'ai indiqué dans le numéro 102, pour la profondeur, le débattement maximal de la gouverne de profondeur devra, dans un cas le plus général possible, pour un vol « classique » (nous excluons ici le vol 3D), permettre d'atteindre l'incidence de décrochage, mais uniquement en fin de course du manche de profondeur, ceci en vol ventre comme en vol dos. En effet, si le débattement de la profondeur permet de faire décrocher le modèle bien avant que le manche n'arrive vers la butée, tout le débattement compris entre la position de manche qui fait décrocher et la butée est "perdu", inutile, et l'on perd énormément en précision puisqu'on est contraint de n'utiliser qu'une fraction du débattement possible du manche. Par ailleurs, le débattement excédentaire peut conduire à augmenter la violence du décrochage, à une mise en vrille plate, et plus généralement, à faciliter le décrochage en virage qui, en surprenant le pilote, conduit souvent à tirer plus encore parce qu'il voit l'avion chuter...



Pour du pilotage standard (non 3D), tout le débattement qui permet d'aller au-delà de l'incidence de décrochage est une plage perdue pour la précision de pilotage à la profondeur.



Avec de l'incidence, une gouverne de profondeur étroite par rapport au plan fixe peut être masquée. Il faut alors un débattement important pour lui donner assez d'efficacité, en particulier pour pouvoir arrondir à l'atterrissage.

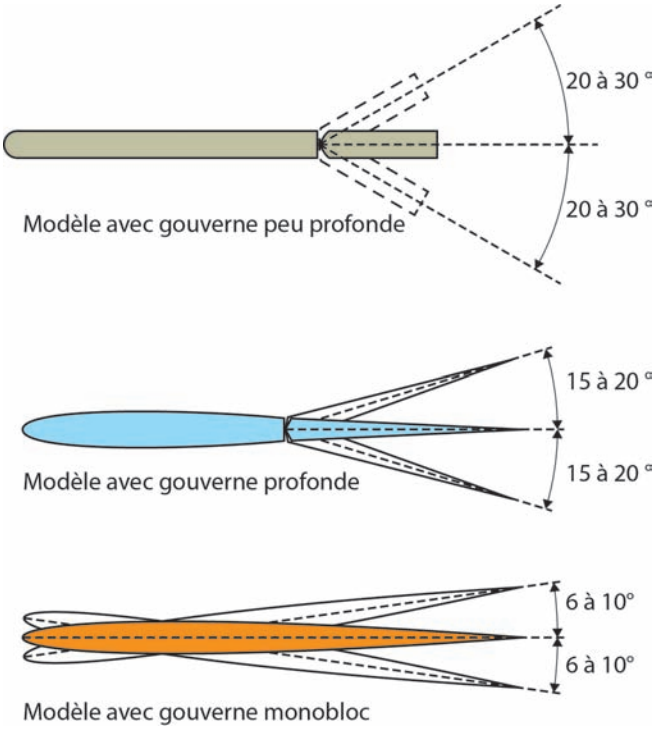
En l'absence d'indications, un débattement de la profondeur de 15 à 25 ° de part et d'autre du neutre est une valeur courante pour un premier vol. Mais un autre paramètre entre en ligne de compte et peut modifier cette première approche : plus la corde de la gouverne est faible par rapport à la corde totale du stabilisateur horizontal et plus il faudra prévoir du débattement. Pourquoi ? Parce que quand le stabilisateur se retrouve en incidence, la partie fixe peut masquer la partie mobile...

Voici des exemples types de profondeur relative entre la partie mobile et la partie fixe très différentes, gouverne étroite sur un trainer, moyenne sur le Cap 10 et toute le stabilisateur mobile sur ce planeur (stabilisateur dit monobloc).

A l'inverse, une gouverne profonde par rapport au plan fixe se contente d'un faible débattement, la limite étant le cas du stabilisateur monobloc, où le débattement est vraiment réduit et où 10° s'avèrent généralement suffisants.

