

# Piloter avec un Tableau de Bord Électronique (EFIS : Electronic Flight Information System)

Par Peter Pengilly de Gloster Air Parts

Cet article a été publié dans un numéro du début de l'année 2009 de la revue « Light Aviation », la revue de la Light Aircraft Association (LAA) du Royaume-Uni. Les droits © de cet article appartiennent à Gloster Air Parts et il ne peut être reproduit entièrement ou partiellement sans permission. Au moment de l'écriture de cet article le vol d'avion de construction amateur en conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) n'est pas autorisé au Royaume-Uni. Les images utilisées dans cet article sont © des compagnies fabricants les équipements illustrés. Depuis que cet article a été écrit Blue Mountain Avionics a cessé de fabriquer de nouveaux systèmes.

Le premier article de cette série a jeté un regard sur la façon dont un système de tableau de bord digital (EFIS – Electronic Flight information System) est conçu, et le second article a regardé derrière l'écran pour voir ce que les différents fabricants ont fait pour en arriver à produire leurs images. Cette fois nous regarderons quelques points à considérer lorsque qu'on pilote un avion avec un tableau de bord digital. Manifestement, voler est le tout premier but. C'est fantastique d'avoir l'équipement et le logiciel les mieux conçus au monde, mais si le pilote ne comprend pas ce qui lui est présenté à l'écran, ça ne sert à rien. D'un autre côté, l'électronique moderne peut regrouper un ensemble de fonctionnalités très puissantes dans un même boîtier, et aussi afficher une quantité incroyable de données sur un écran; ainsi ça vaut la peine de passer quelques heures à étudier et apprendre la signification des symboles et des images affichées.

La première chose ... ne fixez pas l'écran - regardez à l'extérieur en pilotant en VFR. Ceci est une phrase qui reviendra souvent dans cet article. Vous avez installé un dispositif qui affiche une quantité épouvantable d'information. C'est vraiment facile de le regarder en oubliant tout ce qu'il y a autour, y compris ce qui se passe autour de vous en pilotant VFR/VMC. Un bon coup d'oeil à l'extérieur demeure essentiel; une des habilités essentielles à développer est à savoir comment diviser son temps entre extraire les informations importantes de l'écran et regarder à l'extérieur.

La deuxième chose... lisez les instructions et pratiquez. Je sais que lorsqu'on apprend à piloter certains disent que ce n'est pas une bonne idée de lire des livres d'instructions. Le seul problème est que la chose que vous venez juste d'installer dans votre avion est vraiment complexe, et que vous compterez dessus pour vous donner de l'information qui vous aidera réellement à piloter sans risque. Ainsi vous devriez savoir comment elle fonctionne et le livre d'instruction est un très bon

moyen pour commencer l'apprentissage. Une fois que vous avez lu le livre, mettez cette boîte magique en marche dans votre salon, ou associez-vous dans votre cockpit pour un bon moment et pratiquez l'utilisation de toutes les fonctions.

Tous les tableaux de bord digitaux présentent de l'information qui prendrait autrement 6 instruments conventionnels (ou même plus) pour en faire l'affichage. La densité d'information sur l'écran sera beaucoup plus grande qu'avec un « six-pack » conventionnel. En conséquence il est nécessaire de s'exercer afin d'extraire de l'affichage toutes les données appropriées. Encore plus de pratique est requise afin de pouvoir changer des choses rapidement pendant le vol comme le calage altimétrique ou un point de cheminement (« way point »). Plus vous vous exercez et plus ce sera facile d'opérer votre tableau de bord digital, et alors vous aurez encore plus de plaisir à piloter votre avion. L'autre côté de la médaille est que n'importe quel tableau de bord digital comprendra beaucoup de fonctions qui ne peuvent pas être identifiées en appuyant simplement sur des boutons, alors pourquoi laissez toutes ces merveilleuses fonctions disponible inutilisées? Beaucoup de tableaux de bord digitaux ont une fonction de simulation ou de formation pour permettre aux utilisateurs d'apprendre comment utiliser l'équipement. Si votre fabricant de tableau de bord digital fournit un DVD d'instruction ou un programme de formation sur ordinateur, alors c'est encore mieux.

