



LA PEUR DU VIDE... ... ÉLECTRIQUE !

Suite à la parution dans Vol Moteur du dossier sur l'injection, j'ai reçu de nombreuses demandes concernant plus particulièrement la sécurité de fonctionnement. J'y réponds ici, en vous présentant les solutions existantes.

Peur ?

S'il est bien une peur qui est chevillée au corps de tous les pilotes, c'est celle de la panne. Elle fait partie naturellement de notre formation initiale « *...analyser le sol en permanence pour pouvoir s'y poser en cas de panne...* ». Elle est entretenue par le vécu, de nombreuses histoires (légendes ?) et attisée par les réticents à l'évolution et autres réfractaires au progrès. Cette défiance réside principalement dans la méconnaissance, elle est basée sur la capacité ou non d'abstraction de celui qui l'évoque. Cette peur de la panne ou devrais-je dire ces peurs sont multiples. La mécanique ayant fait d'énormes progrès en se fiabilisant, est de moins en moins concernée. Par contre, du fait de l'augmentation des besoins, la peur qui touche à la fourniture et à la production électrique est la plus présente : « *...L'électronique, ça tombe en panne...* »

Et ?

Rotax, sur ses séries 9-- à carburateurs, l'a très bien compris et parfaitement traité : une fois démarré et alimenté en carburant, il est totalement autonome ce qui veut dire que si, pour une raison X ou Y, l'électricité vient à faire défaut, le moteur continue à tourner. Oui, mais qu'en est-il si on équipe ces mêmes moteurs de l'injection qui, elle, a besoin d'électricité pour fonctionner ? Bonne question car, effectivement le fonctionnement de l'injection est basé sur une pompe électrique qui établit une pression distribuée au moteur par des injecteurs pilotés par un calculateur électronique, autant de composants qui sont des consommateurs électriques. En cas d'absence de courant, la sentence est immédiate : arrêt moteur ! Il y a donc là un véritable risque lié à la panne électrique.

Comment ça marche ?

LES CONTRÔLES

Après le démarrage moteur, on enclenche l'interrupteur du BSA, pour valider son fonctionnement.

→ On ajoutera un item à la check-list avant décollage.

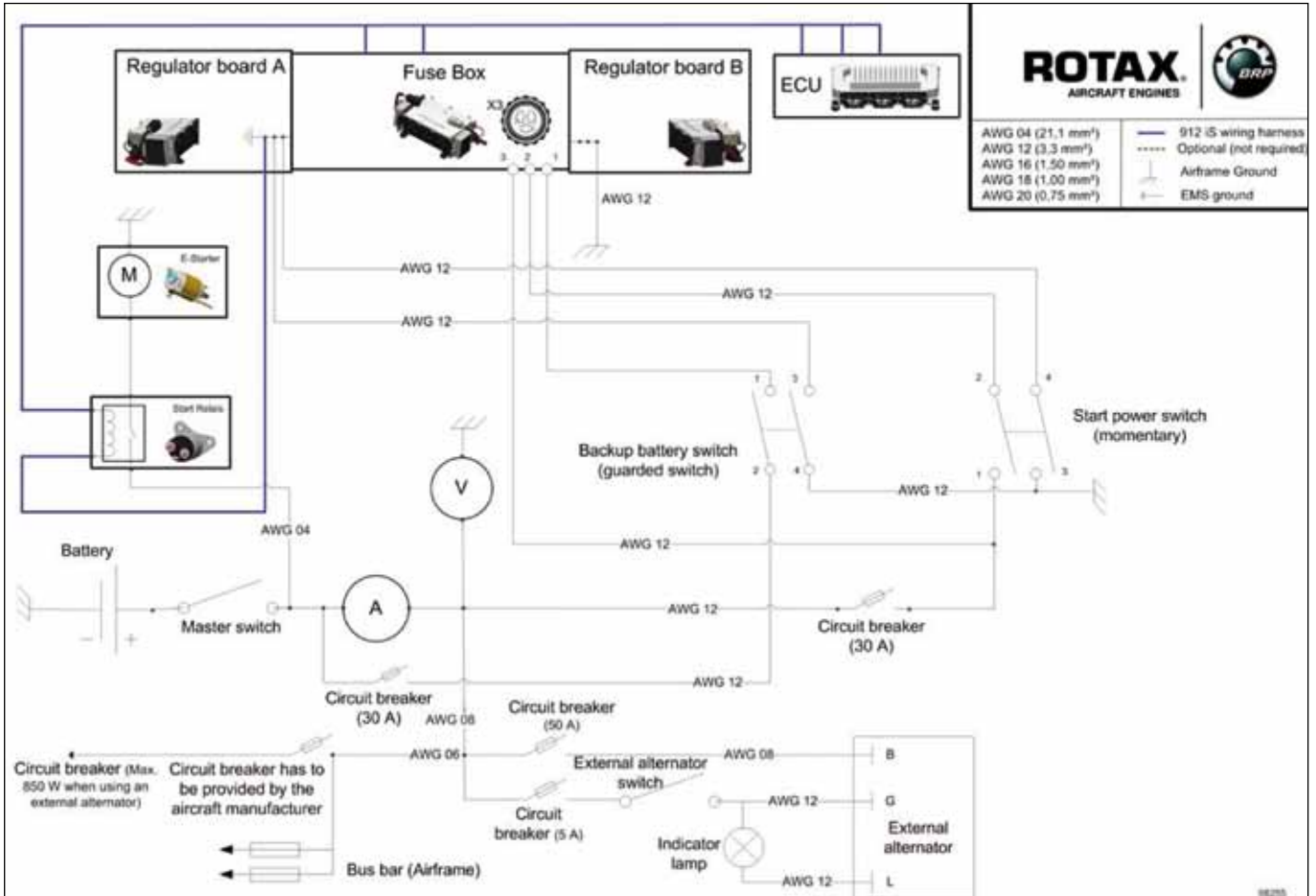
Cette séquence consiste à couper l'interrupteur de l'injection. À ce moment, la diode jaune s'allume et le moteur continue de tourner normalement confirmant le passage sur l'alimentation de secours (après avoir fait le test des allumages A et B et celui du ralenti). Parce que 2 contrôles valent mieux qu'1.

