

VOL moteur

Le MAGAZINE du PILOTE ULM



Pilotage
Anticipation
et prise de décision

ESSAI MULTIAXES

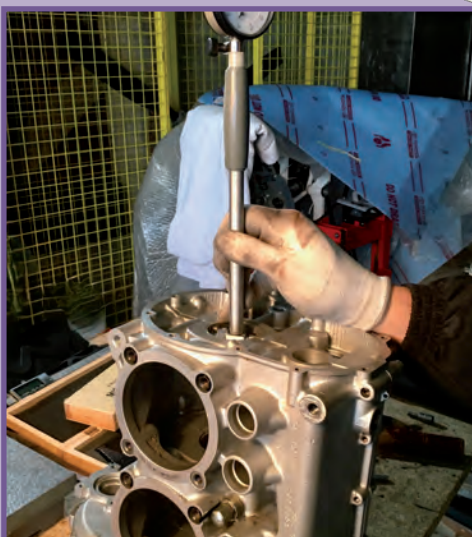
PIONEER 300 GRIFFON Le bois et toile haut de gamme

Atelier mobile
Maintenance à domicile

VOL À VOILE EN ULM
MAGIQUE, ÉCOLOGIQUE, ÉCONOMIQUE !



PENDULAIRE
TOURNAGE DE HAUT VOL !



POTENTIEL MOTEUR
REPARTIR POUR UN TOUR

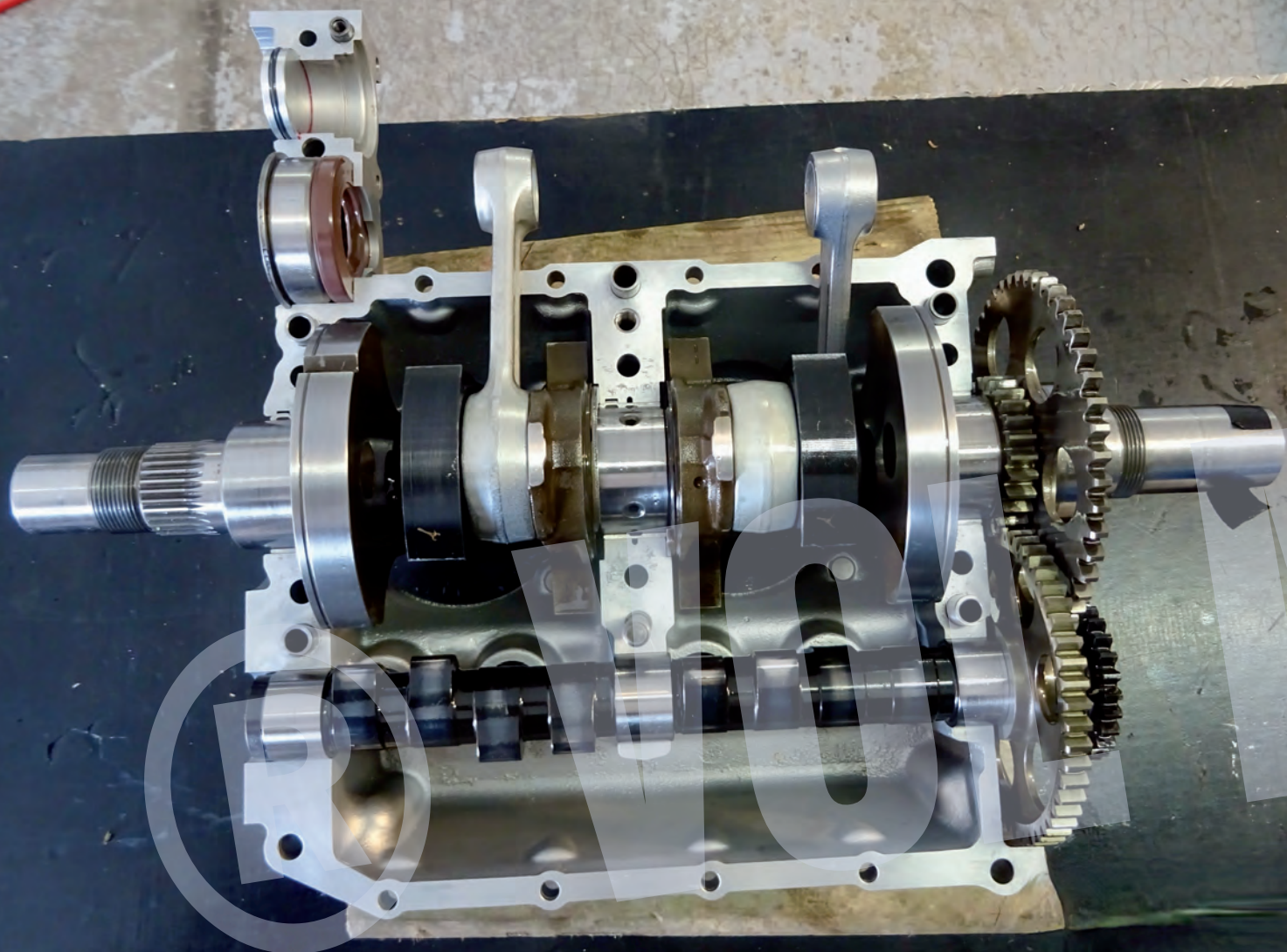
FICHE PRATIQUE

Tester sa VHF, 1^{re} partie
J'IRAI POSER CHEZ VOUS
À Châtillon-sur-Seine,
en Côte-d'Or

L 14137 - 435 - F: 7,70 € - RD



n° 435 > mai 2022 > 7,70 €
BEL, LUX, DOM, PORT. CONT. : 8,70 € • CAN : 13,50 \$ca
TOM : 1 260 XPF



Potentiel moteur

REPARTIR POUR UN TOUR

Le début du développement du Rotax 912 remonte à 1984 et son premier vol à 1989, cela fait aujourd'hui 33 ans... Ça ne nous rajeunit pas comme dit Régis (du bar de l'aéroclub) ! Effectivement, ce n'est pas un petit nouveau, il a fait ses preuves. Et comme tout un chacun, il peut être atteint par la limite d'âge, horaire ou calendaire.

