

VOL moteur

Le MAGAZINE du PILOTE ULM

**Bien se former
Ardèche ULM**

**Injection LAD
Comment l'installer ?**
2^e partie

FLIGHT DESIGN CTLSi GT
GRAND TOURISME ! *Test multiaxes*

**Carnet de vol
Cap sur la Corse
en pendulaire, 2^e partie**

**Les pendulaires EVOLUTION TRIKES
NE CONNAISSENT PAS LA CRISE !**



**VOYAGE AUTOGIRE
ÉMERVEILLEMENT AU COSTA RICA**



FICHE PRATIQUE

Radio ICOM **4^e partie**

IC-A25CE & NE

Navigation

Comment se rendre
en Corse en ULM ?

Zoom

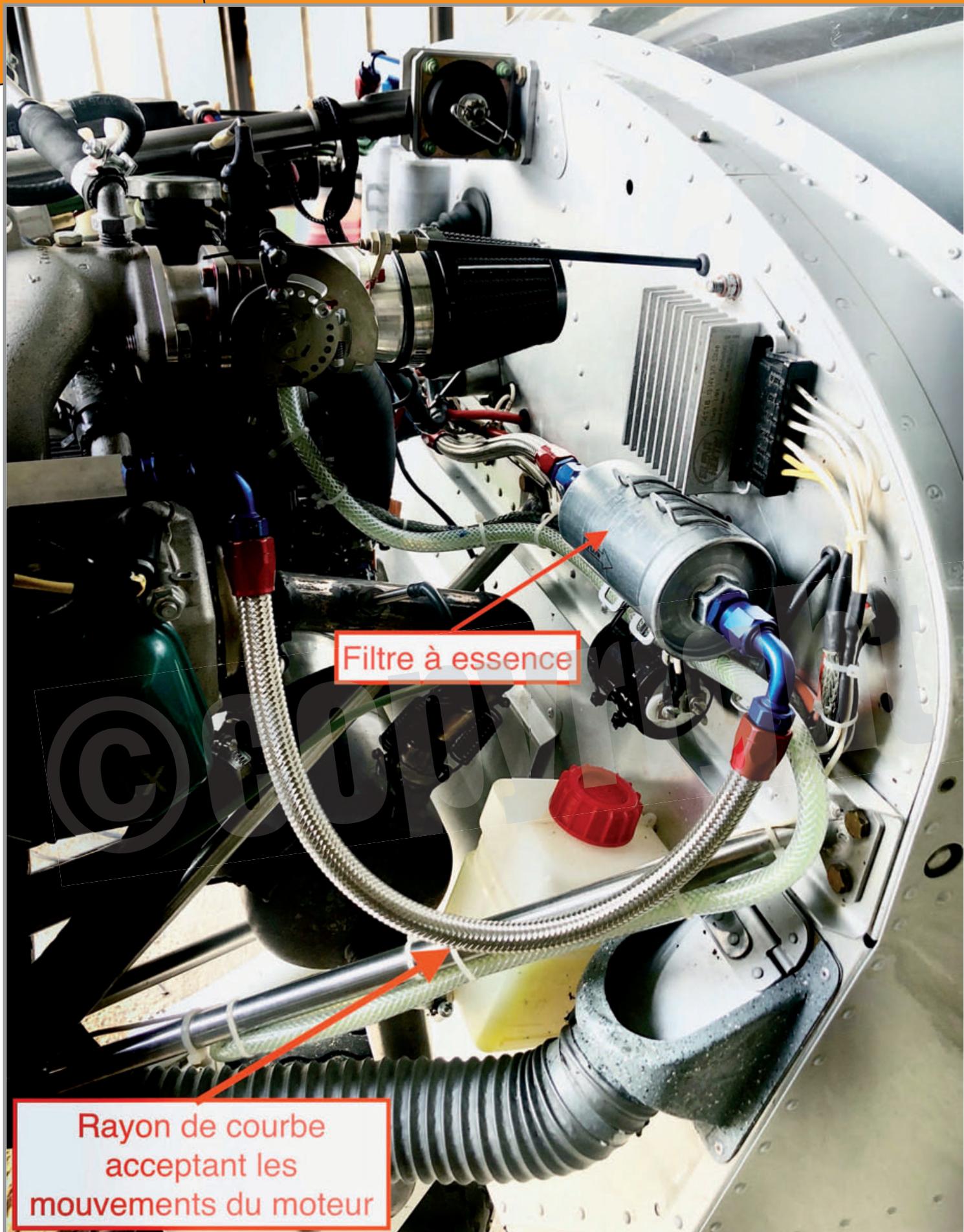
- Bristell FB8 est là !
- Butek en liquidation



L 14137 - 417 - F : 7,30 € - RD



n° 417 > novembre 2020 > 7,30 €
BELUX, DOM/S, PORT. CONT. : 8,30 € • CAN : 12,99 \$CAD
• TOM/S : 1 200 XPF



Faut-il passer à l'injection ? LAD ?

