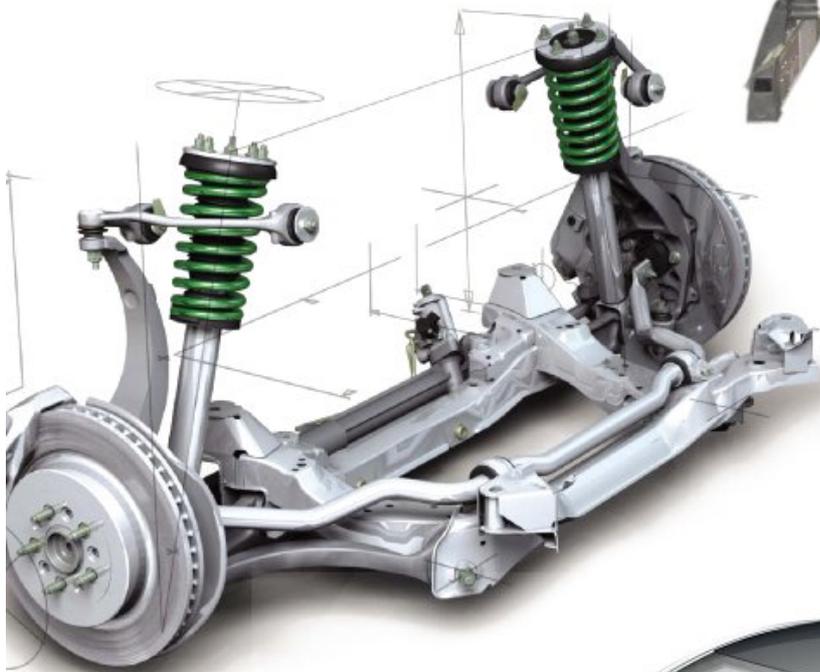


La géométrie

des TRAINS-ROULANTS



1/ Généralité

1.1/ Constatation

Pour assurer la stabilité d'un véhicule et son contrôle aisé, il est nécessaire :

- D'éviter les pertes d'adhérence et de trajectoire par :
 - ⇒ ripage permanent des pneumatiques en ligne droite et en virage,
 - ⇒ déplacement latéral subit par les roues,
 - ⇒ braquage incontrôlé des roues lors des débattements de suspension ;
- D'éviter que les réactions reçues par les roues soient répercutées au volant ;
- De faciliter le retour et le maintien des roues en position ligne droite.

1.2/ Conclusion

Afin d'assurer de bonnes conditions de tenue de route et de préserver l'état des pneumatiques, les trains roulants doivent respecter des conditions géométriques particulières.

2/ Les différents angles

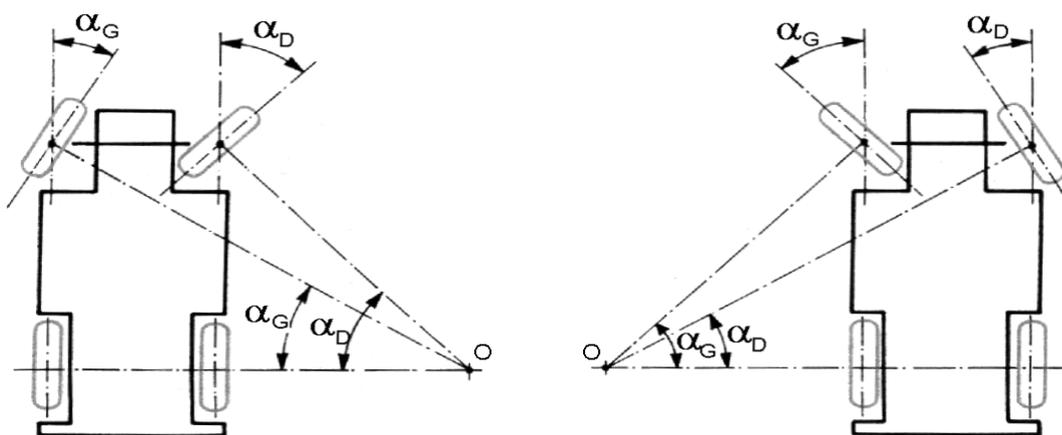
2.1/ L'épure de direction

Pour qu'aucune des roues ne ripec, dans un virage, il est nécessaire que les quatre roues se déplacent par rapport à un centre de rotation commun : O (ou centre instantané de rotation : CIR).

