

FINALITÉS DE BASE DE LA SUSPENSION

Lorsque le véhicule circule sur une route, il est constamment soumis aux irrégularités du terrain, ce qui crée des mouvements verticaux continus au niveau des roues ; lorsque la vitesse augmente, ces mouvements sont à l'origine de l'insécurité et de l'inconfort des occupants.

La suspension est chargée de neutraliser ces inconvénients et, par là-même, d'améliorer la sécurité dans la conduite.

Objectifs de la suspension

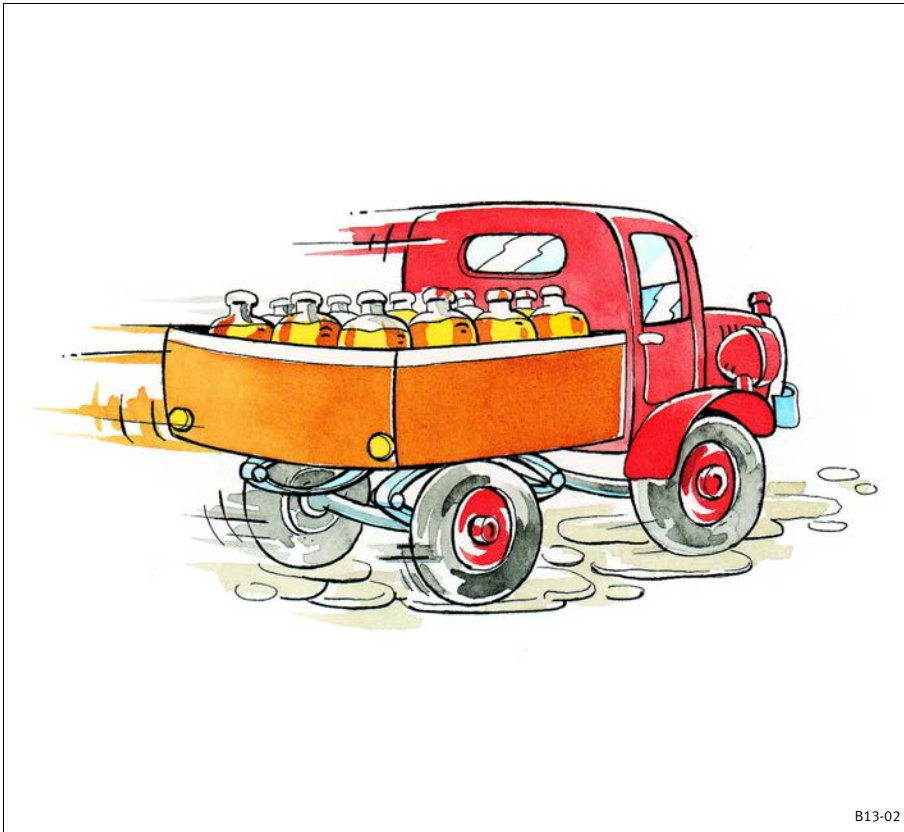
Son rôle principal est de garder les roues en contact continu avec la chaussée. Néanmoins, cette fonction doit être remplie en tenant compte de deux choses :

- la nécessité de contrôler la trajectoire en assurant la **stabilité du véhicule** en toutes circonstances.
- et le **confort des occupants**.



Sans système de suspension, une conduite confortable et sûre est impossible.

B13-01



B13-02

La suspension doit être conçue de sorte que ces deux conditions soient remplies conjointement ou que le soit au moins l'une d'entre elles, au choix, selon que l'une ou l'autre convienne le plus.

La possibilité de sacrifier le confort, comme dans le cas des véhicules sportifs, pour obtenir une conduite plus rapide et plus précise, ou le choix d'une suspension apportant un plus grand confort lorsqu'il s'agit

d'un véhicule de tourisme.

Dans tous les cas, les techniques actuelles permettent d'obtenir de hauts niveaux de confort, sans nuire de la sécurité et au bon maniement des véhicules.

En définitif, **le mouvement des roues doit être placé sous le contrôle de la suspension**, en toutes circonstances.

Les premiers véhicules avaient déjà adopté la suspension pour améliorer le confort.

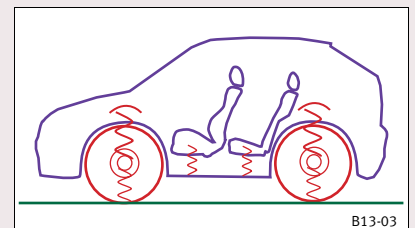
EN PROFONDEUR

Masses suspendues et masses non-suspendues.

Les masses **suspendues** sont celles qui sont en contact avec la route et dont **le poids est donc supporté par la suspension**. La carrosserie et les occupants en sont deux exemples significatifs.

Les masses **non-suspendues** sont celles qui **reposent directement sur le sol** à travers les roues **et celles de la suspension**. Dans ce groupe, nous trouvons entre autres : les essieux, les roues et les freins.

Moins il y aura de masses non-suspendues, meilleur sera le comportement dynamique du véhicule, puisque le nombre de composants en mouvement diminue.



B13-03

" La finalité de la suspension est d'atténuer les mouvements provoqués par les irrégularités de la chaussée, les virages, le vent, les accélérations et les décélérations."

OSCILLATIONS DU VÉHICULE

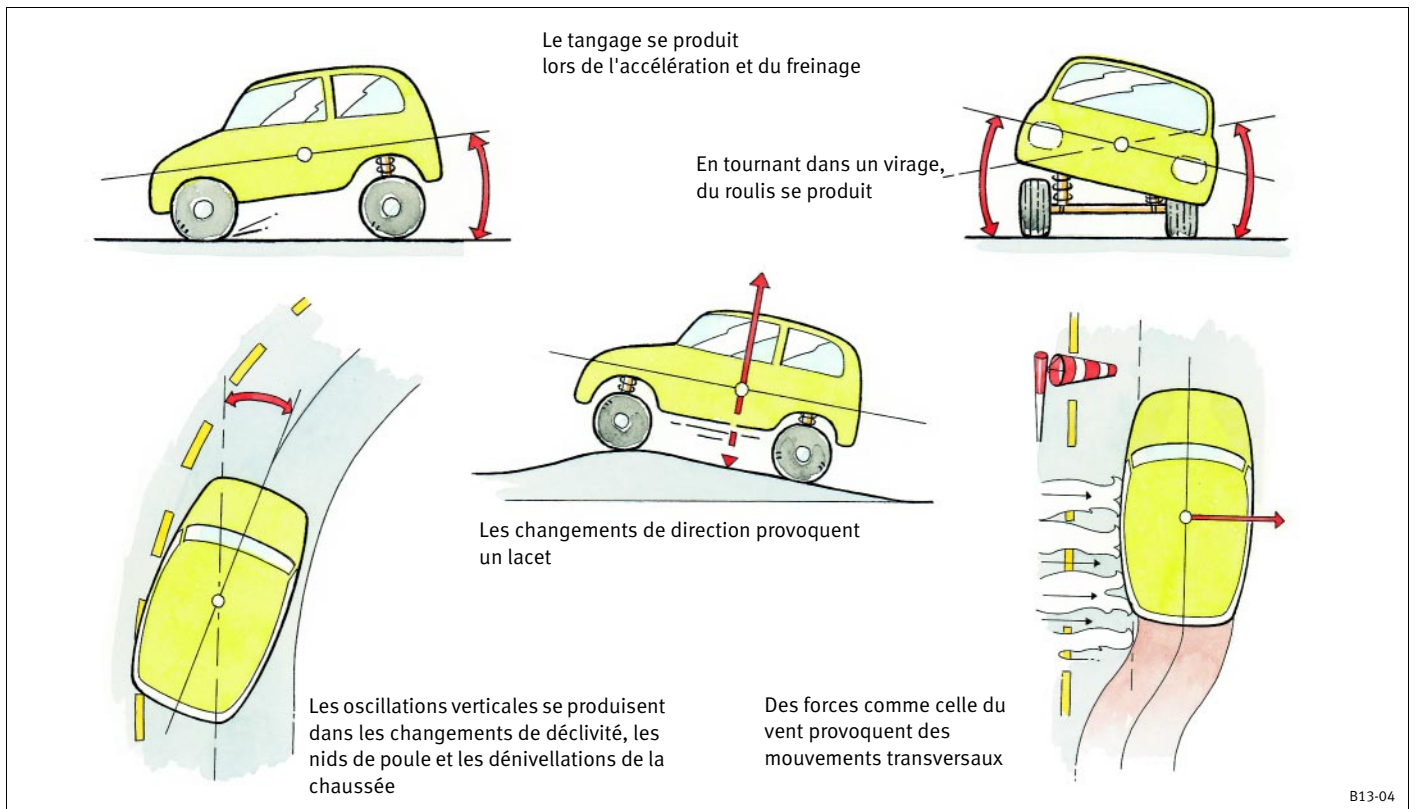
Mouvements de la carrosserie

La suspension absorbe et neutralise les irrégularités de la chaussée. Celles-ci tendent à être transmises à la carrosserie et aux occupants du véhicule sous forme d'oscillations gênantes que le système de suspension doit compenser.

Types d'oscillations

Il existe différents types d'oscillations en fonction de la direction dans laquelle celles-ci se produisent par rapport au véhicule :

- Tangage ; ce sont celles qui se produisent autour de l'axe transversal.
- Roulis ; ce sont les oscillations rotatives qui se produisent autour de l'axe longitudinal.
- Lacet ; ce sont celles qui se produisent dans l'axe vertical.
- Déplacements verticaux : Ce sont les mouvements qui se créent le long de l'axe vertical du véhicule.
- Déplacements transversaux : Ce sont les mouvements qui se créent de façon rectiligne dans l'axe transversal.



Marges de confort humain

Pour ne pas altérer l'état animique des passagers, les oscillations doivent se maintenir dans certaines limites.

La limite de confort pour une personne est de **1 à 2 oscillations par seconde**. Au dessus de ces valeurs, le système nerveux s'excite et, en-dessous, des nausées peuvent se produire.

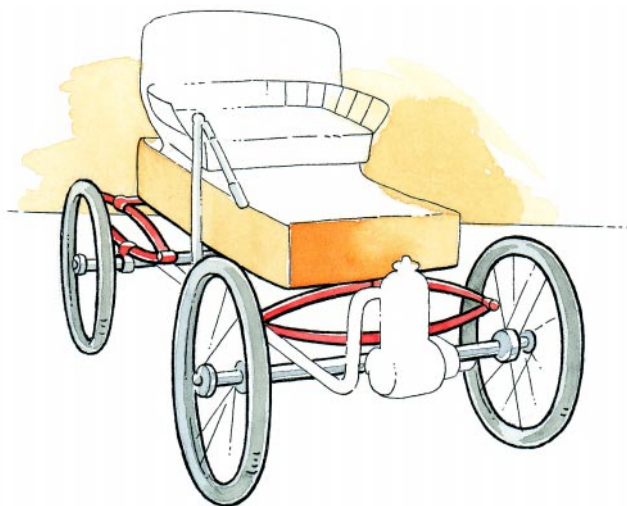
Amortissement des oscillations

Dès les débuts de l'automobile, des mesures ont été prises par l'utilisation d'éléments élastiques dans les sièges, pour atténuer les oscillations **et améliorer le confort**.

L'adoption de pneumatiques élastiques en substitution des pneumatiques rigides a également contribué à une grande amélioration de la sécurité et du confort.

Avec le temps et l'augmentation de la vitesse des véhicules, le besoin de **contrôler les oscillations dès leur origine s'est imposé, de façon à offrir une meilleure sécurité**.

Les éléments élastiques ont été incorporés aux essieux, de sorte que le plus grand nombre possible de composants soit suspendu. Les mouvements étaient ainsi plus atténués, dans la mesure où l'absorption de ceux-ci ne se limitait pas exclusivement aux passagers.



B13-06

EN PROFONDEUR

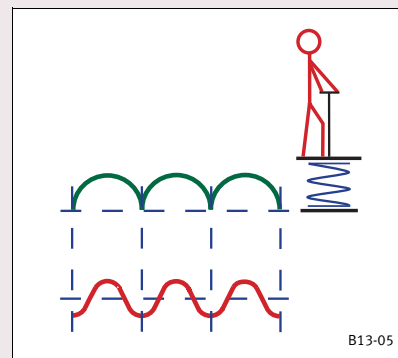
Les oscillations

Ce sont des mouvements qui se répètent avec une certaine régularité et qui se mesurent par leur fréquence et leur amplitude.

Fréquence: C'est le **nombre de variations** que subit un corps **en une seconde**. La fréquence est exprimée en Hertz (Hz).

L'inverse de la fréquence est la **période**. Cette dernière correspond à la **durée** de production d'une **oscillation complète**.

Amplitude: Il s'agit de la **valeur maximum** atteinte par l'oscillation.



B13-05

" Les éléments élastiques d'absorption et les roues sont les éléments constitutifs de la suspension. C'est d'eux que dépend le comportement du véhicule, plus sportif ou plus confortable ; sans jamais oublier la sécurité maximum. "

SYSTÈMES ET COMPOSANTS DE LA SUSPENSION

En ce qui concerne la suspension, il faut différencier les éléments qui la composent et ses différentes architectures.

Les **éléments de la suspension** sont classés dans les groupes suivants :

Les éléments **élastiques** ; leur rôle est de **soutenir le véhicule** en l'isolant des mouvements provoqués par les altérations de la chaussée.

Les éléments **d'absorption** ; ils sont requis pour compléter les éléments précédents et obtenir l'**atténuation** des **oscillations** provoquées par ceux-ci.

Enfin, les **roues** ; ces dernières apportent **mobilité** au véhicule et **flexibilité**, grâce à l'utilisation des

pneumatiques.

En fonction des éléments utilisés et de leur disposition, différentes

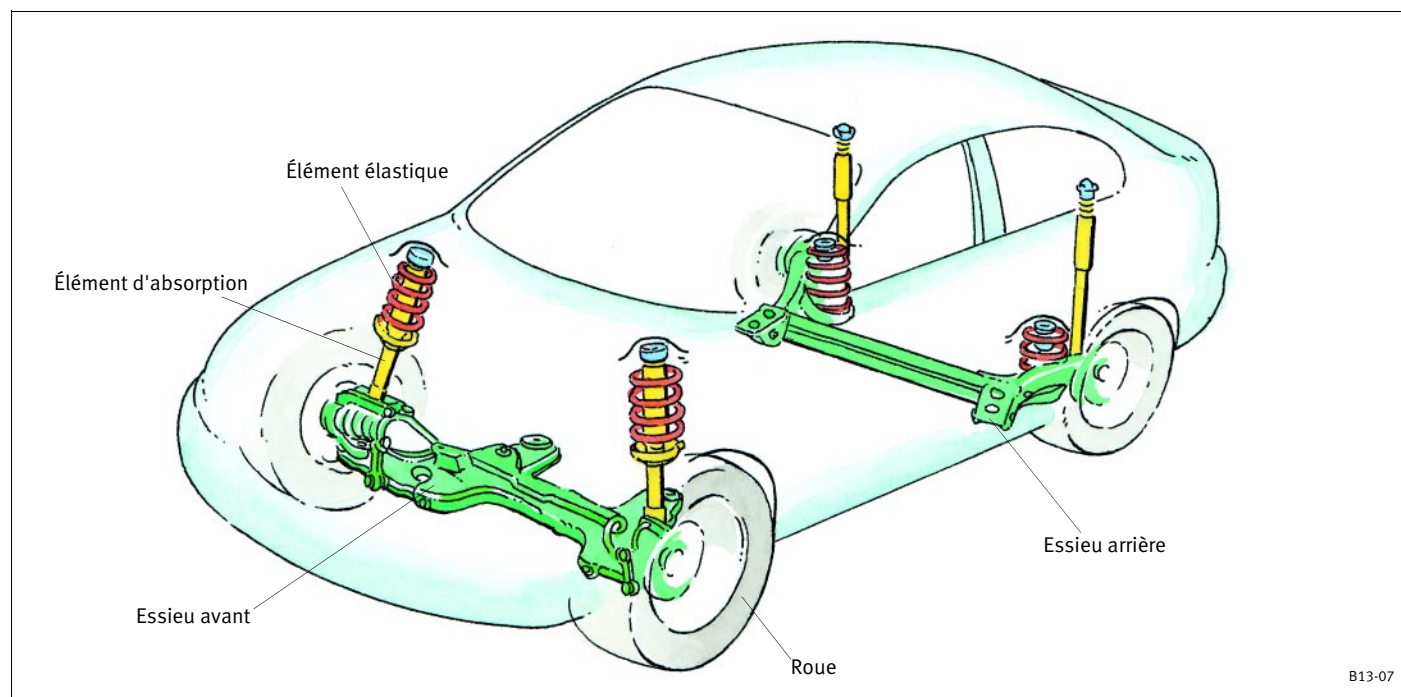
architectures peuvent être obtenues:

Celles de l'**essieu rigide**, avec une union solidaire entre les roues d'un même essieu.

Celles des **roues indépendantes**, qui permettent un libre mouvement de chaque roue.

Les structures **spéciales**, qui sont des évolutions des deux précédentes.

Et les **suspensions actives**, qui sont des systèmes modernes dotés de l'**assistance de l'électronique** pour l'obtention de comportements plus précis.



