

Figure 2-19 Les différents types de fixation de l'extrémité supérieure d'une jambe de force.

force traverse le manchon. Le roulement ne fait pas partie de la fixation de la jambe de force, il constitue plutôt un élément séparé. On utilise des rondelles de retenue supérieure et inférieure afin de prévenir que la tige de la jambe ne transperce la fixation. Le remplacement de la fixation s'impose si des fissures ou d'autres dommages touchent la bague.

Diagnostic et réparation Une fixation de jambe de force usée ou endommagée risque de provoquer un déplacement indépendant de la jambe de force de la tourelle de la jambe. Un tel déplacement risque de causer : un bruit anormal, le gauchissement ou des dommages à la jambe force, la détérioration de la tourelle et une dégradation du comportement routier. Un mauvais support peut causer un bruit de craquement ou de claquement. Ce bruit provient d'un mouvement trop grand de la jambe dans sa fixation. Le remplacement de la fixation s'effectue souvent de pair avec celui de la jambe de force.

Composants inférieurs de la suspension

Le point de fixation au bas demeure le châssis, comme pour les suspensions traditionnelles, car le bras inférieur et la rotule conservent leur rôle (**figure 2-20**). Comme pour les autres suspensions, le bras sert à positionner le bas de la suspension.

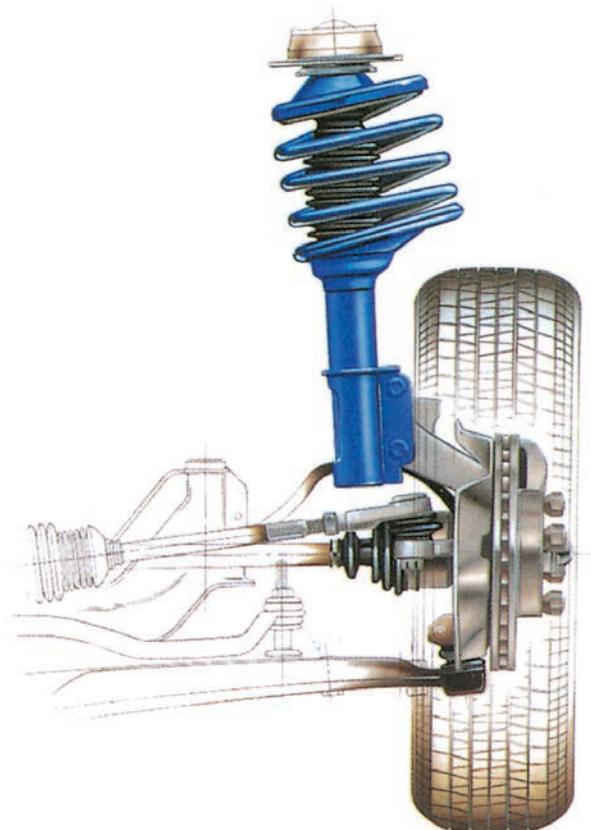


Figure 2-20 Jambe de force avant de type MacPherson. Ford

Les suspensions à jambe de force MacPherson utilisent aussi une barre antiroulis ou stabilisatrice. Sur les modèles équipés d'un bras inférieur à un seul point de fixation au châssis, un tirant ou la barre stabilisatrice peut s'attacher au bras pour fournir une stabilité latérale.

La **rotule** (*ball joint*) inférieure est non porteuse et aussi appelée rotule de la direction; elle stabilise la direction et retarde le shimmy. La suspension modifiée MacPherson est la seule exception car la rotule supporte la charge et le bras supérieur devient l'élément de la direction.

Ressorts

Les ressorts de toutes les suspensions à jambes de force sont de type hélicoïdal. Une plaque soudée à la jambe de suspension sert d'appui inférieur au ressort tandis que le siège supérieur est boulonné à la tige de l'amortisseur. Un roulement ou un coussinet de caoutchouc logé dans la plaque de fixation supérieure permet au ressort et à la jambe de force de tourner lors du braquage des roues avant.

SUSPENSION AVANT INDÉPENDANTE

Les systèmes de suspension avant sont passablement complexes. Ils assument des tâches qui peuvent même sembler contradictoires. Elles doivent notamment maintenir les roues positionnées solidement et en même temps leur permettre de s'orienter vers la droite ou la gauche. De plus, à cause du transfert du poids au freinage, la suspension avant doit absorber la partie la plus importante du couple de freinage. Tout en accomplissant ces tâches, elle doit aussi fournir un confort de roulement et une stabilité de conduite.

Suspension à bras court et long

La suspension à double bras inégaux ou à **bras court et long** a équipé les automobiles de fabrication nord-américaine durant de nombreuses années (**figure 2-21**). Chacune des roues est reliée indépendamment au châssis par le pivot de direction, les rotules et le bras supérieur court et le bras inférieur long. Comme le pivotement du bras supérieur décrit un arc plus court, le haut de la roue oscille légèrement de l'intérieur vers l'extérieur, mais le contact du pneu sur la chaussée demeure constant (**figure 2-22**).

