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

Les avions dédiés à la voltige 3D sont les premiers concernés par l'utilisation de doubles débattements et d'exponentiel, sans lesquels ils seraient très délicats à piloter.

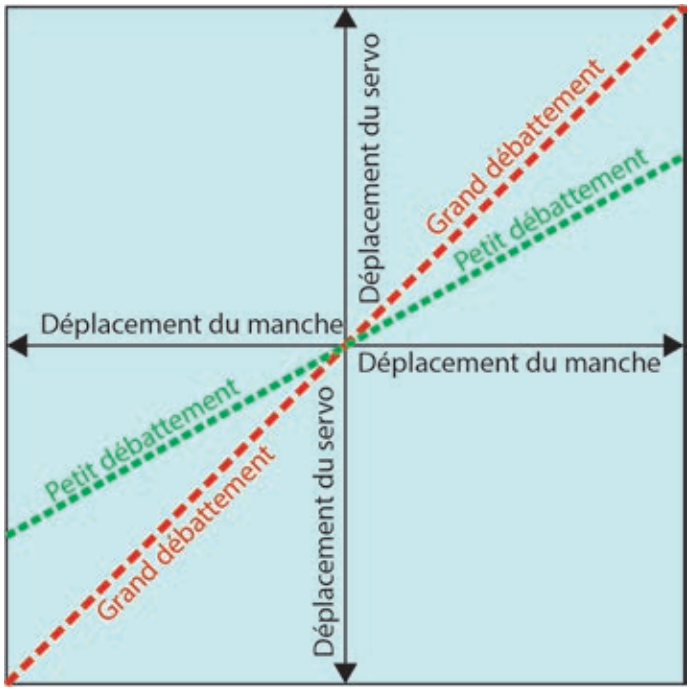
Après avoir passé en revue dans le précédent numéro les éléments de base concernant les débattements des gouvernes de pilotage que sont la profondeur, les ailerons et la direction pour un avion ou un planeur, nous allons aller un peu plus loin avec la bonne utilisation de fonctions que l'on retrouve sur la quasi-totalité des émetteurs programmables.

Ces fonctions sont là pour nous donner plus de confort et contrairement à ce que peuvent dirent quelques pilotes qui se refusent à les utiliser, elles ne sont en rien une « triche » et elles n'assurent pas le pilotage à votre place. Croyez-moi, bien des pilotes d'avions grandeur nature seraient heureux de pouvoir disposer de nos doubles débattements, de nos expos et de quelques mixages basiques... Nous allons nous borner dans cette seconde partie de l'article à étudier les "dual-rates", les "Expos", le "différentiel d'ailerons" et le mixage ailerons vers direction. Il existe bien sûr bien plus de possibilités de mixages sur les émetteurs évolués, mais le magazine complet ne suffirait alors pas... Et surtout, nous entrerions dans des cas trop particuliers alors que le but ici est de rester le plus général possible.

Les doubles débattements ou "Dual Rate"

La majorité des émetteurs actuels proposent cette fonction, qu'il ne faut pas confondre avec les réglages de course. Le réglage de course permet de définir le débattement "maxi" d'un servo, et par là même, d'une gouverne. La fonction "dual-rate" est activée par un interrupteur et permet de disposer, en vol, du choix entre des débattements différents selon les besoins du moment. Le terme "dual-rate" ou "double débattement" est devenu générique, mais il est de plus en plus courant de pouvoir affecter à cette fonction un interrupteur à trois positions et dans ce cas, on pourra même prévoir trois valeurs de débattements différentes. Le terme ne change pas, on ne parle pas de triple-rate ou triple débattement... mais c'est pourtant bien le cas.

Les inters peuvent avoir deux ou trois positions, ce qui permet d'avoir deux ou trois jeux de débattements et expos accessibles durant le vol.



On voit ici qu'avec un double débattement "standard", le déplacement du servo reste linéaire, mais selon le position de l'inter, le servo se déplacera selon la ligne rouge ou la ligne verte.