Texte : Christophe Huchet. Photos : Vol Moteur

2^e étape • le maquettage (1 journée)

Pour cet article, nous avons choisi l'injection LAD avant de nous lancer dans d'autres produits comme Sodemo ou Edge...

Cette étape est très importante, car elle conditionne les choix techniques liés aux impératifs « machine » concernant l'implantation et l'exploitation. Il est primordial d'y consacrer le temps nécessaire et de ne pas brûler les étapes au risque de se mettre dans des situations sans issue imposant, par exemple, la dépose d'éléments nouvellement montés mais également afin de ne pas dégrader le niveau d'équipement d'origine comme la boîte d'admission ou la prise d'air dynamique. Intégrez dans votre réflexion toutes les conditions d'utilisation possibles : T°, chemine-ments, débattements, mouvements des éléments, circulation d'air...).

Implantation des éléments

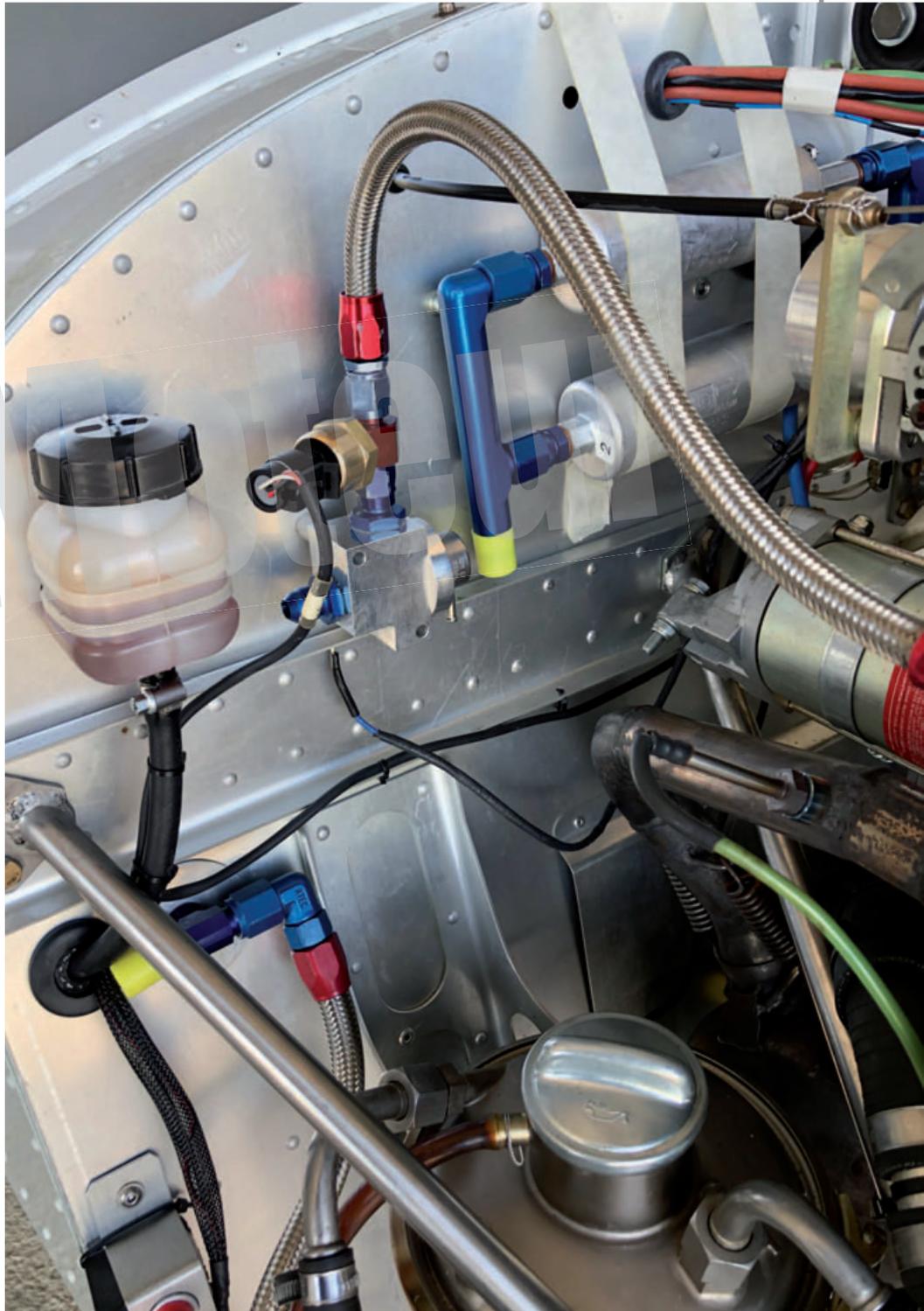
S'agissant de montages souvent uniques, il n'existe pas de manuel d'implantation dédié à chaque machine (classe 3 ; 4 ; ? ; localisation des réservoirs ? Espace disponible?...). Cela revient à définir un montage prototype. Dans le mien, je souhaitais une intégration maximale type « usine » conservant les spécificités propres à l'appareil et la réalisation de modules « électrique » et « hydraulique » centralisés et indépendants :

