



**TECHNIQUE** Par Christophe HUCHET, photos de l'auteur

# Réglage et synchronisation des Rotax à carburateur

**ENTREtenir son ULM.** Christophe Huchet, pilote et formateur sur moteurs Rotax, s'intéresse aux carburateurs des Rotax série 9--. Il aborde leur fonctionnement et comment les synchroniser, car la synchronisation est non seulement un gage de longévité, mais une facilité pour le pilotage et un confort certain pour l'équipage !

Christophe Huchet au MULM 2024. Depuis quelques années, il organise des démonstrations pour montrer aux ulmistes comment régler leurs moteurs Rotax. Elles suscitent beaucoup d'intérêt et de questions de la part des visiteurs.

**A**vec 97 000 000 heures de vol, il n'est plus besoin de louer la fiabilité des moteurs Rotax série 9--. Il subsiste néanmoins des critiques, notamment sur sa carburation, et plus particulièrement sur les carburateurs qui équipent les 912 80 et 100 cv. Je vais essayer ici de démyster ces organes complexes – et maléfiques pour certains – que sont leurs carburateurs.

Le BING 64, c'est le patronyme de ce carburateur, il a été conçu au début des années soixante-dix par la société éponyme pour les motos BMW et ses célèbres séries R75/6, R80/7, etc., sur lesquelles il a été monté jusqu'en 1996, date à laquelle sont apparus de nouveaux moteurs équipés de l'injection. Cette petite rétrospective a pour objectif de faire prendre conscience que

cette technologie n'est plus utilisée sur des véhicules terrestres depuis 28 ans et qu'en dehors des modifications visant à les « avionniser », réalisées par BING à la demande de Rotax, ils n'ont depuis connu aucune évolution, autres que celles imposées par les impératifs – et les coûts ! – de production.

Mais cette ancienneté a également des effets induits qui prennent toute leur importance lorsque l'on procède à des travaux sur ces carburateurs et à leur réglage, incluant la sacro-sainte synchronisation. Le premier de ces effets est lié aux pièces de rechange et d'usure qui ont été copiées à l'envie à travers le monde, ce qui, pourrait-on croire, aurait permis d'en réduire les coûts, mais en a surtout diminué la qualité !

Le deuxième effet, je le confesse, me touche plus particulièrement, car je fais partie de la dernière génération de techniciens formés dans leur jeune âge (pff) aux carburateurs complexes qui ont depuis – très – longtemps disparu des manuels scolaires ; il en résulte une connaissance très inégalement partagée et peu utilisée, dont les protagonistes subissent l'élimination naturelle.

Le coup de génie lié à l'utilisation de ces carburateurs – étymologiquement nommés à « équipression » – a provoqué un effet d'aubaine une fois montés sur le Rotax série 9–, car leur principe de fonctionnement, qui sépare mécaniquement la commande des gaz (le papillon) et celle de la richesse (faisant intervenir une aiguille solidaire d'un biseau, lui-même actionné par une membrane soumise aux variations des pressions internes : la demande du moteur, et externes : la pression atmosphérique !), a contribué à leur prolifération sur les aéronefs légers en affranchissant ceux-ci de la – vilaine – manette rouge, j'ai nommé la mixture !

Plus besoin de scruter les EGT comme le lait sur le feu, plus besoin de se replonger mentalement dans le théorique : « *Quand on monte, on enrichit ou on appauvrit ?* » « *Plus riche, c'est plus chaud ou plus froid ?* », ni dans le souvenir des explications souvent floues fournies par l'instructeur à l'époque : « *Tu tournes pour faire monter la T° et quand elle est au maximum, tu reviens de N tours dans le sens inverse.* » Sans parler de la tranquillité d'esprit, de ne pas risquer de commettre l'irréparable oubli de la descente depuis le FL125 sans avoir réajusté la mixture... Quelle facilité et quel confort ! On croirait que ces carburateurs ont été conçus pour une utilisation aéronautique !

Au chapitre des modifications imposées à ces carburateurs terrestres pour leur permettre d'équiper le Rotax série 9–, il me faut évoquer leur latéralité et leurs commandes de gaz et de starter qui ont un effet direct sur la synchronisation. En effet, sur les flat-twin de moto pour lesquels ils ont été conçus, l'actionnement des papillons et mécanismes de starter se faisaient à l'intérieur, côté carter moteur, afin de préserver les câbles et les commandes des agressions extérieures de tout ordre, et surtout sans leviers.