Notez un autre paramètre qui influe sur le besoin de débattement de la profondeur, c'est le volume de stabilisateur (voir une fois encore le numéro 101). Un faible volume de stabilisateur réduit la plage de centrage, mais suppose aussi un débattement de la profondeur réduit, car l'avion est relativement peu stable, il n'a donc pas besoin de gros débattements pour être réactif. A l'inverse, un modèle à fort volume de stabilisateur étant très stable, non seulement il a une plage de centrage plus large, mais il a besoin de débattements plus importants pour être suffisamment réactif.

Direction : la gouverne de direction doit être considérée de deux façons. Sur un modèle non destiné à la voltige et généralement en planeur, la gouverne de direction sert principalement à réaliser des virages bien coordonnés et donc à combattre le lacet inverse. Elle sert aussi à la tenue d'axe lors des décollages du sol. Son efficacité doit être alors réglée de manière à ce qu'il soit possible, à vitesse modérée, de contrer intégralement le lacet inverse quand on met les ailerons à fond. Ceci permet d'avoir un modèle homogène aux commandes. Son efficacité doit aussi être à la fois suffisante pour tenir l'axe de piste au décollage et à l'atterrissage compte tenu des effets moteurs, et aussi pour contrer l'effet de girouette quand le vent n'est pas dans l'axe. C'est un compromis pas toujours évident à trouver, car pour la tenue d'axe, on a une gouverne le plus souvent soufflée par l'hélice et donc très efficace, et qui n'a plus que la vitesse du modèle pour l'alimenter une fois les gaz coupés à l'atterrissage. A l'impossible, nul n'est tenu et il faudra se fixer une limitation de vent de travers, tout comme c'est le cas en grandeur. Pour un avion ou un planeur destiné à la voltige, le débattement de la direction doit aussi permettre de réaliser des renversements propres, de réaliser des vrilles, et parfois de tenir le vol sur la tranche. Il faut en principe nettement plus de débattement pour ces évolutions que pour ce qui est nécessaire en vol normal



La proportion entre la profondeur de la gouverne de direction et celle du plan fixe influe directement sur le débattement. Plus la gouverne est profonde, moins on a besoin de débattement angulaire.

Petit volume de stabilisateur sur le Cap 10, débattements réduits à la profondeur, tandis que le Calmato avec son grand bras de levier et son stabilisateur de belle surface peut supporter des débattements plus importants sans devenir délicat.

(avec un bémol pour le vol tranche, car, selon la répartition des surfaces latérales, il peut arriver qu'un avion tienne la tranche avec extrêmement peu de débattement de la direction, c'est le cas de bien des multis modernes).
Comme pour la profondeur, la proportion entre les cordes de la partie fixe et de la partie mobile de l'empennage vertical influent directement sur le débattement nécessaire. Plus la gouverne est étroite par rapport au plan fixe et plus il faut de débattement angulaire, et inversement. Ainsi, une maquette comme le CAP 10 dont la gouverne de direction est très large se contente d'un débattement relativement faible pour faire de beaux renversements, vriller et déclencher impeccablement. A l'inverse, les planeurs "grandes plumes" maquettes ont souvent une gouverne de direction étroite qui a besoin d'un bon débattement, en plus d'un profil de la dérive et de la gouverne particulièrement étudiés et soignés.

Hors voltige, en avion, 20° de part et d'autre du neutre est une valeur courante au départ si vous n'avez pas d'informations précises. Pour un avion de voltige (classique), 30° à 40° peuvent être nécessaires principalement pour bien "renverser".

A noter qu'en avion, on dispose le plus souvent d'une roue avant ou d'une roulette de queue conjuguée à la direction. Quand c'est possible, on peut jouer sur le débattement de cette roue auxiliaire pour améliorer la précision du taxiage et de la tenue d'axe au sol. D'une manière générale, réduire le débattement de la roue auxiliaire améliore la précision de la tenue d'axe, et si l'avion ne peut pas tourner très serré au sol, c'est moins grave qu'un avion qui est trop sensible à la direction au décollage.