Une conception de la suspension à bras inégaux utilise un bras inférieur en forme de I (**figure 2-23**). Pour garantir le positionnement longitudinal du

bras, on ajoute un tirant. Le tirant est fixé au bras près du pivot de direction et au châssis à l'avant de la roue. Des coussinets de caoutchouc au point de fixation au châssis permettent un léger déplacement du tirant lorsque la roue frappe un obstacle. Le coussinet absorbe le choc et l'empêche de se transmettre directement au châssis du véhicule.

Les composants essentiels des systèmes de suspension à bras inégaux sont notamment le pivot de direction, les bras, les rotules, les amortisseurs et les ressorts.

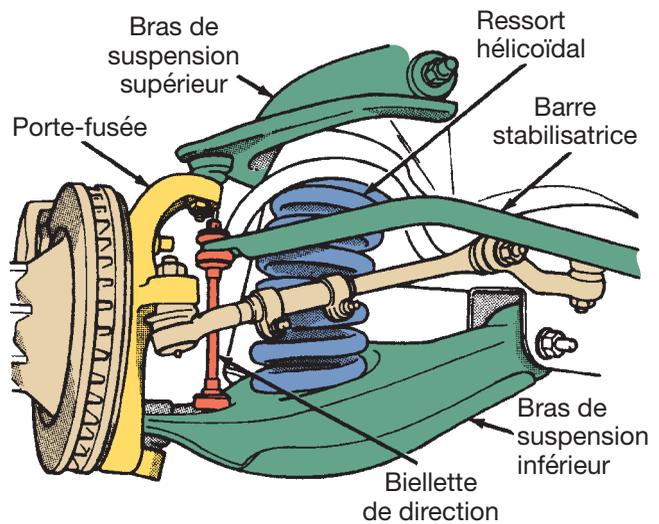


Figure 2-21 Suspension à bras inégaux type. Chrysler LLC

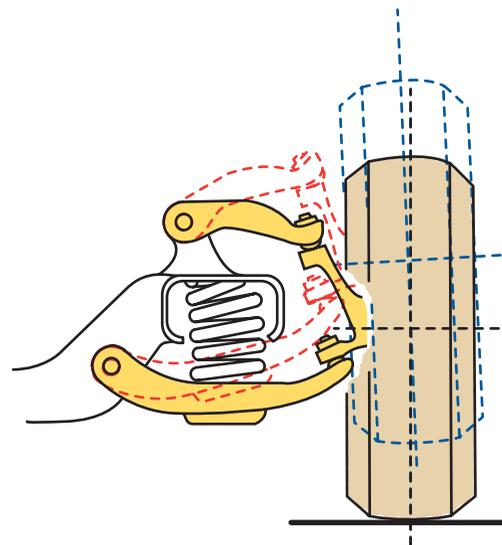


Figure 2-22 Déplacements de la roue lors de déplacements de haut en bas de la suspension à bras inégaux.

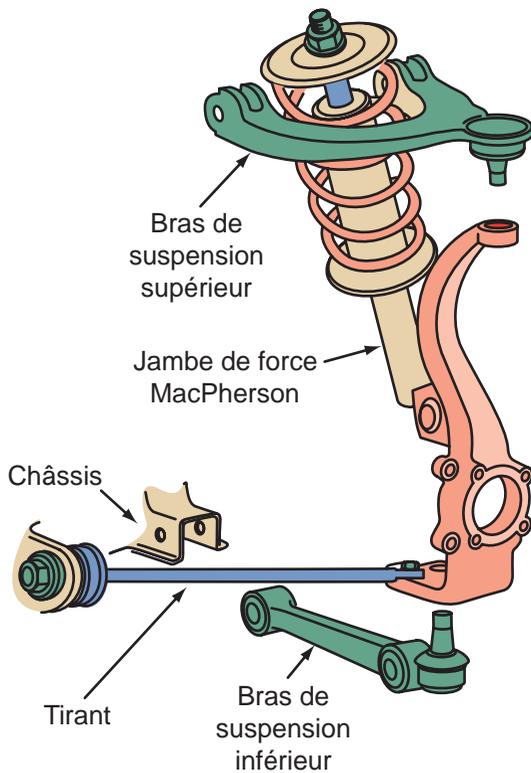


Figure 2-23 Suspension à bras inégaux modifiée d'un véhicule à traction avec bras inférieur étroit (en I) monté sur un pivot unique. Honda

Porte-fusée (Knuckle) L'ensemble, appelé porte-fusée, est constitué de la **fusée de roue** (*wheel spindle*) et du pivot de direction (*steering knuckle*). La fusée de roue est reliée à la roue par les roulements de roue et l'endroit où le moyeu de roue et les roulements de roue sont reliés. Un **pivot de direction** est rattaché au bras de la suspension. Dans la plupart des cas, le pivot de direction et la fusée de roue sont forgés en une seule pièce.

Bras de suspension (Control Arms) Le rôle premier des **bras de suspension** supérieur et inférieur d'une **suspension avant indépendante** est de situer la roue. Ils déterminent la position du système et de ses composants relativement au véhicule et ils s'attachent au châssis via des bagues en caoutchouc. Les mouvements des bras permettent les déplacements verticaux de la roue en réaction aux irrégularités de la route. L'extrémité extérieure de chacun des bras se raccorde à la roue par des rotules insérées dans les bras et dans le pivot de direction (**figure 2-24**).