Texte et illustrations : Christophe Huchet

Un strict respect de la méthodologie définie par le constructeur est impératif pour prétendre à une réactualisation du plein potentiel d'un moteur.

Potentiel

Vous le savez, le Rotax a bénéficié de durées de vie qui sont allées en s'allongeant depuis sa mise sur le marché, où les premiers exemplaires disposaient d'un potentiel de 600 heures, jusqu'à aujourd'hui où ils possèdent couramment 2 000 heures. J'évoquerai plus loin les butées calendaires et horaires (« *whichever comes first* » comme ils disent).

Si la spécificité de l'ULM est de permettre à son propriétaire de réaliser lui-même la maintenance et les réparations de son moteur, cela ne veut pas dire qu'il en est dispensé, ni qu'il a la possibilité d'effectuer ces opérations à sa manière ou quand bon lui semble. Il est tenu de suivre les préconisations édictées par le concepteur du moteur. Cela est vrai pour tous les moteurs, et dans toutes les classes d'ULM.

Le respect du TBO fait partie de ces obligations. Dans ces conditions, lorsque le moteur arrive à l'une des échéances, horaire (heures de fonctionnement) ou calendaire (années d'ancienneté), il est impératif de le remettre à niveau pour pouvoir continuer à voler en toute légalité. Ce potentiel, puisqu'il s'agit de cela, est défini par les trois lettres bien connues, TBO - Time Between Overhaul - c'est-à-dire le temps qui sépare la première mise en route du moteur de sa réfection quand l'une des butées est atteinte. Si l'on souhaite alors re-potentialiser son moteur, il est nécessaire d'appliquer la méthodologie définie par le constructeur, pour permettre la remise à zéro du potentiel.

Et là commence un parcours du combattant. L'ensemble des documents permettant le suivi, la maintenance et la réparation des moteurs Rotax sont disponibles gratuitement sur le site du constructeur, www.flyrotax.com, section Services > Technical Documentation. Mais le manuel Overhaul (OVH), celui qui régit la réfection du moteur permettant la réactualisation du potentiel, n'est pas accessible aux particuliers, ni même aux professionnels, il est réservé aux seuls membres du réseau du constructeur.

100% replacement parts				Engine Type				
quantity	part description (in alphabetic sequence)	replace only if	usage	912 914				
				A/UL	F	S/ULS/ ULSFR	F/UL	
all	ball and roller bearing		engine	X	X	X	X	
1	bayonet cap		oil tank	X	X	X	X	
1	bowden cable		waste gate					X
1	brush holder		electric starter	X	X	X	X	
1	bushing	part no. 845420 is installed (bronze material) ¹⁾	dog gear	X				
1	camshaft		engine	X	X	X	X	
1	carbon brush assy.		electric starter	X	X	X	X	
2	carburetor flange		carburetor	X	X	X	X	
1	circlip	part no. 845420 is installed (diameter 68) ²⁾	sprag clutch housing	X	X	X	X	
2	circlip		carburetor	X	X	X	X	
1	clamp	part no. 851310 is installed (not reinforced) ³⁾	muffler					X
16	clamp	part no. 251875 is installed ⁴⁾	coolant hoses	X	X	X	X	
2	clamp 5/M5		carburetor		X	X	X	
5	clamp		turbo oil lines					X
all	clamp		ruber hose 4x7					X
1	compression spring		oil pump	X	X	X	X	
1	compression spring		turbo check valve					X
1	connector sheath		electric starter	X	X	X	X	
all	coolant hose		engine	X	X	X	X	
1	crankshaft set		engine	X	X	X	X	
1	cyl. screw M10x110		engine suspension frame	X	X	X	X	
3	cyl. screw M10x35		engine suspension frame	X	X	X	X	

Extrait du listing des pièces à remplacer obligatoirement pour pouvoir prétendre à une re-potentialisation du moteur.

Il y a là un sujet de dissertation. S'agissant de l'utilisation de ces moteurs dans le monde de l'aviation certifiée, cette disposition est parfaitement compréhensible. Dans le non-certifié, le moteur peut être maintenu et remis à niveau par les propriétaires eux-mêmes ou les techniciens à qui ils le confient. Mais ils ne disposent pas de la documentation leur permettant de le faire selon les prescriptions du concepteur !

Ce point est d'importance, puisque seule la stricte observance du manuel Overhaul permet de requalifier un moteur pour une période d'exploitation définie. Dans ce manuel, qui est mon livre de chevet depuis de nombreuses années, il est clairement expliqué et détaillé l'ensemble des travaux à réaliser pour permettre la remise à zéro du potentiel. Il est accompagné d'un appendice qui précise les pièces dites « 100 % remplacées », sans le changement desquelles il n'est pas possible de se prévaloir d'une réactualisation du plein potentiel d'un moteur. Cet état de fait tend à imposer un remplacement de pièces qui, dans l'exploitation d'un moteur terrestre, pourrait paraître superflu. Mais ne perdons pas de vue que ces processus ont été développés pour l'aviation certifiée. Quoi qu'il en soit, il n'existe aucun amendement autorisant une réduction des interventions ou des pièces à remplacer dans le cas de l'utilisation de ces moteurs sur des aéronefs non certifiés.

