

40100 Arbre de transmission

40110 Lubrification des cannelures

40111 Introduction : une roue c'est compliquée : géométrie de la suspension

Avez-vous déjà bien observé une roue arrière (=AR) ? Sur un bras oscillant ? A cause du débattement de la suspension, la roue monte et descend lorsque la moto se déplace. La roue est au bout d'un bras qui pivote. La trajectoire du centre de la roue si on la regarde en étant sur la moto (ou à côté si celle-ci est à l'arrêt) est un arc de cercle. Presque toujours, la position d'équilibre du bras oscillant est inclinée « en descendant » vers la roue AR.

Plus la roue remonte, plus le bras oscillant se rapproche de l'horizontale. Bien souvent, le bras « passe » la position horizontale pour finalement s'incliner dans l'autre sens. Vu depuis l'axe du bras, dans la direction horizontale (pour les matheux : en faisant une projection orthogonale des points sur le sol) le centre de la roue AR s'éloigne de plus en plus de l'axe du bras au fur et à mesure que la suspension s'écrase. Cela jusqu'à ce que le bras soit horizontal. Si la suspension s'enfonce davantage, le centre de la roue s'approche à nouveau de l'axe du bras oscillant.

Bref l'axe de la roue AR recule et avance par rapport à la moto lorsque la suspension travaille. Mais pendant ce temps, le pneu AR est en contact avec le sol... Donc quand l'axe de la roue s'éloigne de la moto – imaginez bien le truc – la roue est obligée de tourner dans le sens inverse de celui qui la fait avancer ! Passer l'horizontale, quand l'axe de la roue AR s'approche à nouveau, la roue se met à tourner dans l'autre sens (le bon).

Puis lorsque la suspension fait revenir le bras oscillant vers sa position initiale, tout s'inverse à nouveau. Si vous poussez suffisamment fort sur l'arrière d'une moto, vous pourrez observer la roue AR aller et venir, si, si, il faut me croire.

Pour résumer, la suspension fait faire à la roue AR de petits mouvements parasites parce que la roue se roule et se déroule sur le sol pendant le débattement de la suspension.

40112 Une roue c'est compliquée : mouvements à cause de la transmission

La plupart d'entre nous ont sans doute eu dans leur vie une moto à transmission secondaire par chaîne. Alors rappelons nous notre bonne vieille moto japonaise. Toute le monde voit le pignon de sortie de boîte, la chaîne et la couronne sur la roue AR.

Pour simplifier, imaginons que l'axe du pignon de sortie de boîte et l'axe de rotation du bras oscillant sont confondus. Imaginons le pignon à l'arrêt. Faites pivoter mentalement le bras autour de son axe. La chaîne s'enroule resp. se déroule sur le pignon et elle se déroule resp. s'enroule sur la couronne. Cela provoque une rotation de la roue AR, si, si il faut encore me croire.

Encore une fois faire pivoter le bras oscillant dans un sens provoque la rotation de la roue AR dans un sens et inversement : lorsque la suspension revient dans sa position de base, la roue va tourner dans l'autre sens. Encore une sorte de mouvement parasite.

40113 Une roue c'est compliquée : la vraie vie

L'axe du pignon de sortie de boîte n'est jamais confondu avec l'axe de rotation du bras oscillant. On tente toujours de les rapprocher au maximum. Ce décalage amplifie les mouvements décrits au paragraphe 40312 (et oblige à avoir du mou dans la chaîne ce qui crée aussi de grosses contraintes dans cette dernière).

Pour une transmission acatène, c'est exactement la même chose pour ce qui concerne le résultat final (avec l'analogie que le décalage entre pignon et bras oscillant est le décalage qui existe entre l'axe du joint de cardan de notre Paralever et l'axe de rotation dudit bras oscillant).

Les mouvements parasites décrits aux paragraphes 403111 et 40312 se superposent bien entendu. Dans certaines configurations, ils peuvent s'additionner ou se soustraire, mais ne s'annulent quasiment jamais et le résultat varie en permanence selon l'enfoncement de la suspension.

