Centrage et calage...

Les éléments capitaux pour qu'un modèle soit sain. [Seconde et dernière Partie]

Dans le précédent numéro, nous avons traité de toute la théorie relative au calcul du calage et du centrage. Les pages qui suivent vont vous permettre de découvrir comment l'on met en pratique ce que nous avons précédemment appris.

Et comment fait-on pour centrer ?

Pour beaucoup, c'est évident, mais pour le débutant, il est bon de le rappeler. Une fois la position du centre de gravité (ou de la plage de centrage) définie, soit à partir de la documentation du modèle, soit avec les méthodes décrites plus haut, il va falloir le matérialiser : sous l'aile si c'est une aile haute, ou sur l'extrados si c'est une aile basse... du côté qui ira le mieux avec une aile médiane et en général sous l'aile supérieure d'un biplan. Mesurez avec précision et avec un réglet la distance à partir du bord d'attaque et faites une marque avec un feutre pour marquer les CD. Ça s'efface au besoin avec un papier essuie-tout et de l'alcool à brûler. Idéalement, collez une fine bande (2 mm de large maxi) de ruban adhésif de couleur sur la marque, car si vous soulevez le modèle sur les doigts, vous les sentirez facilement sans regarder.

De petites bandes d'adhésif collées à l'intrados ou à l'extrados permettent de "sentir" les limites de centrage quand on soulève l'avion sur les doigts.

Ensuite, vous soulevez le modèle sur vos doigts placés sur cette marque. Vous pouvez aussi le poser sur un outillage, fait de tiges un peu affûtées si le modèle est léger, de baguettes plus larges pour un modèle

Fabriquer des supports d'équilibrage adaptés à diverses tailles d'aéromodèles est très facile !

plus lourd, ou d'un appareil de centrage du commerce comme il en existe plusieurs types dans les magasins de modélisme. Certains vous évitent le traçage grâce à des verniers gradués qu'il suffit de régler à la cote choisie.

Notez que les doigts ne sont pas précis, la surface de contact étant importante. Plus le modèle nécessite un centrage précis, plus il faut se tourner vers un outil dédié (pour les planeurs à faibles cordes, c'est impératif).
Une fois le modèle en appui, soit il reste fuselage horizontal ou le nez penchant très légèrement en avant et c'est "tout bon"... soit il penche en avant ou en arrière ! Dans les deux cas, il faut rectifier le centrage. Voici les moyens à utiliser dans l'ordre :

- Déplacer dans le modèle tout ce qui peut l'être afin d'obtenir l'équilibre : accu, récepteur, accessoires... Avec les aéromodèles

L'avion est posé sur un support d'équilibrage au niveau des marques de position du centre de gravité. Il est plus facile de le faire en retournant l'avion quand on a une aile basse.

Mais on peut aussi utiliser des produits plus sophistiqués du commerce telle la CG Machine de Great Planes.

électriques, le plus souvent, on choisit la position de l'accu de réception pour que le modèle soit centré.

- Ajouter du lest à l'avant ou à l'arrière. A l'avant, sur un avion, on fixe le lest (plombs de pêche, plombs d'équilibrage de roues de voitures, lests sécables adhésifs pour aéromodèles), au bâti moteur ou à la cloison pare-feu. Il doit être bien fixé et

ERRATUM : Le logiciel PREDIM RC indiqué dans la première partie comme étant un logiciel payant est devenu gratuit et le lien donné pour le site est à remplacer par : **http://www.jivaro-models.org/predim_rc/page_predim_rc.htm** où vous trouverez la dernière mise à jour qui est datée d'août 2015. Vous trouverez une version Lite bien suffisante dans la plupart des cas et la version "Full" plus complète et destinée à la conception de modèles."

pas juste collé au double face, car à la longue, la colle finira par lâcher. Ne le fixez pas non plus dans un capot dont les fixations ne sont pas faites pour supporter de lourdes charges. Selon le cas, un collage à l'époxy, un vissage, ou des colliers rilsan sont efficaces. A l'arrière, il est souvent utile de faire une petite découpe sous le fuselage pour coller le lest à l'intérieur. Dans les planeurs, le lest est collé dans le nez ou dans la poutre arrière.
Approchez le centrage en fixant le plus gros du lest, mais gardez une possibilité de moduler une petite partie, que vous réglerez lors des essais en vol.