1^{er} hydraulique : en veillant à respecter les logiques physiques et thermiques des fluides (pompage en bas, mise à l'air en haut...).

2nd électrique/électronique : avec pour impératif de préserver ces composants des agressions en les localisant à l'intérieur du cockpit. Selon vos connaissances en matière de solutions de fixation et des matériels annexes et quincaillerie existants ainsi que de leurs fournisseurs mais également de votre cahier des charges, vous y passerez plus ou moins des temps (l'est pas rapide le bougre!).

Sachez que ce temps de conception est un facteur 3 de la durée de réalisation, cela vous permet d'estimer le temps à gagner en peaufinant cette étape.

La bonne solution consiste, selon moi, à faire des croquis, des schémas et des plans qui vous permettront de fixer vos idées.



3^e étape • l’approvisionnement

Cela commence bien sûr par le fournisseur du kit. Dans le cas de LAD, il est possible d’adjoindre de multiples options à la carte, la définition choisie est la suivante :

CHEZ LAD AÉRO

- Kit de base
- Système SAGAPE (détection de pression basse et basculement automatique)
- Seconde pompe à essence
- Réservoir tampon
- Afficheur multifonctions
- Sonde λ

Ce kit contient des raccords hydrauliques sur tubes avec cerflex et des préfiltres sur tubes que je ne souhaite pas utiliser au profit d’Aéroquip, de raccords vissés et d’un préfiltre unique de très gros volume.

CHEZ BURON

- Kit alimentation de secours
- Calculateur
- Condensateur
- Relais

CHEZ SILENT HEKTIK

- Régulateur

CHEZ SOLISE

- Batterie LifeP04
- Carte de gestion de charge (BMS)
- Boîtier anti-déflagration

CHEZ EXACT

- Jumelles de pompe (pour relier les pompes entre elles)
- Durites blindées Dash 4 & 6
- Raccords (droits, coudés, forgés, tubulaires, traverses cloison...)

DIVERS, QUINCAILLERIE

- Inserts filetés
- Visserie (inox)
- Clapets anti-retour
- Relais (40A)
- Interrupteurs (20A)
- Témoins
- Brakers (10A)
- Câbles électriques
- Cosses
- Connecteurs
- Gaine
- Passe-câbles
- Attaches, supports et colliers Rilsan (sans lesquels aucun ULM ne pourrait prendre l’air!)

Pensez à bien anticiper les commandes pour éviter les ruptures d’approvisionnement qui pourraient vous immobiliser.

4^e étape • le montage

Pour cette étape, il est important de respecter le manuel d’installation LAD mais également de savoir l’adapter. Le principe est le suivant :

