

CLIO V6

Liaison au sol

INTRODUCTION

Lourde tâche que d'essayer d'améliorer la liaison au sol d'un véhicule de série. Il existe de nombreux et bons ouvrages sur le sujet.

Fût-il qualifié de sport, et sauf à taper dans l'élite, un véhicule est très souvent perfectible sous l'aspect du comportement routier. De plus, il n'est pas forcément adapté à l'usage qu'on a décidé d'en faire. Il n'est pas non plus rare que nos exigences de « pilotes » évoluent... Il est donc logique que la monture suive le mouvement...

Ce petit document n'a que la prétention de mieux faire connaître l'objet de toutes nos convoitises, ses deux principales variantes mk1 et mk2, la manière de passer de la première à la deuxième car comme chacun sait, non seulement certaines pièces mk1 sont dorénavant introuvables mais la phase 2 présente une amélioration notable en terme de comportement routier. Et de donner les quelques principes qui régissent ce merveilleux monde de la Liaison au sol (LAS), sans prétention, car comme on dit : « la culture, c'est comme la confiture.... »

Vous trouverez aussi un embryon de réponse pour qui désire aller encore plus loin, ce bien sûr en dépassant la barrière des pièces dites « série ». Point de fin car en matière de préparation, il n'existe pas de limite.

Dans tous les cas, on ne touchera qu'à la mécanique et pas à la mécatronique. La CV6 ayant la chance d'être passée en homologation avant le tsunami des ESP et autres cxxxxxxx en tous genres... Il n'y a qu'un ABS, et il est pas trop mal foutu. Y toucher serait une autre histoire...

Avertissement/ appel à la prudence : La liaison au sol fait partie de ce qu'on appelle la sécurité active de la voiture. A ce titre, régit par certaines lois bien définies...et d'autres un peu moins... Il est donc important de ne pas faire n'importe quoi en la matière et éviter les mélanges du parfait petit alchimiste sous peine de faire de grosses bêtises, au mieux totalement inefficaces, au pire carrément dangereuses ! Le comportement automobile est une discipline qui demande (même de nos jours) de longues heures de mises au point sur la piste. La responsabilité de l'auteur, ni du club, ni du forum ne sauraient être engagés sur les modifications apportées inconsidérément.

Ce n'est un doc ni pour experts ni d'expert.... Que les Dieux de la LAS qui lisent me pardonnent et surtout ne se privent pas de corriger ! Sans compter que le forum regorge d'expériences et avis en tous genres à consulter sans modération !

Bonne lecture

1/ LES TECHNOLOGIES

Au risque d'en décevoir quelques uns, notre petite bombinette n'est dotée que de suspensions basiques et traditionnelles dites Pseudo Macpherson. Ce, aussi bien à l'avant qu'à l'arrière.

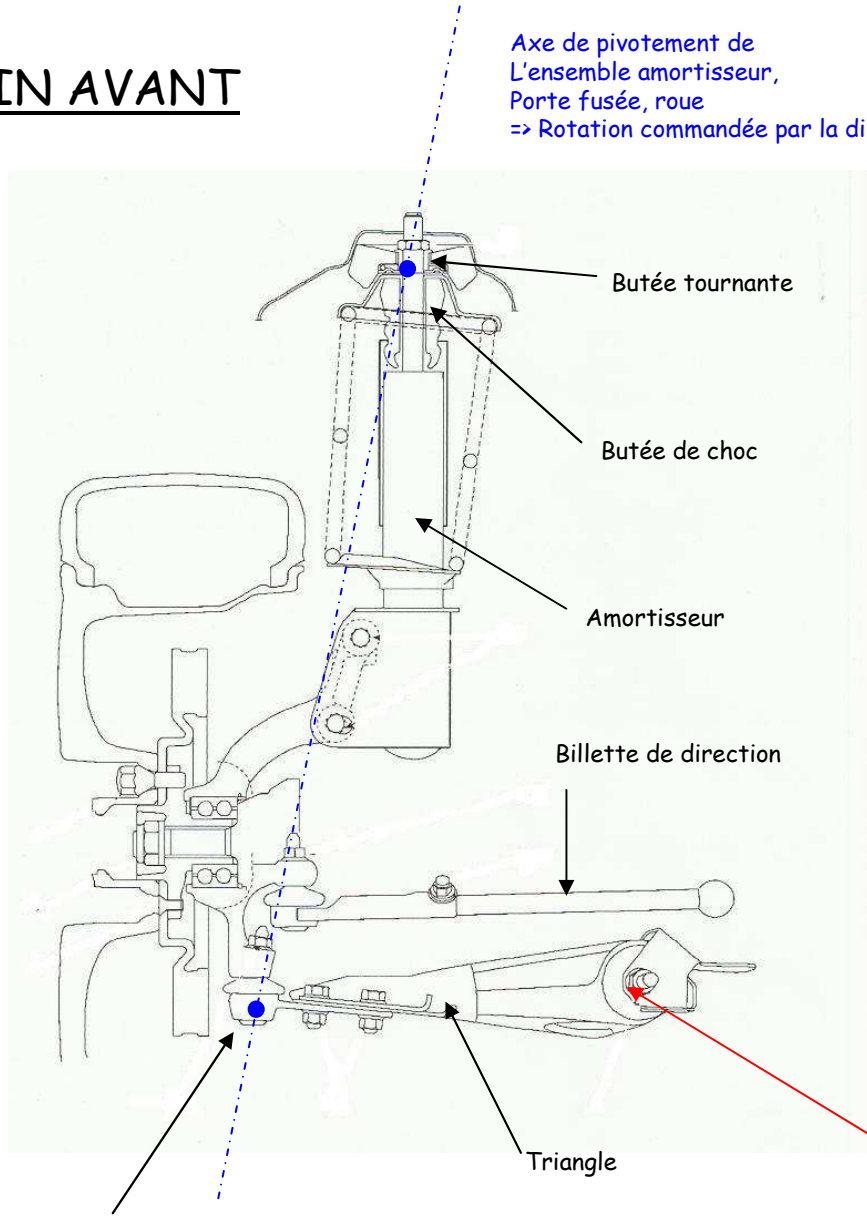
Simple à implanter et surtout économique, le plus gros défaut congénitale réside dans le fait que la bonne tenue du plan de roue dépend en grande partie de la rigidité de l'amortisseur qui du coup se voit accablé de plusieurs fonctions : suspension et guidage. La cinématique est structurellement simpliste et de fait, la latitude proposée en terme d'épure de suspension est bien plus réduite qu'une technologie de type double triangle par exemple

On se consolera en se disant qu'un Porsche Boxster possède la même architecture et qu'il n'y a donc pas de fatalité à faire simple et efficace ! Mais faire rentrer un V6 en mode propulsion et des roues de 18 pouces dans une caisse de Clio est tout de même un sacré pari ! ...Même pas mal...

Les schémas ci-après montrent chaque train en 2 vues. On voit bien que les deux trains reposent sur les mêmes principes :

- Un triangle inférieur qui supporte le porte fusée (identiques avt/ar et Laguna 2 en l'occurrence). Celui de devant est monopièce embouti. Celui de derrière est constitué de 2 bras, un longi en tôle d'acier et un transverse en alu (mais ça constitue quand même un triangle...)
 - un amortisseur qui lie le porte fusée à la chapelle sur caisse vers le haut. C'est donc bien lui, en conjonction avec la rotation du triangle, qui procure la trajectoire de roue dans le plan transversal lorsque le corps coulisse sur la tige
 - une biellette de direction qui elle s'occupe de régir le plan de roue suivant l'axe de pivotement donné par l'amortisseur. A l'avant, elle est reliée au boîtier de direction bien sûr et à l'arrière reliée au châssis...puisque vous n'avez pas acheté une Clio « 4control » !
 - Repérés en rouge : les éléments filtrants qui sont eux censés apportés du confort en...filtrant les vibrations en provenance de la roue. On remarque que ceux des triangles font aussi tout simplement office d'articulation. Solide et pas chère !
 - A noter qu'à l'avant le point sup d'amortisseur possède une butée tournante qui permet au ressort de pivoter avec le porte fusée...lorsque la roue tourne...pas con...
 - Ressort
 - Butée de choc
 - Butée de rebond
 - Barre anti devers pour l'avant seulement
- ...Bref, que des lapalissades mais autant savoir à quoi ça ressemble et à quoi tient votre vie lorsque vous frôlez le rail à 150 km/h...

TRAIN AVANT



Axe de pivotement de l'ensemble amortisseur, Porte fusée, roue
=> Rotation commandée par la direction

Butée tournante

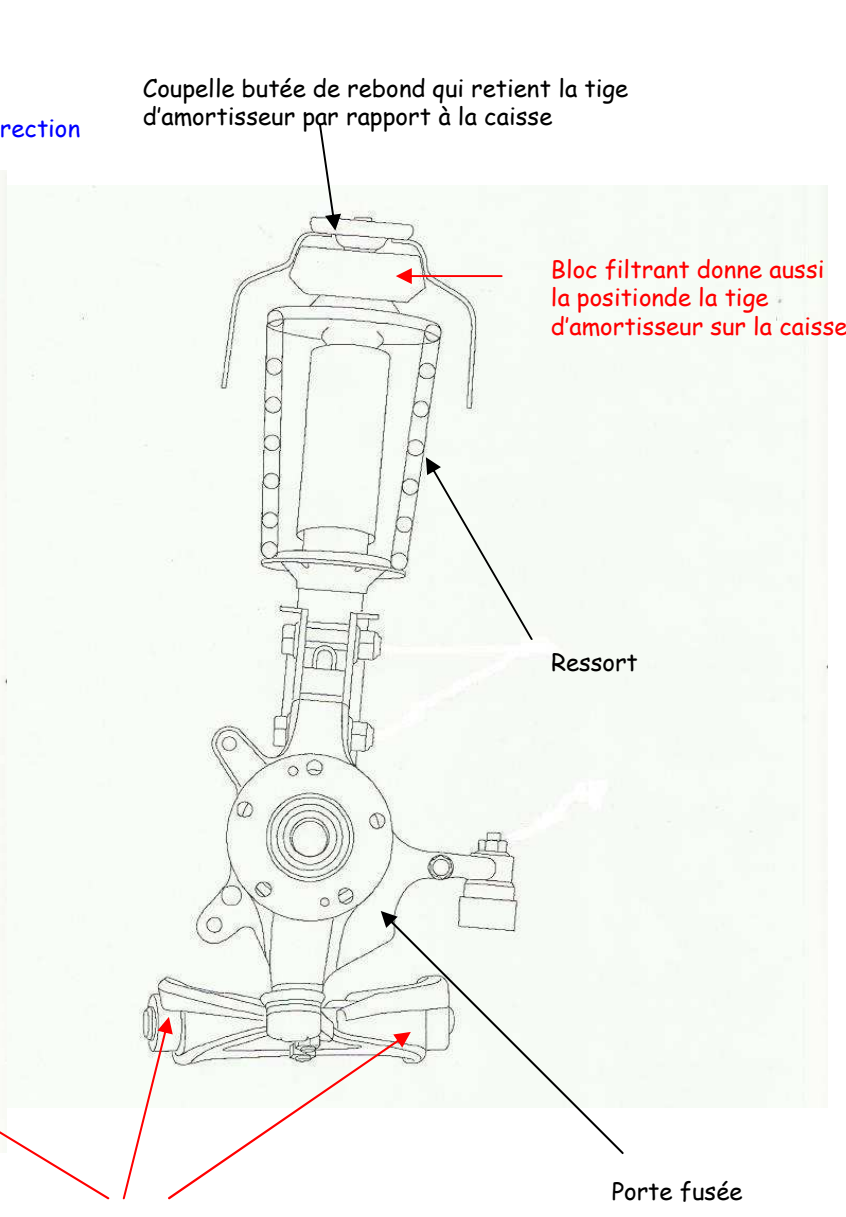
Butée de choc

Amortisseur

Billette de direction

Triangle

Rotule inférieure triangle/porte fusée



Coupelle butée de rebond qui retient la tige d'amortisseur par rapport à la caisse