Les roues arrières ne pouvant être orientées, le centre O devra obligatoirement se situer dans le prolongement de leur axe commun.

Les axes des fusées des roues avant devront être orientés de telle sorte que leurs prolongements soient concourant du point O.

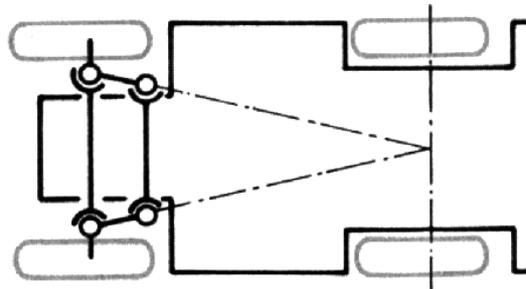
Dans un virage à droite, l'angle α_G doit donc être inférieur à l'angle α_D . Dans un virage à gauche α_G doit être supérieur à α_D .



Ces conditions sont obtenues par une orientation particulière des bras de direction par rapport aux axes de pivot.

L'épure de Jeantaud

Elle définit que les prolongements des lignes passant par les pivots et les rotules des bras de direction doivent être concourants, en ligne droite, au centre de l'axe de l'essieu arrière.



Cette solution approchée n'est pas toujours vérifiée.

Dans les virages, les pneumatiques ne suivent pas toujours la trajectoire désirée du fait de la force centrifuge :

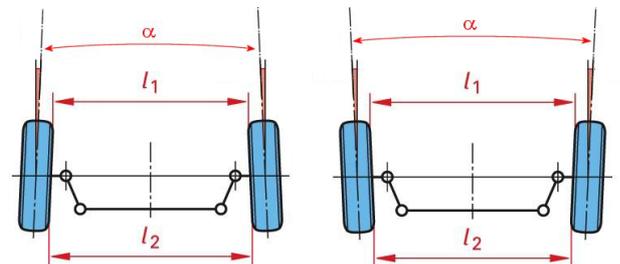
- dérive des pneumatiques,
- reports de charge sur la roue avant extérieure et du délestage de la roue avant intérieure (roulis) qui provoquent des variations de braquage de celles-ci (mouvement angulaire des biellettes de direction).

Pour ces raisons, les dispositions définies par l'épure de Jeantaud, qui reste une base de référence, doivent être adaptées à chaque type de véhicule.

2.2/ Le parallélisme

a/ Le parallélisme total :

Le parallélisme des roues est la différence de distance entre l'avant et l'arrière des roues d'un même essieu ou l'angle formé par les plans des roues d'un même essieu.



Lorsque $L1 < L2$:

- Il y a pincement ou fermeture ;
- La valeur du parallélisme est positive (+)

Lorsque $L1 > L2$:

- Il y a ouverture ;
- La valeur du parallélisme est négative (-)

La valeur du parallélisme peut être donné soit en :

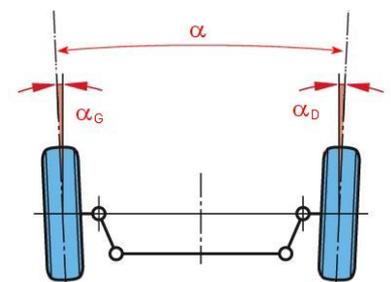
- Millimètre (mm)
- Degrés et minute (° ')

b/ La répartition du parallélisme ou l'alignement :

C'est la répartition équitable du parallélisme total sur chacune des roues de l'essieu lorsque la direction est au point milieu de crémaillère.