1. La mécanique (½ journée)

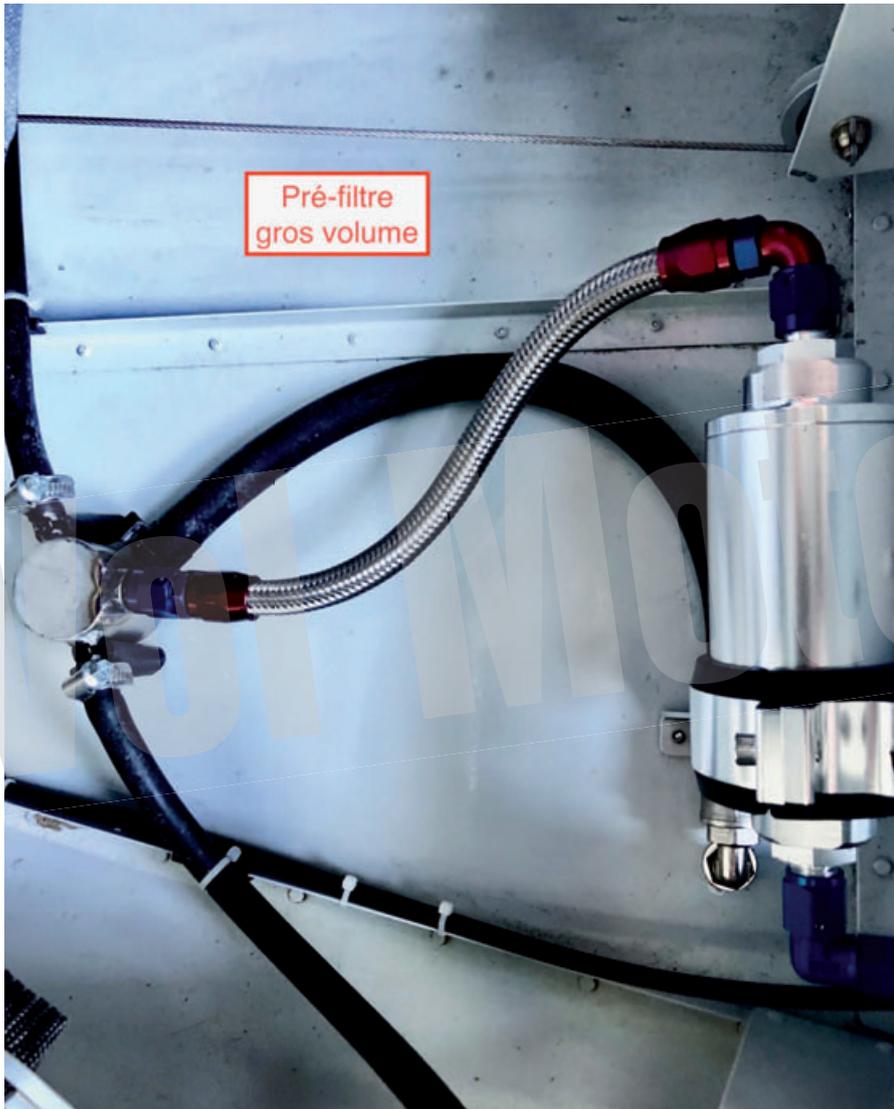
Dépose des carburateurs, pompe à essence et canalisations de la commande de réchauffe (eh oui ! plus de risque de givrage).

Positionnement des rampes d’injection et des corps de papillons ce qui, sur l’A22, avec ma volonté de conserver une prise d’air dynamique, impose des modifications de la boîte à air pour le passage sans contrainte des câbles de gaz et l’obturation du conduit d’air chaud (j’ai la chance d’avoir un ami maquettiste pilote ULM, possédant un Skylane sur lequel nous avons monté une injection il y a quelques années et qui a réalisé pour moi ces modifications spécialisées et très chronophages, c’est ça l’ULM!).

L’implantation du capteur de PMH, là ma technique diffère un peu de celle de LAD, car je commence par immobiliser le moteur à l’aide de la pige (**tableau ci-contre**) ce qui permet de desserrer le boulon du volant magnétique d’être sûr du positionnement du capteur (sa place sur le volant magnétique étant assurée grâce à un détrompeur).

BILAN MASSES KIT INJECTION POUR ROTAX 912

ROTAX	
2 CARBURATEURS + BRIDES	2 400
1 POMPE À ESSENCE MÉCANIQUE	395
1 POMPE À ESSENCE ÉLECTRIQUE DURITE DIAM 7 + 4 COLLIERS	495
1 DURITE DIAM 8 LONGUEUR 2 m + COLLIERS	289
	3 579
KIT LAD	
1 POMPE À ESSENCE + PRÉFILTRE + DURITE DIAM 12 + 2 COLLIERS	603
1 FILTRE + 2 RACCORDS RAYMOND + 2 MÈTRES DURITE DIAM 8	350
1 SUPPORT RÉGUL. + RÉGUL. + CLIPS + ADAPT. + RACCORD SORTIE LISSE DIAM 8,0	159
1 DURITE LIAISON RAMPES	127
1 DURITE LIAISON RAMPE-RÉGULATEUR	88
2 SUPPORTS INJECTEURS COMPLET ASSEMBLÉ (supports inj + rampe + injecteurs + entretoises + vis + adaptateurs)	850
1 BOÎTIER PAPILLON COMPLET ASSEMBLÉ G (boîtier pap + entretoise + cornet + vis + potar pap)	509
1 BOÎTIER PAPILLON COMPLET ASSEMBLÉ D (boîtier pap + entretoise + cornet + vis)	490
1 MAP SENSOR + TUYAU	76
1 SUPPORT CAPTEUR T° EAU + CAPTEUR	76
1 ENTRETOISE CIBLE + CIBLE + 5 VIS	290
1 SUPPORT CAPTEUR RÉGIME + CAPTEUR + VIS	68
1 CALCULATEUR S40	228
1 FAISCEAU V2017	570
	4 484
	Δ POIDS 905
OPTIONS	
1 KIT SONDE λ + CONDITIONNEUR	415
	Δ POIDS 1 320
1 2SD POMPE À ESSENCE + PRÉFILTRE + DURITE 12 + 2 COLLIERS	603
	Δ POIDS 1 923
1 MODULE BACK UP SECUR BURON (avec batterie)	570
	Δ POIDS 2 493