Bloc filtrant donne aussi la position de la tige d'amortisseur sur la caisse

Ressort

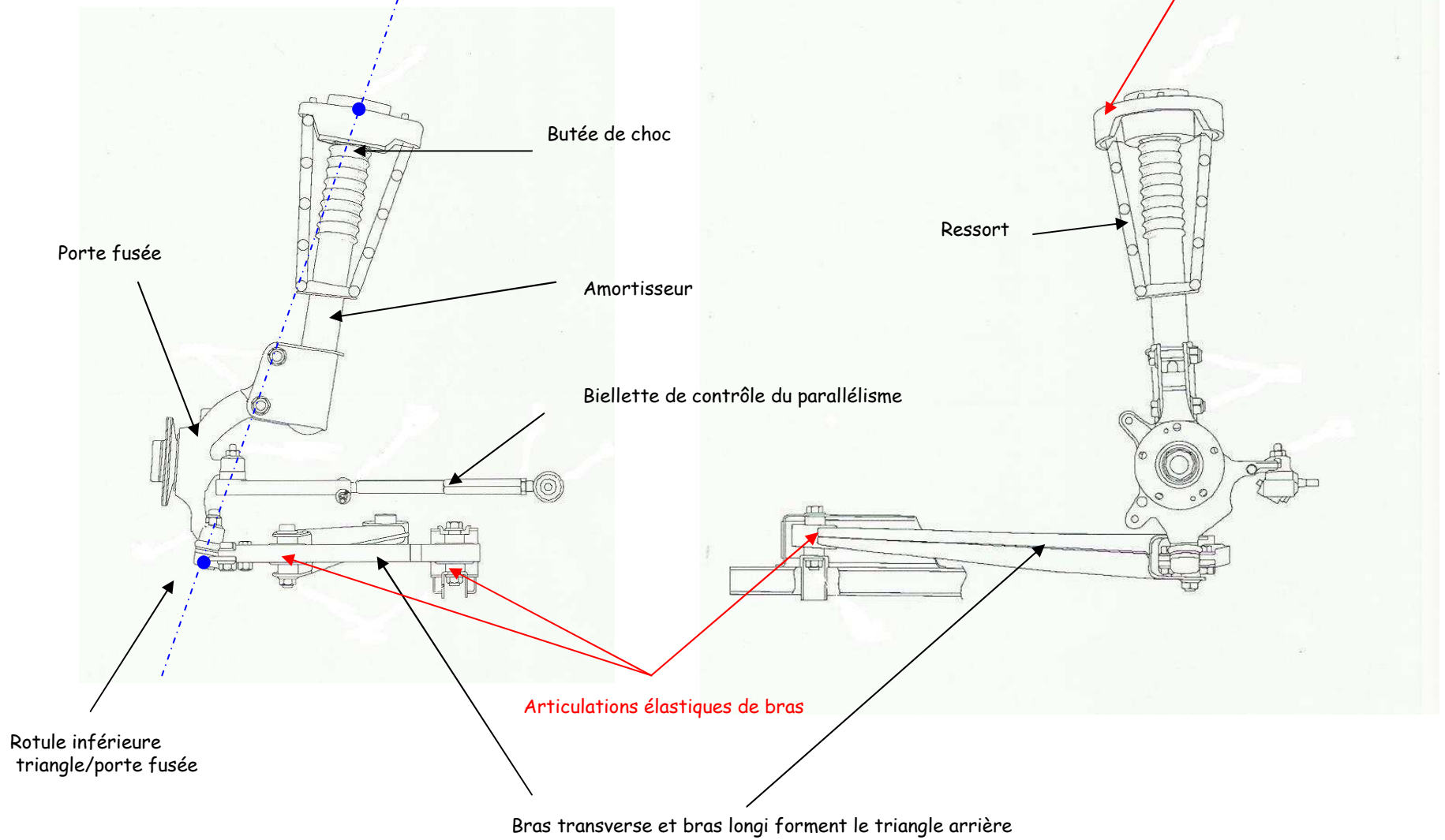
Porte fusée

Articulations élastiques de triangle sur le berceau

TRAIN ARRIERE

Axe de pivotement de
L'ensemble amortisseur,
Porte fusée, roue
⇒ Rotation en pince ou ouverture
Contrôlée par la biellette de para

Bloc filtrant donne aussi
La position sur la caisse



2/ BASIQUES DE LA LAS

Plus d'excuse maintenant que tout le monde sait comment c'est foutu. La question est donc : « comment ça pourrait mieux marcher ?!... »

Comme je serais pas capable d'entrer dans de savants calculs de la dynamique du véhicule, il va falloir vous contenter de quelques basiques glanés deci-delà sur le rôle respectif des composants...quitte à enfourner quelques lapalissades dont vous allez pas vous remettre... :

Mission :

Il n'aura échappé à personne que les seules pièces qui lient cette belle voiture à notre chère vieille terre...ce sont les pneus ! Il n'est donc pas aberrant de dire que le boulot de la liaison au sol, c'est :

1/ que les pneus restent en contact avec le solsisi....

2/ de les faire travailler dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire concrètement que la charge sur le pneu et son orientation par rapport au bitum soit optimum et la plus stable possible vis-à-vis de la réponse du pneu donné par le manufacturier

Rappel des définitions de base sur la géométrie de train :

Paresse naturelle oblige, un petit doc trouvé sur internet fait très bien l'affaire. Voir en annexe...interrogation écrite demain matin pour tout le monde...

a/ La cinématique du train.

On a vu la technologie des trains qui englobe ce qu'on appelle leur « **typologie** ». Mac pherson dans notre cas, double triangle, essieu rigide, multibras ...pour d'autres

Leur « **topologie** », c'est en fait l'agencement des ces pièces dans l'espace et bien sûr leurs dimensions (position des points d'ancrage, longueur des bras de levier....) qui donne la trajectoire du plan de roue en fonction du débattement de la suspension.

Ah ! le « **plan de roue** », c'est le plan qui coupe le pneu par le milieu de la bande de roulement (cf Annexe)
Vue de dessus, son orientation donne le parallélisme (pince ou ouverture) par rapport à l'axe véhicule
Vue de derrière (ou devant), son orientation donne le carrossage par rapport au plan vertical

A l'ordre 1, c'est donc bien cette topologie en 3 dimensions qui régit la variation des orientations de la roue et donc la géométrie de train (para, carro) pour chaque cas de position de la suspension mais aussi en fonction de sa réaction aux efforts de sollicitation. De fait, elle est primordiale pour la loi de contact du pneu sur le sol....CQFD !

Ces lois de variation sont aussi appelées « **épure de trains** ». Elles sont fondamentales dans le comportement final du véhicule et son typage. Typage dans le sens où la majeure partie des caractéristiques sont interdépendantes (surtout sur un Mc Pherson...) et le concepteur doit choisir sur la priorité donnée à tel ou tel paramètre dans un compromis délicat. Au final, certains traits de caractère émergent et ce sont eux que vous retrouvez au volant de la machine : survirage, sous-virage, stabilité sur mauvaise route, information de direction, stabilité au freinage, stabilité à haute vitesse etc...etc

Mais c'est aussi ce qui est le plus difficile à changer sur une voiture existante car il faut modifier la caisse (ou le berceau...) et/ou les éléments constituants. Donc en général du travail lourd et coûteux de spécialiste et une réversibilité très délicate qui présente les mêmes inconvénients si on veut que le travail ne laisse pas de séquelles !

b/ l'elastocinématique

Malheureusement, tout ce bel accastillage ne présente pas une raideur infinie. L'élastocinématique consiste à prendre en compte, les déformations des pièces sous efforts qui ne sont donc que des perturbations dans la maîtrise du plan de roue; de sa rigidité comme de sa trajectoire. Il y a donc une épure théorique (sous charge nulle = pas loin d'une belle ligne droite d'autoroute à régime stabilisé) et une élastocinématique réelle (sous efforts de, en gros, tout le reste du temps) ...aie....

Ces déformations proviennent donc de pièces comme ces points de filtration étudiées pour contrôler les phénomènes vibratoire/acoustique...ou bien d'effets (encore) moins désirables comme le manque de rigidité des ancrages sur caisse, et toutes les pièces de constitution de la suspension. L'amortisseur étant, on l'a dit, un point faible du Mac Pherson, et plus précisément le guidage tige/corps d'amortisseur.

Renforcer certaines pièces est à la portée de l'amateur. Changer pour plus costaud...cf remarque pt a/

Il y a un piège, ce serait trop facile :

Dans certaines conceptions de trains, ces pièces de filtration peuvent aussi être utilisées pour intervenir positivement sur le contrôle du plan de roue ! Dans une sollicitation donnée (position de roue + charge), en utilisant ingénieusement les déformations des ces pièces sous effort, on leur fait amplifier ou bien corriger une épure réputée perfectible pour la position de roue correspondante.

...Faut il être vicieux à ce point ?...

Pour un constructeur, dans la difficile recherche des compromis confort/comportement, oui

Pour les infâmes bidouilleurs que nous sommes, non. Rendez vous au point 4b...

c/ Un peu de théorie sur les ressorts :

De base, ils « suspendent » et donnent d'une part la raideur verticale par roue et le calage de l'assiette du véhicule = hauteurs avant et arrière par rapport au sol. Etant donné que chaque train ne supporte pas la même masse (en général...et en particulier sur une CV6...) le **tarage** des ressorts des trains avt/arrière est différent.

En fait, la raideur d'un ressort (enfoncement sous effort donné) n'exprime pas grand chose si on ne lui associe pas la masse qu'il supporte.

La physique permet de caractériser une « raideur de suspension », non pas par la raideur seule du ressort mais de la lier à la masse supportée par la **fréquence propre** (théorique) au train. Par la formule battarde :

$$F_p = 1/(2 \text{ Pi}) \times \text{racine}(K/M) \text{ et ça s'exprime en Hertz(Hz)}$$

Pour le cas automobile simplifié

F_p : fréquence propre au train

M (kg): masse suspendue au train considéré

K (N/m) : raideur au train vu à la roue, c'est dire en tenant compte des différents bras de levier de la suspension qui existent entre le point de contact du pneu au sol et le rayon d'action du ressort. Ne pas confondre avec la raideur du ressort en lui-même !