Cas particulier, les modèles "deux axes" : la gouverne de direction va servir à mettre l'avion en virage, et aussi à le remettre à plat. C'est le "roulis induit" qui permet de gérer l'inclinaison à l'aide de la gouverne de direction. Deux facteurs génèrent le roulis induit : une différence de vitesse entre les ailes, et ça survient quand on braque initialement la direction, le mouvement en lacet fait avancer l'aile extérieure plus vite et freine l'aile intérieure au virage demandé. Mais le plus important est le dièdre : plus il est fort, et plus le fait de rendre le vol dissymétrique en appliquant la gouverne de direction va augmenter l'incidence de l'aile extérieure et diminuer l'incidence de l'aile intérieure.

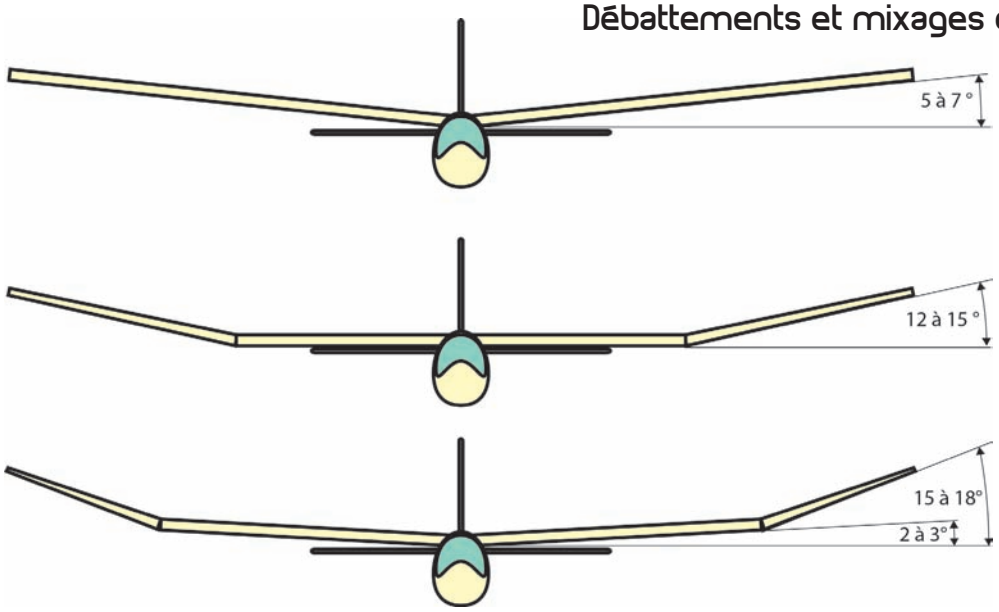
En vol "normal", coulé (hors voltige et 3D), on comprend qu'il faudra nettement moins de débattement angulaire sur la gouverne de direction profonde du Cap 232 que sur celle, étroite, du FW 190.

Pour bien comprendre comment s'incline un "deux axes", mettons-nous à la place d'un filet d'air qui arrive sur le modèle. En haut, la direction est au neutre, le vol est "symétrique, je vois les deux ailes avec la même incidence (je vois autant l'intrados de l'aile droite que celui de l'aile gauche). Photo du dessous, le pilote a braqué la direction à droite, l'avion se met "en biais", et je vois maintenant bien plus l'intrados de l'aile gauche que celui de l'aile droite… L'aile gauche a plus d'incidence que l'aile droite, l'aile gauche porte donc plus et va se soulever, inclinant l'avion à droite.

Le Baron et ses dérivés sont des exemples typiques d'avions deux axes, c'est-à-dire sans ailerons (même si des Baron modernes en sont désormais pourvus)

Si un avion deux axes est "trop mou" et peine à s'incliner et plus encore à sortir de virage, on est tenté d'augmenter le débattement de la direction. Si les choses ne s'améliorent pas, inutile de persévérer dans cette voie, c'est le dièdre qui est inadapté. Certes, ça oblige à modifier la structure et ce n'est pas toujours facile, mais augmenter le dièdre est bien plus efficace que de vouloir augmenter la surface ou le débattement de la gouverne de direction, ce qui ne fait que mettre encore plus l'avion en attaque oblique sans générer assez le roulis induit. Un dièdre augmenté améliore considérablement le roulis induit. Un avion ou un planeur deux axes doit avoir au minimum 5° de dièdre sous chaque aile (pour un dièdre simple). Avec 6 à 7°, vous pourrez même passer des tonneaux avec un modèle deux axes.