→ On répètera cette séquence à la fin du vol.

En stoppant le moteur par la coupure du BSA. L'activation du système est totalement transparente pour le pilote, lorsque la tension dans le circuit principal chute, la carte interne le détecte, connecte automatiquement la batterie de secours et allume la led jaune* qui informe le pilote du basculement sur le « Bloc de Secours d'Alimentation ».

Si la tension remonte dans le circuit, le système re-basculé automatiquement sur le circuit principal.

*Le choix de la couleur jaune/orange indique un signal d'attention. C'est volontaire, le rouge est réservé au danger.



Quelles sont les solutions développées par les constructeurs et les fabricants des injections de postéquipement afin de pallier une éventuelle panne d'alimentation électrique courant sur les moteurs alimentés par des injections ?

Deux axes de réflexion qui débouchent sur deux solutions technologiques différentes pour faire face à une éventuelle défaillance de l'énergie :

1. En sur-échantillonnant et/ou en doublant les composants, cette solution s'appuie sur la probabilité très faible d'un risque de panne identique sur des composants doublés assurant la même fonction (la redondance).

→ Cette solution a beaucoup d'avantages mais également des inconvénients essentiellement dus aux augmentations de poids (3 à 5 kg) et de prix (1 700 à 3 000 euros) qu'elle génère. Mais, également, elle ne prend pas en compte la défaillance de la batterie ou des conducteurs.

2. En stockant une source d'énergie totalement indépendante des réseaux de bord et, ayant pour unique fonction de garantir

le fonctionnement du moteur en cas de défaillance de la production et/ou du stockage de l'électricité en fonctionnement normal.

→ Cette solution a comme avantage sa légèreté, sa facilité de mise en place « rétrofit » et je ne lui connais pas d'inconvénient.

Rotax sur les séries 9- utilise le principe de redondance totale. Orde ici celle qui concerne la production électrique. La génératrice est composée de 2 stators indépendants qui produisent simultanément un courant redressé et régulé par 2 régulateurs à travers 2 circuits indépendants qui rechargent une seule batterie. Cette solution a été développée pour la nouvelle génération de moteur, elle n'est pas envisageable en postéquipement sur les versions 912 harbu (schéma ci-dessus).