Les deux types de bras de suspension ou porte-fusée sont le bras triangulé, aussi appelé à deux points d'attache, et le bras de suspension à un point d'attache ou en I (**figure 2-25**). Le bras triangulé offre une stabilité latérale plus grande que celui en I (un point d'attache) qui est cependant plus léger et occupe

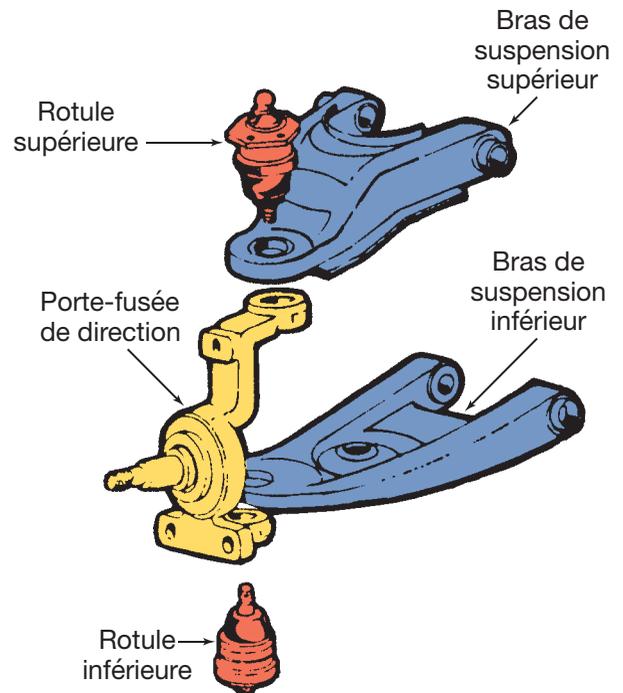


Figure 2-24 Positions des rotules. Federal-Mogul

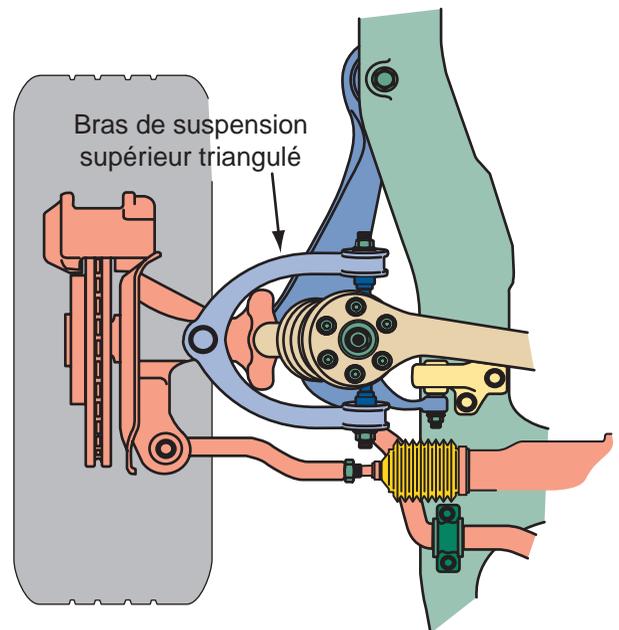


Figure 2-25 Suspension avant à bras supérieur triangulé, ce qui correspond à l'appellation de ce type de suspension.

moins d'espace que celui triangulé. Le bras en I exige toutefois des modifications à la conception de la suspension afin de compenser pour une stabilité latérale réduite. Ces modifications seront présentées plus loin dans ce chapitre.

Rotules (Ball Joints) Une rotule (**figure 2-26**) raccorde le pivot de direction au bras de suspension permettant le pivotement du pivot de direction

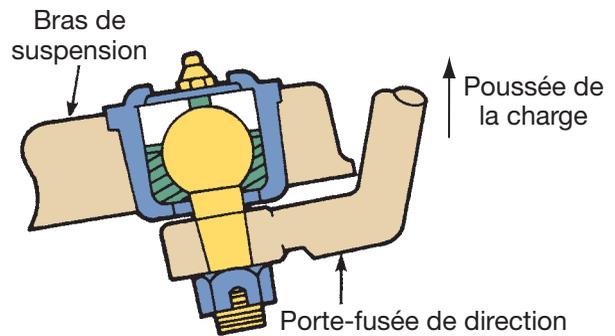
sur le bras de suspension lors du braquage des roues avant. La tige conique de la rotule excède de l'enveloppe, traverse un joint de caoutchouc qui renferme le lubrifiant dans l'enveloppe et prévient l'introduction de saletés. Certaines rotules exigent une lubrification périodique. Les mouvements dans les rotules sans entretien s'effectuent sur un coussinet de nylon graissé en permanence à l'usine.

Selon leur rôle, les rotules sont soit portante, soit suiveuse. Une rotule portante supporte le poids du véhicule et elle se trouve généralement montée sur le bras de suspension qui supporte ou sert d'appui au ressort.