La mise au point du modèle

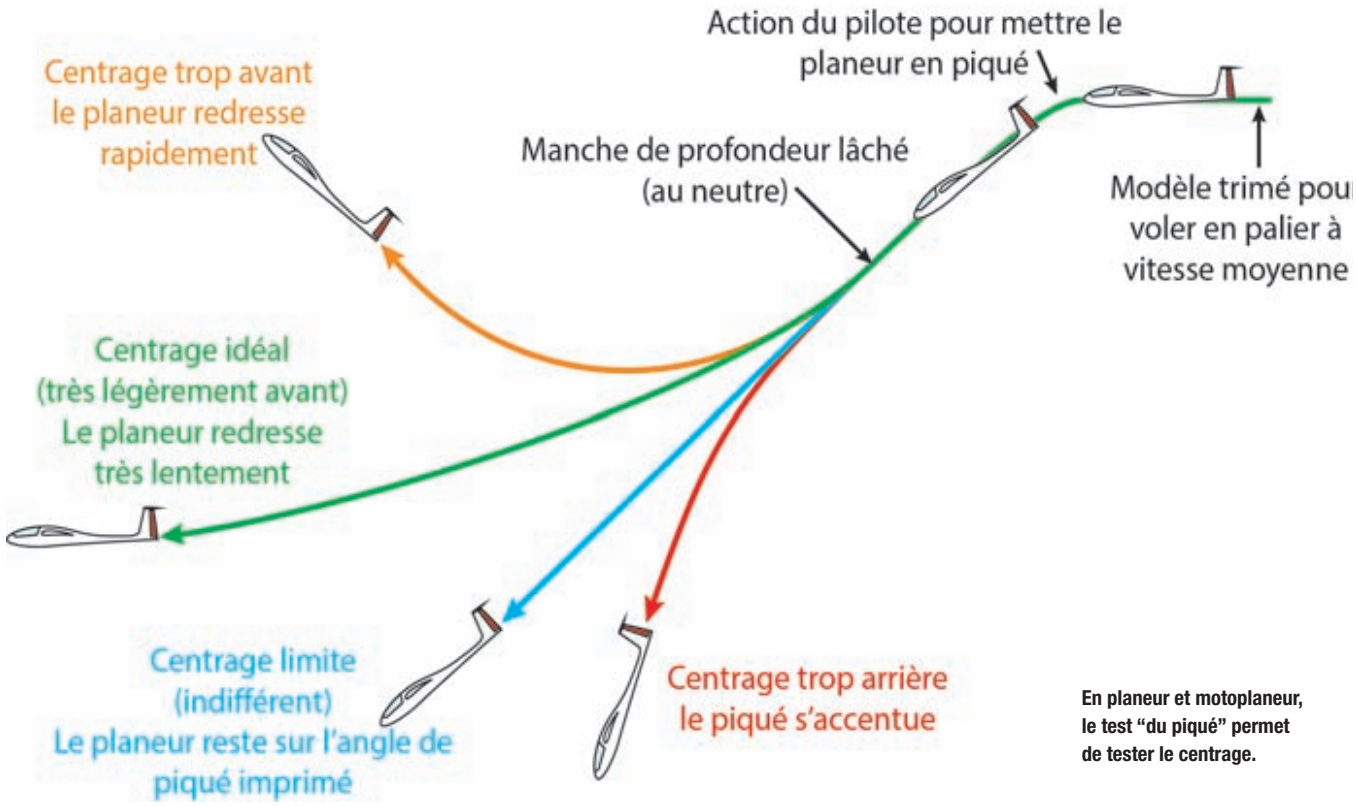
Vous êtes maintenant sur le terrain, avec un modèle centré en atelier... Il faut le faire voler et déterminer si votre centrage va bien ou s'il doit être modifié. Nous allons voir diverses méthodes qui en fait reviennent au même... mais sont adaptées à divers types de aéromodèles.

En planeur ou motoplaneur : le test dit "du piqué" est le plus utilisé. Le modèle est d'abord monté en altitude, trimé pour qu'il tienne une vitesse de "croisière" normale. Ailes à plat, moteur coupé sur un motoplaneur, on pousse la profondeur pour mettre le modèle en descente sous 30 à 40° et on lâche la profondeur.