Cette fonction est très utile pour la voltige : pour le décollage, l'atterrissage et les figures "coulées", on sera précis avec de faibles débattements, tels que nous les avons définis plus haut. Pour réaliser des figures plus violentes, comme des tonneaux très rapides, des boucles carrées, des déclenchés ou des vrilles, et bien sûr, pour les figures de voltige 3D, cette fonction permet, en basculant un interrupteur, d'accéder à des débattements plus importants. Le réglage initial mécanique est alors fait pour les grands débattements, et on règle ensuite les petits par un taux réduit basé sur les grands.

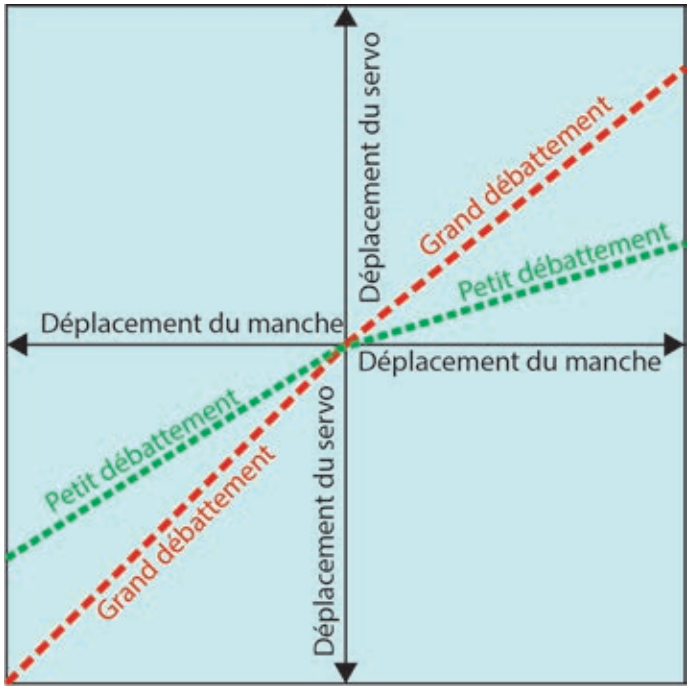
Si votre émetteur permet d'affecter plusieurs interrupteurs aux dual-rates, il sera utile lors des vols de mise au point, d'affecter un inter par axe : profondeur, ailerons et direction. Une fois les débattements affinés, je vous conseille de regrouper si c'est possible tous les dual-rates sur un unique interrupteur, ce sera plus pratique à utiliser.

Les dual-rates sont très utiles lors d'un premier vol, si vous avez un doute sur le réglage à adopter. Il est pratique d'avoir au moins deux valeurs de débattements, vous pourrez ainsi rapidement adapter le comportement du modèle et avoir un avion sain, et ainsi mener vos essais de débattements sur une bonne base.

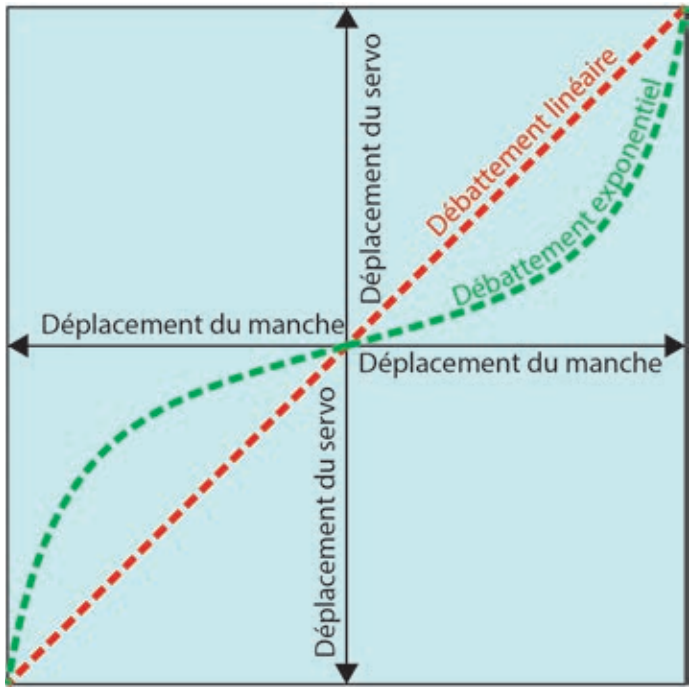
Les exponentiels (ou expos)