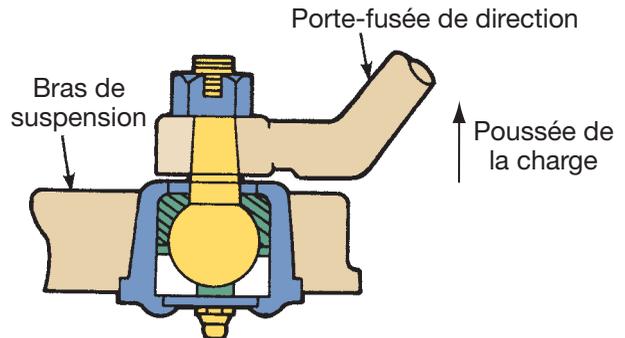
La rotule portante est aussi appelée rotule chargée en tension ou chargée en compression (figure 2-27). L'appellation dépend de la façon dont la charge tend à pousser sur la sphère dans l'enveloppe (compression) ou à l'extraire de l'enveloppe (tension).

Les rotules suiveuses sont souvent dites rotules chargées uniquement par la friction. La rotule suiveuse se retrouve sur le bras de suspension qui ne supporte pas le ressort. La rotule suiveuse ne supporte pas le poids du véhicule et n'a pas à subir la même contrainte que la rotule portante.

Selon la position du ressort, la rotule du haut ou du bas sera la rotule portante. Pour les suspensions à jambe de force MacPherson, on ne retrouve habituellement qu'une seule rotule de chaque côté du véhicule et c'est une rotule suiveuse. Sur les suspensions à jambe de force modifiées, la rotule est portante puisque le ressort se trouve entre le bras inférieur et une traverse du cadre.



Rotule chargée en compression



Rotule chargée en tension

Figure 2-27 Deux types de rotules portantes.

Certaines rotules sont munies d'un indicateur d'usure. L'usure de la rotule provoque l'enfoncement graduel du raccord de graissage dans l'enveloppe de la rotule. La rotule doit être remplacée lorsque l'épaulement du raccord et la partie inférieure de l'enveloppe sont égaux (figure 2-28).

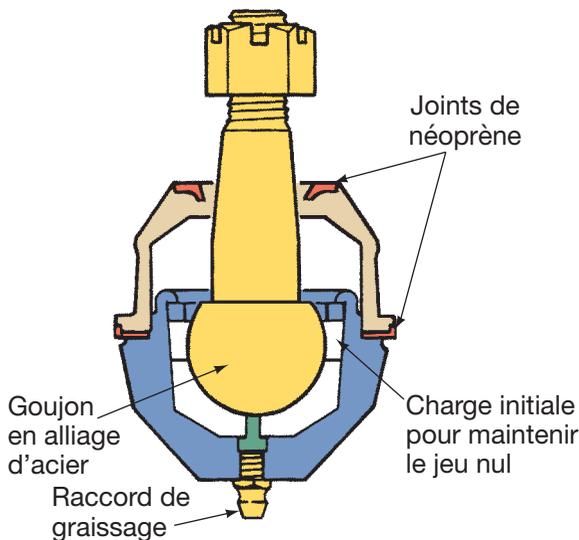


Figure 2-26 Rotule.

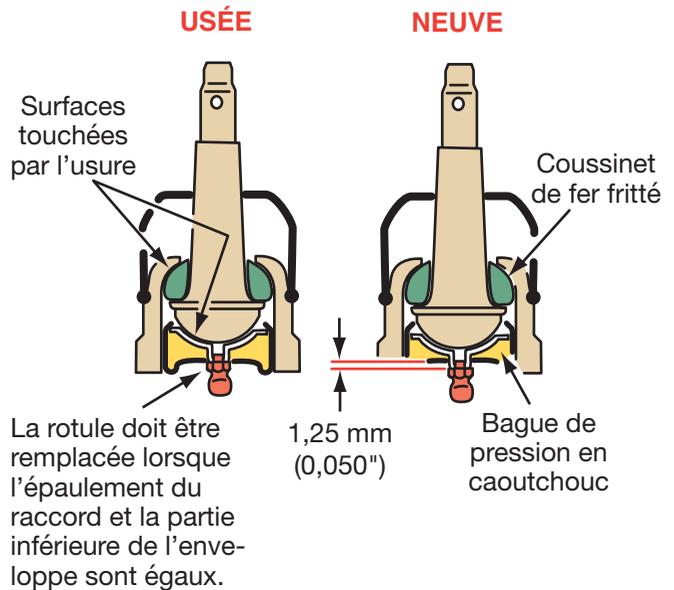


Figure 2-28 Rotules avec indicateur d'usure.

La rotule n'est rien de plus qu'une sphère renfermée dans une enveloppe. Tant que la sphère est maintenue solidement dans son enveloppe et que la sphère ou l'enveloppe n'est pas usée, la rotule assure un lien solide. Le lien devient lâche lorsque l'usure touche la sphère ou l'enveloppe. La façon de maintenir la sphère dans l'enveloppe dépend du type de rotule. Dans le cas d'une rotule portante, la pression exercée par le poids du véhicule maintient la sphère dans l'enveloppe (**figure 2-29**). Lorsque le poids est retiré de la rotule, la pression sur la sphère cesse et celle-ci devient lâche. Pour une rotule suiveuse, c'est la friction à l'intérieur de l'enveloppe qui maintient la sphère en place. Un ressort à l'intérieur de la rotule exerce une pression constante sur la sphère tout en permettant une certaine souplesse. Les rotules de ce type ne devraient jamais présenter de jeu.