Pour approcher l'équilibre, les fréquences propres avt et arrière sont voisines et pour fixer les idées, une voiture dite confortable navigue vers le 1,4 Hz, une voiture de sport vers les 1,8 Hz, une voiture de rallye dépasse allègrement les 2,2 Hz. Une deuche doit être vers 1 Hz (!?). Un kart...qui n'a pas de suspension a donc des k infinis et des F_p idem..fastoche non ?

Garder en tête que les ressorts de suspension ont aussi leur mot à dire en dynamique et en virage puisqu'ils procurent un anti-devers « naturel », dit aussi « spécifique ». En clair, ils tiennent la caisse en devers et pas seulement en vertical pur. Cf point suivant.

En tous cas, voilà une pièce qui n'est pas très difficile à faire évoluer. Le pb technique principal réside dans les interfaces adhoc qui sont soit sur caisse soit sur le corps d'amortisseur. Il faut donc changer l'ensemble pour que tout cela se monte !

d/ Les barres anti-devers (BAD ou anti-roulis)

Comme son nom l'indique, elle sert à brider le devers de caisse en sollicitation latérale. Pour un essieu, elle réalise cela en liant mécaniquement le mouvement entre roue gauche et droite via un « ressort » en forme de barre (de torsion) et est, le plus souvent, fixée au châssis.

C'est donc juste un complément de raideur qui vient s'ajouter à l'anti-devers spécifique procuré par les ressorts de suspension. Mais elle n'a d'effet qu'en situation de sollicitation latérale (virage, pente) contrairement et (en théorie) pas en mouvement vertical pur de caisse

=> Donc lorsque la caisse veut prendre du devers en virage, la BAD s'oppose à ce mouvement. Bien !

=> Effet kiss cool, la sollicitation côté roue extérieure (chargée) va inévitablement entraîner la roue opposée dans le même sens (en la déchargeant)...moins bien pour l'adhérence et la motricité.

Conséquence et petite règle (réversible) élémentaire à apprendre par cœur et qui rend tout de suite moins idiot le soir au bar ! :

⇒ Si on **augmente** (diminue) l'anti-roulis **AVT**, cela va dans le sens de rendre la voiture plus **sous vireuse** (survireuse)
: le train avant perd de l'adhérence

⇒ Si on **augmente** (diminue) l'anti-roulis **AR**, cela va dans le sens de rendre la voiture plus **survireuse** (sous vireuse)
: le train arrière perd de l'adhérence

(Petit moyen mnémotechnique : ça glisse plus là où c'est le plus raide.....ok, je sors...)

L'ensemble ressort +BAD fournit l'équilibre de base de la voiture et son caractère sous-vireur ou survireur. Ça se complique...et encore, on ne parle que de quasi statique en faisant abstraction des mouvements transitoires et des frottements entre toutes les pièces qui apportent des raideurs « parasites »

Les BAD font partie des pièces de mise au point, of course. Faciles à changer mais déjà bien plus chères à réaliser que des ressorts....crotte

e/ Les amortisseurs

Casse d'axe de choix pour le metteur au point. Ils ont deux fonctions principales dans un Mac Pherson :

- Assurer le guidage du plan de roue, puisque la tige d'amortisseur donne l'angle de coulisse en conjonction avec le triangle mais c'est aussi malheureusement ce guidage qui donne la rigidité sous effort passé par la roue en freinage ou en virage.

=> Impossible d'améliorer la rigidité sur une pièce existante. Il faut passer à du spécial

- Assurer l'amortissement du mouvement lorsque la roue est sollicitée en débattement. Cela consiste à ajouter du frottement qui pour la quasi majorité est visqueux puisque tous nos amortisseurs sont hydrauliques. Une clapeterie soigneusement mise au point définit les lois de compression et de rebond. Ce sont des lois effort/vitesse (LEV), c'est-à-dire que l'effort qu'oppose l'amortisseur au mouvement imprimé par la roue dépend de la vitesse de l'effort, ce quasi indépendamment de la position initiale de la roue.

⇒ Certains amortisseurs sont réglables en hydraulique (comme les Koni de CV6 !) mais c'est assez rare et en fait peu recommandable. Comme disait un ami metteur au point : « tout ce qui est réglable...se dérègle un jour ou l'autre ! »

Attention, en situation dynamique transitoire pendant l'enfoncement ou le rebond, l'effort de résistance que procure l'amortisseur est donc à considérer comme une raideur de suspension et agit donc comme un ressort ou une BAD additionnel....mais en plus complexe car on peut jouer non seulement à la fois sur l'avant et l'arrière mais aussi entre LEV rebond et LEV choc = loi d'amortissement différente si la suspension s'enfonce ou se détend..

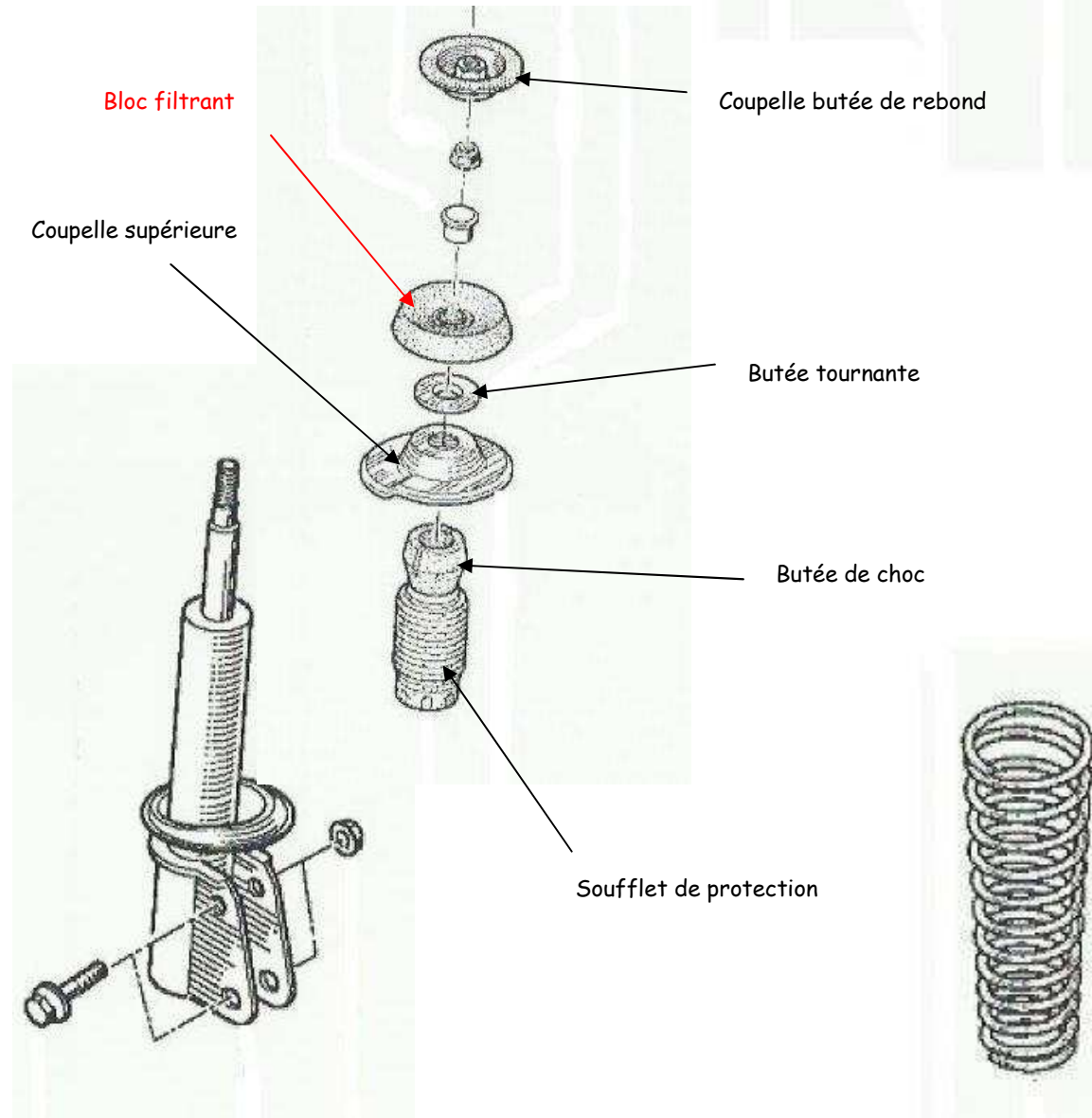
Les latitudes de réglage sont donc quasi infinies mais le résultat final peut être prépondérant sur tout le reste lors des enchainements de virage par exemple, des freinages et bien sûr de la combinaison des deux !!...re aïe...

Sauf à disposer d'un wagon de différents clapets pour essayer, la mise au point amortisseur est reconnue comme un métier à part entière par les spécialistes.

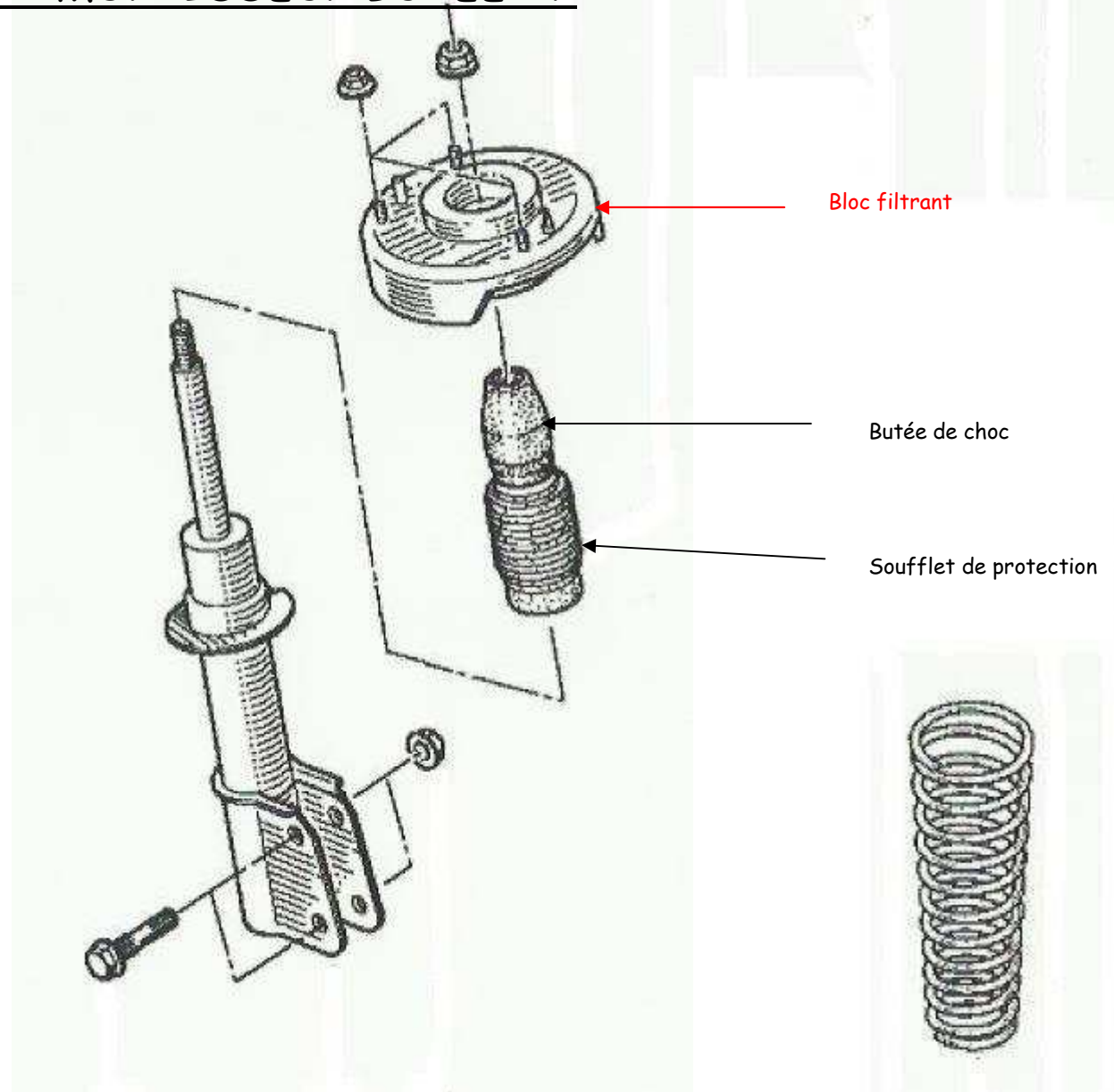
En général, quand on achète de l'amortisseur « spécial », on se contente des réglages préconisés et mis au point par les préparateurs concernés pour la voiture visée...