Para. total = Para. gauche + Para. droit

$$\alpha = \alpha_G + \alpha_D$$

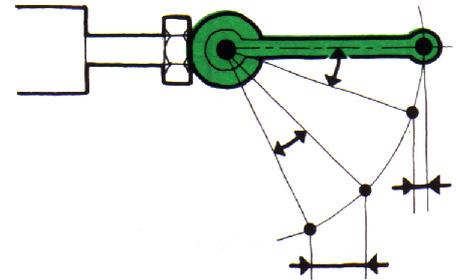


c/ Les variations de parallélisme :

L'expérience montre que la parallélisme des roues d'un même essieu varie en fonction de :

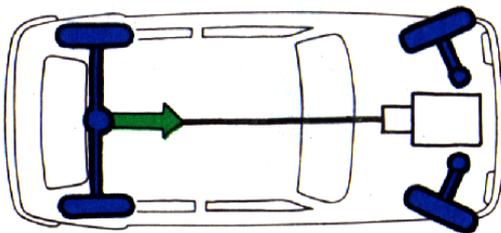
- La charge du véhicule, la hauteur de caisse ou des débattements des roues :

La crémaillère de direction étant fixée à la caisse et les biellettes au pivot par l'intermédiaire de la rotule de direction ; dès qu'il y a débattement de caisse, la position des biellettes de direction varie, entraînant des variations de parallélisme.

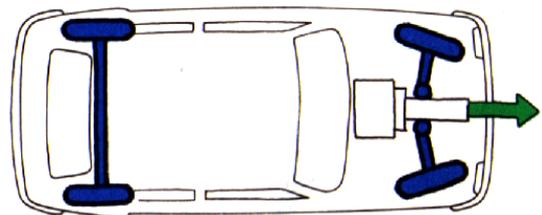


- Du type de propulsion :

Propulsion : tendance à l'**ouverture**



Traction : tendance au **pincement**



d/ Conclusion :

Afin d'éviter le ripage des roues en ligne droite, les constructeurs tiennent compte dans le réglage initial de ces différents facteurs. Nous pouvons donc comprendre qu'à vide, les roues ne sont pas nécessairement parallèle.

2.3/ L'angle de chasse

a/ Constatation :

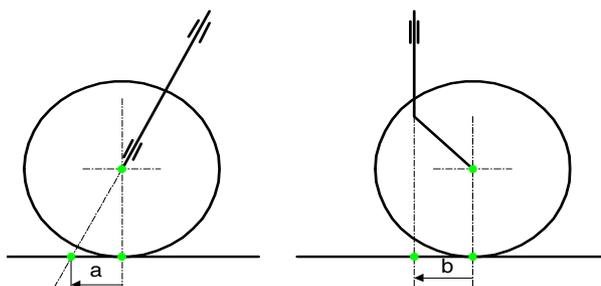
Si l'on déplace un chariot (ou un Caddie), les roulettes se mettent automatiquement dans le sens de l'effort (mouvement), quelle que soit leur orientation à l'arrêt.

Cette orientation est due à la distance au sol entre l'axe de pivotement de la roue et son point de contact avec le sol lorsque la projection de l'axe de pivotement **se situe en avant** du point de contact de la roue. Il se produit un effet de « roue tirée ».

Cette distance se nomme : **le déport de chasse**.

Il crée un couple de stabilisation qui augmente avec la vitesse.

En automobile, on crée ce décalage entre le point de contact du pneu sur le sol et la projection de l'axe de pivotement de la direction **en inclinant l'axe de pivot**.



(a) Chasse d'une roue de vélo
(b) Chasse d'une roue de chariot

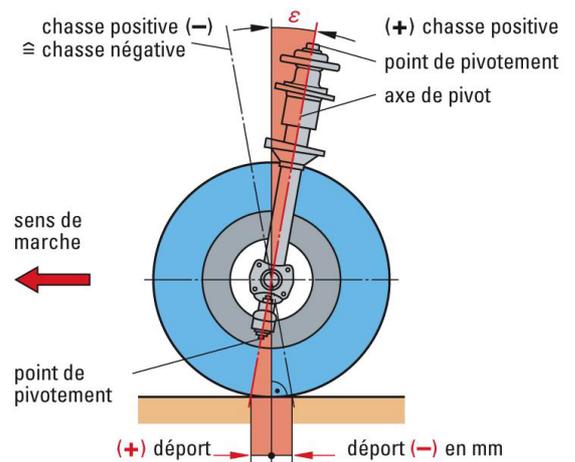
b/ Définition :

C'est l'angle formé par l'axe de pivotement de la roue (axe de pivot) et la verticale dans le plan longitudinal du véhicule.

c/ Rôle :

L'angle de chasse participe :

