

RESUME THEORIQUE

&

GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

**MODULE N°:13 ENTRETIEN D'UN SYSTEME DE
DIRECTION, DE SUSPENSION ET
TRAINES ROULANTS**

SECTEUR : REPARATION DES ENGINS A MOTEUR

**SPECIALITE : REPARATION DES ENGINS A MOTEUR
OPTION : AUTOMOBILE**

NIVEAU : TECHNICIEN

SOMMAIRE

I. DIRECTION DES VEHICULES AUTOMOBILES

1. Généralités.....	4
2. Détour correct.....	5
3. Quadrilatère articulé de Jeanteaud.....	5
4. Requis du système de direction.....	6
4.1 Stabilité.....	6
4.2 Réversibilité.....	10
4.3 Fixité.....	10

II. CONDUITE

1. Braquage cinématiquement correct.....	11
2. Composants du système de direction.....	13
3. Direction assistée hydraulique.....	19
3.1 Fonctionnement de la direction hydraulique.....	20
3.2 Composants de la direction assistée hydraulique.....	21
4. Direction électrique.....	23
4.1 Principe de fonctionnement.....	23
4.2 Composants de la direction électrique.....	25
4.3 Logiques de fonctionnement de la direction assistée électrique.....	27
4.4 Amortissement des oscillations de retour de la direction.....	28
5. Circuit de servo-assistance électrique.....	28

III. SUSPENSION

1. Mouvements relatifs entre caisse et roues.....	29
1.1 Le barycentre.....	30
1.2 Tangage.....	31
1.3 Roulis.....	34
2. Les suspensions du véhicule.....	35
2.1 Fonctions de la suspension.....	36
2.2 Composants de la suspension	37
2.2.1 Les amortisseurs	38
a. Amortisseur hydraulique monotube.....	38
b. Amortisseur hydraulique à double effet.....	39
c. Amortisseur hydropneumatique.....	41
2.2.2 Organes élastiques.....	42
a. Ressorts hélicoïdaux.....	43
b. Ressorts à lames.....	44
c. Barre de torsion.....	45
d. Tampons de butée.....	47
e. Bagues élastiques.....	48
f. Organes de liaison : rotules sphériques.....	49
2.2.3 Types de suspension d'un véhicule.....	50

a. Suspensions avant.....	51
b. Suspensions arrière.....	51
c. Suspensions McPherson (AV).....	52
d. Suspensions McPherson (AR).....	53
e. Suspensions à quadrilatère.....	54
f. Suspension multi Link (AV).....	57
g. Suspensions multi Link (AR).....	58
h. Suspensions a pont de torsion.....	59
i. Suspensions a bras oscillants tires.....	60
j. Suspensions a bras oscillants longitudinaux guides.....	61

IV. GEOMETRIE DES ROUES

1. Carrossage.....	63
2. Pincement.....	64
3. Angles d'inclinaison du montant.....	66
3.1 Angle d'inclinaison transversale du montant.....	66
3.2 Angle de chasse (inclinaison longitudinale du montant).....	66
3.2.1 Dérive du pneumatique.....	67
3.2.2 Dérive du véhicule.....	68

V. TRAVAUX PRATIQUES

Tp1- contrôler les pneumatiques.....	71
Tp2- remplacer un pneumatique (à la table de montage).....	73
Tp3- remplacer un pneumatique (à la machine a pneus).....	76
Tp4- équilibrer une roue.....	78
Tp5- préparé au contrôle de la géométrie du véhicule.....	80
Tp6- contrôler la géométrie du train avant.....	82
Tp7- remplacement d'un roulement de roue.....	84
Tp8- contrôler la suspension.....	85
Tp9- remplacer un amortisseur arrière.....	87
Tp10- remplacer un amortisseur avant.....	90

I. DIRECTION DES VEHICULES AUTOMOBILES :

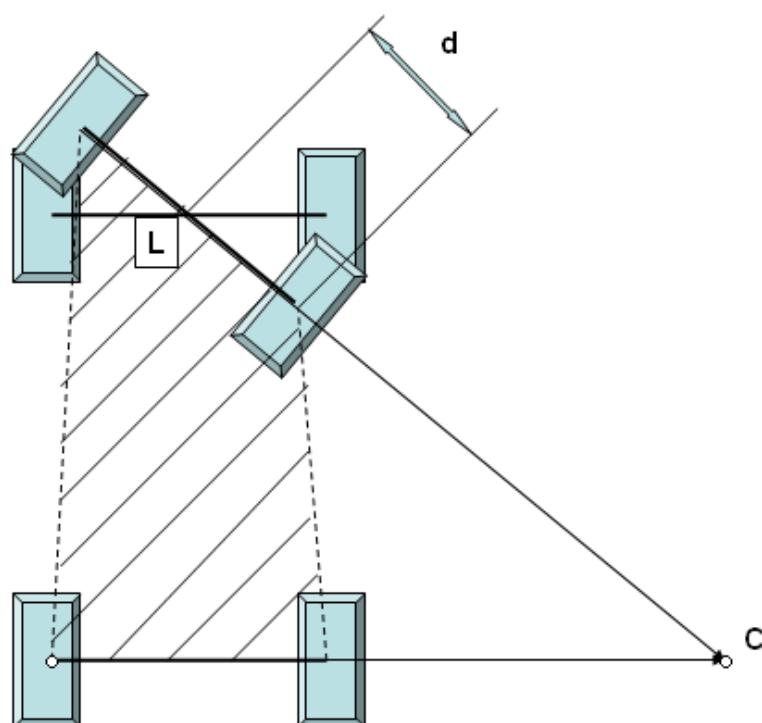
1. Généralités :

La direction de marche d'un véhicule automobile dépend de l'orientation assumée par ses roues directrices.

Pour que le véhicule reste sur la route à chaque orientation des roues, et surtout en virage, il faut que les conditions suivantes soient réunies :

- Les roues tournent sur le sol sans glisser.
- Les roues parcourent des arcs concentriques.

Si les roues d'un véhicule étaient montées sur un essieu rigide avec des articulations au point milieu,



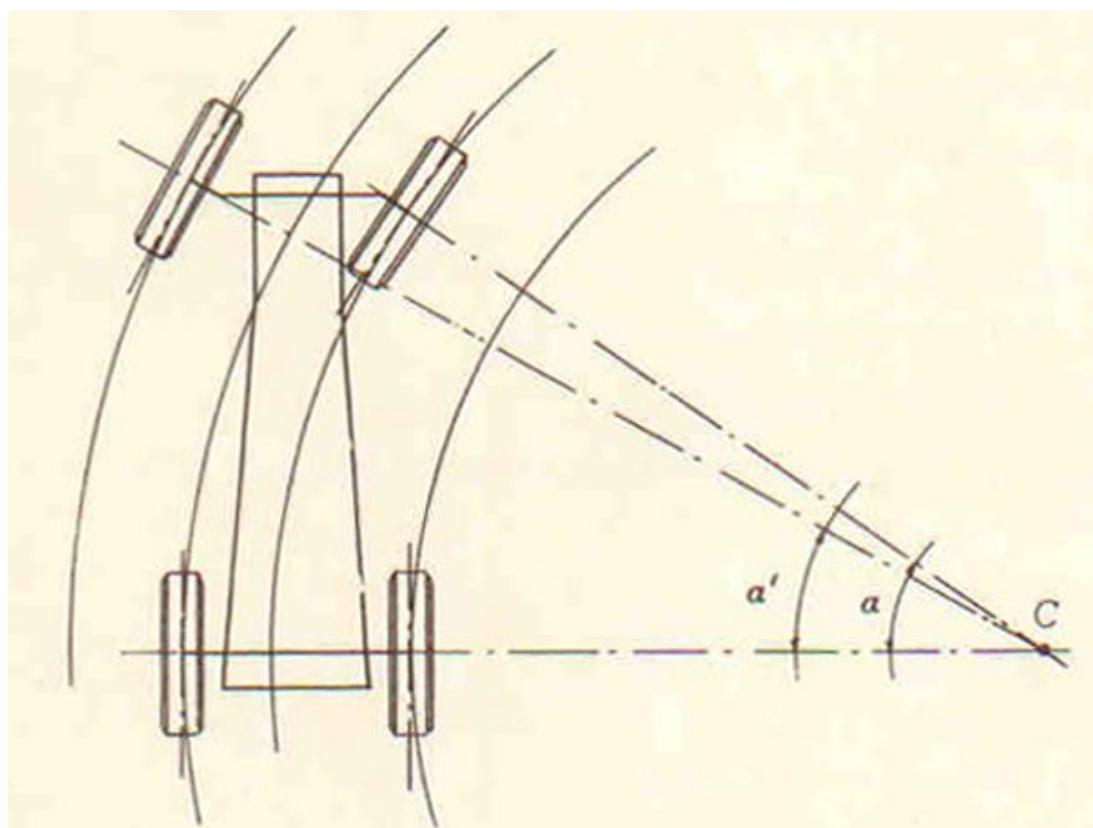
On constaterait, en prenant un virage, les désagréments suivants :

- Renversement à grande vitesse, car la résultante de la force poids et de la force centrifuge tomberait facilement en dehors du périmètre d'appui des quatre roues.
- Couple de braquage élevé, grande distance (d) entre le point d'application de la réaction du sol et le centre d'articulation (L).

Ces inconvénients s'éliminent en montant les roues directrices sur deux fusées, articulées en deux points de l'essieu, qui permettent d'orienter opportunément les roues sans réduire le périmètre d'appui.

2. Détour correct :

Le détour correct est la trajectoire imposée au véhicule, lorsque en virage les prolongements des essieux des roues convergent en un point unique (C), également appelé centre instantané de rotation, autour duquel tourne le véhicule dont les roues peuvent décrire des cercles concentriques.



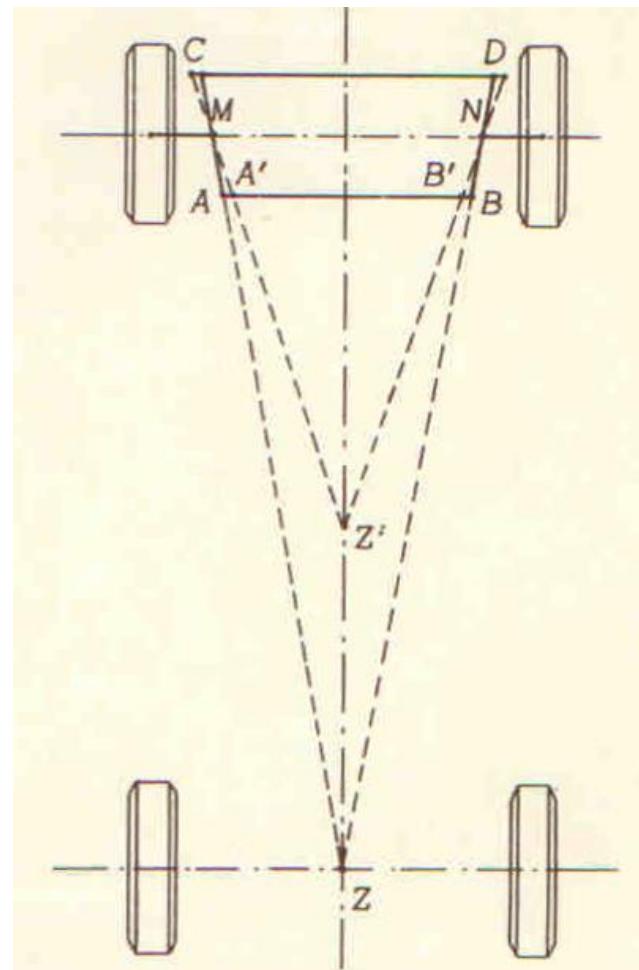
Pour pouvoir réaliser un détour correct, il est nécessaire que les angles de braquage “ α ” et “ α' ”, comme on peut le voir sur le schéma, soient différents.

3. Quadrilatère articulé de Jeanteaud :

En pratique, le système qui satisfait à ces conditions est fourni par le quadrilatère articulé (Quadrilatère de Jeanteaud) constitué de l'essieu M-N, d'une barre A-B et de deux bras de raccordement M-A, N-B, disposés de façon à ce que leurs prolongements convergent au point milieu (Z) de l'essieu AR.

Le quadrilatère de Jeanteaud ne réalise toutefois qu'imparfaitement le détour correct à cause d'inévitables erreurs de braquage qui en découlent.

On peut réduire ces erreurs en déplaçant le point d'intersection (Z) en l'avancant par rapport à l'essieu AR (Z'), et en inclinant davantage les côtés courts du quadrilatère.



4. Requis du système de direction :

Les requis du système de direction sont les suivants :

- Stabilité
- Réversibilité
- Fixité

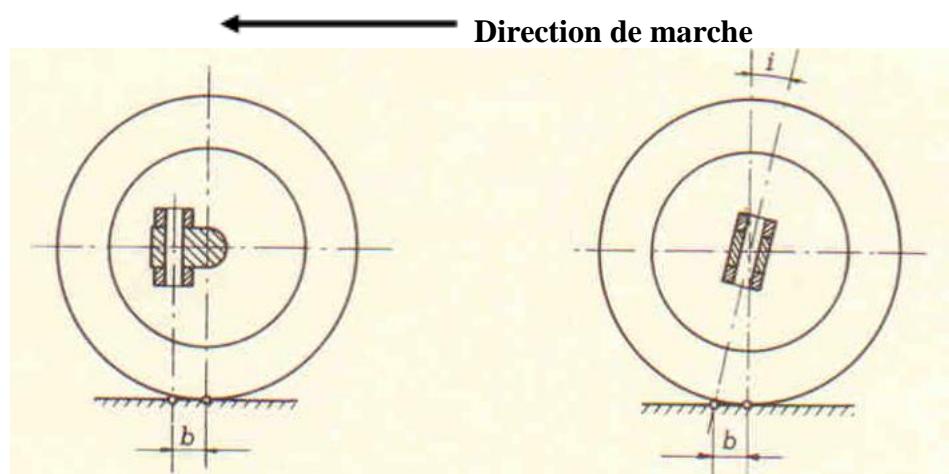
4.1 Stabilité :

On obtient la stabilité de la direction, lorsque les roues directrices tendent à se redresser spontanément pour reprendre l'assiette de marche rectiligne, une fois achevé le braquage.

Elle s'obtient en adoptant les précautions suivantes :

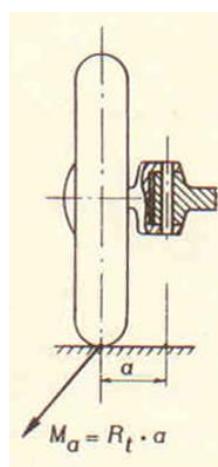
- a) Chasse
- b) Carrossage et inclinaison

a) Chasse



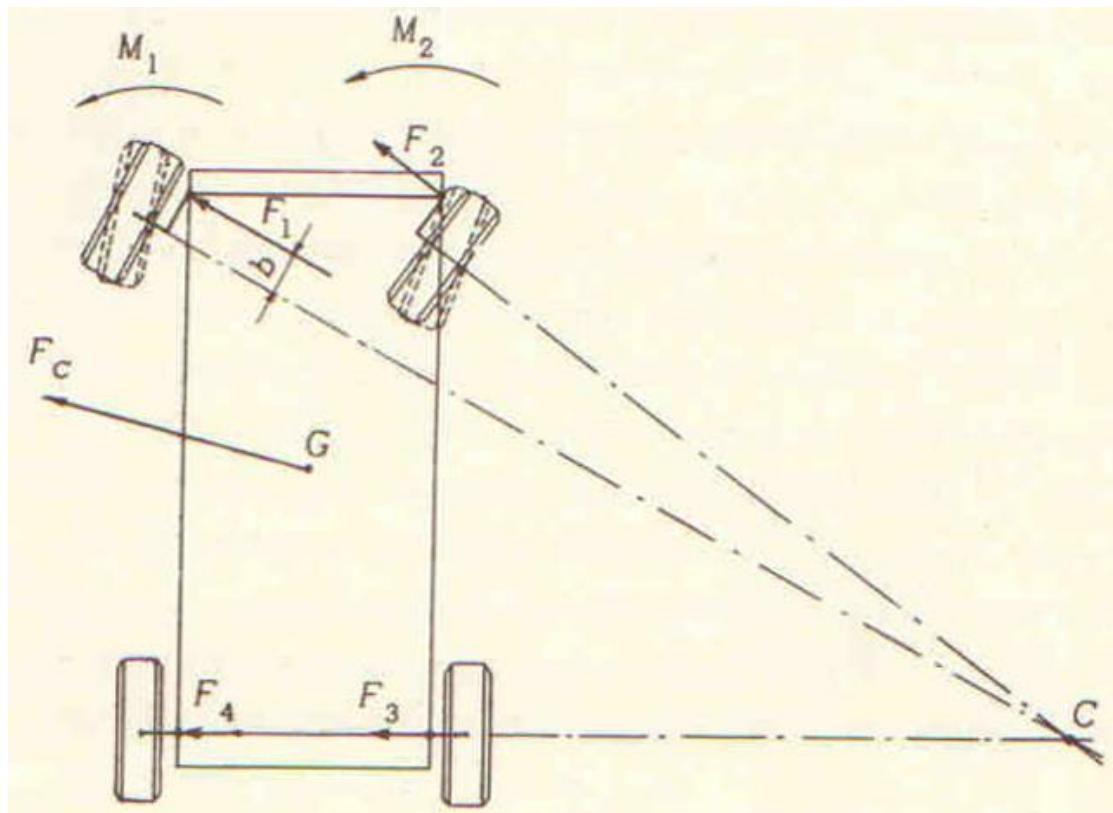
En montant des rotules (montants) avec une inclinaison telle que le prolongement de l'axe de la rotule rencontre le plan de marche en un point avant (chasse positive ou caster) par rapport au centre de la surface d'appui de la roue, ou bien en déplaçant la rotule en avant par rapport à l'axe vertical de la roue et dans la direction de la marche.

Par effet de cet angle de chasse ($2^\circ \div 9^\circ$), la réaction du sol (R_t), par la présence d'un déport au sol transversal (a), constitue un couple stabilisant (M_a) qui tend à ramener les roues braquantes en position initiale et à les maintenir dans cette position.



En fait, du schéma suivant, il s'avère qu'en considérant l'effet de la force centrifuge (FC), celle-ci se répartit sur les roues braquantes en forces (F1) et (F2), appliquées aux rotules d'articulation.

➤ Influence de la chasse sur le braquage :

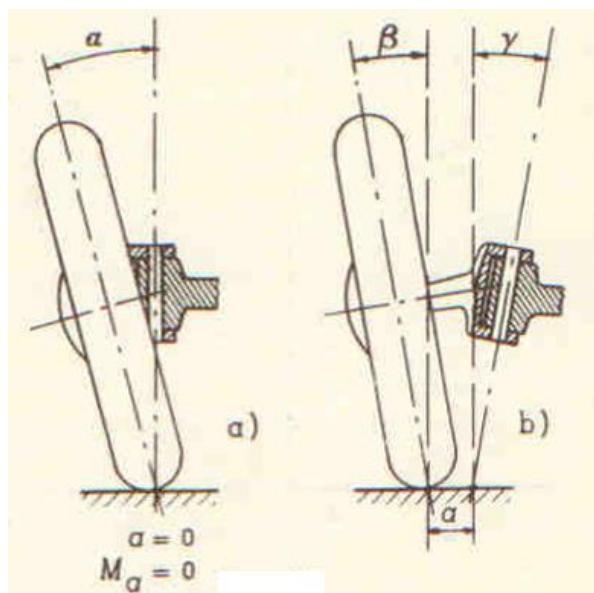


Du fait de l'existence d'un déport au sol longitudinal (b) se produisent respectivement les couples (M_1) et (M_2) qui favorisent le retour des roues braquées en position de marche rectiligne.

Si, avec une chasse positive, le véhicule est stabilisé en marche avant, la même chasse négative en marche AR confèrerait de l'instabilité au véhicule.

b) Carrossage et inclinaison :

En inclinant vers l'extérieur les roues d'un certain angle par rapport au plan vertical, de façon à ce que l'axe passant par l'axe de fusée, rencontre le plan de marche au même point de contact de la roue. (Voir schéma suivant).



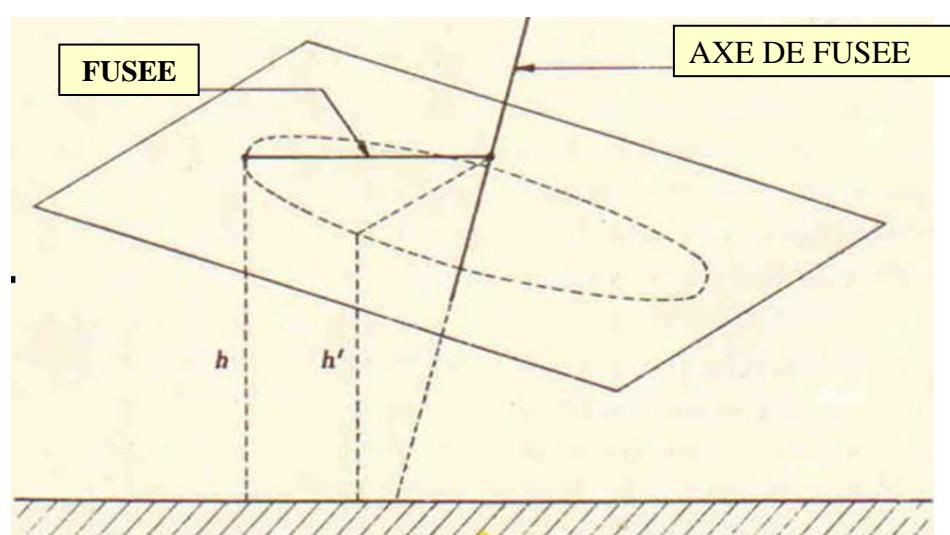
Cette solution permet, en fait, d'annuler le déport au sol (a) et donc le couple (M_a) dû à la réaction du sol, en réduisant ainsi la valeur du couple de braquage.

Comme l'inclinaison assume des valeurs d'environ $8^\circ \div 20^\circ$, si cet angle n'était fourni qu'à la roue, cela entraînerait une usure rapide du pneumatique.

Pour éliminer cet inconvénient, on double l'inclinaison en deux angles : β et γ .

L'angle β (angle de carrossage ou camper) de 2° environ est donné à la roue, et son but est de faciliter la tenue de route en marche rectiligne, mais sert surtout à éviter que la direction soit sensible aux inévitables jeux qui se manifestent à l'usage.

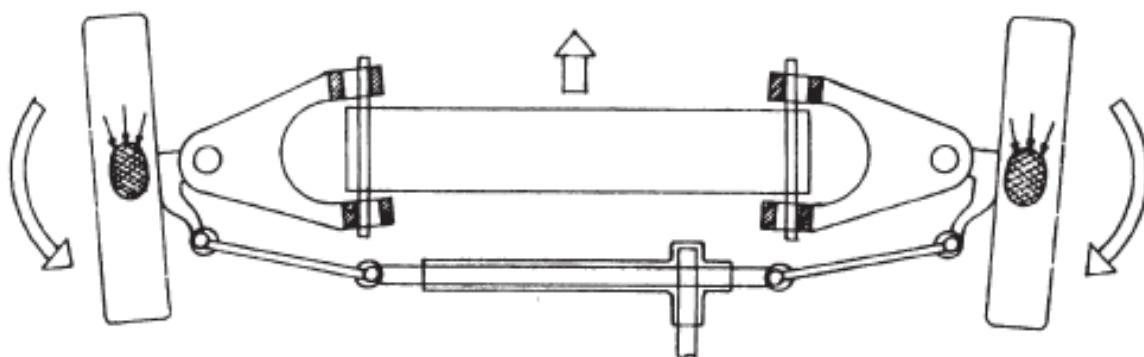
L'angle γ (angle d'inclinaison ou King pin inclination), est obtenu en inclinant vers l'intérieur l'axe de la fusée, sert à maintenir dans les limites définies, le déport au sol de la roue (déport nécessaire à l'encombrement des pneumatiques et du frein), afin de réduire le couple de braquage mais surtout à permettre le retour des roues dans la position initiale.



En fait, comme on peut le voir sur le schéma, en imprimant une rotation à la roue et donc à la fusée, l'extrémité de cette dernière se placera à une moindre hauteur par rapport au plan de la route et comme les roues ne peuvent s'abaisser, il se produira un soulèvement de l'essieu et donc du véhicule.

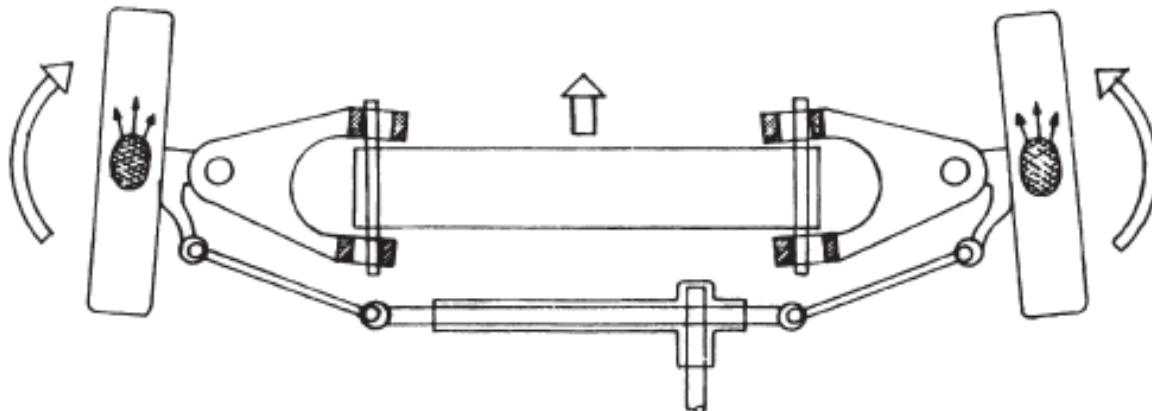
Ensuite, une fois le braquage terminé, le poids du véhicule ramènera l'essieu dans sa position initiale, en générant un moment stabilisant qui favorise le retour des roues braquées.

Sur les véhicules à traction AR, à cause de l'inclinaison imposée aux roues directrices (accélérations du véhicule), et par les jeux nécessaires qui se forment dans les articulations de la direction, les résistances à l'avancement tendent à faire diverger les roues, avec tous les inconvénients qui peuvent en découler (usure irrégulière des pneus, faible tenue de route, ect.).



Pour éliminer cet inconvénient, les roues directrices sont montées avec leurs plans légèrement convergents (convergence ou toe-in) ($3 \div 7\text{mm}$) par rapport à la direction de marche.

Réciproquement, cela se produit si le véhicule est à traction AV : Dans ce cas, les roues directrices (qui sont également motrices), qui ont tendance à converger car ils traînent le véhicule, sont montées avec leurs plans légèrement divergents (divergence ou toe-out).



4.2 Réversibilité :

Pour permettre au volant de direction de suivre le mouvement de retour des roues braquées, on impose aux organes de commande un certain degré de réversibilité, en inclinant les filets de la vis sans fin, montée à l'extrémité du plan de direction, d'un angle qui en pratique est de $12^\circ \div 16^\circ$.

En augmentant l'inclinaison des filets, on augmente le degré de réversibilité jusqu'à atteindre la valeur maximum, lorsque l'angle est de 45° .

De la même façon, en diminuant l'inclinaison des filets, on diminue la réversibilité jusqu'à obtenir un système irréversible, lorsque l'angle atteint 10° .

Si le système était totalement réversible, le volant de direction ressentirait continuellement les irrégularités de la chaussée et la conduite s'avèrerait fastidieuse.

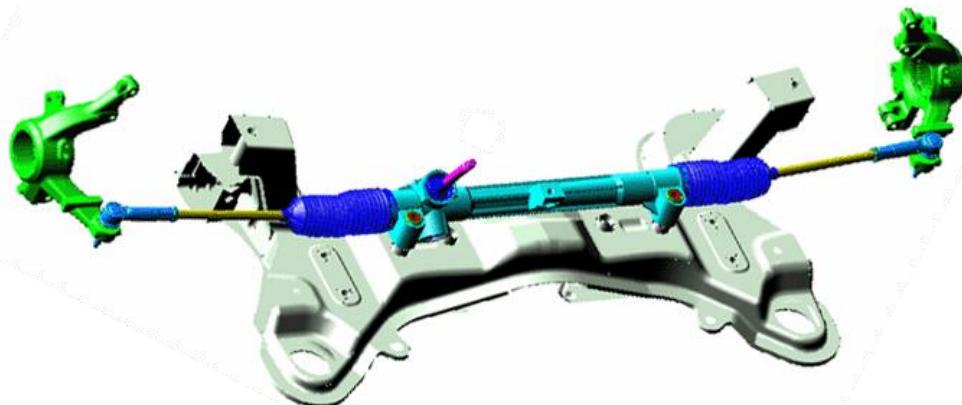
D'autre part, si le système était totalement irréversible, l'action de retour des roues braquées ne serait pas transmise au volant.

4.3 Fixité :

Il y a fixité de réaction lorsque l'orientation des roues directrices n'est pas modifiée par les déformations causées par les suspensions à la suite de brusques réactions du terrain.

II. CONDUITE :

1. Braquage cinématiquement correct :



BUT : Le système de direction permet au conducteur de pouvoir changer de direction et de manœuvrer le véhicule en toute sécurité.

REQUIS

Le système de conduite doit satisfaire les requis suivants :

- Maniabilité (Handling)
- Rayon minimum de braquage le plus réduit possible.
- Réponse immédiate à la commande du conducteur.
- Absence de vibrations sur la direction (“shimmy”).
- Angles de braquage égaux à D et à G.
- Obtention d'un braquage cinématiquement correct.

Les paramètres qui caractérisent la direction, du point de vue du Handling (maniabilité) d'un véhicule sont les suivants :

LOURDEUR : dépend de la géométrie de la suspension AV, des pneus (caractéristiques et paramètres), de la présence ou non de la direction assistée.

REACTIVITE : indique la vitesse de réponse du système en entrée de braquage. Elle peut se définir comme le temps qui s'écoule entre l'action sur la direction et l'instauration de l'accélération latérale.

PRECISION : indique l'attitude du véhicule à prendre un virage avec un rayon constant sans ou avec limites de correction de la direction, même en présence d'aspérités sur la chaussée.

CENTRAGE : ou précision en marche rectiligne, elle est définie comme le maintien de la trajectoire rectiligne sans nécessité de corrections fréquentes et/ou larges.

REVERSIBILITE : concerne le retour automatique des roues en position rectiligne avec un véhicule en mouvement. Une bonne réversibilité évite que les aspérités de la chaussée se répercutent sur le volant, de manière non acceptable.

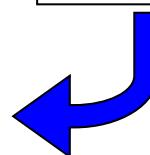
Quadrilatère de Jeantaud

BRAQUAGE
CINÉMATIQUEMENT
CORRECT :

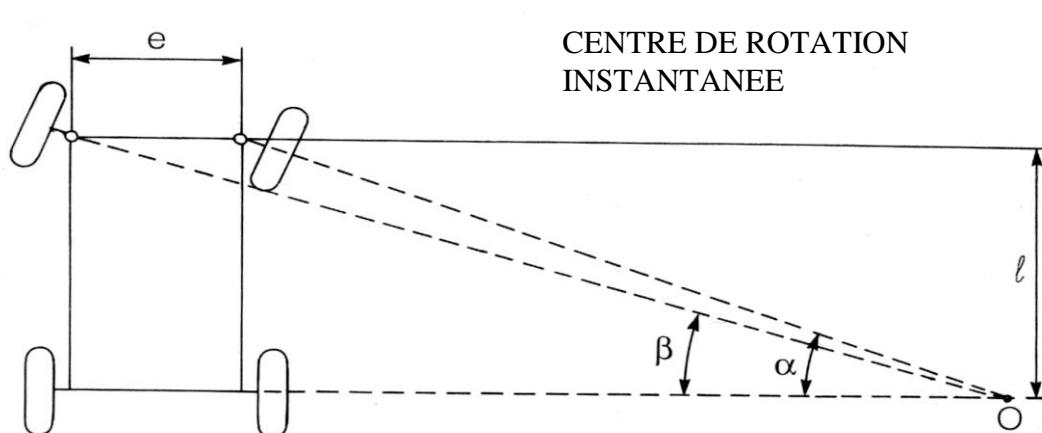


Pour qu'il n'y ait pas de glissement des pneus lors du braquage, il faut que les centres de rotation instantanée des quatre pneus coïncident entre eux et avec le centre de rotation instantané du véhicule.