Si l'hydraulique est réglable, prévoir de nombreuses séances de démontage/remontage et quelques paquets d'aspirine

COMBINE RESSORT AMORTISSEUR BUTEE AVT



COMBINE RESSORT AMORTISSEUR BUTEE AR



f/ Les butées

Petit composant anodin en apparence, il joue un rôle important à l'approche de la fin de course. En fait, et c'est le cas de notre CV6, lorsque les courses sont réduites, les butées, autant avt qu'ar, commencent à intervenir quasiment à mi course. Leur déformation est très progressive mais apportent une raideur additionnelle (re-re aïe ...) par rapport à l'effet du ressort. La combinaison ressort plus butée offre donc une raideur fin de course qu'on peut qualifier de variable mais encore plus important très « progressive » à l'approche de la butée de fin de course absolue (piston d'amortisseur au fond du corps).

Cette caractéristique est très importante car (cf règle ci-dessus sur les raideurs) cette progressivité de raideur est reportée dans le caractère sous-vireur ou survireur de l'équilibre de base constitué de tout ce qui précède....

Exemple, une augmentation de raideur brutale quand une roue arrive sur la butée concernée peut donc provoquer une perte d'adhérence tout aussi brutale sur le train considéré. Ce cas peut facilement être rencontré si, en virage, la roue extérieure, déjà bien chargée et peut être proche de la butée de choc, croise une saignée ou un trou par exemple.

g/ les Roues / pneus

La partie mystique de la LAS....

On peut juste rappeler que c'est le plan de roue qui fait le contact au sol et va donc conditionner l'ensemble de la réponse du pneu.

Pour ce qui est du comportement structurel du pneu...qui lui aussi procure une certaine raideur sur tous les axes !...mais aussi de la constitution de la gomme et des sculptures, les secrets de conception et fabrications sont souvent jalousement gardés par les manufacturiers.

Mais c'est une variable supplémentaire car on a aussi le droit de rechercher par exemple un compromis confort/comportement entre la taille du pneu, sa raideur et le reste de la suspension.... En l'occurrence, le confort, on s'en fout...ouf !..

Par chance, l'amateur n'a que le loisir de sélectionner parmi les catalogues de produits existants, ce qui peut déjà s'avérer un casse tête très prenantmais aussi très couteux.

Pour la CV6, il faut surtout savoir si on veut un bon compromis sec/mouillé. Quelques informations sur l'article qui leur est consacré et le forum est rempli d'avis, expériences et conseils.

Pour l'usure, pas de miracle....la CV6 est lourde.... En utilisation intensive, aucun ne tiendra la distance...

3/ ECARTS MK1 vs MK2

Le tableau ci-dessus résumé factuellement les écarts de référence sur le périmètre concerné...pas de mystère...c'est pas pareil...

Pièces à changer si chgt berceau
 Pièces à changer si chgt amort/ressorts
 Bonus

Prix Renault Aout 2012	Mk1		Mk2	
	Ref	Prix (ttc)	Ref	Prix (ttc)
AVT				
- Coupelle sup rebond	7700426450	21,04	7700426450	
- Coupelle sup ressort	8200808455	16,1	8200808455	
- Bloc filtrant	6000073600	37,41	6000073600	
- Amortisseur	6020011613	261,55	6020012047	559,24
- Butée choc	6020010218	30,8	6020012961	122,71
- Ressort	6020010216	211,83	6020014289	233,1
- BAD	7711153252	188,35	6020014322	942,56
- Palier intérieur de BAD	7700847383	11,23	6020012677	33,45
- Palier caoutchouc extérieur de BAD	8200150768	12,11		
- Bride palier extérieur de BAD	7700784169	6,69		
- Bielle de BAD			6020014000	103,47
- Palette rotule porte fusée G	6020010353	121,84	6020011532	315,56
- Palette rotule porte fusée D	6020010816	121,84	6020011533	315,56
AR				
- Bloc filtrant G	7700832419		7700832419	
- Pt filtrant D	7700832420		7700832420	
- Amortisseur G	6020010225	742,23	6020012982	552,84
- Amortisseur D	6020010225	742,23	6020012981	559,24
- Butée choc	6020010226	30,8	6020012963	153,05
- Ressort	6020010224	781,65	6020014343	371,33
- Berceau			8200323549	1274,37
- Bras longi	6020010223	132,86	6020014240	181,99
- Bras transverse	2020010222	507,3	2020010222	507,3
- Bielle para-rotule intérieur			7701057810	283,96
- Bielle de para-barre liaison			6020014286	181,99
- Bielle de para-écrou de réglage			6020014287	56,97
- Bielle de para- contre écrou			6020014318	10,33
- Bielle de para-rotule ext G	6000022737	69,78	6000022737	69,78
- Bielle de para-rotule ext D	6000022736	67,35	6000022736	67,35
- Palier de transmission	7701059661	63,97	6220014367	152,81
- Bielle reprise couple moteur	8200371093	69,78	6025409434	

Le code couleur indique les lots de pièces à changer pour les conversions indiquées en haut à gauche

Plus en détail, si on joue les 7 erreurs en éclairant les effets par le biais des bases évoquées avant.

a/ Cinématique

A l'avant, deux écarts notables :

-La palette de rotule triangle / porte fusée : mk2 déporte la rotule de qq mm sur l'avant avec pour effet d'augmenter un peu l'empattement mais aussi d'augmenter un peu la chasse

⇒ Tout cela est bon pour la stabilité, un peu moins pour la maniabilité et les efforts de direction. C'est une modification bonne à prendre mais pas extrêmement sensible au quotidien.

Ajouté à cela , la pièce mk2 qui était déjà vendue à prix d'or au catalogue Renault est devenue à peu près introuvable

A l'arrière :

Tout le monde sait qu'il y a un écart de cinématique concentré sur la position d'ancrage de biellette de para sur le berceau. Sur mk2, le plan de roue prend plus de pince en compression

⇒ Cela rend l'épure arrière plus sous-vireuse sous forte sollicitation, et combat plus efficacement l'effet déséquilibre des masses de cette belle auto, autant en appui qu'en situation de transfert de masses comme un levé de pied en virage.

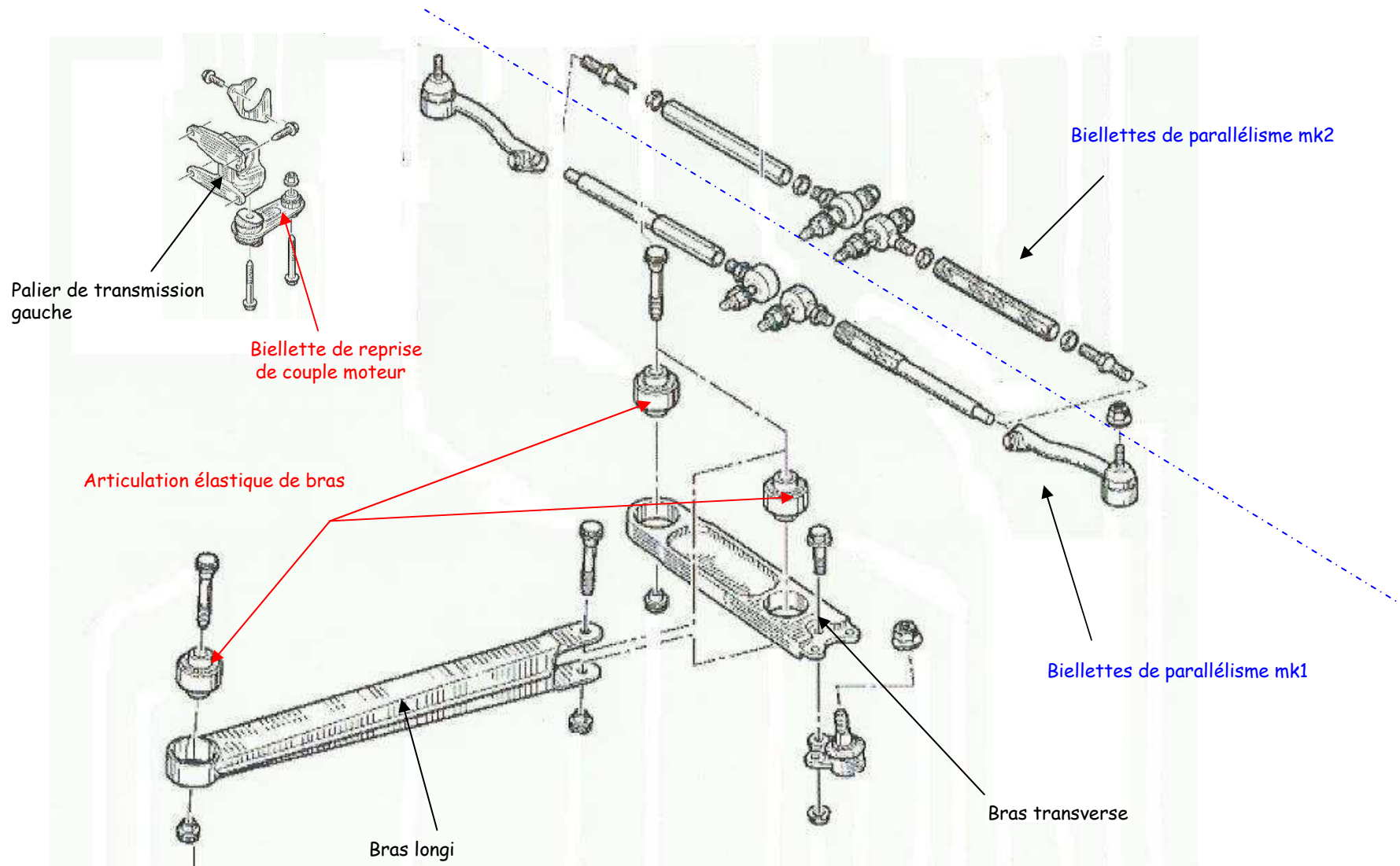
⇒ En bonus, le montage des rotules intérieures est fait en « chape » sur mk2, plus rigide que mk1 et donc un peu mieux contrôlé en élastocinématique.