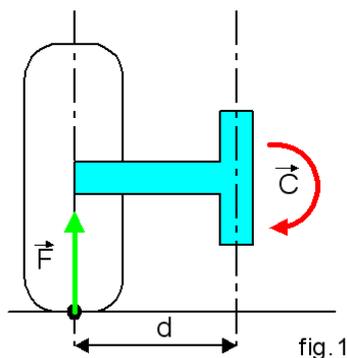
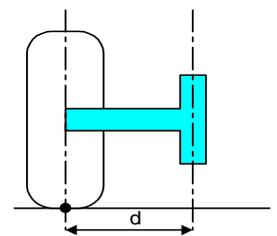
- À la stabilité de la direction,
- Au retour des roues directrices en ligne droite.



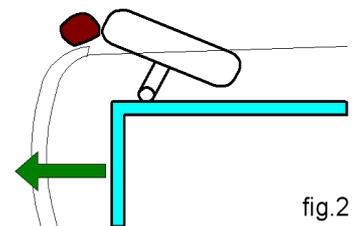
2.4/ Le déport

a/ Constatation :

On appelle « déport », la distance d entre le point de contact du pneu avec le sol et la projection de l'axe de pivotement de la roue au sol (véhicule vu de face).



Ce déport provoque un couple résistant qui engendre une usure prématurée des bagues de pivot (roulements) (fig.1) et des réactions dans l'essieu et dans la direction lors des manœuvres et des freinages ou dues aux inégalités de la chaussée (fig.2).

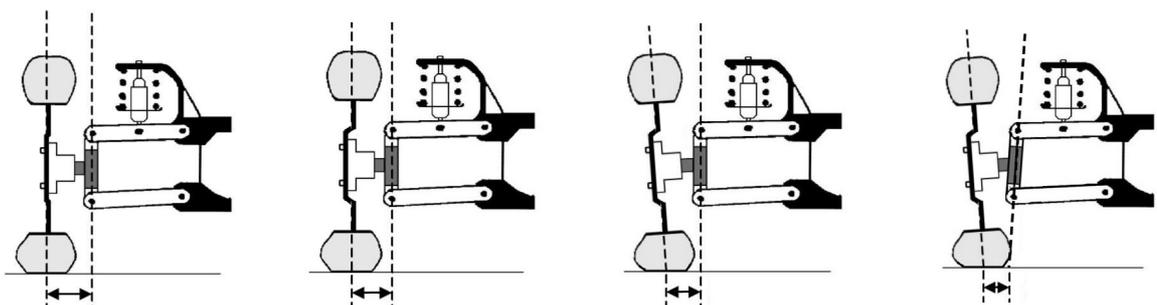


a/ Conclusion :

⇒ **Il est donc nécessaire de diminuer ce déport.**

Cette diminution est obtenue par :

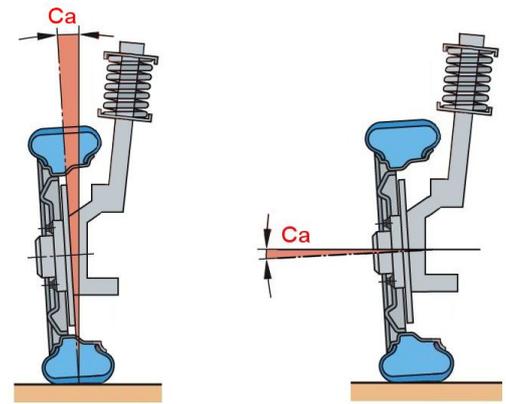
- Le déport de jante (cf cours sur les pneumatiques),
- L'inclinaison du plan de la roue,
- L'inclinaison de l'axe de pivotement.



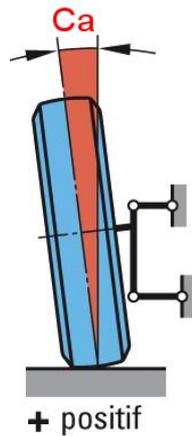
2.5/ Le carrossage

a/ Définition :

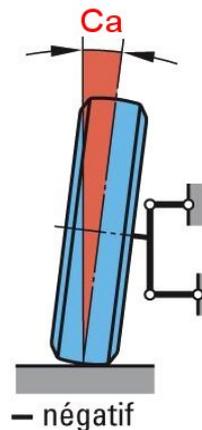
L'angle de carrossage est défini par l'angle formé entre la verticale au sol et l'axe du plan de la roue ou entre l'horizontale et l'axe de fusée de la roue (véhicule vu de face).