On ouvre

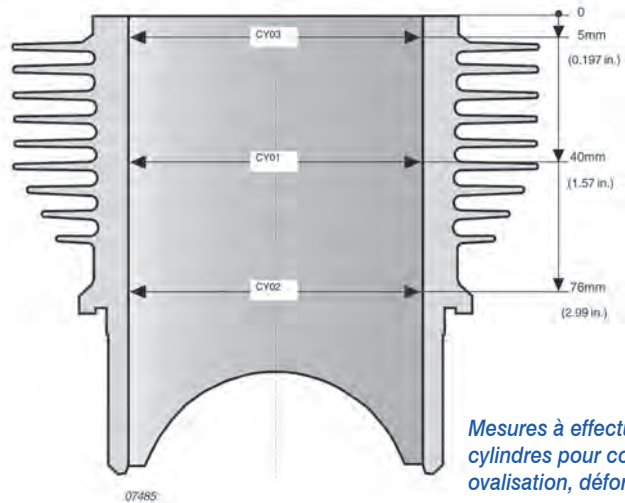
Lorsque l'une des échéances est atteinte, le moteur doit être entièrement désassemblé. Tous ses éléments, fixes, mobiles, ainsi que les carters, sont rigoureusement inspectés, mesurés et contrôlés. Après un démontage complet suivi d'un nettoyage méticuleux de l'ensemble des pièces, il est procédé à des relevés métrologiques, des contrôles dimensionnels devant être réalisés sur l'ensemble des organes mobiles et sujets à l'usure. Cette étape, longue et nécessitant des outillages et des compétences spécifiques, est la plus importante car elle détermine la liste des pièces à remplacer. Pour information, il faut à un technicien bien équipé et maîtrisant son sujet entre 6 et 8 heures pour réaliser l'ensemble des opérations de métrologie.

Il est important de noter, sans être exhaustif (ni dévoiler ici le fameux « appendice 8 » du manuel), que parmi les pièces 100 % remplacées figurent : le vilebrequin (2 700 à 5 500 €), l'arbre à cames (1 000 €), les soupapes d'échappement (250 € x 4), pour ne citer que les plus importantes. Le prix de ces seules pièces fait pour le moins réfléchir lorsque l'on envisage une re-potentialisation du moteur.

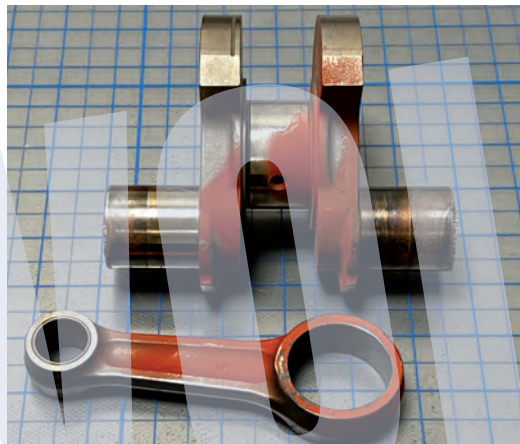
Il existe des alternatives plus économiques, sous la forme de pièces adaptables ou reconstruites. C'est le cas du vilebrequin. Quelques professionnels très équipés disposent de machines permettant son désassemblage (ils sont environ trois en Europe). Il s'agit d'un modèle à trois paliers dit monobloc, assemblé à la presse, où les bielles ne sont pas démontables. Ces dernières sont de type monobloc (sans chapeau démontable comme sur les moteurs 2 temps) et tournent sur des coussinets mono-pièce qui imposent le désassemblage du vilebrequin à l'aide d'outillages très spécifiques et d'une presse de fort tonnage.

Il faut ensuite réaliser un contrôle dimensionnel et métrologique spécifique pour déterminer l'état d'usure des manetons et des bielles elles-mêmes, ainsi que l'épaisseur des coussinets à utiliser pour remplacer ceux arrivés en fin de vie. Ces travaux sont effectués par des ateliers spécialisés spécifiquement équipés, car après le remontage il faut réaliser un équilibrage du vilebrequin. Précisons qu'il n'existe aucune référence dans le catalogue de pièces Rotax pour la commercialisation de ces coussinets, pas plus que pour les bielles ou les manetons qui pourraient être usés. Seul un vilebrequin complet peut être acheté auprès du constructeur, neuf ou reconditionné et, dans ce deuxième cas, très peu sont disponibles. Ces pièces ne sont vendues par l'importateur qu'à des professionnels autorisés, ça se corse encore un peu...