C'est une modif hautement recommandable mais qui représente un panier de pièces non négligeable et certaines se font rares. Cf tableau. Changer le bras longi arrière, un peu différent en longueur, n'est pas indispensable.

L'écuanteur de roue (avt comme ar) : voir article sur les roues ou tout est expliqué en détail. Disons que c'est surtout le passage en 18 pouces qui est significatif...pour le look...et donc les goûts et les couleurs...

⇒ D'un point de vue efficacité pure, c'est principalement lié aux écarts d'offres pneumatique entre 17 et 18..donc cf point pneus

BIELLETES PARA AR ET SUPPORT MOTEUR INF



b/ Elasto-cinématique

Simple ...pas d'écart

c/ Les ressorts de suspension

Là, c'est la révolution :

- La raideur avant est augmentée de 77 % . Longueur adaptée au calage d'assiette
- La raideur arrière de 45 %. Longueur adaptée au calage d'assiette

⇒ Un plus indéniable. L'auto est plus ferme, la caisse mieux tenue. En prime, les débattements moindres font que le cinématique intervient sur moins d'amplitude de la course et donc les variations d'épure, parallélismes et carrossages sont contenues.

Rappelez vous que le changement de ressorts ne peut se faire sans chgt des amortisseurs. Cf point suivant

d/ Barre anti-devers

- La BAD avant passe de 24 à 28 mm
- Elle est actionnée via une biellette rotulée ancrée sur le corps d'amortisseur. Le rotulage en lieu et place de la liaison caoutchouc frottante sur triangle en mk1, c'est mieux pour le rendement de la barre

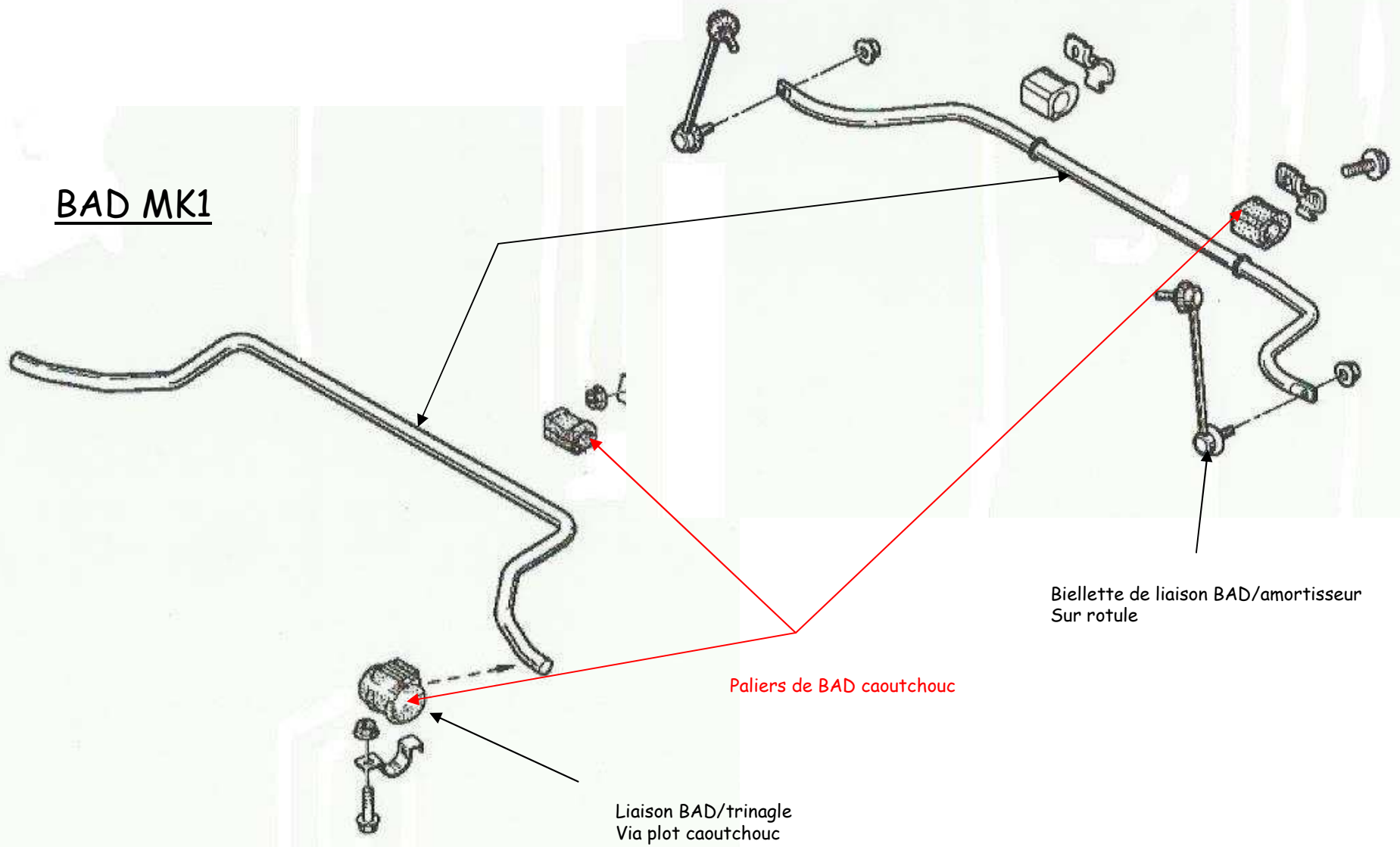
⇒ Pour l'effet, comme vu avant, c'est une question de complémentarité/cohérence avec les ressorts. Mettre les ressorts mk2 sans la BAD correspondante est un risque de détruire l'équilibre châssis.

Toujours suivant notre petite règle. Mettre une BAD mk1 (raideur faible) avec des ressorts mk2 (raideur augmentée) doit rendre la voiture plus survireuse...mauvaise idée....

A noter pour les plus perspicaces que le berceau et les amortisseurs mk2 possèdent des ancrages pour une BAD arrière mais qui n'est jamais apparues en série !?...donc voir chapitre 4...

BAD MK2

BAD MK1



Biellette de liaison BAD/amortisseur
Sur rotule

Paliers de BAD caoutchouc

Liaison BAD/trinagle
Via plot caoutchouc

e/ Amortisseurs

Leur évolution ne fait que servir les changements intervenus sur les ressorts et la BAD.

- Les coupelles sont adaptées aux nouveaux ressorts
- L'ancrage de BAD avant se fait via une biellette qui relie la BAD au corps d'amortisseur
- Les lois effort/vitesse sont adaptées

=> Donc, encore une fois, impossible de changer les amortisseurs sans changer les ressorts...et Lycée de Versailles...

f/ Butées

Les longueurs sont différentes et la raideur est plus progressive.

=> Incontournable si on change les amortisseurs/ressorts. Changer les butées sans le reste ?...aucune idée du résultat...



Mk1

Mk2

Combiné
Avt

Combiné
AR

Fixation biellette de BAD



Mk2

Mk1

g/ réglage de l'amortissement :

Eh oui, les Koni d'origine sont réglables en loi effort-vitesse. Explication directement sur le site Koni mais il faut savoir que ceux de CV6 ne sont réglable qu'en détente, ce qui offre déjà un joli casse tête et de belles séances de démontage/remontage pour qui veut jouer à l'apprenti sorcier !..

Il est prudent de simplement vérifier lors d'une révision/démontage qu'ils sont tous réglés pareil. Le réglage usine ressemble à $\frac{1}{2}$ tour de serrage...sans garantie...

Good luck ...

<http://www.koni.com/car-racing/technology/adjustment/>

h/ Roues-Pneus

Pas plus de remarque qu'au chapitre précédent. Bien lire l'article correspondant car il y a des pièges concernant le jeu nécessaire entre le pneu et la jambe d'amortisseur...

4/ MAIS ENCORE....

Si vous avez tenu jusque là...on repart à zéro !

Petit préliminaire : Malgré un champ d'exploration « no limit » dans l'absolu, on va simplement dire qu'on reste dans une typologie et une topologie très proches de l'existant, c'est-à-dire concrètement : sans changer le principe des suspensions ni la position des ancrages de suspension sur la caisse. On n'est pas dans « Monster Garage »...

On passe aussi sur tout ce qui est rigidification à la mode compétition genre re soudure de la caisse, pose d'un arceau etc. Sujet non abordé mais en théorie forcément bénéfique pour le comportement. Que du bon sens : ça ne sert à rien d'accrocher des trucs rigides et bien ficelés sur une structure en guimauve mais c'est un stade de préparation qui commence à ressembler à de l'irréversible, terrain qui n'est pas abordé ici.

A noter que sur ce qui est décrit, certaines choses ont été expérimentées et vécues sur piste en sortie Club et sur route. Repérées par un (V) sur le titre. Ça marche et ça le fait. Les autres sont issues des bonnes pratiques habituelles ou vues en compétition ou sur les CV6 des copains...

a/ Cinématique

Evolution possible et simple sur l'avant (V) : remplacer le porte fusée issu d'origine (pour rappel, issu de Laguna 2) par un modèle issu de Vel Satis. Géométriquement, cela descend la rotule de liaison porte fusée/triangle. Avec pour effet d'horizontaliser le triangle. D'une part, la variation de voie en débattement est un peu moins sensible, et d'autre part, cela remonte un peu le centre de roulis avant de la voiture par rapport au sol. Le centre de roulis pour faire simple, c'est le point fictif autour duquel la caisse tourne en roulis lorsqu'on tient compte de la cinématique du train considéré.

⇒ C'est mieux pour le contrôle des mouvements de l'avant en pompage, les variations des voies et donc réactions de direction. Dans la théorie, cela améliore aussi l'effet de la BAD, dans le sens augmentation de la raideur donc pour l'avant = plus sous-vireur...on s'y fait à la longue...

L'effet n'est pas renversant mais pièce pas chère dans n'importe quelle bonne casse. Ne pas s'en priver

Evolution toujours sur l'avant : allonger le triangle inférieur (V) d'environ 12mm.