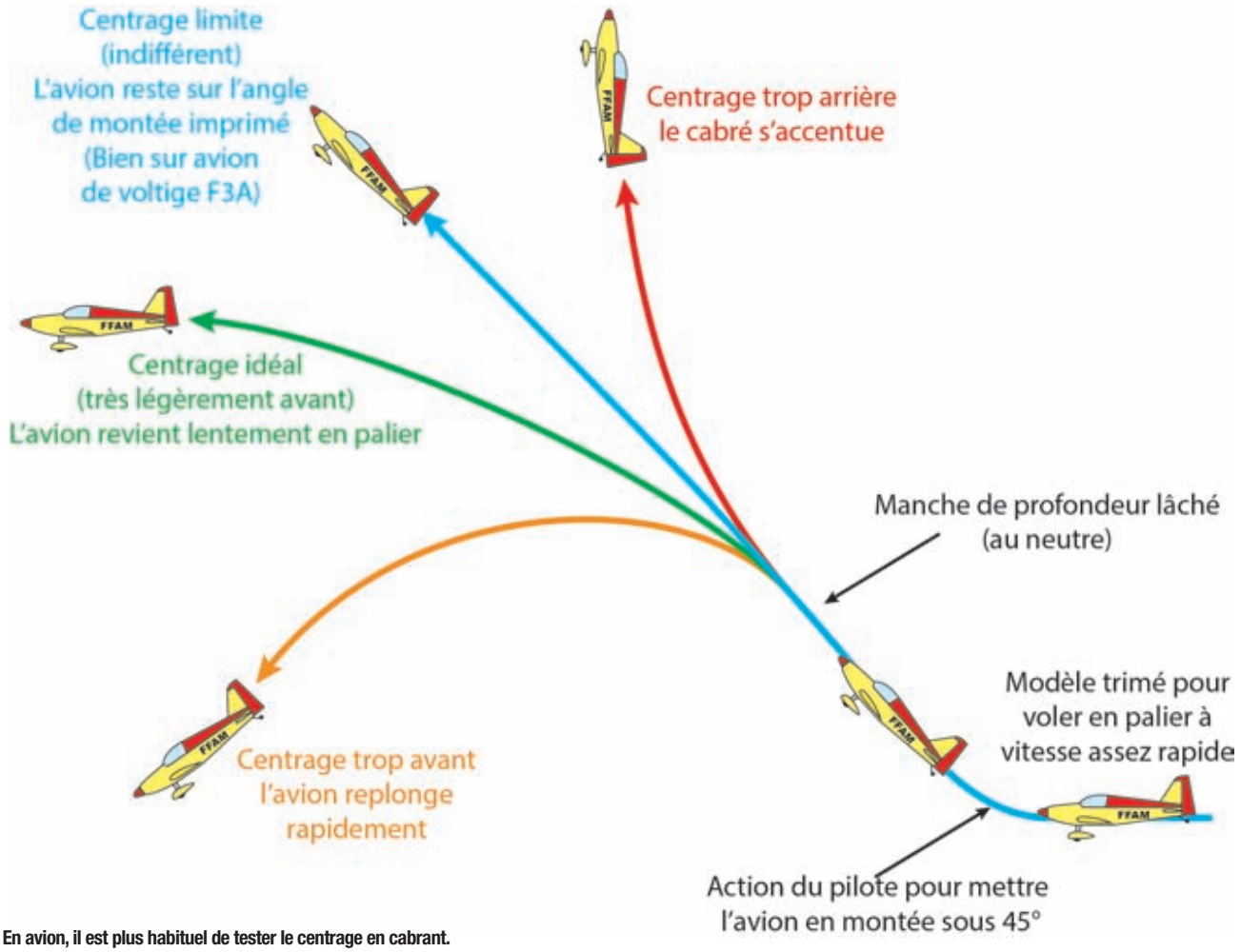
- Si le modèle accentue le piqué, le centrage est trop arrière, c'est une situation à risque, ramenez en douceur le modèle à plat et posez-le avec précaution avant d'avancer le centrage.
- Si le modèle reste sur son plan de descente, il est dit "indifférent", son centrage est juste à la limite. En général, le pilotage à la profondeur demande encore beaucoup de douceur et de faibles débattements. Seuls quelques pilotes de haut niveau utilisent un planeur "à la limite".
- Si le modèle redresse et revient progressivement à l'horizontale, mais avec une courbe très ample, le modèle est stable, avec un centrage très légèrement avant. C'est l'idéal pour assurer à la fois un pilotage confortable et des performances optimales. C'est ce qu'il faut chercher à obtenir.
- Si le modèle redresse rapidement, au point de se remettre nez haut (avec le risque de décrocher), il est centré trop avant et ce n'est pas très plaisant. En effet, chaque fois que vous voudrez voler vite, vous devrez maintenir une pression constante sur la profondeur à piquer et le modèle entrera facilement en "montagnes russes", avec malgré ce centrage avant un risque de décrochage. Reculez le centrage.