C'est définitivement essentiel d'avoir une bonne idée de ce que vous verrez et de ce que vous aurez à interpréter avant de voler pour la première fois, autrement vous serez peu susceptibles de pouvoir accorder l'attention nécessaire aux tâches normales de pilotage - vous serez trop occupé à essayer de comprendre ce que le tableau de bord digital affiche. Apprenez ce que votre boîte magique peut faire, pratiquez à l'utiliser pleinement et à

l'employer pour rendre le vol plus facile, plus agréable, et beaucoup plus sûr.

Tous les fabricants des tableaux de bord digitaux certifiés recommandent que les pilotes qui se convertissent aux avions qui emploient ce type d'affichage volent de 3 à 5 heures avec un instructeur pour s'assurer qu'ils soient parfaitement confortables pour voler avec cet équipement. En fait le FAA a inventé le qualificatif «technologiquement avancés» pour des avions avec les tableaux de bord digitaux. Pour les systèmes certifiés c'est relativement facile (même si plutôt cher) d'obtenir l'instruction parce qu'il n'y a pas tant de système différent en service et ils sont de plus en plus présents dans les avions des écoles de pilotage. On ne peut pas dire de même pour les systèmes non certifiés. Il y a peu d'instructeurs qui ont beaucoup d'expérience de vol avec des tableaux de bord digitaux. Il est peu probable que votre instructeur local ait spécifiquement de l'expérience sur le système que vous avez installé - mais demandez quand même. Alors, même si c'est une très bonne idée de s'envoler derrière un tableau de bord digital avec quelqu'un qui peut vous instruire sur son utilisation, en pratique c'est difficilement réalisable.

Alors vous avez lu le livre et avez pratiqué un peu, mais comment se donner assez d'expérience nécessaire avant de piloter votre tout nouvel aéronef? Il y a probablement 2 points importants, premièrement vous avez peu

d'expérience sur le type d'appareil et deuxièmement vous avez peu d'expérience avec vos instruments de vol. Une des façons de faire est de trouver un pilote d'essai qui a l'expérience sur le type d'appareil et qui est disposé à effectuer les premiers vols sur votre avion (vous pourriez même lui enseigner comment fonctionne le tableau de bord digital que vous venez d'installer). Comme boni, si vous trouvez le bon pilote d'essai, il pourrait même vous donner de l'instruction sur votre type d'appareil. Beaucoup de constructeurs trouvent irrésistible l'envie d'effectuer le premier vol de leur création – je laisserai ce sujet de côté puisque ceci est un article à propos des tableaux de bord digitaux. Alors supposons que vous avez un certain nombre d'heures de vol sur le type d'appareil en question, mais votre premier vrai vol avec un tableau de bord digital sera le premier vol de votre avion.

#### **Le plan d'essai.**

Établissez d'abord quelles données du tableau de bord sont nécessaires à chaque phase de vol. Imaginez-vous au commande de votre avion pour le premier vol, et pour les quelques vols suivants, et essayez de voir quelle information est nécessaire et à quel moment. Si votre tableau de bord digital a les fonctions de surveillance des paramètres du moteur et les fonctions d'affichage de carte en plus de l'affichage primaire pour le vol, la liste d'information qui sera nécessaire pourrait ressembler à ce qui suit:

<b>Phase de vol</b>	<b>Information requise</b>
Vérification avant le vol	Quantité de carburant, état de la batterie, indicateur de position des compensateurs.
Démarrage moteur	Listes de vérifications, pression de carburant (pour l'amorçage), pression d'huile, tachymètre.
Après démarrage	États du système électrique (volts et ampères)
Pré-taxi	Réglage de l'altimètre pendant que l'AHRS s'aligne - comment saurez-vous lorsque l'alignement de l'AHRS est complété et que c'est correcte de commencer à rouler au sol?
Taxi	Démarrage du chronomètre #1, comparez les indications de cap entre le tableau de bord digital, la boussole et le GPS.
Point fixe - vérifications moteur	Les températures reliées au moteur, vérification des magnétos - permutez les capteurs de révolution du moteur.
Vérifications avant le décollage	(y-a-t-il possibilité d'afficher des listes de contrôle?) quantité de carburant, altimètre, électricités, positions des volets et compensateurs. Placez le premier point de cheminement dans le GPS/carte
Décollage et montée initiale	Cap affiché (aligné avec l'indicatif de la piste), démarrage du chronomètre #2, le tachymètre, vitesse anémométrique, taux de montée, altitude.
Montée en croisière	Indicateur de direction pour la mise en cap, diminution du régime moteur (RPM) et de la pression d'admission
En croisière	Contrôle des paramètres du moteur (EGT, CHT et débit de carburant) Contrôle de la navigation, du vent et de la quantité de carburant
Manoeuvres autre que croisière	Facteur de charge (nombre de Gs)