C'est la solution qui est préconisée par EDGE lorsque l'on souhaite équiper son moteur d'une injection sans que celle-ci ne soit ni incluse ni obligatoire (schéma ci-contre p.43). C'est également la solution la plus répandue (lorsqu'elle existe) sur les ULM de

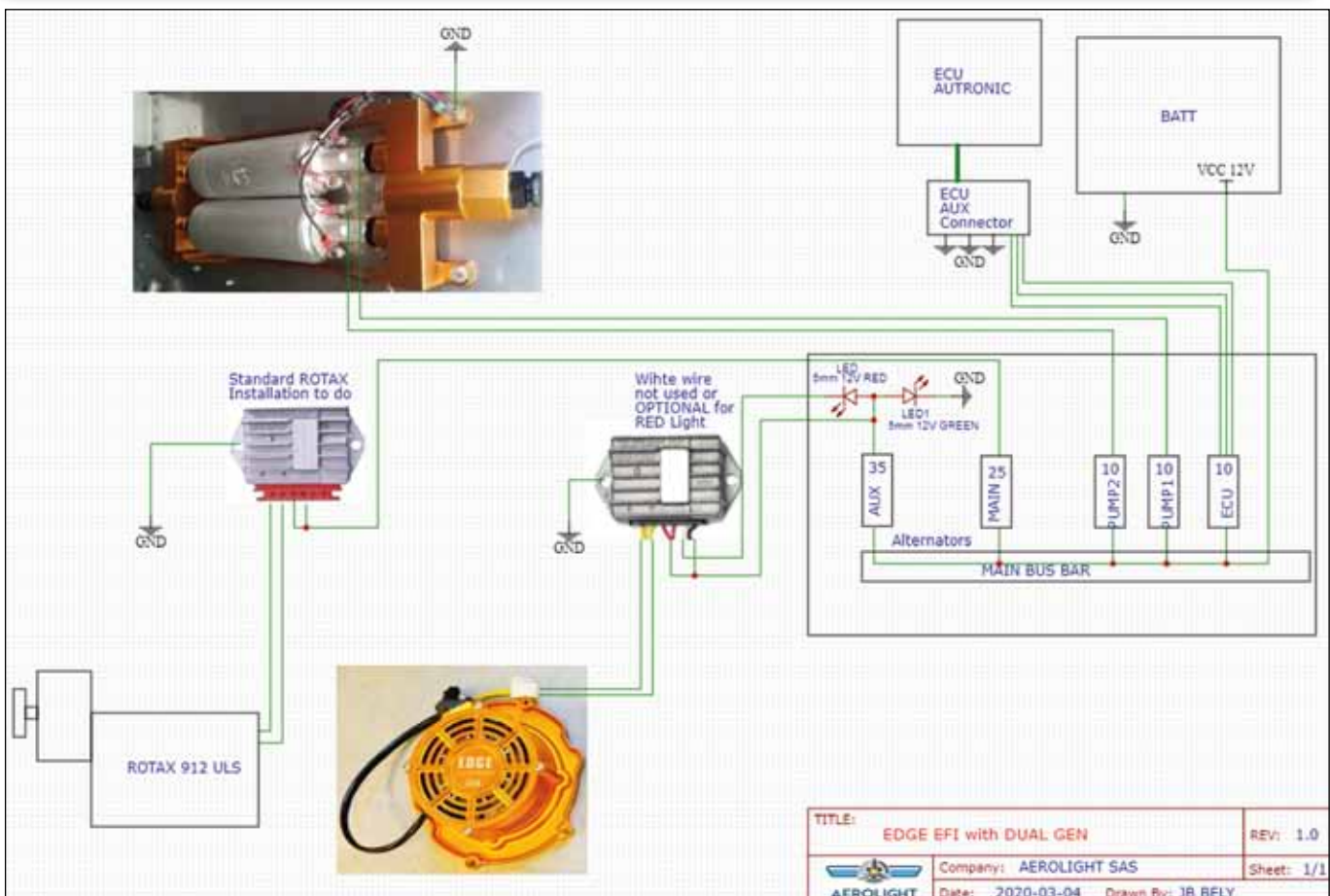
classe 6 équipés d'injection MOTEC. LAD préconise une solution, basée sur le second principe c'est-à-dire une batterie de secours indépendante aidée en cela par la technologie LiFePo4 fiable et légère qui correspond parfaitement aux impératifs de l'ULM, mise en fonction par une carte électronique développée par JC Buron, ingénieur systèmes et pilote ULM (le hasard...). Son principe est simple : un « voltmètre » observe en permanence la tension dans le circuit principal. Si celle-ci chute en dessous d'un seuil prédéfini (10.5 v), l'alimentation commute automatiquement sur la batterie de secours. L'idée étant de permettre la continuité de fonctionnement du moteur (et uniquement de celui-ci) sans coupure ni dégradation afin de poursuivre le vol jusqu'à une surface de posé sécurisée. La limite du système repose sur la capacité de la batterie qui détermine le temps de fonctionnement possible, 20 minutes étant selon moi une bonne valeur pour éviter de se « jeter » au sol dès la survenance de l'avarie.