En avion : le test du piqué est également possible, moteur réduit, mais comme on ne vole pas toujours très haut, il ne laisse pas beaucoup de temps pour bien observer ce qui se passe. Avec un avion, qu'il soit thermique ou électrique, on fera un test... en cabrant. Là encore, on commence par trimer le modèle pour qu'il vole en palier, profondeur lâchée, un peu plus vite que la croisière normale. Sur beaucoup d'avions, ce sera avec le manche vers 2/3 à 3/4 des gaz. Ainsi réglé, ailes à plat, mettez l'avion en montée sous un angle de 40-45° et lâchez la profondeur (sans changer le régime moteur).

- Si l'avion accentue le cabré, il est centré arrière. Ramenez-le à plat, posez-vous avec précaution et avancez le centrage.
- S'il reste sur la trajectoire, il est indifférent. C'est l'idéal avec un multi de voltige, le vol sera parfaitement "tendu" et vous pourrez piloter vos trajectoires avec précision. Sur une maquette ou un trainer, c'est un peu "limite" et vous préférerez avancer légèrement le centrage.
- S'il redescend lentement le nez et revient à l'horizontale, il est naturellement stable et dans une majorité de cas, c'est le bon réglage.
- S'il retombe le nez très vite et passe en piqué, il est centré trop avant... A vous les corrections permanentes si vous ne reculez pas le centrage.



En planeur et motoplaneur, le test "du piqué" permet de tester le centrage.



En avion, il est plus habituel de tester le centrage en cabrant.

Attention, avec les avions thermiques, le centrage peut se modifier au fil de la vidange du réservoir... Vérifiez qu'en fin de réservoir, vous n'arrivez pas à un centrage arrière.

Mise au point du Vé longitudinal et du calage

Vous avez réglé votre centrage, l'avion vole, mais est-ce parfait ? En planeur à vitesse moyenne (dite de transition), ou en avion à régime moteur bien adapté pour une vitesse de croisière (si le moteur est bien adapté, c'est vers mi-gaz), vous avez réglé le trim de profondeur pour que le modèle reste en vol à plat sans avoir à toucher à la profondeur. Une fois l'avion posé, regardez votre gouverne de profondeur (dans le cas d'un stab à plan fixe et gouverne mobile, car avec un pendulaire... il n'y a rien à voir !).

• Au trim que vous avez réglé en vol, la gouverne est braquée vers le haut par rapport au plan fixe : votre Vé longitudinal est insuffisant. Si c'est possible, mettez une cale sous le bord de fuite du stab (et ramenez la gouverne dans l'axe du stab) pour augmenter le Vé longitudinal. Il est aussi possible de modifier le calage de l'aile en l'augmentant. Dans le premier cas, l'attitude du modèle ne changera pas, dans le second, le modèle volera d'avantage queue haute.

• Au trim que vous avez réglé en vol, la gouverne est braquée vers le bas par rapport au plan fixe : votre Vé longitudinal est trop fort. Si c'est possible, mettez une cale sous le bord d'attaque du stab, ou une cale sous le bord de fuite de l'aile. Là encore, en calant le stab, l'attitude ne changera pas, en calant l'aile, l'attitude deviendra plus queue basse.

Allez-y progressivement, il peut falloir plusieurs vols avec des réglages successifs pour arriver à voler gouverne de profondeur bien alignée avec le plan fixe.

Si vous modifiez le calage de l'aile pour rectifier le Vé longitudinal, vous modifiez aussi l'effet du "piqueur moteur" sur un modèle motorisé, pensez-y... Préférez régler le stabilisateur chaque fois que c'est possible.