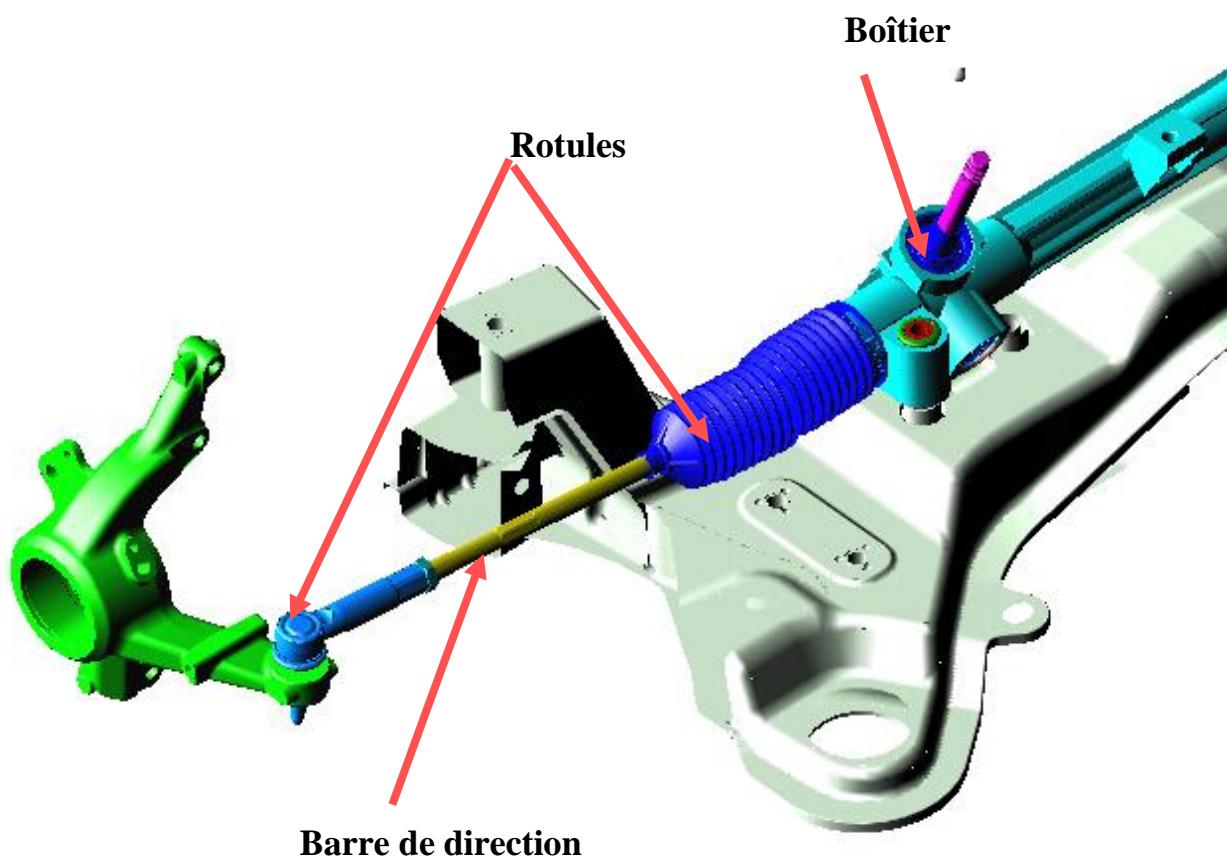
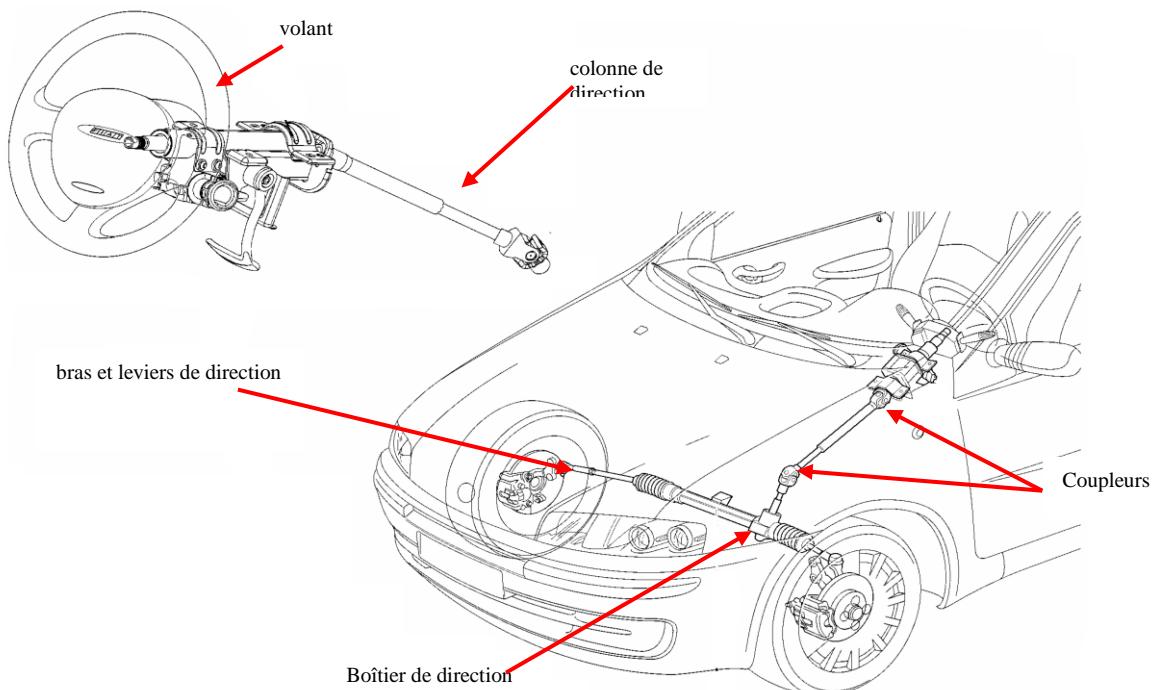
IL FAUT QUE LA ROUE INTERIEURE AU
VIRAGE AIT UN ANGLE DE BRAQUAGE
PLUS GRAND QUE CELLE A L'EXTERIEUR



La réalisation d'un braquage cinématiquement correct s'obtient par le dénommé "quadrilatère de Jeantaud" (voir schéma suivant). Dans ce système, les leviers de direction, déplacés par des tirants de direction, sont dotés d'une inclinaison convergeant vers la partie AR intérieure du véhicule. Cela entraîne une différente d'angle de braquage entre une roue et l'autre.

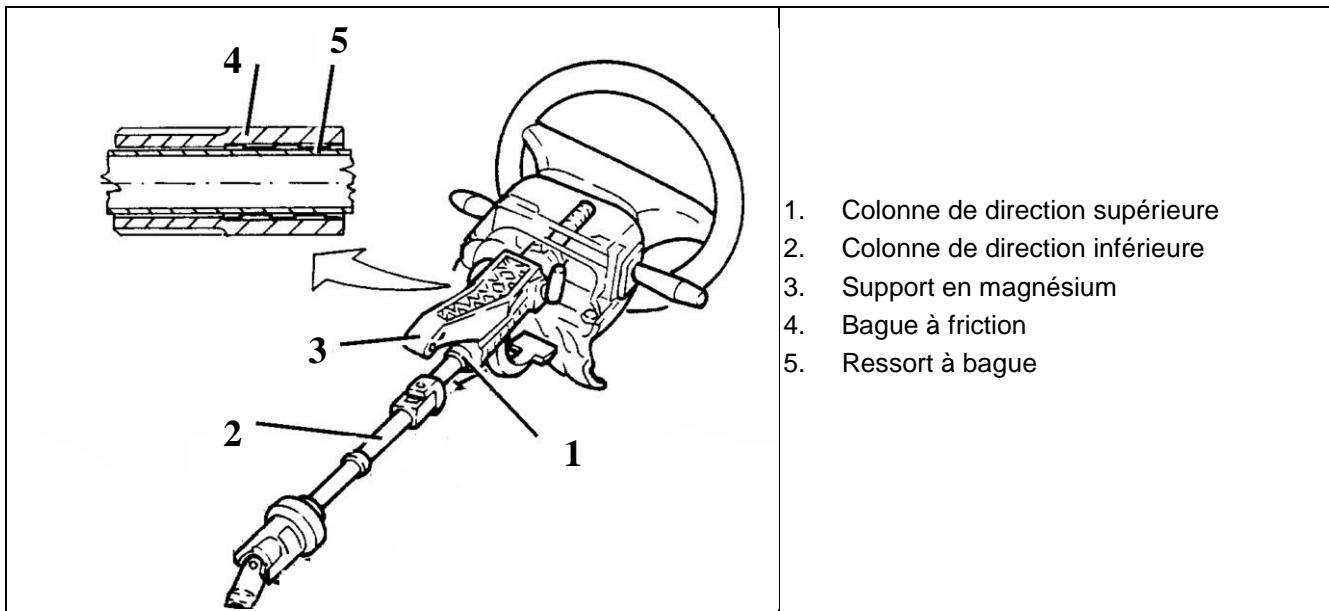


2. Composants du système de direction :



COMPOSANTS	FONCTION	CONNEXIONS
VOLANT	Commander le braquage, en transférant le couple demandé par le conducteur à la colonne de direction	Le volant est relié à la colonne de direction
COLONNE DE DIRECTION	Transférer le couple de braquage (en direction et en intensité) au boîtier de direction : la colonne de direction est constituée d'une partie supérieure, supportée par une bride en acier et par un support en magnésium qui permet d'éliminer les vibrations du volant, et d'une partie inférieure à semelle escamotable qui, en cas de choc frontal, empêche le volant de reculer	Au volant et au boîtier de direction à l'aide de deux cardans.
BOÎTIER DE DIRECTION	A partir d'un accouplement pignon et crémaillère, transforme le mouvement rotatif en mouvement de translation des bras de direction. L'accouplement pignon et crémaillère transforme le mouvement rotatif entrant en mouvement de translation de la crémaillère. Cet accouplement multiplie le couple appliqué au volant, afin de réduire l'effort du conducteur. Dans les boîtiers de direction mécaniques, on utilise un accouplement à rapport variable avec l'angle de braquage	A la colonne de direction (côté pignon) et aux bras de direction (côté crémaillère)
BRAS DE DIRECTION	Ils transfèrent la puissance de braquage aux leviers solidaires des moyeux de roues, comme tirants de direction dotés d'un élément élastique de branchement avec les leviers de direction, afin d'amortir les vibrations induites sur les tirants, du cinématisme de la suspension et des irrégularités de la chaussée	A la crémaillère et aux leviers de direction
COUPLEURS	Le raccordement entre le volant et la colonne de direction, et entre le boîtier de direction et la colonne de direction, est effectué par deux coupleurs qui permettent de raccorder des arbres non alignés entre eux.	

➤ Colonne de direction :



CONSTITUTION : la colonne de direction est constituée d'une partie supérieure, supportée par une bride en acier et par un support en magnésium qui permet d'éliminer les vibrations du volant, et d'une partie inférieure à semelle escamotable qui, en cas de choc frontal, empêche le volant de reculer. De plus, la colonne de direction est coulissante pour permettre le réglage axial du volant, et basculante pour son réglage vertical.

AVANTAGES : ce type de colonne de direction permet d'augmenter le confort de marche et la sécurité passive du véhicule.

SYSTEME DE BLOCAGE DE LA DIRECTION : le système de blocage de la direction est de type à friction. Son but est d'éliminer la rupture des mécanismes de blocage de la direction et d'assurer la sécurité de la colonne en cas de vol. En fait, ce mécanisme est constitué d'un ressort à bague qui a sa partie intérieure dentée qui se fixe sur la colonne et lui est solidaire, et sa partie extérieure lisse qui se fixe dans une bague d'embrayage. Le ressort à bague peut donc tourner par rapport à la bague solidaire avec le mécanisme de blocage, en appliquant au volant un couple variable, entre 10 et 24 daNm. En cas de vol, en tournant le volant pour casser le bloque direction, on aura une rotation du volant devenant très difficile, et il sera impossible de casser le bloque-direction.

➤ Boîtier de direction :

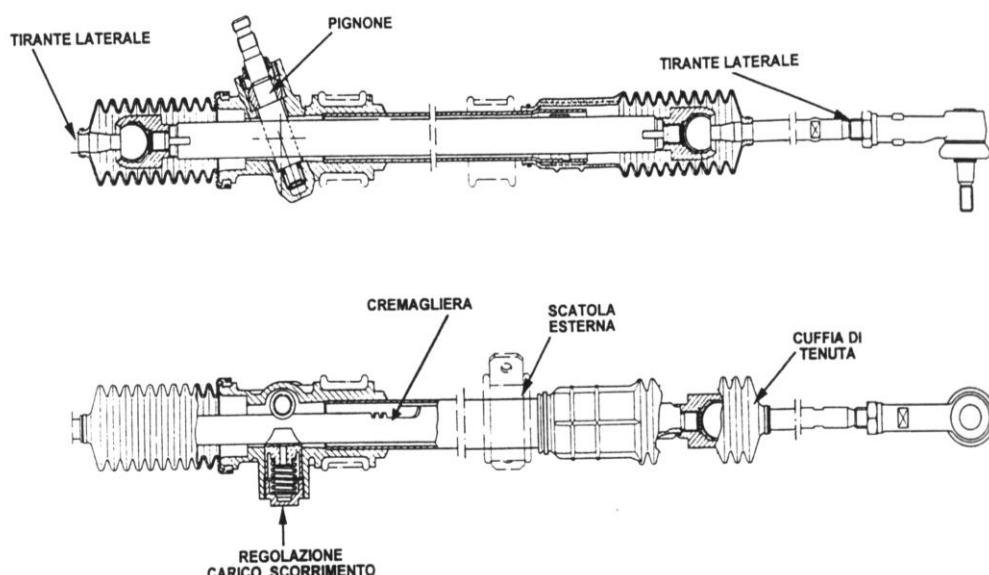
Le boîtier de direction dispose des éléments nécessaires pour satisfaire les conditions suivantes :

- Transformer le mouvement rotatif du volant en mouvement rectiligne de la tringlerie.
- Réaliser un bon rapport de réduction entre le volant et les roues.
- Permettre le retour automatique en position centrale sans présenter de jeux.

Ces conditions, suivant les différentes caractéristiques et les différentes conditions de fonctionnement, liées aux possibilités d'encombrement et aux finalités d'un véhicule automobile, peuvent être obtenues à partir de différents systèmes d'accouplement :

- Vis sans fin et secteur denté
- Vis sans fin et doigt
- Vis sans fin globoïdal et rouleau
- Pignon et crémaillère.

Dans le domaine de l'automobile, le système "pignon et crémaillère" est le plus utilisé et nous nous limiterons donc à ne traiter que ce système.



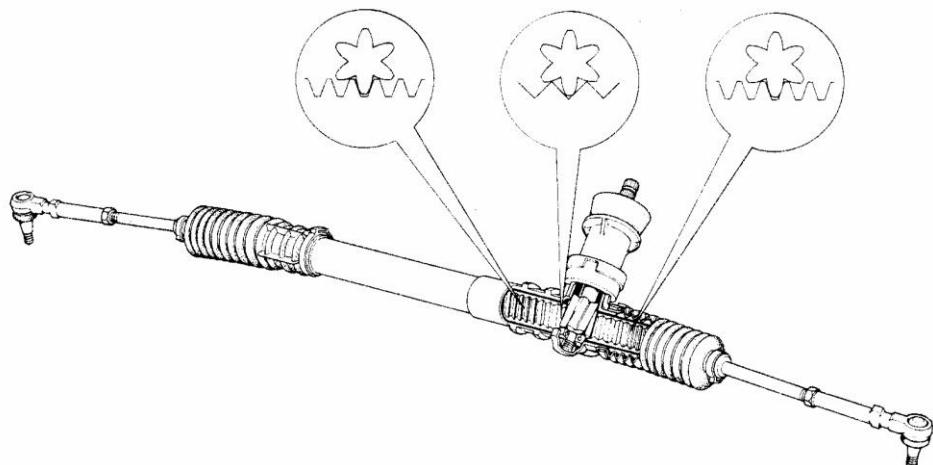
COMPOSITION

Le boîtier de direction est constitué des composants suivants :

- Un pignon, mû par le volant, monté sur roulements à billes (capable de contenir les poussées axiales) doté d'une denture hélicoïdale qui est en prise avec la crémaillère;
- Crémaillère à mouvement axial, supportée de deux bagues à faible frottement, l'une sous le pignon et l'autre latérale.
- Tirants latéraux raccordés avec des rotules, d'un côté de la crémaillère et de l'autre directement aux leviers de direction.
- Système de support de l'axe de crémaillère et de réglage de la charge de coulissemement.

CARACTERISTIQUES : l'accouplement pignon et crémaillère assure la transformation du mouvement rotatif entrant en mode de translation de la crémaillère. Cet accouplement permet une multiplication du couple appliqué au volant, afin de réduire l'effort du conducteur. Dans un boîtier de direction mécanique, on utilise l'accouplement à rapport variable avec l'angle de braquage. Dans les

directions hydrauliques, on utilise par contre, des accouplements plus directs, car le développement de la puissance nécessaire au braquage est fourni par l'huile sous pression, et non par le conducteur boîtier de direction avec crémaillère à rapport variable

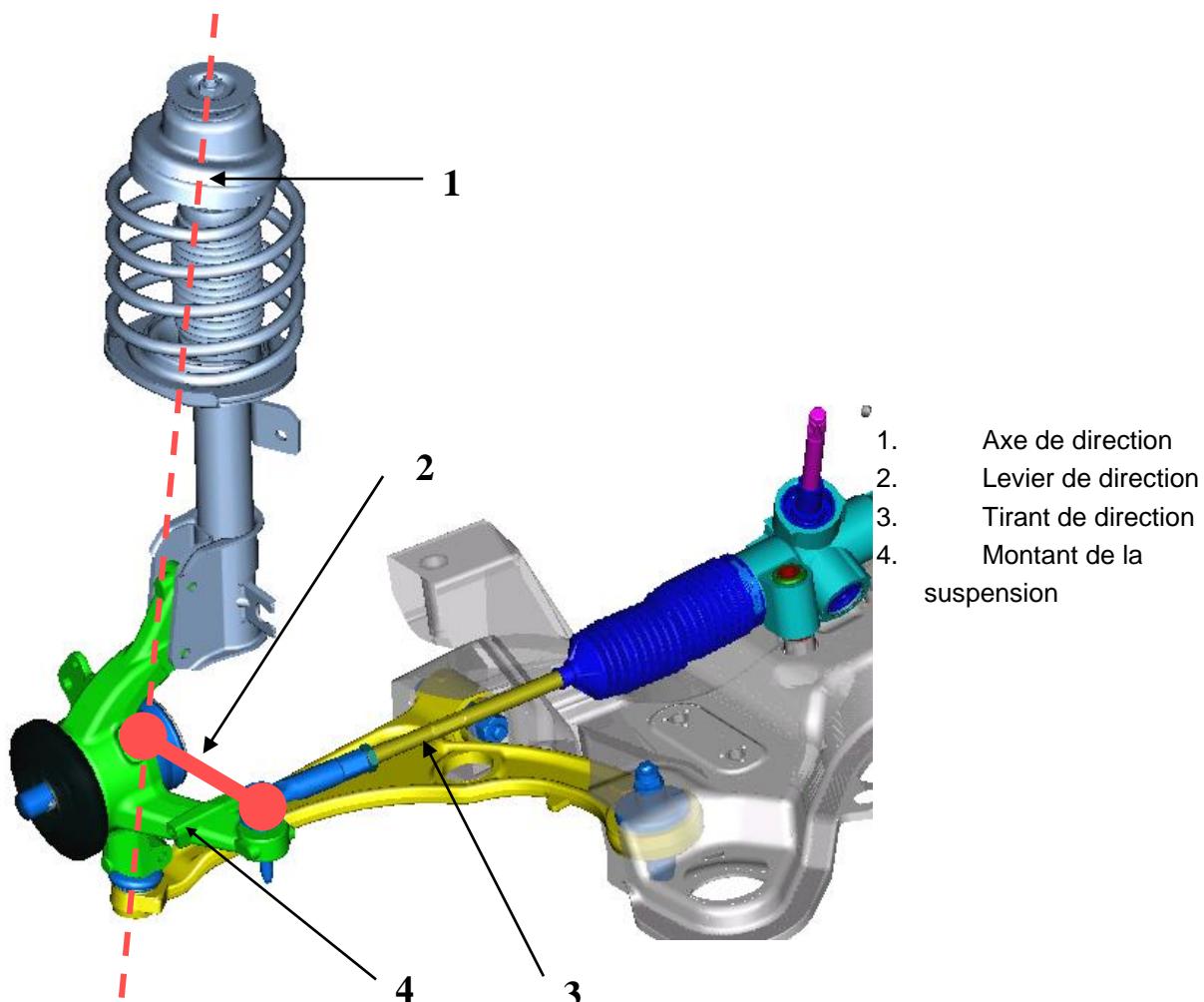


CARACTERISTIQUES : Il a pour caractéristique novatrice de permettre de réduire l'écart entre l'effort maximum exercé sur le volant lorsque le véhicule négocie un virage ou est engagé dans des manœuvres demandant des angles de braquage élevés et l'effort minimum exercé lorsque le volant est en position de ligne droite ou presque.

FONCTIONNEMENT : le boîtier de direction à rapport variable est constitué d'une crémaillère dotée de dents de forme particulière, capable de déterminer un rapport de transmission variable dans l'accouplement avec le pignon. Les dents de la crémaillère sont taillées avec un module et un angle de pression variables, du centre vers l'extrémité, pour que le pignon puisse être en prise avec des dents de pas différents suivant l'angle de braquage effectué.

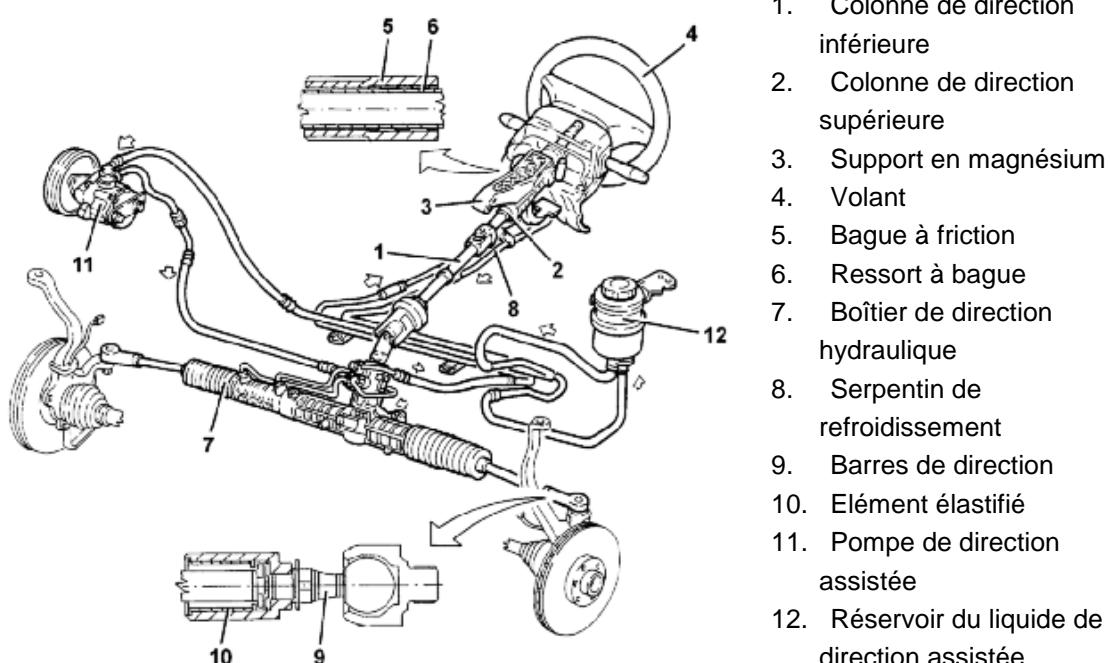
RAPPORTS DE TRANSMISSION : lorsque le pignon travaille dans la partie centrale de la crémaillère, on dispose d'un rapport plus direct. Au fur et à mesure que le pignon est en prise à proximité de la crémaillère, on a un rapport davantage démultiplié, avec pour conséquence une diminution de l'effort demandé au conducteur.

➤ Tirants de direction



CARACTERISTIQUES : les tirants de direction, solidaires avec la crémaillère, commandent les leviers de direction qui actionnent la rotation des roues autour de l'axe de braquage. Ces tirants de direction sont dotés d'un élément élastique de raccordement avec les leviers de direction, afin d'amortir les vibrations générées sur les tirants, du cinématisme de la suspension et les irrégularités de la chaussée. Ceci afin d'améliorer le confort de route.

3. Direction assistée hydraulique :



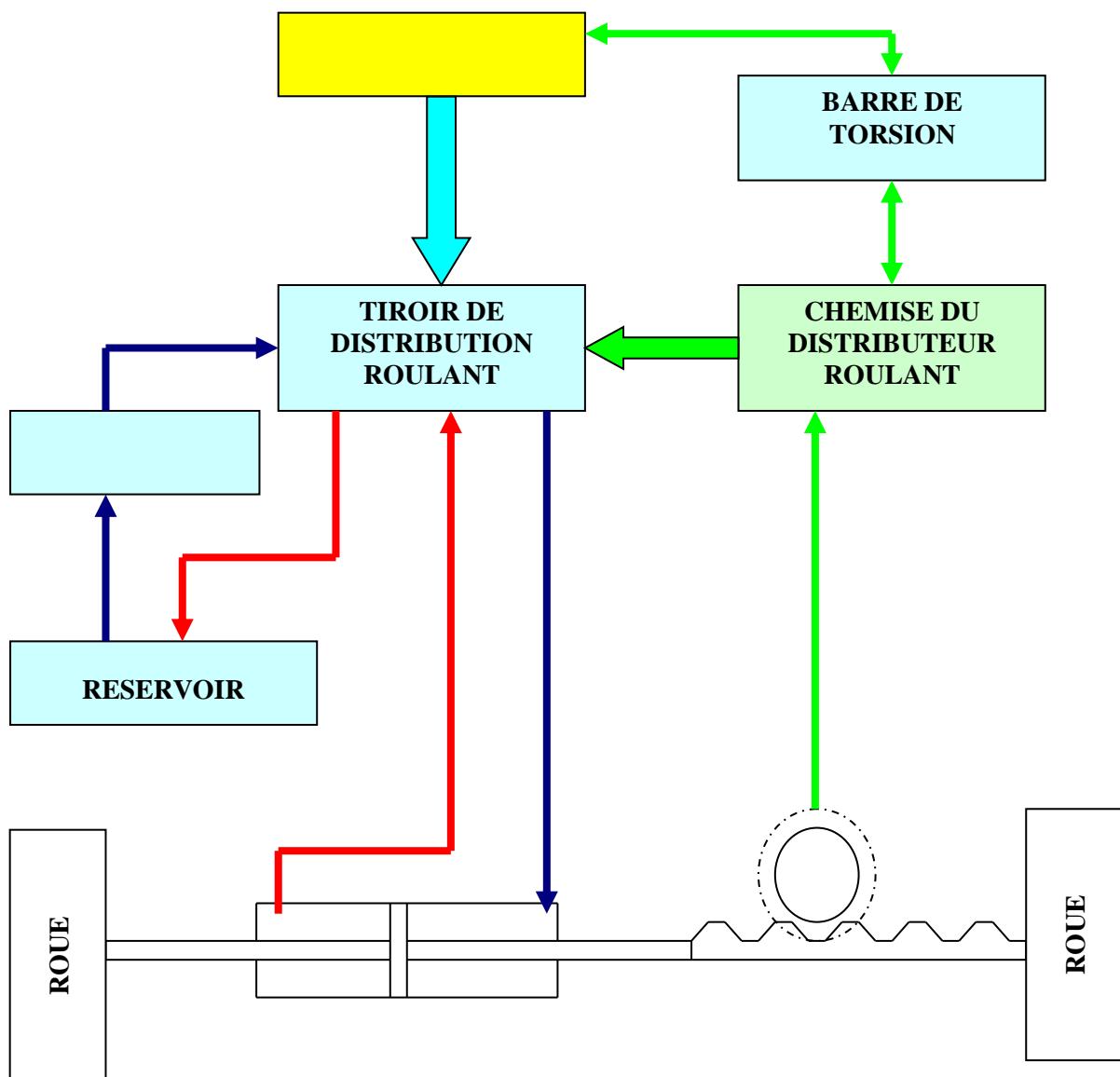
BUT : sur les véhicules dont la masse est plus importante, l'opération de braquage demande un effort plus important de la part du conducteur. En fait, l'augmentation du poids pesant sur les roues entraîne une augmentation de la réaction pneumatique du sol qui, lors des braquages, entraîne une augmentation du couple à appliquer sur le volant. Dans ce cas, la direction assistée allège l'effort demandé au conducteur en fournissant la puissance nécessaire pour effectuer le braquage.

FONCTIONNEMENT : suivant la rotation transmise du volant au tiroir de distribution, l'huile de la pompe est envoyée à l'une des deux chambres de l'actionneur de direction qui se charge soit de positionner les roues, soit de transmettre à chaque instant, les informations de position à la chambre de distribution roulante : on obtient ainsi un système à poursuite dans lequel la rétroaction est obtenue par une liaison mécanique directe entre l'actionneur et le dispositif de commande.

AVANTAGES : le circuit de servo-assistance hydraulique permet de réduire l'effort demandé au conducteur lors des manœuvres de stationnement et à faible vitesse en général, en maintenant la précision de conduite à grande vitesse.

REQUIS : les tirants de direction et la crêmaillère sont surdimensionnés par rapport aux composants correspondants de la direction mécanique afin de limiter les fléchissements élastiques de la chaîne de direction qui pourrait, autrement, altérer la précision de conduite.

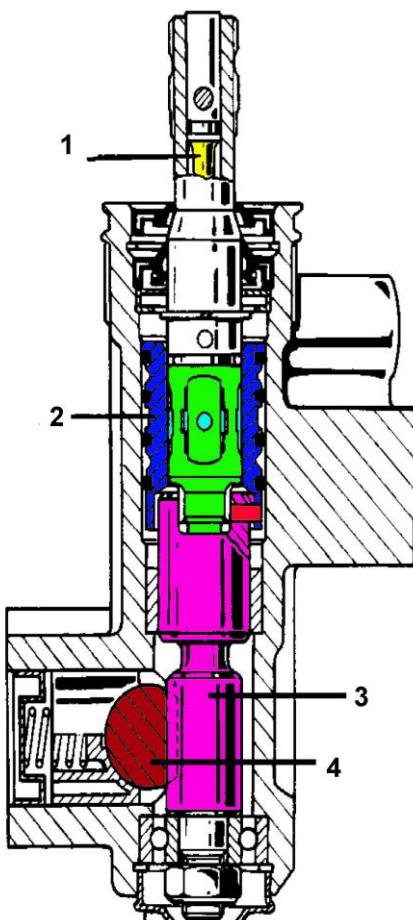
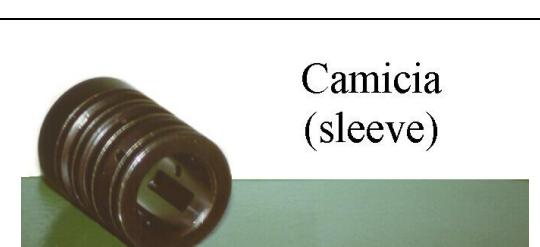
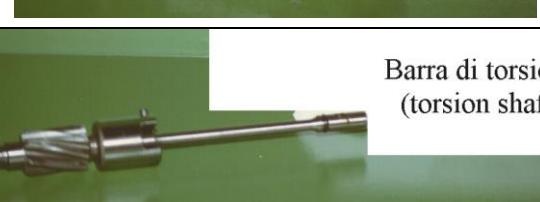
3.1. Fonctionnement de la direction hydraulique :



3.2. Composants de la direction assistée hydraulique :

COMPOSANT	FONCTION	CONNEXIONS
VOLANT	Transmettre la commande du conducteur au distributeur de direction.	Mécaniquement, avec tiroir de distribution roulant et barre de torsion.
TIROIR DE DISTRIBUTION	Sur commande du volant, il permet l'envoi de l'huile aux cylindres de direction.	Mécaniquement avec le volant et hydrauliquement avec la pompe réservoir et les cylindres de direction.
CHEMISE DU DISTRIBUTEUR	Il gère, avec le tiroir, les flux d'huile vers l'actionneur en produisant ainsi la rétroaction mécanique.	Mécaniquement avec la barre de torsion et avec l'accouplement pignon et crémaillère.
BARRE DE TORSION	C'est l'élément qui permet le centrage du tiroir du distributeur par rapport à la chambre et permet le retour de l'information sur la position des roues au volant.	Mécaniquement avec la chemise du distributeur, pignon, crémaillère et volant.
POMPE A AUBES	Transformer l'énergie mécanique prélevée du moteur en énergie hydraulique.	Mécaniquement avec le moteur et hydrauliquement avec le tiroir de distribution et le réservoir
RESERVOIR	Contient l'huile nécessaire au fonctionnement du circuit.	Hydrauliquement avec la pompe et le tiroir de distribution roulant.
BOITIER DE DIRECTION	Elément de puissance qui effectue le braquage des roues.	Mécaniquement, avec les leviers de direction, avec l'accouplement pignon et crémaillère et hydrauliquement avec le tiroir de distribution roulant
PIGNON ET CREMAILLERE	Transfèrent le mouvement du cylindre de direction à la chemise du tiroir, pour produire la rétroaction.	Mécaniquement, avec le cylindre de direction et avec la chemise du distributeur roulant.
TUAYUX	Eléments de raccordement entre les différents composants.	

