

COMMANDE DESMODROMIQUE



| | |
|-------------------|---|
| Objet : | Réglage des jeux de la commande desmodromique |
| Intervention sur: | pastilles de fermeture et pastilles d'ouverture |
| Difficulté : | Haute |
| Temps : | long |
| Outils : | nécessite des outils adaptés pour le contrôle |

Le réglage de la commande desmodromique nécessite une bonne connaissance du fonctionnement desmo pour assimiler l'ensemble des étapes détaillées dans les pages qui suivent. Petit rappel que vous pouvez retrouver sur mon site dans la rubrique « Historique du Desmo ... »

Desmodromique" vient d'une composition du mot grec; **desmos** (contrôle) et **dromos** (course). Appliqué aux commandes des soupapes des moteurs Ducati, le terme se traduit par "contrôle des courses descendantes et montantes des soupapes". On dit d'un point de vue plus technique, que l'action sur les soupapes est "positive" dans les deux cas, ou, en d'autres termes plus simples, que les deux courses sont contrôlées mécaniquement.

Comme vous devez le savoir, sur les moteurs à 4 temps, l'échange des fluides à l'intérieur du cylindre, (mélange "frais" air/essence à l'admission remplaçant les gaz brûlés à l'échappement) s'effectue par le biais de "valves" d'admission et d'échappement, plus communément appelées soupapes. Ces soupapes vont s'ouvrir durant une course descendante et se refermer en phase montante, jusqu'à venir au contact de leur siège, situé dans la culasse. Normalement, elles sont actionnées par une came qui contrôle la durée d'ouverture (course descendante) et se referment sous l'effet d'un ressort de rappel (course montante) et c'est à ce niveau là que tout est différent sur les moteurs Ducati ...

En effet, si on ne peut pas affirmer avec certitude que la commande desmodromique permet de gagner de la puissance, elle permet en revanche de ne pas en consommer. La meilleure preuve ! Faites tourner un moteur Ducati à l'aide d'une clé disposée en bout de

vilebrequin et vous constaterez qu'il vous faut nettement moins d'énergie pour effectuer une rotation complète puisque vous n'avez pas à contrer la force exercée par les ressorts de rappel des soupapes.

De plus, le fait de contrôler l'ouverture et la fermeture des soupapes supprime le phénomène d'affolement de ces dernières à haut régime. Un phénomène lié aux caractéristiques des ressorts utilisés. Avec une distribution à commande desmodromique, ces problèmes sont inexistantes: la douceur de la commande ne consomme qu'un minimum de puissance à bas régime, tandis que la définition même du système autorise les plus hauts régimes de rotation, sans rebond des soupapes.

Ducati utilise ce système depuis 1956, c'est le seul constructeur au monde à avoir appliqué cette technologie aussi bien aux machines de série qu'à celles de compétition, avec le succès qu'on leur connaît ... (comme par exemple en MotoGP durant 2003).