Pour finir, l'attitude de vol de votre avion peut vous convenir, ou vous pouvez trouver qu'il vole "trop queue haute" ou trop "queue basse". Comme nous l'avons vu, c'est lié avant tout au calage de l'aile par rapport au fuselage. Vous pouvez modifier l'attitude de vol en modifiant le calage de l'aile. Mais pensez que toute modification du calage de l'aile doit s'accompagner d'un recalage du stabilisateur afin de conserver la même valeur de Vé longitudinal une fois celui-ci déjà affiné. Et de même, le piqueur moteur pourra nécessiter une retouche si vous modifiez le calage. Les réglages de piqueur et d'anticouple sortent de ce sujet, mais sur un modèle volant, tout est lié...

Ce qui est normal, et ce qui ne l'est pas...

Le ressenti de l'attitude d'un modèle en vol est un peu subjectif, mais on a quelques références pour savoir si elle est "normale" ou pas.

• Un trainer est visuellement plus agréable s'il vole très légèrement queue haute.

Les trainers sont les plus faciles à centrer avec une aile rectangulaire et un très gros volume de stab. Ils sont particulièrement tolérants.

• Une maquette d'avion de tourisme un peu ancien (Piper Cub, Jodel D112...) vole normalement avec une attitude queue haute. C'est lié au fait qu'en grandeur, le calage de l'aile est bien plus fort qu'en modèle réduit, et c'est recherché pour que le pilote ait une bonne visibilité en faisant un capot un peu plongeant. Il en est de même pour des avions de voltige maquette anciens comme le Stampe, le Cap 10, les Bucker, qui volent queue assez haute en vol ventre, et du fait d'un calage assez important (parce que les moteurs de l'époque ne permettaient pas de voler vite et qu'il fallait donc plus d'incidence pour tenir en l'air) doivent au contraire voler avec "le cul par terre" quand ils sont en vol dos.
• Une maquette d'avion de voltige moderne doit pouvoir voler avec un fuselage pratiquement horizontal sur le ventre et sur le dos, mais la vitesse de vol est nettement plus élevée qu'avec les maquettes d'avions de voltige anciens. Ça permet d'offrir aux yeux des juges voltige une ligne de vol moins trompeuse et donc, de mieux être noté. A l'extrême, les multis F3A actuels ont presque un fuselage donnant une allure queue basse sur le ventre, alors que le fuselage semble parfaitement horizontal sur le dos.
• Un planeur maquette de vieille toile aura le plus souvent une attitude de vol queue haute. C'est vrai également avec les purs aéromodèles réduits "anciens" à stab porteur, qui ont une aile avec un calage important.
• Les planeurs maquettes "modernes" sont plus "trompeurs" : l'arrière du fuselage vole "à plat", mais l'avant est souvent plongeant, afin que, sur le grandeur, le pilote ait une bonne visibilité vers l'avant et le bas. Cette forme donne globalement une sensation de voler queue haute, alors que seul le nez est "bas". Ces planeurs, s'ils sont munis de volets, auront nettement une attitude queue haute en spirale volets en position "thermique".

L'ASW 15b est un planeur maquette typique des fuselages à avant plongeant. En palier, la poutre arrière est horizontale, mais la forme du nez donne une fausse impression de voler queue haute.

Cas typique d'aile en flèche inverse sur ce Bergfalke : le centrage reporté sur l'emplanture va être très proche du bord d'attaque, et c'est normal !

Les planeurs maquette de type "vieille toile" spiralent généralement avec une belle attitude "queue haute".

• Les planeurs aéromodèles réduits "purs" taillés pour la perfo volent avec un fuselage qui doit traîner le moins possible, et donc avec un fuselage très à plat. Ce n'est pas une attitude des plus esthétique, mais c'est le plus efficace !