➤ Distributeur roulant

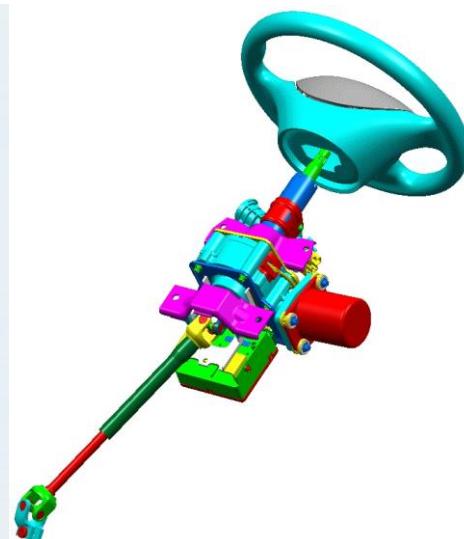
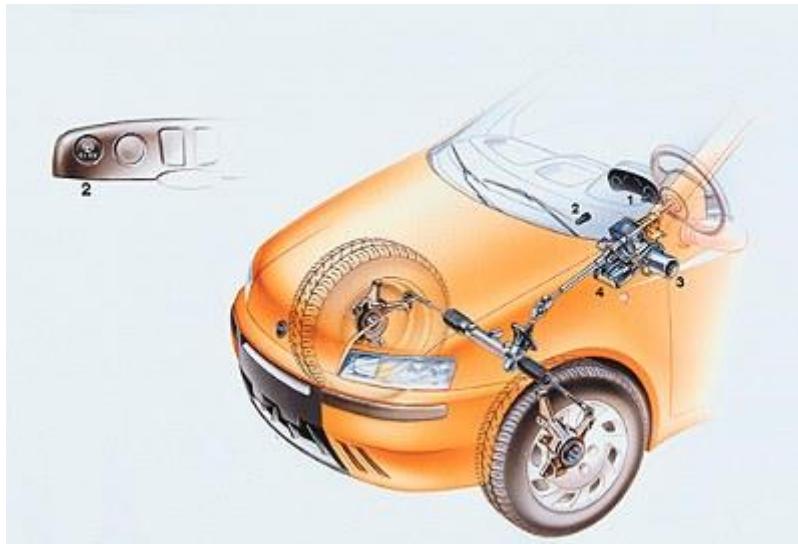
	
	
	
	
1. barre de torsion 2. chemise	3. bobine 4. crémaillère

CARACTERISTIQUES : le distributeur roulant est constitué d'un tiroir distributeur, d'une chemise et de la barre de torsion.

FONCTIONNEMENT : en tournant le volant relié au tiroir de distribution via un double cardan, on obtient une rotation relative entre le tiroir et la chemise qui permet d'alimenter l'une des deux chambres du cylindre de direction. Le déplacement résultant de la crémaillère fait tourner le pignon qui recentre la chemise par rapport au tiroir.

La colonne de direction est reliée directement au pignon par l'intermédiaire d'une barre de torsion. Lors d'un braquage, ce dispositif est maintenu en torsion. A la fin de la commande de braquage, la torsion disparaît. La présence d'une torsion sur le dispositif indique une ouverture des lumières entre le distributeur roulant et la chemise. L'ouverture des lumières est liée à l'action de la direction via le cylindre actionneur.

4. Direction électrique :



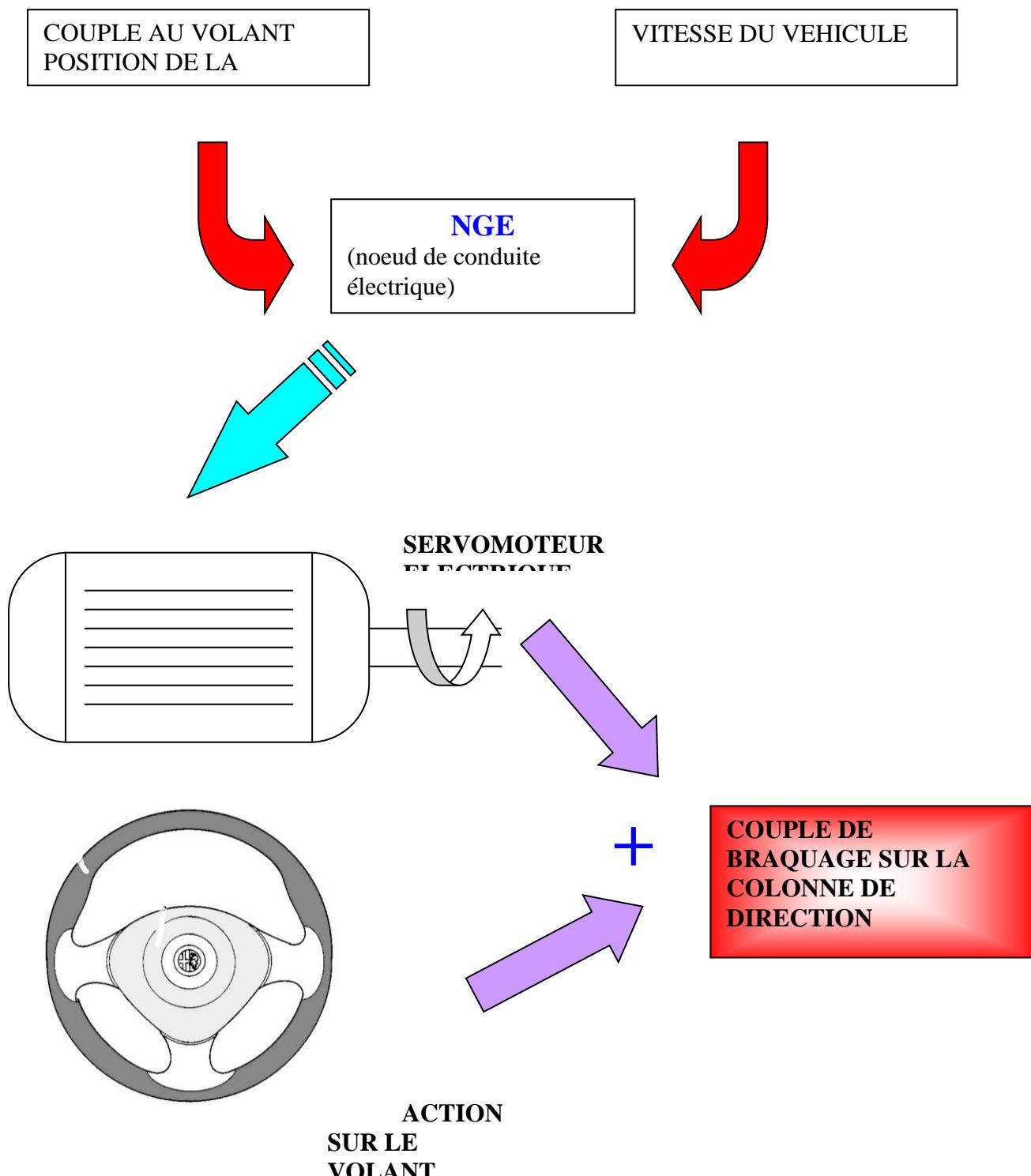
1. Combiné de bord
2. Touche de commutation en mode "City"
3. Moteur électrique de la centrale

DESCRIPTION : la direction assistée EPS (Electrical Power Steering) produit par DELPHI est un dispositif de servoassistance de la direction, dont le but est d'alléger l'effort demandé au volant en phase de braquage, surtout lors des manœuvres à faible vitesse.

4.1. Principe de fonctionnement :

L'action de braquage est obtenue par le mécanisme pignon crémaillère. En phase de braquage, à l'action du conducteur sur le volant, s'ajoute l'action d'un moteur électrique qui, à l'aide d'un accouplement vis sans fin roue hélicoïdale qui le rend solidaire de la colonne de direction, fournit un certain couple qui allège l'effort du conducteur. La gestion du dispositif d'asservissement de l'effort est confiée à une centrale qui, en relevant le couple exercé sur le volant, sa position angulaire et la vitesse du véhicule, décide le couple que doit développer le moteur électrique, en l'alimentant avec un courant électrique proportionnel.

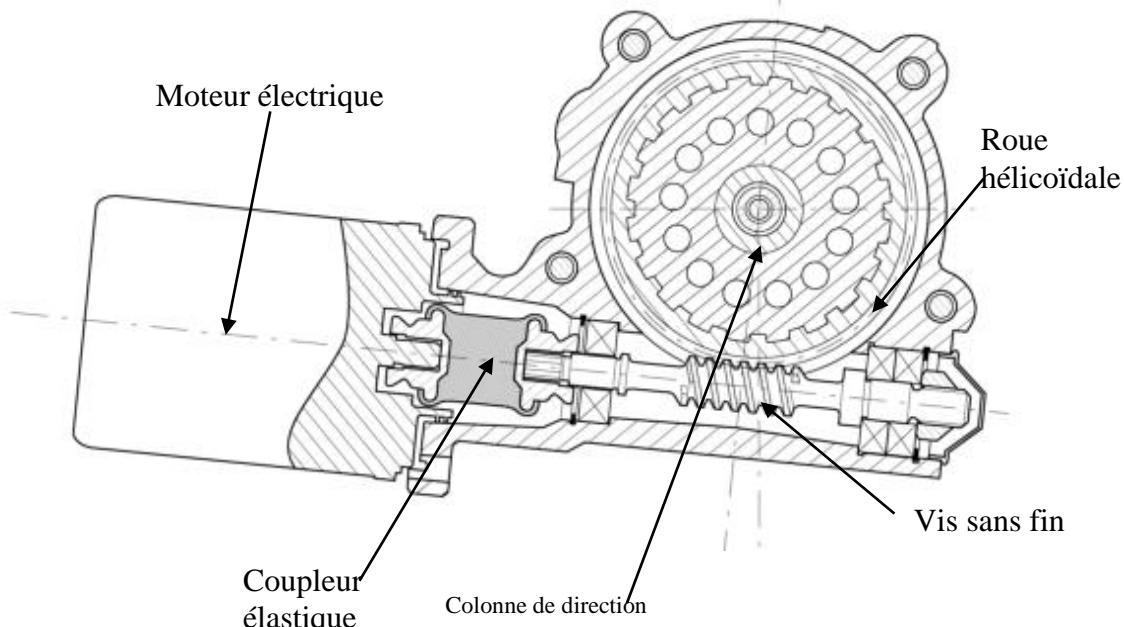
Schéma de principe



4 .2 Composants de la direction électrique :

COMPOSANT	FONCTION	CONNEXIONS PRINCIPALES
VOLANT	Transmet la commande du conducteur à la colonne de direction.	Mécaniquement, avec la colonne de direction et avec les deux capteurs de position et de couple.
COLONNE DE DIRECTION	Reçoit la commande du volant. Transmet le couple fourni par le conducteur ajouté à celui fourni par le motoréducteur, au boîtier - pignon crémaillère.	Au volant, au motoréducteur et au pignon,
MOTEUR ELECTRIQUE	C'est l'élément de puissance qui fournit le couple d'assistance.	Mécaniquement, au réducteur mécanique, électriquement avec la centrale électronique.
REDUCTEUR	Accouple le moteur électrique à la colonne de direction, en opérant une réduction de la vitesse (et, en même temps, une multiplication du couple).	La vis sans fin est solidaire de l'arbre de sortie du moteur électrique, alors que la roue hélicoïdale est co-axiale avec la colonne de direction.
CENTRALE ELECTRONIQUE	Gère l'alimentation du moteur électrique en fonction des input reçus.	Electriquement, avec le moteur électrique, avec les capteurs, avec l'ordinateur de bord et avec la batterie.
CAPTEURS	Ils sont de type potentiométrique. Leur fonction est de relever la position angulaire de la direction (capteur de position) et le couple appliqué sur le volant (capteur de couple).	Ils sont solidaires mécaniquement, au moyen d'une barrette de torsion, avec le volant et avec la colonne de direction. Ils sont connectés à la centrale.
PIGNON ET CREMAILLERE	Transfèrent le mouvement reçu de la colonne de direction, aux leviers de direction pour réaliser le braquage.	Mécaniquement, avec la colonne de direction et avec les leviers de direction.

➤ Motoréducteur



CARACTERISTIQUES : le groupe motoréducteur est constitué essentiellement d'un moteur électrique, d'un engrenage vis sans fin roue hélicoïdale avec rapport d'asservissement de 22:1 (le couple développé par le moteur électrique est multiplié 22 fois par le réducteur) et de deux capteurs de couple et de position angulaire de la direction.

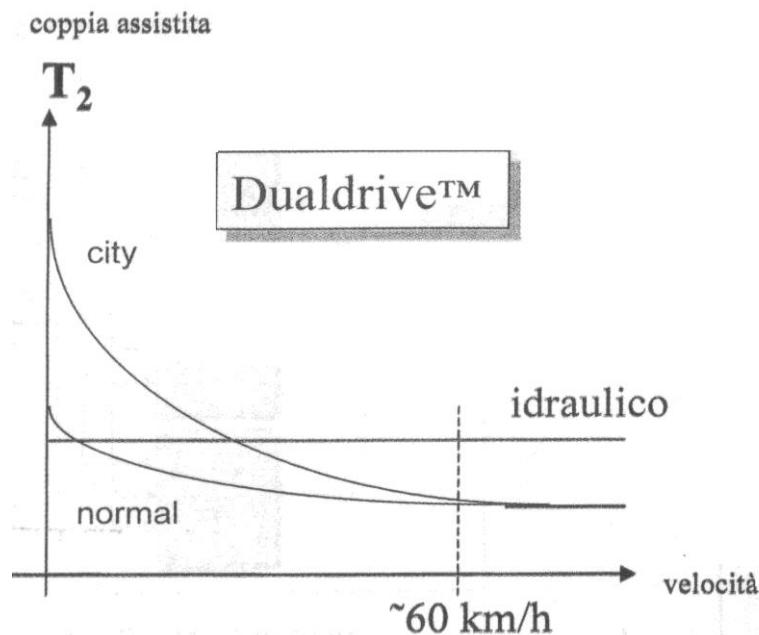
FONCTIONNEMENT : les arbres d'entrée et de sortie du motoréducteur sont liés entre eux par une barre de torsion qui permet un mouvement angulaire de plus ou moins 7 degrés. La commande du conducteur sur le volant déforme élastiquement la barre de torsion, en déphasant les deux arbres d'un certain angle, proportionnel au couple appliqué par le conducteur sur le volant. Un capteur de couple, monté à l'intérieur du motoréducteur relève le déplacement d'angle et fournit un signal à la centrale qui commande, de manière opportune, le moteur dans le but de réaligner l'arbre de sortie et l'arbre d'entrée.

L'accouplement vis sans fin roue hélicoïdal est réalisé pour permettre la réversibilité du mouvement. En cas de panne du moteur électrique, il est encore possible en agissant sur le volant, de braquer en traînant les engrenages et le moteur électrique.

MATERIAUX : le groupe motoréducteur est composé d'aluminium fondu et lié au châssis de la voiture. L'engrenage du motoréducteur est en acier alors que la couronne extérieure est en matière plastique.

4.3 Logiques de fonctionnement de la direction assistée électrique :

Servoassistance variable avec la vitesse



BUT : modifier le pourcentage d'assistance de la direction assistée électrique en fonction de la vitesse du véhicule, pour éviter une "légèreté excessive" de la direction.

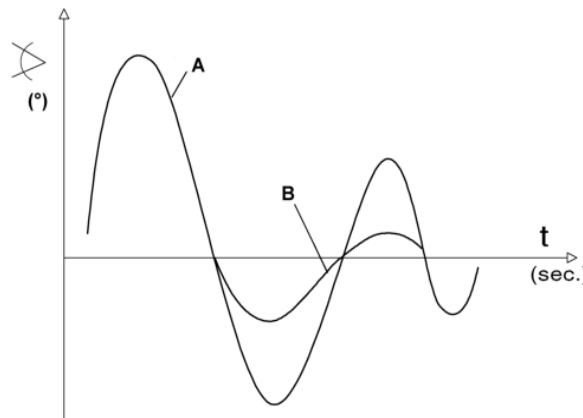
MODE D'ACTION : avec l'augmentation de la vitesse du véhicule, la force à appliquer sur le volant diminue, car avec l'augmentation de la vitesse du véhicule, la force de résistance des roues diminue. Par conséquent, en exploitant le signal de vitesse du véhicule, le NGE (noeud de conduite électrique), actionne une moindre assistance de conduite.

Assistance au choix

FONCTIONNEMENT : à l'aide du bouton situé sur la platine des commandes, le conducteur a le choix entre deux modes de conduite :

- "normal" pour une assistance normale à vitesses moyenne et élevée.
- "city" pour faciliter la conduite en stationnement et à faible vitesse, grâce à une assistance supérieure.

4.4 Amortissement des oscillations de retour de la direction



BUT : amortir de manière active les oscillations générées sur le volant par le châssis, en phase de retour de la direction.

MODE D'ACTION : après avoir relâché le volant, suite à un braquage, le châssis génère des oscillations qui, si elles durent un certain temps, peuvent être fastidieuses. Dans ces conditions, le système se charge d'amortir ces oscillations en agissant sur le moteur électrique.

Retour actif

BUT : rendre plus actif le réalignement, en faisant intervenir le servomoteur comme aide à l'effet géométrique normal.

MODE D'ACTION : lors d'un braquage mécanique, en phase de retour, avec le véhicule en marche, les roues tendent à se réaligner toutes seules à cause des forces qui s'instaurent dans la zone de contact roue - sol. Dans une direction assistée électrique, le moteur électrique intervient en phase de retour de la direction, en contribuant au réalignement des roues, en soutien de l'effet géométrique normal. La correction de retour actif est maximum à faible vitesse et minimum à vitesses élevées.

5. Circuit de servo-assistance électrique :

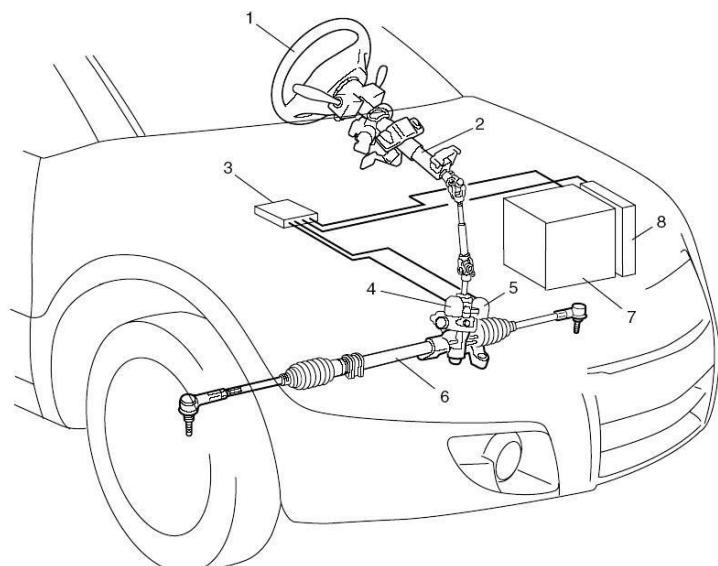
DESCRIPTION GENERALE (application Fiat Sedici)

Le système de servo-assistance électronique (EPS) est de série pour ce modèle, et fabriqué par la société Mitsubishi. La centrale de contrôle est positionnée au niveau de la console centrale, derrière les canalisations de l'air pour les places AR

Avec la clé sur marche et le moteur non démarré, la centrale de contrôle de la servo-assistance effectue un diagnostic des pannes qui peuvent se produire dans le système.

- Capteur de couple
- Capteur de vitesse du véhicule
- Capteur de rotation moteur (tours moteur)
- Moteur électrique de direction assistée
- Module de contrôle de la direction assistée.

Lorsque la centrale de contrôle EPS constate un dysfonctionnement, elle interrompt les opérations demandées au moteur électrique.



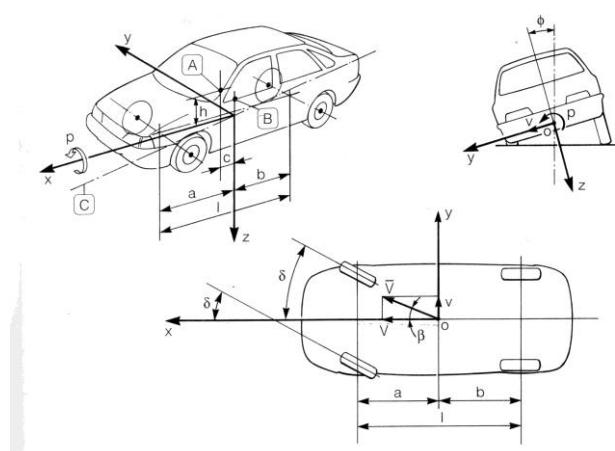
Le circuit de direction assistée (EPS) est constitué d'un module de contrôle (3), d'un capteur de couple (4) et d'un moteur électrique de direction assistée (5).

Dans ce système, la centrale de contrôle de la direction assistée (3) gère le moteur électrique de façon à assister les mouvements du volant ou bien, elles détermine le niveau et la direction de la force de servo-commande pour le volant (1) en fonction du signal que transmet le capteur de couple et le signal de vitesse transmis au noeud de contrôle de moteur (8) (NCM).

1. Volant. 2. Colonne de direction avec capteur de couple. 3. Module de contrôle de la direction assistée. 4. Groupe motoréducteur. 5. Moteur de direction assistée. 6. Carter engrenages de direction assistée (7). Batterie. 8. Nœud de Contrôle du Moteur (NCM).

III. SUSPENSION

1. Mouvements relatifs entre caisse et roues



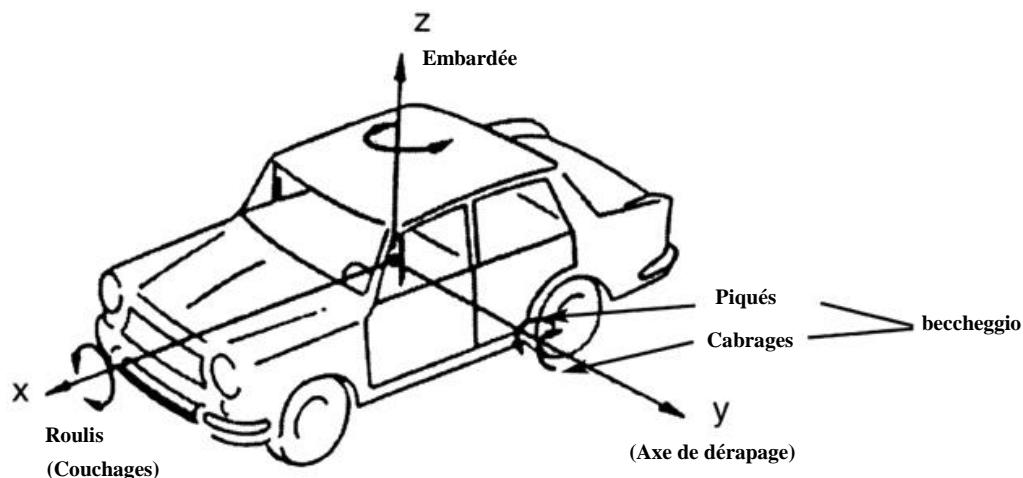
Axes de référence pour l'étude du comportement dynamique (directionnel) du véhicule

Les mouvements relatifs qui se génèrent entre la caisse et les roues, du fait de la présence des suspensions, sont définis comme suit :

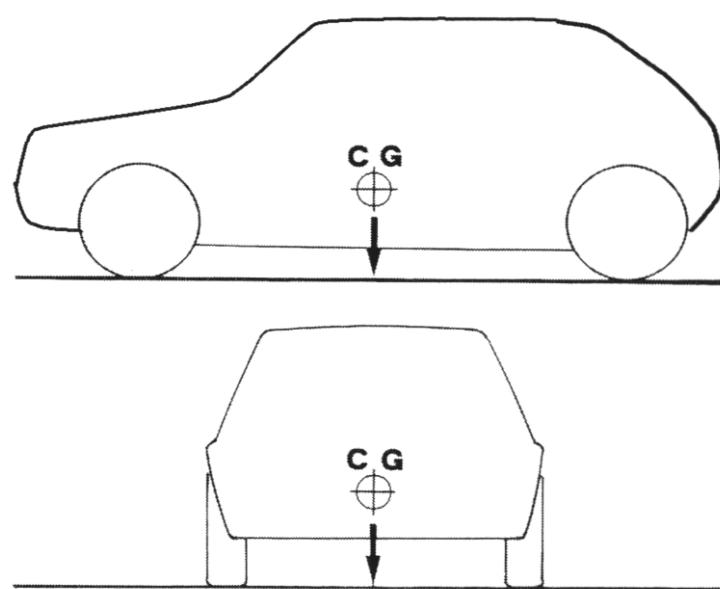
- TANGUAGE (Pitching)
- ROULIS (Rolling)
- POMPAGE (Buoncing)

- EMBARDEE (Yaw)

Ne seront considérés, ici, que les phénomènes de tanguage et de roulis, car ils dépendent étroitement du comportement des suspensions. Le pompage, une sorte de roulis symétrique dû à l'oscillation symétrique des quatre suspensions, peut être assimilé au tanguage, alors que l'embardée, rotation du véhicule autour de l'axe vertical passant par le centre de gravité du véhicule, peut se constater indépendamment de la présence des suspensions.



1.1. Le barycentre :

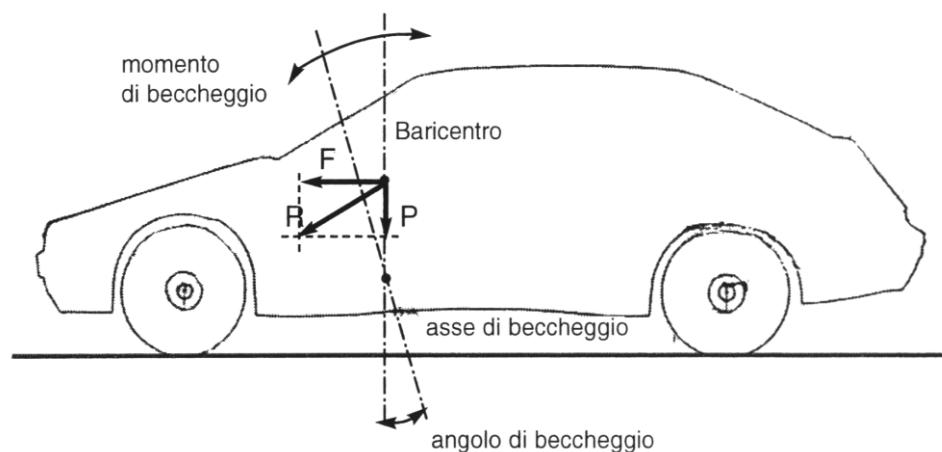


DEFINITION : le barycentre d'un corps est le point idéal dans lequel peut s'imaginer être concentrée toute sa masse et auquel serait appliquée soit la force de gravité terrestre à laquelle il est soumis (également appelé centre de gravité), soient les sollicitations dynamiques dues au mouvement du véhicule.

POSITION : la détermination de la position du barycentre s'avère souvent complexe, car sa position varie en fonction de la disposition et de la valeur de la charge.

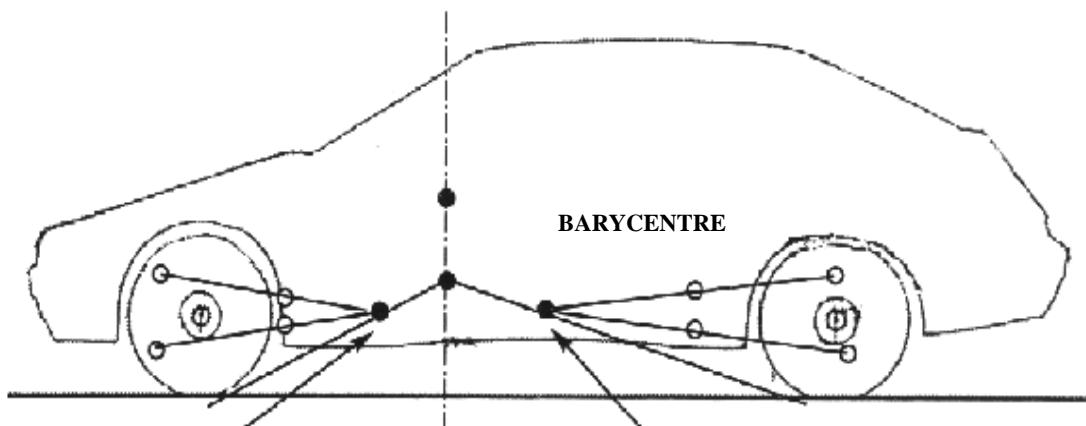
IMPORTANCE : la connaissance de la position du barycentre d'un véhicule dans les diverses conditions est fondamentale, car de la position du barycentre dépendent presque toutes les principales caractéristiques qui influencent le comportement du véhicule. Parfois, même de petits déplacements du barycentre peuvent avoir des conséquences significatives.

1.2. Tanguage :



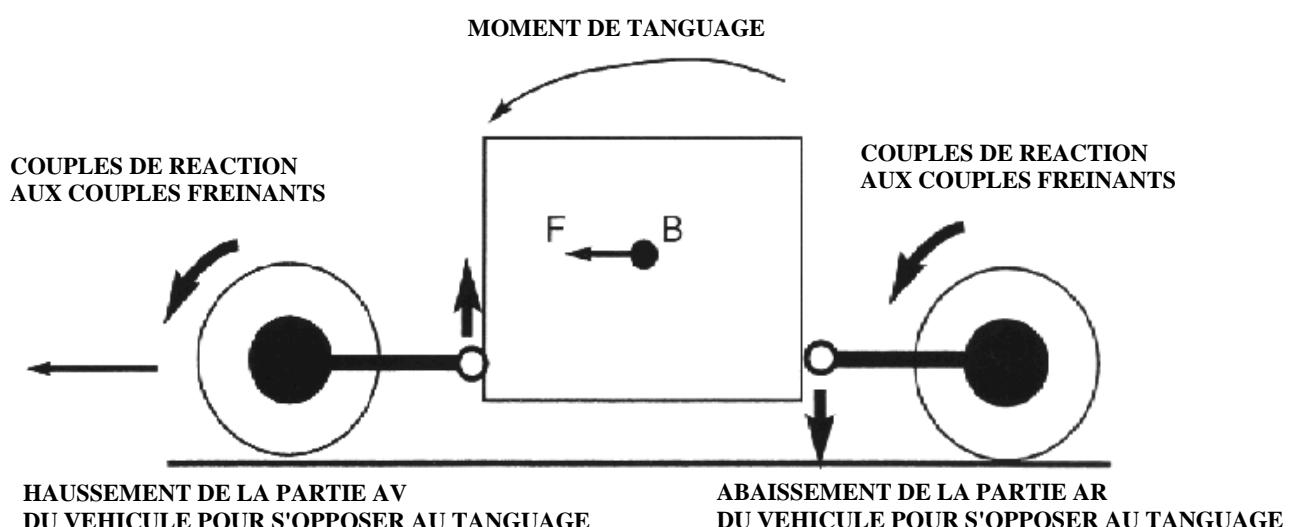
TRANSFERT LONGITUDINAL DE LA CHARGE : à cause des accélérations et des décélérations qui se produisent pendant le mouvement, on constate une variation du poids pesant sur les essieux du véhicule. Ces variations, par rapport à la situation statique, sont communément dénommées transfert longitudinal de la charge. La charge reste实质lement inchangée, alors que la force d'inertie, appliquée au barycentre, génère un mouvement par rapport à l'axe du tanguage suffisant pour décharger un essieu et charger l'autre.

DEFINITION DU TANGUAGE : l'axe de tanguage est l'axe transversal autour duquel la caisse tourne lors du mouvement de tanguage. Sa position est déterminée en fonction de la géométrie des suspensions.



CENTRE DE ROTATION INSTANTANEE
DE LA SUSPENSION AV

CENTRE DE ROTATION INSTANTANEE
DE LA SUSPENSION AR



PARAMETRES : le transfert de charge est directement proportionnel à la masse du véhicule, à la hauteur de son barycentre et à la force que génère le transfert, alors qu'il est inversement proportionnel à la longueur de l'empattement du véhicule. Il en résulte que l'effet de tanguage avec l'augmentation de la charge transportée. Cet effet est néanmoins limité en adoptant un barycentre bas.

EFFETS : le transfert de charge influence également la tenue de route car, en phase de freinage, l'allègement du train arrière limite son action directionnelle et freinant qui n'est pas toujours compensée par l'amélioration des caractéristiques directionnelles et freinantes de l'avant train. En accélération, l'allègement de l'avant train peut entraîner des effets de sous virage et de perte d'adhérence telle à ne pas permettre le déchargement au sol de toute la puissance disponible. Ce qui vient d'être indiqué vaut, évidemment, pour les véhicules à traction AV. Pour les véhicules à traction AR, c'est le contraire qui s'applique.