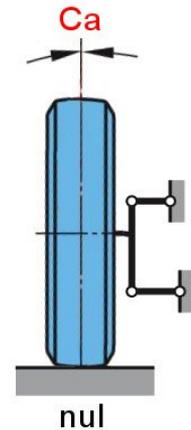
Le carrossage peut être :



Le haut de la roue est incliné vers l'extérieur du véhicule.



Le haut de la roue est incliné vers l'intérieur du véhicule



La roue est verticale.

Afin de limiter l'usure des pneumatiques, l'angle de carrossage doit être faible.

b/ Rôle :

L'angle de carrossage permet de réduire le déport au sol et participe à l'autostabilité de la direction.

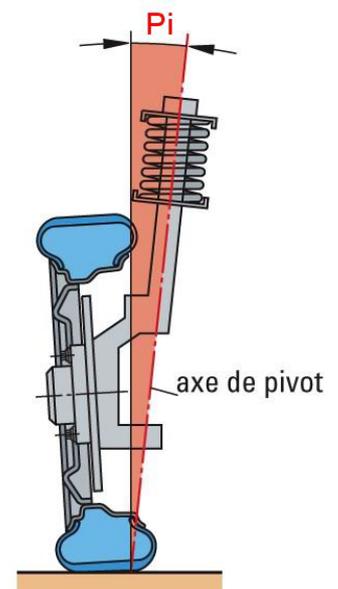
2.6/ L'angle d'inclinaison de pivot

a/ Définition :

L'angle d'inclinaison de pivot est défini par l'angle formé entre la verticale au sol et l'axe de pivotement de la roue (véhicule vu de face).

b/ Rôle :

L'angle d'inclinaison de pivot permet de réduire le déport au sol et participe à l'autostabilité de la direction et ainsi qu'au retour des roues en ligne droite grâce au poids du véhicule.



2.7/ L'angle inclus

a/ Définition :

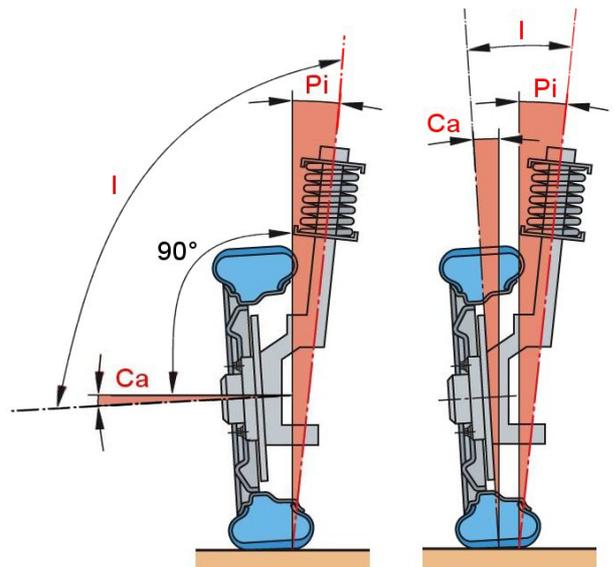
L'angle inclus est compris entre :

- Soit l'angle d'inclinaison de pivot et l'angle de carrossage ;
- Soit l'angle d'inclinaison et l'axe de la fusée de roue.

b/ Rôle :

L'angle inclus doit rester invariable sur les roues d'un même essieu.