Les pièges à éviter

Quand vous vous préparez à un premier vol, vous devez centrer avant tout votre modèle dans une plage qui sans être forcément optimale, assure la sécurité. Voici quelques conseils utiles :
• Le plan (ou la notice) donne en général un centrage ou une plage de centrage. Si dans la plupart des cas, cette valeur est valable, il est bon de faire son propre calcul est de vérifier qu'il n'y a pas "un loup". J'ai, en 30 ans d'essais de kits, vu de temps à autre des indications qui auraient conduit à des catastrophes ! Soyez donc prudents et ne faites pas une confiance aveugle à une notice, quelle que soit la marque. Une lecture d'un essai du même modèle dans les revues spécialisées peut confirmer ce que dit une notice... mais là encore, faites-vous votre propre opinion par un calcul rapide de "plausibilité" de l'information (une erreur typographique peut vite arriver).
• "Un centrage à 30 %, ça marche à tous les coups." Oups... Y'en a qui le disent et le croient... Reprenez ce que nous avons vu sur la plage de centrage et le volume de stabilisateur ! Avec un Cap 10, un RF6b ou un warbird maquette centrés à 30 %, vous allez attraper un tigre par la queue au premier vol ! Petit stab, centrez plus avant ! A l'inverse, j'ai lu sur un forum, la prose d'un modéliste qui se plaignait des mauvaises qualités de vol de son planeur "ancien"... Et quelqu'un lui répondait de le centrer plus avant, à 30 %.... Il s'agissait d'un planeur à stab porteur de surface gigantesque qui vole bien centré à 60 %. Ne croyez pas tout ce qui est écrit sur les forums, les réponses viennent parfois de gens soit sans compétences réelles, soit qui n'ont pas tous les éléments en main pour donner une réponse fiable. Faites plus confiance au pilote confirmé que vous voyez voler toujours en sécurité sur votre terrain ! Ça sert à ça aussi, les clubs !
• "Houla, mais avec autant de lest, il ne va plus voler !".... Certains aéroaéromodélistes ont peur de trop alourdir leur modèle en mettant du lest pour obtenir un centrage correct. Il vaut TOUJOURS mieux être un peu lourd et bien centré que léger et mal centré. Mal centré, le crash est assuré. Lourd, il faudra seulement voler plus vite.
• Ne confondez pas un problème de centrage et un problème de débattement de la profondeur. Un avion trop sensible peut être centré arrière, mais il peut aussi avoir tout simplement trop de débattement à la profondeur, ou manquer d'expo... D'une manière générale, plus on recule le centrage, plus on doit diminuer le débattement. Plus on augmente le débattement et plus on a besoin d'expo. Je vais vous indiquer un peu plus loin après ma recette pour régler le débattement d'une profondeur.
• Il arrive que le test du piqué (ou du cabré) ne soit pas "significatif"... A savoir que ce test détermine un centrage trop avant, alors que le modèle vous décroche dans les pattes, part en vrille pour un oui ou pour un non, ce qui est plutôt un symptôme de centrage trop arrière. Dans ce cas, mesurez impérativement le Vé longitudinal, il est peut-être complètement délirant ! J'ai déjà vu ce cas et ce n'est qu'après avoir ramené le Vé longitudinal à une valeur normale que le test du piqué a pu être interprété de manière fiable.
• "Je suis bien centré, mais je vole avec la profondeur complètement décalée..." Nous en avons parlé, c'est le Vé longitudinal qui est en cause. "Oui, mais c'est une maquette et j'ai pourtant les calages du grandeur !"... Et bien c'est un piège ! Il faut savoir que changer d'échelle fait que les profils ne "marchent" plus de la même façon. C'est très vrai sur les avions de tourisme : en

grandeur, le calage de l'aile va être de 4 à 6°. Pour bien voler, avec une attitude similaire, le modèle réduit se contente d'un calage de 1,5 à 2,5°. Si vous êtes calé comme le vrai, il grimpe tout le temps, et vous devez pousser le trim de profondeur fortement à piquer. Il faut alors trouver un bon compromis lors de la conception de la maquette pour réduire le calage de l'aile et le Vé longitudinal par rapport au grandeur pour que la maquette vole bien sans que les juges ne se rendent compte de l'écart de calage lors de l'épreuve statique. Pas facile, mais c'est le jeu des concours maquettes...

Les planeurs non maquette taillés pour la perfo volent avec un fuselage parfaitement à l'horizontale, pour une traînée minimale.