Suspension avant à quatre leviers

Une suspension avant à quatre leviers positionne la roue avec quatre bras de suspension de type à tige et des biellettes (**figure 2-30**). La jambe de force est appuyée sur la carrosserie et elle supporte le poids du véhicule via le coussinet. En séparant le point de fixation de la roue et les éléments de la suspension, cette suspension optimise le confort de conduite et limite les mouvements. L'influence des forces liées à la traction du véhicule sur le système de direction est minimale.

DIAGNOSTIC DE LA SUSPENSION AVANT

La pose d'un diagnostic touchant des problèmes de suspension devrait s'effectuer en suivant une séquence logique. La procédure suivante peut s'appliquer à la plupart des véhicules; toutefois, il demeure toujours préférable de suivre celle décrite dans le manuel de réparation spécifique au véhicule.

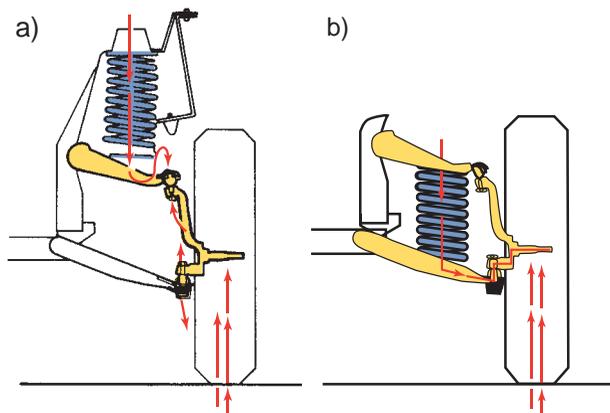


Figure 2-29 a) La rotule supérieure est la rotule portante.
b) La rotule inférieure est la rotule portante de ce système.

PROCÉDURE

Diagnostiquer un système de suspension

- ÉTAPE 1** Effectuez un essai routier et confirmez la plainte du client.
- ÉTAPE 2** Contrôlez les pneus. Vérifiez l'état et la pression de gonflage. Assurez-vous aussi de la conformité des dimensions des pneus et des roues.
- ÉTAPE 3** Contrôlez le châssis et le dessous de la carrosserie. Éliminez toutes les accumulations excessives de boue, de saleté ou de dépôts de la route. Ensuite :
- Contrôlez tous les composants pour détecter les modifications effectuées après la mise en service du véhicule.
 - Contrôlez le positionnement du véhicule afin d'identifier une surcharge ou un affaissement.
 - Soulevez le véhicule du sol. Saisissez le haut et le bas du pneu puis remuez chacune des roues avant pour contrôler l'usure des roulements de roue.
 - Observez la présence de composants lâches ou endommagés autant pour les suspensions à l'avant qu'à l'arrière.
 - Vérifiez la présence de boulons de suspension lâches, endommagés ou manquants.
 - Contrôlez le jeu et l'usure des rotules.
 - Contrôlez l'état des fixations supérieures des jambes de force.
 - Contrôlez les traces de fuites de fluide et de dommages aux amortisseurs et aux jambes de force (**figure 2-31**).
 - Vérifiez tous les éléments de fixation des amortisseurs et des jambes de force.

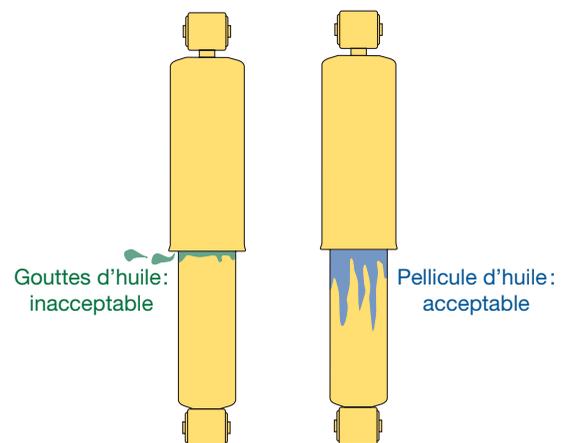


Figure 2-31 Vérifiez les traces de fuites de fluide des amortisseurs.

- Pour toutes les bagues de la suspension, contrôlez la présence des défauts suivants : lâche, fendue, fissurée, montée incorrectement et bruyante.
- Contrôlez les fixations, les barres et tous les liens de la direction pour détecter la présence d'éléments lâches, coincés ou endommagés.
- Contrôlez les dommages ou l'affaissement des ressorts.
- Contrôlez les dommages ou un jeu excessif des essieux moteurs.

ÉTAPE 4 Si le motif de la plainte du client a été identifié, réparez comme nécessaire puis assurez-vous que la réparation a bien corrigé le problème.

ÉTAPE 5 Si le motif de la plainte n'a pas été identifié, référez-vous au tableau des symptômes présenté dans les manuels de réparation et effectuez tous les contrôles pertinents. Effectuez ensuite les réparations nécessaires et assurez-vous que la réparation a bien corrigé le problème.