Sur le Rotax série 9–, afin de rendre accessibles les commandes et de pouvoir les avionner en y adaptant un levier, celles-ci ont été placées à l'extérieur ; en clair, on a placé le carburateur « right » à gauche où il est devenu « 2/4 » et le « left » à droite, devenu « 1/3 ». Simple, efficace, mais qui n'est pas sans incidence pour les pièces de rechange, les assemblages et les réglages.

Pour parfaire une utilisation aéronautique, Rotax s'est logiquement soumis à sa logique qui veut qu'un dispositif de commande de puissance soit, selon l'expression consacrée, « naturellement ouvert », gaz en grand au repos, à l'opposé du



La demande est forte pour les démonstrations de synchro...

modèle terrestre qui impose le « naturellement fermé » en cas de rupture de la commande.

Pour d'obscures raisons, certains constructeurs suppriment les leviers de commande et reviennent de fait à la position « naturellement fermé au repos » : Pipistrel, Humbert, etc. Il est vrai que cette configuration facilite les réglages de synchronisation.

### Pourquoi deux carburateurs ?

Après cette brève présentation de ce carburateur, nous allons aborder le pourquoi. La première affirmation sur le sujet revient à Régis (DBDC) « *S'ils avaient été intelligents, ils n'auraient mis qu'un carbu ! On ne se s'rait pas fais c... avec la synchro...* »

Pourquoi deux carburateurs ? Si la simplicité et la compacité des collecteurs d'admission sont des raisons industrielles certaines, celle de la puissance fournie, elle est directement influencée par le volume d'air admis dans le moteur et, n'en déplaise à Régis, on fait passer plus d'air au travers de 64 mm que 32 mm (diamètre nominal d'un carburateur).

Pourquoi ne pas avoir monté un carburateur de plus gros diamètre ? Tout simplement, comme évoqué plus avant, lors de la conception de ce moteur, les carburateurs avaient quitté les capots des automobiles au profit de l'injection depuis plus de 15 ans, et ceux que l'on trouvait sur les derniers véhicules terrestres équipés étaient très difficilement « avionnable » et de fiabilité toute relative (double corps...); il n'y avait plus qu'en moto où il en restait encore. Les BING 64 étaient parmi ceux disposant des diamètres les plus importants et, dans tous les cas, les seuls utilisant cette technologie produite en Europe.

Pourquoi ne pas avoir utilisé un carburateur conçu pour l'aéronautique équipant déjà les Conti Lyco, par exemple ? Il suffit de connaître l'empirisme de leur conception, datant de la WW2, pour comprendre qu'il n'était pas concevable de sortir un nouveau moteur avec de tels carburateurs et il n'était pas alors question de pollution.



Le CarbMate est, selon Christophe Huchet, le synchroniseur électronique de carburateurs le plus simple et le plus efficace. Il est d'ailleurs recommandé par Rotax.

Les réglages de base préconisés par Rotax, disponible sur leur site [www.flyrotax.com/](http://www.flyrotax.com/)

Version	912 UL/A/F		912 ULS/ULSFR/S		914 UL/F	
Location	1/3	2/4	1/3	2/4	1/3	2/4
Airbox part no. 667355 BING no. Main jet Needle position	892500 64/32/416A-02 HD 158 <sup>1)</sup> NP 3	892505 64/32/417A-02 HD 158 <sup>1)</sup> NP 3	892530 <sup>4)</sup> 64/32/421A-02 HD 155 NP 3	892535 <sup>5)</sup> 64/32/422A-02 HD 155 NP 3		
Air filter BING no. Main jet Needle position	892500 <sup>2)</sup> 64/32/416A-02 HD 158 NP 3	892505 <sup>3)</sup> 64/32/417A-02 HD 158 NP 3			887093 <sup>6)</sup> 64/32/418/01 HD 160 <sup>10)</sup> NP 2	887098 <sup>7)</sup> 64/32/419/01 HD 164 <sup>10)</sup> NP 2
Airbox part no. 667162 BING no. Main jet Needle position					887093 64/32/418/01 HD 160 <sup>10)</sup> NP 1	887098 64/32/419/01 HD 164 <sup>10)</sup> NP 2
Airbox part no. 667167 BING no. Main jet Needle position					892520 <sup>8)</sup> 64/32/418A-05 HD 156 <sup>10)</sup> NP 2	892525 <sup>9)</sup> 64/32/419A-05 HD 158 <sup>10)</sup> NP 3
Airbox part no. 667574 BING no. Main jet Needle position					892520 64/32/418A-05 HD 156 <sup>10)</sup> NP 2	892525 64/32/419A-05 HD 158 <sup>10)</sup> NP 3
Needle jet	ND 2,72		ND 2,70			ND 2,72
Diffusor	961200		961202			961200
Jet needle			961215			
Idle jet			LD 35			
Cold start jet			SD 85 <sup>11)</sup>			
Float needle			261706			
Idle mixture screw			LS 1,5			