B13-07

" Les barres de torsion sont caractérisées par leur simplicité, le peu d'espace qu'elles occupent et par le fait qu'elles permettent la disposition d'un plancher entièrement plat. "

ÉLÉMENTS ÉLASTIQUES : BARRES DE TORSION

Les éléments élastiques sont rangés en fonction du matériau dans lequel ceux-ci sont fabriqués, dans les classes suivantes :

Éléments élastiques **solides**, tels que les ressorts, les ressorts à lames et les barres de torsion.

Et les éléments élastiques **hydrauliques** ou **pneumatiques**, tels que les blocs pneumatiques.

Barres de torsion

Ce sont des barres **en acier élastique conçues pour supporter la tension**.

Elles prennent une forme particulière aux extrémités, pour leur fixation.

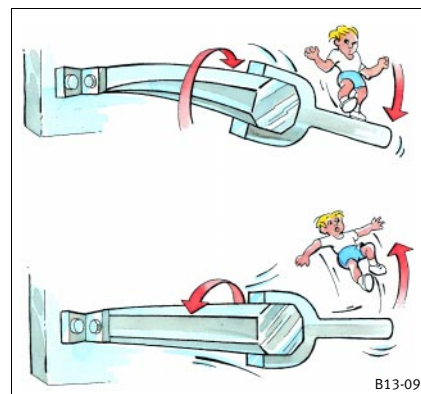
Ce système est basé sur le principe suivant : si l'on applique une torsion à l'une des extrémités d'une tige en acier élastique fixé par l'autre de ses

extrémités, celle-ci tendra à se tordre, puis à reprendre sa forme d'origine lorsque l'effort de torsion auquel elle se trouve soumise cesse d'être appliqué.

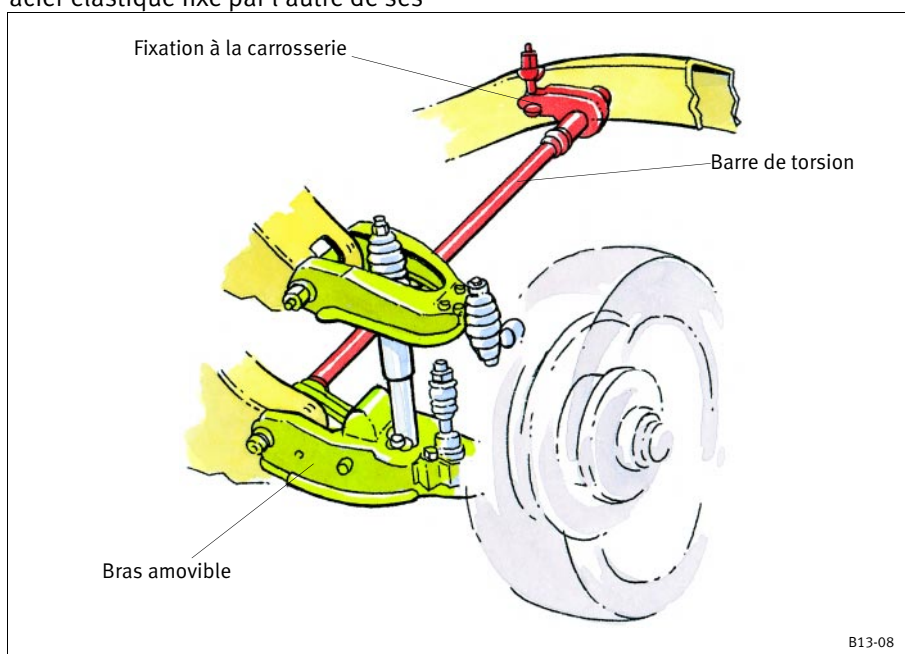
Le montage de ces barres sur le véhicule se fait en fixant l'une de leurs extrémités au châssis. Un bras amovible est placé à l'autre extrémité, où loge l'arbre de la roue. Lorsque cette dernière monte ou descend, une torsion se produit ; cette torsion permettra le mouvement de la roue.

Les barres de torsion peuvent **être montées** parallèlement à l'axe **longitudinal** (essieu avant) du véhicule **ou en sens transversal** (essieu arrière).

Leur utilisation la plus fréquente a lieu au niveau de l'essieu arrière.



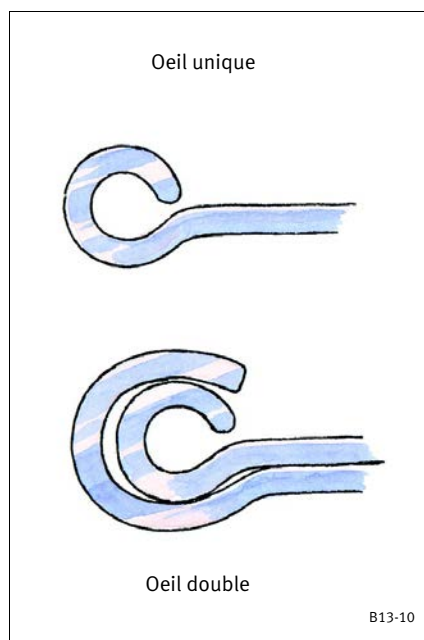
Lorsque la force de torsion disparaît, la barre tend à reprendre sa forme initiale.



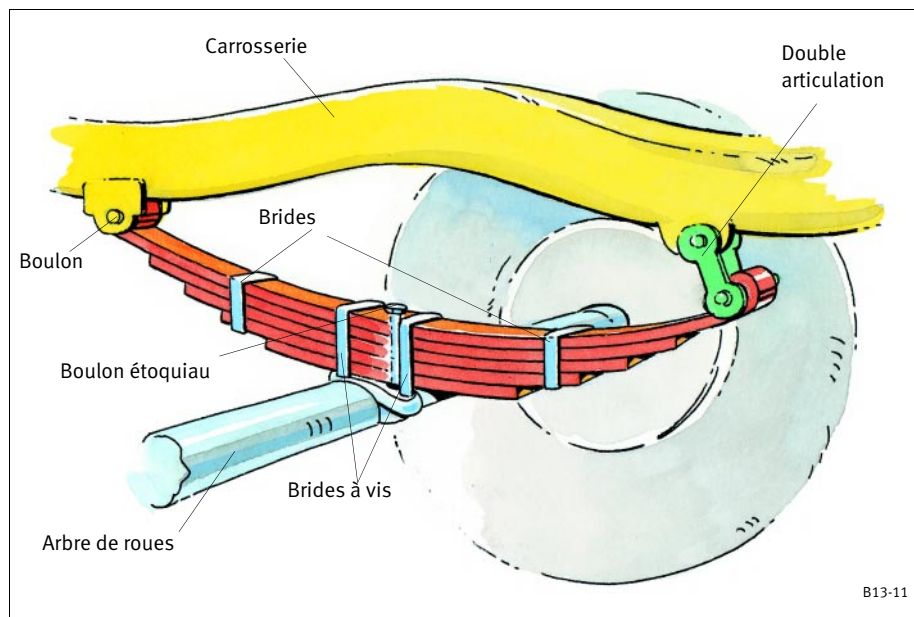
*" Les ressorts à lames sont les éléments élastiques
offrant les meilleures performances et utilisés le plus fréquemment sur les véhicules
destinés à supporter de grandes charges. "*

ÉLÉMENTS ÉLASTIQUES : RESSORTS À LAMES

La flexion se produisant dans les ressorts à lames empêche la transmission de mouvements brusques aux occupants du véhicule.



L'oeil double présente l'avantage de permettre le maintien temporaire de la stabilité de l'ensemble en cas de rupture de la seconde lame.



Les ressorts à lames sont formés d'un **ensemble de lames en acier** élastique unies par un boulon étoquiau.

Des brides empêchent les différentes lames du ressort se s'ouvrir latéralement et permettent le glissement entre elles lorsque qu'elles sont déformées par le poids ou les oscillations auxquels elles sont soumises.

La lame supérieure prend le nom de lame maîtresse. Elle est courbée à ses extrémités et forme ainsi des yeux, simples ou doubles, dans lesquels sont montés les bagues destinées à son ancrage à la carrosserie.

Le **nombre de lames et l'épaisseur** de ces dernières **dépend de la charge** à supporter.

Ancrage

Le ressort à lames est **fixé** à la **carrosserie** et à l'**arbre des roues**.

L'**ancrage** à la **carrosserie** se fait en unissant les yeux du ressort aux supports de la carrosserie. Pour ce faire, un **boulon** est utilisé à l'une des extrémités et, à l'autre, une **double articulation**, avec ses boulons correspondants. L'utilisation de cette double articulation permet l'allongement du ressort lorsque que ce dernier se comprime.

Enfin, l'**arbre des roues** est **ancré** au moyen de brides à vis.

Disposition

L'installation des ressorts à lames peut se faire en sens transversal ou longitudinal par rapport au véhicule, au niveau de l'essieu avant ou arrière. Actuellement, l'installation des ressorts à lames se fait plus communément en sens longitudinal au niveau de l'essieu arrière, sur chacune des roues.

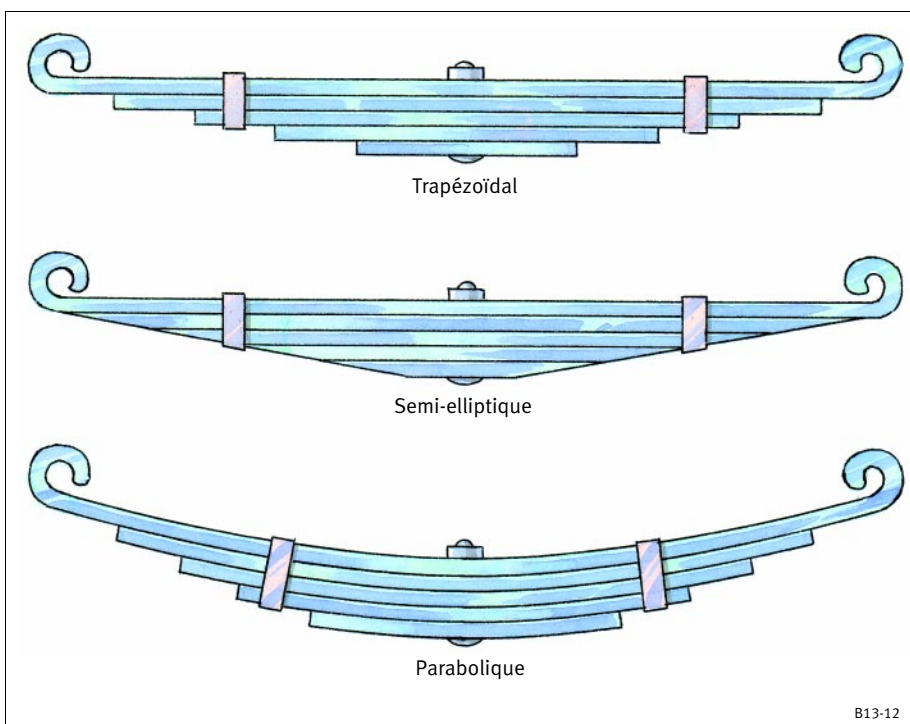
Dans les véhicules utilisant des ressorts à lames au niveau de la suspension de l'arbre propulseur, ceux-ci leur servent aussi à neutraliser la réaction des mouvements de la propulsion en l'absorbant grâce à leur déformation longitudinale.

Propriétés

La caractéristique la plus importante des ressorts à lames est **la rigidité**. Cette dernière **varie en fonction** de :

- La **largeur des lames**.
- Leur **longueur**.
- L'élasticité longitudinale du matériau.
- Le type d'installation.
- Leur forme.

Les formes les plus conventionnelles des ressorts à lames sont les trapézoïdales et les paraboliques, même s'il en existe une infinité de variantes, tels que les semi-elliptiques.



EN PROFONDEUR

Ressorts à lames de flexibilité variable

Lorsque les ressorts à lames doivent supporter de très hautes charges, ceux-ci doivent être d'une grande rigidité.

Néanmoins, lorsque le véhicule n'est pas chargé, cette rigidité s'avère généralement excessive.

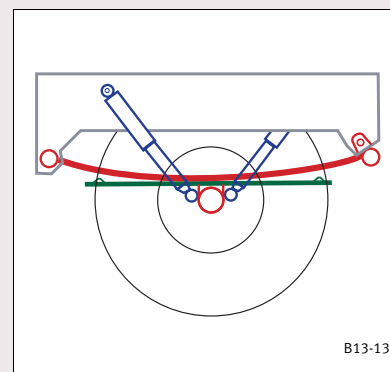
Pour éviter ce problème, les ressorts à lames de flexibilité variable sont utilisés.

Ceux-ci se composent de deux parties :

- Ressort à lames principal
- Petit ressort à lames

Dans cette conception, le **ressort à lames principal** est plus flexible, dans la mesure où **il n'a pas à supporter à lui seul la charge totale**.

Lorsque le **véhicule n'est pas soumis à des charges** très élevées, le **ressort à lames principal travaille seul** ; mais lorsque ces charges **augmentent, le petit ressort à lames entre en contact** et fait ainsi augmenter la rigidité. La suspension est ainsi adaptée et permet une amélioration de la sécurité et du confort dans toutes les conditions d'usage du véhicule.



Les ressorts à lames trapézoïdales conservent leur rigidité alors que celle des ressorts paraboliques varie le long de leur course.

" Les ressorts sont utilisés dans la plupart des véhicules de tourisme, dans la mesure où ceux-ci ne demandent pas beaucoup d'espace, qu'ils sont légers et que leur comportement est progressif. "

ÉLÉMENTS ÉLASTIQUES : RESSORTS

EN PROFONDEUR

Élasticité dans la suspension :

Il est possible d'obtenir une suspension d'une **souplesse variable** et progressive dans le véhicule grâce à des ressorts hélicoïdaux coniques de **différents diamètres** de roulement ou à des **ressorts supplémentaires**.

Coefficient élastique :

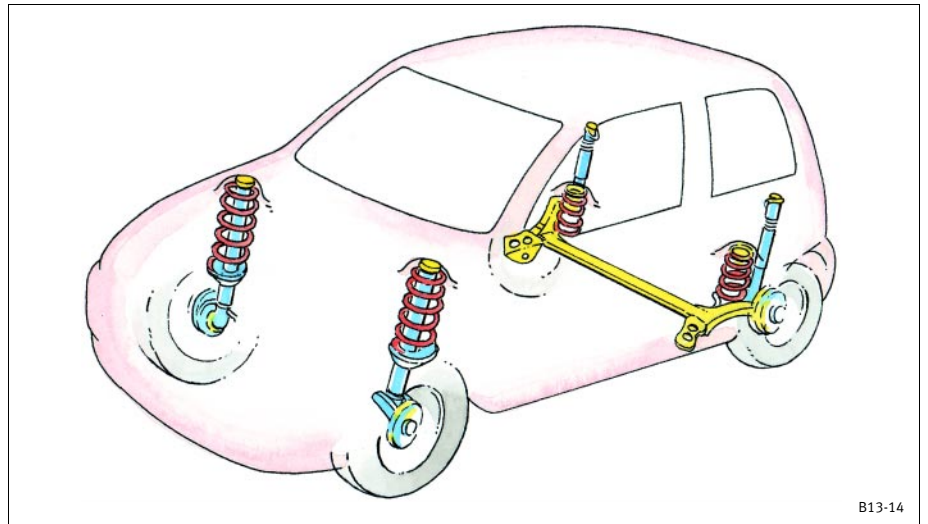
Le coefficient d'un ressort est déterminé par le rapport existant entre la force appliquée sur le ressort et la déformation engendrée :

$$C = \frac{F}{S}$$

C : Coefficient élastique du ressort

F : Force

S : Déformation



B13-14

Ils sont fabriqués avec du fil en **acier élastique** à section circulaire, **enroulé** de façon **hélicoïdale**.

Parmi les éléments élastiques, celui-ci est celui qui est actuellement utilisé dans la plupart des automobiles, en substitution des ressorts à lames. Ils sont **capables de dissiper l'énergie** de façon beaucoup plus progressive parce qu'ils disposent d'une plus grande course. Ils présentent aussi l'avantage d'être faciles à loger et d'être très légers.

Disposition

Leur installation peut aussi bien se faire au niveau de l'essieu avant que de l'essieu arrière, en guise d'union entre l'arbre du train roulant et la carrosserie.

Propriétés

Les ressorts hélicoïdaux travaillent en proportion de la charge à laquelle ceux-ci sont soumis, en s'écourtant ou en s'allongeant lorsque les irrégularités de la route entraînent leur déformation à travers les roues.

La rigidité de ces ressorts **dépend** :

- Du **nombre de spires**.
- De l'épaisseur ou du **diamètre du fil**.
- Des caractéristiques du **matériau**.
- Et de leur **type de fabrication**.

Les trois premiers facteurs jouent directement et exclusivement sur la résistance à la compression du ressort, alors que la forme de ce dernier permet d'obtenir des ressort de tension constante ou de tension graduelle.

En ce qui concerne les ressorts **de tension constante**, tels que le ressort cylindrique et le ressort banane, le rapport entre la force de déformation et le déplacement créé est constant dans toute la course.

Autrement dit, lorsque le poids supporté par le ressort est augmenté de 50 kg, le ressort se déforme autant qu'il se trouve au début de sa course ou qu'il soit au milieu ou à la fin de cette dernière.