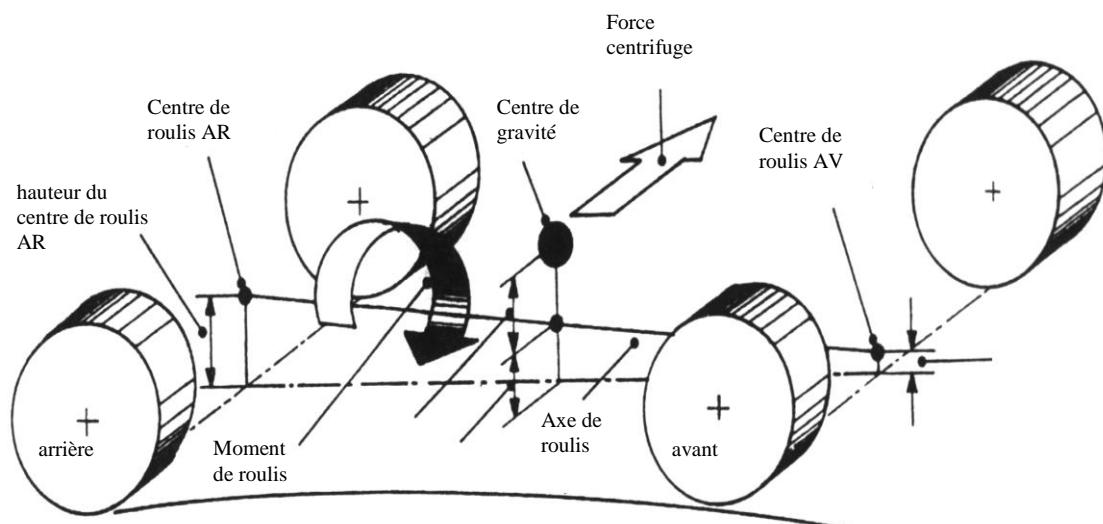
SUSPENSIONS ANTIDIVE ET ANTISQUAT

Une disposition particulière de la géométrie des bras de fixation de la suspension, permet d'avoir :

- une suspension anti squat, dans le cas d'opposition à l'allongement de l'avant train;
- une suspension anti dive, dans le cas d'opposition à l'allongement de l'arrière train;

il est généralement nécessaire, pour obtenir des effets anti dive ou anti squat, d'adopter des suspensions dotées d'un cinématisme qui effectue, pendant l'excursion, une conversion d'énergie des mouvements de tanguage en travail de translation.

1.3. Roulis :



DEFINITION : on définit par le terme de roulis, le mouvement du corps du véhicule doté de suspensions élastiques, généré en prenant un virage. Dans ce cas, la force centrifuge, en agissant sur la masse suspendue, détermine l'inclinaison du véhicule vers l'extérieur du virage.

EFFETS

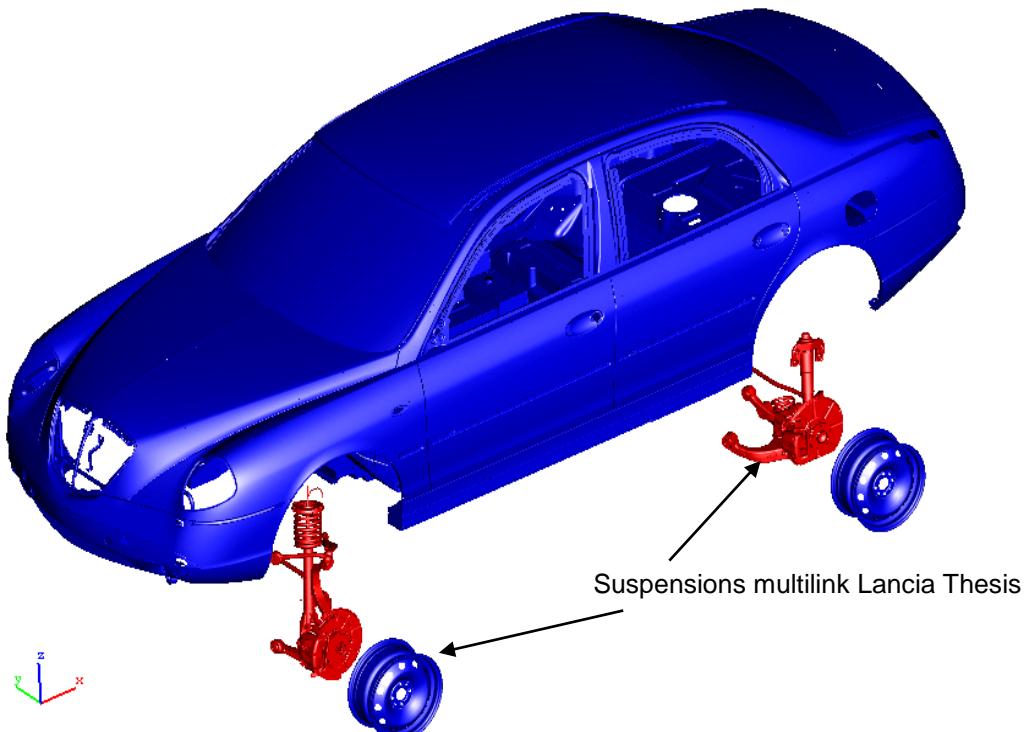
Il y a principalement deux effets générés par le roulis :

- inclinaison de la caisse, entraînant la modification des angles caractéristiques de la roue;
- transfert de la charge sur les suspensions et sur les roues extérieures, pouvant entraîner leur surcharge.

Les deux effets ont une incidence négative sur le comportement et sur la tenue de route du véhicule.

AXE DE ROULIS : lors du mouvement de roulis, le véhicule tourne autour d'un point, dénommé centre de roulis. La position de ce point se modifie avec l'excursion des suspensions et peut varier en fonction du type de suspensions adoptées sur l'autre essieu. Comme les schémas de suspensions sont différents à l'avant et à l'arrière, il faut donc se référer à un axe de roulis, plutôt qu'à un centre de roulis. La position de l'axe de roulis détermine le comportement du véhicule en roulis. On se rappelle qu'une certaine quantité de roulis en virage est conseillée car elle donne au conducteur une sensation de "danger" à franchir le virage à vitesse élevée.

2. Les suspensions du véhicule :



On entend, par suspension d'un véhicule, l'ensemble des éléments qui relie la roue à la caisse de la façon la plus sûre et confortable possible pour les passagers. La suspension assure à la roue, en même temps, la liberté de mouvement nécessaire pour permettre au véhicule de se déplacer dans toutes les directions voulues par le conducteur.

Les suspensions représentent la liaison entre le véhicule et la route, et transmettent au conducteur l'effet direct de la force générée par le déplacement du véhicule. Cet effet se transforme en sensations perceptibles par le conducteur à travers le siège, sous forme de vibrations de la direction et de bruit. Le schéma de fabrication de la suspension et le tarage des différents éléments qui contrôlent la position et les mouvements verticaux et longitudinaux de la roue, contribuent avec les pneumatiques, à déterminer la maniabilité (HANDLING) et le confort de marche (RIDE).

2.1. Fonctions de la suspension

Absorption des effets dus aux obstacles routiers

Un premier rôle important, destiné à permettre au véhicule de se déplacer dans différentes directions et de la manière la plus confortable possible pour les passagers, est celui d'amortir, d'absorber et de filtrer tous les chocs et les forces impulsives qui sont transmises lors du déplacement, de la chaussée à la roue et, par son intermédiaire, à la caisse.

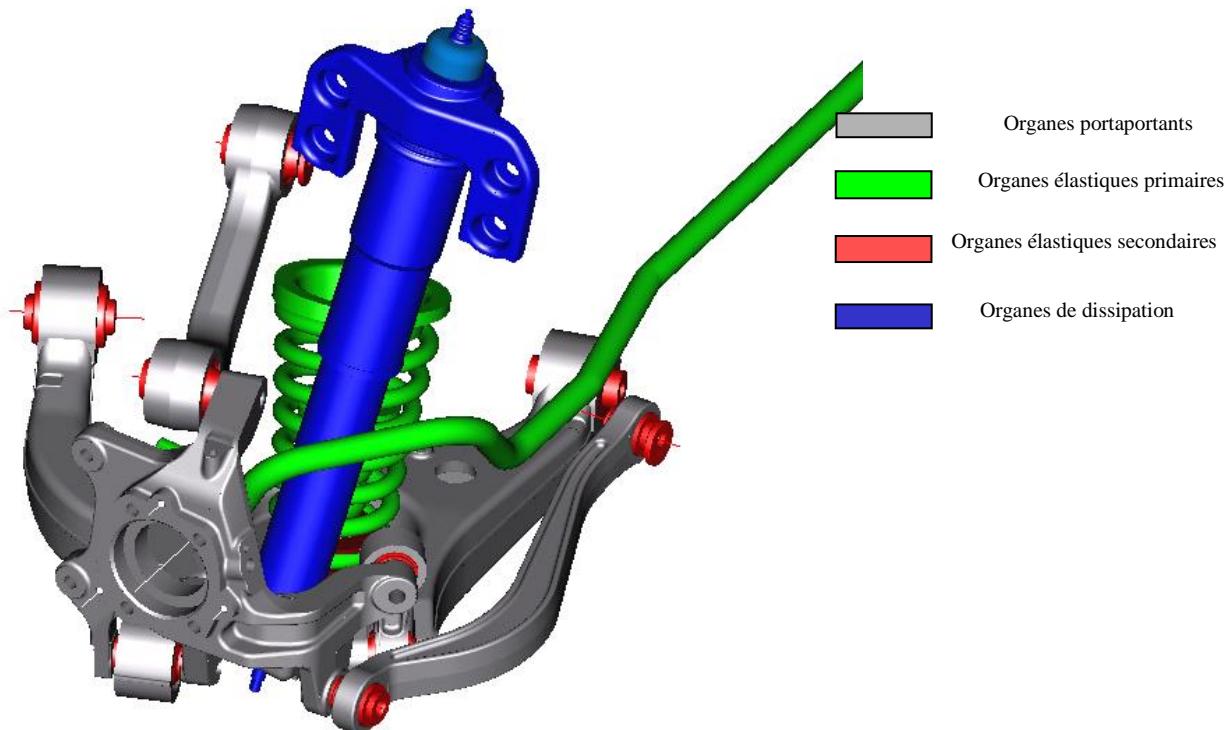
Une conduite correcte de la roue sur le sol, aussi bien en termes angulaires que translationnels

Une seconde fonction importante de la suspension est liée à la nécessité d'assurer les changements de direction du véhicule à travers l'action de braquage des roues. Dans ce cas, la suspension sert d'élément de raccord entre la roue et la caisse et guide les mouvements latéraux de la roue.

Maintien d'une adhérence suffisante de la roue sur une chaussée déformée

Cette troisième fonction est assumée par la suspension à travers le système constitué des organes portants et des organes dissipateurs d'énergie. Les premiers (bras oscillants, tirants, rotules, etc.), assurent la position de la roue par rapport à la caisse et évitent les mouvements non prévus par le concepteur. Les seconds sont des éléments coopérateurs des éléments élastiques (ressorts hélicoïdaux, barres de torsion, ressort à lames, etc.), introduits dans le but de dissiper l'énergie qu'ils ont emmagasinée et donc d'amortir les oscillations de la caisse en évitant le rebond de la roue sur le sol. L'élément dissipateur actuellement utilisé sur tous les types de suspensions, est l'amortisseur hydraulique.

2.2. Composants de la suspension

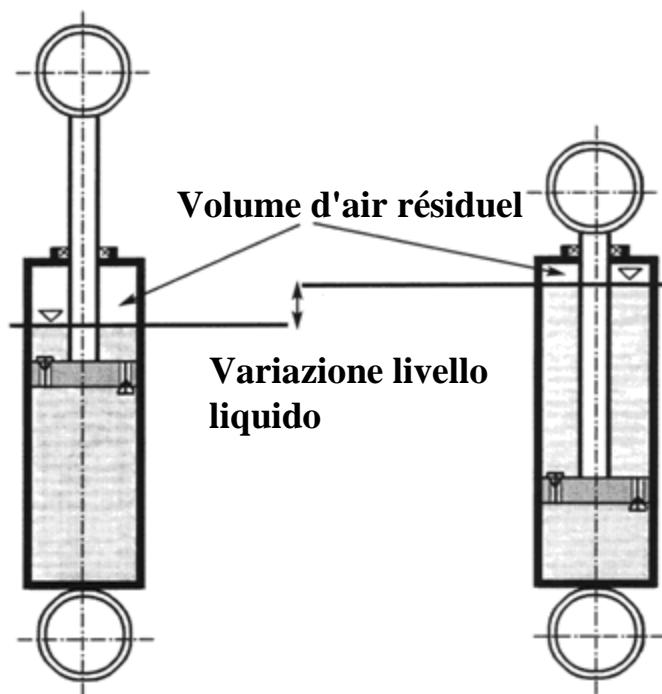


Pour assumer les fonctions listées ci-dessus, la suspension doit être constituée de différentes catégories d'organes.

- Organes portants: ce sont les organes qui relient mécaniquement la roue et la caisse, et qui assurent les degrés de liberté demandés ainsi que la bonne position de la roue par rapport au sol. Ces organes sont déterminants pour définir le mouvement relatif entre la roue et la caisse.
- Organes élastiques primaires: ce sont les ressorts hélicoïdaux, à lames, barres de torsion, tampons. Ce sont ces organes qui relient élastiquement la roue à la caisse. Il est demandé à ces organes, d'emmager l'énergie mise en jeu lors du mouvement provoqué par les chocs des roues contre les aspérités de la chaussée. De plus, il ont le devoir de soutenir le poids de la caisse et en général, de la partie de la masse du véhicule qui charge les essieux et qui est appelée masse suspendue.
- Organes élastiques secondaires: ce sont le silentbloc. Ils assurent le filtrage des vibrations à haute fréquence et contribuent au confort du véhicule.
- Organes de dissipation: les amortisseurs hydrauliques. Ce sont les organes utilisés dans le but de dissiper l'énergie emmagasinée par les éléments élastiques et qui permettent d'amortir les oscillations de la caisse, en assurant le confort de marche.

2.2.1. les amortisseurs

a. Amortisseur hydraulique monotube

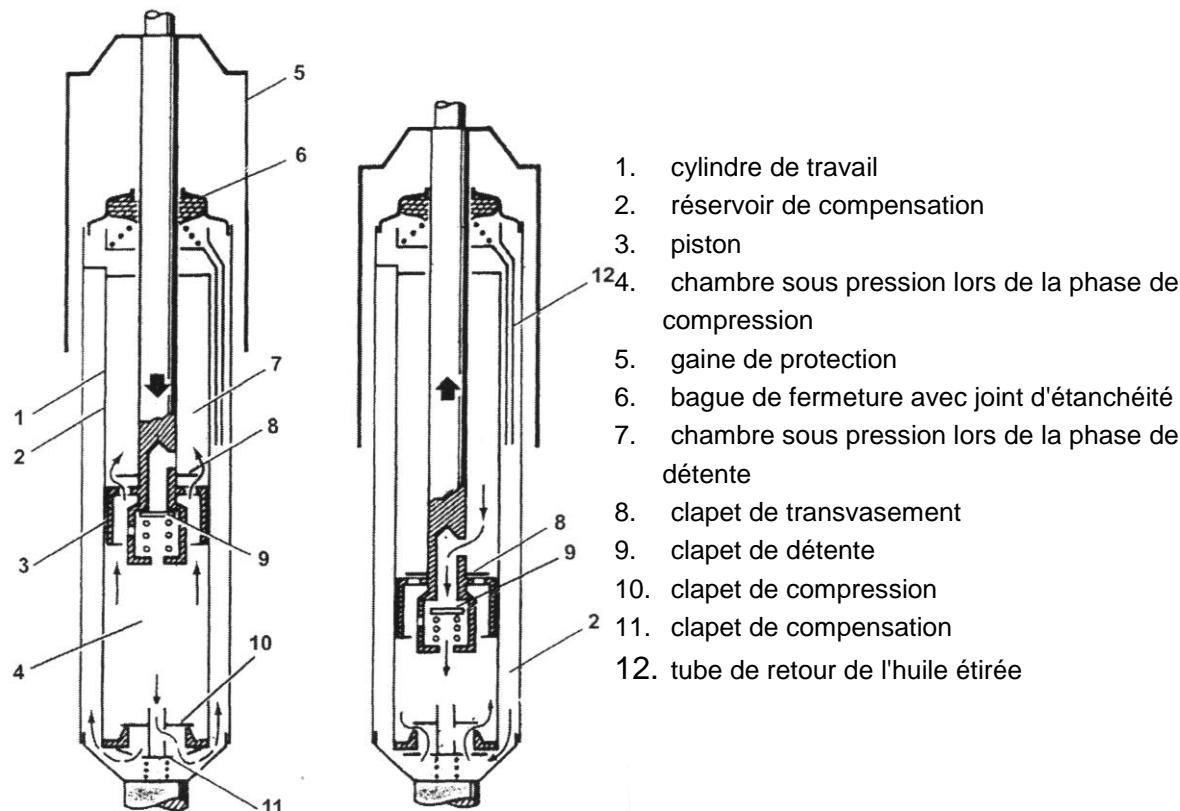


CARACTERISTIQUES : un amortisseur hydraulique monotube est constitué d'un cylindre fermé à une extrémité, et à l'intérieur duquel coulisse un piston solidaire avec une tige. Les deux parties mobiles entre elles sont reliées l'une à la suspension et l'autre à la caisse;

FONCTIONNEMENT : le tube est rempli d'un liquide spécial (caractérisé par de faibles variations de viscosité avec l'augmentation de la température) qui, lors du mouvement du piston, s'écoule à travers des orifices calibrés (ou des clapets) dont le piston est doté. Lors du mouvement de la tige, il se produit une variation du volume disponible, pour laquelle le volume occupé par l'air sert de chambre de compensation.

CRITIQUE : pour la critique de fonctionnement, voir ce qui est indiqué concernant l'amortisseur à double effet.

b. Amortisseur hydraulique à double effet

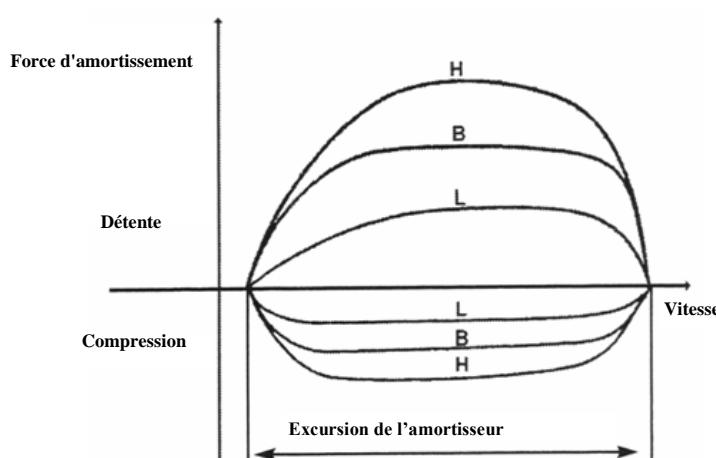


DESCRIPTION : l'amortisseur bi-tubes est constitué de deux chambres, une intérieure dite de travail et une extérieure dite de réserve. Dans la première, constamment pleine d'huile, se trouve la tige, le piston, les clapets du piston, les clapets de base. La seconde est remplie aux deux tiers d'huile, et pour la partie restante d'air ou de gaz sous pression (suivant les modèles).

FONCTIONNEMENT : il est identique à celui de l'amortisseur monotube.

CARACTERISTIQUES : il est nécessaire de maintenir, à l'intérieur de l'amortisseur, un volume d'air résiduel qui soit à peu près égal au volume occupé par la tige lorsqu'elle se trouve entièrement à l'intérieur du cylindre amortisseur. La présence de cette chambre d'air, qui n'est pas séparée du fluide, peut créer des problèmes de fonctionnement, surtout si l'amortisseur est en position inclinée. De fait, lorsque les clapets et le piston ne sont que partiellement immergés dans l'huile, l'éмульSION d'huile et d'air ainsi que la formation de mousses dans le liquide, altèrent l'effet amortissant. D'un autre côté, le fonctionnement de l'amortisseur entraîne, à travers la viscosité de l'huile, une importante production de chaleur. L'huile peut, dans certains cas, dépasser 150°C, en devenant très fluide et en provoquant ainsi une réduction du fonctionnement de l'amortisseur, pouvant entraîner la formation de bulles d'air.

EFFET AMORTISSANT



virage L, amortisseur contrôlé par les orifices qui freinent les mouvements lents

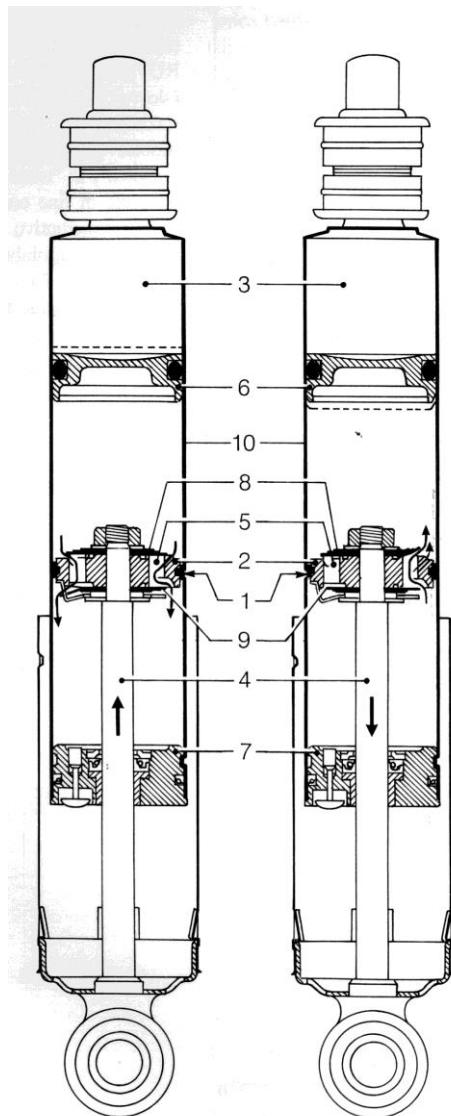
virage B, amortisseur contrôlé par un clapet progressif qui freine les mouvements de basse fréquence

virage H, utilisé pour amortir les mouvements les plus violents de la route (sur chaussée très déformées)

REQUIS : l'excursion de la suspension peut être provoquée par des mouvements de la caisse par rapport aux roues (mouvements de tanguage, roulis, embardée) ou par des mouvements des roues par rapport à la caisse (trous, obstacles). Le premier mouvement concerne les masses suspendues, alors que le second celles non suspendues. Comme les valeurs d'inertie et de vitesse des deux masses sont différentes, il est évident que même l'énergie à dissiper et donc la force d'amortissement seront différentes dans les deux cas. C'est pour cette raison que l'on demande à un amortisseur au moins deux caractéristiques d'amortissement : l'une faible, pour contrarier les mouvements assez lents de la caisse, et une plus énergique, pour contrarier les mouvements rapides de la roue par rapport à la caisse.

REALISATION : dans les amortisseurs, la réalisation des différentes actions d'amortissement est obtenue par l'utilisation de deux (ou plus) séries d'orifices ou de clapets calibrés : une série de petits trous toujours ouverts permet le passage continu du fluide entre les chambres du cylindre amortisseur et freine les mouvements lents de la caisse par rapport aux roues. Lorsqu'une action amortissante plus énergique est demandée, à cause de mouvements plus rapides de la roue par rapport à la caisse, l'augmentation de la pression d'huile à l'intérieur du cylindre provoque l'ouverture d'une série de clapets de lumière plus grande que les trous précédents, évitant ainsi l'excessif durcissement de l'amortisseur dû à l'unique passage de l'huile à travers la série des trous plus petits.

c. Amortisseur hydropneumatique

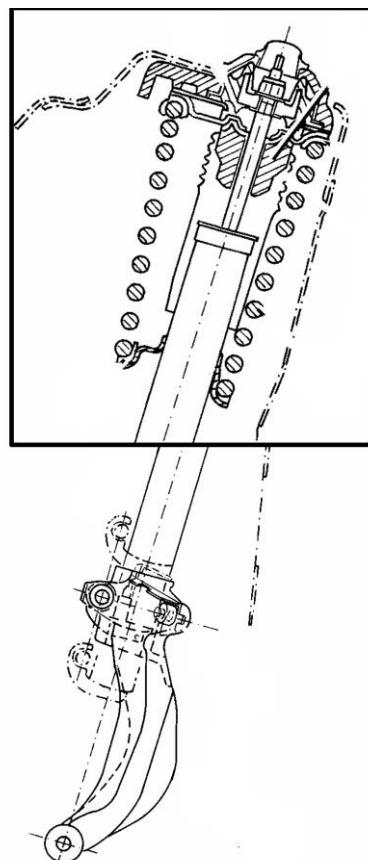


1. segment d'étanchéité/cylindre
2. piston de travail
3. gaz comprimé
4. tige
5. orifices pour le passage de l'huile
6. piston séparateur gaz-huile
7. guide de tige
8. clapet de détente
9. clapet de compression
10. cylindre de travail

CARACTERISTIQUES : les critiques exposées à propos des amortisseurs hydrauliques sont résolues avec l'adoption d'amortisseur à gaz. Avec ce type, le volume d'air qui se trouve dans l'amortisseur hydraulique est remplacé par une masse de gaz sous pression (azote jusqu'à 10 bar), séparé du liquide à l'aide d'un diaphragme coulissant.

AVANTAGES : dans ces amortisseurs, il n'est plus nécessaire de laisser un volume d'air résiduel étant donné que les variations de volume sont absorbées par le poumon de gaz. On peut ainsi éviter le chauffage excessif de l'huile car le gaz favorise la dissipation de la chaleur.

2.2.2. Organes élastiques



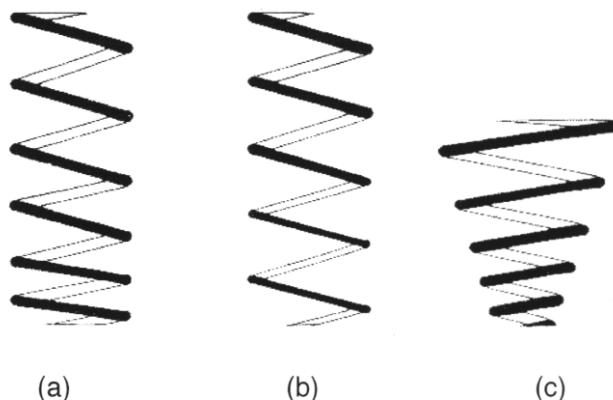
BUT : le but des organes élastiques est de garantir le confort de marche, en permettant de vastes mouvements de la suspension et en emmagasinant élastiquement l'énergie cinétique générée par le mouvement.

POSITION : ils sont interposés entre les organes portants et la caisse.

RIGIDITE : des rigidités importantes signifient un faible confort d'absorption des obstacles, en déterminant une assiette dynamique plus rigide, en réduisant en même temps les phénomènes de roulis et de tanguage. Une rigidité plus faible implique un confort accru, mais un comportement moins bon du véhicule en phase de roulis et de tanguage.

TYPOLOGIE : les éléments élastiques sont les ressorts hélicoïdaux, les barres de torsion et les ressorts à lames. Il est intéressant de noter que, alors que les ressorts hélicoïdaux et les barres de torsion n'assument la fonction élastique que parce qu'ils sont en mesure de supporter des charges dans une seule direction, les ressorts à lames, pouvant supporter des charges dans plusieurs directions, peuvent également assumer la fonction d'organe portant en permettant ainsi de simplifier la suspension.

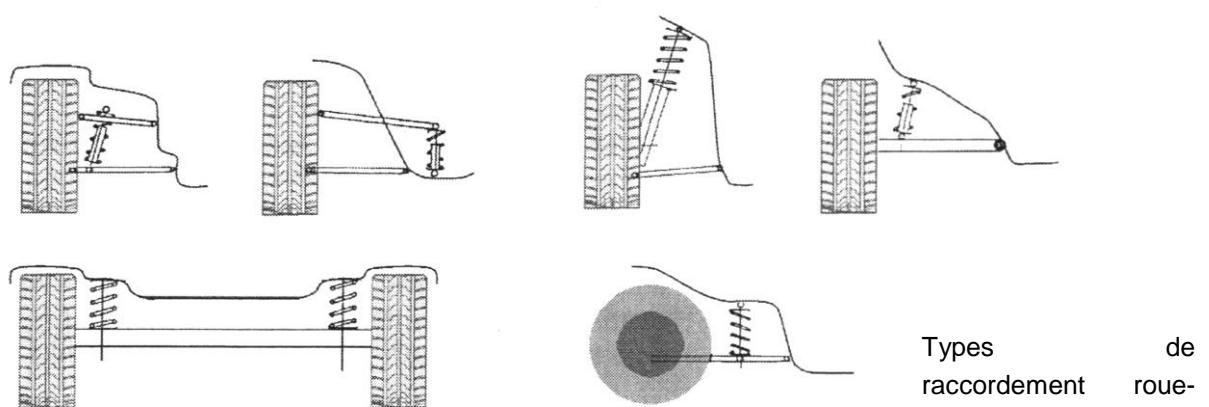
a. Ressorts hélicoïdaux

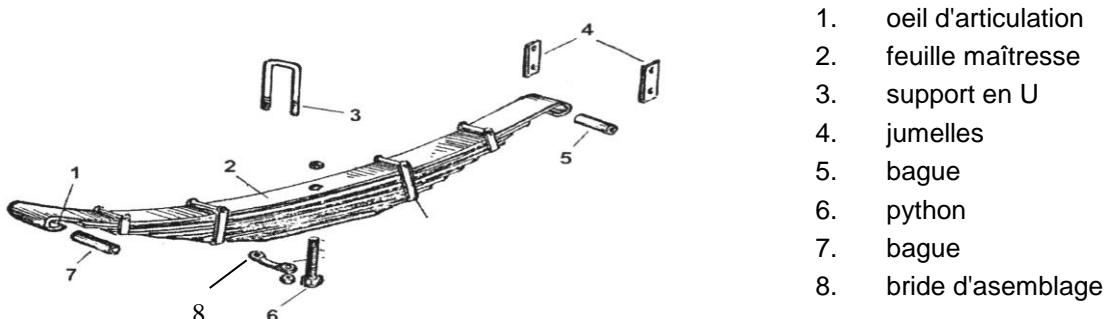


CARACTERISTIQUES : les ressorts hélicoïdaux sont constitués d'un fil d'acier enroulé suivant une hélice cylindrique. Ils supportent des efforts directs le long de leur axe de symétrie.

FONCTIONNEMENT : les ressorts hélicoïdaux, sollicités par une force extérieure, se compriment en absorbant l'énergie sous forme de potentiel élastique qui peut, ensuite, être restituée lors de la phase de détente.

RIGIDITE : ce paramètre, égal au rapport entre la force qui sollicite le ressort et son écrasement, bien que constant, dépend uniquement des caractéristiques géométriques du ressort et de l'élasticité du matériau dans lequel il est fabriqué. Dans le cas où l'on veut obtenir une rigidité variable avec l'écrasement, il est possible d'utiliser des ressorts à pas variable (a), à diamètre de fil variable (b) ou conique (c). Des ressorts de ce type sont parfois utilisés dans le domaine de l'automobile. En fait, une meilleure rigidité de l'élément élastique lors de l'augmentation de la compression permet à la suspension de mieux supporter des charges élevées vers la fin de course, en préservant dans le même temps, la caisse des chocs violents.



b. Ressorts à lames

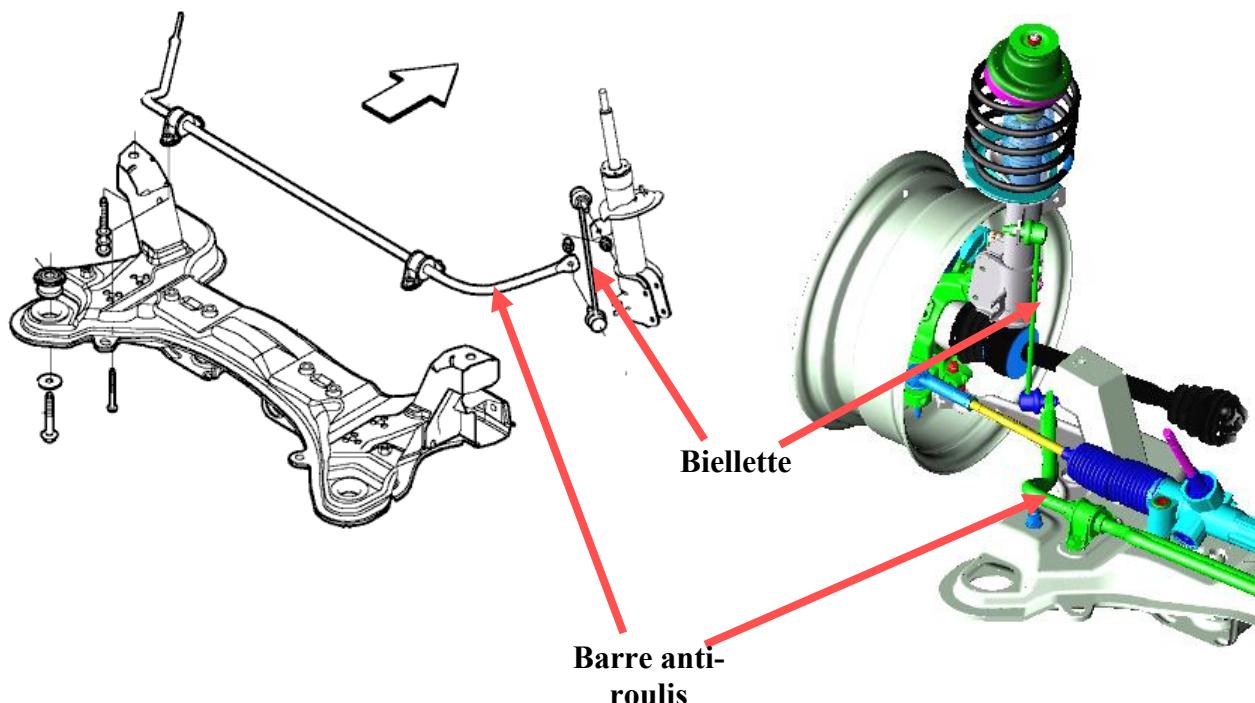
CARACTERISTIQUES : les ressorts à lames sont constituées d'une ou de plusieurs feuilles d'acier de longueurs différentes, à section variable ou constante, superposées et reliées par un boulon appelé python. La lame est également dotée de brides de centrage, dont la fonction est d'éviter les décalages latéraux, et d'entretoises habituellement en matière plastique, qui sont placées entre les feuilles pour éviter les grincements.