Phase de vol	Information requise
Approche à destination	Calcul du profil de descente, identification de la destination
Descente	Réglage de l'altimètre, taux de refroidissement du moteur
Entrée dans le circuit	Vérifications avant atterrissage complétées, diminution de la vitesse, altitude, paramètres moteur OK, quantité de carburant suffisante
Approche et Atterrissage	Positionnement intermédiaire des volets, vitesse anémométrique, altitude, vitesse de révolution du moteur.
Après atterrissage	Arrêt du chronomètre #2
Arrêt moteur	Arrêt du chronomètre #1, quantité de carburant restant
Urgences	Est-ce que le tableau de bord digital « fait toute une histoire » des défauts mineurs de sorte que cela pourrait vous distraire de la tâche primaire qui est de piloter l'avion?

Maintenant la tâche est d'identifier où toute cette information se retrouve et de vous assurer que vous pouvez vous déplacer facilement entre les diverses pages d'affichage sans passer un temps excessif avec le regard plongé vers l'intérieur de l'habitacle – vous rappelez-vous qu'il faut regarder dehors?

Alors, le premier vol avec un tableau de bord digital sera-t-il une expérience pédagogique? C'est probablement le cas! Pour éviter que cette expérience ne soit trop accablante c'est une bonne idée de limiter la quantité d'information affichée pour commencer. La plupart des tableaux de bord digitaux ont une fonction de désencombrement (« de-clutter »), c'est-à-dire qu'elle permet de réduire la quantité de données affichées à l'écran (voir une des textes encadré plus bas). Cela vous demandera probablement de jeter un coup d'œil au manuel d'instruction. Les quelques premiers vols seront tous fait près de votre aéroport d'attache, de sorte que la navigation restera simple. Je proposerais de limiter l'affichage de base à la vitesse anémométrique, l'altitude et le cap, ainsi que l'attitude qui elle est toujours affichée, et aussi de pouvoir changer le calage altimétrique. Sur un affichage de carte les objets caractéristiques locaux sont nécessaires pour permettre de s'orienter, avec la possibilité de changer l'échelle de distance de l'affichage et peut-être le point de navigation. L'affichage des paramètres moteur peut être un peu plus difficile parce les nouveaux moteurs peuvent demander la surveillance de plusieurs paramètres. Peut-être qu'un objectif pendant les premiers essais au sol avant le vol devrait être de très bien se familiariser avec les fonctions de surveillance de paramètres moteur, y compris « l'acceptation » d'un avertissement (c'est le processus permettant l'arrêt d'un clignotement à l'écran vous avertissant qu'une certaine limite a été dépassée - souvent lors des premiers vols vous aurez fixé la limite à un niveau trop conservateur).

L'objectif est de limiter la quantité d'information affichée de sorte que votre cerveau, qui est assailli par toutes sortes de nouvelles sensations, ait la chance de bien interpréter tout ce qui lui est destiné.