## Pourquoi synchroniser les carburateurs ?

La première des raisons est de rendre le moteur le plus exploitable possible. Pour cela, il doit délivrer sa puissance sans à-coups, de la façon la plus linéaire possible, le tout en produisant le moins de vibrations possible. Le 912 ayant une architecture « flat 4 », chacun des carburateurs alimente deux cylindres (on parle des bancs de cylindres que l'on nomme 1/3 et 2/4), du fait des disparités de rendement d'un cylindre à l'autre pour des raisons thermodynamiques et des tolérances de fabrication du moteur, mais aussi du fait qu'ils sont des assemblages impliquant un grand nombre de pièces en mouvement. Chaque banc de cylindres a un rendement propre, ce qui est parfaitement normal, mais tend à provoquer un fonctionnement « chacun pour soi ». Pour une rotation sans heurt, il faut que les deux bancs de cylindres travaillent ensemble, qu'ils s'accordent au mieux pour un fonctionnement harmonieux.

Tout cela nous amène aux réglages qui sont regroupés en deux opus. Le premier, que l'on désigne sous le vocable de « mise au point », consiste en l'adaptation des carburateurs au moteur et à son environnement. Ce travail est à 95 % réalisé au banc par le motoriste avant la mise sur le marché ; il y pré définit des positions de base, des diamètres de gicleurs, des conicités d'aiguilles et de puits, des levées de boisseaux et autres vitesses de la veine gazeuse en fonction du pourcentage d'ouverture du papillon et bien d'autres données que, pour parodier G. Brassens, il m'est rigoureusement interdit de nommer ici.

Les manomètres sont simples, mais le fait qu'ils affichent des valeurs instables peut être perturbant.



Les 5 % restant consistent en l'adaptation du moteur à l'environnement dans lequel il va être exploité en utilisant les paramètres pré établis par Rotax, qui figurent dans l'Operator Manual et le Heavy Maintenance Manual ([www.flyrotax.com/](http://www.flyrotax.com/)) ; comprenez que les besoins stœchiométriques seront différents si l'aéronef est basé à Courchevel ou à Saint-Malo. Étant précisé que ce « fine tuning » de la mise au point permet une amélioration – notable – des performances, mais n'interdit pas l'utilisation d'un même moteur en altitude ou au niveau de la mer. Cette opération doit être réalisée par un intervenant maîtrisant parfaitement la carbu rologie.

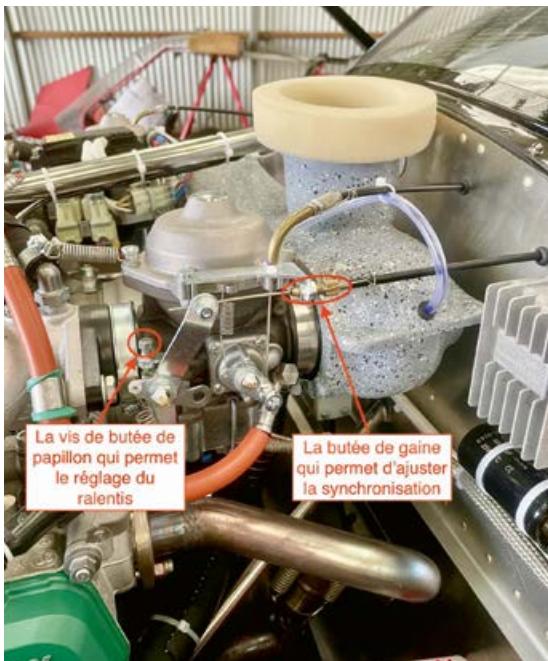
Vous l'aurez aisément compris, ce premier opus ne concerne pas les pilotes et peu les techniciens non spécialisés. Il est par ailleurs souvent préférable de se satisfaire des réglages médians préconisés par le motoriste que de vouloir faire mieux, car le remède peut s'avérer être pire que le mal.