Ailerons : toujours pour un modèle basique, le débattement des ailerons doit être adapté à l'utilisation et à… l'utilisateur ! Sur un avion de début, les ailerons doivent rester "doux", c'est-à-dire permettre de basculer d'une inclinaison de 45° d'un côté à 45° de l'autre côté en 2 à 2,5 secondes. Pour un avion de transition, avec un début de voltige, le roulis doit être suffisant pour que les tonneaux ne soient pas trop longs… donc puissent de dispenser de corrections réussies à la profondeur et à la direction, ce qui fait 360° en 2 à 3 secondes. Pour un avion de voltige, viser 1,5 seconde pour 360° est possible, à la seule condition que l'avion ne soit pas trop sensible autour du neutre (nous sommes dans le cas d'un avion aux réglages basiques). Nous retrouvons toujours la règle qui veut que le rapport entre la corde de l'aile



Voici des exemples de dièdres donnant de bons résultats sur des avions ou planeurs deux axes.

et celle des ailerons influe sur le débattement nécessaire : petite corde d'ailerons (10 à 15 % de la corde d'aile) = débattements élevés (20 à 30°), grande corde d'ailerons (20 à 30 % de la corde d'aile) = débattements faibles (10 à 15°).

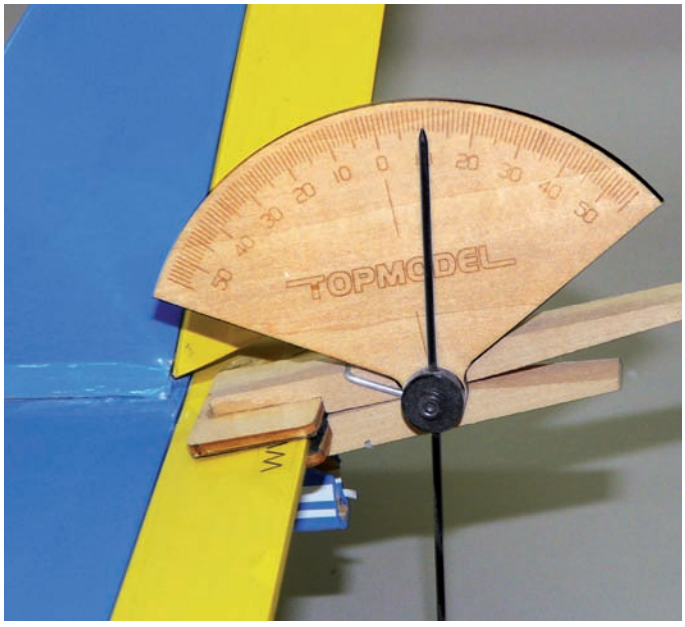
Si vous avez conçu votre avion, ou que le plan ou la notice ne donnent pas d'indications, les valeurs que j'ai évoquées ci-dessus vous donnent un point de départ.
Pour un premier vol, sur un kit, la notice (ou le plan) vous donne généralement des valeurs de débattement à respecter. Si la notice précise des petits et grands débattements, en général, les "petits" sont préférables pour le premier vol, sauf avis contraire dans cette notice. Attention toutefois à ne pas faire aveuglément confiance à toutes les notices... J'en ai rencontré très souvent qui étaient par trop "conservatives" et donnaient des débattements extrêmement réduits, ceux-ci ne permettant pas d'avoir assez de défense en cas de rafale ou de turbulence, voire pour la profondeur ne permettant pas d'arrondir correctement à l'atterrissage, ce qui se traduit le plus souvent par un départ en rebonds allant en s'aggravant (une gamme de warbirds vietnamiens bien connue en est un parfait exemple, mais j'ai aussi connu le cas avec des kits de grandes marques allemandes ou américaines). Des débattements semblant extrêmement faibles doivent donc être "suspects" ; prévoir un double débattement permettant de basculer sur une valeur plus forte peut être utile lors du premier vol. Par ailleurs, soyez curieux et recherchez les essais du modèle concerné dans la presse spécialisée. La plupart des testeurs (et j'en fais partie) vous donnent les débattements qu'ils ont retenus au terme des essais et c'est souvent une indication plus fiable que certaines notices.