Taglioni en personne précise les raisons d'un choix dont il ne s'est jamais départi: "Je tiens à préciser un concept fondamental, afin d'effacer une fois pour toute des esprits, les interprétations erronées qui ont été données aux raisons qui m'ont conduit, il y a de cela quelque trente ans, d'équiper les moteurs de la Ducati 125 de GP d'une commande desmodromique. D'aucun ont prétendu qu'il s'agissait de repousser, en termes de diagramme et de régimes de rotation, les limites que les ressorts de l'époque imposaient. C'est faux : dans les années 50 de bons aciers pour ressorts, de haute technologie et de grande efficacité, existaient déjà (à l'époque de l'apparition de la Ducati 125 Desmo, grâce à ses activités aéronautiques et ses contacts aux États-Unis, Augusta utilisait des ressorts américains). Les Ducati Desmo tournaient ainsi à des régimes de plus de 13 000 tr/mn, et les MV devaient atteindre les mêmes limites. Ce qui prouve bien que la qualité des ressorts était réelle.) D'autre part, si les soupapes ont tendance à " s'affoler ", la faute doit en revenir au concepteur qui n'a pas su tenir compte des accélérations. C'est précisément là où la moindre erreur est lourde de conséquence. Après calcul des accélérations des soupapes des moteurs la conclusion nous amène au besoin d'éliminer la source des inerties qui briment la force que la came est capable d'appliquer à la soupape dès l'ouverture : la précharge du ressort. En réalité, il est toujours possible de réduire les masses pour diminuer ces inerties, mais il ne faut pas oublier que la réduction structurelle des organes (poussoirs et soupapes) est conditionnée par leur résistance mécanique à la force appliquée. C'est pourquoi il m'a semblé plus logique d'éliminer la précharge du ressort et d'utiliser une commande mécanique de rappel de la soupape. Si l'on connaît la résistance structurelle de l'ensemble soupape/poussoir, on connaît également la force qui peut y être appliquée. Admettons qu'elle soit égale à 100. Une moitié de cette force sert à vaincre l'inertie de la soupape, tandis que l'autre moitié est utilisée pour vaincre la précharge du ressort. Comme ce dernier doit surmonter à son tour l'inertie de la soupape en phase de fermeture, la valeur de cette inertie ne peut être supérieure à la force disponible. Ce qui fait donc 100 au total. En éliminant la précharge du ressort, sans altérer pour autant l'équilibre énergéto-cinématique du système, il est possible de continuer à appliquer à l'ensemble poussoir/soupape une force de 100, cette fois-ci entièrement vouée à l'obtention de l'accélération maximale de la soupape à l'ouverture, en utilisant des profils et des levées plus poussés, au bénéfice du rendement. C'est sur ce point que le desmo est de loin supérieur à la classique application à ressort de rappel ".

Mais quelles sont en fait les limites du Desmo? : " Nous pouvons déjà en identifier une, qui est la nécessité d'opérer avec un culbuteur dont le jeu est pratiquement égal à zéro. Mais ce problème, je l'ai résolu par le montage d'un ressort hélicoïdal sur le culbuteur de fermeture. La configuration et les dimensions de ce ressort ne laissent aucun doute : le ressort ne participe que dans des proportions infinitésimales au travail de rappel de la soupape, pour la simple raison que sa charge n'est absolument pas conçue pour cela donc totalement inappropriée. Mais cette pièce est déterminante pour le contrôle des rebonds successifs de la soupape, dans le cas où le culbuteur aurait un jeu supérieur à 0. Ce ressort récupère en fait le jeu éventuellement existant et assure la parfaite fermeture de la soupape. Il a également pour fonction d'amortir les rebonds, à l'instar d'un amortisseur. Une deuxième limite est liée à la géométrie de la cinématique elle-même. La position des axes d'oscillation des culbuteurs ou des doigts par rapport à celle de l'axe de la soupape doit être calculée avec la plus grande rigueur, afin de prévenir que la tige de la soupape ne soit soumise à des poussées excessives. L'expérience m'a montré que la géométrie optimale consiste à faire travailler les deux culbuteurs suivant des axes qui forment un angle de 90° avec ceux de la soupape (au quart de la levée du culbuteur d'ouverture et au quart de la fermeture pour le culbuteur correspondant). Enfin, tout comme pour la force applicable à la cinématique commandant l'ouverture de la soupape, la force applicable à la cinématique commandant sa fermeture est tributaire d'une limite. Dans le premier cas, le maillon faible est constitué non pas tant par le contact came patin du culbuteur ou par les limites d'usure correspondantes que par le contact entre l'extrémité du culbuteur et le registre au sommet de la tige de la soupape. (Je me réfère là aux moteurs Desmo à deux soupapes dont je m'occupais), car une force excessive appliquée dans cette zone, où le contact affecte la forme d'une pointe, peut provoquer l'écaillage de la pastille du registre. Dans le second cas, le maillon faible est représenté par la bague de retenue du registre de fermeture et de la gorge aménagée dans la tige de la soupape. Une force excessive appliquée à ce niveau peut provoquer le tassement de la bague et la déformation de la tige. Et les choses empirent encore si le culbuteur de rappel ne travaille pas en équerre par rapport à l'axe de la soupape, car la force n'est pas appliquée sur la totalité de la circonférence de la bague d'arrêt, mais seulement sur une portion de celle-ci. Ce qui nous renvoie au point précédent : l'exactitude de la géométrie du Desmo. Je sais très bien que la conception d'un Desmo est loin d'être un jeu d'enfant, à vrai dire c'est la croix et la bannière pour réussir à le définir d'une manière correcte, mais c'est précisément cette difficulté qui doit " interpeller " un concepteur digne de ce nom. Un Desmo qui a été proprement dessiné DOIT présenter des taux d'usure des sièges de soupapes beaucoup plus faibles que ceux qui sont généralement admis sur un système de distribution classique. La simple raison en est que le contrôle du mouvement de la soupape est autrement plus précis et complet, s'effectuant instant après instant, fraction de degré par fraction de degré. Si ce n'est pas le cas, il faut retourner se pencher sur sa planche à dessin ".