Voilà une autre fonction très courante, mais pas toujours bien comprise ou utilisée. L'expo consiste à remplacer la réponse linéaire du servo par rapport au déplacement du manche par un déplacement sur une courbe.

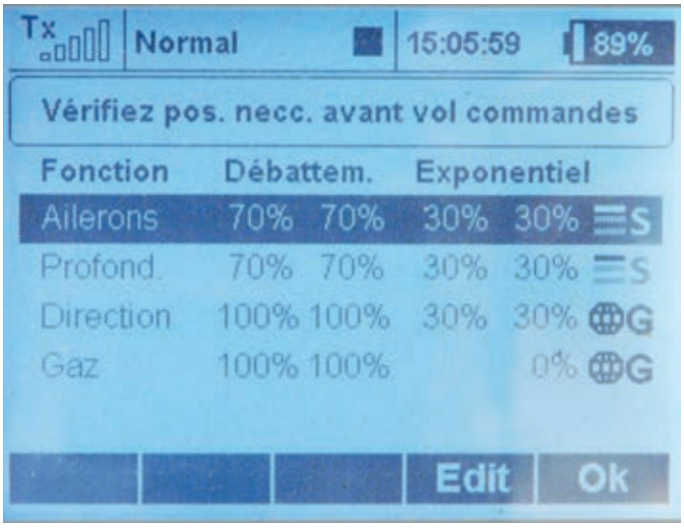
Pour cela, on définit un "taux" en pourcents. Je rencontre deux erreurs très courantes chez les pilotes qui me demandent de tester un modèle qu'ils ne "sentent" pas bien : le sens du pourcentage peut être positif ou négatif, et il se trouve que les fabricants ne se sont pas mis d'accord pour que le signe ait toujours le même effet… Ainsi, chez Graupner, JR ou Jeti par exemple, un expo avec un signe positif (+) va adoucir la réponse autour du neutre, pour ensuite rattraper progressivement le débattement jusqu'à la valeur maxi. Mais chez Futaba ou Tactic par exemple, il faut un taux avec un signe négatif (-) pour obtenir le même effet. L'erreur courante est donc d'avoir mis de l'expo avec le mauvais signe et au lieu d'avoir un modèle doux autour du neutre, on peut se retrouver avec un modèle aux limites du pilotable.

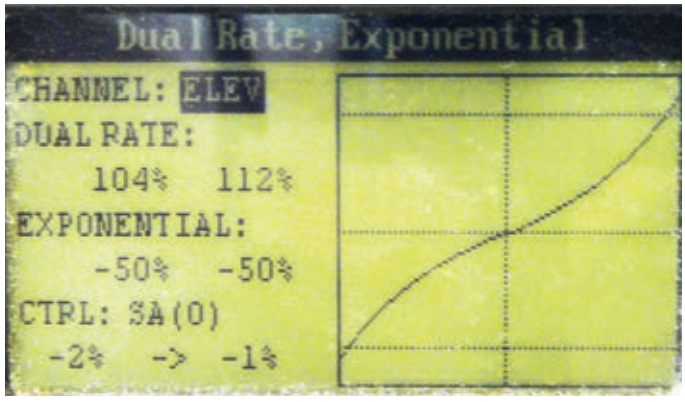


Sur certains émetteurs, il est possible de différencier le débattement de part et d'autre du neutre. Les lignes de débattement sont alors "brisées" en passant le neutre. Cela permet par exemple sur la profondeur, de régler différemment le comportement à cabrer et à piquer.