Le second opus regroupe l'ensemble des actions qui visent à permettre un fonctionnement optimal du moteur tout au long de sa vie, en y associant les maintenances et les travaux planifiés, ou non, que devra subir le moteur/l'aéronef. Si l'on s'en tient à la maintenance, les carburateurs devront être révisés, leurs éléments mécaniques et leurs joints remplacés périodiquement. Plus simplement, l'usure naturelle du moteur et de ses servitudes imposera ces réglages tout au long de sa vie.

## Comment effectuer une synchronisation ?

Je devrais dire « des » synchronisations, car il y en a plusieurs à réaliser pour arriver au résultat d'un moteur tournant parfaitement à tous les régimes, avec un ralenti stable et constant, dans une absence de vibration sur toute sa plage d'exploitation.

La première étape consiste au positionnement des éléments et autres vis de réglage, ce que je



► La position des dispositifs de réglage sur le carburateur 2/4.



► Le tube d'équilibrage qui sera débranché lors de la synchronisation.

nomme « le point zéro », qui a pour objectif que les deux carburateurs soient en position nominale de réglages et d'ajustement strictement identique, en tenant compte notamment des disparités de fabrication et d'assemblage. Je ne vais pas ici vous assommer avec une procédure point par point, mais avec ses grandes lignes, en m'arrêtant sur les spécificités particulièrement importantes.

La vis de débit de ralenti située sous le carburateur, à proximité immédiate de son emmanchement dans la bride en caoutchouc, est improprement appelée vis de richesse, alors que son rôle n'est pas de calibrer une richesse, mais de gérer un débit de mélange déjà défini en essence par le gicleur de ralenti, localisé dans la cuve, et en air par le diffuseur calibré dans le corps, côté entrée d'air. Cette vis, originellement prévue pour affiner le ralenti sur les motos, ne pourra plus être actionnée une fois les carburateurs en place, du fait de la proximité immédiate des tubes d'échappement; pour cette raison, il lui est attribué une valeur de réglage fixe (1,5 tr). Les puristes s'insurgeront sur cet « arrangement avec le diable » et je veux bien en débattre avec eux (hors de ces lignes), mais sachez que cette solution définie par Rotax est parfaitement efficiente.

La seconde action consistera à s'assurer que le papillon est bien sur la position prédéfinie à sa conception via l'ajustement de sa vis de butée.

Maintenant que ces opérations ont été répétées à l'identique sur les deux carburateurs, l'opération suivante consiste à positionner les deux câbles de gaz de façon parfaitement symétrique, et ce sur la totalité du débattement de la commande (95 mm), sans oublier un synchronisme parfait entre les butées de ralenti des commandes à l'intérieur de l'aéronef et celles des carburateurs (he oui, la réduction du régime en finale en forçant sur la commande de gaz n'est pas une aide, mais la preuve d'un réglage incorrect!)

Sur ce point, il faut noter une grande inégalité dans la précision des commandes entre celles conçues par les constructeurs de l'aéronef et celles fabriquées par des spécialistes comme Farman, Ander, etc., à telle enseigne que, malgré mes longues – très... sniff – années de pratique, il m'arrive – souvent – de devoir modifier les commandes pour parvenir à une synchronisation sur toute la plage. Lorsque l'on arrive à ce point, seule la synchronisation mécanique est réalisée et, n'en déplaise à Régis: « C'est bien suffisant, pas besoin d'appareil, moi, je finis à l'oreille », elle est notoirement insuffisante pour un fonctionnement harmonieux du moteur, et ce pour les raisons suivantes.

Lorsqu'un moteur tourne à un régime stable, notre oreille saisit une onde vibratoire constante et continue située sur une même octave, or, à la vérité, la rotation du moteur est une succession de pulsations, plus ou moins régulières, correspondant à chacune des phases de son cycle à quatre temps: admission, compression, détente, échappement, qui, pour des raisons d'architecture, de rendement, de température, d'usure, diffèrent d'un cylindre à l'autre.

Les points de raccordement des outils de réglage pneumatique.