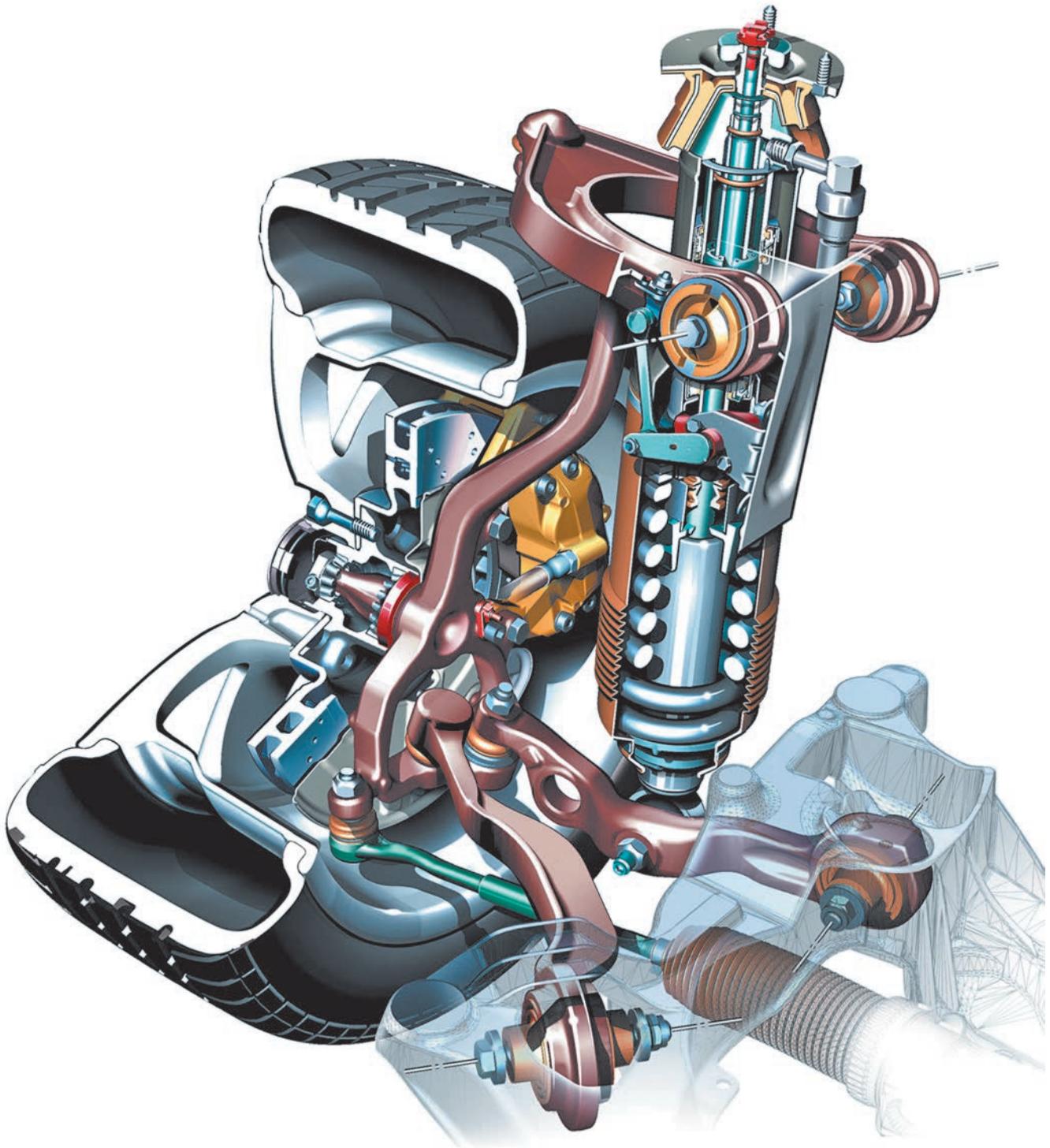


Figure 2-30 Suspension avant à quatre leviers. Chrysler LLC

Contrôle du rebondissement d'un amortisseur ou d'une jambe de force

Le véhicule au sol, une vérification rapide appelée le contrôle de rebondissement peut s'effectuer pour évaluer le fonctionnement des amortisseurs et des jambes de force. Lors du contrôle du rebondissement, le pare-chocs est repoussé deux à trois fois vers le bas, avec une force considérable appliquée à chacun des coins du véhicule. Le pare-chocs est relâché après chacune des poussées et le véhicule devrait osciller durant environ un cycle et demi puis s'arrêter. Un rebondissement libre vers le haut devrait immobiliser le déplacement vertical du châssis si l'amortisseur ou la jambe de force contrôle correctement le ressort. L'amortisseur ou la jambe de force est défaillant si le pare-chocs effectue plus de un mouvement et demi vers le haut.

Bruits

De nombreux problèmes peuvent causer des bruits de suspension anormaux. Le bruit produit par les pneus varie selon l'état de la chaussée tandis que les bruits du différentiel ne sont pas affectés par le passage de différentes conditions de chaussée. Une bande de roulement inégale peut aussi produire des bruits de pneus semblant provenir d'ailleurs du véhicule. Ces bruits risquent d'être confondus avec ceux provenant du différentiel. Les bruits du différentiel varient habituellement en fonction de l'accélération et de la décélération tandis que le bruit des pneus demeure plus constant dans ces situations. Le bruit des pneus est prononcé sur un revêtement d'asphalte lisse à des vitesses allant de 25 à 75 km/h.