L'utilisation la plus courante de l'expo permet d'avoir peu de déplacement du servo quand le manche se déplace autour du neutre, et de rattraper progressivement le débattement maxi prévu.





A gauche, les expos sont en "positif" pour adoucir la réponse autour du neutre chez Jeti. En haut, chez Tactic, notez le signe "moins" devant le taux d'expo, là aussi pour adoucir la réponse autour du neutre… Il est capital de savoir comment fonctionnent les expos sur son émetteur !

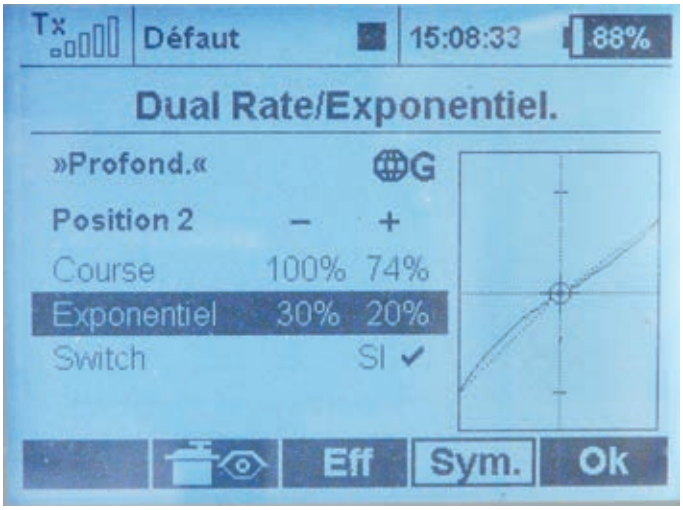
Si vous n'êtes pas sûr du sens pour votre marque de radio, voici comment le déterminer : affectez un interrupteur pour mettre ou couper l'expo. Mettez un taux d'expo positif important (+ 50 à + 80 %) pour le temps de ce test sur une des positions de l'inter, et 0 % pour l'autre position. Mettez l'inter sur 0 %, et déplacez le manche de moitié et maintenez-le ainsi. Basculez l'inter. Si le débattement diminue, vous saurez que c'est avec un signe + que vous adoucissez le comportement autour du neutre. S'il augmente… il vous faudra utiliser de l'expo avec un signe – pour adoucir le comportement autour du neutre.

L'expo doit être utilisé à bon escient et avec parcimonie. J'ai souvent rencontré des modélistes qui mettent de l'expo "par principe" et avec un taux important dès le premier vol, et avec des valeurs de débattement réduites. Autant un avion trop sensible autour du neutre peut être difficile à maîtriser, autant il est très désagréable et tout aussi dangereux d'avoir un modèle qui est totalement inefficace autour du neutre.

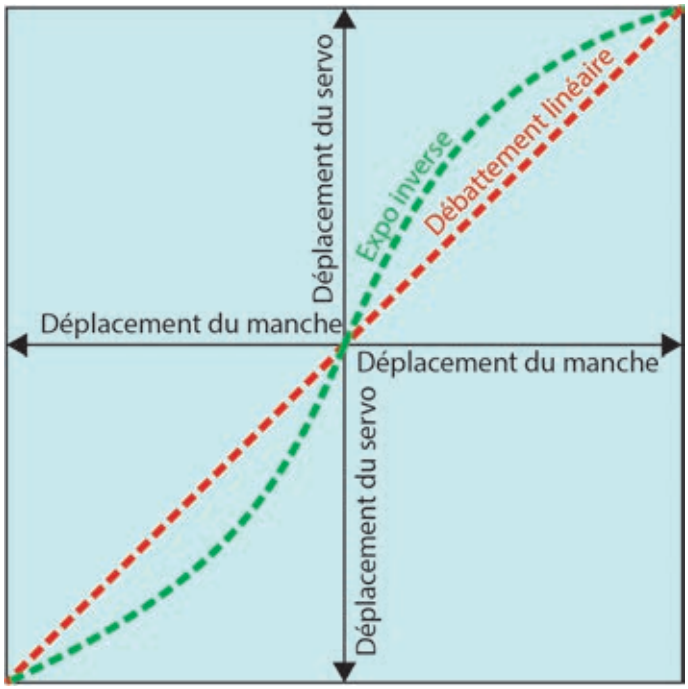
L'expo, c'est comme les antibiotiques, ce n'est pas automatique ! Pour un premier vol avec des débattements civilisés, je conseille de ne pas en mettre, à moins d'avoir des infos fiables sur une valeur adaptée au modèle. Commencez par régler le débattement maxi, et quand celui-ci est bien adapté, si le modèle est trop vif autour du neutre, mettez alors de l'expo, progressivement (10 % à la fois, puis affinez par 5 % à la fois) jusqu'à ce que le comportement vous satisfasse.