La mesure du débattement

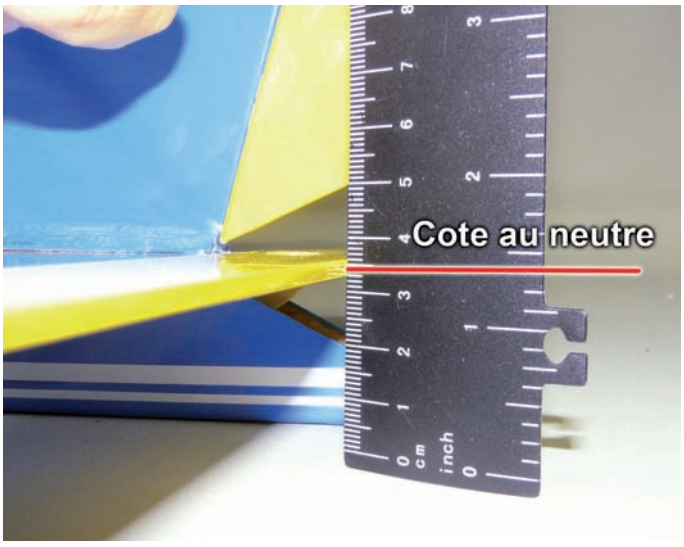
A l'atelier, pour mesurer un débattement, vous avez deux méthodes :
- soit la mesure angulaire qui va nécessiter un rapporteur et qui n'est souvent pas simple... sauf si vous avez un outil spécialisé ;
- soit mesurer le déplacement du bord de fuite de la gouverne là où la corde est la plus importante avec une simple règle graduée. Pour cela, il faut caler la règle contre le plan de travail et l'amener contre le bord de fuite de la gouverne, faire ensuite débattre la gouverne et ramener la règle contre le bord de fuite, et noter l'écart entre les deux positions. La majorité des notices donnent la valeur en millimètres ou en pouces pour ce type de mesure.

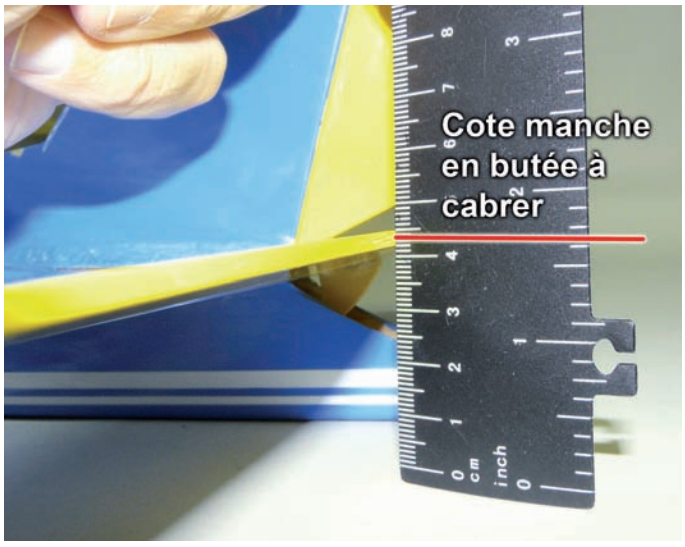
Note : **personne ne sait lire un débattement avec une précision meilleure que 0,5 mm sur un réglet... Alors arrondissez les résultats des calculs de conversions aux 0,5 mm les plus proches ! Ce sera suffisant !**

Selon les modèles, les ailerons peuvent être étroits ou très profonds. Le débattement doit être adapté en conséquence.



On peut bricoler un petit outil avec un rapporteur et un fil à plomb pour faire une mesure du débattement angulaire, ou trouver des outils tous faits dans le commerce, comme ici.





Pour une mesure linéaire, voici par exemple la mesure du débattement à cabrer de la profondeur : la règle plaquée sur le plan de travail, relever la cote du bord de fuite de la profondeur au neutre. Ensuite, avec l'émetteur, mettre la profondeur en butée à cabrer, avancer la règle pour qu'elle reste contre le bord de fuite et relever la nouvelle cote. La différence des deux cotes est le débattement à cabrer. Faites de même à piquer, et ensuite pour les autres gouvernes. On mesure toujours le débattement linéaire à l'endroit le plus large d'une gouverne.