Toute variation indique une déformation du porte-fusée.



b/ Exemple :

Carrossage : $0^{\circ}30'$

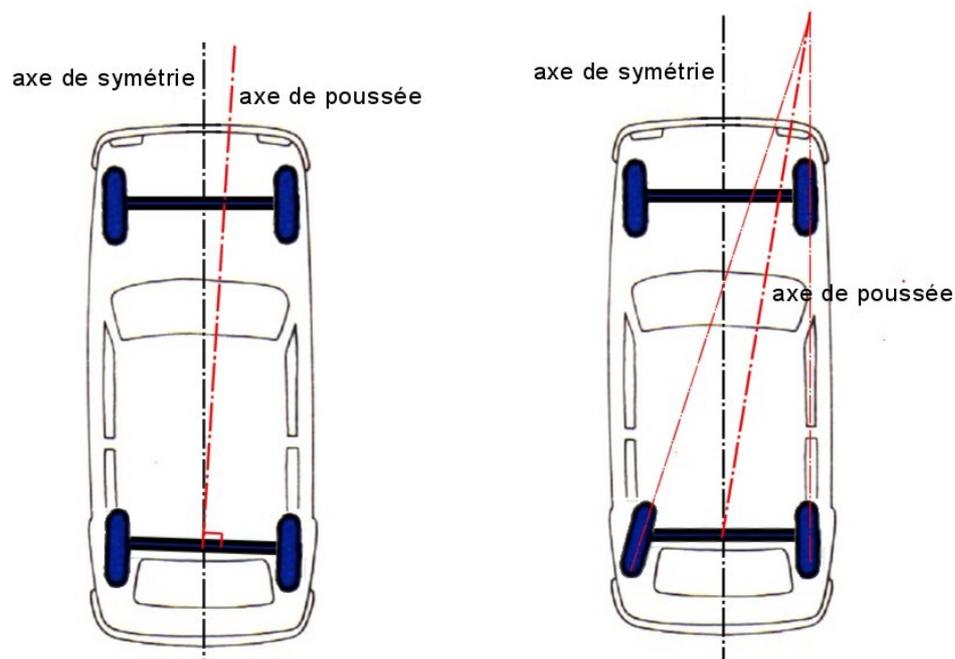
Inclinaison de pivot : $11^{\circ}40'$

Angle inclus = $12^{\circ}10'$ ou $102^{\circ}10'$

2.8/ L'axe de poussée (offset)

a/ Définition :

C'est l'axe donné par la géométrie du train arrière. Celui-ci peut être confondu avec l'axe de symétrie du véhicule si l'essieu arrière n'a pas bougé (en cas de choc) et si la répartition du parallélisme arrière est correcte.



3/ Diagnostic des anomalies

ANGLES	DEFAUTS	SYMPTOMES
Chasse	Trop faible	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvais rappel de direction – Flottement du véhicule (manque de stabilité de direction)
	Trop forte	<ul style="list-style-type: none"> – Direction dure, instable en virage – Rappel trop important
	Inégalement répartie	<ul style="list-style-type: none"> – Tirage du côté où l'angle est le plus faible
Carrossage	Trop fort	<ul style="list-style-type: none"> – Usure du bord extérieur du pneu
	Inégalement réparti	<ul style="list-style-type: none"> – Tirage du côté où l'angle est le plus fort
Contre carrossage	Trop fort	<ul style="list-style-type: none"> – Usure du bord intérieur du pneu
	Inégalement réparti	<ul style="list-style-type: none"> – Tirage du côté où l'angle est le plus faible
Pivot	Trop fort	<ul style="list-style-type: none"> – Direction dure – Rappel important
	Trop faible	<ul style="list-style-type: none"> – Réactions de direction – Manque de rappel, direction molle
Calage de direction	Trop de variation de parallélisme	<ul style="list-style-type: none"> – Usure des deux pneus – "Cirage" au démarrage
	Variation inégalement répartie	<ul style="list-style-type: none"> – Tirage d'un côté à l'accélération et de l'autre au freinage
Parallélisme	Trop de pincement	<ul style="list-style-type: none"> – Usure du bord extérieur des deux pneus – Défaut de tenue de route
	Trop d'ouverture	<ul style="list-style-type: none"> – Usure du bord intérieur des deux pneus – Défaut de tenue de route
Répartition para AV	Inégale	<ul style="list-style-type: none"> – Différence de braquage entre gauche et droite – Volant de travers en ligne droite
Répartition para AR	Inégale	<ul style="list-style-type: none"> – Le véhicule tire et roule en « crabe »

Nota :

Un défaut d'angle est généralement le symptôme d'une déformation des trains ou des éléments de suspension suite à un choc ou à l'usure des pièces.