Un des problèmes liés à la valeur de l'expo, c'est que les fabricants ne se sont pas mis d'accord sur le sens, mais pas non plus sur l'amplitude de la courbe pour un taux donné… Selon les marques, un même effet ressenti" pourra demander des taux différents. Ainsi, les valeurs d'expo des notices ou des essais dans les revues ne sont qu'indicatives, mais il revient à chacun de trouver "son" réglage… Car en plus, le ressenti de l'effet de l'expo est très "subjectif" et propre à chacun. Quelques règles sont toutefois utiles à connaître : quand vous utilisez des dual-rates, plus le débattement est fort et plus il faut en général monter le taux d'expo. Inversement, de petits débattements se contentent de faibles taux d'expo, voir de pas d'expo du tout.

Un cas particulier et relativement rare consiste à utiliser l'expo pour rendre une gouverne plus réactive autour du neutre. On inverse alors le sens du taux d'expo. Cela peut servir pour "rattraper" une aérodynamique "pas terrible" avec un profil qui fait que les ailerons donnent un taux de roulis maxi correct, mais se montrent particulièrement inefficaces autour du neutre. On a déjà vu ce cas avec des profils exagérément épais et des gouvernes de faible profondeur. L'aileron est mal alimenté autour du neutre et il faut atteindre un débattement déjà marqué pour qu'il se passe quelque chose… L'expo "inverse" peut alors aider à rendre l'avion plus agréable.



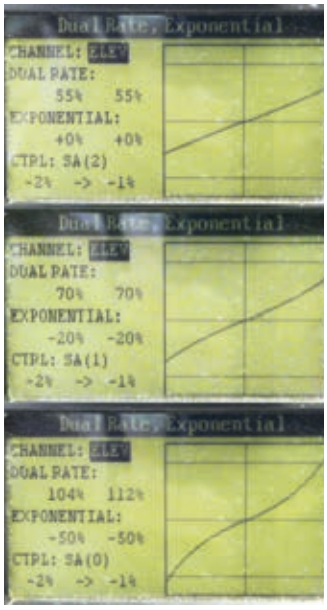
On voit ici un cas où les débattements et les expos ne sont pas symétriques. C'est possible sur les émetteurs haut de gamme afin d'affiner au maximum le comportement du modèle.



Moins courant, mais parfois utile pour sauver un avion à l'aérodynamique "moyenne", l'expo "inverse" donne plus de sensibilité autour du neutre.