Les vols de mise au point

Lors du premier vol d'un modèle, passé les premiers instants où l'on "fait connaissance" avec sa nouvelle monture, et à moins que l'avion soit trop difficile à contrôler et que vous décidiez d'un retour d'urgence, vous réglerez les trims pour que le modèle vole droit à vitesse de croisière standard, et vous testerez le centrage comme nous l'avons évoqué dans les numéros 101 et 102.

Pour le débattement de la profondeur, il est particulièrement utile aussi de tester le décrochage, pour un modèle motorisé, avec le moteur réduit ou coupé. Pour cela, montez à une hauteur où vous aurez largement la place de rattraper le modèle. Face au vent, empêchez le modèle de descendre en ajoutant progressivement de la profondeur à cabrer. Vous arriverez en principe à un moment soit à une abattée, soit à une descente parachutale, nez haut. Dans le cas de l'abattée, constatez la position du manche de profondeur quand elle survient. Si c'est dans une plage comprise entre 85 et 100 % de la course à cabrer du manche, le débattement de la profondeur est bien adapté et vous aurez toute latitude pour bien arrondir le modèle à l'atterrissage. Si l'abattée survient avant 80 % du débattement à cabrer, vous pourrez réduire le débattement, afin de gagner en précision.

Si l'avion parachute au lieu de faire une abattée, avec une bonne attitude nez haut et en restant stable, ça peut être bien pour un avion de début, qui ne risquera pas de vous "partir dans les pattes".

En revanche, si l'avion descend avec le nez bas alors que vous êtes en butée de profondeur, il faudra augmenter le débattement, car vous n'avez pas la capacité de faire un arrondi correct à l'atterrissage et vous allez être obligé d'arriver vite en finale pour garder le contrôle de l'avion.

Un cas particulier concerne les racers ou les planeurs devant réaliser une épreuve de vitesse avec des virages très serrés : on règle, au fil des essais en vol, le débattement de la profondeur pour le régime de vol plein gaz (ou à haute vitesse en planeur), de manière à pouvoir virer sur la tranche le plus serré possible sans décrocher d'une part, et sans casser excessivement la vi-

CONVERSIONS D'UNITÉS

Si vous avez besoin de convertir un débattement donné en pouces par la notice, voici comment convertir (dans les deux sens) :

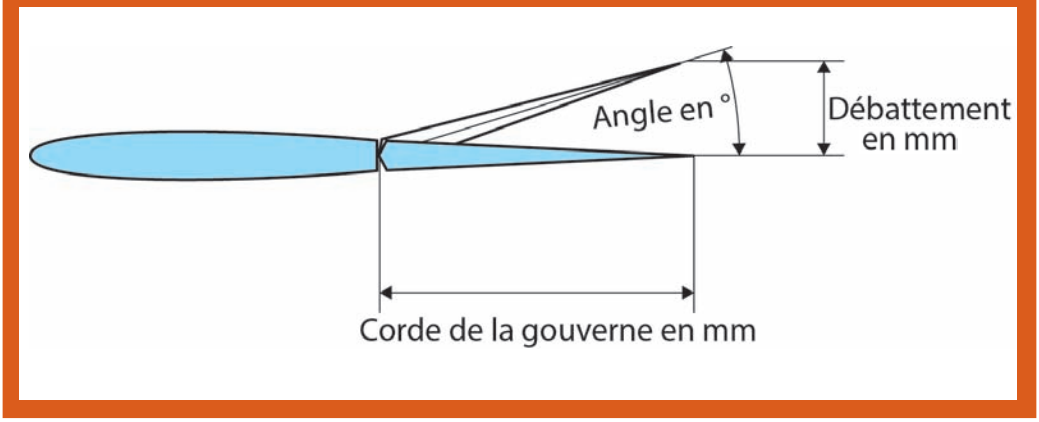
- débattement en pouces x 25.4 = Débattement en millimètres.
- débattement en millimètres / 25.4 = débattement en pouces.

