

La mise au point des suspensions

Tout faire dans l'ordre, sinon ça ne sert à rien !

1) Vérifier le matériel	1
2) Mesurer les débattements en statique et en dynamique	1
3) Adapter les ressorts	2
4) Régler la précontrainte (prendre une aspirine avant ou passer au paragraphe 5)	3
5) Jauger les hydrauliques en statique	4
6) Tester des variantes	4
7) Modifier en interne les cartouches (hydraulique)	5
8) Mesurer l'assiette et l'empattement	6
9) Tester les effets de l'assiette et de l'empattement	7
10) Descendre ses chronos de 3 secondes	7

1) Vérifier le matériel



Il faut partir d'éléments vérifiés dont voici une liste non-exhaustive :

Des tubes de fourches droits avec un jeu suffisant pour qu'ils coulissent sans gripper.

- Pas assez de jeu => en général diminuer la cote des bagues de friction avec un papier abrasif très fin (1200).
- Trop de jeu => les changer.

Une quantité et une viscosité d'huile standard. Il vaut mieux régler une fourche avec une huile de faible indice (fluide) plus stable dans le temps (à la chauffe et à l'usure).

Un bras oscillant qui débat sans gripper et sans point dur (à vérifier sans amortisseur).

- Si problème changer les bagues ou les roulements de bras, vérifier le calage latéral.
- S'il y a des basculeurs, vérifier aussi la liberté de leurs mouvements (jeu, serrage).

Tout problème à ce niveau viendrait perturber la suite du réglage avec des mesures et des impressions faussées.

Il faut également enlever la précontrainte et/ou les cales supplémentaires qui auraient pu être mises.

2) Mesurer les débattements en statique et en dynamique



Le principe de base est de commencer par les ressorts. Il faut les adapter au poids de la moto et du pilote. Tout réglage d'hydraulique sur une mauvaise base de ressort est prise de tête et, en général, raté.

Pour déterminer la valeur correcte du ressort, il faut se munir de repères. La plupart du temps, un Rilsan sur la partie coulissante de la fourche ou de la tige d'amortisseur suffit. La plupart des motos ont des valeurs de débattement comprises entre 100 et 120 mm à l'avant et à l'arrière. Il faut donc commencer par prendre les cotes suivantes :

Le débattement maximum à observer sans ressort ou en le contraignant avec des sangles (gaffe!).

- Attention on ne profite pas toujours que de la partie visible de la tige (butée caoutchouc).
- Regarder en passant la nature et la course de la butée, mécanique ou hydraulique, il y en a toujours une.

Le débattement avec la moto posée seule sur ses roues. vérifier à l'occasion la partie neutre de débattement en prenant deux cotes.

- Soulever légèrement et laisser retomber tout doucement.
- Écraser puis enlever le poids tout doucement.

Le débattement avec le pilote en position (il faut le maintenir en équilibre sans appuyer). Prendre aussi deux cotes avec le même principe que la moto seule. La valeur neutre est en général deux fois moindre à cause du poids du pilote.

Le débattement maximum observé en roulant grâce au repère. Pour valider cette mesure en roulant, il faut avoir les réglages d'hydraulique plutôt au minimum et avoir attaqué suffisamment pour que cela soit significatif.



Une mesure précise au millimètre est largement suffisante, les colonnes du tableau suivant à la roue sont déduites ou mesurées suivant la nature de la suspension.

Avec une fourche, il y a un angle moyen de 25° qui font que 110 mm observés sur le tube correspondent à environ 100 mm à la verticale de roue. Le pourcentage pour l'avant peut donc se faire sur la course de la fourche comme sur la verticale de l'axe. Il est facile de mettre un fil à plomb à la verticale du nez du carénage et à l'aplomb de l'axe pour vérifier.

Pour l'arrière, il arrive que la moto soit équipée de basculeurs qui modifient la progressivité du débattement. Il est préférable de le mesurer. Il faut prendre un repère sur la selle à la verticale de l'axe de roue, poser le fil à plomb pour chaque mesure et vérifier la course à l'amorto avec un régle. Dans le tableau ci-dessous, la progressivité prise en exemple donne un rapport de 2,5 en début de course pour avoir de la sensibilité et passe à 2 en fin course pour mieux résister aux gros efforts.