Fort heureusement, les mouvements de la roue AR sont de très faible amplitude, quelques centimètres au maximum. Avec la force motrice, on continue malgré tout à réussir à avancer. En 1 seconde, la roue a parcouru PLUSIEURS mètres alors que la suspension a peut-être fait UN mouvement de va-et-vient. Au final la roue voulait avancer de 2 m et le mouvement parasite l'a fait reculer de 2 cm. On a encore pu se déplacer de 1.98 m tout de même.

40114 Mais c'est le caillon ce truc !!!

Oui. A chaque instant où on tire sur la roue AR pour faire avancer la moto, et comme la suspension travaille, la roue AR veut faire reculer ou avancer davantage notre Titinne.

40115 Retour à nos moutons

On se doute très bien que ce dialogue de sourds entre sortie des organes moteurs et roue AR induit de grosses contraintes mécaniques. Et les contraintes, c'est jamais bon.

Qu'est ce qu'on fait dans de pareils cas ? Tout juste : on fait appel à un conciliateur. En mécanique, on va s'efforcer d'introduire une certaine souplesse entre les deux belligérants afin d'arrondir les angles.

Les anciens qui avaient une japonaise : vous avez déjà vu ce qu'il y a derrière la couronne ? Eh oui ces fameux morceaux de caoutchouc (en forme de part de tarte) qui se tassent toujours trop vite sur certains modèles (on le sent bien alors car il y a des à-coups dans la transmission). Ils forment une liaison élastique entre la couronne et la roue AR.

Sur notre Titinne, la liaison élastique est réalisée dans l'arbre de transmission qui lie la sortie de la boîte à la transmission finale (le « pont »). Cet arbre est constitué de deux tubes coaxiaux qui sont liés par du caoutchouc vulcanisé entre lesdits deux tubes. Après c'est pompeusement baptisé amortisseur de vibration de torsion mais sa raison d'être, c'est l'existence des mouvements parasites de la roue AR et la volonté de préserver un temps soit peu la mécanique.

40116 Pourquoi lubrifier les cannelures de l'arbre de transmission ?

Ouf on y arrive. Le fameux mou dans la chaîne à cause du décalage a son homologue chez les transmissions acatènes. L'arbre de transmission doit avoir une longueur variable selon la position du bras oscillant parce que le montage "4 barres" que représente la suspension Paralever n'est pas un parallélogramme.

Comment est résolu ce problème ? De façon fort classique en mécanique, avec un arbre cannelé. En gros l'entrée et la sortie de l'arbre de transmission sont liés en rotation, mais peuvent avoir un mouvement de translation qui leur permet de s'éloigner et de se rapprocher dans une certaine mesure. Les deux pièces coulissent longitudinalement l'une dans l'autre mais avec des formes prismatiques qui empêchent toute rotation.

Les cannelures donnent à l'arbre une section d'étoile à branches (très) multiples. Une forme complémentaire femelle reçoit l'arbre et voilà. Ça coulisse mais ça ne tourne pas. Les multiples branches permettent d'augmenter les surfaces en contact afin de diminuer / mieux répartir les contraintes.

Bon maintenant on a parlé de mouvements parasites mais il y a aussi toute la puissance de la moto qui passe par là : presque 300 kg à tracter et le pilote (éventuellement passager et bagages), on accélère, il faut mettre toute cette masse en mouvement...

40117 « Le jeu c'est l'art de la Mécanique » (JMT)

Pour réussir à monter les deux parties de l'arbre de transmission et aussi permettre le libre mouvement, la liaison doit obligatoirement avoir du jeu, faible peut-être mais existant.

Lors des mouvements parasites de la roue, le jeu dans les cannelures est rattrapé d'un côté puis de l'autre. Cela provoque un martèlement des flancs des cannelures mâles contre les flancs des cannelures femelles.