Et à propos du premier vol ? La plupart des premiers vols sont des situations tendues accompagnées d'une bonne dose d'adrénaline. Ce n'est pas le moment idéal pour commencer à apprendre l'utilisation d'un nouvel équipement. Si vous avez peu d'expérience avec les tableaux de bord digitaux, alors employez en tant que sources primaires les instruments de secours que vous connaissez bien (au moins pour les premières minutes de vol), et ensuite commencez à inclure une partie de l'information du tableau de bord digital, tel que vitesse anémométrique, altitude, cap et taux de montée. Si vous êtes déjà habitué au système de tableau de bord digital et que vous avez une expérience pratique de son utilisation, cela aidera pour un déroulement sans accros. Pensez à ce que vous devrez croire si le tableau de bord digital et les instruments de secours sont en désaccord important, et comparez les lectures régulièrement. Une vérification des systèmes pitot et statique aura été faite peu avant votre premier vol, ainsi serez-vous confiants que le tableau de bord digital et les instruments de secours sont en accord, mais avez-vous pu vérifier les autres fonctions? Naturellement le premier vol est autant à propos du moteur que pour tout autre composant. Les périodes de fonctionnement du moteur effectuées avant que l'avion ait été approuvé pour le vol auront été une bonne occasion d'apprendre les fonctions d'affichage et de surveillance du tableau de bord digital pour les paramètres du moteur. Vous devriez savoir exactement où regarder pour savoir le RPM, la pression d'huile, la pression de carburant et les données de température de tête de cylindre, vous saurez également à quoi ressemblent les alarmes et vous aurez déjà pensé à quelle action prendre si l'une des alarmes apparaît tôt durant le vol. Mettez de la puissance, concentrez vous à piloter l'avion, avant d'effectuer la rotation jeter un coup d'œil pour vous assurer que la lecture du RPM est celle que vous vous attendiez et que la vitesse augmente. À la vitesse appropriée décollez, maintenez la bonne vitesse de montée, assurez-vous que l'avion monte vraiment et faites de courtes vérifications des indications de moteur. Regardez dehors, essayez de vous détendre! Pendant que

vous vous habituez aux nouvelles sensations, récoltez les données qui vous sont affichées, restez près de votre aéroport d'attache et effectuez le vol d'essai selon le plan établi. Se rapprocher de la vitesse de décrochage pourrait être l'un des essais plus importants. Qu'est-ce que le tableau de bord digital vous indiquera lorsque vous ralentirez ? Comment vous indiquera-t-il que le décrochage est imminent? Le moment et l'endroit pour faire cet apprentissage sont en vol à une altitude sécuritaire, pas lorsque vous faites l'arrondi à l'atterrissage. Pendant tout le vol faites la contre-vérification de ce que le tableau de bord digital indique par rapport aux autres instruments, naturellement s'il y a une anomalie il ne sera peut-être pas clair immédiatement ou est la vérité, mais tout au moins vous pouvez garder un oeil sur toutes les sources d'information disponibles. Si vous en avez le temps notez vos observations, cela vous aidera à isoler le problème plus tard. Prévoyez le cas où le tableau de bord digital et les instruments de secours sont en désaccord important et soyez prêt à éteindre le tableau de bord digital (pour éviter toute distraction) et ensuite atterrir immédiatement.

Maintenant vous avez complété les quelques premiers vols, tout fonctionne bien et vous n'avez plus vraiment de restriction de vol. Que faites-vous maintenant? Vérifiez la capacité de votre instrument en termes d'exécution dynamique particulièrement aux taux de roulis élevés, comment se comporte-t-il lors de journées très ensoleillées et lors des journées plus sombres, quel effet ont les manœuvres acrobatiques (si elles vous sont permises sur cet avion) et comment fonctionne l'intégration du GPS et des fonctions de radio navigation. Ça vaut la peine d'aborder des questions comme celle-ci d'une manière méthodique. Notez ce que vous avez l'intention de faire (faites un plan d'essai), enregistrez ce qui se produit à mesure que le vol progresse et examinez les données après l'atterrissage.

Quelques mots sur la conception des tableaux de bord digitaux, les instruments de secours et les contre-vérifications (« cross-check »). La seule raison pour laquelle l'ingénierie de LAA exige l'installation d'instruments de secours dans votre tableau de bord est justement parce tous les tableaux de bord digitaux, du moins tous ceux qui sont susceptibles d'être installés dans des avions de construction amateur, ne sont pas suffisamment fiables pour être employés comme source unique de données critiques de vol (tel que nous en avons discuté dans les articles précédents). Alors les instruments de secours devraient être bien en vue au pilote. Il n'y a pas beaucoup d'avantage à les mettre loin du côté du passager. Pendant les premiers vols il est difficile de décider quoi croire. Pouvoir inclure facilement les instruments de secours dans votre

balayage visuel des instruments permettra la comparaison entre les instruments conventionnels et le tableau de bord digital. Quand ils rapporteront la même « histoire » votre confiance dans votre tableau de bord digital commencera à augmenter. Ça vaut la peine de prendre l'habitude de contre-vérifier régulièrement les lectures. Si tout va bien, 99,9% du temps les deux lectures coïncideront, mais...