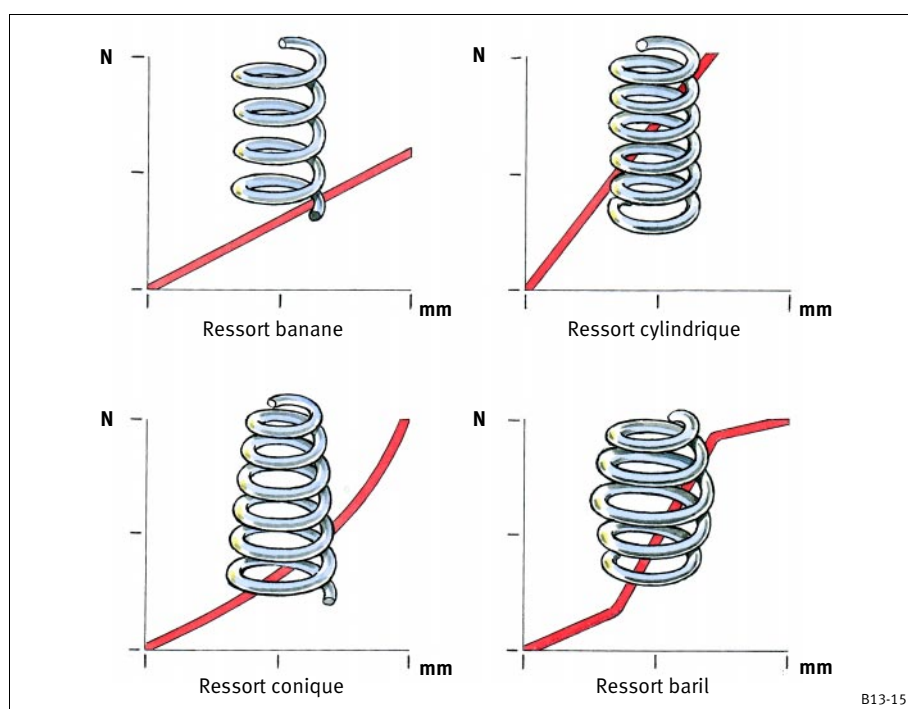
Au contraire, en ce qui concerne les ressorts **graduels**, tels que le ressort conique et le ressort baril, la déformation face à un même effort n'est pas constant pendant toute la course du ressort.

Les ressorts graduels sont principalement utilisés au niveau de l'essieu arrière, dans la mesure où ce dernier est celui qui est soumis à de plus grandes variations de charge.

Ancrage :

Les dernières spires sont plates pour faciliter l'assise du ressort sur ses bases d'appui.

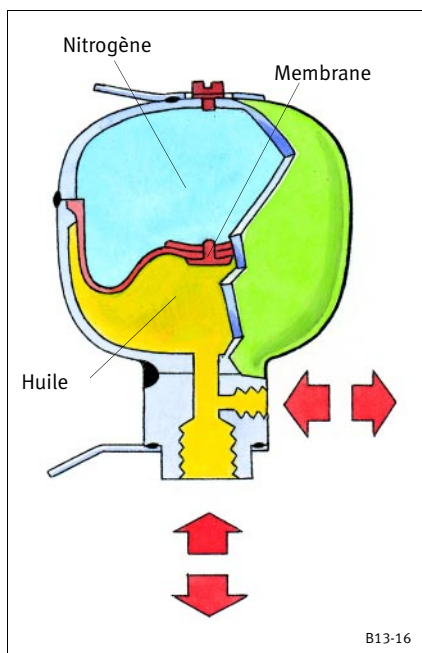
Des séparateurs en caoutchouc sont intercalés dans celles-ci afin d'éviter tout contact du métal contre le métal. En effet, ce contact donnerait lieu à des frottements et à du bruit en raison des courses de compression et d'extension brusques.



Le ressort cylindrique et le ressort banane sont des ressorts de tension constante et ceux-ci offrent différentes résistances à la compression. En ce qui concerne les ressorts graduels, le ressort conique augmente sa résistance lorsque la compression augmente elle aussi et le ressort baril fait preuve de sa plus grande résistance au niveau de ses spires centrales.

" Le bloc pneumatique joue le rôle d'élément élastique de la suspension, permettant ainsi le réglage de la hauteur du véhicule. "

ÉLÉMENTS ÉLASTIQUES : BLOC PNEUMATIQUE



Ils sont fabriqués à partir de deux demi-sphères unies par soudure et d'une membrane centrale qui sépare le nitrogène de l'huile.

Ce sont les éléments élastiques utilisés dans les véhicules dotés d'une **suspension active**. Il s'agit d'un **réceptif** aux formes et matériaux très diverses qui, pour son fonctionnement, a recours à deux composants : l'huile et le gaz à pression, le gaz étant normalement utilisé étant l'azote ou l'air.

Les blocs pneumatiques sont rangés dans les classes suivantes, en fonction des composants utilisés :

- **Oléo-pneumatiques**, avec de l'huile et du gaz.
- Et **pneumatiques**, avec du gaz.

Les véhicules dotés de ces éléments élastiques sont ceux qui disposent d'un système de **correction de hauteur**.

Oléo-pneumatiques

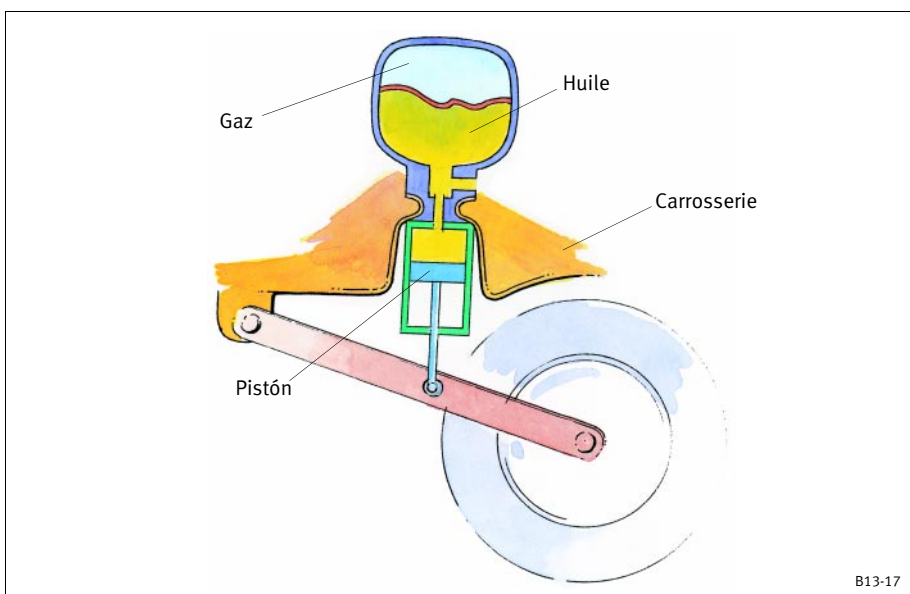
Ils sont normalement de forme sphérique et travaillent avec de l'**huile** et de l'**azote**, séparés par une membrane.

Les mouvements des roues sont transmis à un piston qui tend à comprimer l'huile.

L'action de ce piston déforme la membrane et comprime l'**azote** qui est l'élément qui apporte les **qualités élastiques** à ce genre de suspensions.

Lorsque le piston effectue sa course descendante, la pression exercée par l'huile sur le nitrogène diminue et se détend à nouveau.

Si la quantité d'huile dans le circuit augmente ou diminue, la hauteur de la carrosserie par rapport au sol peut être réglée grâce à une pompe hydraulique.



Dans les oléo-pneumatiques, la pression du gaz détermine la résistance à la compression.

Pneumatiques

Le bloc pneumatique est un récipient contenant de l'air comprimé.

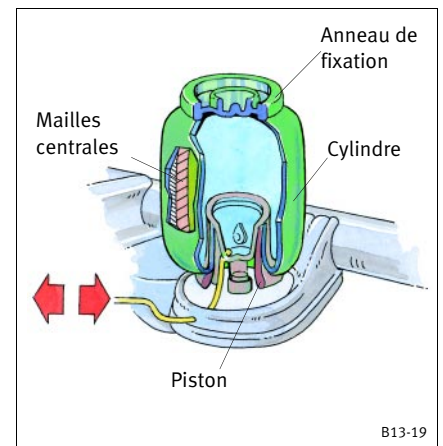
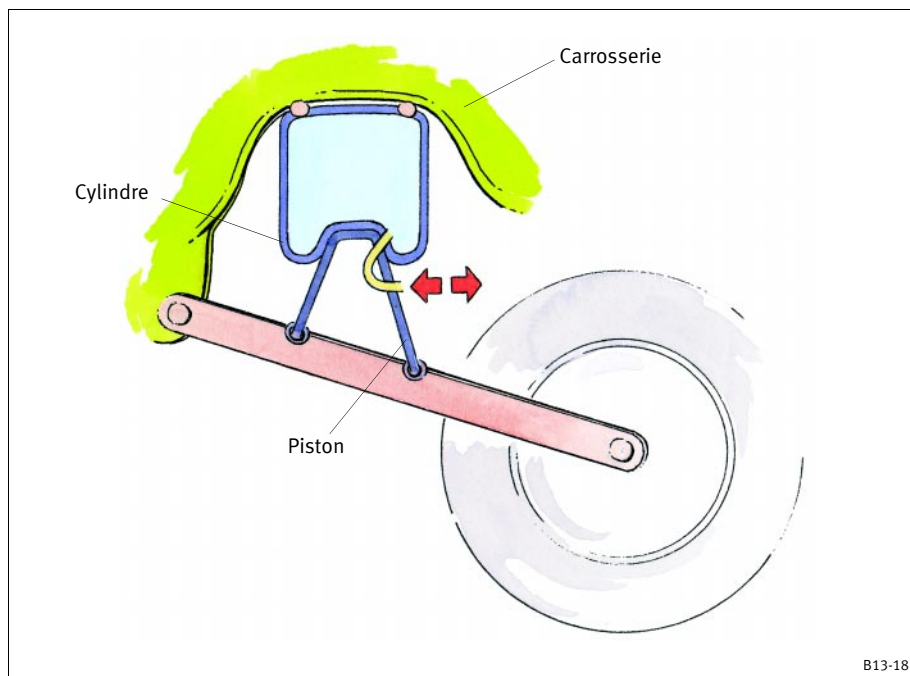
Il est composé d'un cylindre uni à la carrosserie au moyen d'un anneau de fixation et d'un piston, solidaire au train roulant.

Entre le cylindre et le piston, une cavité étanche se forme dans laquelle est enfermé l'air à pression. Les mouvements de la roue sont transmis au piston, qui, en se déplaçant, fait augmenter la

pression à l'intérieur de l'accumulateur.

Dans ce cas, l'air comprimé se comporte comme un élément élastique, en atténuant les impacts.

De façon similaire aux accumulateurs oléo-pneumatiques, grâce à l'utilisation d'un compresseur, il est possible de contrôler la pression du circuit et, par conséquent, la hauteur de la carrosserie par rapport au sol.



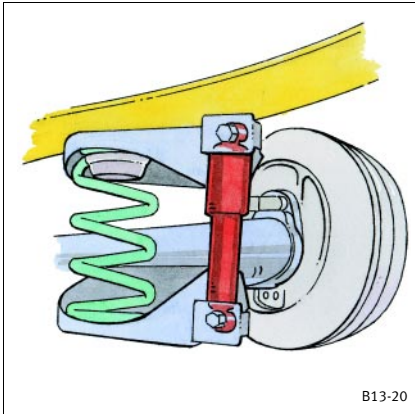
Le cylindre est constitué de quatre couches : la couche intérieure et la couche extérieure, toutes deux en caoutchouc de haute limite élastique, et les deux couches intérieures de maille pour apporter une grande résistance au composant.

Son comportement est semblable à celui d'un ballon que l'on tente de gonfler : il permet sa compression avec une certaine résistance et tend à reprendre sa forme initiale.

*" Les amortisseurs sont indispensables
dans tout système de suspension.*

La stabilité et la sécurité active du véhicule dépend de leur état. "

ÉLÉMENTS D'ABSORPTION : AMORTISSEURS



Les amortisseurs sont situés sur chacune des roues et fixés à la carrosserie dans leur partie supérieure et aux bras oscillants de la suspension dans leur partie inférieure.

La déformation se produisant dans les éléments élastiques permet d'amortir l'**énergie** des impacts des irrégularités de la chaussée. Néanmoins, **cette énergie doit être libérée** à travers le mouvement de la carrosserie.

Amortisseurs

Ce sont les éléments **chargés de contrôler la dissipation de l'énergie accumulée dans les éléments élastiques**.

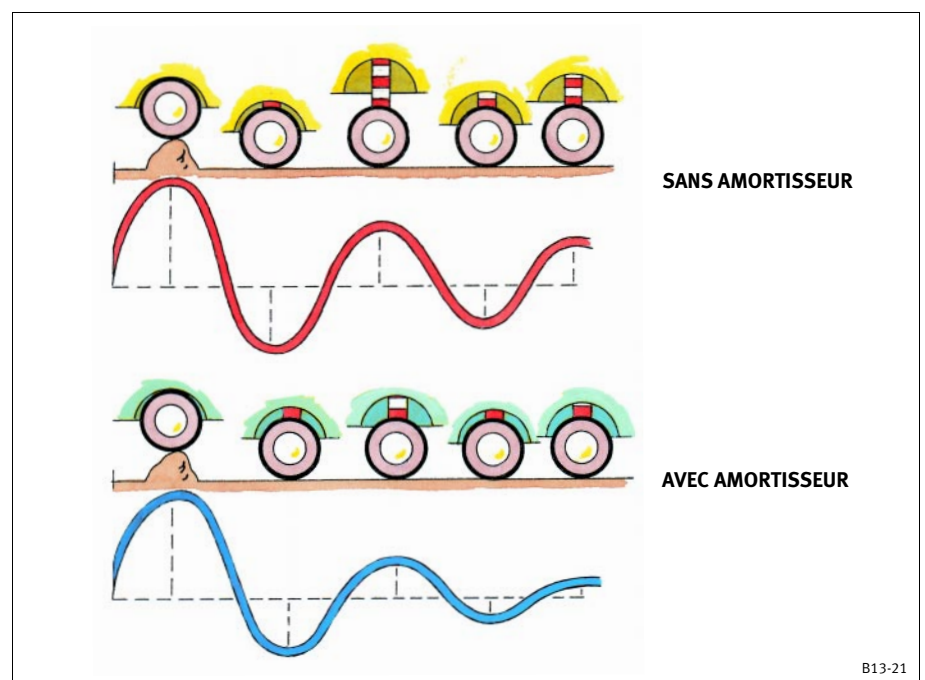
Ceux-ci, de par leur propres caractéristiques, garderaient toujours la carrosserie et les roues en mouvement, roues qui, en contact avec une surface rigide telle que la chaussée, tendraient à rebondir sur

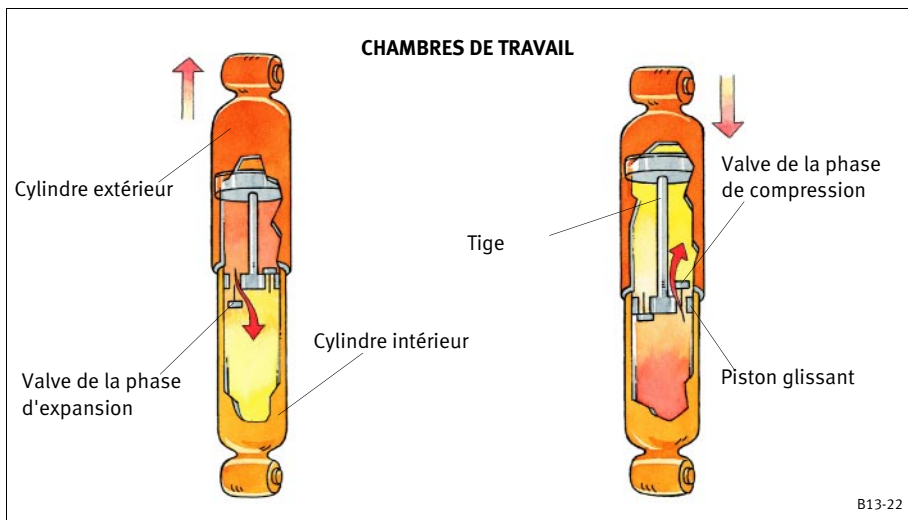
celle-ci comme un ballon et entraîneraient la perte de contact et l'instabilité dans la marche du véhicule.

De nos jours, un système de suspension dénué de tout contrôle de l'amortissement est inconcevable, dans la mesure où les vitesses atteintes posent le besoin **de garantir le confort, mais aussi la sécurité**.

Les amortisseurs ayant été utilisés sont les amortisseurs à friction et les amortisseurs hydrauliques. De ces derniers, les amortisseurs télescopiques sont ceux qui sont montés dans presque toutes les automobiles actuelles.

L'amortisseur permet d'atténuer les oscillations créées par les éléments élastiques de la suspension. Sans eux, les oscillations se prolongeraient pendant très longtemps.





Amortisseur télescopique

Leur forme est cylindrique et ils sont extensibles.

Ils se composent d'une tige unie à la carrosserie par son extrémité supérieure. À l'autre extrémité, ils sont dotés d'un piston qui glisse sur le cylindre interne, ce dernier étant fixé à l'arbre des roues.