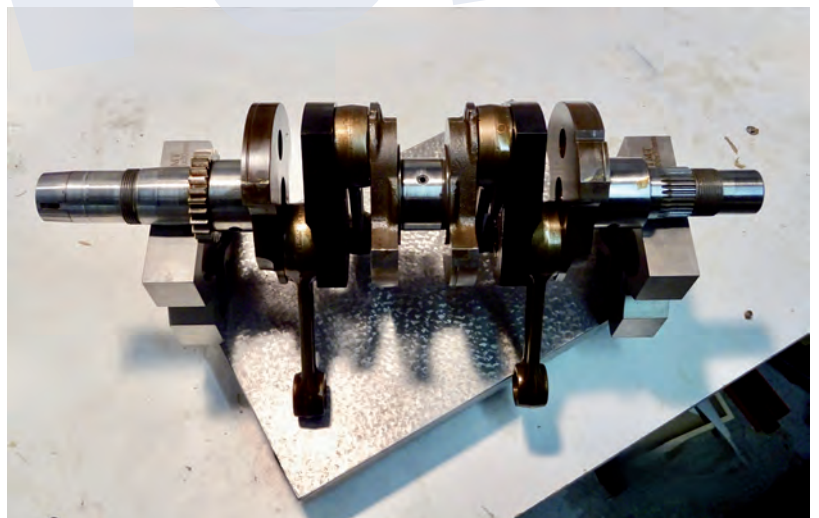
Sur les cylindres/pistons, après nettoyage non intrusif et non agressif, il conviendra de réaliser une métrologie conventionnelle permettant de définir les états de surface, l'usure et la déformation. On pourra éventuellement les conserver, si l'on est dans des tolérances et des



Mesures à effectuer sur les cylindres pour contrôler usure, ovalisation, déformation...



Le désassemblage du vilebrequin nécessite un outillage spécifique.



taux d'usure acceptables, en les équipant le cas échéant de segments et/ou de pistons neufs. Il faut savoir que les cylindres sont recouverts d'un traitement de chrome dur type Nikasil® extrêmement résistant, au point que leur usure est si faible à 2 000 h qu'ils sont fréquemment réutilisables pour le potentiel suivant.

Carters

Il y a plusieurs générations de carters moteur et de boulonnages d'assemblage. Les évolutions des puissances et les retours d'expérience liés au nombre d'heures d'exploitation de ces moteurs (plus de 80 millions d'heures !) ont permis au constructeur d'améliorer la rigidité des assemblages.

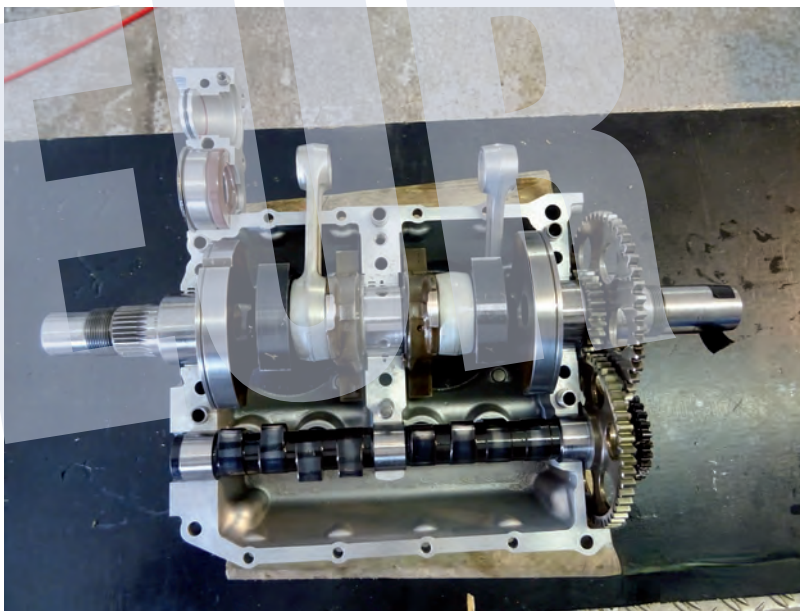
Le pilote étant toujours enclin à considérer que s'il y a une nouvelle version, c'est que l'ancienne n'était pas bonne, il court tout un tas de rumeurs disant que les anciens carters sont fragiles, se déforment, ne peuvent pas être réutilisés... Eh bien, c'est juste faux. Certains font effectivement partie des pièces « 100 % remplacées » et les premières générations sont moins rigides que les derniers modèles. Certes, les filetages présents dans ces carters sont plus fragiles que les bagues en acier rapportées des dernières versions. Toujours est-il qu'exploités normalement, ces moteurs qui, je le rappelle, avaient des potentiels inférieurs, peuvent toujours fonctionner. Il faut donc savoir raison garder et ne pas systématiquement « jeter le carburateur avec l'essence » (ou le bébé avec l'eau du bain si vous préférez).

Revenons-en à ces carters, et à la manière dont le vilebrequin et l'arbre à cames y tournent. Ils comportent 6 alésages : 3 sont destinés à recevoir l'arbre à cames qui tourne directement dans l'aluminium, et il y a 3 paliers usinés dans lesquels tourne le vilebrequin, qui reçoivent des demi-coussinets rapportés. Afin de déterminer l'épaisseur de ces demi-coussinets dans le but de les remplacer, il devra être procédé à des relevés métrologiques très précis.