Quand mettre à jour le logiciel? L'avion a été dans votre atelier pendant quelques années. Bien que la décision sur le tableau de bord digital ait été retardée aussi longtemps que possible, il c'est quand même écoulé plusieurs mois depuis que le tableau de bord digital vous a été livré. Bien que deux ou trois mises à jour de logiciel aient été offertes durant cette période, l'effort de construction a été intense comme le projet était en voie d'achèvement et ces mises à jour n'ont jamais été installées sur l'équipement. Alors c'est évident, n'est-ce pas? Installez les mises à jour maintenant de sorte que vous ayez la dernière version disponible pour voler. Et bien, je ne suis pas sûr que ce soit une si bonne idée. L'équipement a fourni de bon service pendant que tous les petits problèmes de l'avion ont été réglés et vous vous êtes raisonnablement familiarisés avec les diverses pages d'affichage, particulièrement pendant les périodes de fonctionnement du moteur. Ainsi tout fonctionne correctement, dans la mesure où cela peut être déterminé au sol (autrement renvoyez-le pour le faire réparer). Jetez un coup d'oeil à la liste des fonctions qui ont été mises à jour, ou qui sont nouvelles, depuis que votre système vous a été livré. Ces changements sont-ils importants pour la sécurité du vol? Si la réponse est non, alors la mise à jour peut-elle attendre jusqu'à ce que vous ayez quelques heures sur l'avion? Pensez-y de cette façon: le système fonctionne et fournit toutes les données nécessaires pour les vols premiers, pourquoi changer quelque chose lorsque vous avez un niveau de confiance raisonnable?

Il y a au moins deux segments au logiciel dans votre tableau de bord digital qui pourraient être mis à jour, la base de données de navigation et le logiciel qui contrôle le tableau de bord digital (je l'appellerai « programme » dans la discussion qui suit). Le problème de base est que le processus de mise à jour de logiciel n'est pas 100% fiable (il y a souvent des problèmes « d'opérateur » dans ce processus, autant que toute sorte d'autres problèmes) mais vous ne pouvez jamais être entièrement certain que le nouveau logiciel fonctionnera exactement tel qu'annoncé. Une fois que vous aurez exercé le processus de mise à jour à deux ou trois reprises et que vous serez familier avec ce processus, ce sera alors peu susceptible d'être un problème, mais il y a toujours une petite chance qu'une mise à jour ne fonctionne pas comme prévu. Je suggérerais que la base de données de navigation soit mise à jour aussi souvent que de nouvelles données sont

rendues disponibles pour obtenir l'avantage de la dernière information et des derniers points de cheminement (« waypoints »). La même question à propos du « programme » n'a pas forcément la même réponse et nous avons besoin d'un peu de plus de discussion. Mon conseil est de ne pas mettre à jour le « programme » n'importe quand si vous ne pouvez pas voler pendant deux ou trois heures quand une défaillance du tableau de bord digital ne sera pas autre chose qu'un ennui mineur durant le vol. C'est une très bonne idée d'utiliser votre système nouvellement mis à jour dans tout ses modes d'opération juste pour s'assurer que rien n'a été « cassé » avant de faire un long voyage.