C'est plus simple, à l'arrêt pour l'arrière, de regarder la verticale de roue que le Rilsan de l'amorto. En roulant, c'est moins commode car il faut regarder à l'amorto. Vous pouvez cependant installer une petite barre en alu fixée sur la selle et guidée sur le bras oscillant avec un joint torique pour observer le débattement en direct à la roue.

Nous arrivons au tableau suivant (avec des valeurs exemples) :

	AVANT			ARRIÈRE		
	à la fourche	à la roue	%	à l'amorto	à la roue	%
Roues pendantes	0 mm	0 mm	0%	0 mm	0 mm	0%
Moto seule min.	15 mm	14 mm	14%	5 mm	12,5 mm	10%
Moto seule max.	25 mm	23 mm	23%	6 mm	15 mm	12%
Avec pilote min.	40 mm	36 mm	36%	18 mm	43 mm	36%
Avec pilote max.	45 mm	41 mm	41%	20 mm	48 mm	40%
Max. en roulant	90 mm	82 mm	82%	50 mm	105 mm	88%
Début butée	105 mm	95 mm	95%	55 mm	110 mm	92%
Course max.	110 mm	100 mm	100%	60 mm	120 mm	100%



Et maintenant ? Quelques principes ...

Il faut que la moto s'enfonce toute seule d'environ 10 à 15 %. Pourquoi ?

- Lorsque l'accélération ou le freinage déleste une roue sans la soulever complètement, il reste ainsi de la course pour que l'amortisseur puisse travailler et atténuer d'éventuelles bosses (qui ne manquent jamais).
- Une moto sans course morte (ou négatif) à l'avant guidonne plus facilement à l'accélération et peut décrocher de l'avant sur l'angle en accélération moyenne. A l'arrière, les symptômes sont en phase d'appui avant, au freinage ou sur l'angle en entrée de virage avec un dribble qui se transmet très vite sur l'avant (pas évident à sentir que ça vient de l'arrière) et déclenché souvent par le rétrogradage.

Il faut que la moto profite du maximum de débattement. Pourquoi ?

- Plus il y a de course, plus l'amortisseur a de temps pour absorber un choc et revenir à une position neutre. La moto est moins perturbée et le pneu reste plus longtemps au contact du sol. Une caractéristique d'un ressort trop dur est de provoquer des vagues sur le pneu car il décolle du sol plus souvent puis raccroche. Attention tout de même: la contrainte d'un débattement important est son influence sur le changement d'assiette.

Il faut que les débattements soient similaires. Pourquoi ?

- Lors des phases neutres de virage, si l'enfoncement n'est pas similaire à l'avant et à l'arrière, un choc peut provoquer le décrochement d'un pneu avant l'autre. D'autre part, l'assiette de la moto change en cours de virage (avec la force centrifuge) et la moto peut survirer ou sous-virer.

L'enfoncement statique de la moto avec son pilote doit être d'environ 30 %. Pourquoi ?

- A cause de l'inertie et de la vitesse, les efforts maximaux constatés sur une piste normale sont à peu près 3 fois plus importants que la masse statique. Il est possible de simuler un gros choc de piste à l'arrière en demandant à un gros de monter debout (en plus du pilote) sur les repose-pieds et de faire pomper. C'est une valeur moyenne et il faut tenir compte de la nature de la piste et du pilotage.

3) Adapter les ressorts



Que faire si on n'est pas dans ces valeurs moyennes pour le débattement maxi ou statique avec pilote ?

- Le plus important est la valeur maximum de débattement. Si elle est trop faible, il faudra mettre un ressort moins costaud. Le pourcentage maximum observé donne une bonne idée. Si on obtient 80% seulement de débattement, il faut demander un ressort d'environ 10% plus faible. Si on arrive en butée, il faudra essayer de moins solliciter la moto pour voir si on est limite ou très loin de la vérité. Dans tous les cas, on peut se fier à la valeur de 30% en statique avec pilote pour dégrossir le travail.
- Il est facile de comparer le coût de fabrication d'un ensemble de ressorts sur mesure avec le prix d'un maître-cylindre de frein (une chute pas très grave) ou un pneu arrière. Mon fournisseur, STRS à Bagnolet, pratique des prix d'environ 250 F pour un ressort avant à 600 F pour un arrière. Un ensemble revient donc à 1000 à 1200F.
- Il faut aussi regarder les échanges standards possibles (chez Ohlins ou WP, par exemple). Pour un ressort sur mesure il est possible en même temps, de le rendre progressif pour augmenter un négatif trop faible sans aller en butée.