De plus lorsque les cannelures sont complètement pressées d'un côté, les deux pièces doivent encore coulisser (car la suspension travaille plus ou moins en permanence, donc le bras oscillant pivote donc les parties de l'arbre coulisser). On se retrouve donc avec des surfaces métalliques pressées les unes contre les autres et qu'on force à se frotter.

Evidemment à la longue cela ne peut pas bien se passer et les pièces doivent s'user. D'accord les matériaux sont sans doute top qualité et bien choisis pour un travail commun optimal. La liaison est lubrifiée avec des graisses pas possibles.

Oui mais d'un autre côté en admettant que le bras oscille avec une amplitude plus ou moins grande environ toutes les secondes, au bout de 30 000 km, cela fait tout de même un sacré paquet de chocs et de va-et-vient pour ces pauvres cannelures. Personne n'est éternel. Y a t-il encore de la graisse à cet endroit ? Et puis, plus le jeu va augmenter, plus les chocs vont être importants, etc. L'usure croit alors très rapidement.



Les photos proviennent du site <http://jass.org/splines/> et montrent deux arbres de K75 mais elles illustrent bien mon propos. La première photo (à gauche) montre les cannelures d'un arbre ayant 98 502 km et qui avait été lubrifié une seule fois depuis sa sortie de l'usine, à très exactement 38 825 km. Visiblement ce n'était pas suffisant. Il est définitivement hors service.

Le propriétaire s'est trouvé une transmission finale complète (la pièce mâle avait souffert aussi) d'occasion totalisant 136 530 km et qui avait été lubrifiée à peu près tous les 16 000 km avec de la graisse Honda au bisulfure de molybdène. La photo centrale montre cet arbre avec 213 234 km. Comparez l'usure.

La dernière photo (à droite) remet en scène l'arbre d'occasion avec 244 870 km. L'usure est plus prononcée mais toujours pas autant que sur le premier arbre. De l'importance de bien lubrifier. [encore qu'il faut se demander si sur les Monolever, il y a bien un mouvement de translation relatif entre arbre et transmission finale lors du mouvement du bras ; alignement entre joint de cardan arbre et axe de rotation du bras oscillant]

Voilà pourquoi la théorie ET la pratique recommandent d'inspecter et de lubrifier ces fameuses cannelures de temps à autres.

A titre d'info, voici les graisses recommandées par BMW (en fait ce sont des pâtes de montage) pour lubrifier ces endroits sur les motos à Paralever

- Optimol MP3 (réf. BMW 07.55-9 062 476 le tube de 100 g),

- En théorie obsolète et remplacée par la précédente, Staburags NBU 30 PTM (réf. BMW 07.55-9 056 92 le tube de 75 g ou 07.55-9 056 993 la bombe de 400 ml) et
- Obsolète et citée dans la liste des fournitures mais pas dans les pages réparations, Uni Moly C220 (une laque à pulvériser et qui sèche, réf. BMW 11.21-9 056 999 la bombe de 150 ml).

Certains manuels recommandent l'usage exclusif de ces produits sous peine de lourde déception. Une source alternative ne vaut pas le « coût » si on compare le risque financier encouru en cas de pépin avec le prix de 20 euros pour le petit tube de 100 g.

Mais bon, on ne se refait pas. Je me demande toujours s'il n'existe pas mieux sur le marché. Je voudrais le top du top (histoire de ne pas ouvrir tous les 36 du mois) alors j'ai réfléchi au cahier des charges d'une telle pâte/graisse

- capacité à encaisser de grosses charges avec chocs (il faut donc des additifs extrême pression),
- protection même en lubrification limite (rupture du film). Avec un peu de lubrifiant solide donc,
- action à très long terme donc excellente adhérence et
- les résistances habituelles : corrosion, fretting corrosion, eau, humidité.

J'en ai trouvé une chez Molykote pour le moment : Molykote Longterm 2 plus (pensée spécialement cannelures, elle est noire et, ce n'est pas précisée, mais je suis quasi sûr qu'elle contient encore du bisulfure de molybdène, mon grand ami – voir photo ci-dessous).