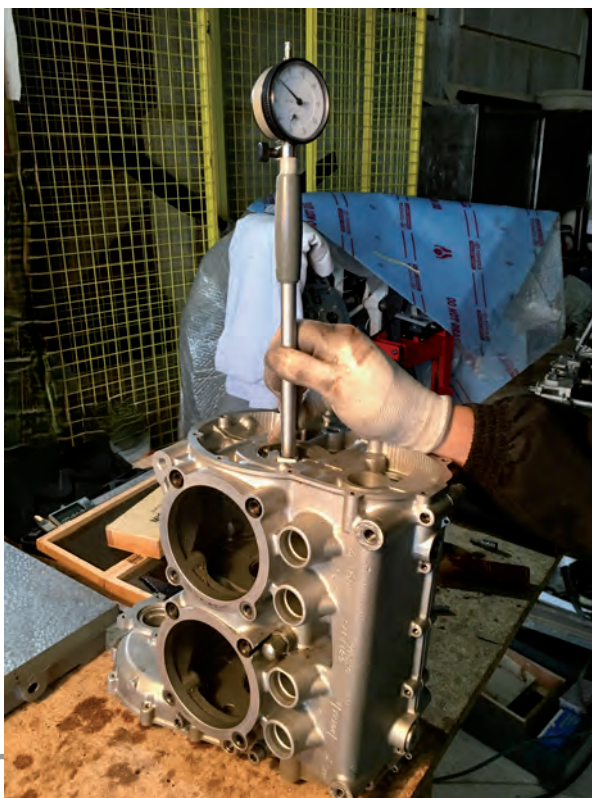
Pour ce faire, les carters doivent être réassemblés et serrés à un couple défini. Puis on procède à la mesure en utilisant une jauge d'alésage. Pour plus de précision, chacun des paliers sera mesuré en trois points positionnés sur leur circonférence, ce qui permettra de définir une cote moyenne pour chacun d'entre eux. En parallèle, on effectuera la mesure des diamètres des trois tourillons réciproques sur le vilebrequin, également en trois points distincts, à l'aide d'un micromètre. Les moyennes des valeurs obtenues sur chacun d'entre eux seront soustraites des valeurs d'alésage moyennes, relevées dans leurs alésages respectifs, afin de définir une épaisseur. Cette dernière devra être reportée dans un tableau de tolérances, qui permettra d'attribuer à chacun des coussinets une famille d'appartenance (A, B, C), étant précisé qu'à la différence de ce qui se pratique en automobile, les trois paliers peuvent nécessiter des coussinets d'épaisseurs différentes. Comme vous le voyez, la manip n'est pas simple, et n'en déplaie à certains, elle n'est pas à la portée de tout le monde.



Cylindres et pistons nettoyés : une parfaite propreté n'est pas facultative !



Un demi-carter avec les ensembles tournants en place, vilebrequin et arbre à cames.



La mesure des alésages permet de déterminer l'épaisseur des demi-coussinets à monter.

Arbre à cames et culasse

L'arbre à cames tourne directement dans l'aluminium du carter. Cela s'explique, car il ne reçoit pas les contraintes mécaniques directes liées aux combustions que subit le vilebrequin, et son régime de rotation est de moitié inférieur à celui du moteur (à 5 000 tr/min moteur, l'arbre à cames ne tourne qu'à 2 500 tr/min). La difficulté de son remplacement réside dans l'emmanchement de son pignon d'entraînement, qui s'effectue à la presse et « en bout » puisqu'il n'y a pas de face d'appui franche en dehors de son extrémité. Les cames étant très fragiles et sujettes à l'écaillage du fait de leur traitement de surface, c'est assez « teutchi ». Le remplacement peut être motivé par les frottements et martèlements subis par les cames et les poussoirs hydrauliques qui devront être également contrôlés un à un. Là encore, il existe une croyance populaire selon laquelle ces poussoirs sont fragiles et ne peuvent se remplacer que dans leur ensemble. C'est faux, leur remplacement à l'unité est possible, mentionné dans les manuels de réparation, et ils ne font pas partie des pièces 100 % remplacées.

Sur les culasses, les guides de soupapes devront être remplacés a minima à l'échappement, et les sièges re-taillés et rectifiés. Là encore, une procédure spécifique est mise en place pour cela et elle impose de disposer, en plus des connaissances, d'outillages spécifiques. Point particulièrement important, la mesure de l'intégrité métallique se fait par un test calibré dit « test de Brinell », qui détermine la dureté du matériau. En effet, lorsqu'un métal subit des chocs thermiques trop importants, cela peut atteindre sa résistance moléculaire, sa dureté et sa résistance s'en trouvent alors altérées. Dans ces conditions, il ne pourra plus supporter les contraintes thermiques ou mécaniques qui lui seront imposées. Il serait vain de reconstruire un moteur, en gardant des pièces qui dimensionnellement et mécaniquement semblent parfaites, mais dont la résistance métallique serait affaiblie.

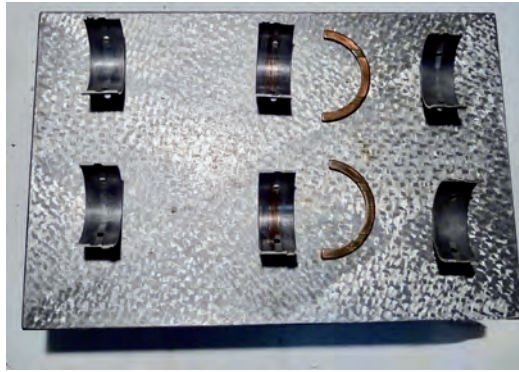
Dans le détail, les plans de joints culasse/cylindre sont rectifiables (0,03 mm au maximum), mais Rotax ne commercialise aucun outil pour cela, il faut les fabriquer ou les acheter auprès de motoristes...

Contrôles additionnels

Nous avons, ici, fait le plus gros du travail. Il faut maintenant procéder à d'autres interventions.

Des mesures et contrôles sur le système de démarrage, et plus particulièrement le dispositif de roue-libre, permettront de déterminer si des pièces doivent être changées, étant précisé que certaines font partie de la liste des « 100 % remplacées ».

Si le moteur a été normalement entretenu, l'arrivée à l'échéance de réfection coïncide avec celle de révision de la Boîte de Vitesse (communément appelée réducteur, mais c'est bien plus que cela). Il conviendra donc



On constate une importante dégradation sur ces demi-coussinets et cales de jeu latéral de vilebrequin (1 890 h de fonctionnement).