Que faire si on n'est pas dans ces valeurs moyennes pour le débattement statique sans pilote ?

- Si le négatif est trop faible, il n'y a que le changement de ressort (plus faible) pour résoudre le problème (car on a évidemment suivi mes conseils et enlevé la précontrainte). Il paraît peu probable que, dans ce cas, on arrive en butée. On fera d'une pierre deux coups.
- S'il est trop important, on peut alors ajouter de la précontrainte pour obtenir le négatif souhaité. Attention, il faudra d'abord avoir regardé le débattement maximum car on est alors souvent trop vite en butée, il restera alors à monter un ressort plus ferme.
- Si on a trop de négatif et pas assez de débattement maximum, il faut diminuer ou enlever la progressivité du ressort. Si le ressort n'est pas progressif, il faut changer de moto !

4) Régler la précontrainte (prendre une aspirine avant ou passer au paragraphe 5)



Idee fausse répandue : on durcit la suspension en mettant de la précontrainte !

- Non, on la précontraint.

Prenons l'arrière d'une moto sans précontrainte, sans progressivité et un ressort linéaire vertical :

	poids statique	enfoncement de ressort	débattement à la roue	%
moto soulevée	0 kg	0 mm	0 mm	0%
moto seule	100 kg	20 mm	20 mm	20%
avec pilote	150 kg	30 mm	30 mm	30%
maximum (anneau)	450 kg	90 mm	90 mm	90%
maximum sur choc	475 kg	95 mm	95 mm	95%
maximum possible	500 kg	100 mm	100 mm	100%

Ce ressort linéaire a un débattement proportionnel au poids qui lui est appliqué. Au repos, il fait 300 mm. Il aura donc réagi aux 100 kg de la moto par 20 mm seulement puis aux 50 kg de plus par 10 mm de plus. Il a pris ses 90 mm avec un équivalent de 300 kg de plus sur une compression de virage en accélération. Avec un choc, ces 300 kg correspondent en fait à 325 kg à cause de l'élan. Il peut supporter 500 kg statiques avant d'arriver en butée. Les valeurs de % sont correctes sauf le négatif qui est trop important.

J'applique 10 mm de précontrainte. Le ressort ne fait plus que 290 mm. J'ai appliqué l'équivalent de 50 kg avec la bague de réglage. Lorsque je lui applique les 100 kg de la moto, il revient normalement à 280 mm (écrasement de 20mm), comme avant sans précontrainte, mais la différence avec la moto soulevée n'est plus que de 10 mm.

Les valeurs sont correctes, le négatif est devenu correct (un peu insuffisant) mais surtout l'enfoncement avec pilote est trop faible.

On a maintenant :

	poids statique	enfoncement de ressort	débattement à la roue	%
moto soulevée	0 kg	0 mm	0 mm	0%
moto seule	100 kg	20 mm	10 mm	11%
avec pilote	150 kg	30 mm	20 mm	22%
maximum (anneau)	450 kg	90 mm	80 mm	89%
maximum sur choc	460 kg	92 mm	82 mm	91%
maximum possible	500 kg	100 mm	90 mm	100%



L'effet de l'inertie va quand même avoir une influence sur le débattement maximum. Un petit choc équivalent à 50 kg statiques lorsque la moto est soulevée de l'arrière au freinage n'aura maintenant aucun effet, un très gros choc lui fera prendre 92 mm de course (équivalent à 460 kg).

Sans précontrainte, le petit choc avait provoqué 10 mm de course mais le gros choc avait 10 mm de plus pour acquérir de l'inertie et un équivalent de 475 kg et non de 460 kg comme ici. Le débattement observé au ressort était alors de 95 mm et non 92 mm. Si les efforts maximaux sont provoqués par des charges longues dans le temps (sur un anneau de vitesse par exemple), la précontrainte ne change rien au débattement maximum du ressort.