	CENTRAGE AVANT	CENTRAGE ARRIÈRE
AVANTAGES	Modèle plus stable, souvent plus facile à piloter.	Meilleures performances (notamment en planeur).
	Avion ayant moins tendance à décrocher, voir impossible à décrocher.	Modèle plus neutre en voltige, volant plus "à plat" sur le dos, demandant moins de corrections sur la tranche. Vol 3D bien meilleur.
		Meilleure efficacité des gouvernes.
INCONVÉNIENTS	Modèles demandant plus de vitesse pour décoller. Avec un train tricycle, difficulté à soulever la roue avant.	Le décrochage est plus sec, et prévient moins.
	Modèle plus difficile à freiner en approche.	Les gouvernes peuvent devenir très sensibles. Un centrage en limite arrière peut rendre le modèle très difficile à contrôler.
	A l'atterrissage, un avion à train classique centré avant risque plus de rebondir, du fait de la difficulté à le tenir nez haut.	La vrille peut devenir plate, et aller jusqu'à ne pas pouvoir sortir.

Bien régler ses débattements

C'est avant tout sur le débattement de la profondeur que le centrage influe, mais d'une façon générale, reculer le centrage augmente la sensibilité de toutes les commandes. On dit que le modèle est "vif" aux commandes. Avancer le centrage la diminue, on dit que l'avion est plus "lourd" aux commandes, et dans les cas extrêmes, qu'il devient "camion" à piloter. Pour la profondeur, voici comment je détermine le débattement après avoir affiné le centrage : je me place à une hauteur de sécurité et j'effectue des décrochages moteur réduit (ou coupé avec un électrique).

• Si le modèle refuse de décrocher, le débattement de la profondeur est insuffisant. En effet, pour poser à la vitesse minimale, je dois pouvoir, sans souffler la profondeur, amener l'avion à une attitude assez cabrée pour toucher "trois points" si c'est un train classique, ou "nez haut" si c'est un tricycle.

• Si le modèle décroche alors que je ne suis encore qu'à mi-course de la profondeur, j'ai trop de débattement. Toute la course du manche située au-delà du moment où je fais décrocher l'avion, ne va pas servir... et je perds de la précision de pilotage en n'utilisant qu'une faible partie de la course du manche. Cas particulier où ce n'est pas vrai, les avions de voltige "3D", qui utilisent des débattements "de folie", car ces avions doivent être pilotables "au-delà" du décrochage, quand ils sont pendus à l'hélice. Dans ce cas, seul de l'expo permet d'avoir un contrôle précis autour du neutre tout en ayant les grands débattements accessibles pour flipper, vriller à plat, voler à des incidences supérieures à celle de décrochage grâce au soufflage de l'hélice.

• Le réglage est idéal quand le décrochage est obtenu avec le manche de profondeur à 1 ou 2 mm de la butée. Ainsi réglé, on exploite au mieux toute la course du manche, et on est capable de réaliser décrochage et vrille. On peut différencier le débattement à cabrer et à piquer en faisant des décrochages sur le ventre et sur le dos. Cas particulier avec un planeur destiné à la course au pylône, le débattement à cabrer est réglé pour arriver à virer le plus serré possible sur la tranche à très grande vitesse sans déclencher...

J'aime bien un petit chapitre qui figure toujours dans les notices Great Planes qui dit en gros ceci : "On vous donne des débattements qui marchent... Quand vous aurez l'avion en main, libre à vous de les modifier selon vos goûts mais n'oubliez jamais ceci : Plus n'est pas toujours mieux..." Ça résume parfaitement le réglage des débattements

Les racers ont un tas de particularités : un volume de stab obtenu plus par le bras de levier que par la surface, un calage extrêmement faible adapté aux très hautes vitesses, et un centrage avant pour les rendre très stables aux plus hautes vitesses. Ce Petit Chelem de seulement 90 cm vole à 240 km/h et plus…

Avantages et inconvénients

Voici un petit tableau qui récapitule des symptômes liés aux centrages avant ou arrières (mais toujours dans la plage normale)

A vous de jouer

Vous avez maintenant les éléments pratiques pour régler vos avions et planeurs. Il arrive que des pilotes décrètent après un premier vol qu'un modèle est une "m..." et ne cherchent pas plus loin. Il suffit le plus souvent de bien le régler pour qu'il soit une m...erveille ! Prenez votre temps, analysez le comportement et réglez-le en fonction, c'est passionnant et valorisant. Il me reste à vous souhaiter de bons vols avec des aéromodèles parfaitement centrés et calés.

■ **Jean-Louis Coussot**