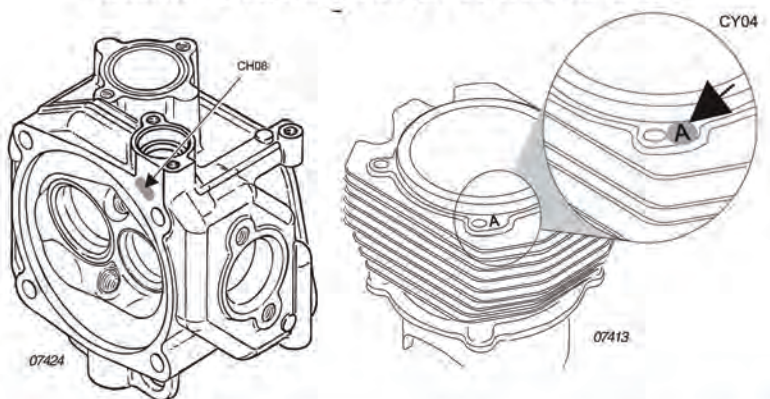


L'arbre à cames est désassemblé à la presse.

Le test de Brinell

Le test de Johan August Brinell consiste en l'application d'une force, calibrée en intensité et en temps, sur une bille en acier que l'on presse sur la pièce métallique dont on souhaite éprouver la dureté. On mesure ensuite l'empreinte laissée par la bille sur la pièce, ce sont ces dimensions, en fonction d'une formule mathématique, qui définissent la dureté du métal à l'aide d'une échelle dite de Brinell. Le test de dureté de Brinell doit être réalisé lors de l'Overhaul, ou lorsque le moteur subit une surchauffe.

Hardness test according to DIN EN ISO 6506-2 HB 2.5/62.5



Description	Code	Readings view min.	Actual readings				Remarks	Checked
Camshaft	CA05	630 HV10						
	CA04	900 N/mm2						
			Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4		
Cylinder head	CH08	85 HB						07206

Augmenter le potentiel

Au fil des années et de l'évaluation de la fiabilité de ses moteurs, en fonction des pièces qui les composent, Rotax a publié des instructions et bulletins de service (Service Instructions et Service Bulletins) permettant d'augmenter le TBO de certains moteurs. Tous ces documents sont en libre accès sur le site Rotax. Attention, ils sont à appliquer dans leur intégralité pour pouvoir prétendre à l'augmentation de potentiel. Il y a les SI-26-1994 ; SB-912-004R1 ; SB-912-014R1 ; SB-914-039UL ; SB-912-041. Le SB-912-057 est le plus connu : selon la croyance populaire, il suffirait d'un remplacement de l'ensemble clapet de décharge + ressort + bouchon de la pompe à huile pour upgrader le potentiel. C'est une interprétation pour le moins superficielle et souvent incomplète, car en plus d'une éligibilité basée sur le numéro de série du moteur, il faut également contrôler celle des demi-carters, qui devront souvent être remplacés pour obtenir la prorogation. Dans ces conditions, la rentabilité de l'opération devient plus que discutable.

d'effectuer l'opération avec, là aussi, des contrôles métrologiques et des mesures spécifiques, sur lesquels je ne m'étendrai pas, ayant déjà consacré un article à ce sujet dans Vol Moteur n° 429.

Il faut également procéder à une révision complète des carburateurs. Pour rappel, celle-ci doit être effectuée toutes les 600 heures ou 5 ans. Ce point est très important, après avoir restauré le moteur et remplacé de nombreuses pièces onéreuses à l'intérieur de celui-ci, il est difficile d'imaginer le faire fonctionner avec des carburateurs en état moyen et ne permettant pas un réglage parfait !

L'allumage et les boîtiers CDI devront être contrôlés au banc afin de définir s'ils présentent des déviations avec les caractéristiques d'origine. Il est fréquent de constater sur ces éléments vieillissants des défauts multiples et variés, allant de l'absence de déphasage de démarrage, à la production tardive de décharges électriques, en passant par des problèmes de mise à la masse (arrêt). Lors d'un Overhaul, il est préférable de considérer que ces boîtiers d'allumage doivent être 100 % remplacés. Attention, si vous prenez des boîtiers adaptables, n'oubliez pas qu'ils doivent impérativement respecter les minima et maxima définis par le constructeur (avance à l'allumage de 26° maximum). La production électrique du générateur devra également être contrôlée.

Essais

Voilà, votre moteur est révisé, il est remonté, prêt à être reposé sur votre machine. Et après, quelles sont les opérations à réaliser ? Puisque vous avez entièrement nettoyé les circuits de refroidissement et de lubrification, vous commencerez par amorcer l'huile. Cela répond à une procédure spécifique, définie dans la littérature du constructeur et par le SI 912-018. Une fois cela fait, tous les fluides remplis et tous contrôles d'assemblage réalisés, vous êtes prêt à démarrer.

Attention ! L'exploitation d'un moteur aéronautique est régie par trois phases : au ralenti pour la mise en température et le déplacement au sol, à 100 % pour le décollage, et à 75 % pour l'exploitation en croisière. Dans ces conditions, il est important d'avoir à l'esprit qu'à la différence d'un moteur terrestre, la totalité de la puissance disponible est exploitée à chaque vol, en d'autres termes lors du premier vol de votre moteur fraîchement remonté, vous solliciterez 100 % de sa puissance !