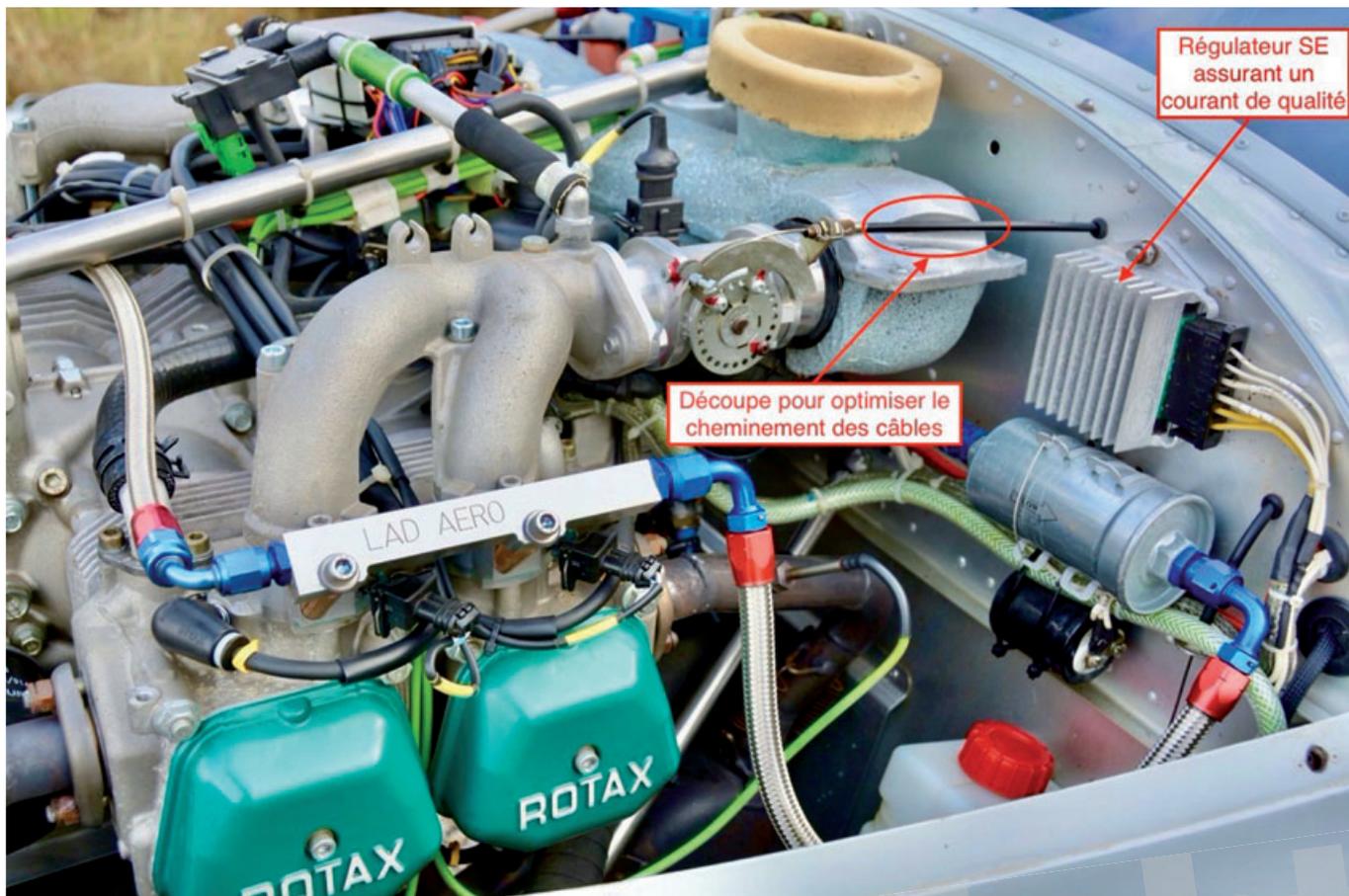


- Mise en place de la sonde de T° de liquide de refroidissement : je préconise de faire cette opération après la précédente, car le cheminement de la durite peut être impacté par la présence du capteur de PMH dont la position est, elle, immuable.
- Fixation de tous les éléments hydrauliques (facile après une étape 2 bien réalisée). N'hésitez jamais à fabriquer la petite pâte ou le support qui améliorera la tenue d'un élément au profit de quelques fixations « moyennes » mais faciles parce qu'existantes qui s'avèreront souvent inadaptées à l'usage.