FEUILLE MAITRESSE : la feuille la plus longue, dite feuille maîtresse, présente à ses deux extrémités, les deux boutonnières qui servent à la fixation au châssis du véhicule. L'une de ces boutonnière est directement fixée au châssis par l'intermédiaire d'une bague élastique ou d'un coussinet lubrifié. L'autre boutonnière est reliée au châssis par une articulation constituée d'une biellette dite jumelle. La jumelle permet à la lame de s'allonger et de se raccourcir librement lors des mouvements de déformation.

APPLICATIONS : ce type de ressort est monté à l'avant et à l'arrière sur les véhicules commerciaux et tout terrain, à cause de leur meilleure rigidité par rapport aux ressorts hélicoïdaux.

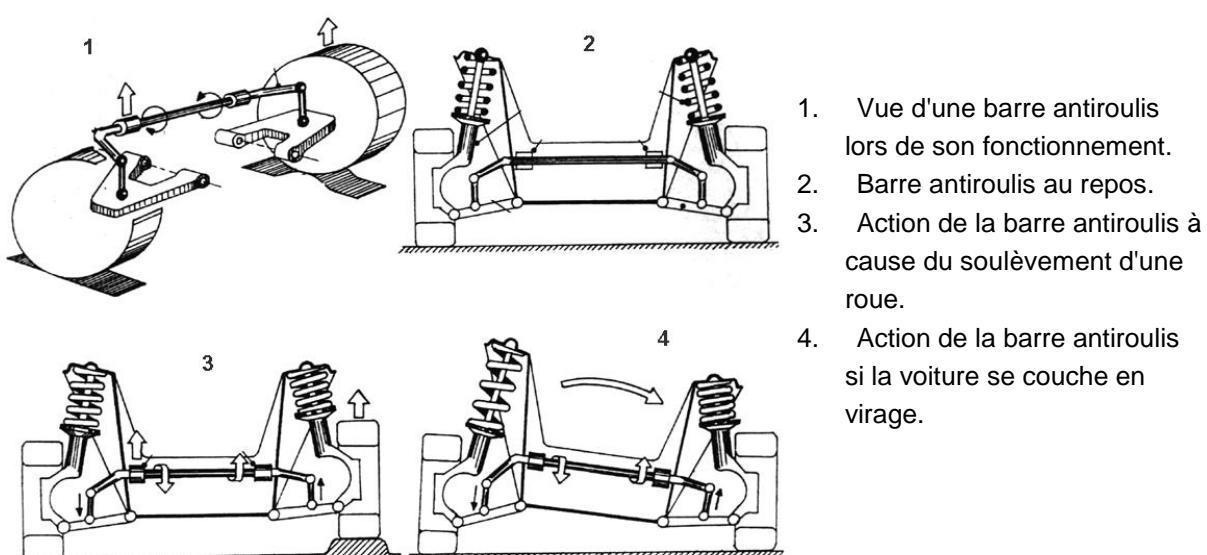
AVANTAGES : la caractéristique particulière des ressorts à lames est constituée par la capacité d'amortissement intrinsèque due principalement au frottement des feuilles lors des mouvements de flexion.

c. Barre de torsion



CONSTITUTION : la barre stabilisatrice, ou barre de torsion, réalisée dans une section tubulaire pour des raisons de légèreté, est ancrée au châssis à l'aide de tasseaux élastiques contenus dans des supports appropriés, et aux fourchettes des amortisseurs, à l'aide de deux tirants dotés de rotules.

CARACTERISTIQUES : l'action de la barre de torsion réduit le roulis en virage, en minimisant les variations des angles caractéristiques de la suspension. Si le mouvement des bras de suspension est symétrique des deux côtés de la barre de torsion, il n'influe pas sur la rigidité de la suspension étant donné qu'elle agit uniquement si des mouvements asymétriques se produisent entre les deux bras d'une même essieu.



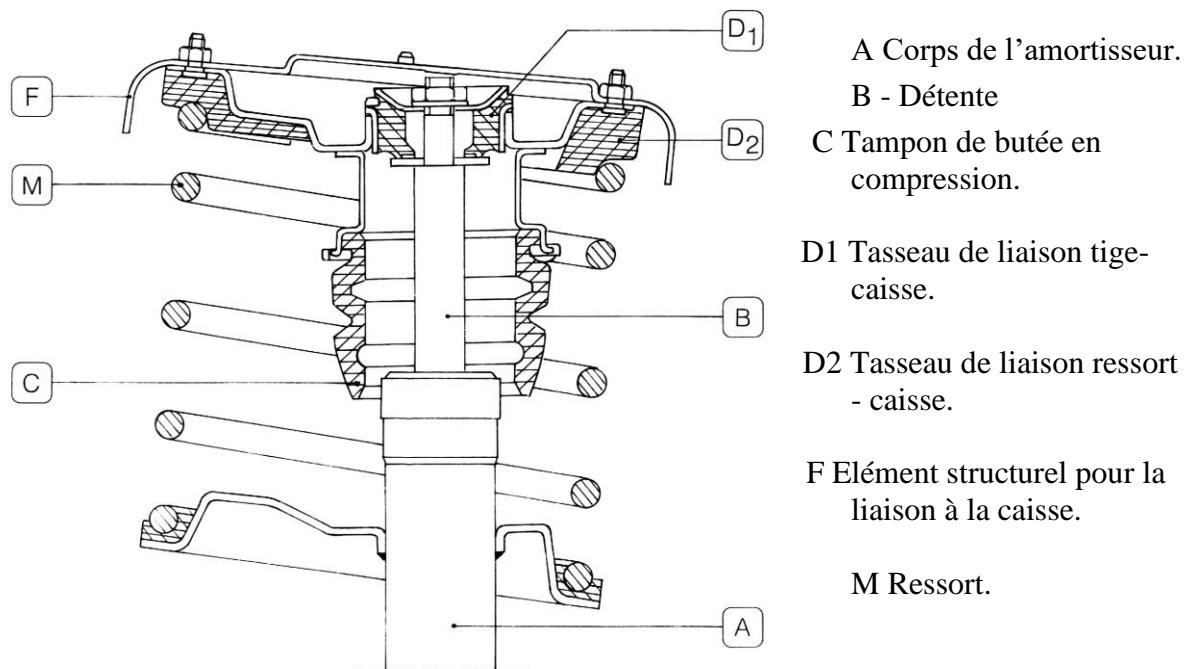
FONCTIONNEMENT : la barre antiroulis relie élastiquement entre elles les deux roues d'un même essieu, et réagit aux différents mouvements relatifs des roues par rapport à la caisse du véhicule.

L'emploi d'une barre antiroulis permet l'utilisation de ressorts de suspension du véhicule plus souples, améliorant ainsi le confort de marche.

CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT : en virage, la barre antiroulis supporte une partie de la charge due au roulis, en allégeant la charge imposée aux ressorts principaux. La barre aide donc les ressorts des suspensions en toutes circonstances en cas de manifestation de roulis, ou bien lorsque la roue doit surmonter une aspérité de la route.

Il faut souligner que, pour garantir la sécurité de conduite, l'ensemble du système de suspension doit permettre, lors du mouvement relatif de la roue par rapport à la route, que les roues conservent invariés le plus possible leurs propres angles caractéristiques par rapport au sol. En particulier, éviter que se produisent des variations indésirables, de voie et d'angles longitudinaux des roues.

d. Tampons de butée

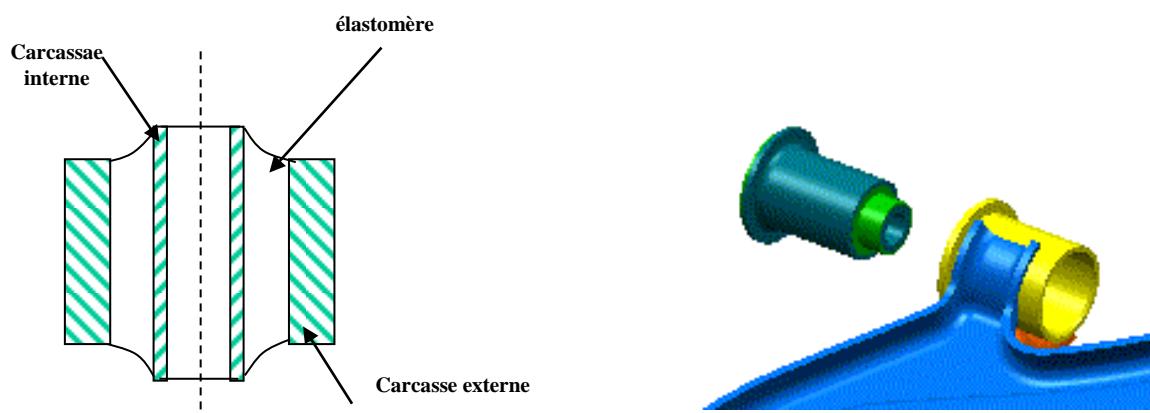


BUT : pour limiter la course en compression de la suspension, en cas de chocs très violents, on utilise des éléments élastiques en caoutchouc, tampons de butée.

CARACTERISTIQUES : ces éléments peuvent être en caoutchouc plein ou en éponge. Alors que la fonction du premier type est purement élastique, le second dispose d'une structure en éponge qui dissipe l'énergie chaque fois qu'il se comprime ou se dilate, en expulsant et en réabsorbant de l'air. En détente, moins d'énergie est relâchée que lors de la compression. Cette caractéristique particulière permet aux tampons à structure en éponge, de limiter le sautillage continu de la suspension, chaque fois qu'elle se détend après une violente compression.

MATERIAUX : les tampons de butée utilisés sur les véhicules FIAT sont en CELLASTO, c'est-à-dire en polyuréthane à cellules fermées. Ce matériau conserve dans le temps ses caractéristiques d'élasticité d'origine.

e. Bagues élastiques



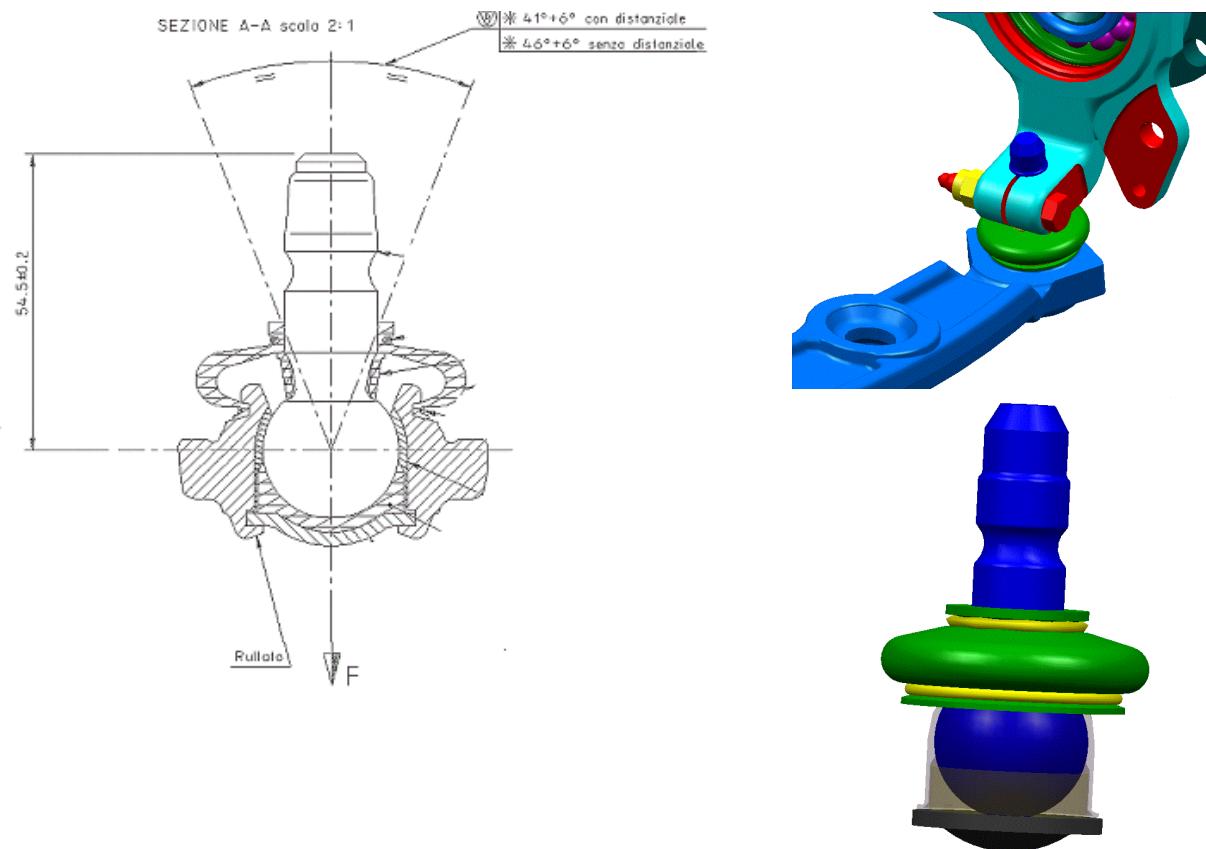
Les bagues élastiques sont des composants dont les déformations permettent le mouvement relatif entre le bras et le châssis.

Elles sont composées d'une carcasse externe et d'un interne, entre lesquelles du caoutchouc est vulcanisé. On utilise, sur certains véhicules, des bagues hydrauliques : elles associent flexibilité et valeurs d'amortissement élevées, en utilisant un fluide qui passe à travers des orifices spécifiques.

CARACTERISTIQUES : les épaisseurs du caoutchouc et la composition du mélange sont conçues de façon à différencier la rigidité suivant la direction de la charge : on parle donc de bagues "spécialisées", capables de contrôler le comportement de la suspension en ce qui concerne les variations des angles caractéristiques ou du pas sous la charge.

Les bagues élastiques sont soumises à l'usure et à la cristallisation du caoutchouc. Ceci peut provoquer une variation de la bonne position de la roue par rapport au sol (et donc une variation des angles caractéristiques de la roue), qui implique une usure irrégulière et précoce des pneumatiques.

f. Organes de liaison : rotules sphériques



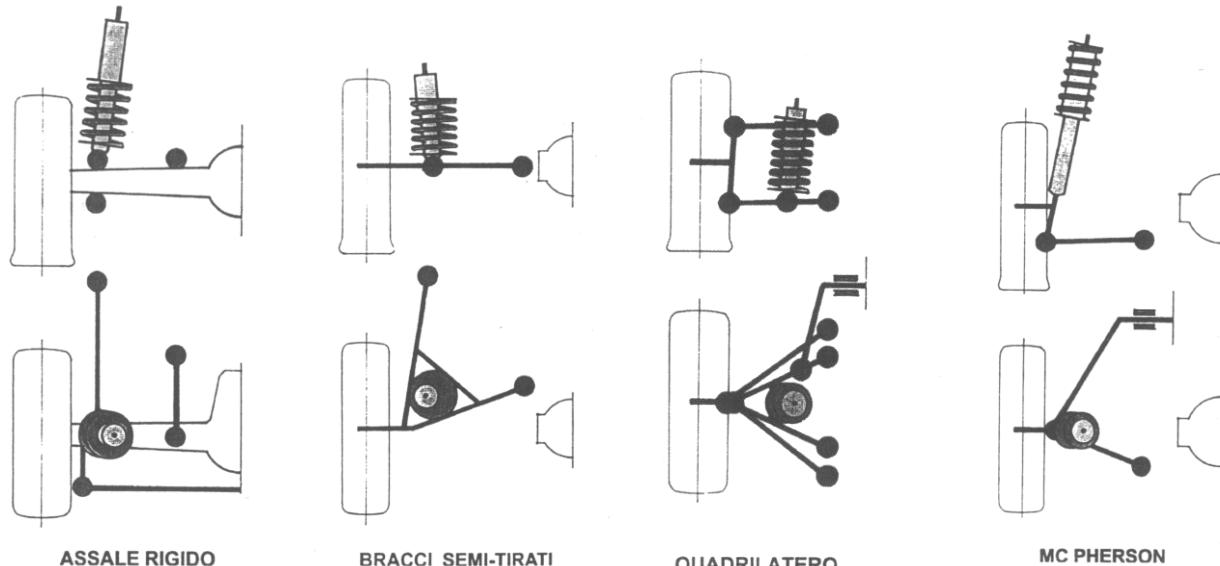
L'articulation entre le montant et le bras oscillant est obtenue par l'utilisation d'une vraie rotule, appelée embout à rotule sphérique. Les rotules sphériques sont également employées aux extrémités des tirants de direction. L'emploi de rotules sphériques permet aux roues les secousses et les braquages.

L'avantage de ce type de rotule est d'être précis (n'est pas sensible aux modes de rotation différents en son centre) et de pouvoir transmettre les forces dans toutes les directions.

La rotule de l'embout porte une queue à tige cylindrique et des gorges de fixation, dans lesquelles une broche filetée est insérée, et dont la fonction est de serrrer la queue pour empêcher qu'elle se déboîte axialement. L'embout est habituellement fixé de cette façon au bras oscillant.

Le schéma ci-dessus illustre, en bas à droite, la section d'une rotule plantée dans le logement usiné d'un bras. Le déboîtement de la rotule est empêché en roulant un bord du bras sur le couvercle de la rotule. Une résille imprégnée de Teflon est interposée entre la rotule et le siège, de façon à garantir un faible frottement entre les surfaces en mouvement entre elles.

2.2.3. Types de suspension d'un véhicule



Etant le grand nombre de variables et de possibilités de liaison entre les roues et la caisse (malgré les liens puissants qui les unissent), il existe de très nombreux schémas de suspensions. certains des schémas les plus préquemment adoptés ont été représentés sur la figure. En voulant néanmoins établir une classification des types de suspensions, il est possible de définir trois grandes catégories :

- A ROUES INDEPENDANTES
- A ROUES SEMI-DEPENDANTES
- A ROUES RIGIDEMENT INTERCONNECTEES

SUSPENSIONS AV ET AR : Les types de suspensions listées précédemment ne peuvent pas être tous montés sur l'essieu AV et sur l'essieu AR. Leur adaptation plus ou moins facile aux exigences spécifiques sur les deux essieux à occasionné une sorte de sélection, et chaque type de suspension s'adapte mieux à l'un des deux essieux, en donnant lieu aux applications actuelles.

a. Suspensions avant

LIENS : il y a, pour l'essieu AV, deux liens principaux. Le premier est dû à la présence du groupe motopropulseur (transversal et longitudinal) qui requiert des suspensions peu intrusives vers le compartiment moteur. Le second est dû à la nécessité de roues braquantes et, pour des tractions AV, également motrices.

TYPE ADOpte

- Suspension Mc Pherson
- Suspension à haut quadrilatère
- Suspensions à bas quadrilatère : sur les voitures sportives.
- Suspensions multilink (sur les véhicules haut de gamme)

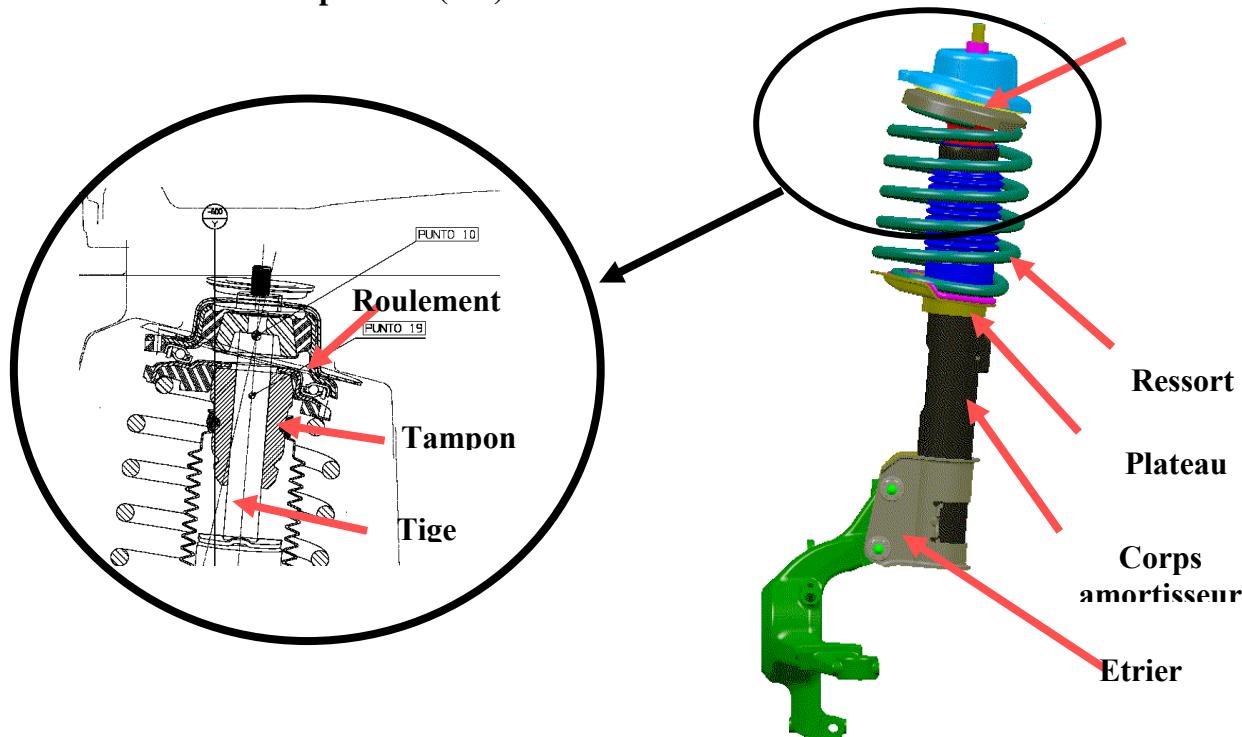
b. Suspensions arrières

LIENS : dans ce cas, on ne note pas une utilisation particulière d'un type de suspension par rapport aux autres, signe que les liens de l'essieu AR (coffre à bagages, lay-out de dessous de caisse, etc.), sont moins lourds que sur l'avant-train.

TYPOLOGIE

- Pont de torsion : principalement pour des véhicules de basse-moyenne gamme.
- Bras longitudinaux tirés : pour véhicules de basse-moyenne gamme. Tend à être remplacé par le pont de torsion.
- Essieu rigide : diffusé de façon limitée sur les véhicules de basse-moyenne gamme.
- McPherson : diffusé sur les véhicules de moyenne-haute gamme.
- Quadrilatère : diffusé en augmentation sur les véhicules de moyenne-haute gamme.
- Multilink : avec une diffusion en forte augmentation sur les véhicules de moyenne-haute gamme, ils sont désormais quasi généralisés sur ces derniers.

c. SUSPENSIONS mcpherson (AV)



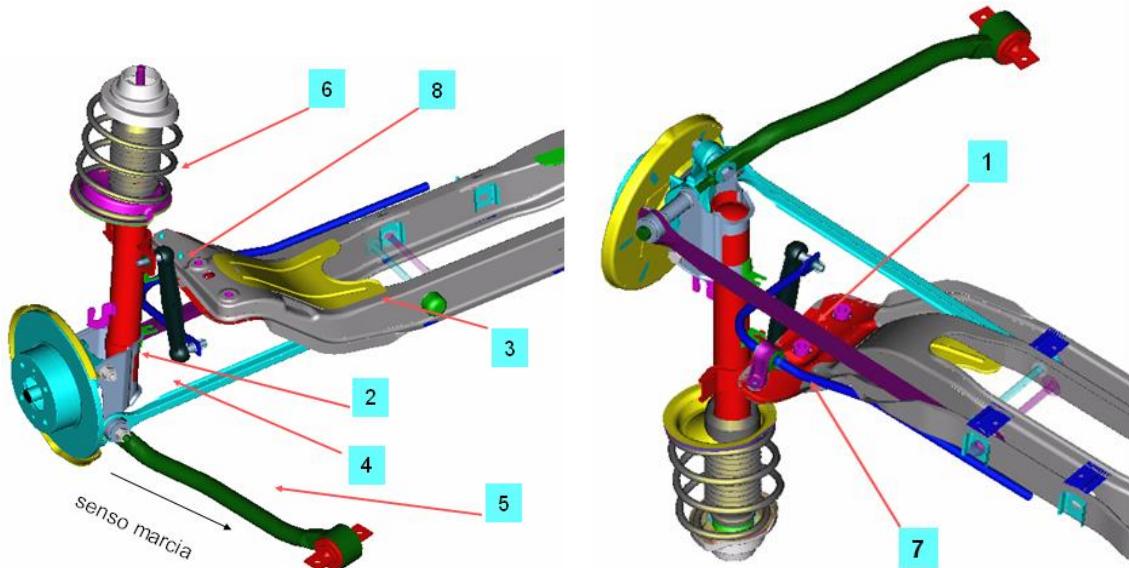
APPLICATIONS : la suspension McPherson est utilisée aussi bien sur les suspensions AV que sur celles AR. 50 % des suspensions actuellement produites sont du type McPherson.

AVANTAGES :

- Simplicité de fabrication
- Réduction du poids
- Faible coût
- Charges faibles sur la caisse
- Bonne possibilité de contrôle du pincement

DESAVANTAGES : amortisseur soumis également à des charges latérales et donc moins bon coulissemement à haute hystérésis et moindre confort.

CRITIQUE EN UTILISATION : la principale limite des suspensions McPherson est donnée par la variation des angles caractéristiques lors de son excursion longitudinale et en cas de roulis. Cela est dû au cinématisme, qui s'appuie uniquement sur la partie inférieure et est solidement ancré à la caisse à la partie AR. Il en résulte donc, en cas de mouvements horizontaux, un mouvement de roue en arc autour de l'appui, modifiant le carrossage et, en cas de roulis, la partie rigidement liée à la caisse en modifie l'inclinaison.

d. SUSPENSIONS mcpherson (AR)

Le schéma indiqué ci-dessus illustre la suspension AR adoptée par l'Alfa 147. Comme on ne demande pas de braquage à l'essieu, le tirant de direction est remplacé par une tige (1) articulée entre le montant (2) et la traverse mécanique (3). La tige transversale (4) absorbe les charges transversales alors que les charges longitudinales sont supportées par la tige (5).

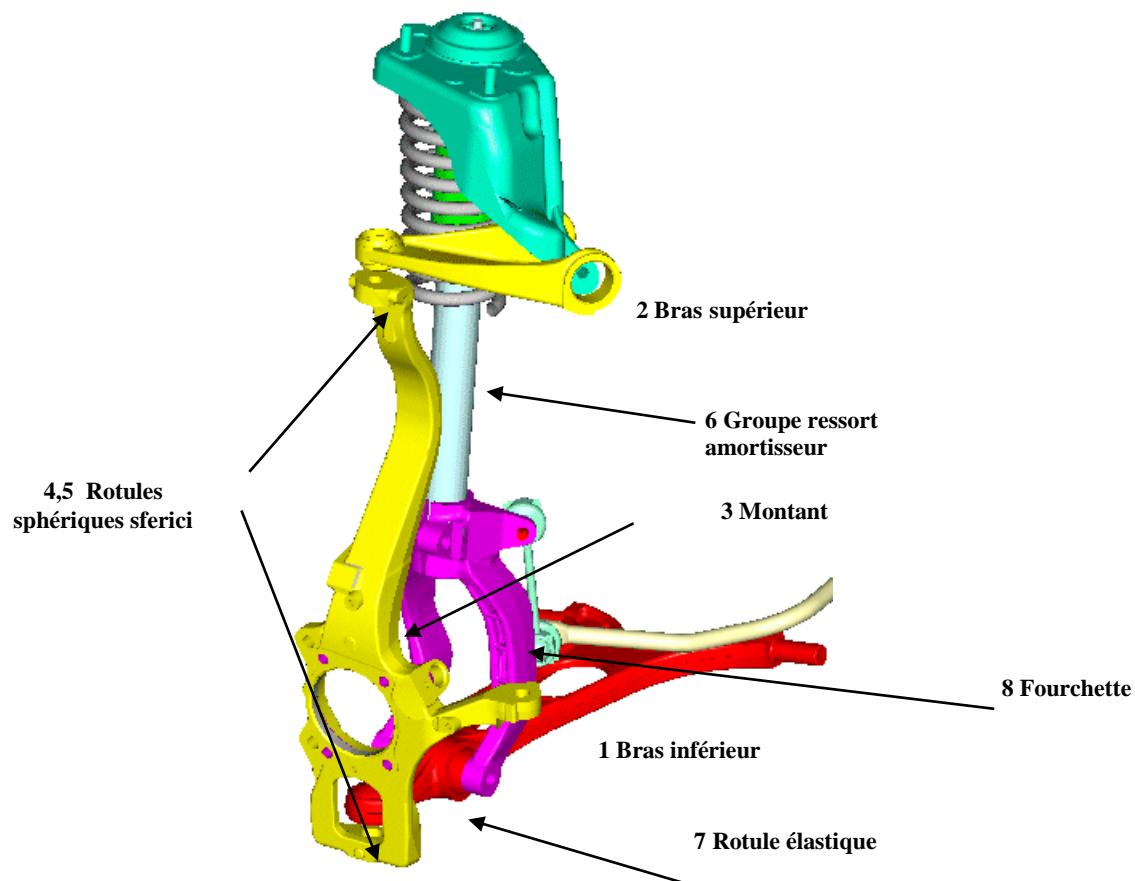
Le groupe ressort d'amortissement (6) est lié en haut à la caisse par une cloche spécifique aménagée sur le passage de roue. La barre stabilisatrice (7) est articulée sur la traverse et liée avec une biellette (8) à l'amortisseur.

On note la différence d'aspect avec une suspension MacPherson pour un essieu AV braquant, bien que le schéma cinématique et le nombre de tirants s'avèrent peu différents par rapport à une suspension à centres virtuels (multilink).

AVANTAGES : récupération du carrossage en cas de secousses, récupération du pincement sous une charge latérale, augmentation du pas sous une charge longitudinale, masse son suspendue par rapport à un essieu rigide.

DESAVANTAGES : vibrations sur la cloche induites par le groupe ressort amortisseur, encombrement important en largeur, au détriment du coffre à bagages, à proximité du passage de roue, du fait de la présence du groupe ressort amortisseur, amortisseur avec fonctions structurelles (usure, hystérésis), augmentation de la complexité.

e. Suspensions à quadrilatère

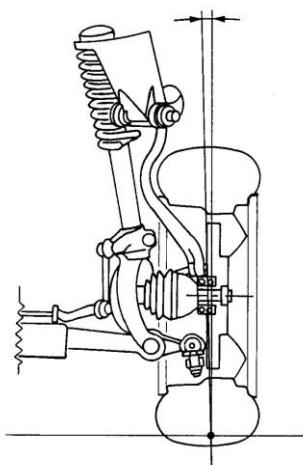


APPLICATIONS : les suspensions à quadrilatère sont généralement appliquées à l'AV.

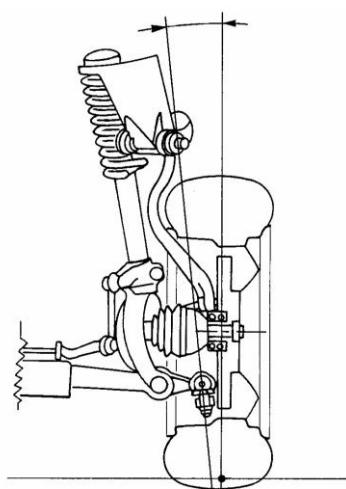
CARACTERISTIQUES : la roue est guidée par des bras oscillants ou par des tirants aussi bien en bas qu'en haut, alors que l'amortisseur est traditionnel et n'assume pas la fonction d'organe portant comme dans la suspension McPherson. Pouvant modifier la longueur de l'inclinaison du bras oscillant supérieur, on réussit à contrôler également la variation de carrossage de la roue. Dans les suspensions à quadrilatère, il n'y a donc pas de fonctions intégrées mais chaque élément assume son rôle spécifique.