Le martellement sur des routes irrégulières peut être causé par : des bagues d'amortisseurs usées, des isolateurs de ressorts usés, un ressort hélicoïdal cassé ou un isolateur de ressort brisé, des bagues de bras de suspension usées, des bagues de la barre stabilisatrice usées, des bagues de tirants usées, des jumelles et des bagues de ressorts à lames usées et par l'usure des ancrages et des bagues des barres de torsion. De bagues de bras de suspension sèches ou usées peuvent produire un bruit de grincement sur des routes irrégulières.

Un craquement en virage peut être causé par l'usure de la fixation supérieure d'une jambe de force. Le bruit d'une jambe de force avant lors d'un virage serré ou durant le rebondissement de la suspension peut provenir d'une interférence entre le ressort hélicoïdal et la tourelle de la jambe de force (**figure 2-32**).

CONSEIL

Avant d'amorcer l'inspection visuelle, on conseille de mesurer la hauteur libre du véhicule lorsque le véhicule repose sur un plancher de niveau. Les pneus doivent être correctement gonflés, le réservoir d'essence plein, l'habitacle sans passager et le coffre arrière sans charge. En débutant au pare-chocs arrière, secouez le véhicule de haut en bas à plusieurs reprises. Répétez l'opération au pare-chocs avant en relâchant en phase avec l'abaissement de l'arrière.

Spécifications de la hauteur libre du véhicule

Une inspection visuelle rapide permet de détecter tout affaissement de l'avant à l'arrière ou d'un côté à l'autre. Sous le véhicule, au niveau des deux extrémités des bras de suspension, contrôlez le dénivellement, l'usure ou les dommages des butées ou des traces de sections brillantes ou des marques d'usure des ressorts hélicoïdaux. Chacune de ces anomalies est un indice que les ressorts sont affaiblis.

Une inspection plus attentive, soit de mesurer la hauteur à des points spécifiques des deux côtés de la suspension, révélera des anomalies moins évidentes visuellement. Le **tableau 2-1** résume bien les différents problèmes des systèmes de suspension et comment les régler.

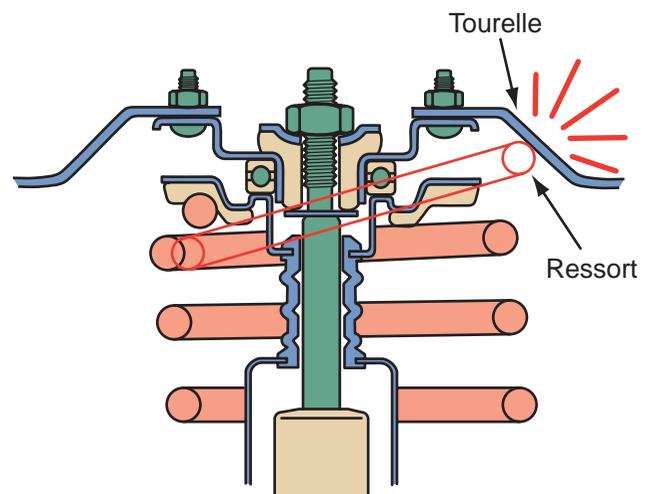


Figure 2-32 Interférence entre le ressort hélicoïdal et la tourelle de la jambe de force.

TABLEAU 2-1 DÉPANNAGE ET RÉPARATION DES SYSTÈMES DE SUSPENSION

À inspecter	Bruit	Instabilité	Titre d'un côté	Jeu excessif de la direction	Direction dure	Shimmy
Pneus et roues	Bruit de la route ou des pneus	Pression de gonflage basse ou inégale; combinaison de pneus radiaux et de pneus non radiaux	Pression de gonflage basse ou inégale; pneus de dimensions mal assorties	Pression de gonflage basse ou inégale	Pression de gonflage basse ou inégale	Roue déséquilibrée, usure inégale ou excessive des pneus; combinaison de pneus radiaux et de pneus non radiaux
Amortisseur (jambe de force ou amortisseur)	Bagues élastiques ou fixations lâches ou usées	Bagues élastiques ou fixations lâches ou usées; amortisseur ou jambe de force endommagé	Bagues élastiques ou fixations lâches ou usées		Bagues élastiques ou fixations des jambes de force lâches ou usées	Amortisseur ou jambe de force endommagé
Tirants	Bagues élastiques ou fixations lâches ou usées	Bagues élastiques ou fixations lâches ou usées	Bagues élastiques ou fixations lâches ou usées			Bagues élastiques ou fixations lâches ou usées
Ressorts	Usés ou endommagés	Usés ou endommagés	Usés ou endommagés surtout à l'arrière		Usés ou endommagés	
Bras de suspension	Butée du pivot de direction sur le bras de suspension: usée ou supports ou bagues élastiques endommagés	Supports ou bagues élastiques usés ou endommagés	Supports ou bagues élastiques usés ou endommagés		Supports ou bagues élastiques usés ou endommagés	Supports ou bagues élastiques usés ou endommagés
Système de direction	Composants usés ou endommagés	Composants usés ou endommagés	Composants usés ou endommagés	Composants usés ou endommagés	Composants usés ou endommagés	Composants usés ou endommagés
Parallélisme		Avant et arrière, surtout la chasse	Carrossage et chasse avant	Avant	Avant, surtout la chasse	Avant, surtout la chasse
Roulements de roue	En virage ou lors de modifications de vitesses: roulements de roue avant	Lâches ou usés (avant et arrière)	Lâches ou usés (avant et arrière)	Lâches ou usés (avant)		Lâches ou usés (avant et arrière)
Système de freinage			Au freinage		Au freinage	
Autres	Claquement lors de modifications de la vitesse, cliquettement de la boîte de vitesses en virage: joints homocinétiques, lubrification des rotules				Lubrification des rotules	Rotules lâches ou friction provoquée par l'usure