Il faut soustraire seulement 25 kg de l'arrière pour arriver à une valeur normale. On ne peut pas toujours (ce serait trop bien !) les enlever physiquement de la moto, alors on précontraint le ressort de 5 mm seulement (25 kg) et la moto seule va venir à 15 mm, magique !

	pooids statique	enfonceement de ressort	débattement à la roue	%
moto soulevée	0 kg	0 mm	0 mm	0%
moto seule	100 kg	20 mm	15 mm	16%
avec pilote	150 kg	30 mm	25 mm	26%
maximum (anneau)	450 kg	90 mm	85 mm	89%
maximum sur choc	470 kg	94 mm	89 mm	94%
maximum possible	500 kg	100 mm	95 mm	100%

Un petit choc équivalent à 25 kg statiques, lorsque la moto est soulevée de l'arrière au freinage, n'aura maintenant aucun effet. Un très gros choc lui fera prendre 89 mm de course. Le gros choc a 5 mm de plus pour acquérir de l'inertie et un équivalent de 470 kg et non de 460 kg. Le débattement observé au ressort sera alors de 94 mm et non 92 mm.

Observons nos pourcentages :

- le négatif est limite (un poil trop)
- le débattement avec pilote est un poil faible
- on ne profite pas de la totalité de la course

Ce n'est pas mal mais pour faire mieux il faudra changer le ressort (plus faible pour avoir plus de course) et plus de précontrainte pour ne pas avoir trop de négatif.

5) Jauger les hydrauliques en statique



Pour dégrossir le réglage de l'hydraulique, il faut avoir en tête des références d'accélération et de freinage du mouvement. Il me paraît délicat d'en donner sur ce petit memento.

Quelques remarques tout de même :

- Le freinage hydraulique doit être régulier, pas uniquement au début ou tout à la fin d'un appui instantané. Une hydraulique de compression fermée nécessite un temps d'appui long pour faire descendre la moto, sinon elle s'enfonce peu. Une hydraulique de compression ouverte à fond provoque une descente rapide en début de mouvement.
- La remontée doit être aussi régulière. Une hydraulique de détente fermée provoque une remontée très lente sur la fin. Une hydraulique de détente trop ouverte donne une remontée très rapide et un effet de rebond (la moto s'écrase à nouveau après la remontée).
- Pour approcher un bon réglage de détente il faut qu'après la remontée il y ait juste une amorce d'écrasement.
- Les vitesses de descente et de remontée de l'avant et de l'arrière doivent être identiques lorsqu'on exerce un appui au centre de gravité de l'ensemble pilote / moto (souvent la trappe à essence).

6) Tester des variantes



Une fois le réglage dégrossi en statique, il faut aller au charbon !

Il vaut mieux commencer avec des hydrauliques plutôt ouvertes, pourquoi ?

- Parce qu'il est plus facile de diagnostiquer. A l'arrière, une moto trop libre a tendance à pomper. Ce phénomène se sent bien car il est accompagné d'une oscillation latérale (sensation de tortillement). Il suffit de fermer progressivement (en équilibrant l'avant et l'arrière ainsi que la détente) jusqu'à obtenir l'arrêt du phénomène. Si on va trop loin, la moto va se mettre à glisser (sans tortiller).

- À l'avant, une moto trop souple va dribbler à faible fréquence et grande amplitude. En effet, on va arriver en butée, le pneu va s'écraser et l'ensemble mobile va remonter loin (moins de frein détente, si freinage équilibré) et l'espace entre chaque saut est important. C'est moins facile à sentir que l'arrière mais plus facile que trop de frein hydraulique.

Il faut contrôler les sensations en statique après quelques tours. Si les freinages hydrauliques sont beaucoup moins efficaces, il faudra remettre en question soit la viscosité (trop élevée = sensible à la chauffe), soit la protection thermique (un pot non protégé près de l'amortisseur), soit la qualité de l'amortisseur (petite capacité).

Quelques remarques encore :

- Une hydraulique trop fermée en compression à **l'avant** rend la moto sensible aux petites bosses en freinage sur l'angle. Un dribble apparaît avec une fréquence élevée, si on ferme encore plus la compression, l'amplitude augmente (la roue avant décolle de 10mm au lieu de 5mm).
- Une hydraulique trop fermée en compression à **l'arrière** fait glisser à l'accélération (sans que la moto se tortille).
- Une hydraulique de détente trop fermée à **l'avant** provoque un dribble au freinage. La moto descend et ne remonte pas assez vite; l'élément amortisseur arrive en butée, c'est le pneu qui en fait office et il fait ça mal.
- Une hydraulique de détente trop fermée à **l'arrière** annule les avantages du négatif (on n'en profite plus). La moto se soulève de l'arrière au freinage et déclenche un dribble sur l'avant à la moindre bosse.