VARIANTE AVEC UN QUADRILATÈRE HAUT : le quadrilatère haut a été conçu pour permettre d'adopter des suspensions AV à quadrilatère sur des véhicules à moteur transversal. En fait, dans ce cas, le schéma du quadrilatère bas donnerait lieu à une interférence avec le bras supérieur et de par sa structure de soutien, avec le groupe motopropulseur.

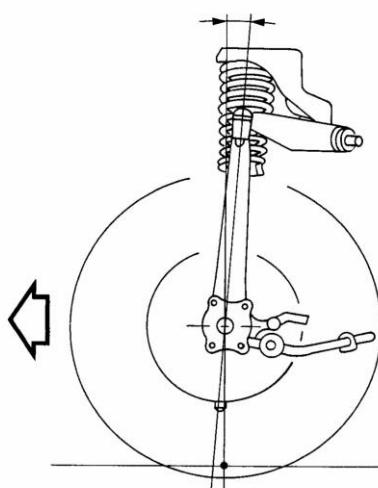
CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUE DE LA SUSPENSION A QUADRILATERE



Augmentation du carrossage négatif de la roue en phase de tamponnement : permet de compenser le couchage du véhicule en virage et de faire travailler le pneumatique moins incliné par rapport au sol. On obtient l'avantage de pouvoir augmenter l'adhérence de l'essieu AV et de permettre une plus grande accélération transversale par une bascule appropriée avec l'essieu AR.

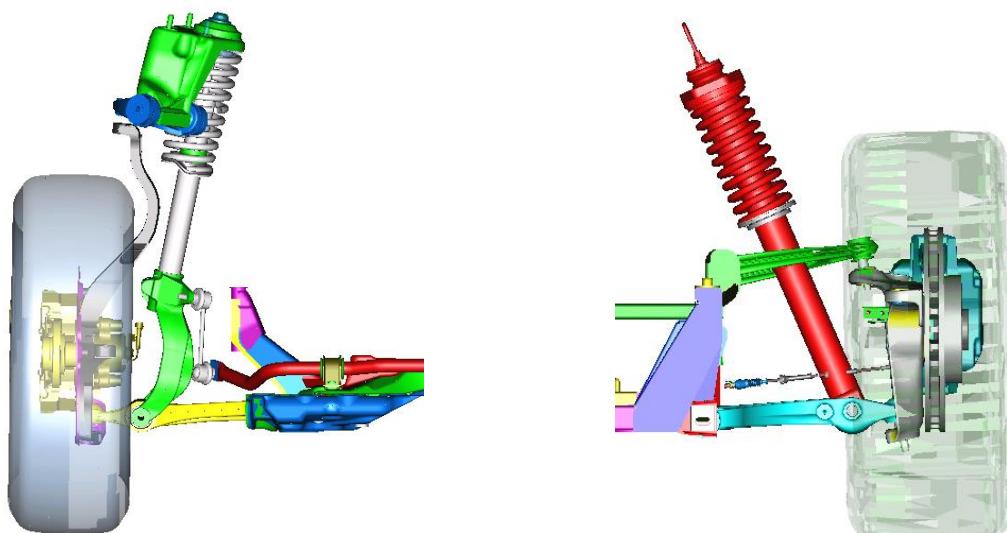


Réduction de l'inclinaison transversale de l'essieu braquant (angle de King Pin) et du déport au sol transversal : permet de réduire la composante de charge verticale sur l'essieu braquant et de réduire l'influx du couple d'alignement automatique du pneumatique sur l'essieu braquant, avec l'avantage de réduire l'effort sur le volant lors d'un braquage à l'arrêt et d'améliorer la progressivité de charge lors des braquages.



Grand angle de chasse du montant : permet d'accroître l'inclinaison de la roue lors du braquage, vers l'extérieur (carrosage négatif), avec l'avantage de compenser le couchage dû au roulis, surtout en virage à rayon étroit.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA SUSPENSION A QUADRILATERE



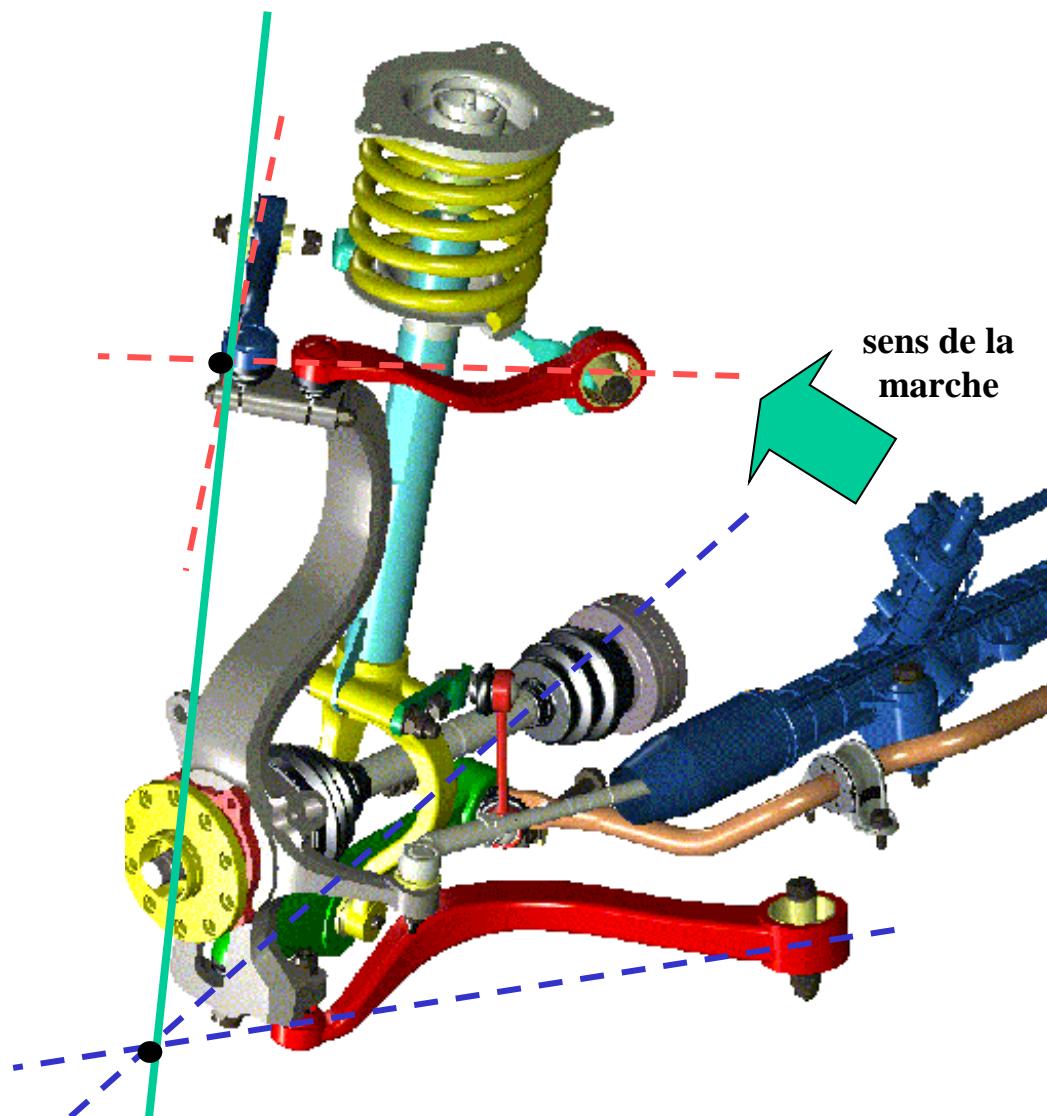
AVANTAGES :

- Contrôle cinématique optimal, en particulier pour la récupération du carrossage en secousse.
- L'amortisseur n'a pas de rôles structurels. Il en résulte une amélioration du confort (moindre hystérésis du composant).
- Possibilité d'abaisser le profil du coffre (uniquement pour la solution avec quadrilatère bas).

DESAVANTAGES :

- Les coûts de production sont élevés du fait de la présence d'un nombre plus important de composants. Par rapport à une suspension McPherson, on trouve un bras supplémentaire et les articulations correspondantes.
- L'encombrement du bras supérieur est important. Dans le cas de moteurs transversaux, cet encombrement impose le choix d'un quadrilatère haut. L'encombrement du motopropulseur limite donc la dimension transversale du bras supérieur au détriment des performances cinématiques.
- On trouve de nombreuses rotules sur les articulations. Cela peut donc modifier la bonne position des roues à la suite de l'usure ou de l'affaissement des rotules, qui entraîne également une usure irrégulière et précoce des pneumatiques.
- Dans le cas d'un quadrilatère bas, la limitation de la variation de la chasse montant en freinage empêche l'obtention de valeurs de flexibilité longitudinale élevées, sous une charge au centre de la roue.

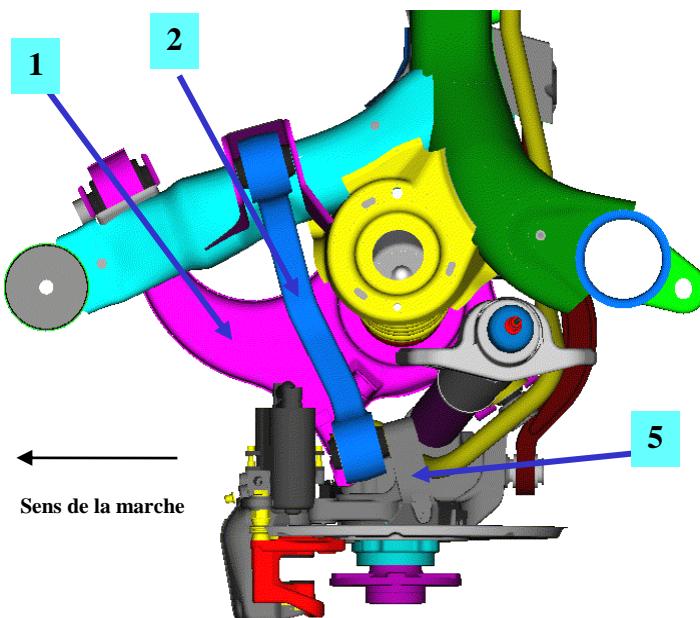
f. Suspension multilink (av)



Le modèle Lancia Thesis adopte, pour l'essieu AV, une architecture à quadrilatère dans laquelle même le levier supérieur est dédoublé sur deux tirants. L'axe de braquage est déterminé par la droite qui relie les points d'intersection des droites qui relient les centres d'articulation des deux couples de tirants. Cette solution permet d'obtenir des valeurs réduites du bras transversal, en même temps qu'une moindre inclinaison de l'axe de braquage. De cette façon, on réduit les valeurs agissant sur le volant par effet de retour de la direction et pour des valeurs différentes de la force motrice transmise par les deux roues.

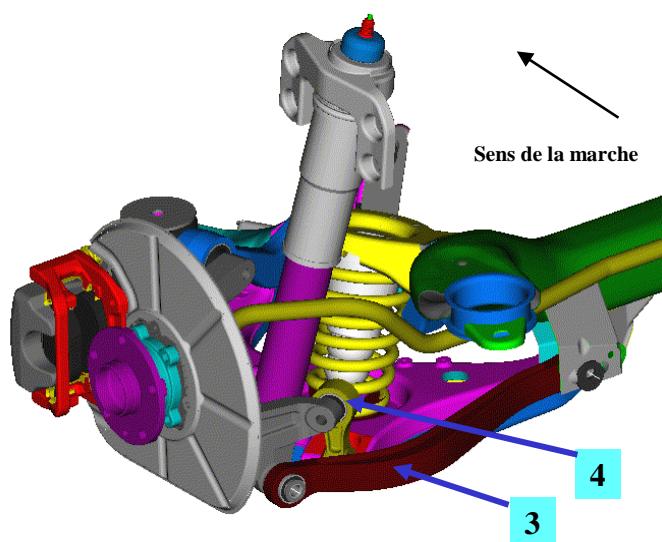
Le groupe ressort - amortisseur est articulé sur le tirant AR inférieur. Pour arriver à une réduction du poids, les tirants sont réalisés en aluminium forgé et le montant, en bec d'oie, est réalisé en acier forgé.

g. Suspensions multilink (ar)



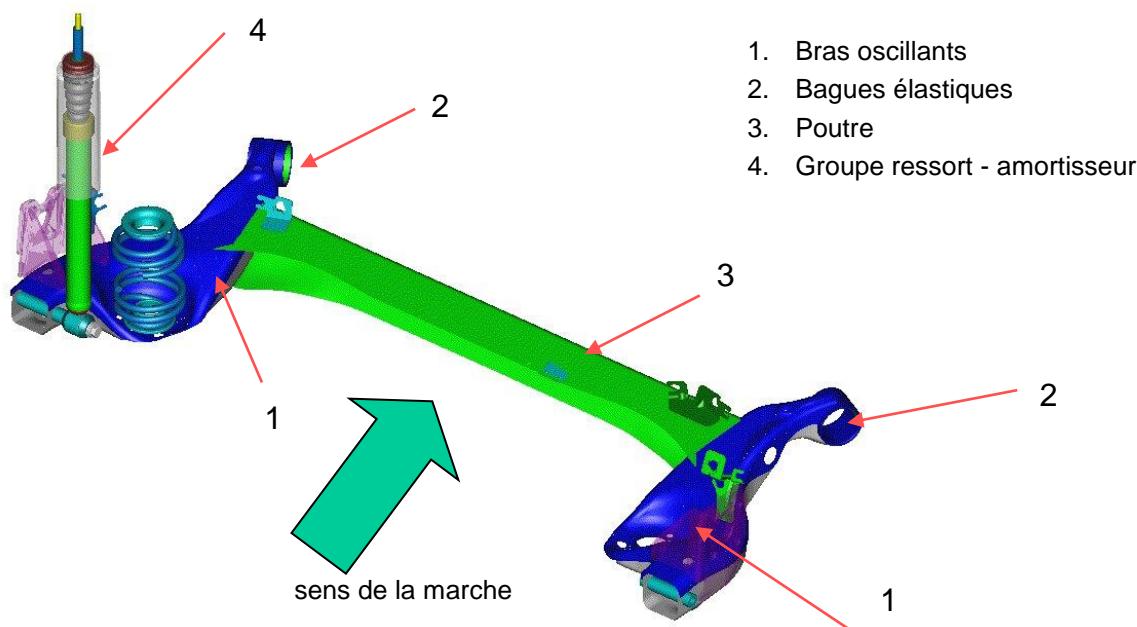
1. Bras triangulaire.
2. Tirant transversal.
3. Tirant anti braquage.
4. Biellette.
5. Montant :

4. Bielle verticale
3. Tirant de contrôle du pincement :



CONSTITUTION : la roue est liée à la caisse par cinq tirants / bras indépendants entre eux, en obtenant ainsi une complète liberté de conduite et de réglage. Chaque tirant est dédié à la gestion d'un paramètre spécifique, en général de façon indépendante des autres tirants. Il est ainsi possible d'obtenir les fléchissements élasto-cinématiques désirés (variation de pincement, de carrossage, etc.), en agissant sur un seul composant (tirant, bague) sans que cela n'indue de variations indésirables des autres paramètres.

h. Suspensions à pont de torsion



APPLICATIONS : les suspensions à roue semi-indépendantes sont appliquées, du fait de leur architecture, uniquement à l'AR. Elles sont également appelées suspensions à pont de torsion.

CARACTÉRISTIQUES : il s'agit d'une suspension dans laquelle les roues sont reliées rigidelement à deux bras longitudinaux, unis par une traverse qui les relie et qui se tord lors des secousses disymétriques, en donnant de la stabilité au véhicule. Cette configuration donne lieu, à cause de la torsion du pont, à une récupération partielle du carrossage et est dotée d'une haute valeur de stabilisation : caractéristiques qui, unies à un faible poids, un faible coût et un lay-out idéal pour les éléments de dessous de plancher (réservoir à carburant, échappement, ect.), ont fait de ce type de suspensions, l'un des plus diffusés sur des véhicules de basse-moyenne gamme.

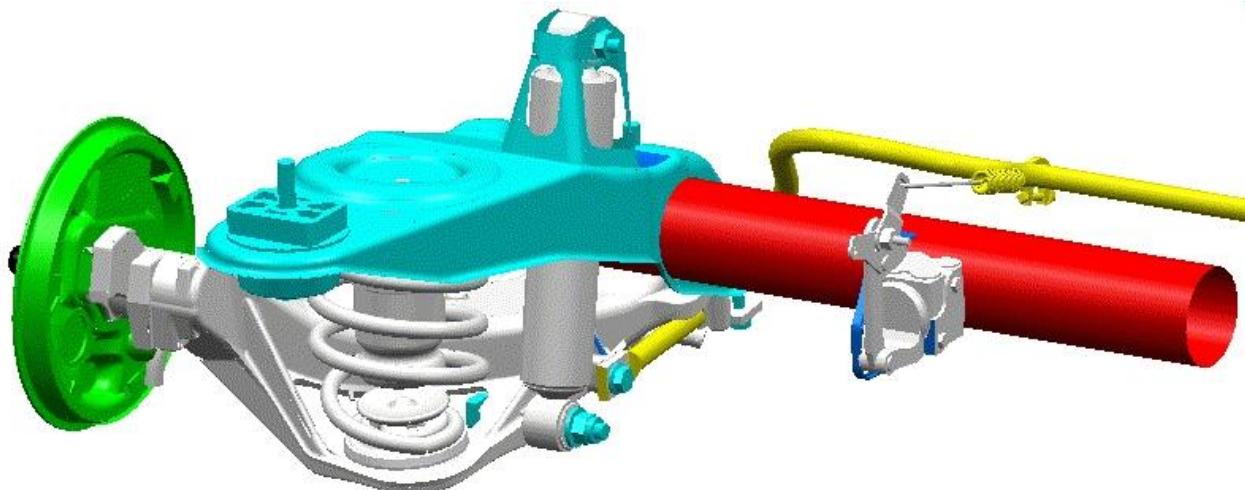
AVANTAGES :

- Simplicité de fabrication et nombre réduit de pièces
- Faible poids
- Faible coût
- Optimisation du lay-out des composants de dessous de caisse
- Pré-montage de la suspension avant son installation sur le véhicule

DESAVANTAGES :

- Limitation de l'optimisation de conduite et de confort
- Roue non guidée, avec déformations et fléchissements de l'essieu.

i. Suspensions à bras oscillants tires

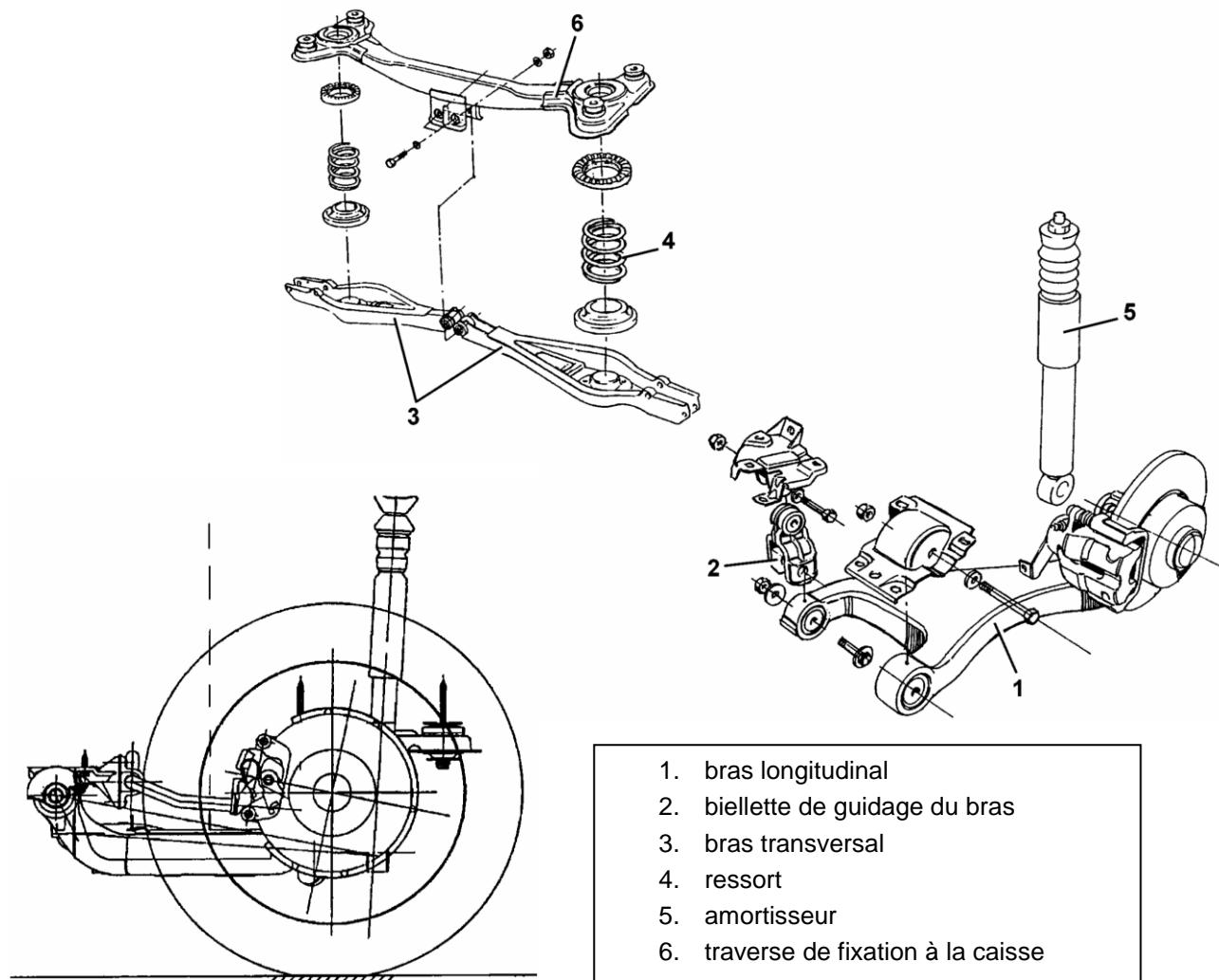


Ce schéma, très diffusé dans les segments A et B, rentre dans la catégorie des suspensions indépendantes. Les roues sont reliées chacune à un bras articulé sur le châssis. Les deux bras ont le même axe d'oscillation parallèle à l'axe transversal du véhicule. Lors des secousses, il y a donc des altérations cinématiques du pas, mais pas du pincement. L'angle de carrossage est, approximativement, égal à l'angle de roulis de la caisse.

L'essieu est constitué d'un couple de bras oscillants articulés sur une traverse liée à son tour à la caisse, à l'aide de quatre tasseaux élastiques. La traverse est constituée de deux coquilles de tôle estampée et unies entre elles par une poutre à section circulaire. Sur les coquilles, est aménagé le siège pour le logement supérieur du ressort. Le bras est réalisé dans une fonte en fusion. Il comprend le siège du logement du ressort, l'attache de l'amortisseur, les sièges pour les bagues et la flasque pour l'attache de la roue.

AVANTAGES : faible encombrement par rapport au coffre à bagages, simplicité de fabrication et faibles coûts de production, facilité d'assemblage, faible valeur des masses non suspendues.

DESAVANTAGES : perte de pincement sous une charge latérale due à un important bras de levier entre le pont d'application des charges et les réactions sur la caisse, perte de l'angle de carrossage par effet de roulis, faible flexibilité angulaire du fait de l'absence de bagues élastiques sur la charnière du bras, aucun paramètre cinématique contrôlable de façon indépendante, enfin une plus grande transmission à la caisse des vibrations dues à l'absence de bagues élastiques.

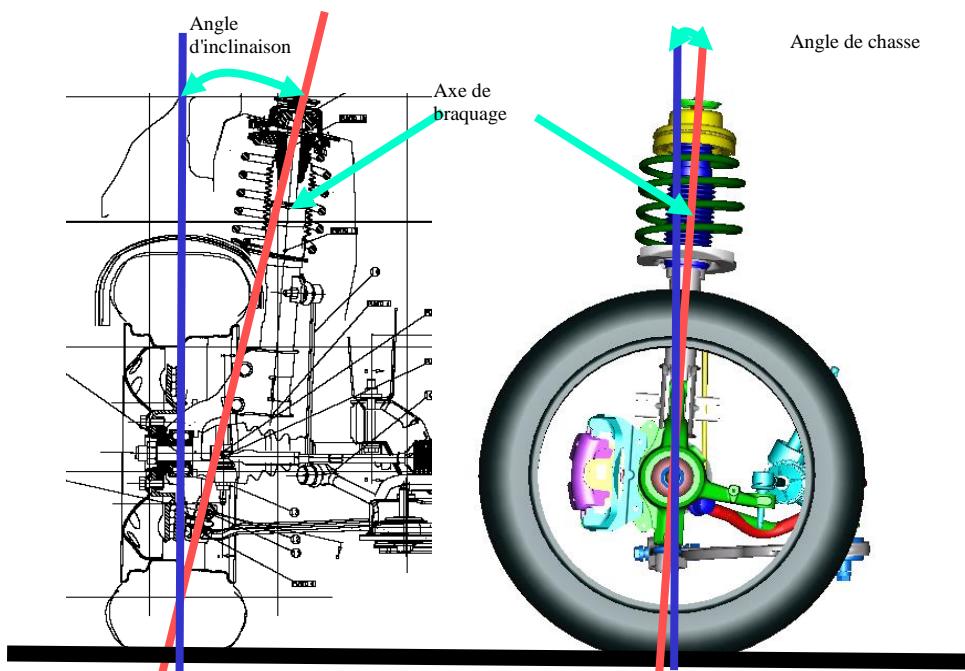
j. Suspensions à bras oscillants longitudinaux guidés

Les suspensions appelées à bras longitudinaux guidés, sont nées avec l'évolution des suspensions à bras longitudinaux tirés, avec l'ajout d'autres leviers et par la réduction de degré de liaison du bras longitudinal.

AVANTAGES : récupération du pincement sous charge latérale et longitudinale, récupération du carrossage lors de secousses, augmentation du pas sous charge longitudinale, encombrement sous plancher réduit et identique à celui de suspensions plus simples.

DESAVANTAGES : encombrement à proximité du passage de roue à cause de la présence de l'amortisseur, installation laborieuse sur le véhicule, augmentation de la complexité de fabrication.

IV. GEOMETRIE DES ROUES



DEFINITION : on définit par assiette d'un véhicule, la condition géométrique de tous les organes qui concourent à déterminer la symétrie, l'orthogonalité des essieux et la position des roues en mouvement sur le sol, aussi bien en ligne droite qu'en virage.

BUT : le but d'une bonne définition de l'assiette d'un véhicule est de conférer au véhicule une bonne qualité de braquage et aux pneumatiques une usure régulière.

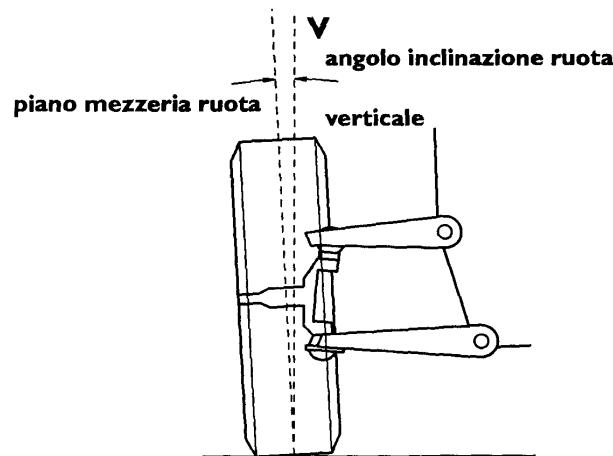
VARIATION DE L'ASSIETTE : lorsque le véhicule est en marche, de multiples forces interviennent, dans les différentes conditions de charge qui peuvent se rencontrer, générées par la résistance à l'avancement, le poids, la poussée en accélération et en décélération produite par le moteur, de la force centrifuge des freins qui tendent à modifier l'assiette géométrique.

CONTROLE DE L'ASSIETTE

Il est indispensable d'observer les conditions suivantes, lors du contrôle de l'assiette géométrique :

- Véhicule chargé
- Eliminer des jeux éventuels sur la suspension et sur la tringlerie de la direction
- Disposer le véhicule sur un sol bien nivelé
- Régler soigneusement la pression des pneumatiques
- Respecter la répartition de charge
- Eliminer les éventuelles irrégularités de fléchissement des organes élastiques des suspensions, ou le durcissement des articulations.

1. Carrossage :

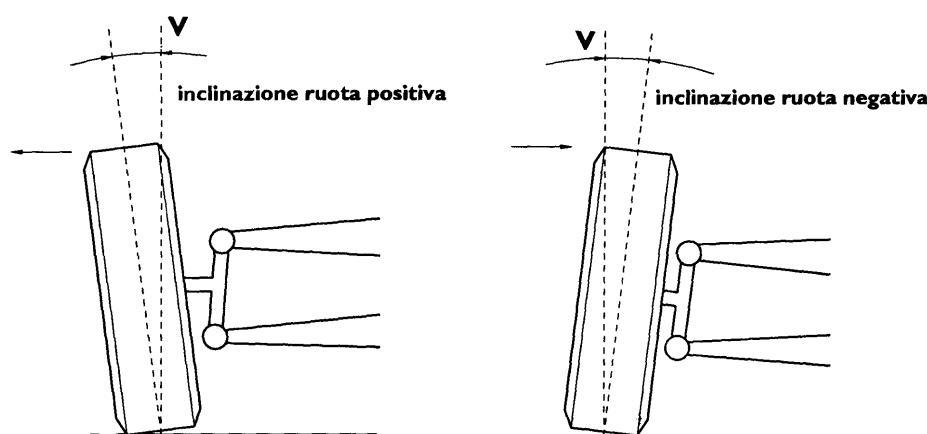


DEFINITION : c'est, en degrés, l'angle que forme le plan passant par la médiane de la roue et la verticale au sol, en observant le véhicule de face. Si la partie supérieure tend vers l'extérieur du véhicule, l'inclinaison est dite positive, et négative si elle tend vers l'intérieur.

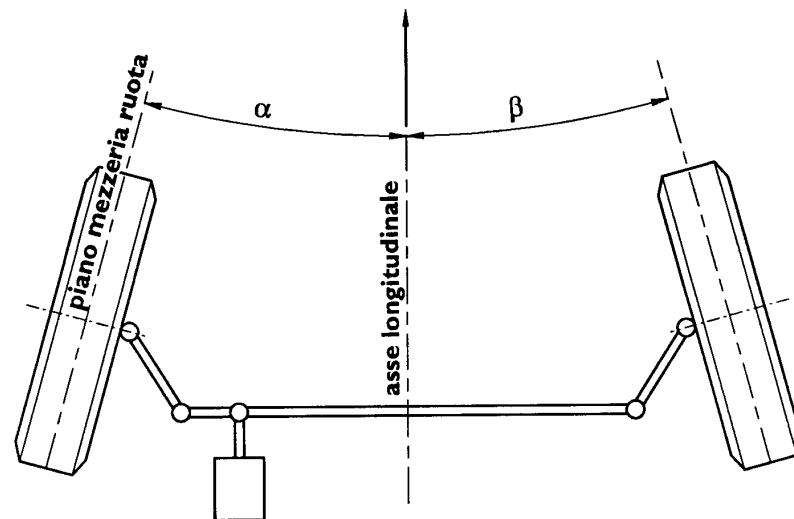
EFFETS SUR LE MOYEU DE ROUE: l'inclinaison des roues réduit la charge sur les fusées et sur le roulement extérieur du moyeu de roue, c'est-à-dire permet de transférer le poids sur le roulement intérieur de la roue qui est le plus résistant.

EFFETS SUR LE PNEUMATIQUE : un mauvais angle de carrossage entraîne une usure irrégulière, avec de profondes entailles, croissantes d'une épaule à l'autre dans le sens transversal au profil de la bande de roulement. Un carrossage excessif entraîne une usure accentuée sur l'épaule de la bande de roulement (extérieure si positive, intérieure si négative).

EFFETS SUR LE VEHICULE : un carrossage diversement réparti produit une déviation du sens de marche vers la partie où est montée la roue qui présente un angle de carrossage inférieur (dans le cas de carrossage négatif).