Le piston délimite le cylindre intérieur en deux chambres internes étanches qui contiennent de l'huile. En cas de mouvements verticaux de la roue, le piston glisse en forçant l'huile à passer entre deux chambres, à travers des valves. La pompe de l'huile d'une chambre à l'autre offre une résistance qui transforme l'énergie cinétique en chaleur et freine les oscillations verticales des éléments élastiques.

La résistance au mouvement de l'amortisseur dépendra de la taille des valves.

L'étanchéité de l'amortisseur est très importante pour son bon fonctionnement. En effet, en cas de fuites d'huile, sa fonction se verrait minimisée, ce qui aurait des conséquences importantes sur la sécurité active.

Amortisseur à double effet

Ceux-ci offrent de la résistance dans la course de compression et dans celle d'extension, ce qui accélère la production du freinage des oscillations.

Ce genre d'amortisseurs offre également la possibilité d'implanter des valves de différents diamètres qui permettent des résistances de freinage distinctes dans la compression et dans l'extension.

EN PROFONDEUR

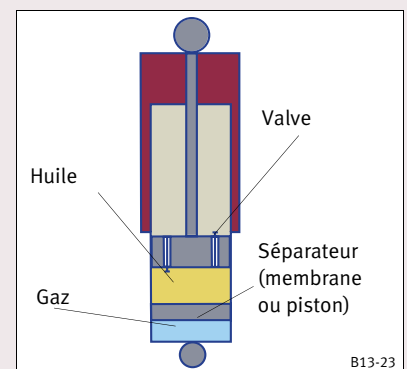
Amortisseurs à gaz :

Lorsque l'amortisseur évolue à **grande vitesse**, sa température augmente considérablement, ce qui entraîne une perte de la viscosité de l'huile et, par conséquent, une perte de l'efficacité de l'élément d'absorption.

Ces amortisseurs **fonctionnent grâce à l'action conjointe du gaz et de l'huile**.

Ils ne sont pas seulement divisés en deux chambres, mais sont aussi dotés d'une troisième chambre séparée où loge le gaz qui, lorsque la température augmente, pressurise encore plus le circuit de l'huile et fait **augmenter sa température d'ébullition**.

De plus, le gaz apporte progressivité à l'amortisseur, de la même façon que lorsque l'on serre une balle en caoutchouc contenant de l'air avec la main. Il se comprime facilement dans les courses courtes et à mesure que ces dernières augmentent, il offre une plus grande résistance.



Les barres stabilisatrices contrecarrent le roulis du véhicule provoqué par les dénivellations et le tracé de la chaussée. "

ÉLÉMENTS ÉLASTIQUES : BARRES STABILISATRICES

EN PROFONDEUR

Stabilisation électronique :

Ces systèmes sont dotés de capteurs d'oscillations transversales, longitudinales et verticales du véhicule qui, combinés à d'autres capteurs qui contrôlent les déplacements de l'amortisseur, l'angle du volant, la pression du freinage et la déformation des pneus, permettent à une unité de commande de déterminer l'état de la chaussée et le type de conduite. Lorsque le véhicule prend un virage, l'unité de commande électronique régule les amortisseurs, en fonction de la valeur des signaux transmis par les capteurs. Il en va de même lorsque le véhicule freine, de façon à ce que les roues restent en contact avec la chaussée, et lorsqu'une accélération subite est réalisée, de façon à éviter le patinage des pneus.

Les amortisseurs atténuent le déplacement du ressort grâce à des électrovannes qui réduisent le passage de l'huile lorsqu'elles sont actionnées par l'unité de commande.

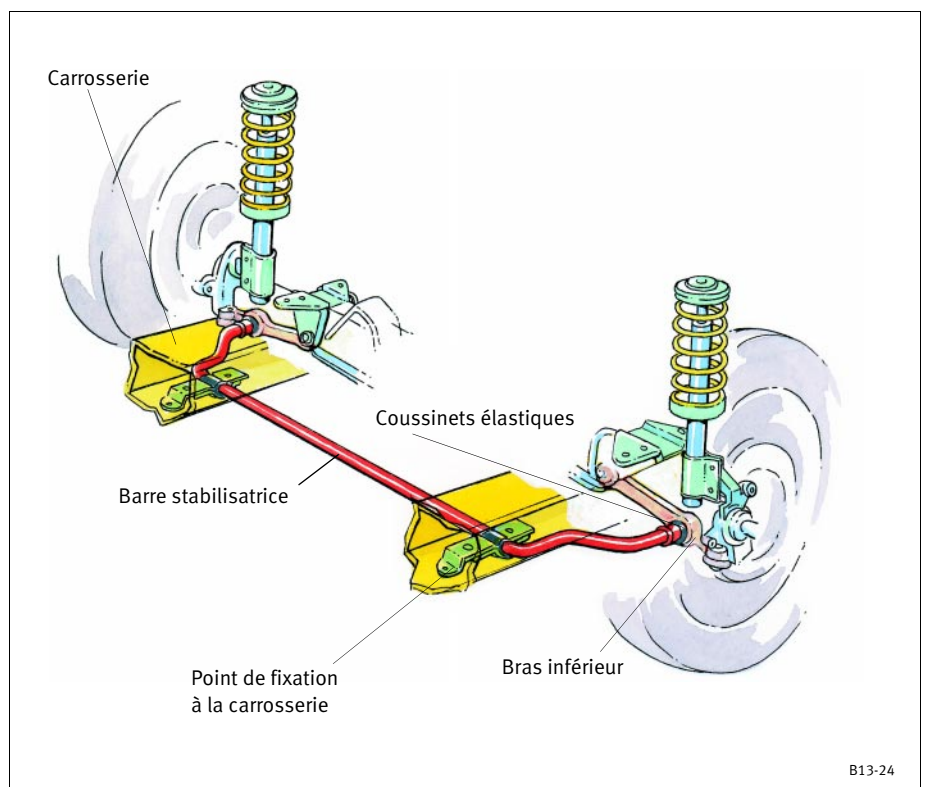
Les barres stabilisatrices doivent neutraliser l'instabilité et le **roulis** de la **carrosserie** provoqué par les nids de poule, les dénivellations, la force du vent transversale exercée sur la carrosserie et les forces centrifuges produites lorsqu'il est circulé dans des virages.

Elles sont constituées d'une **barre** en **acier élastique** de section circulaire et posées en sens transversal par rapport au véhicule, entre les bras de la suspension des roues d'un même essieu.

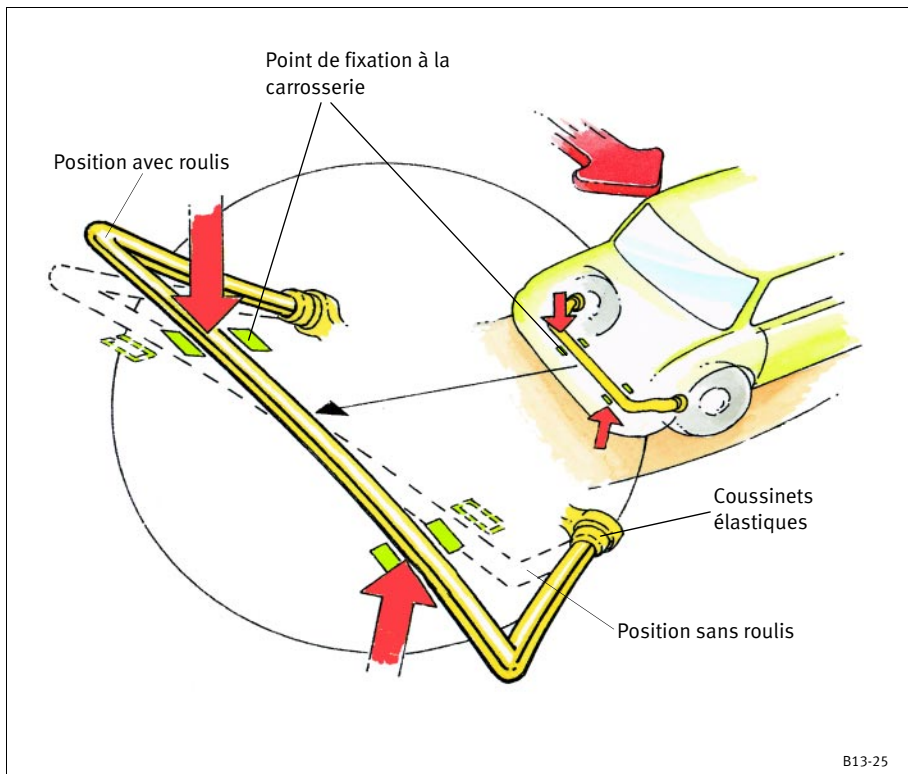
Fixation

Elles sont fixées, à leurs extrémités, aux **bras de la suspension** au moyen de coussinets élastiques et, dans leur partie centrale, à la **carrosserie** ou à l'un des composants solidaires à cette dernière.

En général, cette fixation se fait au moyen de coussinets élastiques en caoutchouc, appelés silentblochs, qui permettent d'éviter la transmission de vibrations à la carrosserie.



B13-24



La torsion à laquelle est soumise la barre de stabilisation s'oppose au roulis de la carrosserie.

Fonctionnement

Lorsque le véhicule prend un virage, un roulis de la carrosserie tend à se produire vers la zone extérieure du virage, dans la mesure où la suspension se comprime côté extérieur et s'étire de l'autre. Les points de fixation de la barre aux bras de la suspension n'altèrent pas sa position, mais un couple de torsion se produit au niveau de

l'union de la barre à la carrosserie, torsion qui s'oppose au roulis de la carrosserie.

Certains véhicules ne demandent pas le montage de ces barres en raison de leurs prestations. Dans de tels cas, ces véhicules disposent souvent de ressorts de suspension surdimensionnés qui remplacent, en partie, les barres stabilisatrices.

" Les performances et le comportement dynamique du véhicule dépendent de la structure de la suspension. "

ARCHITECTURE DE LA SUSPENSION

Il existe trois types d'architectures de la suspension :

- D'essieu rigide
- De roues indépendantes
- Spéciales

Même si ces trois types d'architectures sont largement employés sur les véhicules modernes, **l'architecture la plus utilisée est néanmoins celle des roues indépendantes**, parce que cette dernière combine parfaitement les avantages techniques et économiques des deux autres.

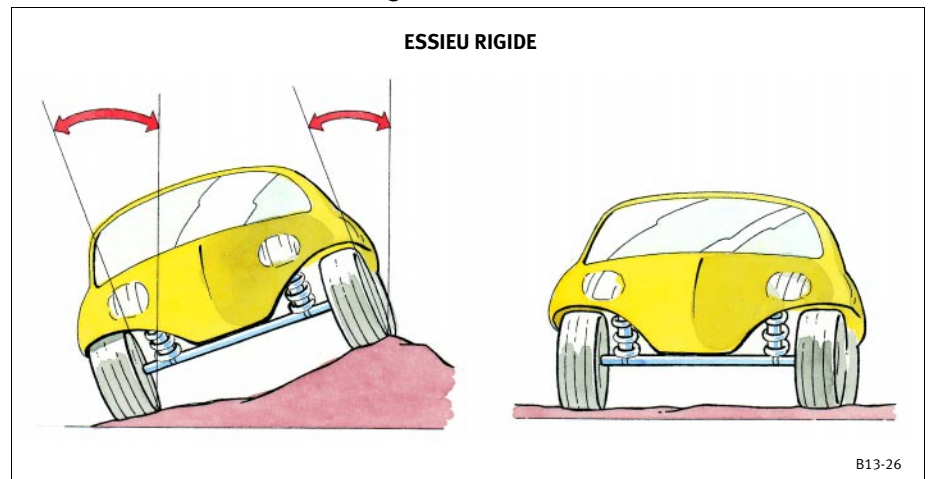
De même, la réalisation de montages

mixtes sur un même véhicule est fréquente. Dans de tels cas, une architecture est utilisée au niveau de l'essieu avant alors qu'une autre l'est au niveau de l'essieu arrière.

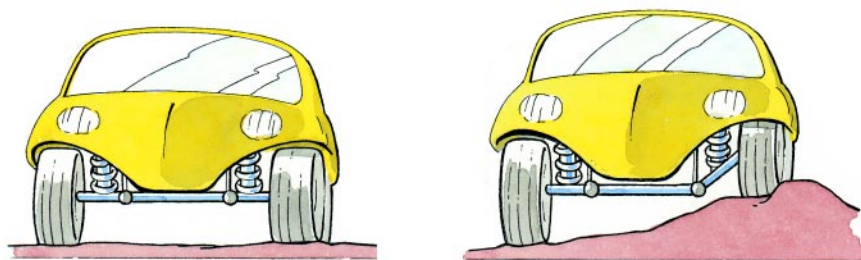
Essieu rigide

Dans ce genre de suspensions, **il n'existe pas d'indépendance des roues**, qui se comportent comme un corps unique. Lorsque l'une d'elles se déplace sur les irrégularités de la chaussée, ce mouvement est transmis à l'autre roue, de même qu'à la carrosserie.

Dans le cas d'une architecture d'essieu rigide, les obstacles de la chaussée rencontrés par l'une des roues sont transmis à l'autre roue du même essieu, ce qui entraîne le déplacement de la carrosserie.



ROUES INDÉPENDANTES



B13-27

Dans le cas d'une architecture de roues indépendantes, les irrégularités de la chaussée rencontrées par l'une des roues d'un essieu ne sont pas transmises à l'autre, ce qui permet d'éviter le roulis de la carrosserie.

Roues indépendantes

Chaque roue évolue de façon **indépendante**. Cela améliore le contact des pneumatiques d'un même essieu avec la chaussée lorsque le terrain est accidenté. Ce système permet également de contrôler les variantes dans les cotes de la suspension en fonction des conditions de conduite ou du genre de véhicule.

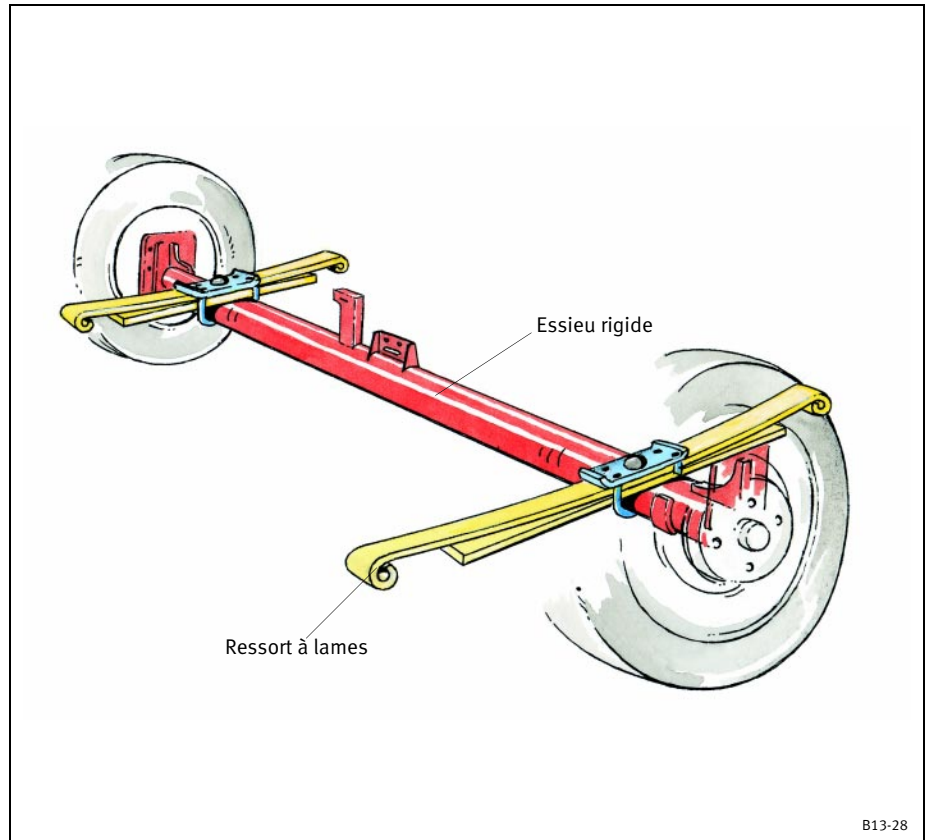
Spéciales

Ce sont des systèmes avancés basés aussi bien sur le système de l'essieu rigide que sur celui des roues indépendantes, qui permettent de **mieux contrôler le mouvement des roues** sous l'effet de la suspension, sans nuire à la carrosserie.

Les plus utilisés sont ceux de l'essieu **semi-rigide** et **multibras**, bien qu'il en existe d'autres moins utilisés, tels que l'essieu **conjugué**.

" La structure de l'essieu rigide permet de supporter de lourdes charges, raison pour laquelle elle est très souvent utilisée sur des véhicules industriels. "

SUSPENSION D'ESSIEU RIGIDE



L'essieu rigide arrière dont est doté un véhicule de traction avant est de très simple construction.

Dans ce cas, les deux roues d'un même essieu **sont unies rigidement** par une structure transversale.

Ses **avantages** sont les suivants :

- C'est un système de construction simple.
- Il est **résistant** et approprié aux véhicules industriels et lourds.
- Il peut **supporter des charges très élevées**.

Quant à ses **inconvénients**, ceux-ci sont les suivants :

- Le mouvement est facilement transmis à la carrosserie.

-Son **poids est élevé**.

-Il **requiert davantage d'espace**, en raison du volume qu'il occupe.