Cela augmente la voie avant d'environ 25 mm et au passage améliore l'esthétique d'affleurement entre le pneu et l'aile.

⇒ Mieux en stabilité latérale mais dans ce cas, diminue un peu l'efficacité de la BAD dans le sens de la diminuer et donc...vous savez maintenant...

Pour être franc, cela relève un peu de la coquetterie mais en tous cas, c'est une manière élégante de déporter la roue vers l'extérieur quasiment sans changer l'épure cinématique avant car c'est toute l'ensemble amortisseur/porte fusée qu'on incline. Cela représente un angle de l'ordre de 1 degré, c'est sans problème vu du point d'ancrage supérieur d'amortisseur.

En d'autres termes, c'est nettement moins sauvage que de mettre des cales de voies qui influent très vite sur le déport au sol au risque d'augmenter de manière gênante les réactions de direction sur route déformée ou bien en freinage....beurk...



Avant

Après



Attention, cette pièce supporte tous les efforts en freinage et en virage..Vous imaginez bien que cela doit être fait sérieusement avec une qualité de soudure irréprochable et après avoir modifié le triangle, on le renforce avec une tôle type renfort mauvaise route qui est une pratique grande série. Le kit GrN d'origine est une bonne base de renfort

b/ Elasto-cinématique

Là , on touche un bon morceau car tous ces machins « toumous » qui trainent un peu partout n'ont rien à faire sur une voiture optimisée !.. Le contre partie est en théorie une voiture moins confortable car moins filtrante sur plusieurs domaines de fréquences. Honnêtement, la différence est à peine perceptible et si vous êtes arrivés à ce chapitre...c'est qu'on s'en tape !

A l'avant :

- Remplacer les articulations élastiques de triangle par des rotules (V) :



Exemple de montage de cage à rotule spéciale



Les cages sont ensuite soudées sur le triangle à la place des articulations élastiques (emmanchées)

-Remplacer le point supérieur d'amortisseur par une rotule version simple (V)



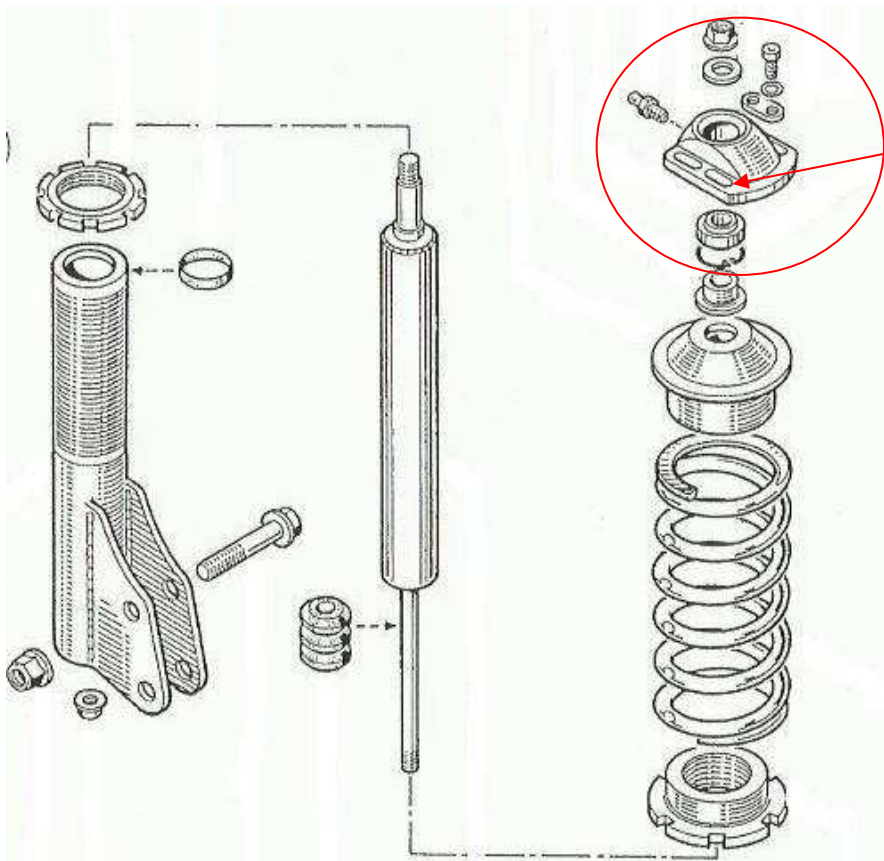
Exemple de montage de cage à rotule spéciale
Adaptée de pièces Clio Cup



- Remplacer le point supérieur d'amortisseur par une rotule version à réglage de carrossage

Système présent sur ClioV6 Trophy et bien d'autres voitures. C'est un poil luxueux car il est assez facile de régler le carrossage via la fixation d'amortisseur sur le porte fusée (voir pt amortisseurs) mais bon...quand on aime...

Le principe consiste à faire un point d'ancrage supérieur qu'on peut régler dans l'axe transversal. Suivant sa position, on incline donc tout l'ensemble combiné amortisseur/porte fusée vers la droite ou la gauche. La roue suit le mouvement pour ajuster au carrossage voulu. La plage de réglage est limitée qd même, mais je pense que la position « 0 » doit être calée au moins 1° de plus de carrossage que l'origine. Non vérifié.



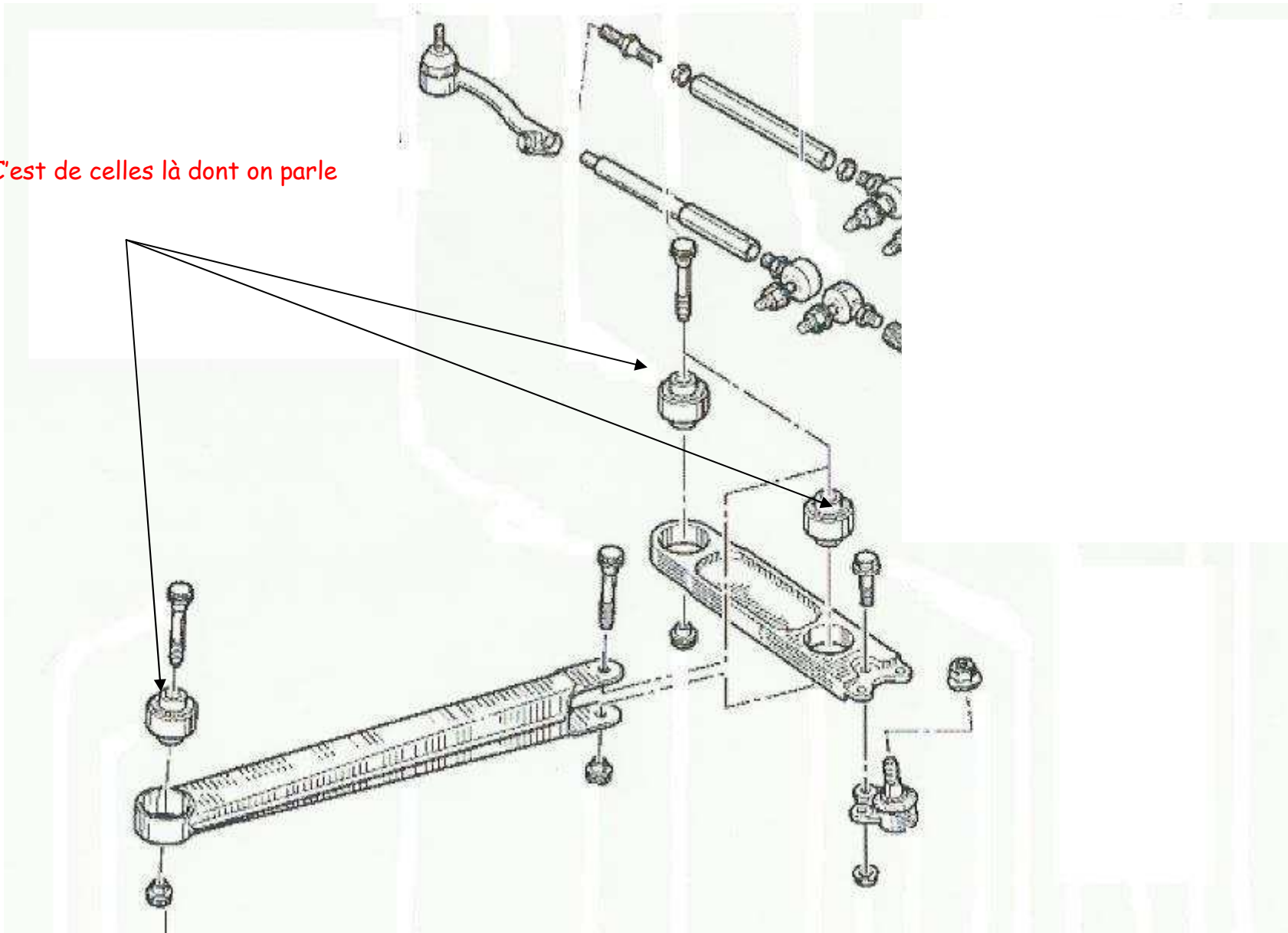
Le porte rotule sup possède des lumières qui permettent l'ajustement de la fixation D'amortisseur sur caisse

Exemple de combiné sur Clio V6 Trophy

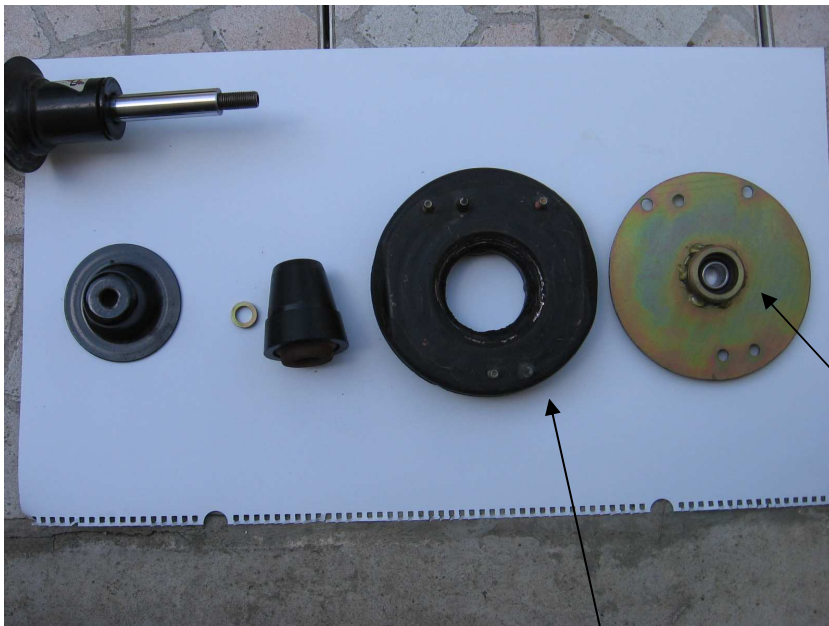
A l'arrière : même combat qu'à l'avant

- Remplacer les articulations élastiques de triangle par des rotules :

C'est de celles là dont on parle



- Remplacer le point supérieur d'amortisseur par une rotule version simple (V)



Un peu de charcutage d'un bloc filtrant d'origine..... + adaptation d'une cage à rotule de Clio Cup (idem avant) + adaptation butée pour conserver la course d'origine car la fixation de tige d'amortisseur sur la nouvelle rotule est déportée...