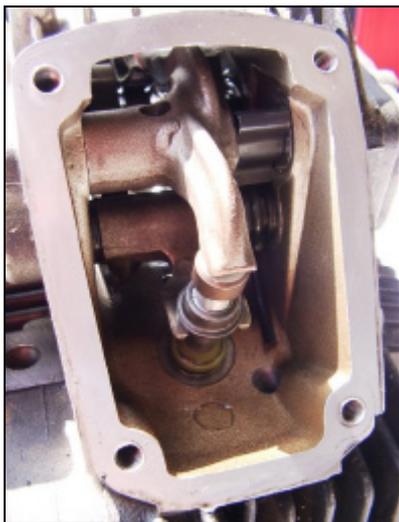
Bon, vous avez compris... Mais non ! Nous n'allons pas nous pencher sur notre planche à dessin... mais nous allons seulement nous pencher sur notre tableau de valeurs pour retrouver les cotes des nouvelles pastilles qui pourront nous permettre de rattraper nos jeux... Action !

Deux méthodes sont possibles, l'une avec les courroies laissées en place et l'autre avec les courroies démontées. Moi je préfère sans les courroies, on a ainsi une plus grande sensation au toucher et plus de facilité pour manoeuvrer les arbres à cames. Avec l'aide de photos, je vais vous expliquer ma méthode ...

Relevé des jeux ...



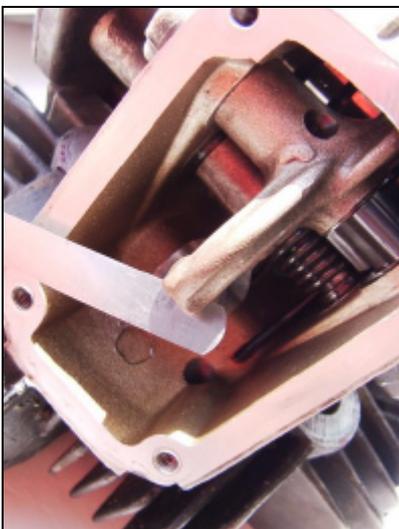
Il existe plusieurs méthodes d'approche pour réaliser le réglage des jeux aux soupapes (culasse démontée ou montée...) Pour ma part, je préfère laisser les culasses en place mais par contre enlever juste les courroies pour avoir un meilleur retour des sensations au niveau des poulies lorsque celles-ci sont manoeuvrés pendant et après réglage.



Dans un premier temps, il faut démonter les caches culbuteurs et repérer, à l'aide de sachets et d'un marqueur, les emplacements de chacune des pièces qui vont être démontées.

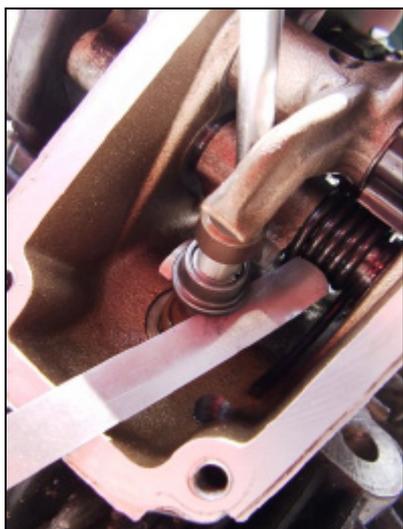
Exemple : Echap AV, Adm AV ... etc

Cela à fin d'éviter tout mélange de demi lune et inversion de pastilles en imaginant bien les dégâts que cela pourrait engendrer à nos chères distributions desmo ...



Dans un deuxième temps, il faut se munir d'un jeu de cales. Après avoir trouver la « zone morte » des arbres à cames (zone où il n'y a « aucun » contact avec les culbuteurs). C'est la zone qui se trouve juste avant celle qui commande les culbuteurs d'ouvertures.