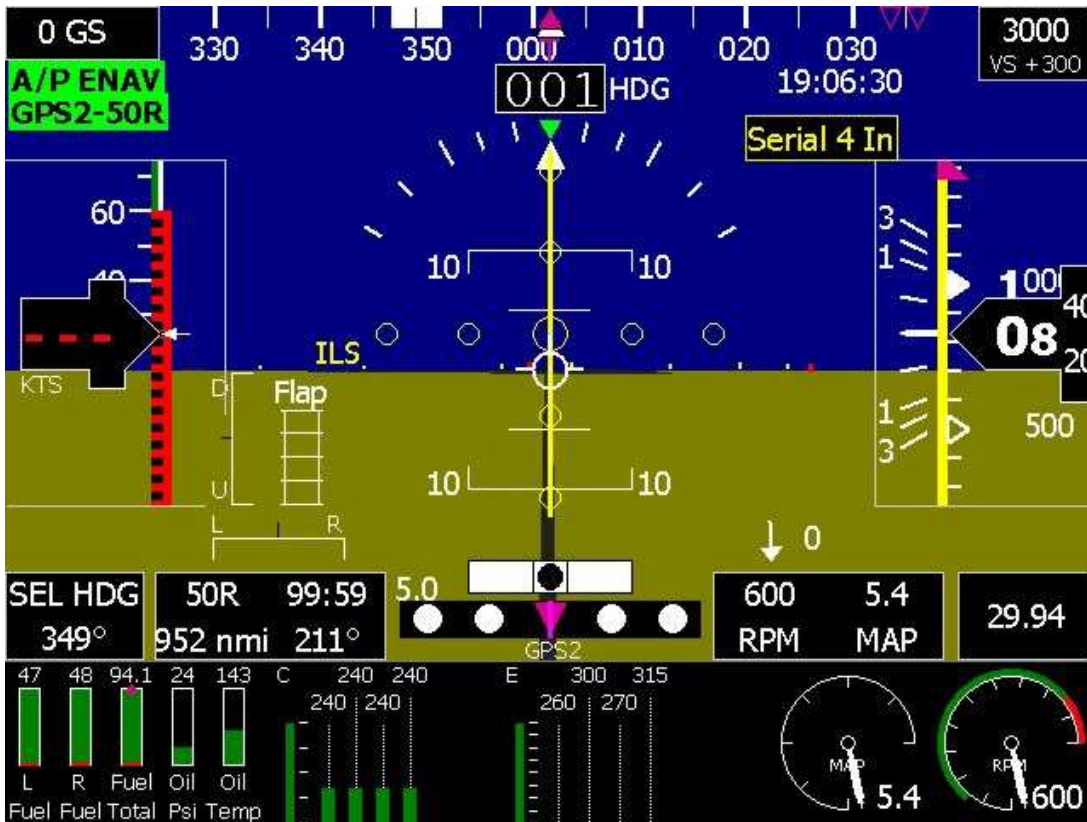
Après qu'une mise à jour soit annoncée par le fabricant, si vous pouvez vivre sans ces nouvelles fonctions ou corrections pendant quelques semaines, alors laissez quelques autres clients faire la mise à jour d'abord et servez-vous de leurs expériences. Ne faites définitivement pas de mise à jour juste avant le premier vol - même si vous avez reçu votre système depuis une année ou même davantage. Peu de constructeurs ont l'équipement pour vérifier correctement au sol toutes les fonctions de leur tableau de bord digital - le fabricant l'a entièrement vérifié avant de l'expédier (du moins je

l'espère), alors utilisez le tel que reçu pour quelques vols, et faites les mises à jour seulement un peu plus tard. Une des meilleures ressources à ce sujet est le groupe de discussion ou le babillard électronique du fabricant de votre équipement. Les propriétaires/utilisateurs des équipements sont souvent très disposés à partager leurs expériences.

Pour vous donner une bonne idée des données qui peuvent être affichées habituellement sur un tableau de bord digital, la première image ci-dessous provient du site Web de Advanced Flight Systems et montre 15 paramètres différents qui y sont affichés, et cet illustration ne montre pas l'affichage de l'heure, de la température de l'air extérieure, de toutes les données de moteur, de la position des volets, des compensateurs ou de l'angle d'attaque (non montré dans cette image) ! Quand des aiguilles de radionavigation sont affichées ou que l'écran est divisé en deux pour afficher une carte géographique mobile, l'information affichée sur la surface de l'écran devient encore plus dense. Les illustrations suivantes montrent comment les autres fabricants dont nous avons mentionnés les produits dans le dernier article affichent la même information.



Advanced Flight System



L'affichage de Grand Rapids Avionics (sans le cadre de l'écran)