2. L'hydraulique (2 journées)

Les pompes, le réservoir tampon, le pré-filtre, le filtre, les canalisations :

- Lorsque l'on opte pour des canalisations « Aéroquip », outre la qualité des assemblages qui ne doit souffrir d'aucun à-peu-près, il est indispensable de respecter les rayons de courbure et de penser à sa relative raideur qui lui fait transmettre mécaniquement les efforts (rassurez-vous, le résultat sera à la hauteur).
- Ayant opté pour un circuit « ouvert », il a été nécessaire de réaliser une canalisation de mise à l'air dans l'un des réservoirs (le D) imposant le perçage du fuselage, de l'aile et du puisard de réservoir pour y implanter une « tétine ». C'est très long et d'autant plus rageant que sur l'A22, produit à partir de l'année suivante, le retour au réservoir existe et aurait pu être utilisé.



3. L'électrique (2 journées)

Réaliser une alimentation « propre » en amont des équipements (½ journée)

Pour cela, je l'ai alimenté directement par le câble de puissance arrivant de la batterie en utilisant des conducteurs de grosse section repris sur le relais de démarreur et commandés par un relais de forte puissance (40A) piloté par un + après contact (cette relative complexité assure d'une qualité optimale exempte de microcoupure, pour l'alimentation du calculateur et des composants de l'injection).

L'A22 étant un appareil intégralement métallique, il n'est pas nécessaire de « tirer » des fils de masse, la structure en faisant office comme dans l'automobile).

Pour l'alimentation de secours Buron (½ journée)

J'ai souhaité l'implanter en tant que module de secours indépendant contenant égale-

ment la batterie (FOTO). Il est nécessaire de prévoir l'intégration des composants dans le boîtier et de soigner leurs connexions.

Ce temps sera rattrapé par la facilité de mise en place du module « plug & play » que vous aurez ainsi préparé et qu'il sera facile de positionner.

Composants et commandes (1 journée)

Dans un objectif de simplification et afin de ne pas surcharger le pilote en lui imposant des manipulations supplémentaires qui pourraient être sujettes à erreurs, il est nécessaire de définir précisément la localisation des composants.

Je n'ai ajouté que le strict nécessaire :

- 1 interrupteur principal pour la mise sous tension de l'injection
- 1 interrupteur pour la commande de l'alimentation de secours

Avec 1 LED témoin dans le champ de vision du pilote

- 1 poussoir pour le test du système SAGAPE
- Avec 1 LED témoin dans le champ de vision du pilote