Relever les jeux (les cales ne doivent pas forcées, juste glisser avec un léger frottement).



Dans un troisième temps, toujours en position de « zone morte ». A l'aide d'un long tournevis à bout plat et large. Exercer un effort en direction du piston sur le culbuteur de fermeture afin de faire apparaître le jeu effacé par le ressort de rappel (ressort noir sur photo ci contre).

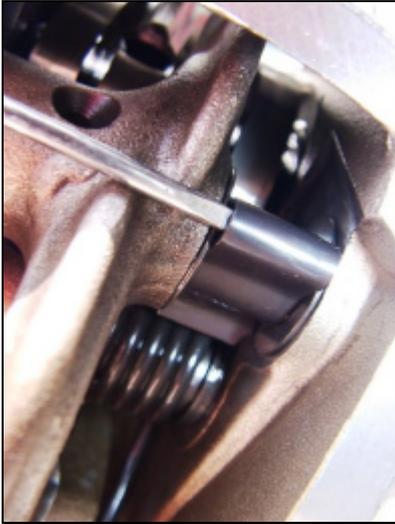
Relever les jeux comme représenté sur la photo (les cales ne doivent pas forcées, juste glisser avec un léger frottement). Faire tourner la pastille d'un $\frac{1}{4}$ et renouveler le contrôle.

Tableau de pose des pastilles de soupape

Modèle : **900 MONSTER** Kilométrage : ...**30 000**..... Client : **DESMOPEDRO**..
 Ordre de réparation N° :**3**.....

| | | Culasse verticale | | Culasse horizontale | |
|---|--------------------|-------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | Admission | Echappement | Admission | Echappement |
| O u v r t u r e | Jeu relevé | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,12 |
| | Jeu nécessaire | 0,05 à 0,12 | 0,05 à 0,15 | 0,05 à 0,12 | 0,05 à 0,15 |
| | Epaisseur Pastille | | | | |
| | Jeu de montage | 0,05 à 0,12 | 0,12 à 0,15 | 0,05 à 0,12 | 0,12 à 0,15 |
| | Pastille à poser | | | | |
| F e r m e t u r e | Jeu relevé | 0,20 | 0,21 | 0,20 | 0,20 |
| | Jeu nécessaire | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 |
| | Epaisseur Pastille | | | | |
| | Jeu de montage | 0,03 à 0,05 | 0,03 à 0,05 | 0,16 à 0,18 | 0,11 à 0,13 |
| | Pastille à poser | | | | |

Tableau des valeurs (ATTENTION colonnes inversées cyl. arrière en premier)

Démontage des pastilles d'ouverture ...

Maintenant, nous allons retirer les pastilles d'ouverture.

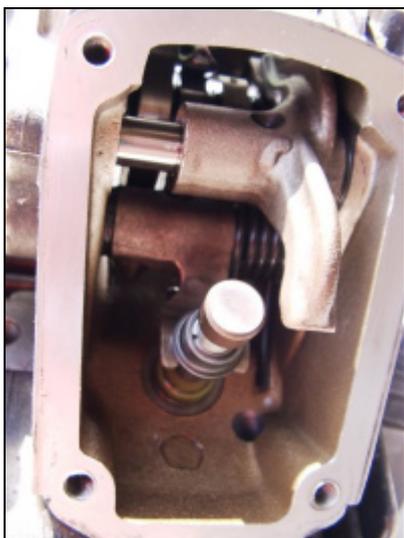
Démontage du clip ressort de maintien latéral du culbuteur d'ouverture :

Pour cela, nous allons nous servir d'un petit tournevis plat. Le placer dans le petit logement prévu à cet effet. Faire levier sur le clip pour le dégager de son axe en prenant soin de le retenir avec le doigt pour ne pas prendre celui-ci dans la figure.