4/ Maintenance

La géométrie d'un véhicule est à contrôler et/ou à régler lorsque :

- Le client ou l'utilisateur se plaint :
 - D'une usure anormale des pneumatiques,
 - D'un comportement dangereux du véhicule.
- Il y a remplacement d'une pièce ou d'un élément constituant un train roulant :
Ex : une rotule de direction, un triangle, un bras, un silent bloc...

4.1/ Les conditions de contrôle

a/ Les contrôles préliminaires

Avant de procéder au contrôle ou au réglage des angles des trains roulants, il est nécessaire d'examiner les points suivants :

- Pneumatiques : état, usure et pression de gonflage,
- Roues : état, voile et alignement sommaire (visuel),
- Articulations : jeux, état et serrage,
- Cardans de direction : jeux, état et serrage,
- Suspensions : état des amortisseurs, symétrie des hauteurs sous coque et jeux,
- Moyeux : jeux de roulement.

En cas de défauts ou d'anomalies, procéder à la remise en état avant de contrôler et de régler la géométrie des trains roulants.

b/ L'assiette de référence

Les valeurs des différents angles relevées ne sont comparables aux valeurs de référence (valeurs constructeur) que pour une position précise de la caisse par rapport au sol :

- Soit le constructeur impose une assiette de référence,
- Soit le constructeur fournit un tableau avec différentes valeurs en fonction de la position de la caisse (hauteur sous coque).

Exemple : Peugeot 207

 Avant de vérifier et de régler le cas échéant les trains roulants, il est impératif de mettre le véhicule en assiette de référence.

CARACTÉRISTIQUES DE LA GÉOMÉTRIE

La hauteur de caisse nécessite la compression des suspensions (voir Méthodes).

Hauteur de caisse

	Véhicule Europe			Véhicule "condition de route dégradée"		Véhicule entreprise
	185/65/R15	195/55/R16	205/45/R17	185/65/R15	195/55/R16	
Pneumatiques	185/65/R15	195/55/R16	205/45/R17	185/65/R15	195/55/R16	185/65/R15
Hauteur AV (H1)	137	140	141.5	147	150	137
Hauteur AR (H2)	135	138	139.5	145	148	120

• Vérifier la hauteur AV (H1) à l'aide de l'outil [3] (Fig.62), puis la comparer au tableau de mesure (voir "Caractéristiques").

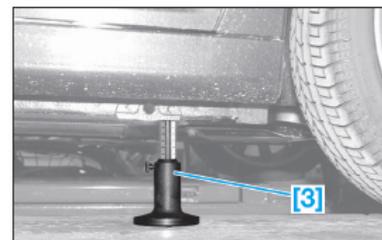


FIG. 62

• Vérifier la hauteur AR (H2) à l'aide de l'outil [3] (Fig.64), puis la comparer au tableau de mesure (voir "Caractéristiques").