-La **dépendance mutuelle des roues** qui partagent le même essieu.

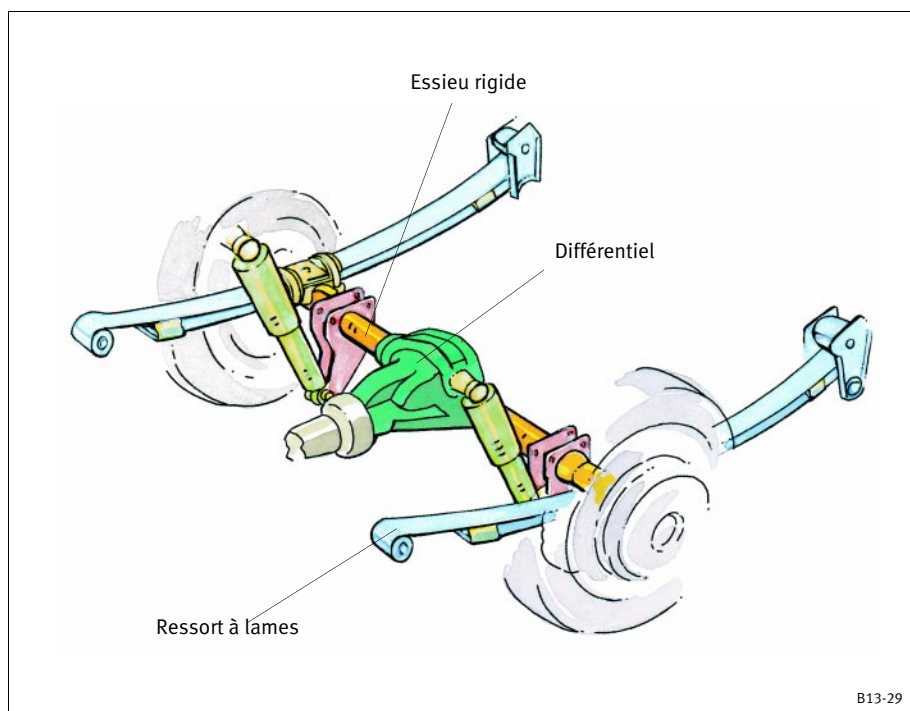
Disposition

Cette suspension peut aussi bien être installée dans l'essieu avant que dans l'essieu arrière.

Lorsqu'elle est installée dans un essieu arrière qui joue le rôle de **propulseur**, sa forme est.

tubulaire, de façon à permettre l'utilisation d'une structure très simple où loger le différentiel et les demi-arbres de transmission des roues. Compte tenu du fait que les essieux rigides transmettent les mouvements d'une roue à l'autre, de même qu'à la carrosserie, lorsque des ressorts sont montés, des **tirants** sont installés de façon à éviter le mouvement longitudinal et transversal. À l'une de leurs extrémités, ces tirants sont unis à l'essieu, et à l'autre, à la carrosserie et à l'arbre des roues. Son montage au niveau de l'**essieu arrière** sur un véhicule de **traction**

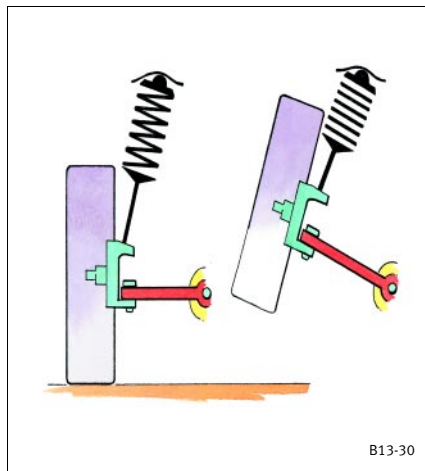
avant se fait grâce à une structure qui prend normalement la forme d'une poutre, massive ou creuse, et qui unit les deux roues. Aujourd'hui, l'**essieu rigide avant** n'est plus du tout utilisé sur les véhicules de tourisme dans la mesure où, dans un essieu directionnel, il n'apporte pas de souplesse à de grandes vitesses. Néanmoins, son usage est plus fréquent sur les **véhicules industriels**, dans lesquels priment la robustesse et la capacité de charge, puisque des niveaux acceptables de confort sont conservés en l'absence d'atteinte de grandes vitesses.



Dans le cas de l'essieu rigide propulseur, le différentiel est logé dans la structure de l'essieu elle-même.

" Il existe différents systèmes de suspension de roues indépendantes, mais ils offrent tous un grand confort et une grande sécurité au véhicule compte tenu de la liberté de mouvement des deux roues d'un même essieu. "

SUSPENSION DE ROUES INDÉPENDANTES : AVANT



B13-30

L'essieu rigide arrière dont est doté un véhicule de traction avant est de très simple construction

Dans l'actualité, de nombreux de véhicules de tourisme utilisent une suspension de type indépendante au niveau de l'essieu avant. Cette suspension est également montée sur de nombreux véhicules tout terrain. Les types de suspension de roues indépendantes avant les plus courants sont la suspension dite McPherson et la suspension à double bras oscillant.

McPherson

Ce système est l'un des plus utilisés pour la suspension avant. Il est constitué d'une combinaison formée d'un **ressort hélicoïdal**, d'un **amortisseur**, d'un **bras inférieur** et d'une **fusée**.

L'amortisseur se trouve à l'intérieur du ressort ; sa partie supérieure est fixée au passage de roue et sa partie inférieure, à la fusée. Solidaire à cette dernière et placé dans le sens transversal par rapport au véhicule, le bras inférieur permet le mouvement vertical grâce à l'articulation fixant son autre extrémité à la carrosserie.

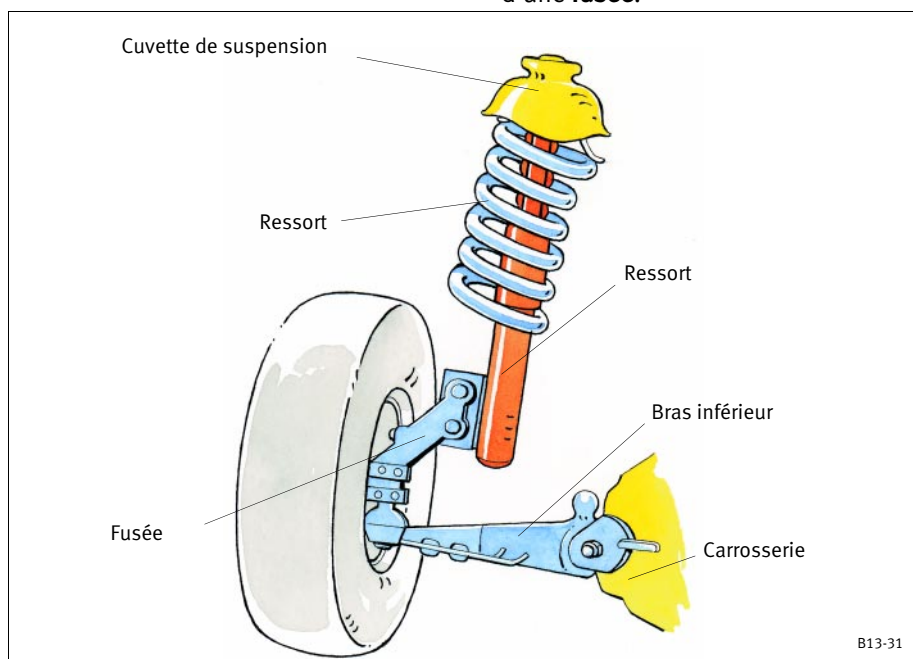
Ses avantages sont les suivants :

- Conception et construction compacte
- Poids réduit
- Faibles altérations de la position prévue de la roue le long de la course du ressort.
- Robustesse
- Faible coût.

Quant aux inconvénients, ceux-ci sont les suivants :

- Il requiert la réalisation d'une ligne relativement haute allant du capot au moteur.
- Le centre de gravité des masses non-suspendues est excessivement haut.
- Ses déplacements verticaux font varier la position des roues par rapport à la chaussée.

Le système dit McPherson **est également utilisé au niveau du train roulant arrière** dans certains véhicules.



B13-31

Double bras oscillant

Dans le cas du double bras oscillant, également connu sous le nom de triangles superposés, l'installation compte deux triangles posés l'un au dessus de l'autre.

Dans ce genre de suspensions, l'élément élastique peut être soit un ressort, soit une barre de torsion, et l'amortisseur est en général encastré dans les triangles.

Ce système est rarement utilisé dans les véhicules de tourisme utilitaires, mais il apporte au véhicule une bonne stabilité de marche et un comportement exceptionnel. On le trouve plutôt dans de grandes berlines ou sur des véhicules sportifs hautes performances.

Ses **avantages** sont les suivants :

- Les variations de chute et de convergence peuvent être relativement réduites en fonction de la longueur de ses bras.

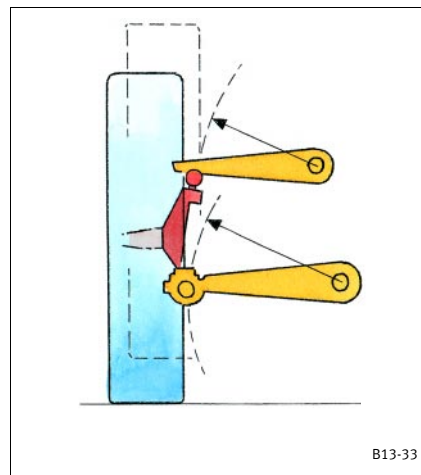
- Simplicité et précision dans la direction.**

- L'inclinaison de l'axe de rotation du bras supérieur permet de compenser le tangage se produisant lors du freinage.

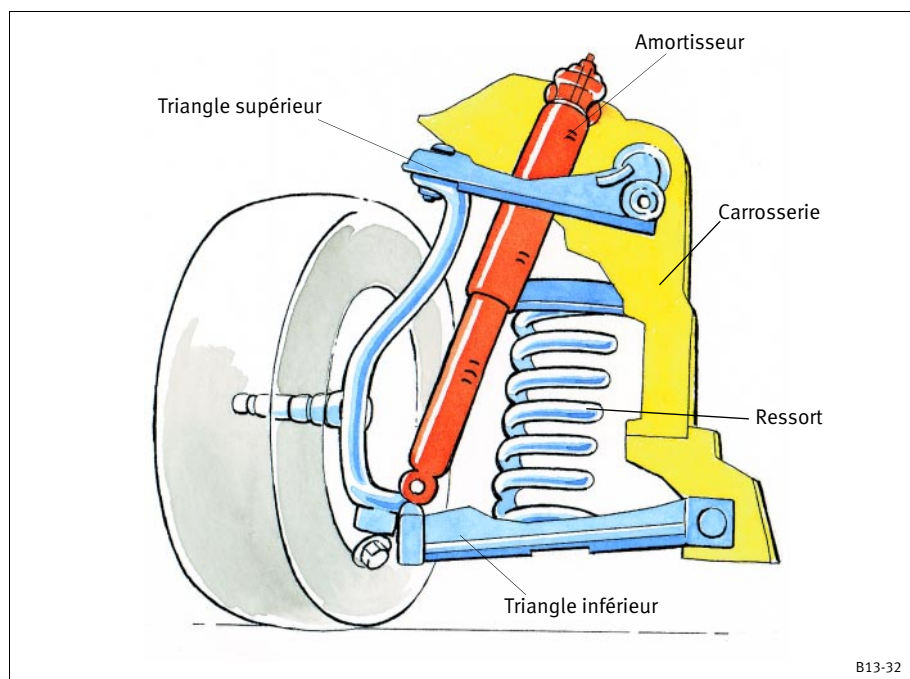
Quant à ses **inconvénients**, ceux-ci sont les suivants :

- Sa conception est compliquée l'installation sur des véhicules de traction avant.

- Son poids est supérieur à celui du McPerson.



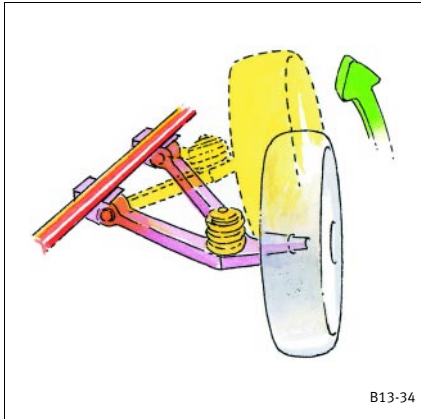
Grâce au guidage des deux bras, le déplacement de la roue conserve sa verticalité.



La roue est unie à la carrosserie au moyen du triangle supérieur et du triangle inférieur.

" Chaque architecture apportent différents avantages ; alors que celle à bras oscillants obliques et celle à bras longitudinal sont utilisées sur les véhicules de traction avant, le pont de Dion est exclusivement monté sur les véhicules à propulsion. "

SUSPENSION DE ROUES INDÉPENDANTES : ARRIÈRE



Lorsque la suspension se contracte, le déplacement du bras entraîne une augmentation du contact du pneumatique.

Les types de suspensions de roues indépendantes du train arrière les plus courantes sont les suivantes :

- Bras oscillant oblique
- Bras longitudinal
- Bras longitudinal à double bras transversal

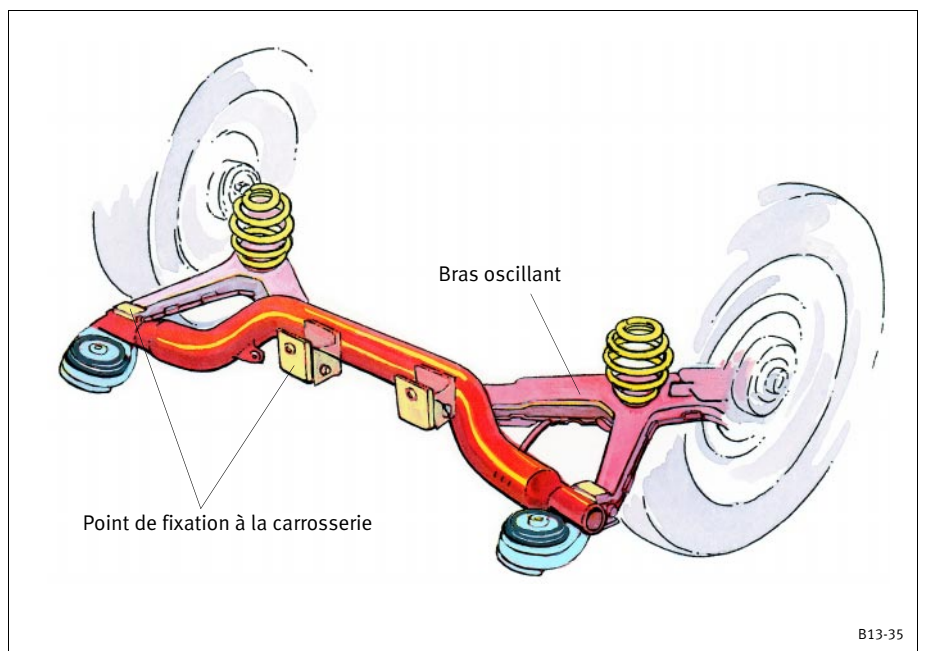
D'autres types de suspensions sont aussi souvent utilisés, tels que la suspension de type McPherson.

Bras Oscillant Oblique

Il est composé de **deux bras oscillants situés en sens oblique par rapport à l'axe longitudinal du véhicule.**

Dans ce genre de suspension, la roue change de position en fonction des déplacements verticaux. Plus l'angle de ces bras sera grand, plus grande sera la variation.

Dans les virages, cela permet l'augmentation de l'angle de la roue par rapport à la chaussée lorsque le ressort de la roue extérieure se comprime et, par conséquent, l'obtention d'une meilleure adhérence.



Bras Longitudinal

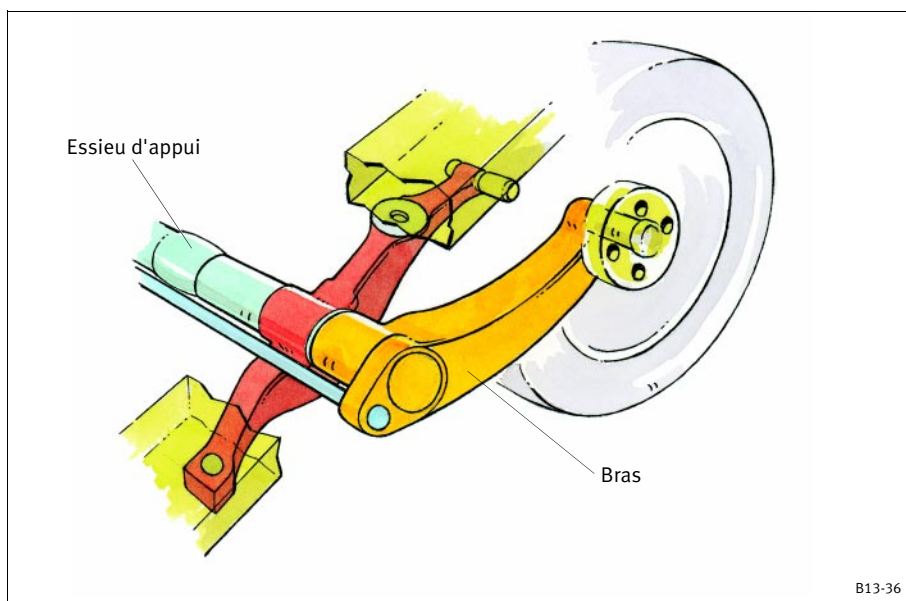
Il se distingue du précédent de par la **disposition longitudinale des bras** par rapport au véhicule. Il n'existe donc pas de variation des cotes de suspension dans les mouvements verticaux.