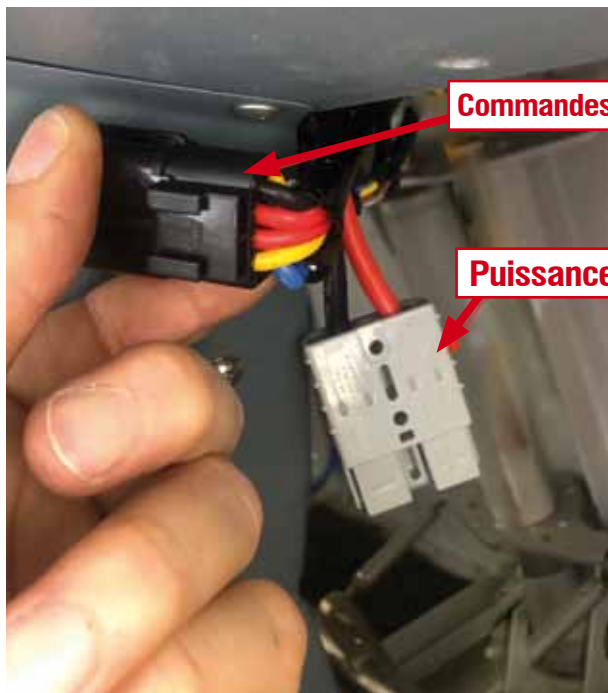
PUB HELITECH

*C'est gros comment ?
Ça pèse combien ? Ça coûte combien ?*

Pour les boîtiers comme pour les batteries, nous utilisons ceux fournis par le fabricant Solise. Leurs tailles dépendent de la puissance de la batterie.

- Les dimensions du modèle standard :
L : 156 mm ; l : 90 mm ; h : 83 mm
- Le poids fini est de 725 g
- Le prix de vente du modèle standard est de :
490 euros (selon batterie)