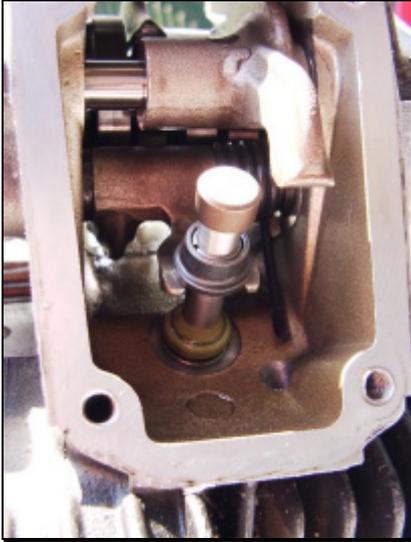
Vous pouvez constater que cette pièce est légèrement vrillée. C'est normal, la laisser telle qu'elle. Son rôle, rattraper le jeu axial. Vous pouvez vérifier également qu'il y a deux rondelles sur l'axe. Bien prendre soin lors du remontage de placer le clip entre celles-ci.

Mettre le clip dans son sachet approprié.



Pour le dégagement du culbuteur d'ouverture. Il suffit d'exercer une légère pression sur celui-ci vers la droite tout en faisant tourner doucement l'arbre à came à l'aide de la poulie.

Dans cette position, l'ensemble des pastilles est maintenant accessible.



On fait une petite pose technique :

Dans cette configuration, vous pouvez examiner l'ensemble des pièces qui composent les commandes desmo.

Du HAUT vers le BAS :

- Culbuteur d'ouverture
- **Pastille d'ouverture** (pièce d'usure)
- **Demi-lunes** (pièce d'usure)
- **Pastille de fermeture** (pièce d'usure)
- Culbuteur de fermeture.



Il vous reste maintenant à retirer la pastille d'ouverture de la soupape en prenant soin de bien la nettoyer.

Mettre la pastille dans son sachet approprié.

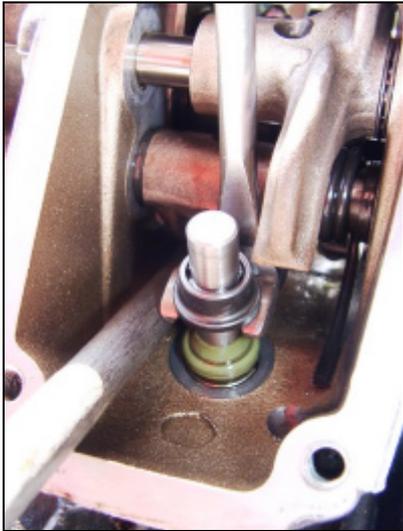
Démontage des pastilles de fermeture ...



ATTENTION

Avant de continuer plus loin, si vous avez choisi de faire ces manipulations culasses sur le moteur.

Sur la culasse où vous vous trouvez :
Ce munir d'un tournevis de moyenne taille et placer celui-ci en lieu et place de la bougie. Celui-ci aura le rôle de retenir les soupapes dans leurs guides respectifs lorsque vous aurez retiré les demi lunes.



Pour retirer la pastille de fermeture, il faut se munir d'un gros tournevis plat et d'une lime ronde de diamètre 12 environ. Avec le tournevis exercer une forte pression sur l'arrière du culbuteur tout en faisant tourner l'arbre à came à l'aide de la poulie. Rechercher la course la plus longue pour se retrouver avec la griffe du culbuteur de fermeture le plus bas possible. Ensuite, sans relâcher la pression, placer la lime ronde entre la culasse et la partie inférieure du corps du culbuteur et relâcher la pression.



Dans cette position, vous pouvez tout relâcher et vous vous retrouvez dans une configuration sans contrainte.

Relever la soupape pour dégager vers le haut l'ensemble des demi-lunes et vérifier l'état général de celles-ci.

Suivant état des demi-lunes, voir NOTA page 9.

Vérifier par la même occasion l'état de la rainure qui accueille les demi-lunes. Rectifier si nécessaire.



ATTENTION

Avant d'aller plus loin, et surtout si vous vous trouvez déjà sur la culasse du cylindre arrière. Bien faire attention au conduit du circuit d'huile au pied du guide de soupape d'échappement. Qui pourrait bien être le pire de vos cauchemars si une des demi lunes devait, par mesgarde, tomber dedans en direction directe avec le carter d'huile, la pompe et le train train ... Prévoir bouchon !



Au sujet des demi lunes :

NOTA :

Bien prendre soin de vérifier si les demi-lunes sont marquées ou non. Si oui, bien noter les sens du matage de celles-ci pour le remontage sur le sachet.