Il faut donc qu'il ne présente aucune faiblesse, aucun défaut d'assemblage ou autre imperfection qui pourrait s'avérer dangereuse lors du premier décollage. Pour s'en assurer, il existe une procédure dite « break-in » ou rodage, qui peut être réalisée au banc ou sur la machine en configuration de vol (avec l'hélice). Elle consiste en une mise en température du moteur, et une exploitation en fonctionnement sur des plages de régime et des durées définies, le tout lors d'un test sans interruption permettant de valider sa résistance. Je vous relate au passage une anecdote vécue avec un ami instructeur, nous

Rpm	T° ext	Pression Atmo	T° Huile	Press Huile b	CHT°	Volts	Durée mn
3000	14	1005	50	5	50	13,2	5
			70	4,8	50	13,6	5
			95	4,6	50	14,2	5
4000			70	5	80	13,5	5
5000			95	4,8	90	14,9	5
5500			95	4,8	100	14,4	2
5500	100	4,8	95	15,95	5		
Durée totale							32

La procédure d'essai moteur après remontage ne s'improvise pas : elle est définie par le constructeur.

avons réalisé ensemble une rénovation sur le moteur de sa machine. Nous finissions le break-in, tout était nominal, mais il était impatient et me dit « On sait qu'il tourne bien, maintenant, pourquoi on ne finit pas en vol ? ». Ces paroles à peine prononcées, une importante fumée s'éleva du compartiment moteur, arrêt immédiat, pour découvrir qu'une durite restée sur le radiateur lors du démontage venait de rendre l'âme ! (Tu t'en souviens, Alain ?).

À l'issue de cette procédure, il faut renseigner un procès-verbal d'essais, puis réaliser un contrôle complet afin de détecter d'éventuelles fuites ou problématiques d'assemblage et de montage qui pourraient être survenues et révélées par les vibrations.

Ce n'est qu'à l'issue de ces tests et vérifications, suivis d'un refroidissement complet et d'une remontée en température normale (+ de 50 °C) puis d'un test de roulage au sol tout remonté (capots, etc.), qu'il vous sera possible de remettre la machine en vol.

Le dossier d'Overhaul que doit remplir le technicien reste archivé par l'atelier. Il comporte 40 pages, dans lesquelles on retrouve l'état du moteur lors de son démontage, l'ensemble des mesures physiques réalisées, les éventuelles annotations spécifiques, les PV de tests, les pièces remplacées...



Break-in terminé : on repart pour 2 000 heures !

En toute rigueur

Vous l'avez compris, les travaux d'Overhaul sont lourds, très lourds, et chers, très chers. Si vous souhaitez les entreprendre, sachez qu'il n'y a pas d'alternative. Il n'est pas possible de considérer avoir « refait le moteur » simplement en ayant mis 4 jeux de segments, 4 pistons, voire 4 cylindres. Vous aurez certes redonné de la vigueur à votre moteur, sans doute gagné de l'étanchéité, et peut-être effectivement solutionné des problèmes d'usure existants, mais vous ne pourrez vous prévaloir d'un nouveau plein potentiel. Cette nuance est d'importance puisque, comme expliqué en préambule, le strict respect du manuel du constructeur est impératif pour valider ce potentiel. Cela est d'ailleurs contredit par le fait que seul le constructeur a accès à la documentation permettant de réaliser les opérations. De même, seuls les techniciens faisant partie du réseau Rotax sont autorisés à suivre la formation leur permettant d'exécuter les travaux. Il s'agit là d'une situation provoquée, comme dénoncé au départ, par la définition essentiellement certifiée, dans la plus grande partie du monde, pour l'exploitation de ces moteurs.

Bien sûr il existe des solutions de réfection sérieuse à moindre coût, et de remise en fonctionnement optimum, que l'on appelait autrefois « coups de fouet », mais en aucun cas elles ne pourront se prévaloir d'une re-potentialisation moteur. Cet article a pour but de bien clarifier les choses, car comme expliqué au départ, le 912 est maintenant âgé et nous rencontrons de plus en plus souvent des moteurs « refaits ». Mais qu'est-ce qui a été « refait » exactement ? Quelles pièces ont-elles été remplacées ? Qui est intervenu ? De quoi disposez-vous pour attester que ces travaux ont été réalisés dans le

strict respect des prescriptions du constructeur et des règles de l'art ? Vous avez des relevés métrologiques, des résultats de tests, des PV d'essais ? Ou une vagoïde attestation requalifiant un plein potentiel sur la base des infinies connaissances de celui qui l'a rédigée... ? Il est important de connaître les conditions factuelles qui régissent le TBO, même si, j'en conviens, il est tout à fait possible qu'un moteur ayant dépassé la butée calendaire, sur lequel on a effectué une « révision » partielle, succincte ou profonde, puisse présenter de bonnes qualités de fonctionnement. Ce n'est pas pour autant qu'il pourra se recommander d'un plein potentiel.

Régis (du bar de l'aéroclub) vous dira qu'il connaît Jean-Pierre « qu'a volé 5 000 heures sans rien faire, et que le 80 ch de la machine du club, qui a 20 ans et 800 heures, il tourne comme une montre et qu'il n'y touchera jamais parce que c'est lui le chef pilote... ».