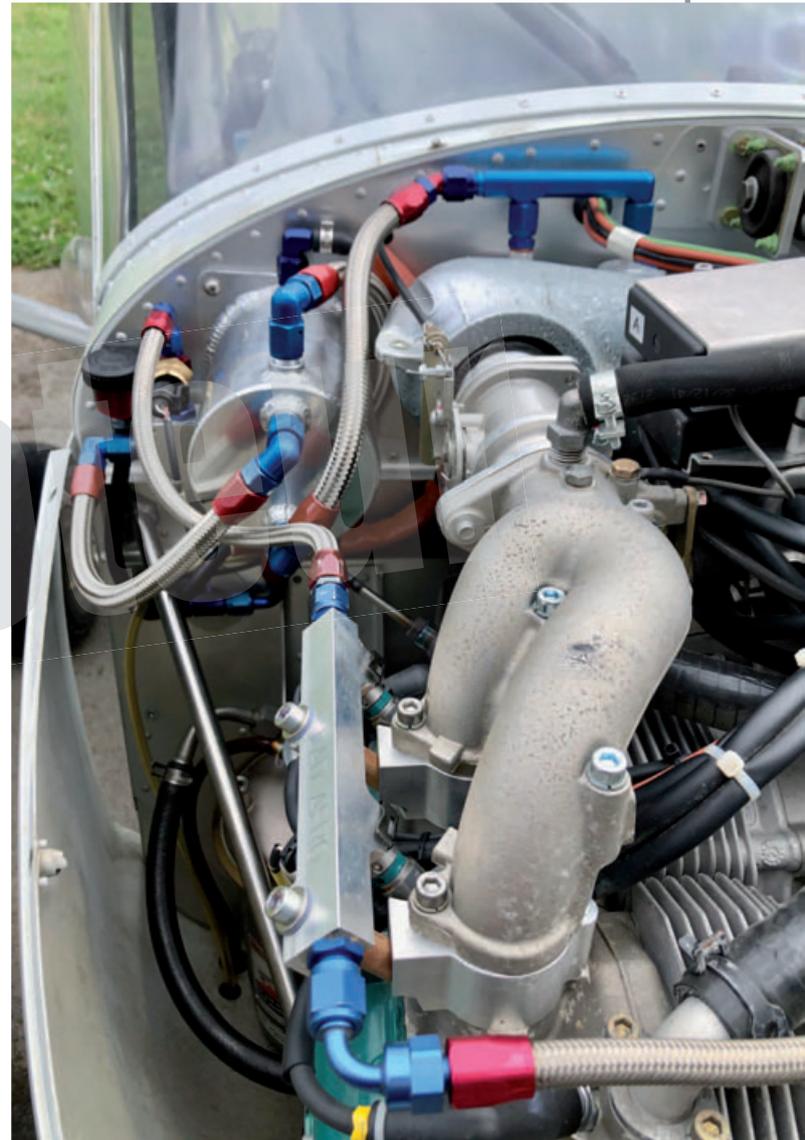
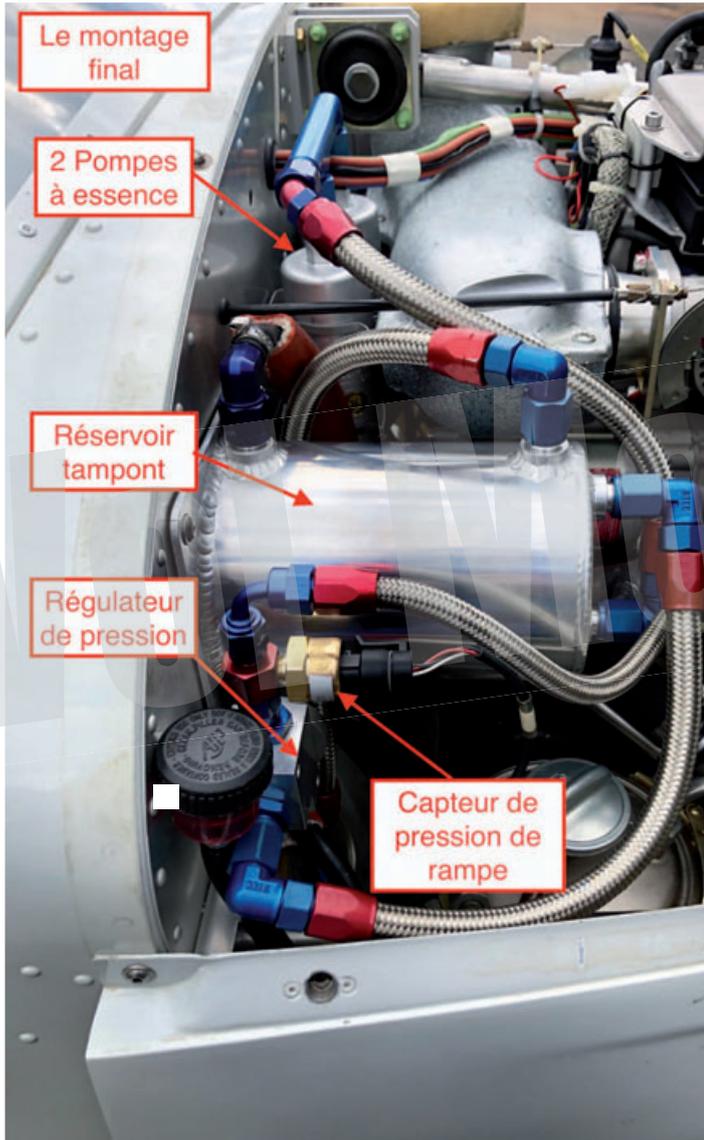
- 1 afficheur multifonctions

Le calculateur LAD et l'interface de la sonde λ sont fixés sur la cloison pare-feu côté passager par l'intermédiaire de silent-blocs. Le boîtier SAGAPE est fixé à l'intérieur de la console, à proximité immédiate du calculateur et du bloc d'alimentation de secours fixé à l'intérieur du tableau de bord.