Son plus grand avantage consiste dans le fait que le pneu garde toujours la même zone de contact avec la chaussée, ce qui en diminue l'usure.

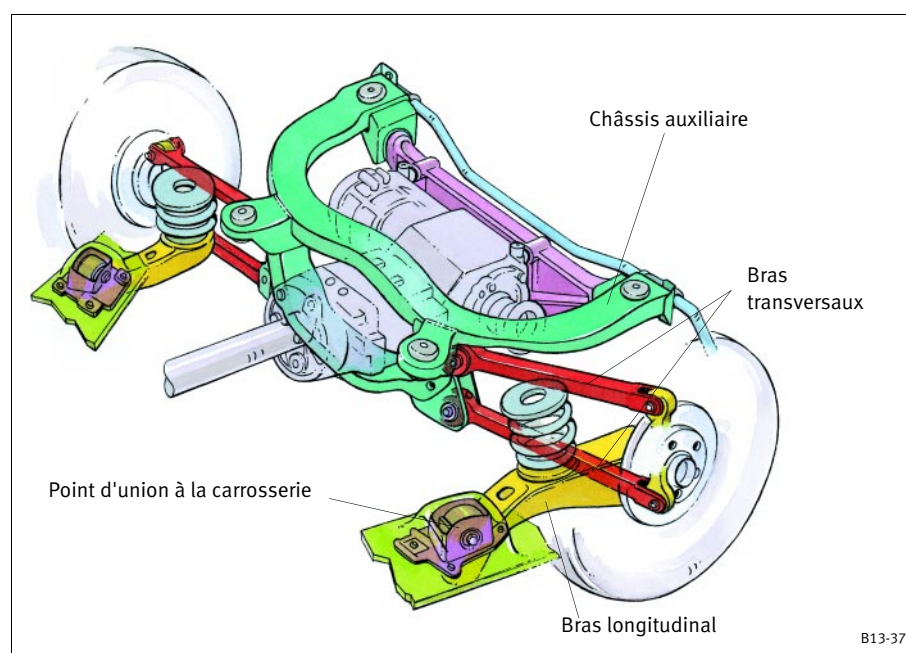
Bras longitudinal à double bras transversal

Ce genre d'architecture provient du bras longitudinal, dans lequel sont incorporés **deux bras transversaux** et un **châssis auxiliaire**.

Les bras transversaux, l'un supérieur et l'autre inférieur, guident le déplacement de la roue pendant la course de compression et d'expansion de la suspension. Leur fixation se fait au moyen de silentblocs au bras longitudinal et au châssis auxiliaire, lequel est uni à la carrosserie à quatre endroits. Le rôle du châssis auxiliaire est d'accueillir et de supporter le différentiel arrière. Ce dernier ne fait donc pas partie des masses non-suspendues.



Le bras et l'essieu forment un angle de 90° , de façon à ce que la position de verticalité de la roue par rapport à la chaussée ne soit pas altérée lorsque la roue monte.



Il est essentiellement utilisé sur des véhicules de transmission intégrale.

" La plupart des véhicules de tourisme utilisent aujourd'hui des systèmes de suspensions spéciales, afin de pouvoir adapter le déplacement des roues au cours de la conduite."

SUSPENSIONS SPÉCIALES

EN PROFONDEUR

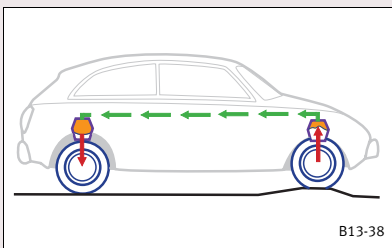
Suspensions conjuguées.

Ce sont celles dans lesquelles la suspension avant communique avec la suspension arrière du même côté du véhicule.

Elle apporte une grande réduction du tangage du véhicule en circulation et améliore la sécurité et le confort dans la conduite.

L'union entre la roue avant et la roue arrière peut se faire au moyen d'éléments mécaniques (ressorts) ou hydrauliques (en général, de l'huile).

L'objectif principal de la suspension conjuguée est le suivant : lorsque les roues avant rencontrent un obstacle qui les fait s'élever, le mécanisme fait augmenter la distance entre la carrosserie et la roue arrière, de sorte que lorsque cette dernière rencontre l'obstacle, la carrosserie accuse à peine de mouvement.



Essieu Torsionnel

Son utilisation est assez courante et exclusivement réservée à l'**essieu arrière** des véhicules de traction avant.

Il est constitué de **deux bras longitudinaux** et d'un **profil** en forme de U.

D'un côté, les bras sont unis à la carrosserie au moyen de silentblocs et de l'autre, au moyeu de la roue. Cette structure permet une certaine **liberté de mouvement** entre les **bras** grâce à la tension que permet le profil en U. De même, elle est **résistante** aux **forces latérales**.

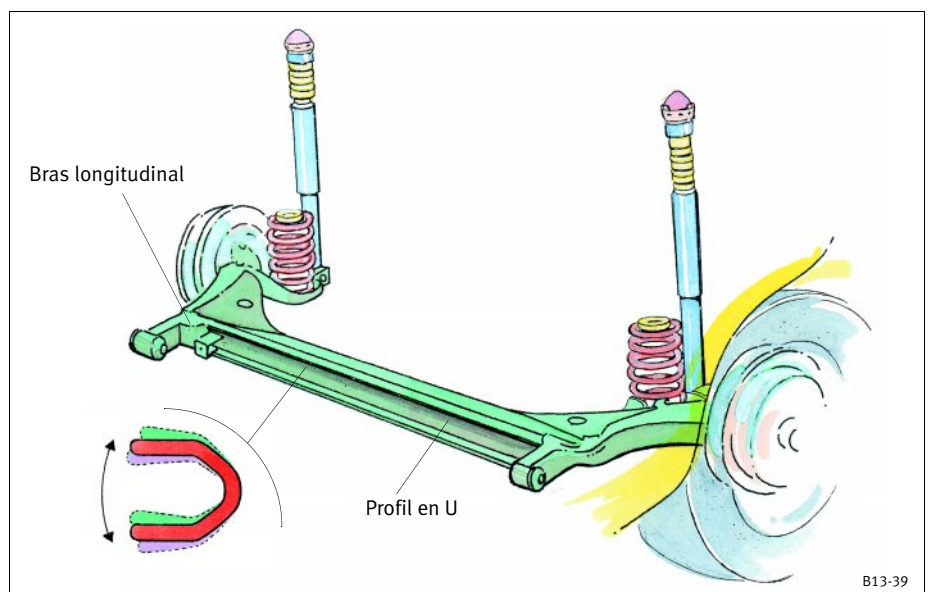
La torsion du profil lui donne le même comportement qu'une barre

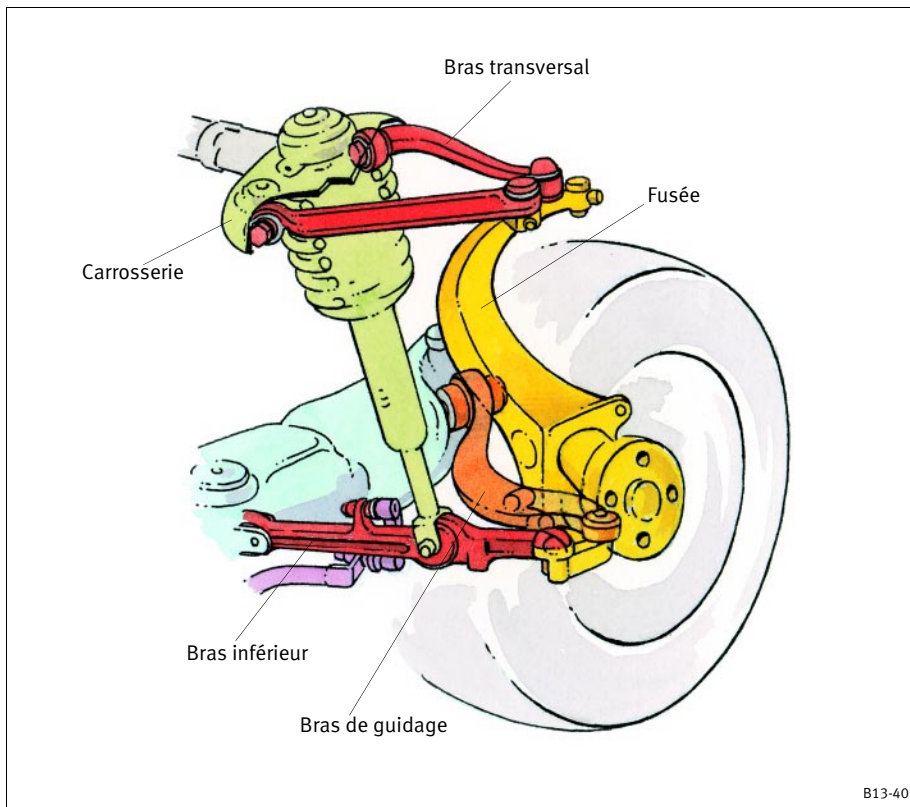
stabilisatrice, en atténuant les tangages de la carrosserie.

Compte tenu de sa petite taille, elle présente également l'avantage de laisser davantage d'espace pour le coffre du véhicule.

Multibras (Multilink)

Ce genre de suspension trouve son origine dans le double bras oscillant, mais dans une version plus avancée. Elle se compose de bras multiples, dont le nombre varie entre trois et cinq en fonction de la conception, de façon à permettre une meilleure adaptation des cotes en fonction des circonstances de la conduite et du genre de chaussée.





EN PROFONDEUR

Variations des cotes de suspension

Dans la suspension à double bras oscillant, les bras sont placés en parallèle, entre eux et par rapport à la chaussée, de façon à ce que l'angle de chute ne puisse subir d'altérations pendant leur course.

L'apport de la moindre variation dans la longueur ou la disposition de ces bras comporterait automatiquement des variations des cotes.

Telle est l'une des principales différences existant entre ce genre de suspension et la suspension multibras.

Dans le cas de la seconde, compte tenu du grand nombre de bras, ces derniers offrent de nombreuses possibilités de disposition, de façon à ce que des variations de la géométrie puissent exister dans les mouvements de la suspension en fonction des circonstances. Par exemple, une augmentation de l'avance pour améliorer la stabilité lorsque la roue rencontre un obstacle ou pour éviter les changements de convergences dans des manoeuvres d'accélération ou de freinage.

Ses principaux **avantages** sont les suivants :

- Elle maintient les roues en angle droit par rapport à la chaussée, de sorte que toute la surface du **pneu** soit en **contact** avec celle-ci lorsque le véhicule circule en **ligne droite**.
- Et, en prenant un **virage**, elle **modifie** les **cotes** de direction (chute et convergence) afin de faciliter la manoeuvre et d'obtenir une bonne surface de contact avec le sol. De même, cela permet d'éviter l'effet négatif qu'exercent les roues sur le volant.

Tout cela permet une moindre usure des pneumatiques quelles que soient les conditions de conduite, de même qu'une augmentation de la sécurité active et du confort dans la conduite.

Quant à ses **inconvénients**, ceux-ci sont les suivants :

- Coût de fabrication élevé et installation complexe.
- Poids supérieur à celui d'autres systèmes.

Compte tenu de ces inconvénients, son utilisation est aujourd'hui limitée aux berlines et aux véhicules hautes performances.

" Les systèmes de suspension active permettent de régler la hauteur du véhicule en fonction des variations de charge et des irrégularités de la chaussée. "

SUSPENSION ACTIVE

Dans un système de suspension idéal, la position des roues devrait toujours rester la même par rapport à la carrosserie.

Principe de Base

Son but est de **contrôler la hauteur du véhicule** en fonction des variations de poids et de l'état de la chaussée. Pour ce faire, différents éléments mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques, sont nécessaires, de même que les éléments de la gestion électronique.

Avantages

Le contrôle sur la hauteur du véhicule donne lieu aux avantages suivants :

- Plus grand confort des occupants pendant la marche.
- Amélioration de la stabilité dans les virages.
- Moindre effet du roulis et du tangage du véhicule.
- Diminution de l'usure des pneumatiques.

Composants mécaniques

Ceux-ci sont **chargés de modifier la hauteur** du véhicule en fonction du contrôle réalisé par les éléments de gestion. Ces composants mécaniques sont les suivants :

Générateur de pression :

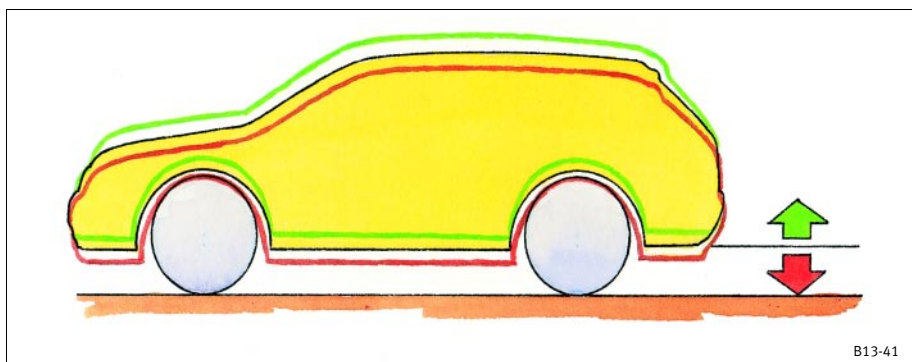
Il crée la **pression** d'air ou d'huile, selon que le système soit hydraulique ou pneumatique, pression qui **sera appliquée à des blocs pneumatiques** réglant la hauteur du véhicule.

Si le système est de type pneumatique, il s'agira d'un compresseur et si le système est hydraulique, il s'agira d'une pompe. Ils peuvent être actionnés par le moteur du véhicule ou être électriques.

Accumulateur de pression :

Il maintient une pression établie du système et d'**alimentation de réserve**. Il absorbe les fluctuations de pression que produisent les générateurs.

Dans les systèmes actuels, les différentes positions peuvent être sélectionnées de façon manuelle, en fonction des besoins du conducteur, ou de façon automatique, grâce à la gestion électronique.



Bloc pneumatique :

Son fonctionnement est décrit dans la rubrique intitulée **éléments élastiques : Bloc pneumatique**.

Éléments de la gestion

Leur rôle est de gérer et de contrôler l'activation des composants mécaniques.

Capteur de niveau :

Il est chargé de **détecter** les **variations de hauteur** du véhicule ou les inclinaisons de la carrosserie, telles que celles qui se produisent dans les virages. Ils sont situés entre le châssis et le bras de suspension.

Unité de commande électronique :

Elle détermine l'état de la conduite grâce aux signaux qu'elle reçoit des capteurs **et règle la hauteur des blocs pneumatiques en activant les électrovannes** du système.

Électrovannes :

Elles ouvrent et ferment le passage de la pression du générateur aux blocs pneumatiques.

Fonctionnement

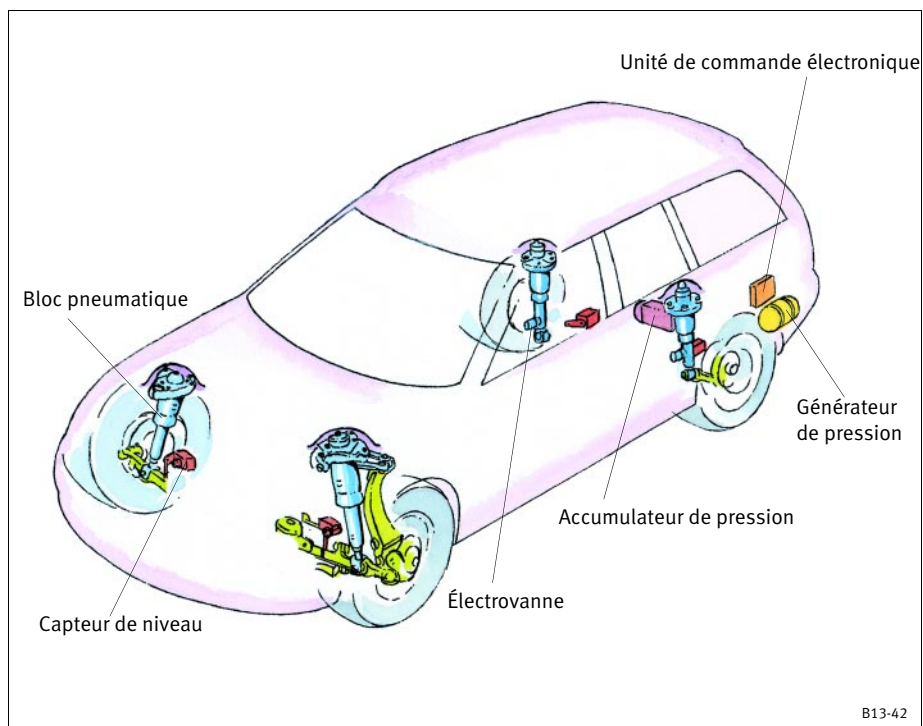
Le réglage peut être :

- Automatique
- Manuel

Pour le réglage manuel, le conducteur doit utiliser un dispositif dotés de différentes positions, qui lui permettent d'augmenter la capacité des blocs pneumatiques avec du fluide provenant du générateur pour

élever le véhicule, ou de diminuer leur capacité lorsque le conducteur désire faire descendre le véhicule. En cas de **réglage automatique, les capteurs de niveau informent l'unité** de commande électronique des variations de la suspension, de façon continue.