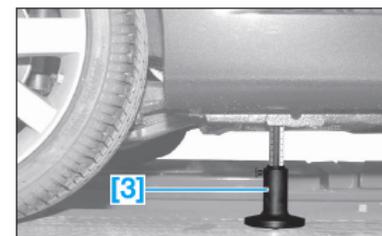


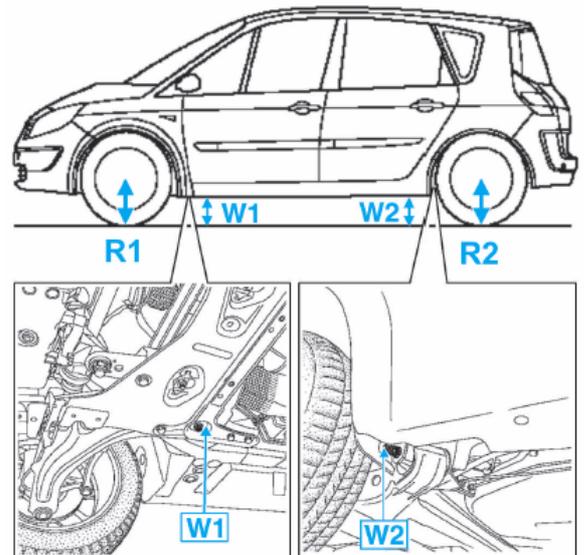
FIG. 64

Exemple : Renault Scénic II

Train avant

Angles	Valeurs	Hauteurs de référence (mm)
Inclinaison des pivots (non réglable) (*)	10°52'	R1 - W1 = 124
	11°00'	R1 - W1 = 130
	11°18'	R1 - W1 = 149
	11°28'	R1 - W1 = 155
Chasse (non réglable) (*)	4°54'	W2 - W1 = 84
	5°12'	W2 - W1 = 74
	6°00'	W2 - W1 = 50
	6°12'	W2 - W1 = 47
Carrossage (non réglable) (*)	0°00'	R1 - W1 = 124
	0°00'	R1 - W1 = 130
	- 0°10'	R1 - W1 = 149
	- 0°13'	R1 - W1 = 155
Parallélisme (ouverture) (réglable) (**) avec jantes de 15" avec jantes de 16" avec jantes de 17"	0°10' ± 10' ou 1,1 ± 1,1 mm 1,2 ± 1,2 mm 1,3 ± 1,3 mm	À vide

Hauteurs de référence du véhicule



4.3/ Les réglages

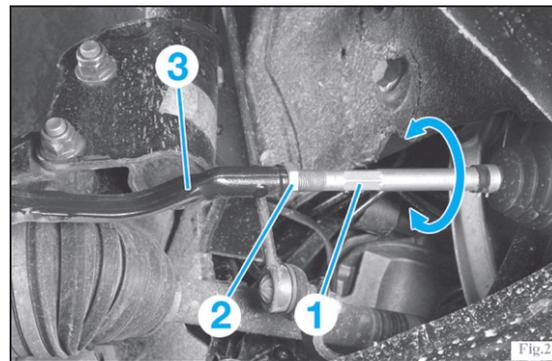
Sur la plupart des véhicules, seul le parallélisme avant est réglable.

a/ Le parallélisme avant

Exemple : Renault Espace IV

Réglage

Le parallélisme se règle par l'allongement ou le raccourcissement symétrique de la longueur des biellettes de direction (1), en les tournant par leur empreinte hexagonale, après avoir desserré les contre-écrous (2) des rotules de direction (3) (Fig.2).

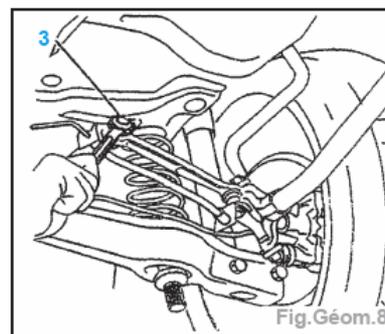


b/ Le parallélisme arrière

Exemple : Peugeot 406

Réglage

- Desserrer et agir sur l'excentrique (3) pour obtenir la valeur de pincement roue par roue, qui corresponde à la hauteur de caisse H2 (Fig.Géom.8).
- Serrer les excentriques (3) à 4 daN.m.



Nota :

Suivant l'équipement du véhicule (direction assistée électrique ou contrôle de trajectoire), il sera nécessaire d'initialiser le capteur d'angle et de couple du volant après le réglage du parallélisme avant.

Nota :

 Le parallélisme des roues avant étant aligné par rapport aux roues arrière, il est recommandé de commencer le réglage par les roues arrière.

c/ Le carrossage

Avant

Exemple : Volkswagen Polo

RÉGLAGE DU CARROSSAGE

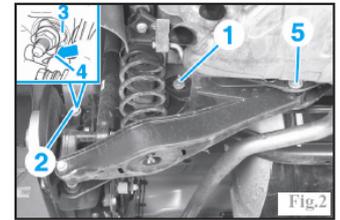
Ne déplacer le berceau que vers la gauche ou la droite (sens de marche), en aucun cas vers l'avant ou l'arrière. Le carrossage se règle par déplacement du berceau.

Arrière

Exemple : Volkswagen Touran

Réglage du carrossage du train arrière

Le carrossage se règle, de chaque côté, par le boulon de fixation à excentrique (1) du bras transversal supérieur sur le berceau (Fig.2).



d/ La chasse

Exemple : Mercedes Classe C

le réglage de la chasse et du carrossage se fait par le remplacement des vis de fixation des bras de suspension inférieur.