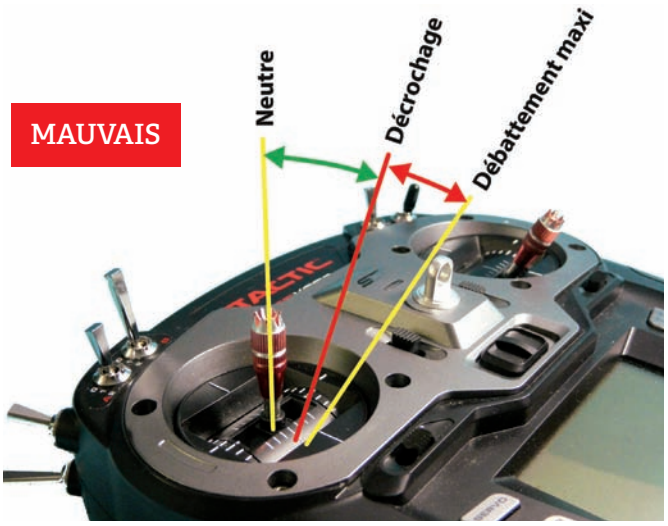
Quand la valeur donnée par la documentation est uniquement angulaire, voici comment faire la conversion dans les deux sens avec une calculette disposant des fonctions trigonométriques :

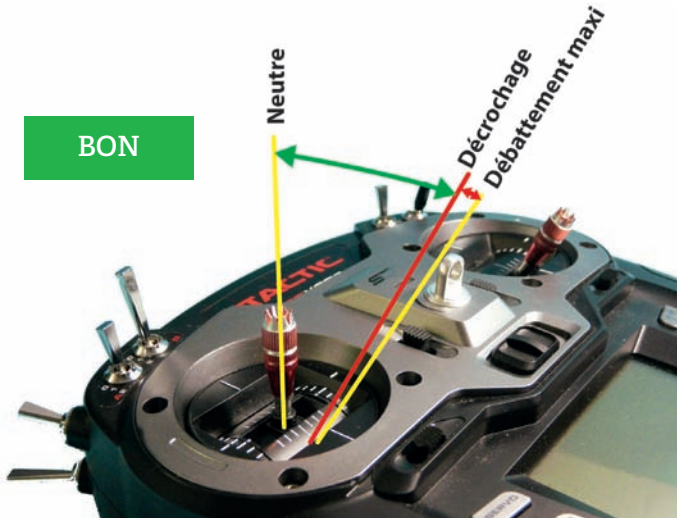
- débattement (mm) = corde de la gouverne x Sinus de l'angle.

(Sinus est noté "Sin" sur la calculette).

Angle = ArcSinus de (Débattement/Corde de la gouverne) (Note, sur les calculettes, ArcSinus est noté « ArcSin » ou « 2ndSin »)







tesse (et aussi en respectant le modèle, il ne faut pas casser les ailes sous trop fort facteur de charge). Ainsi, quand on arrive au pylône, on peut incliner et tirer la profondeur en butée sans doser, sans risque de déclencher. Ce réglage marche très bien aussi pour les boucles carrées. Si en revanche à vitesse réduite, ce débattement ne permet pas de freiner correctement... il faudra envisager un inter de double débattements (voir plus bas).

Pour les ailerons, selon le type d'avion, vous testerez la réactivité en faisant des variations alternées d'inclinaison de 45° d'un côté à 45° de l'autre pour voir si le taux de roulis a besoin ou non d'être augmenté.

Pour la direction, sur un avion non destiné à la voltige, voyez si en inclinant rapidement le modèle jusqu'à 45° à vitesse modérée, vous pouvez éviter un départ du nez du côté opposé à l'inclinaison avec la gouverne de direction. Le virage doit s'engager "proprement". Pas assez de débattement, le nez part à l'extérieur du virage. Trop de direction, l'avion engage rapidement et plonge. Pour un avion destiné à la voltige, on a presque à coup sûr le second cas, mais c'est alors normal et il faudra apprendre à doser finement la direction lors des mises en virage.

■ **Jean-Louis Coussot**

À suivre...