Si l'unité détermine que la hauteur doit être corrigée, elle active les électrovannes pour augmenter ou diminuer la pression dans les blocs pneumatiques.



B13-42

" L'idée d'utiliser de l'air dans les roues apparut en 1845,
mais ne fut mise en oeuvre que vers 1900."

LA ROUE

EN PROFONDEUR

Le pneumatique tel que nous le connaissons aujourd'hui fut inventé en 1888. À partir de là, son évolution fut rapide. Quelques années plus tard, la chambre fut brevetée. Elle consistait dans un tuyau en caoutchouc destiné à contenir de l'air, qui pouvait être monté et démonté, indépendamment de l'enveloppe. **Les premiers pneumatiques** à avoir été montés **étaient très étroits** et d'un grand diamètre ; **leur pression devait donc être très élevée, d'entre 5 et 7 Kg/cm².**

Le Principe

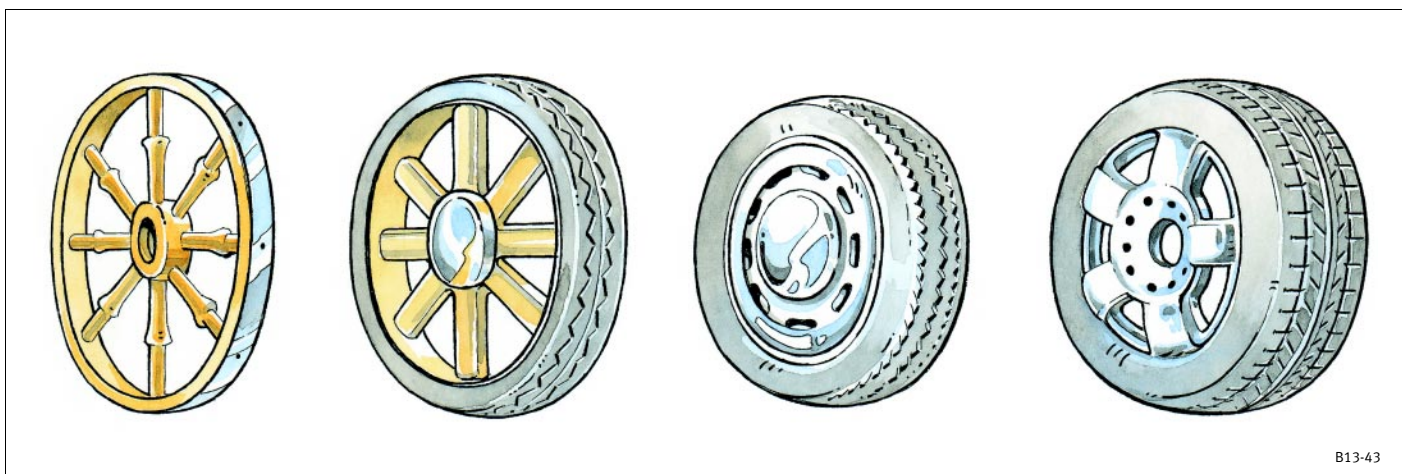
Les premières roues montées sur les automobiles n'étaient autre que l'héritage des anciennes voitures tirées par des chevaux ; elles étaient fabriquées en bois avec une bande de roulement métallique. Plus tard, la bande de roulement fut remplacée par une bande en caoutchouc massif, puis par le pneumatique à air, la jante de rayons métalliques et, en 1920, le pneumatique dit de basse pression avec jante métallique fit son apparition. Ces pneumatiques étaient déjà presque identiques à ceux que nous connaissons aujourd'hui, les différences principales résidant essentiellement dans les méthodes de fabrication.

La plupart des prestations des véhicules modernes sont dues aux hautes prestations des roues et à l'efficacité des pneumatiques. Des facteurs aussi importants que la **sécurité active**, la capacité de freinage ou le confort du véhicule **dépendent** largement des roues et **de leur parfait état**.

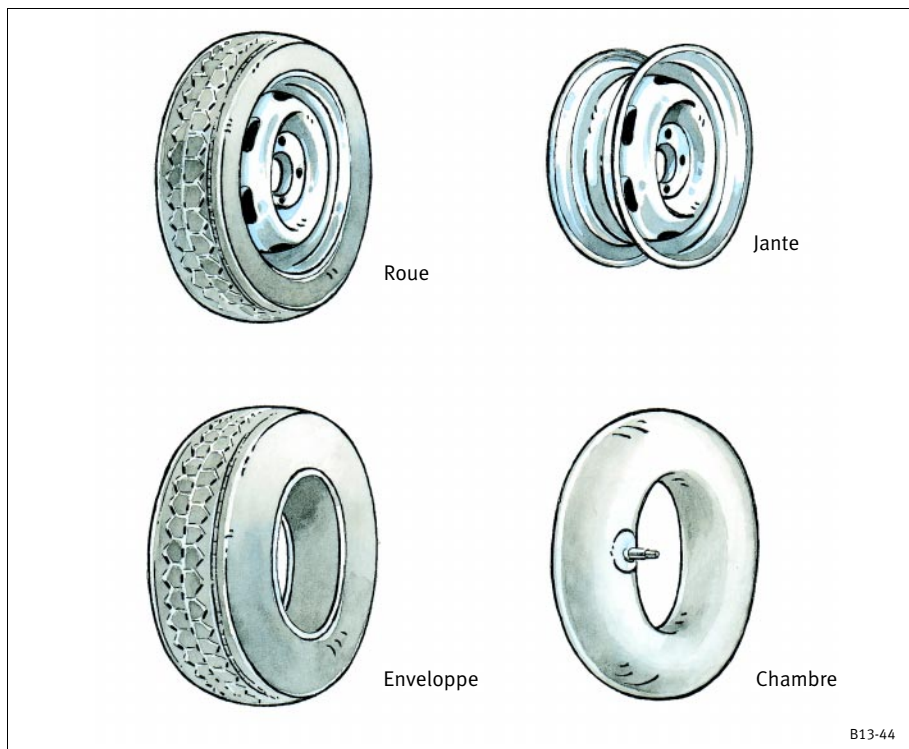
Fonctions de base

Les roues sont les "pieds" de l'automobile ; elles mettent le véhicule en contact avec le sol et :

- Transforment le mouvement de rotation du moteur en mouvement d'avance grâce à leur résistance au dérapage.



B13-43



La jante, l'enveloppe et la chambre forment l'ensemble de la roue, bien que, actuellement, nombreuses sont les roues qui ne disposent plus de chambre.

- Elles offrent une grande résistance au dérapage sur le sol au moment du freinage.
- Elles supportent le poids du véhicule et facilitent le mouvement dans le moindre effort.
- **Elles dirigent l'automobile** pour obtenir les changements de direction.
- Elles absorbent et amortissent les chocs et les coups provoqués par les petites irrégularités de la chaussée.

De plus, les roues doivent être les plus légères possibles, de façon à ce que les masses non-suspendues du véhicule soient les plus petites possible et à ainsi améliorer les qualités de la suspension.

Parties de la roue

- La jante est la partie métallique où loge l'enveloppe. Elle est fixée au moyeu de roue du véhicule. Celle-ci peut être en acier ou en alliage d'aluminium.
- Le pneumatique est la partie se trouvant en contact permanent avec le sol. Il est également connu sous le nom d'enveloppe.
- L'air est indispensable pour remplir le pneumatique et donne élasticité à l'ensemble.
- La chambre se trouve à l'intérieur du pneumatique et sert à contenir l'air, bien que, **actuellement, presque toutes les enveloppes soient de type sans chambre.**

*" Le pneumatique apporte élasticité à la roue
et est le premier élément de suspension de l'automobile."*

LE PNEUMATIQUE

EN PROFONDEUR

Le caoutchouc

C'est la gomme élaborée à partir de matériaux qui proviennent de la nature. Ses propriétés principales sont : L'élasticité, la dureté à l'absorption, la résistance au vieillissement, l'imperméabilité et la difficulté de déformation permanente. Son composant principal est le latex, produit liquide de couleur blanchâtre que l'on extrait de certains arbres et plantes. Il existe de grandes plantations consacrées à l'extraction du latex, essentiellement en Amérique du Sud, en Asie, en Amérique centrale et en Afrique.

Processus d'élaboration

Un fois obtenu, le latex est mélangé à de l'eau, mélange duquel sont ensuite extraites les impuretés et qu'il faut laisser reposer jusqu'à sa coagulation.

Il peut également être fabriqué de façon artificielle. Les produits ainsi obtenus sont appelés des élastomères synthétiques et bien que leur aspect soit similaire à celui du caoutchouc naturel, leurs propriétés sont inférieures à celles de ce dernier, surtout du point de vue de l'adhérence.

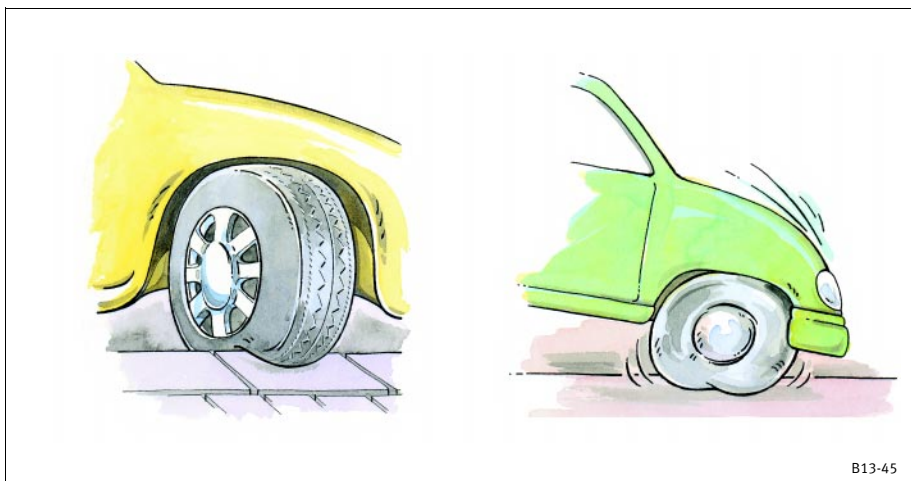
Le pneumatique doit être flexible, adhérent et résistant à l'usure.

Il s'agit de la partie souple de la roue et qui se trouve en contact avec le sol. Il est normalement de couleur noire, est essentiellement fabriqué en caoutchouc et est fixé à la jante grâce à la pression exercée par l'air dans son intérieur.

Le pneumatique est composé de plusieurs toiles, ces dernières étant un ensemble de couches textiles et de fins fils de fer. Ces couches et un revêtement externe en caoutchouc sont unis dans le cadre du processus final de fabrication appelé vulcanisation.

Caractéristiques principales

- **Souplesse**, qui est la capacité de se déformer et de reprendre sa forme d'origine pour neutraliser les petites irrégularités de la chaussée et offrir un confort aux occupants.
- **Résistance à l'usure**, aux chocs et aux températures dues aux constants efforts auxquels est soumis le pneumatique.
- **Adhérence**, qui est la capacité d'accrochage qu'a la pneumatique.



B13-45

Structure

- Bande de roulement

Il s'agit de la surface d'appui du pneumatique. Elle consiste dans une couche épaisse de caoutchouc avec des sillons qui définissent le dessin.

Les **indicateurs d'usure**, qui indiquent la limite d'usure du pneumatique, se trouvent sur la bande de roulement. Ces indicateurs consistent dans des recoupements en saillie de 1,6 mm à l'intérieur des sillons de la bande de roulement. Lorsque la surface du pneu atteint le niveau de ces indicateurs, celui-ci doit être changé.

- Flanc

Il s'agit de la partie latérale du pneumatique. Cette dernière est soumise à une flexion constante au cours de la marche. La hauteur du flanc est aussi connue sous le nom

de profil et le comportement du pneu variera en fonction de cette hauteur. Un **plus haut profil** suppose un **plus grand confort** et un profil **plus bas** favorise la **stabilité**.

Les mesures et les caractéristiques du pneu sont gravées sur le flanc.

- Carcasse ou armature

Il s'agit de l'ensemble de couches textiles ou de fil de fer qui forment le squelette du pneumatique. Aujourd'hui, cet ensemble répond presque toujours une structure radiale. La résistance, le confort et la durée de vie du pneu dépendent largement de l'armature.

- Talon

Il s'agit de la partie qui prend assise dans la jante. Il porte un anneau de fil de fer tressé recouvert de caoutchouc en vue d'éviter toute déformation.

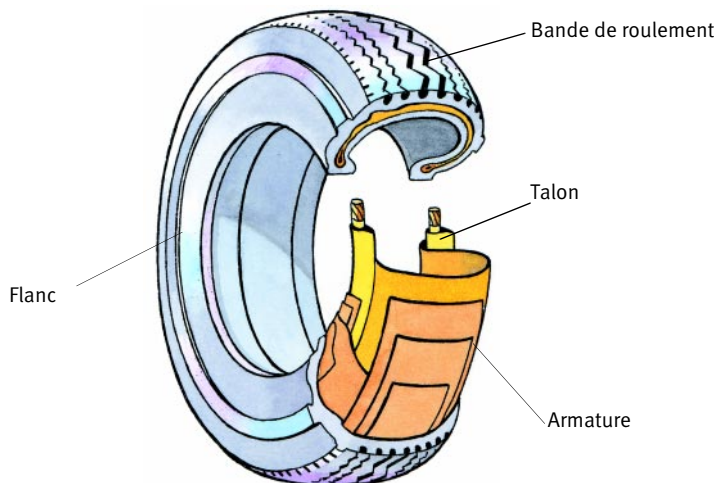
EN PROFONDEUR

Vulcanisation

La vulcanisation est un **processus qui permet de modifier les propriétés physiques du caoutchouc**, le rendant utile pour de nombreux usages industriels, dont la fabrication de pneumatiques.

Grâce à la vulcanisation, le caoutchouc **devient plus élastique**, plus résistant à la rupture et peu sensible aux changements de température.

L'une des procédures consiste dans le battage du caoutchouc brut de façon à le rendre plus mou et homogène. On obtient ainsi un produit plastique pouvant facilement être mélangé au soufre. Le mélange est moulé de façon à lui donner la forme désirée, puis est chauffé à une température supérieure à celle de la fusion du soufre (113° C).



B13-46

La bande de roulement, le talon, le flanc et l'armature forment l'ensemble du pneumatique.

*" L'introduction du pneumatique sans chambre
a supposé une grande avance dans la sécurité active des automobiles qui,
de nos jours, en sont toutes dotées."*

TYPES DE PNEUMATIQUES

EN PROFONDEUR

Pneumatiques spéciaux

Afin de disposer de roues pour des usages et des finalités précises, il existe des modèles spécialement conçus pour :

-Basse consommation, appelés ULV (Poids Ultra Léger). Si le poids est un facteur déterminant, la structure interne et la bande de roulement de sont aussi puisqu'ils améliorent l'adhérence et réduisent la résistance au mouvement grâce au silice ajouté au caoutchouc.

-Neige et gel, avec une série de clous en acier situés sur la bande de roulement, améliorent l'adhérence dans ce genre de chaussées.

-Agricoles, avec un plus grand pouvoir de traction et une haute résistance aux chocs, grâce à un revêtement portant de profondes coupes radiales.

Diagonal

Les pneumatiques diagonaux se caractérisent par **leurs couches internes allant d'un talon à l'autre**. Elles sont croisées entre 30° et 60°. Plus cet angle est grand et plus la stabilité directionnelle est grande. Une variante de ce genre de pneus est le pneumatique à armature diagonale renforcée. Ce dernier porte des toiles de renforcement et se reconnaît par la lettre B qu'il porte sur son flanc. L'usage de ces pneumatiques n'est pas courant. Cette structure présente l'inconvénient d'une usure rapide en raison du frottement entre les couches et la haute température de travail.