- Remplacer le point supérieur d'amortisseur par une rotule version à réglage de carrossage

Idem qu'avant. Sur la Trophy, les pièces rotule et porte rotule sont d'ailleurs les mêmes entre avt et arrière. La coupelle sup est adaptée au ressort différent

En résumé :

Vous avez compris qu'on tape, soit dans de la pièce sur mesure, soit par adaptation de pièces compétition existantes. On peut faire faire soi-même. C'est à portée de quelqu'un qui a fait un peu de dessin industriel et qui connaît un usineur. Il y a des préparateurs en France qui savent produire des « kits ».

⇒ Comme dit plus haut, les pièces d'origine apportent de la flexibilité et/ou des raideurs parasites qui hypothèquent tout ce qui est rigueur de comportement, rapidité et précision de réponse du châssis. Chaque élément pris séparément apporte un tout petit bout. Quand on se lance là dedans, Il est donc recommandé de traiter tous les points... ou rien sous peine de ne pas voir de progrès sensible.

Attention : les rotules utilisées dans le commerce (chez tout bon préparateur) ne procurent pas le niveau de longévité des articulations d'origine. Ce n'est pas étudié pour faire 100000 ou 200000 km ! Ou en tous cas, elles nécessitent une surveillance renforcée. Pensez à les vérifier, entretenir (graissage suivant type choisi), voire les changer régulièrement si vous sautez le pas.

c+e+f/ Combinés ressorts+amortisseurs+butées

Un autre ensemble de choix et on fait un regroupement car là, on tape en général dans des ensembles after market présentés sous forme de kit, avant + arrière, qui comprennent toutes ces pièces. On parle souvent de « combinés »

Pourquoi un kit ?...bin parce qu'on a vu juste avant que ces pièces sont non seulement mariées par roue dans l'architecture des trains mais en plus mariées entre elles par l'équilibre avant/arrière du véhicule et l'interaction entre elles (...souvenez vous des raideurs parasites et de la progressivité ressort-butée patati patata...)

=> Les interfaces sont généralement les mêmes que les pièces série, autant côté porte fusée que côté caisse...heureusement, ça doit se monter..mais certains préparateurs proposent des options comme par exemple l'intégration d'une interface caisse sur rotule...tiens tiens...

⇒ L'avantage le plus significatif réside dans la rigidité du guidage d'amortisseur du Mac pherson. Voir plus haut...

⇒ Les préparateurs proposent généralement des raideurs de ressort proches de l'origine ou légèrement supérieures. On en trouve même qui répliquent celles de mk1 !? ..mais là, je vois pas l'intérêt...

⇒ Sauf à posséder toutes les données géométriques et les petits logiciels kionbien, il est quand même assez recommandable de ne pas mélanger les pièces des différents préparateurs sous peine d'arriver à n'importe quoi sur la voiture.

⇒ Un autre avantage intéressant est que les combinés sont aussi proposés avec corps filetés, ce qui permet de régler la hauteur de la coupelle inférieure d'appui du ressort et par suite l'assiette avt/arrière mais aussi une parfaite répartition du poids par roue. Cette répartition pouvant en plus être faite suivant vos conditions de roulage habituels (seul ou avec passager...).

Ne pas confondre : ce réglage ne procure qu'une variabilité en hauteur de caisse. Il n'influe en rien sur la raideur du ressort ni sur la loi effort vitesse. Chaque pièce fait son job : le ressort => la raideur, la coupelle => le calage

Nota : Le low cost du réglage est quelquefois proposé avec un système étagé à rainure + circlips (voir photos). Donc un réglage beaucoup moins fin avec des positions de coupelle par pas de 5 ou 10 mm. Bon...faudrait savoir...vous voulez un réglage tip top ou un truc approximatif...

⇒ Il n'est pas rare aussi que l'amortisseur présente une plage de réglage d'inclinaison au niveau des fixations sur le porte fusée : un des 2 trous est oblong, ce qui procure une possibilité de régler le carrossage sur une plage supérieure à ceux d'origine. Ces derniers ne sont présents que pour rattraper les dispersions de fabrication...pas pour régler une voiture piste !

Il y a plusieurs adresses qui font du sur mesure en ressort mais il est alors important de les sonder pour vérifier qu'ils ont les épures de train correspondantes et sont donc capables de calculer et proposer des fréquences propres pertinentes et compatibles non seulement entre elles mais aussi adaptées à votre usage. En général, ceux là ont réalisé des montages spéciaux, fait des essais sur le véhicule considéré (avec ou sans le client) et proposent un package cohérent, y compris en loi d'amortissement et butée de choc !

Bon, c'est sûr qu'au moment du choix, il est difficile de juger de la qualité du travail proposé via de simples photos... Fussent elles très belles... C'est pas une pièce de carrosserie... Le réglage, la réalisation et la fiabilité ne s'improvisent pas. Tarage des ressorts, qualité de l'hydraulique, protections anti-corrosion, possibilité de réglage, possibilité de maintenance en usure....

Le meilleur conseil, quand on choisit un kit, c'est de faire marcher le bouche à oreille des copains qui ont déjà essayé tel ou tel fournisseur et tel ou tel réglage. Le forum propose quelques posts sur le sujet...et c'est fait pour cela....désolé je n'ai pas expérimenté sur cette bête.

Illustrations piochés au hasard sur internet...



Rotule

Corps fileté

Ou

clips



Fixation réglable du carrossage
Sur porte fusée. Avec vis/rondelle
excentrique sur ce cas...pas mal.



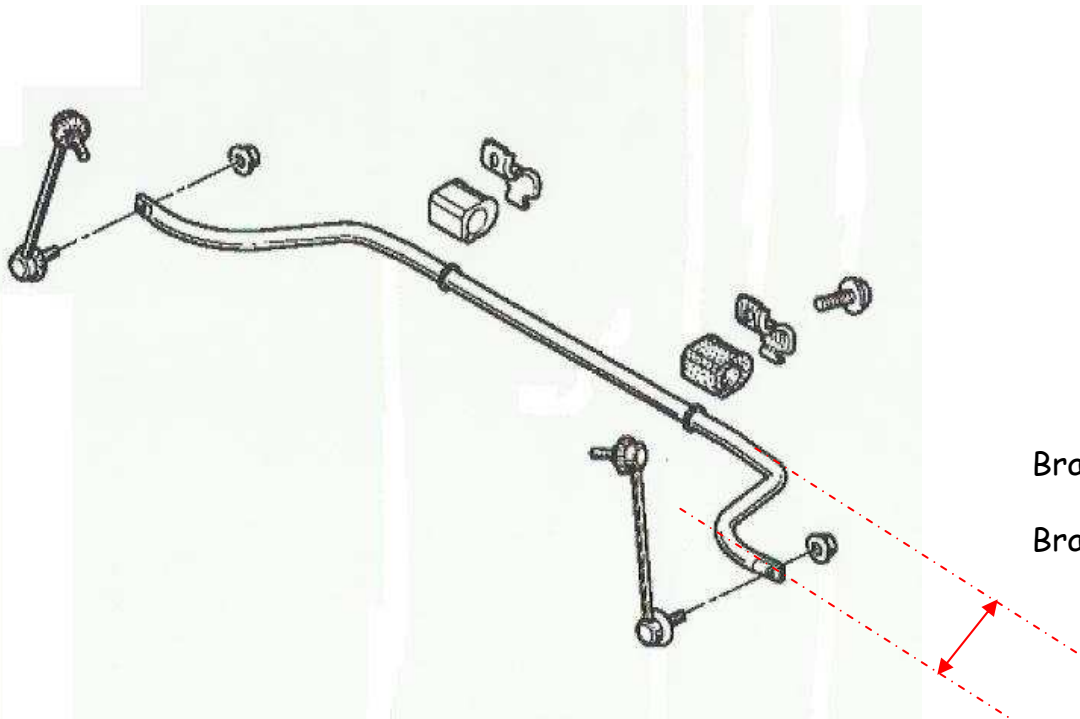
d/ Barre anti devers

Avant :

Aller au-delà du simple choix mk1 / mk2 relève du prototypage couteux et hasardeux si on veut changer le diamètre ou la forme. Il faut aussi avoir en tête que 28 mm (mk2) commence à friser le maxi de ce qui se pratique. A cette date, je n'ai encore jamais vu de préparateur qui propose une BAD différente de la série.

Il est aussi possible de jouer sur le bras de levier de la barre. Voir schéma. C'est assez peu recommandable car d'une part c'est travailler de l'acier à très haute résistance et d'autre part, si on veut aller dans le sens de l'augmentation, cela augmente de fait les efforts transmis par les biellettes et donc dans les corps d'amortisseur. La résistance des pièces d'interface peut se trouver en limite. Les efforts transmis sur le corps d'amortisseur peuvent aussi influencer (dans quel sens ?) sur les réactions de direction lors du débattement de roue. Genre d'effet : le volant « copie » les irrégularité sur mauvaise route

Voir illustration mais sur la base des pièces CV6, on ne voit pas bien comment exécuter une telle modif proprement et solidement compte tenu du cintrage complexe !!??



Bras de levier allongé => raideur moindre

Bras de levier raccourci => raideur augmentée

Arrière : Monter une BAD (V)

On l'a dit plus haut, un berceau mk2 possède de chaque côté une petite plage d'ancrage de BAD. L'après vente Alpine a écoulé un tout petit stock de BAD 14mm au début de la commercialisation de Mk2

Avouons que le changement n'est pas dramatiquement significatif à la conduite sur sec. Ce, expérimenté avec une LAS Mk2 complète. La caisse est mieux maintenue, surtout lors de changement d'appui. Par contre, la dégradation de motricité sur sol mouillé est sensible...mais il y a toujours possibilité de la débrancher en hiver !!

Là encore, certains préparateurs (en tous cas au moins un) proposent des kits constitués à partir de BAD série d'un autre véhicule, modifiée pour s'adapter au berceau de CV6

Plage possible de fixation de BAD
(illustration = berceau mk1 modifié)



q/ Roues - Pneus

Là encore voir autre article. Il y a tout ce qu'il faut comme données pour monter des roues spécifiques et les pneus qui vont avec. Il faut juste faire gaffe de respecter les dimensions extérieures car il n'y a pas beaucoup de gras dans les passages de roue !

5/ LES REGLAGES STATIQUES

Sujet commun pour tous = paragraphe commun, avec commentaires adhoc selon la version

C'est plus un petit récap car on rappelle simplement les réglages classiques qu'offrent le constructeur quand on a des pièces série ou bien des possibilités supplémentaires lorsqu'on a cassé la tirelire. Ne pas oublier de réviser la petite annexe avant...