Les avions de 3D

La voltige dite 3D concerne des modèles aux gouvernes à la fois hypertrophiées et dotées de débattements extrêmes. Ici, il n'est plus question de se limiter au débattement permettant tout juste d'atteindre le décrochage sur la profondeur, car le but est d'être en mesure de piloter le modèle en mode "profondément décroché". En clair, l'aile ne porte plus, mais elle est un peu le balancier du funambule : on utilise le soufflage des gouvernes par l'hélice pour piloter un engin suspendu à la traction du moteur. Ce vol se fait à des vitesses relativement faibles, voire nulles (Harrier, torque roll). Ici, les doubles et triples débattements ont tout leur sens et un inter sera utilisé pour disposer de débattements modérés avec peu d'expo pour les figures classiques, coulées et de très grands débattements avec beaucoup d'expo (50, 60 %) pour le travail en régime décroché. Si on dispose d'inters 3 positions, un débattement intermédiaire avec expo intermédiaire peut être pratique, pour les vrilles et déclenchés "standards" par exemple.



Exemple type d'une programmation avec trois niveaux de débattements associés à trois niveaux d'expo. En haut, les petits débattements pour figures très coulées et vol rapide n'ont pas d'expo. Au centre, le débattement moyen pour la voltige classique donne plus de débattement avec un peu d'expo. Enfin, en bas, les très grands débattements pour le 3D ont un fort taux d'expo.

Les planeurs et les avions lents à profil très dissymétrique ont besoin d'un fort différentiel pour atténuer le lacet inverse qui est presque toujours présent.

Le différentiel

Un réglage particulièrement important quand on met au point un avion ou un planeur est celui du différentiel des ailerons. Selon le profil, la vitesse de vol et les proportions des ailerons, ces derniers vont générer plus ou moins de "lacet inverse". En effet, d'une manière générale, l'aileron qui s'abaisse génère une augmentation de la traînée sur son aile, tandis que l'aileron qui se lève réduit la traînée de son côté. On le voit, pour incliner à gauche par exemple, on lève l'aileron gauche, ce qui réduit la traînée de l'aile gauche, et on abaisse l'aileron droit, ce qui augmente la traînée de l'aile droite. On incline à gauche pour tourner à gauche, mais la différence de traînée tend à faire tourner le nez… vers la droite. C'est ça, le lacet inverse. Pour le contrer sans artifices, la solution est d'utiliser la gouverne de direction en la braquant suffisamment du côté où l'on incline, durant la mise en virage (et aussi quand on remet à plat en accompagnant les ailerons avec de la direction dans le même sens). Toutefois, il est possible de diminuer l'intensité de cet effet dit "secondaire" (l'effet primaire étant le mouvement en roulis) en faisant lever l'aileron plus qu'il ne s'abaisse. Cela peut être obtenu mécaniquement en jouant sur la géométrie des tringles de commandes. Avec les radios modernes, en utilisant une voie et un servo par aileron, on peut obtenir facilement ce débattement différent de part et d'autre du neutre par la fonction "Différentiel".

Là encore, lors des premiers vols, faites faire des battements d'une aile sur l'autre à votre modèle à vitesse modérée et même assez faible. Observez le nez. S'il part franchement à l'opposé de l'inclinaison, il est utile d'augmenter le différentiel, en réduisant le débattement vers le bas des ailerons, sans toucher au débattement vers le haut. N'espérez toutefois pas réussir à chaque fois à annuler intégralement le lacet inverse. Il est des profils et des géométries qui en donnent tant que même en annulant le débattement des ailerons vers le bas, le lacet inverse est encore présent. Là… il faudra vraiment vous servir de la gouverne de direction (ce n'est pas par hasard qu'en grandeur, elle est de nos jours baptisée "gouverne de symétrie", puisqu'elle permet de gérer la symétrie du vol).

Avant un premier vol, vous pouvez analyser votre modèle pour savoir s'il est utile de mettre du différentiel d'entrée de jeu et combien. En gros, voici les paramètres à prendre en compte.

- Plus le profil est dissymétrique, plus il générera de lacet inverse.
- Plus les ailerons sont profonds, plus ils génèrent de lacet inverse.
- Plus l'allongement de l'aile est important, plus le lacet inverse sera sensible.
- Plus le fuselage est court par rapport à l'aile, moins l'effet directif de la dérive aidera à tenir la symétrie du vol et plus le lacet inverse se fera sentir.