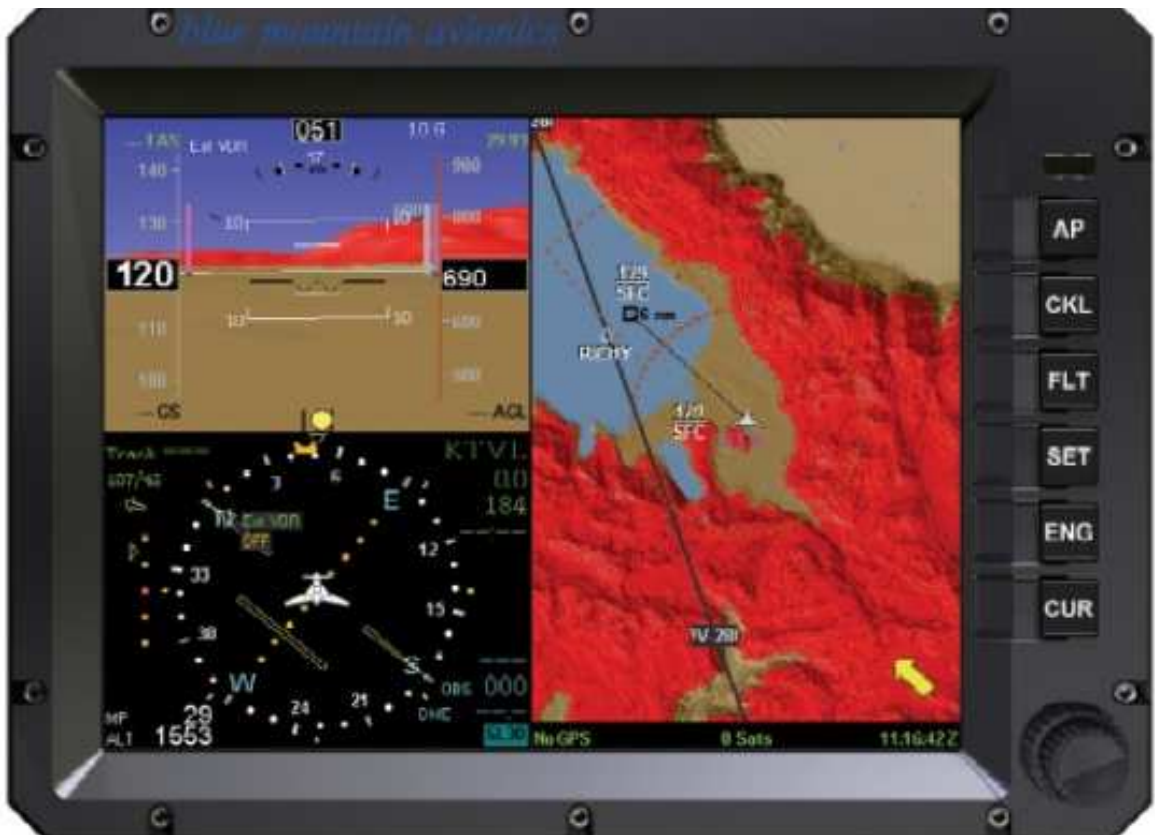


Dynon Avionics





Le Voyager de MGL Avionics



Le EFIS One de Blue Mountain Avionics

À mesure que les essais en vol progressent, et que vous vous familiarisez avec l'information que votre tableau de bord digital affiche, augmentez graduellement la quantité de données à capturer lors de votre balayage visuel de l'affichage, soit en démasquant certaines des données ou en utilisant la fonction de « de-clutter » de l'affichage. Une fois que vous pouvez rapidement extraire les données qui vous sont nécessaire alors commencer à en ajouter un peu plus, jusqu'à ce que tout ce que vous avez besoin pour n'importe quelle phase particulière de vol soit disponible sur l'affichage. Ne soyez pas étonné si ceci demande plusieurs vols pour y arriver.

En résumé apprendre à piloter avec un tableau de bord digital est une expérience d'apprentissage semblable à toutes les autres qu'on rencontre lorsqu'on construit ou qu'on possède un avion. Une quantité considérable de données est présenté en même temps sur un même écran, vous devez comprendre comment extraire rapidement l'information que vous avez besoin. Évitez de regarder longuement la belle présentation de l'information à l'écran et continuez à regarder à l'extérieure. Comme pour n'importe quelle autre chose le moins complexe, il faut pratiquer – obtenir le meilleur de votre tableau de bord digital exige une bonne compréhension de ses possibilités.