À cause de cela, pour atteindre le niveau de synchronisation voulu par le concepteur et permettre un meilleur fonctionnement, le moins gourmand en énergie, mais aussi et surtout d'éviter le vieillissement prématûr de certains organes comme la boîte de vitesse – le réducteur dirait Régis –, dont le crabot à dents de chien supporte très mal les oscillations vibratoires anachroniques : « *Clac, clac, clac, couic...* »

Il nous faut maintenant effectuer une synchronisation pneumatique qui consiste en un équilibrage parfait – quoique... – entre les deux carburateurs. Pour ce faire, il est indispensable de disposer d'un outillage permettant de mesurer indépendamment la dépression régnant dans chacun des conduits d'admission. Il existe plusieurs solutions techniques : le déplacement d'une bulle dans un tube rempli d'eau, peu onéreux, mais presque impossible à mettre en œuvre dans un environnement où la proximité immédiate de l'hélice produit un souffle qui en rendra la lecture compliquée. La version évoluée de cette solution est la colonne de mercure dont l'heure de gloire remonte aux quatre cylindres japonais des années 1970. Viennent ensuite les manomètres analogiques, relativement précis et ne nécessitant aucun étalonnage, mais qui sont encombrants, fragiles et dont l'affichage est très souvent instable, ce qui les rend astreignants à utiliser et en fait des dispositifs peu exploitables dans un environnement vibrant. Arrivent ensuite, et enfin dirais-je, les équilibreurs électroniques qui ont pour avantages : leur compacité – certaine –, leur adaptabilité et leur précision.

N'en déplaise aux puristes et autres « c'était mieux avant », je constate qu'après quelques milliers de synchronisations réalisées à l'aide de tous les



Le DigiSync, autonome, petit, léger, requiert un peu de métier.

systèmes existants, la solution la plus efficace et la plus probante est le synchroniseur électronique et que, parmi les très rares fabricants qui produisent de tels instruments (oui, on est ici plus proche de la musique que de la mécanique), le meilleur compromis que j'ai pu trouver est le CarbMate, traduisez « pote du carbu », qui allie simplicité, faible encombrement et facilité d'utilisation ; on pourra lui reprocher son manque d'autonomie, puisqu'il nécessite d'être relié à une batterie 12 V, celle de l'aéronef ou une autre, pour fonctionner et une certaine fragilité de son boîtier.

### Rendu là, on fait comment ?

Il va falloir raccorder les deux tubes de l'appareil au point de piquage prévu sur les collecteurs, deux petits bouchons vissés avec une clef de 10 mm. Une fois ces piquages raccordés, il faut débrancher le tube d'équilibrage situé entre les deux carburateurs et en obturer les extrémités, alors ouvertes, de sorte que chaque banc de cylindres ne soit alimenté que par son carburateur respectif (1/3; 2/4); les très vieux moteurs ne bénéficient pas de point de piquage et imposent de prendre la dépression directement dans chacun des raccords du tube d'équilibrage.

Ce prérequis est indispensable, au risque de réaliser une synchro « facialement dans le vert », mais, dans la réalité, faussée par un carburateur qui compense les insuffisances de l'autre, ce qui se traduirait par un fonctionnement irrégulier dû aux modifications sur la richesse, occasionnées par la prépondérance d'un carburateur sur l'autre.

Une fois l'ensemble de ces travaux préliminaires réalisés, il faut intégrer une dimension sécurité qui commence par l'emplacement – en éloignant Régis et ses copains du BDC –, en stabilisant l'aéronef avec son frein de parc, plus des cales : devant le train principal, les roulettes de nez ou de queue pouvant aisément passer au-dessus d'elles. Il est fortement recommandé d'asseoir une personne dans l'aéronef avec la main sur les interrupteurs d'arrêt.

Il faut être conscient que le danger est potentiellement mortel et que, de ce fait, il ne faut faire aucune concession et être encore plus vigilant lorsque l'on intervient sur un propulsif et encore plus sur un autogire, autour desquels la circulation est difficile (train d'atterrissement) et où le préposé à l'arrêt moteur ne vous voit que très mal s'il est assis dans la machine.

La synchronisation s'effectuera à 3300 rpm (+-200); c'est à ce régime que le moteur sort du régime de progression et où le couple résistant à l'hélice devient important (au point de pouvoir endommager les éléments mécaniques de la BV), l'action sur les tendeurs des câbles de commande permet compenser les déséquilibres D/G, on appréciera ici une des fonctionnalités intelligentes des synchroniseurs électroniques qui est le réglage de la sensibilité permettant une mise au point par étapes d'une précision croissante jusqu'à la perfection. Lorsque l'équilibre est obtenu, il doit se prolonger sur toute l'amplitude de la commande, étant entendu qu'à pleins gaz, les deux carburateurs sont grand ouverts et que la synchronisation ne peut être que naturellement parfaite.