Ainsi, sur un multi style F3A,

Un modèle plus rapide et à profil symétrique pourra en général se passer de différentiel.

ou un planeur de voltige, on se passera de différentiel pour le premier vol et on testera pour voir s'il en faut "un peu"... C'est en effectuant des tonneaux que l'on verra si le modèle "tourne rond" autour de l'axe du fuselage et en testant différentes valeurs de différentiel (en positif ou en négatif) que l'on réglera ce type de modèle. Sur un modèle plus paisible, comme une maquette ou un trainer, un peu de différentiel fera le plus souvent le plus grand bien pour donner un comportement confortable et réaliste à des vitesses de vol relativement faibles. Des taux de 20 à 50 % sont des valeurs courantes.
En planeur, plus on a de l'allongement et plus le profil est destiné à gratter, plus on devra mettre du différentiel d'entrée de jeu.

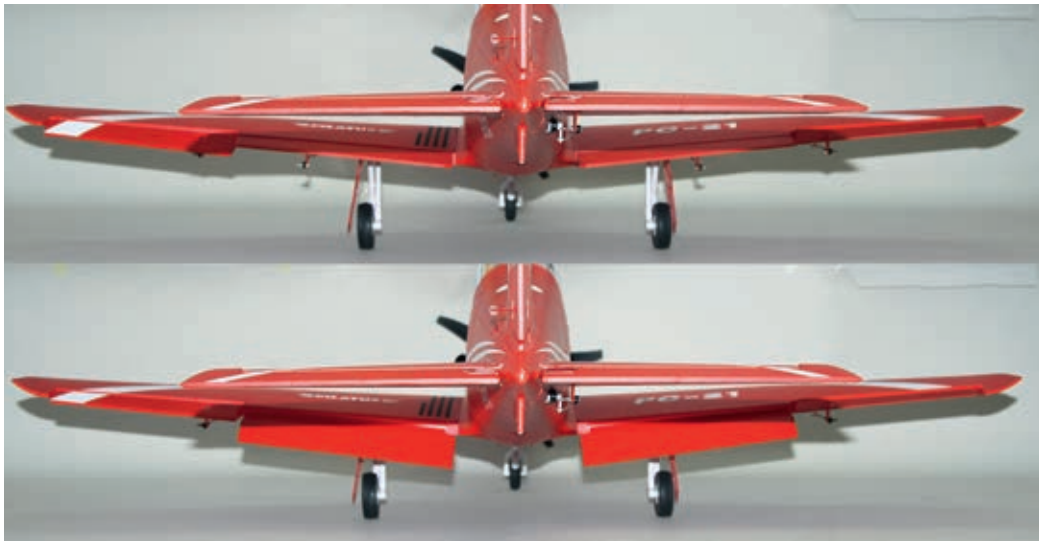
Pour les modèles avec des ailerons dont le neutre peut varier, pour qu'ils agissent en volets (gestion de la courbure par flaperons ou ailerons accompagnant les volets), on aura intérêt à prévoir différents taux de différentiel, activés par le même interrupteur qui sélectionne la position des volets. Plus on abaisse le neutre des ailerons et plus on aura un fort taux de différentiel. Ainsi, pour une position "vitesse" ou "voltige", on se contentera par exemple de 15 à 20 % de différentiel, en mode de transition ou croisière, un taux de 30 à 50 % sera utilisé et en mode "pleins volets" ou "gratte", on pourra aller de 50 à 75-80 %.