7) Modifier en interne les cartouches (hydraulique)



Les solutions simples sont à envisager d'abord.

- Il existe des kits pour l'avant qui permettent à moindre frais de rendre une cartouche hydraulique de fourche réglable.
- Pour l'arrière, c'est souvent le remplacement qui est le plus efficace, sauf si on dispose déjà d'un amortisseur de compétition type Ohlins car ceux-ci sont démontables dans leurs ateliers.

Si on est armé de courage et des outils nécessaires, on peut entamer une transformation qui consiste à le rendre démontable (souvent les cartouches sont serties) mais il est conseillé de confier ce travail à un spécialiste.

Dans tous les cas, il faut avoir une idée de la tendance.

L'examen statique nous a donné une idée des décélérations que subit la moto sur des appuis variables. Un appui instantané, un appui moyen ou un appui prolongé est accompagné d'une force d'appui (le poids plus ou moins important que l'on porte sur l'appui).

On va donc avoir une petite matrice (3 lignes et 3 colonnes). La décélération devra être estimée sur l'ensemble de la course qu'il est possible de simuler en statique. (% de la course)			
	Appui bref	Appui moyen (1 seconde)	Appui prolongé (3 secondes)
10 kilogrammes	5%	10%	15%
40 kilogrammes	10%	20%	30%
80 kilogrammes	30%	45%	60%

Dans chaque cas l'amortissement parfait donne une décélération la plus constante possible. On va donc observer sur notre amortisseur pourri (sinon on ne lirait pas ces lignes) des variations. Le freinage de l'hydraulique sera plutôt trop important au début (manque de course sauf sur appui prolongé), ou plutôt à la fin. C'est de ces indications qu'il faudra se munir pour demander à modifier les cartouches internes qui freinent la circulation d'huile.

Comment ça marche ?

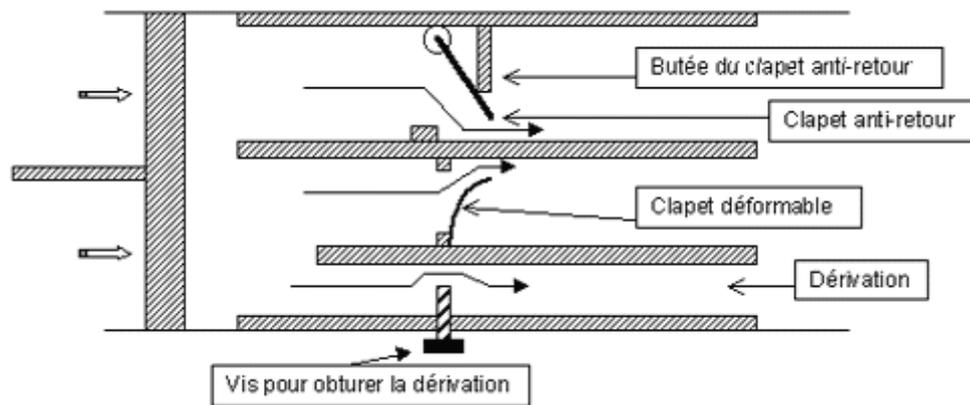
Il y a deux systèmes de freinage, un pour la compression et un pour la détente.

Un seul système va agir à une seule des actions.

Pour la simplification de l'explication nous allons représenter un seul de ces systèmes et sur le même plan. Chaque système est formé de trois passages d'huile :

- un clapet simple qui a une butée
- un conduit de dérivation qui peut se réduire ou se fermer avec une vis
- un empilage de clapets déformables (nous n'en figurons qu'un)





Avec un effort donné, la pression dans le système va pousser l'huile vers les sorties les plus faciles. D'abord vers le clapet anti-retour, il n'y a pas de résistance à son ouverture qui n'est arrêtée que par une butée. La surface de passage par cet endroit est importante. En même temps, une partie de l'huile va passer par la dérivation, si elle est au moins un peu ouverte. La dérivation, même complètement ouverte, a une petite surface de passage. Enfin l'huile va essayer de passer par le conduit du clapet déformable. Pour le franchir, elle devra vaincre la résistance de ce clapet.