La mise en place du faisceau requiert une attention particulière, en premier lieu lors de son passage à travers la cloison, LAD fournit un soufflet ajustable très pratique pour lequel il faut être très vigilant au diamètre de perçage. Le cheminement de chacun des brins du faisceau doit être exempt de toutes contraintes et agressions extérieures (physiques, thermiques...).

À ce stade, la fixation du faisceau doit être mise en place mais pas serrée (on ne tire pas sur les Rilsan!), elle devra être ajustée à la toute fin des montages.

5^e étape • essais et réglages (1/2 journée)





Comme sur tous les ULM, le passage à travers la cloison pare-feu des différentes durites ou câbles doit être soigné.



Statiques

Si la logique a imposé de commencer le montage par l'hydraulique, elle induit de commencer les essais par :

L'ÉLECTRICITÉ :

Connexion de tous les éléments hormis le calculateur, qui est un élément fragile que l'on ne branchera que lorsque les connexions auront toutes été validées.

Mise sous tension (personnellement, je procède à un contrôle à l'aide d'un multimètre avant les connexions ce qui me permet de connecter « à coup sûr ».

L'HYDRAULIQUE :

L'ensemble des canalisations ayant été rincées et soufflées (copieusement), elles sont raccordées et le robinet d'alimentation est ouvert. Chaque raccord est inspecté à la main de façon instantanée et à l'aide de « buvards » (papier d'essuyage laissé sous et/ou sur les raccords durant une longue période, révélateur de suintements ou de fuites retardés).

Électrohydraulique :

• Mise sous tension

• Général :

- Fonctionnement des pompes
- Étanchéité des canalisations à la mise en pression

• SAGAPE :

Marche forcée

• Alimentation de secours :

Interrupteur, voyants

Réglages

Cette étape se déroule en 2 séquences.

MISE AU POINT :

1. Statique : lors de cette séquence, il est nécessaire de respecter les basiques, à savoir la liberté de cheminement des câbles de gaz, l'ouverture maxi et la butée mécanique de la commande d'accélérateur AVANT la butée sur les corps de papillons.

• La synchronisation/ralenti : mécanique pour définir la position de base et pneumatique pour parfaire le fonctionnement. Tube d'équilibrage en place, car le capteur de pression qui informe l'injection y est implanté.

L'injection permet de descendre très bas le régime de ralenti (1 200 rpm). Si, en plus, et comme c'est le cas ici, le moteur est équipé de boîtiers d'allumage avec une courbe programmée (voir VM n°414 et 415), il est possible de descendre à +/- 1 000 rpm mais cela est FORTEMENT déconseillé car, à un régime inférieur à 1 400 rpm (préconisation Rotax), la boîte de vitesse subit des contraintes (mécaniques, vibratoires, de lubrification) qui en accélèrent prématurément l'usure.

2. Dynamiques : démarrage moteur, monté en température, essais sélectifs :

• SAGAPE (bouton pression allumage du témoin bleu)

- Alimentation de secours (passage depuis le général sans à-coups et allumage du témoin jaune)
- Contrôle des paramètres (tension, pression)

Essais WOT sur 2 min minimum, effectuer ensuite un roulage au sol avec des freinages et de faibles accélérations. C'est important, cela permet d'entendre d'éventuels bruits parasites, physiques : frottements, vibrations... Électrique : échauffements, arcs.. ; Hydrauliques : écoulements, bulles, ruissellements... À l'issue de ces essais, il convient de faire un check complet de l'installation, si vous pouvez disposer d'un œil extérieur (pertinent, évitez Régis du bar du club...), ce n'en est que mieux !

Après cela, vous êtes paré pour un vol test que vous effectuerez seul, en altitude (+2 500 ft) et à portée immédiate de la piste.

Au cours de ce vol, vous réaliserez le maximum de contrôle dans toutes les configurations possibles. Personnellement, j'établis un check-list que je renseigne pour partie en vol directement ou que je documente au retour à l'aide des photos que je prends en vol (je ne suis pas encore passé à la vidéo mais je pense que cela peut apporter quelque chose si l'on commente les actions en vol).

En synthèse

Pour réaliser le montage complet, vous aurez consacré +/- 1 semaine selon la complexité d'intégration sur votre machine et vos capacités. ●

Christophe HUCHET
 Formateur Technique
AFULM
 LF3557
 La Baillée sous Champ Fleury
 35340 LIFFRE
www.afulm.fr
<https://www.facebook.com/rotaxserie9/>

Pour votre sécurité venez vous former à l'entretien et la maintenance de votre ROTAX série 9 -

www.afulm.fr