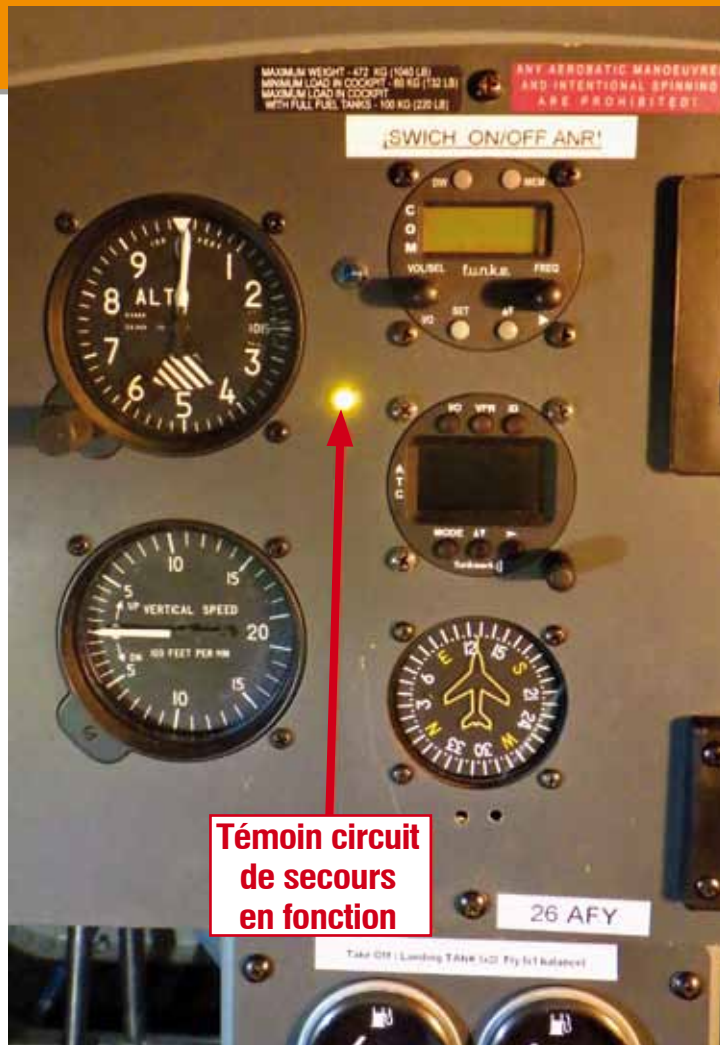




Commandes

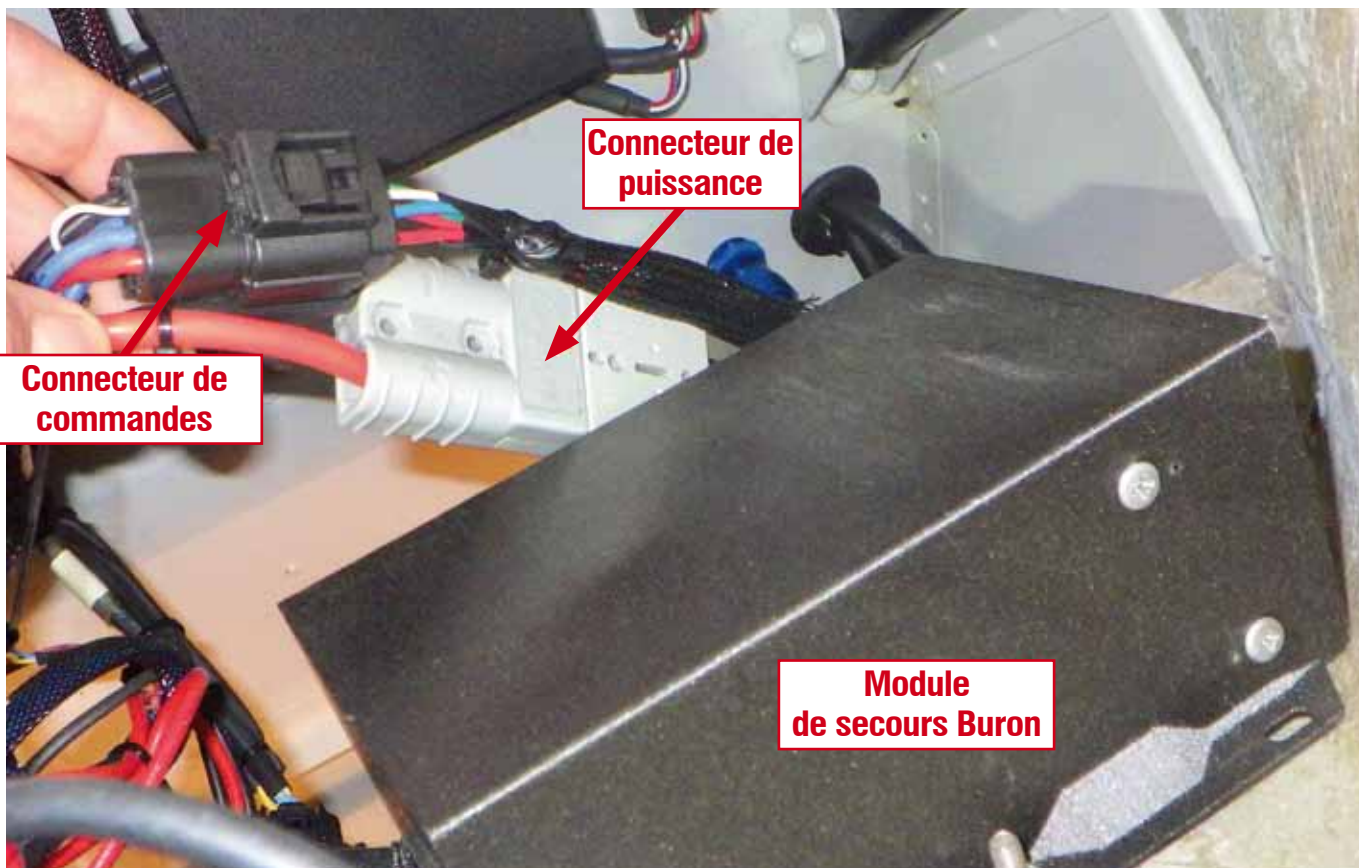
Puissance

Alies magnien daercient pliqui officiant aliqui aboreptae est qui el ius exerae. Ut rest, omnihic tem fugiam volorem quis et narchiliqui cus vent apidusa perum, que consequi illit, aut pratur autate