Dans ce cas le remontage dans le même sens que le démontage est impératif.



Vous pouvez maintenant retirer la pastille de fermeture en la faisant glisser.

Si vous rencontrez des difficultés pour la dégager, c'est que les demi lunes ont, par jeux excessifs, déformé le haut de la rainure.

Pour rectifier le tire, il ne vous reste plus qu'à vous munir d'une petite queue de ras (lime) et prendre votre mal en patience pour éliminer le surplus de matière... Je sais pour l'avoir effectué, c'est très long !!!



Vous vous retrouvez maintenant avec votre soupape libre.

Attention de bien avoir pris le soin de mettre un tournevis en lieu et place de la bougie sous peine de dire au revoir à la soupape qui aura pris un grand plaisir d'aller dire bonjour au piston. Surtout si celui-ci est placé en point mort bas.

Pour ma part, je rajoute toujours un petit collier rilsan fixé au niveau de la rainure des demi lunes par sécurité.

Mesure des pastilles ...

Nous rentrons dans le vif du sujet.

Nous voilà avec nos quatre sachets pleins.

Il nous reste maintenant à réaliser la mesure de nos chères pastilles.

Par précaution, je vous rappelle qu'il vaut mieux prendre son temps et réaliser un seul sachet à la fois. Une erreur est si vite arrivée, et ici lourde de conséquence.

Donc patience et minutie sont de rigueur.



Vous pouvez opter pour différent moyens de contrôle suivant le matériel que vous avez.

- Pied à coulisse mécanique au centième
- Pied à coulisse électronique au centième
- Comparateur micrométrique mécanique
- Comparateur micrométrique électronique

En sachant que vous aurez toujours une meilleure précision avec l'électronique.



Pour ma part je choisis le comparateur micrométrique électronique. Et oui, autant prendre le « mieux » pour notre belle mécanique.

De plus, le comparateur offre la particularité d'être plus pratique à l'utilisation et l'électronique quant à lui de déplacer la valeur zéro n'importe où !



Pour les pastilles d'ouverture :

Rien de compliqué, il vous suffit de faire proprement votre zéro et de placer la pastille entre les deux palpeurs et de relever la valeur.



Pour les pastilles de fermeture :

Par contre, ici il faut se réaliser deux petites pièces en alu qui permettent d'aller palper le fond de la cuvette de la pastille (là où reposent les demi-lunes). Chose très délicate avec l'aide d'un pied à coulisse.

Vous pouvez retrouver les cotes de celles-ci sur mon site ou sur la revue technique du Mostro.



Ensuite, vous vous retrouverez équipé du kit « complet » qui vous permettra de peaufiner vos jeux.

Petit détail, faites toujours une seconde mesure pour chaque pastille, afin de contrôler le premier relevé et ainsi vérifier par la même occasion votre bon palpage.

Faire la même manipulation pour chaque pastille, il en va de soi !!!!

Toutes ces photos et mesures ont été réalisées sur des culasses démontées pour faciliter la prise en main et les photos de celles-ci. Les valeurs dans les tableaux sont des valeurs réelles relevées sur ces mêmes culasses. Les pastilles ont été échangées et retouchées avec les valeurs calculées. Mon Mostro tourne comme une « Rolex » et répond comme l'éclair à mes moindres sollicitations. Desmopedro@wanadoo.fr

Valeurs des pastilles ...

Tableau de pose des pastilles de soupape

Modèle : **900 MONSTER** Kilométrage : ...**30 000**..... Client : **DESMOPEDRO**..
 Ordre de réparation N° :**3**.....

| | | Culasse verticale | | Culasse horizontale | |
|--|--------------------|-------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | Admission | Echappement | Admission | Echappement |
| O u v e r t u r e | Jeu relevé | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,12 |
| | Jeu nécessaire | 0,05 à 0,12 | 0,05 à 0,15 | 0,05 à 0,12 | 0,05 à 0,15 |
| | Epaisseur Pastille | 3,184 | 3,605 | 3,001 | 3,780 |
| | Jeu de montage | 0,05 à 0,12 | 0,12 à 0,15 | 0,05 à 0,12 | 0,12 à 0,15 |
| | Pastille à poser | | | | |
| F e r m e t t u r e | Jeu relevé | 0,20 | 0,21 | 0,20 | 0,20 |
| | Jeu nécessaire | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 |
| | Epaisseur Pastille | 6,150 | 5,562 | 6,083 | 5,784 |
| | Jeu de montage | 0,03 à 0,05 | 0,03 à 0,05 | 0,16 à 0,18 | 0,11 à 0,13 |
| | Pastille à poser | | | | |

Calcul des pastilles de rechange ...