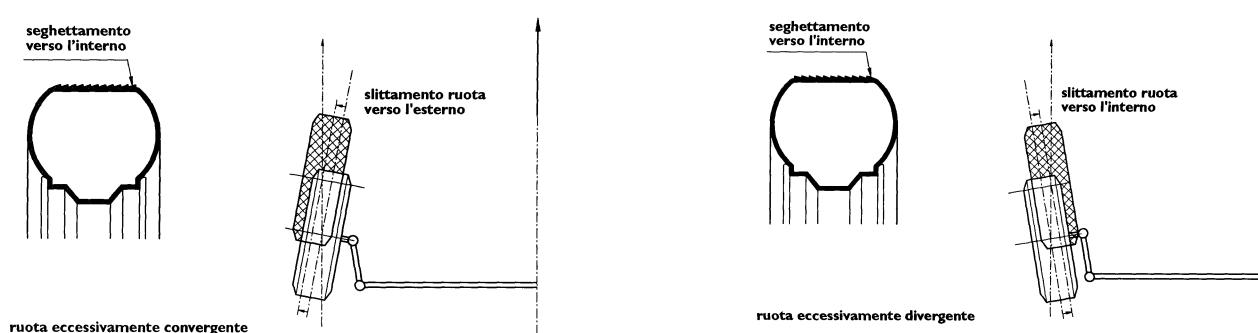
2. Pincement :



DEFINITION : le pincement de la roue est l'angle formé par le plan passant par la médiane de la roue et l'axe longitudinal du véhicule. En faisant la somme des valeurs de pincement de chaque roue (+) on obtient le pincement total. Lorsque les prolongements des plans passants par la médiane des roues tendent à se rencontrer à l'avant du sens de marche du véhicule, le pincement est dit positif. S'ils tendent à se rencontrer à l'arrière du sens de marche du véhicule, le pincement est dit négatif ou, plus brièvement divergent.

ROLES DU PINCEMENT : assurer le parallélisme des roues lors du déplacement du véhicule, contribuant ainsi à rendre plus sûre la conduite, empêcher les dérives latérales et l'usure anormale des pneumatiques.

VARIATIONS DU PINCEMENT : le pincement des roues est établie par le constructeur à une valeur telle, qu'en voyageant, dans les conditions moyennes d'utilisation du véhicule, on atteigne une valeur proche de zéro. En fait, sous l'effet de la charge, qui déforme les parallélogrammes des suspensions, sous l'effet de la poussée du moteur et sous l'effet de la résistance de la route à l'avancement, le pincement peut subir des variations de notable importance.

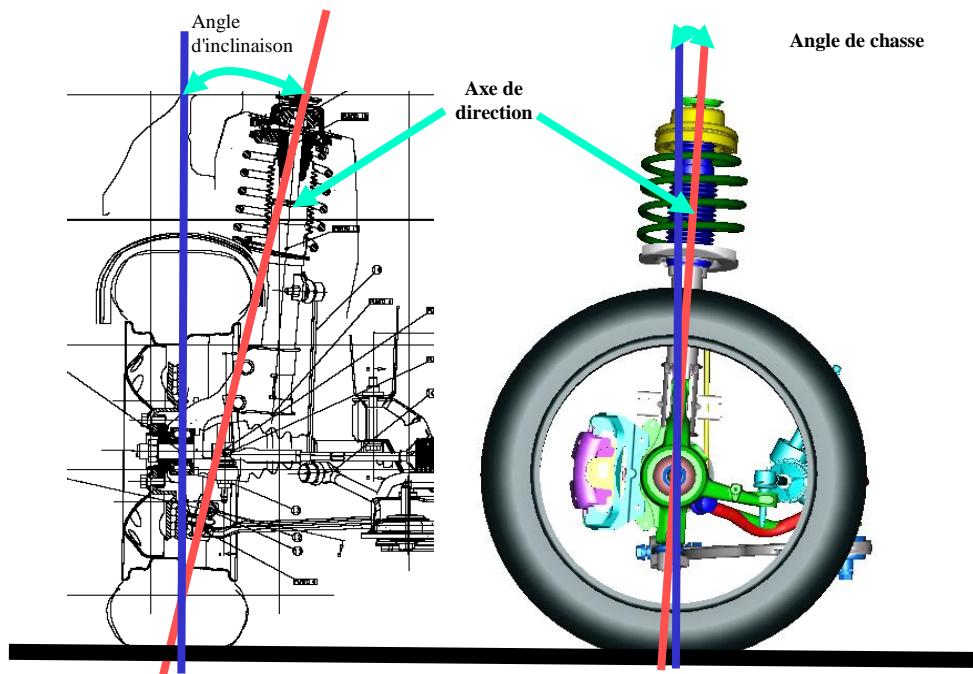


EFFETS DU PINCEMENT : les effets d'un mauvais pincement se manifestent principalement sur le pneumatique, par une usure irrégulière et accentuée de la bande de roulement, mesurable dans le sens transversal à celui de roulement, et dite "en dents de scie".

La roue présentant un PINCEMENT POSITIF excessif, tend à glisser de l'intérieur vers l'extérieur. Donc, à la suite d'un bref trajet se produit une dentelure transversale sur le profil de la bande de roulement.

La roue qui présente un PINCEMENT NEGATIF excessif (ou divergence), tend à glisser de l'extérieur vers l'intérieur, en produisant ainsi sur la bande de roulement, une dentelure allant dans le sens inverse de celui du pincement positif.

3. Angles d'inclinaison du montant :



3.1 Angle d'inclinaison transversale du montant :

DEFINITION : c'est l'angle, mesuré en degrés, que forme la ligne passant par le montant et la verticale au sol. Cet angle est considéré de signe positif lorsque la prolongation de l'axe montant se rapproche de la roue au point de contact avec le sol (mouvement contraire à l'inclinaison de la roue).

BUT

Les buts principaux de l'angle d'inclinaison transversale du montant sont :

- Diminuer le déport au sol
- Créer un phénomène de retour des roues en position rectiligne après avoir effectué un braquage, et à les maintenir dans cette position si, en rencontrant un obstacle, elles cherchent à dévier de leur trajectoire.

3.2 Angle de chasse (inclinaison longitudinale du montant) :

DEFINITION : c'est l'angle, mesuré en degrés, que forme la ligne passant par le montant et la verticale au sol, en observant le véhicule latéralement. Cet angle est considéré de signe positif ou négatif suivant les critères illustrés sur le schéma.

BUT : créer, un phase de braquage, un moment de retour qui tend à ramener les roues en position rectiligne.

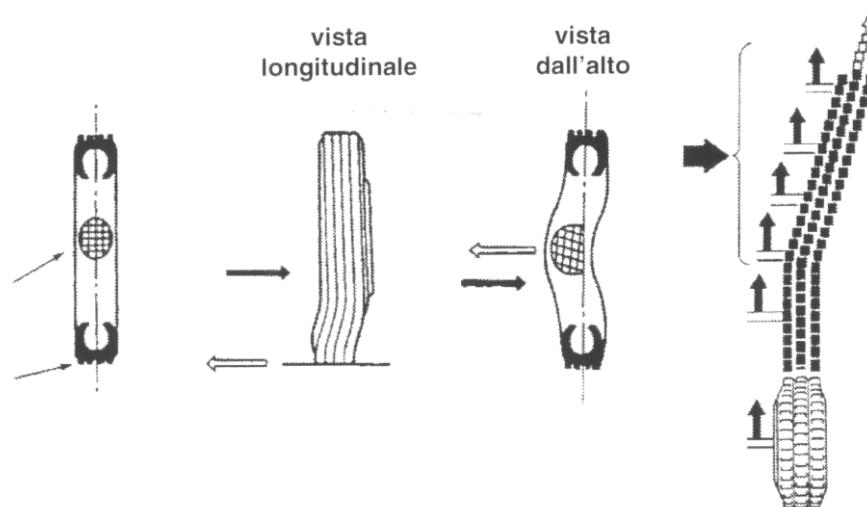
IMPORTANCE DE LA CHASSE : l'angle de chasse positif au montant, produit deux phénomènes très importants concernant la marche du véhicule. Le premier, est la stabilité en marche rectiligne en évitant les phénomènes de papillonnement des roues et les répercussions possibles sur la conduite et le retour relatif du volant après avoir pris un virage. Le second, est le couchage des roues qui se produit

lors d'un braquage et qui se manifeste comme une variation d'inclinaison de la roue en braquage. Avec un angle de chasse négatif, on constate des phénomènes inverses à ceux précédemment décrits.

EFFETS DE LA CHASSE SUR LE PNEUMATIQUE : il ne se manifeste habituellement aucun type d'usure caractéristique.

EFFETS DE LA CHASSE SUR LE VEHICULE : une valeur de chasse insuffisante conduit à un faible retour de la direction et un possible dérapage du véhicule. Une valeur excessive provoque une conduite fatigante (instabilité en virage) et un violent retour de la direction. Des valeurs diversement réparties génèrent une traction vers le côté du véhicule où l'angle est inférieur.

3.2.1 Dérive du pneumatique :



ORIGINE : un véhicule en mouvement subit l'influence de différentes forces transversales constantes ou occasionnelles, parmi lesquelles l'inclinaison de la chaussée, le vent latéral et la force centrifuge. Ces forces, en s'appliquant sur la masse du véhicule, produisent des efforts latéraux sur les pneumatiques qui en modifient la trajectoire. Ce phénomène est appelé dérive du pneumatique.

CAUSE

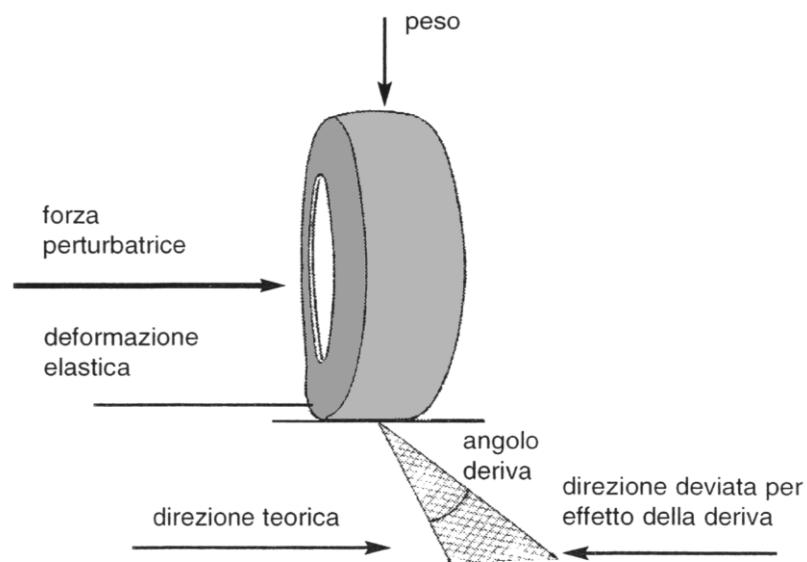
La dérive d'un pneumatique est influencée par une série de causes parmi lesquelles on trouve :

- Pression de gonflage faible
- Caractéristiques de fabrication du pneu privilégiant le confort
- Bande de roulement très renforcée
- Position du barycentre du véhicule
- En général, plus grandes seront les forces qu'un pneumatique transfert au sol, et plus il sera sujet à dérive, même si l'une de celles-ci (le poids de charge) favorise l'effet opposé, c'est-à-dire la diminution de la dérive.

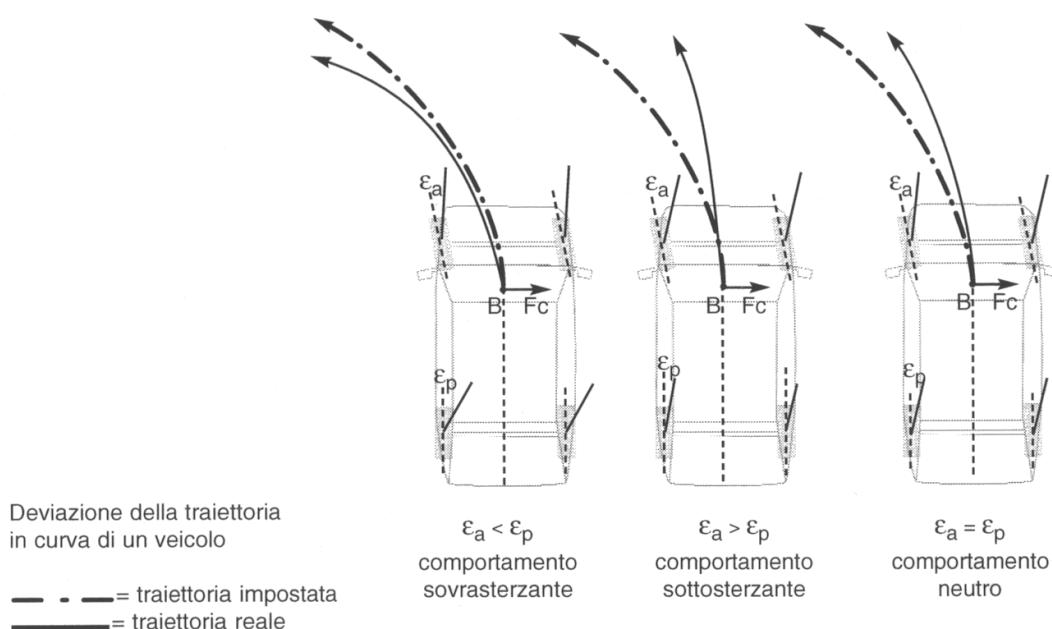
POSITION DU BARYCENTRE : difficilement, comme cela serait optimal en présence d'une répartition équilibrée des poids, le barycentre est positionné au centre des deux essieux. La position du moteur et de la B.V. déplacent fréquemment la position du barycentre vers l'avant-train ou l'arrière-train.

EFFETS SUR LA DERIVE : les forces perturbatrices latérales, comme une rafale de vent ou la force centrifuge due à une charge, qui agissent sur le barycentre, appliquent une force transversale sur les pneus les plus proches du barycentre qui donc, disposeront d'un angle de dérive supérieur aux autres.

TYPE DE TRACTION : l'angle de dérive est croissant avec l'augmentation des forces longitudinales de traction et de freinage. En cas de traction AV, il en résultera un dérive des pneus plus importante du train AV, et vice-versa, en cas de traction AR ceux du train AR. Dans l'hypothèse d'une traction intégrale, l'augmentation de l'angle de dérive sera proportionnel au pourcentage de forces tractantes réparti sur les deux essieux.



3.2.2 Dérive du véhicule :



La différence de dérive des pneus appartenant à deux essieux est responsable du comportement du véhicule en virage, en déterminant des phénomènes de sous virage et de survirage.

SOUSVIRAGE : on définit par sous virage, la tendance du véhicule en virage à parcourir une trajectoire avec un rayon de braquage supérieur à celui imposé par la direction. Dans cette situation, le véhicule se porte sur une trajectoire plus large qui limite l'action de la force centrifuge et l'angle de dérive des pneus AV.

SURVIRAGE : on définit par survirage, la tendance à serrer la trajectoire imposée par le volant. Dans ce cas, le véhicule a tendance à parcourir une trajectoire avec un rayon de braquage inférieur à celui imposé. Cela entraîne une augmentation de la force centrifuge et du survirage.

TRAVAUX PRATIQUES

TP1- CONTRÔLER LES PNEUMATIQUES

Objectif:

- Mettre le véhicule en conformité avec le code de la route et, en cas d'usure anormale, de diagnostiquer un défaut du train roulant.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Le code de la route
- Un manomètre de pression de gonflage.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

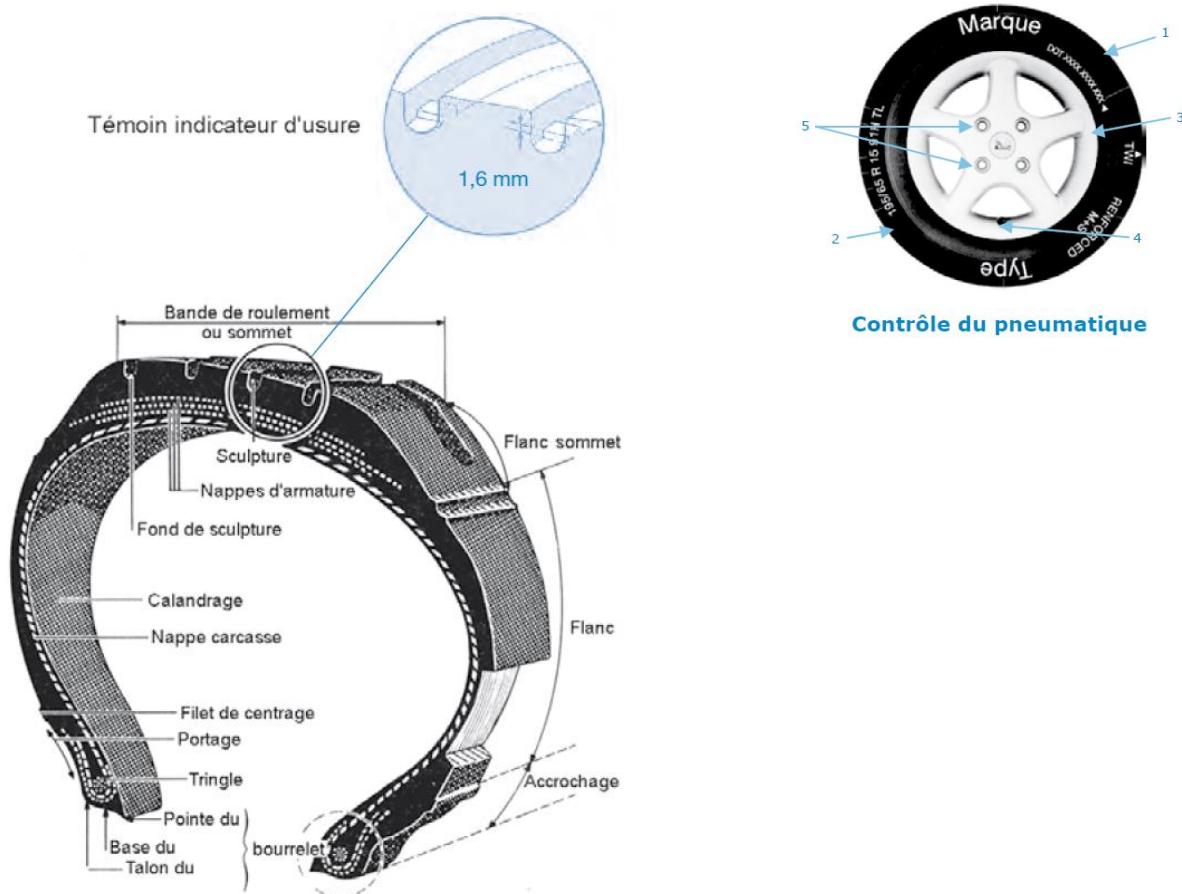
Relever dans la revue technique du véhicule

> Les dimensions du pneumatique et de la roue préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.

> Les pressions de gonflage préconisées.

Contrôler

1. La pression des pneumatiques : une baisse régulière de la pression dans un pneu provient en général d'une fuite au niveau de la bande de roulement (clou, vis...). Ne pas ôter le corps étranger sans avoir repérer le trou au démontage, à l'aide d'une craie par exemple.

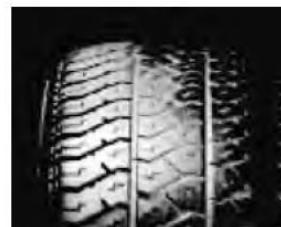


2. Examiner les pneus sur le véhicule par train (train avant et train arrière), sans oublier la roue de secours.

3. Contrôler chaque pneumatique et roue dans l'ordre suivant :

- 1- la bande de roulement (usure, coupures, corps étrangers),
- 2- le flanc (dimensions, coupures, craquelures),
- 3- l'accrochage et le bord de la jante (chocs, rouille, déformation),
- 4- la valve (présence du bouchon, cisaillement),
- 5- la fixation de la roue (vissage, ovalisation des trous),
- 6- l'état du capteur de surveillance électronique de pression s'il existe.

Usures prématuées des pneumatiques



Usure du milieu de la bande de roulement :

Cette usure est provoquée par une trop forte tension sur les flancs du pneumatique. Soit à cause d'un surgonflage, soit à cause d'un pneumatique surdimensionné par rapport à la taille de la jante.

Usure des bords extérieurs :

Cette forme d'usure est due à un sous gonflage du pneumatique, ou à une surcharge du véhicule.

Usure croissante d'un bord à l'autre sans bavures :

Un excès de carrossage ou de contre carrossage, une suspension affaissée, une fusée faussée ou une déformation de l'essieu, peuvent entraîner cette forme d'usure.

Usure croissante d'un bord à l'autre avec présence de bavures :

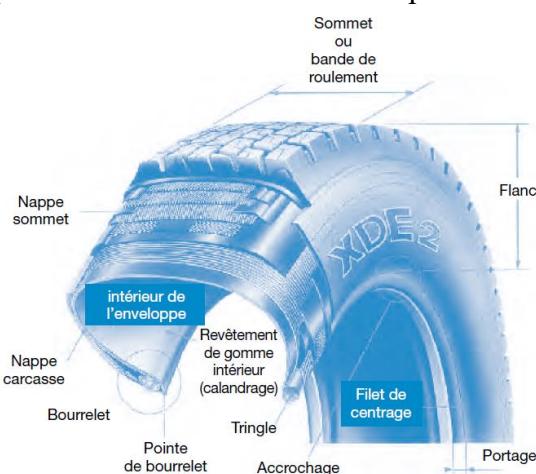
Cette forme d'usure est due à un parallélisme incorrect. Si les bavures se sentent en tirant la main vers l'extérieur, il y a pincement. Si les bavures se sentent en poussant la main vers l'intérieur, il y a ouverture.

Définir le pourcentage d'usure de chaque pneu

1. Observer la bande de roulement à l'endroit le plus usé.

2. Pourcentage d'usure : un pneu neuf est bien entendu usé à 0 %. Il est usé à 100 % lorsque la profondeur de la sculpture atteint 1,6 mm et que les témoins d'usure affleurent.

3. On peut donc graduer les usures entre les deux extrêmes. Une usure est dite normale lorsque tous les points de la bande de roulement présentent le même pourcentage d'usure.



Usure des 2 bords intérieurs : ouverture



Usure des 2 bords extérieurs : pincement

Diagnostiquer Principales usures anormales caractéristiques:

> **Usure symétrique** de la bande de roulement sur les deux bords extérieurs : sousgonflage fréquent qui peut s'accompagner d'un décollement de calandrage.

> **Usure asymétrique** décroissante d'une épaule à l'autre :

- Surface râpeuse : défaut de parallélisme (l'usure par défaut de parallélisme se répartit d'une manière égale sur les deux roues d'un même essieu).

- Surface lisse : défaut de carrossage.

> **Usure des deux bords intérieurs** : trop d'ouverture.

> **Usure des deux bords extérieurs** : trop de pincement.

> **Usure en facettes** : défaut d'amortisseur.

À NOTER

La plupart des véhicules roulent sous-gonflés. Il est préférable d'ajouter systématiquement 0,2 bar aux pressions préconisées et 0,5 bar à l'arrière en cas de véhicule très chargé ou de traction d'une caravane

TP2- REMPLACER UN PNEUMATIQUE (A LA TABLE DE MONTAGE)

Objectif:

- Remplacer un pneumatique en évitant toute détérioration du bourrelet.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Une table de montage
- Deux démonte-pneus
- Un démonte obus
- Le lubrifiant spécial pneus
- Un manomètre de pression de gonflage
- Le pneu neuf.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.
- > La pression de gonflage préconisée.

Préparer

- IL faut effectuer tous les contrôles de la fiche précédente.

REALISER L'INTERVENTION

Démonter

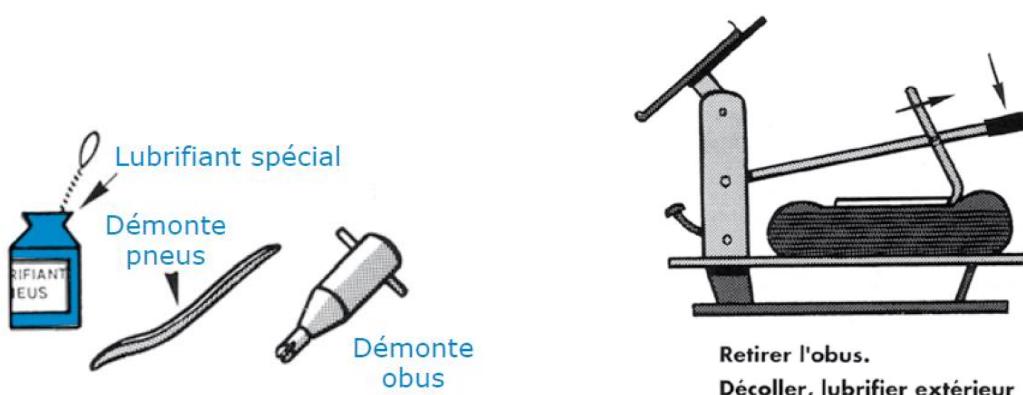
1. **Repérer** les masses d'équilibrage sur le pneumatique chaque côté de la roue (à la craie) si on remonte le même pneumatique.

Dans le cas du remplacement du pneumatique retirer les masses d'équilibrage.

2. **Déposer** l'obus à l'intérieur de la valve.

3. **Décoller** le bourrelet extérieur par des pressions successives espacées d'environ 10 cm et en évitant d'agir à l'endroit de la valve. Lubrifier au fur et à mesure. Positionner la roue sur le support, position inclinée, valve en haut.

4. **Enfoncer** le bas du bourrelet dans le creux de la jante. Utiliser les démonte-pneus côté plat, commencer près de la valve. Tout en basculant le levier, appuyer sur le flanc opposé de l'enveloppe pour placer le bourrelet en fond de gorge de jante. Engager ensuite le second levier côté plat à 10 cm environ à droite de la valve puis le basculer.



5. Placer le support verticalement. Dégager le côté intérieur, bas du bourrelet dans le creux de jante en utilisant les démonte pneus côté recourbé pour venir crocheter le bord de la jante. S'assurer que le bourrelet de l'enveloppe est bien au fond de la gorge de la jante. Basculer le levier sans forcer vers l'extérieur. Engager un deuxième levier côté recourbé le long du siège de la jante, entre le bourrelet de l'enveloppe et le bord de la jante. Basculer ce levier et l'enveloppe se dégage de la jante.

Contrôler (voir fiche précédente)

1. **Bande de roulement :** usure et profondeur des sculptures, 1,6 mm minimum.
2. **Flancs :** déchirures, coupures.
3. **Intérieur (calandrage) :** corps étrangers métalliques, déchirures, cloques.
4. **Roue :** chocs, oxydation, valve.
5. **Nettoyer** si nécessaire la jante.



Démontage par excentrage

Monter

1. **Changer** la valve.
2. **Placer** la roue sur le support incliné.
3. **Repérer** le côté extérieur du pneumatique, s'il n'a pas de côté marqué ou une flèche indiquant le sens de roulage, monter à l'inscription « DOT » le côté extérieur.
4. **Lubrifier** les deux bourrelets. Engager le premier bourrelet (intérieur) à la main jusqu'à son coincement puis terminer le montage avec un levier en utilisant le côté recourbé tout en appuyant de la main gauche sur l'épaule extérieure de l'enveloppe.
5. **Remonter** le bourrelet extérieur de préférence sans outil.
6. **Enlever** la roue du support. Gonfler au-dessus de la pression préconisée pour favoriser le centrage (3,5 bars).
7. **Laisser** chuter un peu la pression, mettre en place l'obus et ramener à la pression préconisée.
8. **Vérifier** l'étanchéité de l'ensemble dans un bac à eau.

Remarque : Si le même pneumatique est remonté (en cas de crevaison par exemple) et que les positions des masses d'équilibrage par rapport au flanc ont été repérées, il n'est pas nécessaire de rééquilibrer la roue.

À NOTER

Le démontage/montage à la machine utilise le même principe qui consiste à entrer d'un côté dans le creux de la jante pour excenter le pneu et éviter ainsi la rupture des tringles.

TP3- REMPLACER UN PNEUMATIQUE (A LA MACHINE A PNEUS)

Objectif:

Remplacer un pneumatique en évitant toute détérioration du bourrelet.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

Une table de montage

Deux démonte-pneus

Un démonte obus

Le lubrifiant spécial pneus

Un manomètre de pression de gonflage

Le pneu neuf.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

> Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.

> La pression de gonflage préconisée.

Préparer

Il faut effectuer tous les contrôles de la fiche précédente.

REALISER L'INTERVENTION

Relever dans la revue technique du véhicule

> Les dimensions du pneumatique préconisée par le constructeur pour le type de véhicule concerné.

> La pression de gonflage préconisée.

Préparer

> Il faut effectuer tous les contrôles de la fiche précédente.

RÉALISER L'INTERVENTION

Démonter

1. Décoller l'enveloppe d'un côté et de l'autre du pneumatique (ne pas décoller face à la valve).

2. Poser la roue sur le support horizontal et la maintenir par les griffes de l'appareil.

3. Abaisser le porte-outil jusqu'à ce que la face intérieure de l'outil vienne en contact contre le bord la jante et faire monter le bourrelet sur le guide.

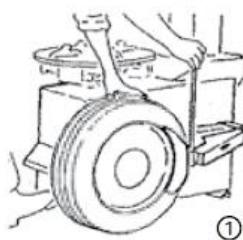


Machine à pneus

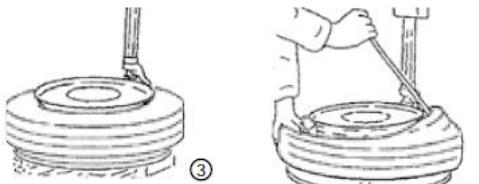
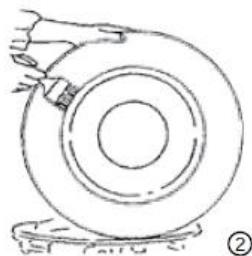
4. Pousser l'enveloppe vers le bas de la jante du côté opposé à l'outil pour faciliter la montée du talon. Faire tourner le plateau dans le sens horaire.

5. Répéter l'opération sur le deuxième talon.

Décollage de l'enveloppe



Lubrifier



Montage de l'enveloppe

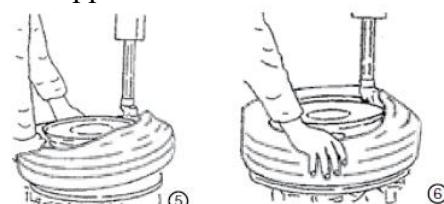
Démontage de l'enveloppe

Contrôler

1. **Bande de roulement** : usure et profondeur des sculptures, 1,6 mm minimum.
2. **Flancs** : déchirures, coupures.
3. **Intérieur (calandrage)** : corps étrangers métalliques, déchirures, cloques.
4. **Roue** : chocs, oxydation, valve.
5. **Nettoyer** si nécessaire la jante.

Monter

1. **Nettoyer** la jante et remplacer la valve (si pneu neuf).
2. **Repérer** le sens de montage de l'enveloppe (DOT à l'extérieur ou sens de roulage → flèche).
3. **Lubrifier** les talons de l'enveloppe.



Démontage/montage à la machine

4. **Placer** l'enveloppe sur la jante et mettre en place le porte outil comme lors du démontage de l'enveloppe.
5. **Placer** la valve 10 cm avant l'outil dans le sens horaire.
6. **Placer** le talon sous le bec de l'outil et au-dessus du rouleau puis manuellement engager l'enveloppe sur la jante dans le sens horaire jusqu'à obtenir une résistance.
7. **Actionner** ensuite le plateau dans le sens horaire pour mettre en place le premier talon de l'enveloppe.
8. **Répéter** la même opération pour le deuxième talon en engageant bien le talon dans le creux de jante sinon destruction de l'enveloppe.
9. **Libérer** la jante du plateau et gonfler le pneu à la pression de 3,5 bars. Laisser chuter la pression et mettre l'obus. Gonfler le pneu à la pression préconisée.

À NOTER

Il est nécessaire de bien régler la machine pour éviter toute détérioration du pneu ou de la jante.

TP4- ÉQUILIBRER UNE ROUE

Objectif:

Compenser par des masses les balourds du pneumatique, qui ont tendance à provoquer des réactions dans la direction (vibrations) et la suspension.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une équilibreuse de roues
- Pince pour la pose – dépose masses
- Outilage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

> Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.

> La pression de gonflage préconisée pour l'avant et l'arrière.

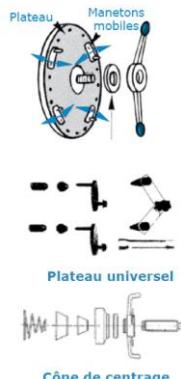
Préparer

La roue

1. Laver la roue pour éliminer toute trace de boue, notamment à l'intérieur.
2. Sécher à l'air comprimé.
3. Éliminer les cailloux coincés dans les sculptures.



Equilibreuse de roues



La machine

1. Adapter le plateau au système de fixation de la roue :

soit c'est un **plateau universel avec manetons** :

- Mesurer l'entre - axe des trous de fixation et positionner les manetons sur le plateau (nombre et entre - axe).
- Il faut tout d'abord placer un maneton dans le trou 0 du plateau et l'ergot du maneton dans l'encoche zéro du disque à encoches.
- Monter ensuite le nombre de manetons suivant le nombre de trous de fixation de la roue à équilibrer en les positionnant.
- Serrer à la main les écrous de fixation des manetons puis bloquer à la clé.

soit c'est un **cône de centrage par le trou central** :

- Visser la vis de broche sur l'axe du plateau universel.
- Positionner le ressort et le cône contre le plateau.
- Monter la roue sur le cône.
- Serrer la roue grâce à l'écrou de serrage rapide.