Témoin circuit de secours en fonction

26 AFY



Connecteur de commandes

Connecteur de puissance

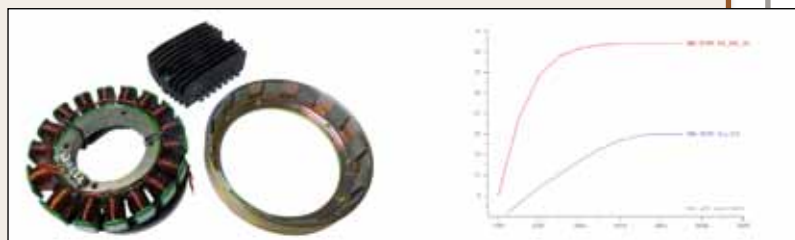
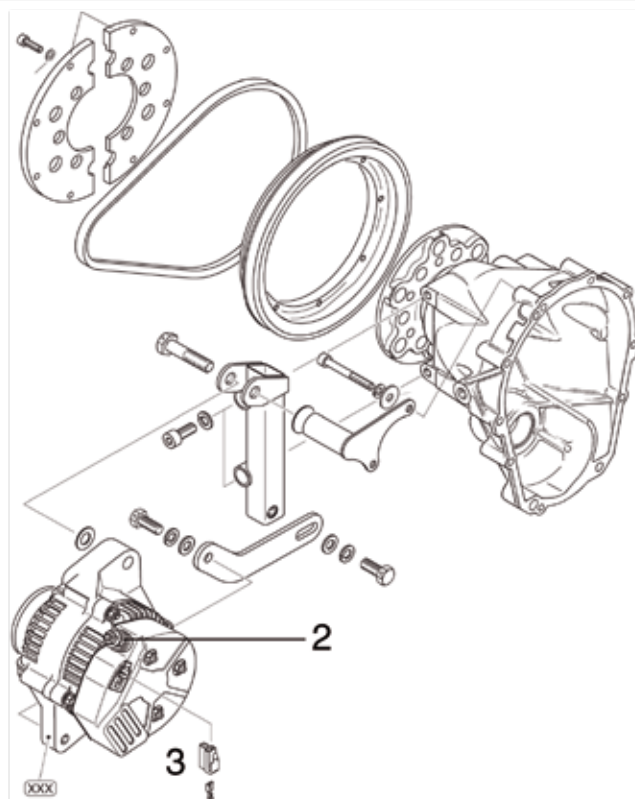
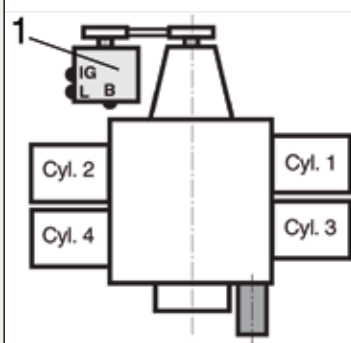
Module de secours Buron