I faut maintenant calculer les pastilles que l'on doit acheter ou échanger et déterminer la valeur des retouches de celles-ci si nécessaire :

- Jeu que l'on veut avoir pour la pastille d'ouverture : AD et ECH : 0,075
- Jeu que l'on veut avoir pour la pastille de fermeture : AD : 0,110 et ECH : 0,100

Exemple : $3,184 + (0,085 - 0,08) = 3,184 + 0,005 = 3,189$ avec 0,085 : moyenne des jeux pour l'ouverture en admission, c'est-à-dire $(0,05 + 0,12) / 2 = 0,085$.

Nous obtenons donc une valeur de pastille de 3,189. Il faudra « acheter » une pastille de 3,200 et la rattraper de 0,011 au papier très fin. (se munir d'une surface plane pour réaliser la rectification).

Pastilles à poser ...

Tableau de pose des pastilles de soupape

Modèle : **900 MONSTER** Kilométrage : ...**30 000**..... Client : **DESMOPEDRO**..
 Ordre de réparation N° :**3**.....

| | | Culasse verticale | | Culasse horizontale | |
|--|-------------------------|-------------------|--------------|---------------------|--------------|
| | | Admission | Echappement | Admission | Echappement |
| O u v e r t u r e | Jeu relevé | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,12 |
| | Jeu nécessaire | 0,05 à 0,12 | 0,05 à 0,15 | 0,05 à 0,12 | 0,05 à 0,15 |
| | Epaisseur Pastille | 3,184 | 3,605 | 3,001 | 3,780 |
| | Jeu de montage | 0,05 à 0,12 | 0,12 à 0,15 | 0,05 à 0,12 | 0,12 à 0,15 |
| | Pastille à poser | 3,189 | 3,620 | 3,006 | 3,825 |
| F e r m e t t u r e | Jeu relevé | 0,20 | 0,21 | 0,20 | 0,20 |
| | Jeu nécessaire | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 | 0,03 à 0,20 |
| | Epaisseur Pastille | 6,150 | 5,562 | 6,083 | 5,784 |
| | Jeu de montage | 0,03 à 0,05 | 0,03 à 0,05 | 0,16 à 0,18 | 0,11 à 0,13 |
| | Pastille à poser | 6,240 | 5,672 | 6,173 | 5,884 |

(Les valeurs des pastilles sont disponibles par pas de 0,05)

Maintenant, trois solutions s'offrent à vous ;

- soit vous faites l'acquisition d'une mallette complète de pastilles d'ouverture et de fermeture Ducati au coût d'environ de 1600 euros !!? .

- Ou vous achetez les pastilles que vous avez besoin au fur et à mesure de vos révisions. Le coût de la pastille d'ouverture est de 8 euros et pour celle de fermeture il faut compter un peu moins du double.

- Dernière solution, la plus économique, vous vous arrangez avec le concessionnaire de votre coin pour qu'il veuille bien vous permettre de les échanger. Personnellement, j'utilise cette troisième solution et d'après mon concessionnaire, c'est économique pour les deux parties et ça lui permet de renflouer son coffret avec des pastilles aux cotes les plus utilisées !

Pour le remontage de tout ce que l'on vient de voir il vous suffit de reprendre l'ensemble des étapes et de les reprendre dans le sens inverse. Sans la mesure bien sur ;-)).

Salutations Desmodromiques

DESMO PEDRO

NOTA :

Bien que les motos deviennent chaque année de plus en plus complexes, il reste tout de même quelques opérations d'entretien et de vérification qu'il est possible d'effectuer sans problèmes et sans risques.

A condition de posséder un minimum d'outils adaptés, un peu de méthode et de ne surtout pas outrepasser ses connaissances.

En cas de problème, pas d'hésitation, allez consulter votre concessionnaire habituel.