INFORMATION TECHNIQUE

Pour mesurer avec précision la hauteur libre du véhicule, consultez le manuel de réparation propre à chacun des modèles. La *séquence photo 2* illustre une procédure type de contrôle de la hauteur libre du véhicule. Soyez minutieux afin d'éviter des erreurs. La position des points à mesurer varie d'un modèle à l'autre, même s'il est fabriqué par la même compagnie. Lorsque l'usure d'un ressort hélicoïdal est suspectée, il sera peut-être nécessaire de charger le véhicule selon les spécifications du fabricant et de mesurer aux points déterminés.

RÉPARATION DES COMPOSANTS DE LA SUSPENSION AVANT

Chacun des composants importants du système de suspension doit être contrôlé soigneusement. Chaque composant exige une procédure de contrôle et de réparation spécifique. La lubrification périodique du châssis demeure la seule intervention au niveau de l'entretien des systèmes de suspension. Si le propriétaire néglige la lubrification, plusieurs problèmes peuvent alors en résulter.

Ressorts hélicoïdaux

Les ressorts hélicoïdaux n'exigent aucun réglage et sont fondamentalement sans problèmes. Toutefois, avec le temps, la compression et l'extension constantes du ressort risquent d'entraîner une perte d'élasticité et provoquer l'affaissement du ressort. Dans ce cas, les ressorts hélicoïdaux doivent être remplacés. Un ressort affaibli affecte la hauteur de caisse du véhicule; ceci peut causer :

- Un dérèglement du parallélisme
- Une direction anormale
- Un désalignement des phares
- Une réduction du freinage
- Une accélération de l'usure des pneus
- Une réduction de la durée des joints de cardan et des amortisseurs
- Le bris des ressorts hélicoïdaux

Les ressorts hélicoïdaux qui se brisent est souvent dû à une surcharge du véhicule ou à la rouille. Lorsqu'un véhicule transporte un poids plus grand que celui prévu lors de sa conception, les ressorts comprimés au-dessus des limites risquent aussi de se briser.

Une étape importante lors du remplacement d'un ressort hélicoïdal est d'identifier correctement le composant de remplacement. Commencez par rechercher le numéro du composant d'origine. Souvent cette étiquette disparaît avant le besoin de remplacement. Si un ensemble de ressorts de seconde monte a été installé, le numéro du composant peut être gravé à une extrémité du ressort. Déterminez ensuite quel est le type d'extrémité de ce ressort. On rencontre trois types d'extrémités : complètement ouverte, fermée et redressée et tire-bouchon. Les ressorts aux extrémités complètement ouvertes sont coupés directement et parfois aplatis ou meulés en forme de D ou de carré. Pour les extrémités fermées et redressées, la spire terminale est aplatie et arasée suivant un plan perpendiculaire à l'axe du ressort. La dernière spire à chacune des extrémités en tire-bouchon du ressort s'enroule selon un diamètre plus petit.

La dernière étape consiste à prendre connaissance de toute information disponible se rapportant à l'entretien. Pour y arriver, il faut connaître la marque, l'année, le modèle, le type de carrosserie, la cylindrée du moteur et si le véhicule est équipé d'un climatiseur. Dans certains cas, il importe aussi de connaître le type de boîte de vitesses, le nombre de sièges et d'autres spécificités pouvant augmenter le poids du véhicule. Dans la plupart des catalogues de pièces, les ressorts sont listés par véhicule et par numéros de série et divisés en deux sections : avant et arrière. Le remplacement de ressorts s'effectue toujours par paire.



ATTENTION!

Un ressort hélicoïdal exerce une pression très importante sur le bras de suspension. Pour toute réparation, avant de séparer l'un ou l'autre des bras de suspension, compressez le ressort à l'aide d'un compresseur de ressorts pour éviter qu'il ne s'échappe violemment et cause des blessures.

Dépose d'un ressort Pour déposer un ressort hélicoïdal :

1. Soulevez le véhicule et supportez-le par le châssis.
2. Laissez les bras de suspension pendre librement.
3. Déposez les roues, les amortisseurs et les biellettes de la barre antiroulis.
4. Séparez les rotules extérieures de leur bras de suspension.