5.1 Pièces série MK1 ou MK2

- Parallélisme : pas de mystère, réglage par longueur des biellettes de direction à l'avant. Biellettes de para à l'arrière

⇒ Là, tous les goûts sont dans la nature mais les réglages constructeur mk2 sont passe-partout. L'influence n'est pas énorme.

- Carrossage : Possible sur une toute petite plage grâce aux trous oblongs que possèdent les fixations d'amortisseur sur le porte fusée

⇒ On peut avantageusement et sans danger agrandir les oblongs de qqes mm pour gagner en carrossage négatif. Y aller doucement mais on peut sans problème chatouiller 3° à l'avant et 2°30' à l'arrière. Valeurs à considérer comme quasi maximum pour un utilisateur branché piste.

On surveille bien le mode d'usure des pneumatiques en indicateur. Ne pas s'attendre à des miracles...il faudra trouver le compromis usure / grip en virage / précision en ligne droite mais impossible d'être mieux sur tous les terrains de jeu.



En bas à l'avant mk1 ou mk2



A l'arrière : en haut sur mk2, en bas sur mk1 !

5.2 Complément pièces spéciales

Le père Noël est passé, les combinés chromés filetés sont montés mais la voiture ressemble à un dragster croisé avec un dahu ! ...crotte...mais c'est normal vu que tout doit être re-réglé !

Etant donné que vous avez appris par cœur le fonctionnement de l'épure de vos trains, vous savez par contre maintenant que tous les réglages sont (presque) tous interdépendants ! Impossible de toucher au carrossage sans toucher au parallélisme. Impossible de toucher à la hauteur de caisse sans toucher à la fois au para et au carrossage

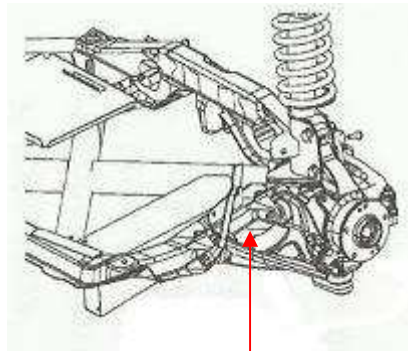
Il n'y a qu'une seule chronologie qui permette de régler ces 3 principaux paramètres et de ne pas détruire lors d'une opération ce que vous avez fait dans les précédentes :

a/ Hauteur de caisse

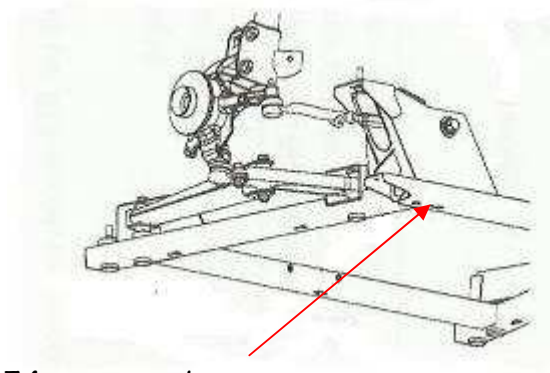
On l'a dit plus haut, notre belle auto est un peu avare en course de suspension et technologiquement, plus vous baissez la caisse, plus la course est réduite et plus les amortisseurs travaillent avec leurs butées de choc. Cf effet possiblement néfaste vus plus haut.

Cet avis peut être considéré comme très personnel et donc modulable selon les goûts mais surtout l'utilisation :

- Pour un usage qui reste mixte route/piste, estimons recommandable de conserver les hauteurs de caisse d'origine. Vos vertèbres vous diront merci et le comportement sur mauvaise route moins sujet à réactions brutales. Ci-dessous les valeurs constructeur sur les points de mesure correspondants



Avant : 135 mm sous longeron berceau dans l'axe des roues



Arrière : 154 mm sous berceau vers l'extrémité de la traverse arrière

- Pour un usage très orienté piste, on peut descendre les deux valeurs avant et arrière de 10, voir 15 mm mais c'est déjà énorme en relatif pour un véhicule qui n'a que (environ) 50 mm de course utile en choc ! Bon après chacun... patati patata.....

Attention à l'équilibre gauche/droite. Ceux qui ont déjà changé des amortisseurs ont vite compris que ce n'est pas évident de régler des amortisseurs à corps filetés. L'accès est impossible si la voiture n'est pas sur une fosse ou un pont rien que si on veut faire les mesures par les cotes. Et si on veut faire du bon boulot, il faut passer à la mesure des poids par roue. Outillage 4 balances quasiment inaccessible à l'amateur !

b/ Le carrossage

En deuxième car la hauteur de caisse a une influence sur lui mais pas l'inverse compte tenu de notre architecture de train.

La latitude est nettement plus grande et on peut dire encore plus sensible à l'utilisation. Les réglages constructeur mk2 sont passe-partout.

⇒ Carrossage négatif avant : 45 min par roue

⇒ Carrossage négatif arrière : 1°30 min par roue

Tout le monde a remarqué qu'en usage intensif, nos CV6 usent les épaulements = les bords extérieurs de la bande de roulement...avec même une tendance à attaquer le flanc !! Phénomène particulièrement marqué sur l'avant. Vous avez compris que cela est en partie dû à l'élasticité (beuuuurk) de certains composants, pour autant que vous n'ayez pas opté pour la totale sur rotules. Sous efforts maxi, le pneu se déforme bien sûr mais le plan de roue côté chargé (extérieur du virage) se "couche" et le plan de contact au sol se déporte complètement vers ce pauvre épaulement.

Pas 36 solutions, on accentue le carrossage négatif en statique pour contre carrer ce facheux phénomène

Exemple de valeur testée avec satisfaction sur une LAS de base Mk2 en amortisseurs série (donc trous élargis), Michelin PS2 devant, Michelin Cup derrière, train sur rotules devant

⇒ Carrossage négatif avant : 2°50 min par roue

⇒ Carrossage négatif arrière : 2°10 min par roue

- Pensez aux revers de la médaille car sous sollicitations faibles ou ligne droite, évidemment la voiture roule sur ses épaulements intérieurs et pas bien "à plat" sur la bande de roulement donc instabilité, mauvaise réponse direction autour du zéro, usure prématurée sur l'intérieur de bande de roulement etc...

b/ Le parallélisme

En troisième car la hauteur de caisse et le carrossage ont une influence sur lui mais pas l'inverse.

Réglage de base mk2 pour tout le monde

=> Avant : Ouverture 30 min au train

=> Arrière : Pince 45 min au train

Par expérience, une voiture d'origine y compris réglages hauteur carro est très sensible au para, surtout mk1 qui, avec ses suspensions souples subit des débattements plus importants et donc des variations d'épure plus rapides.

Sur le forum, les avis semblent partagés mais sur mk2, on peut s'amuser à mettre :

⇒ moins d'ouverture à l'avant pour avoir un train avant plus réactif à la mise en virage.

...ok, ok, il y en a même qui roulent avec de la pince à l'avant...si j'ai droit à un Joker, je le prends là mais c'est bizarre sur ce type d'auto. Au pire, on s'approche de zéro.

⇒ plus de pince à l'arrière pour avoir un train arrière plus "soudé" sur l'appui

Attention effet pervers sur le mouillé, en cas d'adhérence dissymétrique, le côté qui prend du grip peut faire "tourner" la voiture de ce même côté un peu brutalement

Je mets de côté les drifteurs qui vont mettre de l'ouverture à l'arrière....prévoir quelques ailes de rechange....

6/ BONUS : la transmission

Un peu en marge de la mécanique de base de la LAS puisqu'elle n'agit pas directement sur notre fameux plan de roue.

Mais quand on parle de comportement de voiture de sport, on ne peut passer sous silence cet ingénieux système qui agit sur la répartition de couple gauche/droite des roues motrices : le différentiel à glissement limité.

Un seul mot : **indispensable** dès qu'on a goûté aux joies de la limite d'adhérence sur une propulsion lourde !

On pourrait lui consacrer un autre article mais il faudra demander à quelqu'un d'autre...

En tous cas, vu du pilote, c'est simple :

Au moment où la LAS est en train de vous envoyer sa démission sur l'adhérence du train arrière, ce merveilleux petit truc vous balance le couple sur la roue chargée et vous remet dans le droit chemin comme si la main de Dieu vous avait effleuré le popotin ... Géant !...

Les technologies sont diverses comme train épicyclidal type Quaife ou à disque type ZF. Voir fournisseurs connus en annexe mais pour les adaptations sur la boîte Renault PK6 de notre CV6, il n'y en a pas des tonnes.

7/ CONCLUSION

Voilà ! Vous en savez presque autant que l'auteur...c'est-à-dire à peu près rien compte tenu de l'ampleur du sujet !!

Espérant à minima avoir permis aux passionnés du forum d'en avoir appris un peu plus sur cette sympathique auto qui est somme toute très simple de conception générale ; plus quelques notions qui permettent de cadrer à peu près une discussion de comptoir...guère plus...

C'est vrai qu'il existe un gap entre mk1 et mk2 mais il n'est pas très difficile à combler et même pas si onéreux que cela avec la commande groupée de ressorts et Bad qui est proposée sur le forum. Cela présente l'avantage de rester complètement dans l'esprit constructeur, avec des pièces série interchangeable. En général, cela procure une garantie de valeur qui est recherchée par le collectionneur ou simplement le prochain acheteur.

Aller plus loin que Mk2 s'adresse au mordru de perf, voire de piste, ou simplement de technique. L'éventail de pièces spéciales est tout à fait raisonnable dorénavant mais comme chacun sait, s'éloigner de l'origine relève d'une démarche particulière ou il faut bien peser le pour et le contre pour l'usage qu'on fait de son auto....et sa revente future...La chasse aux pièces spéciales, aux (bons) préparateurs, aux bons réglages pèse souvent autant que le plaisir de rouler ou simplement de posséder.

Quoiqu'on en dise, la CV6 est une bonne base d'expérimentation pour l'amateur de mise au point. Il faut juste rester conscient que, dans l'absolu, par rapport à ses concurrentes d'alors et du moment, c'est son poids qui la pénalisera...mais c'est une autre histoire...

On ne répétera jamais assez qu'il est beaucoup plus rentable d'investir dans une bonne LAS avant de mettre de la puissance dans une voiture de sport. Non seulement, le gain au chrono par euro dépensé est beaucoup plus rapide mais en prime, vous améliorez bien plus rapidement les sensations et le plaisir de conduite, que ce soit sur piste ou en ballade.

Et finalement...le plaisir, c'est bien ce qu'on cherche non ?

QUELQUES ADRESSES

Echantillon non exhaustif, sans garantie de l'auteur et à compléter par toute bonne volonté :

- Ressorts et BAD Mk2 : le Forum !
- Combinés ressort / amortisseur : KW, STAC, LAD, VIAROUGE
- Réglage LAS complexe, poids par roues : LAD
- Kit rotules, BAD arrière, berceau Mk2 : Concept Car
- Différentiels à glissement limité : Quaife, Concept Car
- Annexe : la géométrie des trains roulants

Un ouvrage très sympa : « La préparation des voitures de Rallye » de Patrick Michel