On constate fréquemment que des moteurs continuent à voler (très bien) longtemps après avoir dépassé la butée calendaire, au motif qu'ils ne totalisent que peu d'heures. Si cette façon de faire découle du bon sens terrien, certains paramètres ne doivent pas être oubliés, au premier rang desquels les retours d'expérience du constructeur, qui totalise aujourd'hui plus de 80 millions d'heures de vol avec ce moteur (ironiquement, sans qu'aucune des heures volées par les ULM français n'y figure). Il y a également ce que l'on nomme les usures parasites, qui sont provoquées par l'oxydation naturelle des pièces métalliques internes lorsque le moteur est inutilisé. Celles-ci, lors de la remise en fonctionnement, accentuée par l'humidité, sont brutalement surfacées, abrasées, arrachant en quelques fractions de secondes des millièmes de millimètres équivalents à plusieurs centaines d'heures de fonctionnement. D'autre part, il faut savoir que l'usure maximale d'un moteur se produit durant les phases marginales du démarrage/montée en température (pour +/- 33 %) et de l'arrêt (pour +/- 25 %), ce qui explique qu'un moteur utilisé sur de courtes durées peut s'user très vite.

Analyse

L'ULM est un des derniers bastions de la responsabilité pleine et entière du pratiquant, je ne sais pas vous mais dans mon cas cela participe à mon plaisir. Il en résulte qu'il vous est possible, selon l'interprétation que vous ferez des règles, et sans que cela ne constitue une acceptation des dépassements, d'exercer un contrôle pertinent de l'état interne de votre moteur, une fois la butée calendaire atteinte, en effectuant des analyses d'huile interprétées par des spécialistes. À l'instar de votre médecin, qui vous prescrit une prise de sang et en traduit pour vous les résultats. J'aime à penser que cela puisse être interprété par nos instances et les pouvoirs publics comme une preuve d'utilisation raisonnée... Fly safe ! ●

Abonnez-vous !

SCANNEZ-MOI !



ABONNEMENT PAPIER

✓ 12 N° + 1 hors-série

87€

au lieu de 102,90€

+ ACCÈS GRATUIT À LA VERSION NUMÉRIQUE TOUT AU LONG DE VOTRE ABONNEMENT
Marché à suivre disponible sur www.flying-pages.com/shop_fr > Catégories > Assistance téléchargement

✓ 24 N° + 2 hors-séries

165,50€

au lieu de 205,80€

+ ACCÈS GRATUIT À LA VERSION NUMÉRIQUE TOUT AU LONG DE VOTRE ABONNEMENT
Marché à suivre disponible sur www.flying-pages.com/shop_fr > Catégories > Assistance téléchargement

+ UNE PETITE ANNONCE GRATUITE PAR PARUTION

Offre soumise à conditions : les petites annonces gratuites sont réservées aux particuliers. Une seule machine par annonce. Elles ne doivent comporter aucun caractère commercial. La gratuité concerne seulement les textes.

+ LE HORS-SÉRIE GUIDE D'ACHAT VOL MOTEUR

300 p. recensant plus de 1 000 ULM/LSA, pendulaires, planeurs ULM, autogires, hélicos, avions certifiés et amateurs, instruments, accessoires... Prix de vente public : 10,50 €. Il s'agit des HS 2022-2023 sortie 07/2022 et 2023-2024 sortie 07/2023.

ABONNEMENT NUMÉRIQUE

UNIQUEMENT EN LIGNE

✓ 13 N° (DONT LE NUMÉRO EN COURS)

66,50€

au lieu de 78€

www.vol-moteur.fr Dans menu Vol Moteur > Abonnement Vol Moteur PDF

La procédure de téléchargement de votre magazine en version PDF, avec le numéro d'abonnement, n'est à effectuer qu'une seule fois. Les mois suivants, vous pouvez vous connecter directement sur notre site et vous rendre dans « MON COMPTE », puis « TÉLÉCHARGEMENTS » où vous trouverez le lien pour télécharger le journal.

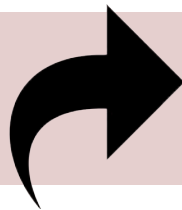
AVIS À NOS ABONNÉS

Nos relances de réabonnement se font désormais par e-mail. Pour être sûr(e) de toujours recevoir les communications de Flying Pages Europe, ajoutez l'adresse jamilla@flying-pages.com à votre carnet d'adresses.

Pour vous abonner ou vous réabonner, merci de vous connecter de préférence à www.flying-pages.com/shop_fr ou, le cas échéant, remplir le bulletin ci-dessous, le scanner et nous le retourner par e-mail.

Politique de confidentialité : votre adresse e-mail restera strictement confidentielle, elle ne sera jamais divulguée à des tiers ou utilisée pour de la publicité. Conformément à la loi informatique et libertés, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et d'opposition aux données à caractère personnel vous concernant, il suffit de nous adresser un e-mail à jamilla@flying-pages.com pour ne plus recevoir nos communications.

POUR NOUS CONTACTER



jamilla@flying-pages.com

www.flying-pages.com/shop_fr

FRANCE

12 n° + 1 HS 87 €
 24 n° + 2 HS 165,50 €

DOM

12 n° + 1 HS 98 €
 24 n° + 2 HS 189,50 €

TOM/EUROPE

12 n° + 1 HS 102 €
 24 n° + 2 HS 206 €

AUTRES PAYS

12 n° + 1 HS 123 €
 24 n° + 2 HS 237,50 €

E-mail (impératif pour toute correspondance)

@

Nom

Prénom

Adresse

CP

Ville

Pays

Tél

Chèque bancaire à l'ordre de FLYING PAGES EUROPE, 50 rue Pierre-Georges Latécoère 05130 Tallard

CB/Visa/Eurocard-Mastercard : ↴

Virement sur notre compte :
Banque : BNP PARIBAS
IBAN : FR76 3000 4008 3400 0102 6653 586
BIC : BNPAFRPP1VR

Expire le Cryptogramme

VOL
moteur

FLYING PAGES EUROPE

50 rue Pierre-Georges Latécoère 05130 Tallard
+33 (0)9 54 59 19 24