- Si la pression est faible, l'huile passera à 80% par le clapet anti-retour et à 20% par la dérivation totalement ouverte. La pression n'est pas suffisante pour faire passer l'huile par le clapet déformable.
- Si la pression est forte, le débit assuré par les deux passages libres devient trop faible et l'huile passe aussi par le clapet qui se déforme.
- En fermant plus la vis de dérivation, on oblige l'huile à passer encore plus par le clapet déformable (on ralentit le passage).
- En ouvrant plus la vis, on facilite le passage.

Que faut-il en penser ?

Il faut commencer par agir sur la vis de réglage du système. Si la fourche est trop molle, on la ferme (je n'ai pas dit de se taire !). Il arrive que le réglage de la vis soit sans effet, c'est que le passage par le clapet de l'anti-retour est trop grand. L'huile passe à 95% par celui-ci et les 5% restants se partagent entre le clapet déformable et la dérivation. Il faut réduire le passage principal en augmentant la butée d'anti-retour. L'huile sera obligée de passer en plus grande quantité par les deux autres conduits et la vis retrouvera une plage de réglage.

Si la fourche est dure et que l'action sur la vis est sans effet, c'est que son passage est trop petit, il faut l'agrandir.

Si la vis modifie le réglage sans aucune progressivité (pas de transition entre trop de frein et trop souple), c'est probablement que les clapets déformables ne sont pas adaptés.

8) Mesurer l'assiette et l'empattement



L'assiette est la position de la moto par rapport à l'horizontale. A l'avant on modifie l'assiette en déplaçant la position des tés de fourche sur les tubes. A l'arrière, il n'y a pas toujours de réglage. S'il existe, il s'agit d'un réglage de longueur de l'amortisseur ou du basculeur.

- Attention, lorsqu'on modifie le réglage d'un des ressorts (changement de ressort ou modification de la précontrainte), on modifie aussi l'assiette.
- L'assiette se mesure avec la moto posée sur ses roues. On prend deux points fixes, un sur le nez de la moto, l'autre sur la selle, et on mesure la distance au sol.
- Pour une mesure fiable, il vaut mieux pratiquer l'opération sur un sol rigoureusement plat et prendre une mesure de chaque côté de la moto. Il faut alors prendre la moyenne des deux côtés.

L'empattement est la distance entre les axes des deux roues. A l'avant, on le modifie en augmentant le déport des tubes sur les tés (il faut alors d'autres tés). A l'arrière, c'est sur la longueur de chaîne et le réglage de tension que l'on agit.

Les roues étant, sauf problème, rondes, cela revient à mesurer la distance entre les points de contacts des roues avec le sol.



9) Tester les effets de l'assiette et de l'empattement



Lorsqu'on baisse la moto de l'avant ou qu'on la remonte de l'arrière, on augmente le poids sur l'avant, on le réduit sur l'arrière et on diminue l'angle de chasse (l'angle de la fourche avec la verticale). Théoriquement, la moto devient plus maniable mais aussi plus instable en appui avant. Le poids moindre sur l'arrière provoque une réduction de la motricité (la roue arrière part en glissade plus tôt).

- A l'inverse, si on incline la moto sur l'arrière, la direction devient plus lourde en appui avant, avec le risque d'une instabilité à l'accélération.

Lorsqu'on augmente l'empattement, on limite les effets de basculement de la moto sur l'avant et l'arrière (plongée au freinage, cabrage. La moto est alors plus difficile à inscrire en courbe mais plus régulière dans sa prise d'angle. La motricité est légèrement améliorée.

- À l'inverse, une moto plus courte va tomber sur l'angle au freinage et cabrer plus facilement à l'accélération.

ATTENTION :

L'augmentation de l'empattement peut avoir une incidence sur l'assiette car le centre de gravité de l'ensemble n'est plus le même sauf si vous modifiez en même temps l'avant et l'arrière.

La modification des ressorts doit s'accompagner d'une correction de l'assiette pour ne pas mélanger les effets désirés des deux phénomènes.

10) Descendre ses chronos de 3 secondes



Sans commentaires !

A vos réglages...