**Fonction de désencombrement (« de-clutter »).**

Plusieurs tableaux de bord digitaux peuvent limiter la quantité de données affichées avec une fonction habituellement connue sous le nom de «de-clutter». Quand vous commencez à utiliser ce type d'équipement c'est probablement une bonne idée d'utiliser cette fonction pour afficher seulement les données de vol primaire : l'attitude, la vitesse anémométrique, l'altitude, le cap et peut-être le taux de montée. Par après, ajoutez de plus en plus d'information jusqu'à ce que l'affichage soit complet. Si votre tableau de bord digital offre différents niveaux de « de-clutter » alors réfléchissez soigneusement à ce que vous avez besoin pour les différentes phases de vol et définissez les niveaux en conséquence. Quelques tableaux de bord digitaux peuvent présenter une quantité considérable de données ce qui résulte en un affichage très « dense » à l'écran. Certaines information ne sont nécessaire seulement que de temps à autre, telle la position des volets ou la position du compensateur, ne soyez pas tentées de garder toute l'information sur l'affichage juste parce que c'est possible. Employez toutes les fonctions que vos offres votre tableau de bord digital, y compris le «de-clutter».

**Problème potentiel : alimentation électrique au démarrage du moteur**

Voulez-vous démarrer le moteur avec le tableau de bord digital en fonction? Si vous le faites, est-ce que la baisse de tension pendant le démarrage (souvent aussi bas que 8 volt) fera que votre tableau de bord digital s'arrêtera automatiquement pour ensuite refaire sa séquence de démarrage (« re-boot ») une fois le démarreur désactivé et le moteur en marche, ceci vous privant de l'affichage de la pression d'huile et du RPM jusqu'à son retour en état opérationnel (quelque soit le temps requis) ? [D'ailleurs, tous les tableaux de bord digitaux qui en vaillent la peine sont tolérant aux fluctuations de voltage et capables de rester fonctionnel pendant le démarrage du moteur, ils résisteront aux fameux transitoires électriques supposément produits lors de cet évènement (et certainement presque inexistantes).] Quelques fabricants recommandent d'alimenter le tableau de bord digital à partir du bus électrique d'avionique (si vous avez un). La plupart des pilotes ne démarre pas le moteur avec l'équipement avionique en fonction, si votre tableau de bord digital inclut des informations moteur cette limitation est donc inadmissible. Mais si votre système ne pas fonctionne à 8 volt (et plusieurs nécessite au moins 10 volt) il ne sera pas bon de toute façon parce que la plupart prennent plusieurs secondes à revenir opérationnel, et c'est à ce moment là que vous avez besoin de l'affichage de la pression d'huile et du RPM. Il y a quelques solutions: obtenez un tableau de bord digital avec une batterie de secours qui donnera l'alimentation requise lors du démarrage du moteur, ou encore installer des instruments indépendant pour la pression d'huile et le RPM. En gardant ainsi votre tableau de bord digital fermé jusqu'à après le démarrage du moteur, cela signifie en même temps que vous ferez l'installation d'instruments de secours : tachymètre et pression d'huile.



**Les instruments de secours pour le moteur.**

Si vous suivez les recommandations de plusieurs experts en tableaux de bord digitaux vous n'installerez aucun instrument de secours pour le moteur. Ils sont souvent difficile à installer et peuvent être dispendieux, mais d'un autre coté ils permettent d'opérer l'avion en cas de mal fonction du tableau de bord digital quelque soit la défaillance. Un instrument séparé pour le RPM, les pression/température d'huile, peut-être la quantité de carburant, plus la pression dans la tubulure d'admission pour des avions équipés d'une hélice à pas variables, est probablement tout ce qui est nécessaire. Ma préférence personnelle est de garder l'affichage de la quantité de carburant séparé du tableau de bord digital. Je pense qu'il n'y a pas de consensus à savoir si l'installation d'instruments de secours pour le moteur est une bonne idée ou non.

---

Cet article de Peter Pengilly, de Gloster Air Parts, est le troisième et dernier d'une série sur les EFIS pour les avions de construction amateur. On peut trouver le texte original en anglais au site : [http://www.glosterairparts.co.uk/Flying\\_with\\_an\\_EFIS.pdf](http://www.glosterairparts.co.uk/Flying_with_an_EFIS.pdf) ou encore [http://www.aeroelectric.com/articles/EFIS/Flying\\_with\\_an\\_EFIS.pdf](http://www.aeroelectric.com/articles/EFIS/Flying_with_an_EFIS.pdf)