En réduisant le régime autour du ralenti, on constate généralement un léger décalage d'un carburateur à l'autre; si celui-ci reste dans une proportion acceptable, que la synchro en accélération est correcte, il ne faut plus intervenir sur les câbles, mais régler et synchroniser le ralenti afin d'obtenir le régime le plus bas possible en limitant les vibrations. Pour cela, vous devrez rebrancher le tube d'équilibrage et affiner le réglage en agissant uniquement sur les vis de butée de papillon.

Vous ferez attention à ce que le ralenti ne descend pas en dessous de 1400 rpm qui est le régime minimal en dessous duquel les vibrations endommagent la BV et où le générateur ne produit plus suffisamment pour recharger la batterie (le voyant de charge s'allume).

Le comportement irrégulier du moteur à ce régime est provoqué par l'avance à l'allumage fixe très élevée au ralenti (26°) utilisé par les CDI, mais là, c'est un autre sujet que je développerai à l'occasion d'un autre article si je ne veux pas m'attirer les foudres de la rédac chef...

### **Quels sont les symptômes d'un moteur mal synchronisé et les risques encourus ?**

Les symptômes sont multiples, car il existe autant de possibilités de réglages incorrects que de moteurs ou de techniciens maladroits. Il peut s'agir d'un défaut de positionnement de base qui se ressentira sur toute la plage d'utilisation, d'un manque de linéarité de la commande, d'une prépondérance d'un carburateur, etc.



La dent de chien et les cannelures de la boîte de vitesses subissent directement les méfaits d'une synchronisation déficiente...

Les plus courants sont l'impossibilité de baisser le ralenti, qui se traduira par une vitesse d'autant plus élevée en finale que le pas de l'hélice sera important (les pilotes de machines fines commencent à comprendre...). Il y a également un fonctionnement « rugueux » du moteur dans les phases de mise en puissance, une tendance à caler lorsque l'on tire la commande à fond, un temps de réponse lors des remises de gaz, une sensation que le régime ne veut pas descendre lors de la réduction...

Comme vous le voyez, la synchronisation a des effets pervers, surtout que ceux que j'ai cité ici ne sont que la partie émergée de l'iceberg, en effet, le désaccord entre les carburateurs peut provoquer une aspiration de carburant par l'un d'eux qui pourra, selon son volume, modifier la richesse et/ou former des gouttelettes qui iront polluer l'huile et en dégradera les capacités lubrifiantes au point d'endommager les organes internes. Il peut aussi générer des ondes vibratoires non détectables par le pilote, qui, selon leurs intensités, fendront les échappements, les bâts moteurs, ou accéléreront l'usure des éléments constitutifs des carburateurs flotteurs, fourchettes, pointeaux, pouvant occasionner des fuites de carburant sur des éléments chauds. Il y a aussi la brutalité liée à l'irrégularité qui endommage gravement la BV.

### **La synchronisation n'est pas facultative !**

Cet inventaire à la Prévert n'est pas exhaustif, mais il vous montre l'importance de la synchronisation; je pourrais vous citer de nombreux pilotes qui, à la suite d'un bon réglage, ont au contraire raccourci leur distance d'atterrissement ou encore cette passagère, photographe officielle de l'équipage, me disant: « *C'est incroyable, l'ULM ne tremble plus quand il ralentit pour que je prenne un cliché.* »

La fréquence de ces opérations correspond au pas de maintenance, soit toutes les 100 h, et peut s'avérer indispensable avant en cas de travaux nécessitant le débranchement des câbles de gaz. Vous l'avez compris, la synchronisation n'est pas facultative, c'est un gage de longévité, une facilité pour le pilotage et un confort certain pour l'équipage.

Nous subissons cette complexité sur l'autel de la performance. Faire l'impasse d'un réglage parfait, c'est accepter des défauts qui polluent le vol tant en confort qu'en sécurité et ne permettent pas de disposer de la puissance offerte par le moteur, ce qui, vous en conviendrez, est d'autant plus regrettable que cette chimère n'est jamais suffisante autant qu'elle coûte très cher... †