Pour ceux qui ne sont pas à l'aise avec la conjugaison trois axes

Les modèles donnant beaucoup de lacet inverse peuvent être délicats pour le pilote encore peu entraîné à bien doser la gouverne de direction. Un mixage très courant sur les émetteurs modernes est le mixage ailerons > direction, parfois appelé "combi-switch". Si vous avez peur de ne pas bien vous servir de votre dérive, ou si le lacet inverse reste puissant malgré un fort différentiel, ce mixage est très pratique ! J'en connais beaucoup qui m'ont dit "ne pas aimer tricher", mais à qui j'ai prêté certains de mes modèles sans leur dire que ce mixage était activé... C'est après qu'ils les aient pilotés et trouvés très agréables que je leur ai révélé la présence de ce mixage... Le commentaire "Ah, ben je l'ai pas senti. En effet, bien réglé, il donne du confort et est " transparent". En planeur, je l'utilise souvent avec un taux de 30 à 50 % en vol "normal", 50 à 70 % en mode "gratte", volets baissés, et je le coupe en mode voltige, car il serait alors un gêne plus qu'un avantage. Notez qu'avec ce mixage, vous aurez la sensation que vos ailerons sont plus efficaces... En fait, la direction générant souvent du "roulis induit", celui-ci s'ajoute au roulis direct généré par les ailerons, et on a un modèle plus réactif en roulis. N'exagérez pas non plus le taux de ce mixage, le modèle aurait une forte tendance à "engager", c'est-à-dire à se mettre à piquer lors de la mise en virage. Et puis, quand vous commencez à être à l'aise avec votre modèle, pensez à désactiver ce mixage et à apprendre à travailler votre conjugaison ailerons-direction manuellement, vous progresserez mieux. A noter enfin qu'avec des planeurs à fort allongement, qui souvent nécessitent de mettre un peu d'ailerons à contre une fois en virage stabilisé, ce mixage mettant de la direction dans le sens des ailerons, il vous faudra mettre aussi bien plus de direction au manche, dans le sens du virage pour que le virage soit coordonné. On ne peut pas tout avoir : gommer le lacet inverse durant la mise en virage ou la sortie de virage, et se passer de "mettre du pied en virage stabilisé.

Pour conclure

La mise au point d'un modèle est un moment passionnant, car on peut le mettre "à sa main". Si à la base, il peut exister des réglages qui permettent à tout le monde de faire voler un modèle, il n'y a rien de plus subjectif que les réglages qui le rendront "parfait" pour son pilote attitré. En grandeur nature, les réglages sont figés à la suite des essais en vol sur les prototypes et tous les pilotes sont obligés de faire avec ce qui leur est fourni sur les modèles de série. Nous avons cette chance sur nos modèles réduits de pouvoir personnaliser facilement centrage, débattements et courbe de réponse des gouvernes pour que chaque modèle soit "unique" et le mieux adapté à son propriétaire et pilote. Prenez le temps de peaufiner vos réglages, cela peut demander de nombreux vols, souvent très courts d'ailleurs, le temps d'analyser le comportement sur un axe à la fois, de se poser, de modifier et de repartir tester le résultat. Surtout, ne modifiez pas plusieurs paramètres à la fois, vous ne sauriez vous rendre compte de ce qui a été efficace ou de ce qui a empiré les choses. Bien sûr, avec l'expérience, vous pourrez parvenir à cerner les réglages à effectuer de plus en plus rapidement, mais ceux qui en sont à pouvoir définir pratiquement tous les changements de réglages à faire sur un modèle en un vol n'ont pas besoin de cet article... Et ils ne sont pas si nombreux... Il existe bien d'autres mixages possibles avec nos radios modernes, mais cela dépasse le cadre de cet article qui doit vous permettre de bien dégrossir les réglages de base. Je vous souhaite de bons essais en vol.



Pour un modèle qui peut changer de configuration aérodynamique, comme cette maquette d'avion d'entraînement militaire, on peut par exemple se passer de différentiel en vol rapide volets rentrés (en haut), et associer du différentiel au même interrupteur que celui qui commende les volets. On voit en bas que volets sortis, l'aileron gauche est nettement moins braqué vers le bas, ce qui donne un contrôle plus facile aux basses vitesses. Dans les deux cas, le manche d'aileron est en butée vers la droite et l'aileron droit est monté de la même valeur.

Jean-Louis Coussot