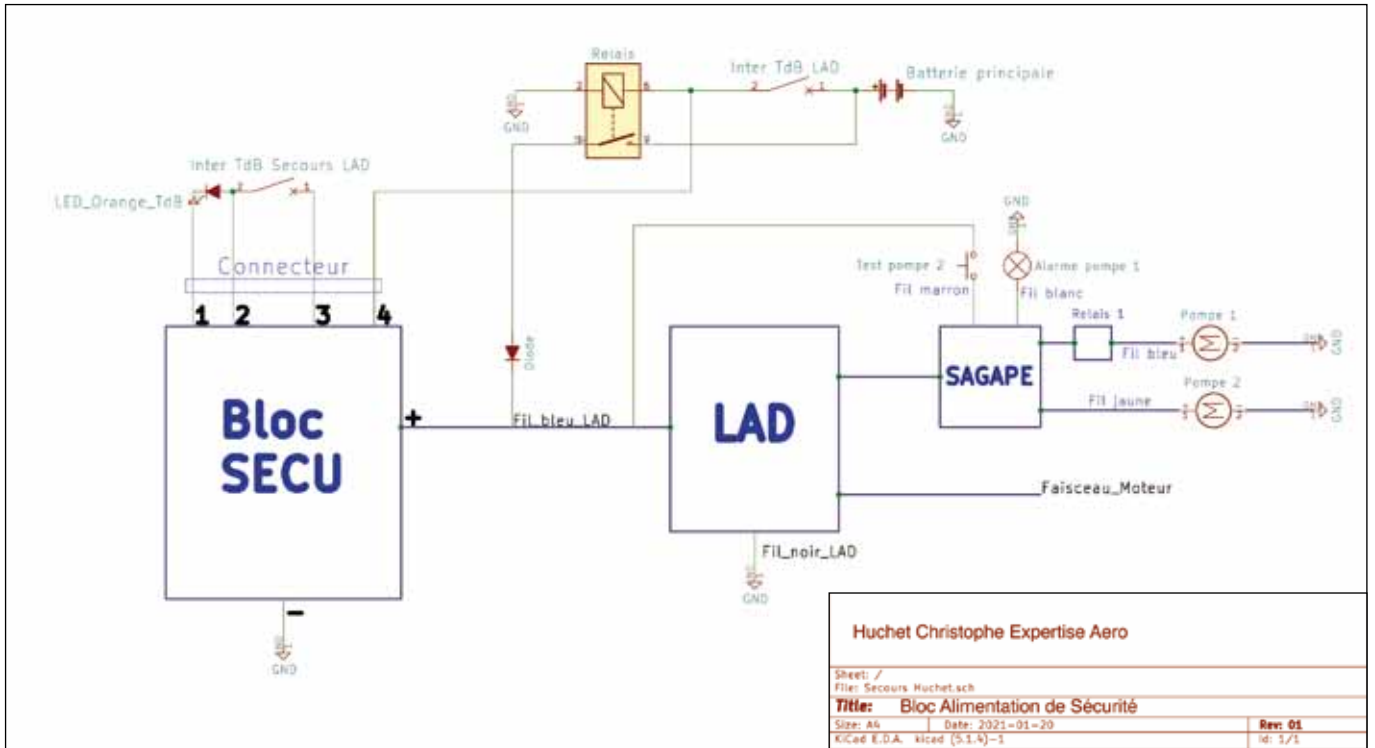
Production électrique

Il existe de multiples solutions pour augmenter de façon substantielle la production électrique des Rotax séries 9-- carbu :

→ Externe : cela impose un entraînement mécanique par courroie, une masse et un encombrement (mal placés) importants ; procure une puissance très importante et utilise des alternateurs issus de l'automobile. (schéma ci-contre).

→ Interne : développés par des spécialistes (EDGE ; Silent Hektik ; Flygas). Ces derniers proposent des puissances variées parfaitement intégrées respectant l'encombrement du moteur (schémas ci-dessous).





Le système paraît tellement évident qu'il semblerait logique que la majorité des pilotes qui montent une injection sans redondance de la production électrique, équipent leurs machines de cette solution. Oui mais voilà, le câblage de la carte et de ses composants n'est pas si simple, demande de l'outillage et quelques connaissances en électricité. Devant cette complexité, beaucoup se trouvent des excuses (on n'est pas mauvais à ce jeu-là...).

« ...J'ai doublé la capacité de ma batterie comme ça, si elle ne se recharge plus, j'ai de la marge... »

Oui mais non car, si le circuit de charge est déficient, l'énergie de la batterie sera aussi absorbée par les autres consommateurs (instruments, EFIS, GPS, strobes, tablette...) qui réduiront d'autant l'autonomie restante et surtout ne permettra pas de connaître la durée de cette autonomie.