2. Étalonner la machine en affichant la largeur du boudin ou de la jante (à l'aide du compas), le diamètre de roue (valeur relevée sur le pneumatique) et le déport (à l'aide de la pige de déport). Appuyer sur la touche correspondante.

Principe

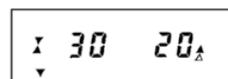
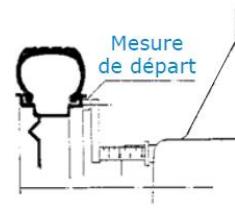
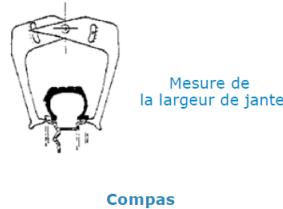
1. Équilibrage dynamique :

- C'est la partie du balourd se trouvant en déport par rapport à l'axe de pivotement et provoquant des oscillations.

- Il faut placer la masse sur le bord extérieur de la jante diamétralement opposé au défaut.

2. Équilibrage statique :

- C'est la partie du balourd se trouvant dans le plan de l'axe de pivotement (plan neutre).
- Il faut placer la masse sur le bord intérieur de la jante diamétralement opposé au défaut.



Exemple de résultat de mesure

Contrôler

- 1. Abaisser** le carter de protection et entraîner la roue en rotation.
- 2. Lire** les valeurs indiquées en statique et en dynamique. La valeur lire à gauche donne le balourd intérieur et à droite celui de l'extérieur
- 3. Équilibrer** s'il y a plus de 10 g de défaut.

Équilibrer

Cette procédure est un exemple. Dans tous les cas consulter la notice de l'équilibreuse utilisée.

- 1. Enlever** les anciennes masses.
- 2. Entrainer** la roue en rotation.
- 3. Arrêter** la roue.
- 4. Repérer** les positions des masses indiquées par la machine.
- 5. Balourd intérieur** : faire tourner la roue pour que les 2 extrémités des flèches, situées à gauche sur l'afficheur, soient en position opposées. Bloquer la roue et poser la masse à l'intérieur de la jante à midi.
- Balourd extérieur** : procéder de la même manière que précédemment avec les flèches situées à droite de l'afficheur
- 6. Fixer** les masses.
- 7. Après** avoir mis en place les masses d'équilibrage, **procéder** à un nouveau lancement de la roue pour vérifier l'équilibrage. L'afficheur doit indiquer 0 0.

À NOTER

Il est nécessaire de prendre les masses de la bonne valeur et adaptées au rebord de jante (jante alu...) sinon celles-ci risquent de tomber en roulage et cela va provoquer des vibrations dans le volant.
Certaines machines permettent d'équilibrer les roues sans les déposer. Elles présentent l'avantage d'équilibrer en même temps tous les éléments tournants (disques, moyeux). Mais on ne peut pas permute une roue équilibrée ainsi sans refaire un équilibrage complet.

TP5- PRÉPARER AU CONTRÔLE DE LA GÉOMÉTRIE DU VÉHICULE

Objectif:

Faire un pré-contrôle du train avant nécessité par un véhicule dont la tenue de route ou l'usure des pneus est anormale.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un double- mètre
- Une fiche de relevé de contrôle
- L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > Les dimensions du pneumatique préconisées par le constructeur pour le type de véhicule concerné.
- > La pression de gonflage préconisée.
- > La voie et l'empattement du véhicule.
- > La valeur en mm du parallélisme, s'il s'agit de pincement ou d'ouverture.

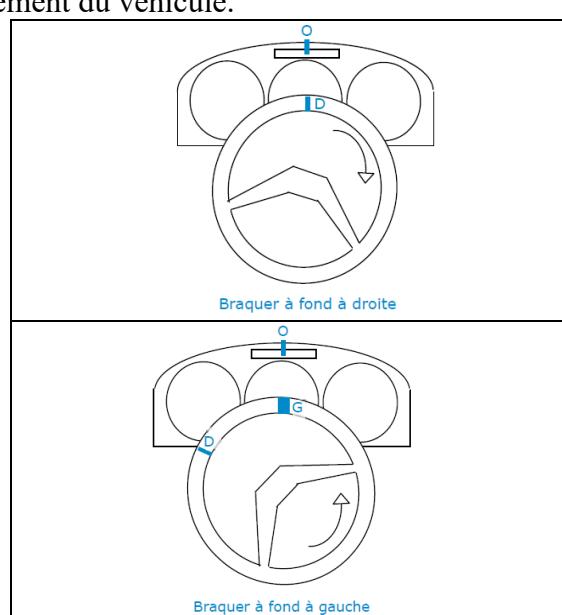
Préparer (contrôles préliminaires)

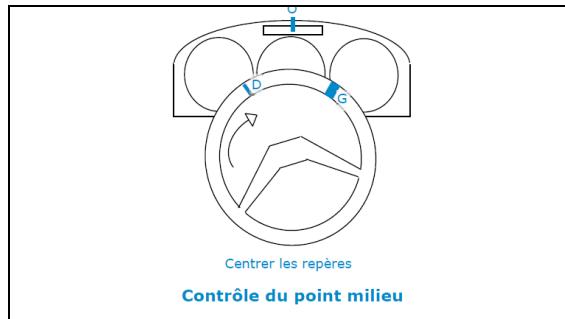
1. Contrôler la conformité des dimensions des pneus, l'état, la pression etc. (voir fiche 41).
2. Contrôler la suspension (voir fiche 38).
3. Contrôler les jeux :
 - dans les roulements,
 - dans les rotules,
 - dans la direction.
4. Placer le véhicule sur un sol plat.
5. Oter le frein à main.

CONTRÔLER – MESURER

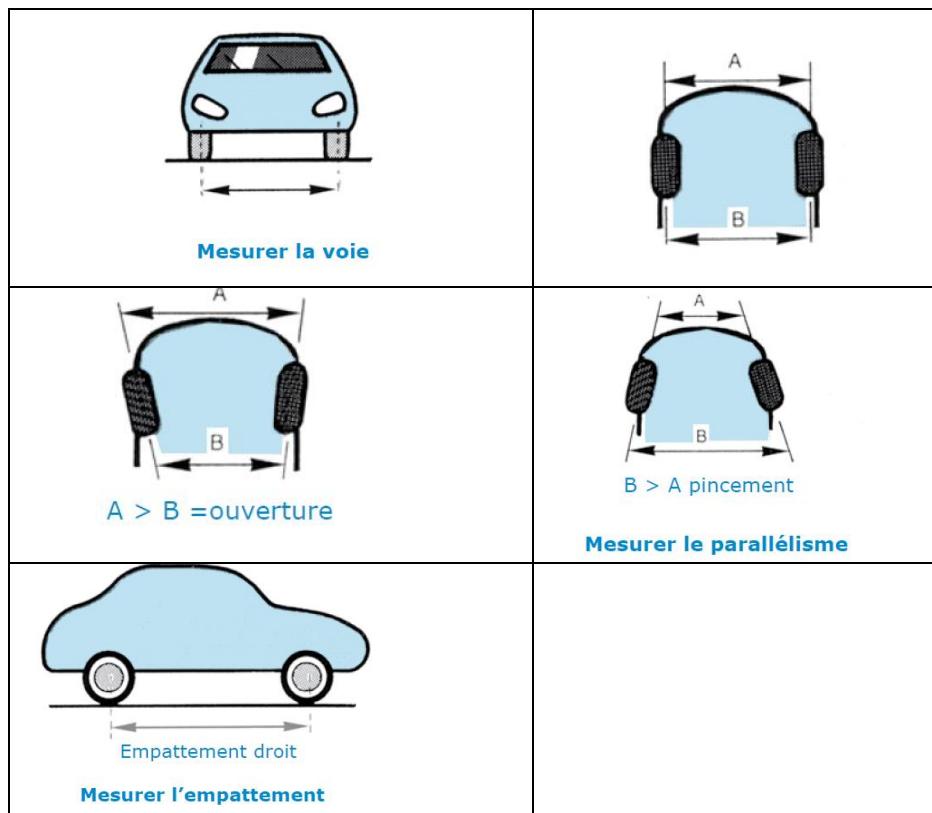
Contrôler le point milieu

1. Braquer le volant à fond à droite puis braquer jusqu'en butée à gauche en comptant les tours et les fractions de tours.
2. Diviser le nombre trouvé par 2.
3. Revenir vers la droite de ce nombre, le volant doit alors se trouver en position ligne droite, les roues doivent être dans l'alignement du véhicule.





4. Déposer le volant et **recentrer**-le sur la colonne de direction (suivre les recommandations du constructeur pour la dépose de l'airbag) si le volant n'est pas centré.



Mesurer

1. Ne pas lever le véhicule.

2. Mesurer la voie avant à l'aide d'un mètre, de l'axe du pneu gauche à l'axe du pneu droit.

3. Faire deux mesures : A à l'avant des roues, B à l'arrière des roues :

- la différence des deux côtes A - B doit être égale à la valeur indiquée par le constructeur (parallélisme),
- si la côte A est supérieure à la côte B, le parallélisme est en ouverture,
- si la côte B est supérieure à la côte A, le parallélisme est en pincement,
- si on trouve un pincement, alors qu'il est demandé de l'ouverture, il faudra procéder à un contrôle précis du parallélisme.

4. Mesurer les empattements gauche et droit du véhicule en position ligne droite.

Nota : Si on constate une différence de mesure par rapport aux valeurs constructeur, il est nécessaire de procéder à un contrôle complet des trains avant et arrière à l'aide d'un appareil de mesure des trains roulants.

À NOTER

Pour un contrôle complet du train avant avec l'appareil, consulter la fiche suivante.

TP6- CONTRÔLER LA GÉOMETRIE DU TRAIN AVANT

Objectif:

- Déetecter les causes d'une mauvaise tenue de route, d'une usure anormale des pneumatiques.
- Contrôler les trains roulants et régler le parallélisme dans le cas, par exemple, d'un remplacement de rotule de direction.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé de contrôle
- L'outillage courant
- Un pont
- Un banc de contrôle de trains roulants.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

> Les valeurs des angles :

- de carrossage,
- de chasse,
- d'inclinaison de pivot, et les noter sur la fiche de relevé.

> Les points de réglage possibles pour le parallélisme et les angles du train avant, s'ils sont réglables.

Préparer

1. Placer le véhicule sur le pont et positionner le bien centré.

2. Effectuer les contrôles préliminaires (voir fiche précédente).

3. Contrôler la position du point milieu (voir fiche précédente).

4. Vérifier les hauteurs sous coque (hauteurs de caisses).

5. Effectuer le montage des têtes de mesure et des plateaux pivotants :

• Monter et brancher les têtes de mesure. Vérifier en tirant sur les têtes qu'elles ne peuvent pas tomber.

Mettre en place les systèmes anti-chute s'ils existent. Mettre sous tension le banc de train roulant.

• Lever le véhicule et placer les plateaux pivotants sous les roues avant. Placer des cales de rattrapage de hauteur sous les roues arrière si nécessaire ou bien libérer les plaques à billes arrière.

6. Effectuer la compensation du voile : À l'aide de la notice du banc de trains roulants, effectuer l'opération de compensation du voile. C'est-à-dire annuler le voile de chaque roue (quelques fois appelée, neutralisation du voile ou improprement « dévoilage »).



Appareil de contrôle des trains roulants

CONTRÔLER – MESURER

1. Effectuer le diagnostic complet : A l'aide de la notice du banc de trains roulants effectuer toutes les opérations nécessaires au diagnostic complet.

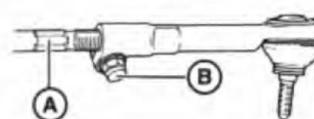
Nota : Pour la mise en place du presse pédale de frein, démarrer le moteur pour bénéficier de l'assistance de freinage. Lors des braquages, s'assurer que les têtes ne touchent pas les ailes, le pare-chocs ou une partie du pont.

2. Relever les valeurs du véhicule et noter-les dans le tableau ci-joint.

3. Rechercher les valeurs constructeurs (à noter dans le tableau) et les angles réglables sur ce véhicule.

Tableau de contrôle

Angles avant	Valeurs constructeur		Valeurs relevées		Conclusion
	Maxi	Mini	Gauche	Droite	
Parallélisme total					
Parallélisme partiel					
Carrossage					
Chasse					
Pivot					
Angle inclus					
Angles arrière	Maxi	Mini	Gauche	Droite	Bon / Mauvais
Parallélisme total					
Parallélisme partiel					
Carrossage					
Angle de poussée					



Exemple de réglage : Le réglage du parallélisme s'effectue en tournant la biellette en (A) après avoir desserré la vis (B).

4. Effectuer la comparaison des différentes valeurs.

5. Régler le parallélisme : Positionner la direction au point milieu, placer le bloc volant et régler le parallélisme. Serrer les vis ou écrou de réglage au couple. Centrer le volant si nécessaire.

6. Contrôler tous les angles des trains.

7. Régler tous les angles réglables.

8. Ranger complètement le banc de train roulant. Retirer le bloc volant, le presse pédale, les plateaux avant et les cales sous les roues arrières.

À NOTER

Comparer les valeurs trouvées avec celles du constructeur pour parfaire le diagnostic. Quelque soit le banc de contrôle utilisé effectuer les mêmes opérations en respectant le même ordre chronologique. Dans tous les cas, suivre scrupuleusement la notice fournie avec le banc de contrôle.

TP7- REMPLACEMENT D'UN ROULEMENT DE ROUE

Objectifs:

- Contrôler et remplacer un roulement de roue en respectant les règles de sécurité
- Utiliser correctement une presse hydraulique.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Un roulement neuf
- Une presse hydraulique
- Une pince à circlips
- Une guillotine
- Un arrache roulement et l'outillage courant.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

> La méthode de dépose repose du pivot.

> Les couples de serrage.

Préparer

1. Contrôler le bruit et le jeu des roulements des 4 roues sans aucun démontage. Pour le contrôle du jeu, placer les mains verticalement de chaque côté de la roue, puis bouger la roue pour estimer le jeu.

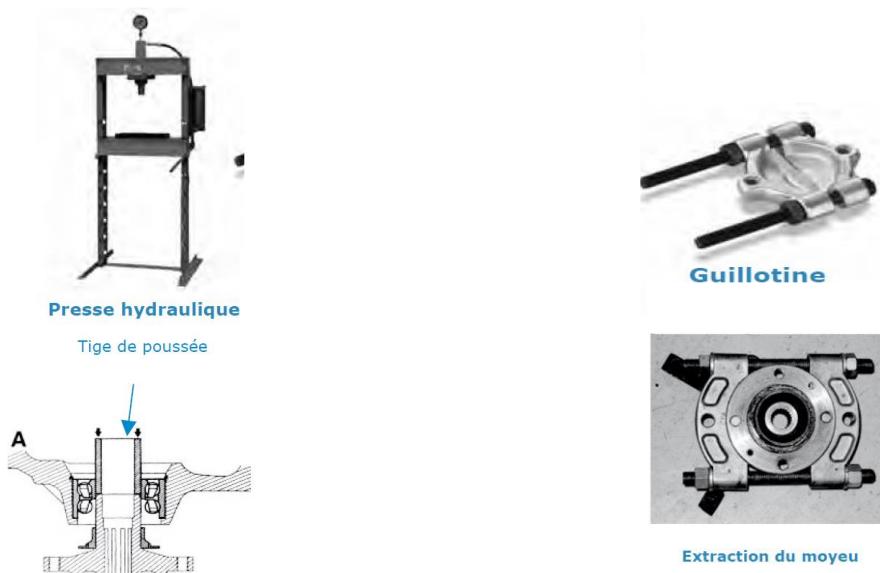
2. Déposer le pivot du côté concerné du véhicule

Démonter

Le pivot étant déposé.

1. Extraction du moyeu du roulement :

- placer la guillotine entre le pivot et le moyeu,
- immobiliser la guillotine dans la presse avec le moyeu tourné vers le bas,
- placer une tige de poussée d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre intérieur du roulement entre le vérin et le moyeu,
- pomper pour descendre le vérin et extraire le moyeu (ne pas laisser tomber le moyeu).

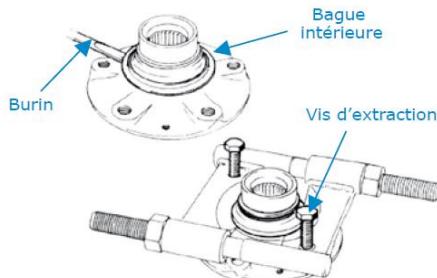


2. Extraction de la bague intérieure du roulement restée sur le moyeu :

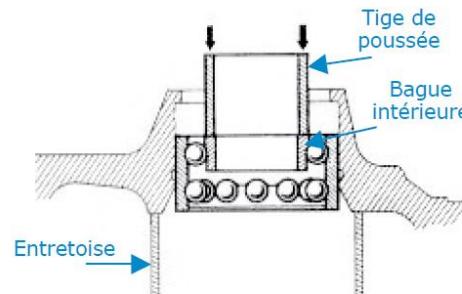
- à l'aide d'un burin fin, décoller la bague intérieure du moyeu,
- à l'aide de la guillotine et de deux vis, extraire la bague intérieure du moyeu,
- limer les bavures qui ont pu être occasionnée par le burin.

3. Extraction du roulement de roue :

- déposer le circlips de maintien du roulement sur le pivot,
- placer le pivot sur une entretoise d'un diamètre plus grand que le roulement placé sur la presse. L'entretoise doit porter sur le pivot au plus près du roulement,
- placer une tige de poussée prenant appuis sur la bague intérieure du roulement,
- pomper pour descendre le vérin et extraire le roulement.



Extraction de la bague intérieure



Extraction du roulement de roue

Remonter

1. Préparation des pièces :

- nettoyer soigneusement toutes les pièces. Utiliser si nécessaire du papier abrasif fin pour enlever des traces de rouille,
- huiler légèrement toutes les portées du roulement,
- sortir délicatement le roulement de son emballage. Les bagues intérieures doivent restées bien en place. Si les bagues intérieures sont équipées d'une bague plastique de maintien, il faut la laisser en place.

2. Remontage du roulement sur le pivot :

- poser le pivot sur la presse,
- utiliser une tige de poussée correspondant au diamètre extérieur du roulement,
- pomper pour descendre le vérin et emboîter le roulement. Surveiller la fin d'enfoncement du roulement (la pression de la presse augmente brutalement). Relâcher la presse,
- mettre en place un circlips neuf.

3. Remontage du moyeu sur le roulement de roue :

- placer sur la presse une entretoise creuse correspondant au diamètre de la bague intérieure du roulement,
- poser le pivot avec son roulement bien centré sur l'entretoise,
- poser le moyeu sur le roulement,
- pomper pour descendre le vérin et emboîter le moyeu. Surveiller la fin d'enfoncement du moyeu (la pression de la presse augmente brutalement). Relâcher la presse,
- vérifier la libre rotation du moyeu dans le pivot.

À NOTER

Il est nécessaire de prendre toutes les précautions de sécurité lors de l'utilisation de la presse. Pour identifier un bruit de roulement en roulant, il faut se mettre au point mort lorsque le véhicule est lancé et écouter le « ronronnement » caractéristique du bruit pour définir le côté concerné.

Tp8- contrôler la suspension :

Objectif:

- Faire un diagnostic précis du système de suspension autre qu'une suspension pilotée avant le passage au banc (contrôle technique)..

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Une fiche de relevé des contrôles
- L'outillage courant
- Un réglet ou un mètre

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

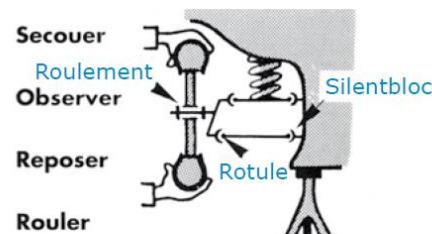
> Les caractéristiques de la suspension avant et arrière.

- > La pression des pneumatiques.
- > Les hauteurs de caisse avant et arrière.
- > Les conditions et points de contrôle.

CONTRÔLER

Le jeu des articulations

- 1. Soulever** du sol les roues avant (pendantes).
- 2. Donner** aux roues un mouvement d'oscillations haut / bas puis droite / gauche pour simuler les efforts dus à la route.
- 3. Placer** simultanément une main sur chaque rotule et silentbloc (axe antibruit) et détecter les jeux anormaux de ces éléments.
- 4. Reposer** le véhicule au sol. Le train avant se retrouvant alors en contrainte, déplacer le véhicule afin de redonner au train avant une assiette normale.

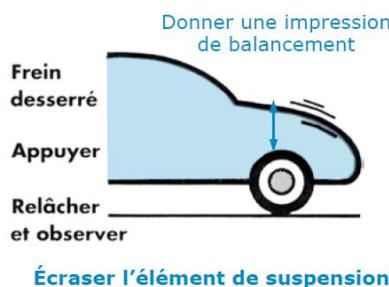


Contrôle des jeux

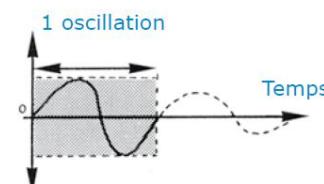
Faire la pression des pneumatiques

L'état des amortisseurs (sans appareil)

- 1. Retirer** le frein à main sur sol plat.
- 2. Écraser** par une forte poussée vers le bas l'élément de suspension avant gauche puis relâcher vivement. La caisse doit remonter puis se stabiliser immédiatement. S'il subsiste un balancement (□ □ à une oscillation) l'amortisseur est hors d'usage.
- 3. Répéter** l'opération pour les 4 amortisseurs.



Écraser l'élément de suspension



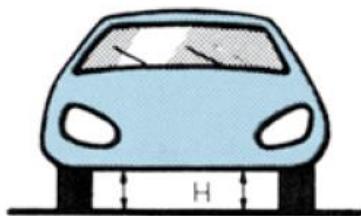
Efficacité d'un amortisseur.

Les hauteurs de caisse

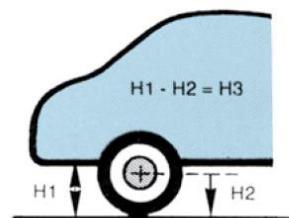
Le véhicule doit se trouver dans les conditions requises par le constructeur : à vide, en charge, réservoir plein ou non.

1re méthode

- > **Vérifier** que la pression des pneus est correcte ainsi que la dimension des roues d'origine.
- > **Mesurer** à l'aide d'un réglent ou d'une pige spéciale la distance entre le châssis et le sol, aux 4 points indiqués par le constructeur (en général sur les longerons dans l'axe des roues).
- > **Comparer** les hauteurs trouvées avec celles prévues par le constructeur dans les mêmes conditions.



H = hauteur de caisse/sol



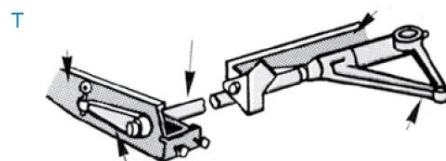
Hauteurs de caisse.

2e méthode

Aux côtes relevées aux 4 points du châssis, on soustrait pour chacun la côte relevée entre l'axe de roue et le sol. Ce qui a pour effet d'annuler un défaut éventuel de pression des pneumatiques ou de dimension de roue. Comparer les côtes trouvées avec celles préconisées par le constructeur. Dans tous les cas il faut suivre la méthode préconisée par le constructeur.

RÉGLER

Si la différence entre les côtes trouvées et celles demandées par le constructeur dépasse la tolérance admise, il est nécessaire d'effectuer un réglage si les barres de torsions sont réglables (pour l'arrière). Sur les autres systèmes (ressorts à lames ou hélicoïdaux), il faut remplacer les ressorts (voir fiches « remplacer un amortisseur »).



Réglage de la barre de torsion.

À NOTER

Il est conseillé de compléter le contrôle des amortisseurs à l'aide d'un appareil de contrôle à mesure électronique des oscillations (banc de suspension). Les amortisseurs comme les ressorts se remplacent par paire.

TP9- REMPLACER UN AMORTISSEUR ARRIÈRE

Objectif:

Remplacer les amortisseurs arrière ne nécessitant pas la dépose des ressorts.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Les deux amortisseurs arrière neufs
- L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > Que ce type d'amortisseur est bien extérieur au ressort.
- > Les couples de serrage.
- > Consulter la méthode préconisée par le constructeur, ainsi que celle fournie avec les amortisseurs de rechange.

Préparer

1. Placer le train arrière sur chadelles.

2. Déposer les roues.

3. Placer le cric rouleur sous un bras de suspension côté moyeu afin de comprimer légèrement la suspension et débrider l'amortisseur

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

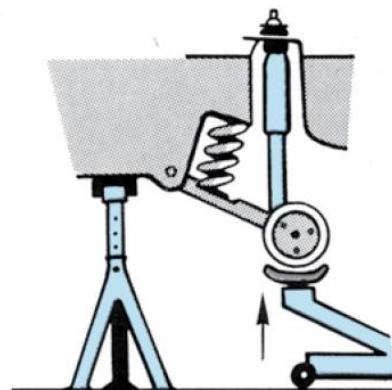
1. Ne démonter qu'un seul côté à la fois :

- Pour conserver un montage de référence.

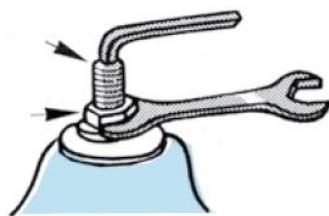
- Dans certains cas, l'essieu arrière n'est retenu à la détente que par les amortisseurs.

2. Dévisser l'écrou supérieur après avoir observé le système de protection (écrou « nylistop » ou le contre écrou). Placer la clé appropriée sur la tige pour l'empêcher de tourner sur elle-même. En cas de difficulté, il est possible de tenir la tige de poussée de l'amortisseur à la pince-étai sous le passage de roue. Ne jamais faire cela avec l'amortisseur neuf.

3. Dévisser l'axe inférieur. Déposer l'amortisseur.



Soulever légèrement



Côté tête d'amortisseur

Reposer

1. Enlever (avant la repose) toute rondelle qui aurait pu rester collée sur ou sous le passage de roue et faire éventuellement un montage à blanc des différentes rondelles en s'aidant du schéma fourni. Bien respecter l'ordre et le sens des pièces.

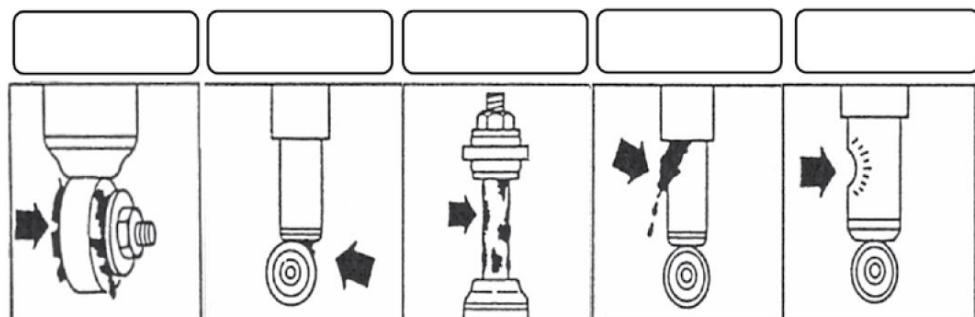
2. Visser sans bloquer l'axe du pied d'amortisseur.

3. Placer sur la tête : la rondelle métallique, le joint caoutchouc collerette vers le haut, l'entretoise.

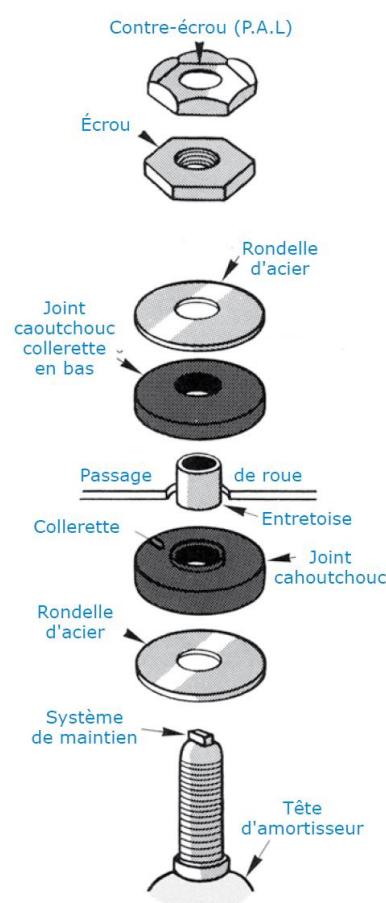
4. Faire sortir la tige d'amortisseur et guider la tête à travers le trou de passage de roue.

5. Placer les rondelles supérieures dans le bon ordre et serrer l'écrou au couple. Ne jamais serrer la tige de poussée à la pince, mais utiliser la clé adaptée au système de maintien de la tige. Placer le contre-écrou si nécessaire.

Contrôle de l'amortisseur



- 6. Serrer l'axe inférieur au couple.**
- 7. Libérer la suspension.** Placer le cric sous l'autre bras et répéter l'opération.
- 8. Reposer les roues.**
- 9. Reposer le véhicule au sol et serrer les roues au couple.**
- 10. Faire un essai du véhicule.**



À NOTER

Si des bruits persistent lors des chocs dus aux déformations de la route, vérifier les silentblocs des barres antiroulis et les rotules de suspension (voir fiche précédente).

TP10- EMPLACER UN AMORTISSEUR AVANT

Objectif:

□ Déposer et reposer la jambe de force, comprimer le ressort de suspension et remplacer l'amortisseur en prenant les précautions nécessaires pour prévenir tout risque d'accident.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- La revue technique du véhicule
- Les deux amortisseurs avant neufs
- L'outillage courant
- Un compresseur de resort.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans la revue technique du véhicule

- > Le type de jambe de force.
- > Les couples de serrage.
- > Consulter la méthode préconisée par le constructeur, ainsi que celle fournie avec les amortisseurs de rechange.

Préparer

1. un cric et deux chandelles.
2. le compresseur de ressort en vérifiant que le type de griffes s'adapte bien au ressort.
3. un arrache-rotule.

RÉALISER L'INTERVENTION

Déposer

Ne démonter qu'un seul côté à la fois.

1er cas : Jambe de force indépendante

- > Lever le véhicule.
- > Déposer la roue.
- > Déposer directement la jambe de force.

2e cas : Porte-fusée solidaire de la jambe de force

- > Débloquer et déposer l'écrou de transmission.
- > Arracher les rotules inférieures et de direction.
- > Déposer la jambe de force.



Compresse ressort

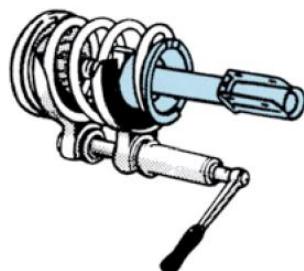


Types de montage

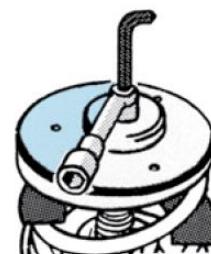
Remplacer l'amortisseur

1. Placer la jambe de force dans un étau (ne pas serrer par le tube d'amortisseur).
2. Positionner le compresseur de ressort.
3. Contrôler que les griffes sont toutes bien accrochées.
4. Déposer les coupelles supérieures dès que le ressort est libéré.
5. Détendre lentement le ressort.
6. Repérer la position du ressort dans les cuvettes et l'ordre des pièces déposées. Dans le cas de l'outil à griffes, on peut laisser en place le ressort à condition de le remonter immédiatement.

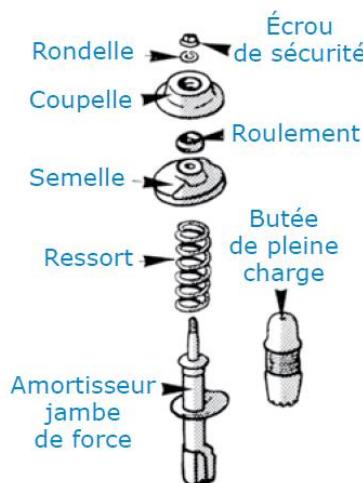
7. Remplacer la jambe de force ou la cartouche selon le cas.



Positionner les griffes



Compresser le ressort



Déposer la coupelle supérieure
et le ressort

8. Replacer tous les éléments dans l'ordre indiqué dans la notice et repéré au démontage:

- tirer la tige d'amortisseur au maximum,
- placer les cache-poussières,
- positionner le ressort dans la cuvette inférieure,
- placer la cuvette supérieure et toute pièce trouvée au démontage dans l'ordre et la position repérés,
- serrer l'écrou supérieur au couple,
- détendre lentement le compresseur de ressort,
- vérifier la bonne mise en place,
- déposer le compresseur de ressort.

9. Remonter la jambe de force dans l'ordre inverse de démontage.

10. Faire un essai sur route.

À NOTER

Lors de la dépose du ressort de la jambe de force, il est conseillé de ne pas rester en face du ressort en cas de défaillance du compresseur – ressort. Si le système utilisé est une suspension pilotée il est nécessaire de respecter les préconisations constructeurs.