« ...J'ai monté une 2° batterie avec un interrupteur et si la tension baisse... »

Oui mais, il faut que le pilote intègre dans son **kit visuel et intellectuel des instruments la tension et**, plus précisément, son seuil critique pour l'injection ce qui peut paraître une évidence lors de son évocation au bar du club mais beaucoup plus difficile à faire qu'à dire. Dans la majorité des cas, cela risque de se solder par un arrêt moteur qui, une fois que l'on en aura identifié l'origine, sera résolu par une commutation manuelle et une remise en

route au démarreur soit a minima 3 actions fortement monopolisantes des capacités cognitives du pilote. De 0.45 s à 2 min seront nécessaires selon que l'on est plus ou moins disponible et réceptif (entendez par là que l'on ne stresse pas trop...) au moment de la survenance de l'incident. Et si cela se produit lors d'une phase critique (montée initiale, dernier virage, courte finale...). il est peu probable que vous disposiez de ce délai.

On sait que les pilotes ont tendance à être facilement sujets aux excès de confiance, composante bien connue du fameux facteur humain... Pour l'ensemble de ces raisons, nous avons développé un « Bloc de Secours d'Alimentation » basé sur la logique des systèmes d'incendie et de secours présents dans les bâtiments recevant du public (cinémas, hôtels, magasins,...) et permettant la matérialisation des issues de secours et d'évacuation même en l'absence de courant (la coupure de l'alimentation électrique étant la première opération des services de sécurité ou de secours en cas de sinistre).

Ces blocs de secours fonctionnent sur batterie de façon autonome pour une durée prédéterminée.

Le « Bloc de Secours d'Alimentation » utilise les composants éprouvés du système de JC Buron, associé à une batterie LiFePo4, le tout câblé dans un boîtier fermé raccordable au faisceau de l'injection et à l'interrupteur de

mise en fonction au moyen de connecteurs rapides (**schéma ci-dessus**).

Cette solution permet l'implantation du BSA lors du montage initial de l'injection mais également a posteriori sans aucune intrusion dans le câblage LAD. En clair, on n'intercale pas un composant qui potentiellement pourrait provoquer une panne.

Pour le montage, il suffit de se raccorder au câblage de la machine en utilisant les connecteurs et faisceaux fournis, de positionner la **■** en face du pilote, l'interrupteur avec son braker à proximité immédiate de celui de l'injection et ensuite de fixer le boîtier puis de brancher les 2 connecteurs « Plug&Play ».

L'évolution du système sera la fabrication d'une carte intégrant l'ensemble des composants et des connecteurs. Cela permettra de réduire encore l'encombrement et le poids de l'ensemble (le prototype est en cours de fabrication).

Pour l'instant à la demande de pilote de classe 6, nous travaillons sur l'adaptation de ce bloc de secours à d'autres injections (MOTEC) et permettant de conserver en plus du fonctionnement moteur celui du compte-tours rotor (ce que l'on comprend aisément). ●

CONTACT
CHRISTOPHE HUCHET
www.afulm.fr
aeroexpertise@bretagneulm.fr

Comment c'est fait ?

Le bloc de sécurité d'alimentation est packagé dans un boîtier de batterie. On y trouve :

- 1 carte Buron, cœur du dispositif
- 1 relais double étage de 30 A
- 1 condensateur
- 1 diode
- 1 interrupteur de mise en fonction
- 1 led témoin de fonctionnement
- 1 carte d'équilibrage (BMS) permettant la recharge de la batterie
- 1 batterie dont la capacité déterminera le temps de fonctionnement (montage standard permettant +/- 20 min d'autonomie)
- 1 boîtier dimensions : 156 (L) x 90 (l) x 83 (h) mm (photo ci-dessous)



- 2 faisceaux distincts équipés de connecteurs sortent du boîtier :
 - 1 pour la commande sur lequel on connectera l'interrupteur de mise en service, la led et la surveillance de la tension de bord
 - 1 pour l'alimentation de l'injection LAD.
- Poids de l'ensemble : 725 g (photo ci-dessous)