Radial

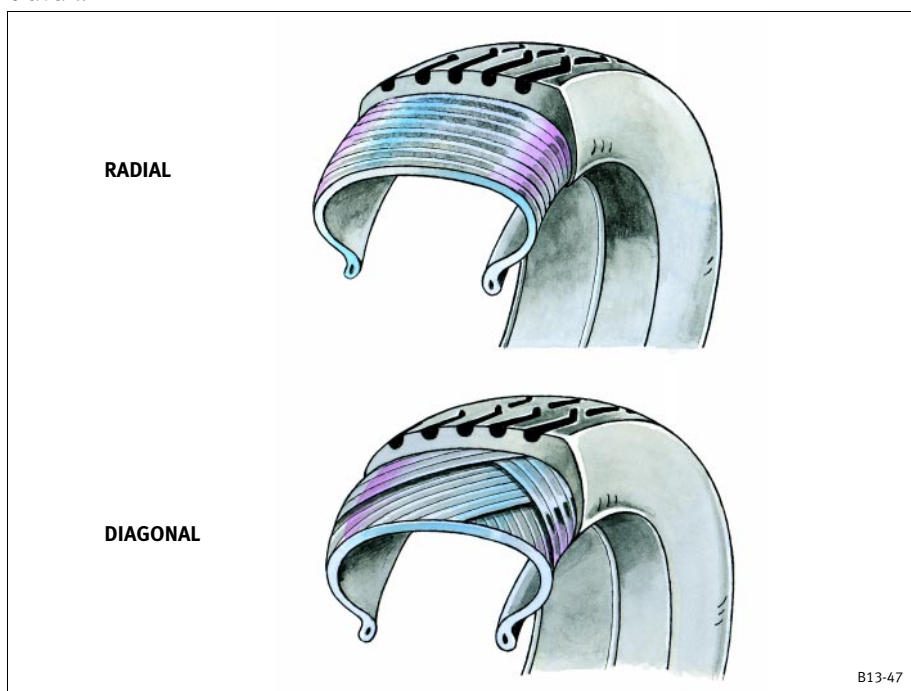
Quant à cette structure interne, les toiles sont placées de sorte que les fils de fer ou cordes textiles aillent **d'un bout à l'autre**. Cette disposition des toiles présente les avantages suivants :

- Plus grande flexibilité
- Plus grande stabilité
- Plus grande capacité de roulement
- **Moindre chauffage du pneumatique.**

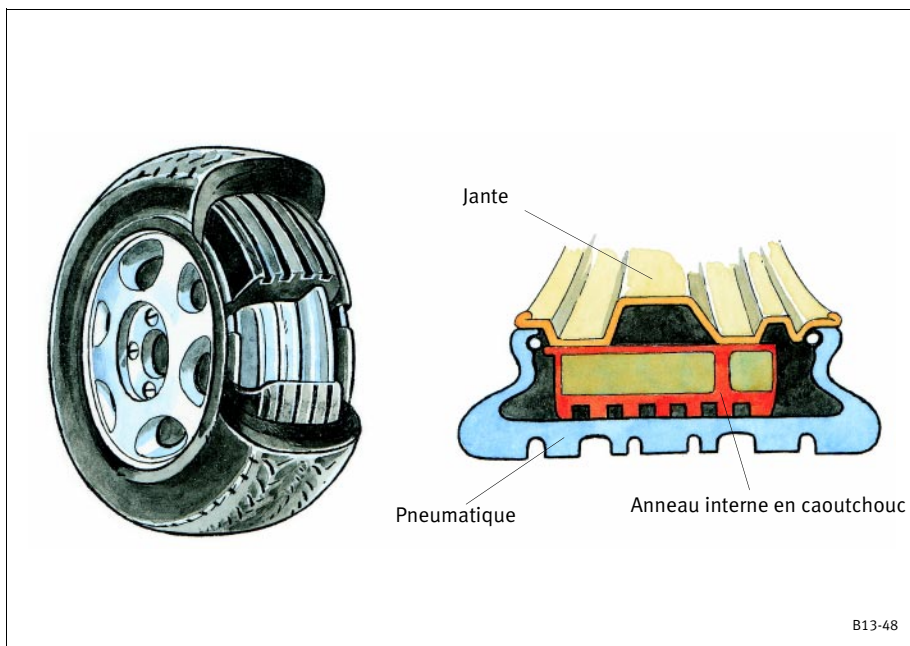
Néanmoins, ces pneumatiques présentent une moindre résistance au niveau des flancs ou partie latérale.

Les pneumatiques de ce **genre se reconnaissent par l'inscription de la lettre R** sur les flancs.

Le pneumatique radial présente davantage d'adhérence dans les virages en raison de sa plus grande flexibilité latérale.



B13-47



Pneumatique sans chambre

C'est aujourd'hui le plus courant. Il renferme un revêtement en caoutchouc de butyle, matériau imperméable à l'air. Ses talons portent des stries pour améliorer le contact avec la jante et l'étanchéité.

Avantages :

- Plus grande sécurité active. En cas de **crevaisson, le dégonflage rapide est évité** dans la mesure où la garniture intérieure est vulcanisée.
- Le fait de ne pas avoir besoin de chambre facilite le montage et le démontage.

Système PAX

Il consiste dans un jante de nouvelle conception qui renferme un anneau en caoutchouc à l'intérieur du

pneumatique.

Fonctionnement

En **cas de crevaisson** et de perte totale de l'air, **la bande de roulement prend appui sur l'anneau interne en caoutchouc, ce qui permet au véhicule de continuer à circuler** dans la limite de 80 Km/h. Compte tenu de la construction de la roue, le talon reste fixé à la jante, ce qui garantit la sécurité.

Avantages :

- **Améliore la sécurité active.**
- Possibilité de circuler sans air dans le pneu.
- S'il est doté d'un système de contrôle de la pression, le conducteur est averti de la situation afin que ce dernier réduise la vitesse de marche.

EN PROFONDEUR

Contrôle automatique de la pression

Il sert à surveiller la pression des pneus pendant la marche et lorsque le véhicule est arrêté, de façon continue.

Le système est composé d'un capteur vissé à la valve du pneu, d'une antenne réceptrice située dans le passage de roue, de l'unité de commande électronique et de l'indicateur sur le tableau de bord.

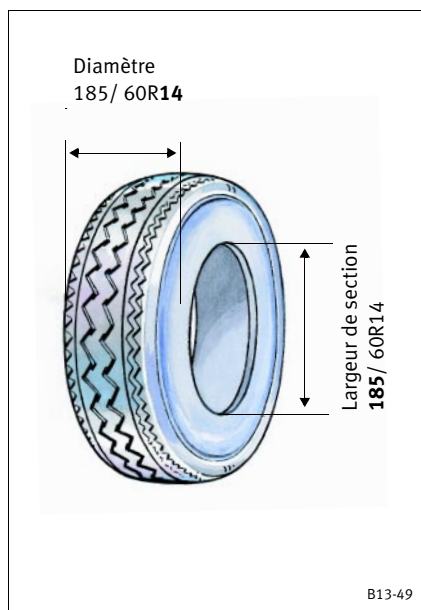
Lorsque le capteur détecte une perte de pression supérieure à 0,2 bars, il change le mode de transmission. Le signal est capté par l'unité de commande qui le traite puis active le voyant lumineux d'avertissement du tableau de bord.

Le capteur envoie des signaux de radiofréquence et est alimenté par une micro-batterie dont la durée de vie est de plus de sept ans.

" Chaque véhicule a besoin d'un pneumatique approprié à ses performances.

La vitesse maximum, la charge et les dimensions
sont indiqués sur les flancs pour une bonne identification."

NOMENCLATURE DES PNEUMATIQUES



Diamètre et largeur de section du pneumatique.

Les pneumatiques peuvent être identifiés en fonction de leurs dimensions et de leurs caractéristiques.

Dimensions

- Largeur de section

Il s'agit de la **distance entre** les parties les plus saillantes des **flancs** du pneumatique. Elle est exprimée en millimètres. **185 / 60 R 14**

- Diamètre

Il correspond au **diamètre intérieur entre talons** et est normalement exprimé en pouces. **185 / 60 R 14**

- Série d'un pneumatique

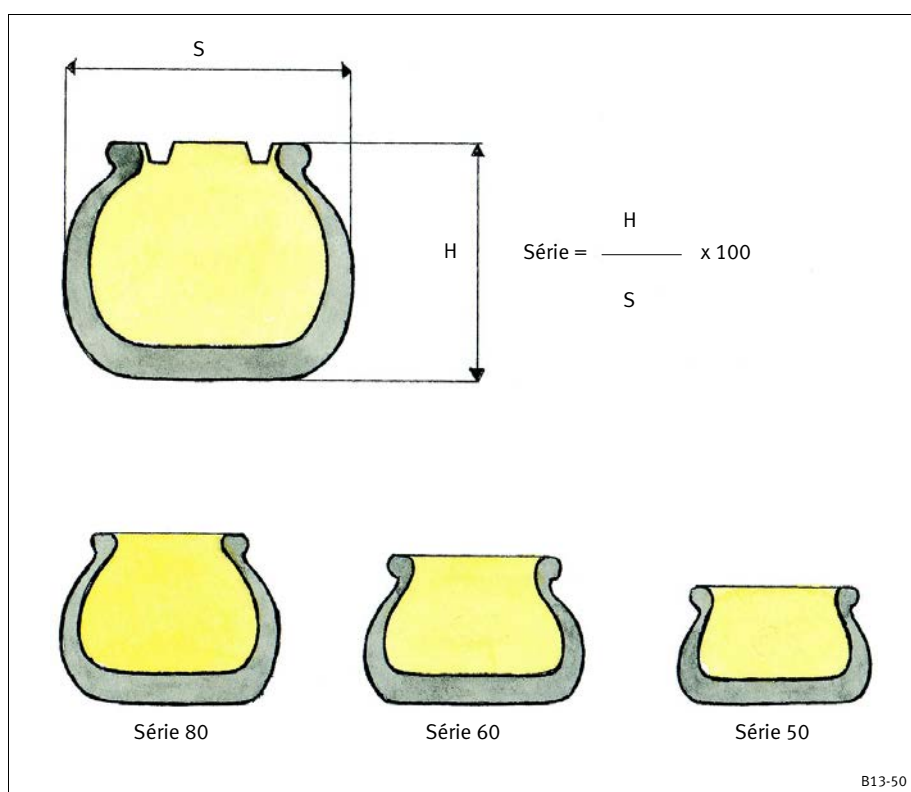
La série d'un pneumatique est définie

comme le rapport existant entre la hauteur (H) et la largeur de section (S).

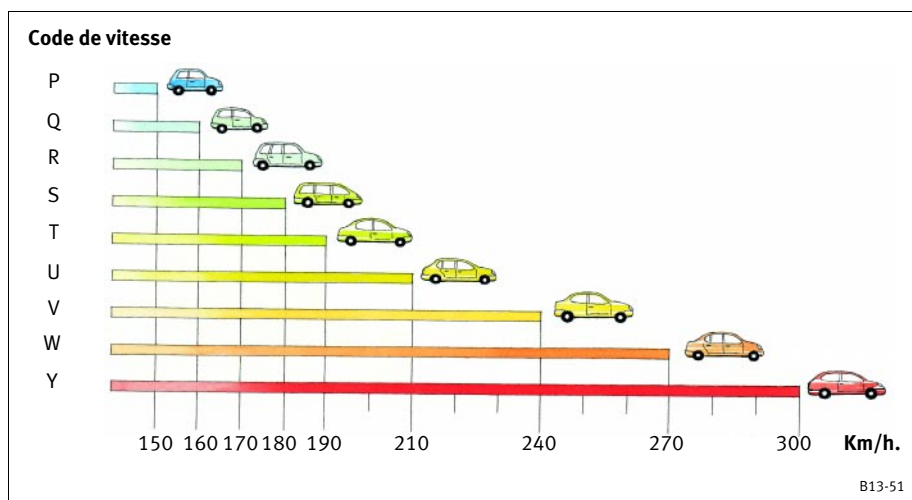
La série est indiquée après le chiffre indiquant la largeur de section de l'enveloppe. **185 / 60 R 14**

Lorsque cette valeur n'est pas spécifiée sur le pneumatique, ce dernier appartient à la série 80.

De nos jours, il existe une tendance à la fabrication de séries inférieures à 70 et 60, ou même encore inférieures. Si ces valeurs sont **inférieures, la dérive décroît et la sécurité augmente**, au détriment du confort des occupants.



La série est le rapport entre la hauteur et la largeur de section et est exprimée en pourcentage.



La vitesse maximum pouvant être atteinte avec un pneumatique est déterminée par le code indiqué sur son flanc.

Caractéristiques

Le pneumatique à installer doit être différent en fonction du type de véhicule, des prestations et de l'usage auquel est destiné ce dernier. Pour choisir le pneumatique approprié, nous devons tenir compte des caractéristiques suivantes :

- Indice de charge

L'indice de charge indique le **poids maximum** que peut supporter le pneumatique et est indiqué par un numéro sur l'enveloppe après le diamètre du pneumatique.

195 / 60 R 15 **87 V**

Dans ce cas, le numéro 87 correspond à l'indice de charge et indique un poids maximum par pneumatique de 545 Kg.

- Code de vitesse

Ce code indique la **vitesse maximum que peut atteindre** le véhicule. Cette caractéristique est indiquée par une lettre à la fin de la description des dimensions.

195 / 60 R 15 87 **V**

La lettre V correspond à la vitesse maximum 240 km/h.

Un pneu dont le code de vitesse est inférieur à la vitesse maximum du véhicule ne doit jamais être monté sur ce véhicule. Lorsque le pneumatique dépasse la vitesse maximum pour laquelle il a été conçu, celui-ci peut se détruire.

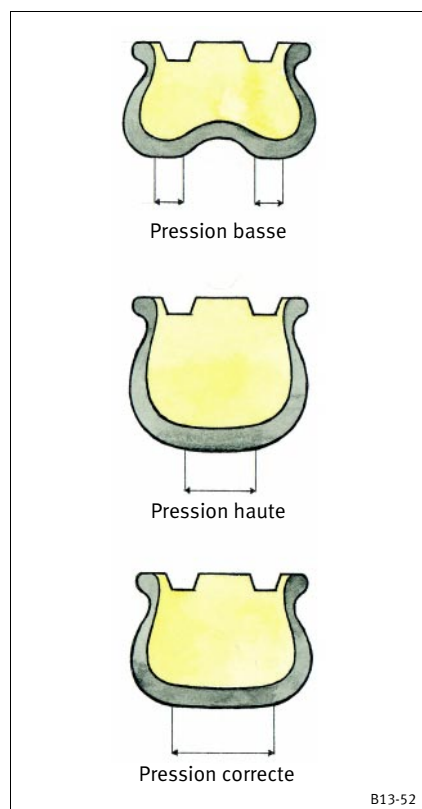
EN PROFONDEUR

Tableau des indices de charge

Code	kg	Code	kg	Code	kg
62	265	75	387	88	560
63	272	76	400	89	580
64	280	77	412	90	600
65	290	78	425	91	615
66	300	79	437	92	630
67	307	80	450	93	650
68	315	81	462	94	670
69	325	82	475	95	690
70	335	83	487	96	710
71	345	84	500	97	730
72	355	85	515	98	750
73	365	86	530	99	775
74	375	87	545	100	800

" L'entretien des pneumatiques n'est pas seulement importante pour la durée de vie de ceux-ci, mais aussi pour l'obtention de l'adhérence et de la sécurité maximums."

ENTRETIEN DES PNEUMATIQUES



Une bonne pression apporte la garantie de la surface de contact maximum.

Le pneumatique est l'un des éléments qui se trouve soumis à la plus grande fatigue dans le véhicule. La **sécurité** du véhicule et de ses **occupants dépendent de son état**, c'est pourquoi un entretien correct nous garantira une plus grande sécurité de marche, une plus grande adhérence et une plus longue vie des pneumatiques.

La pression de gonflage, l'usure de la bande de roulement et les dommages causés par les chocs ou les coupures doivent être vérifiés périodiquement.

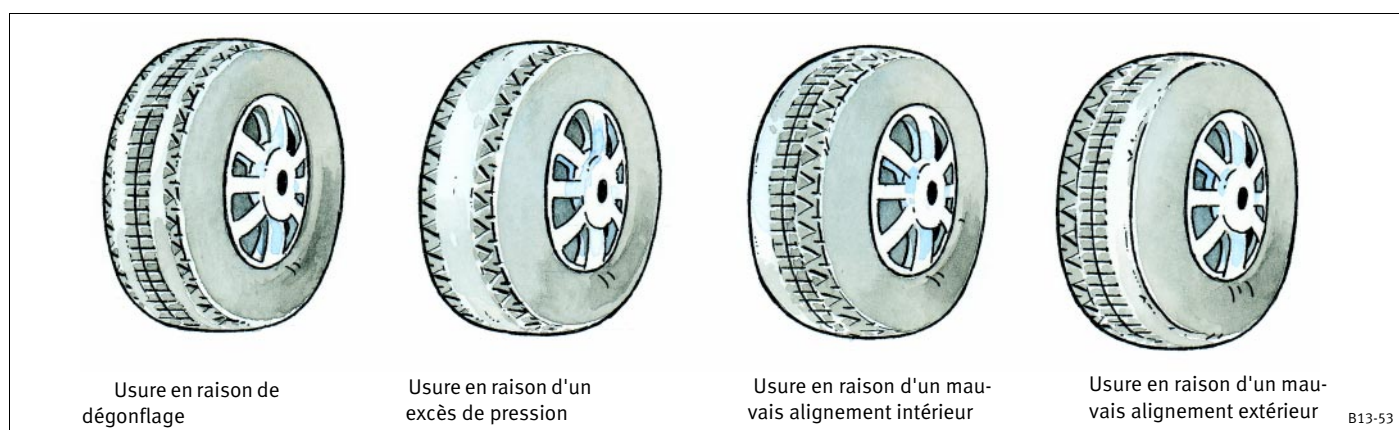
Pression de gonflage

C'est l'un des points clé pour leur fonctionnement. Si les pneumatiques ne sont pas gonflés à la pression appropriée, ceux-ci **s'useront rapidement**, aussi bien à **défaut de pression d'air qu'en cas d'excès**.

De plus, en cas de pression incorrecte, pendant leur durée de vie utile, ils ne feront pas leur travail correctement, leurs performances d'adhérence seront en-dessous de ce qu'elles devraient être et la consommation de carburant augmentera.

La pression des pneumatiques doit varier en fonction du type de conduite ; ainsi, pour une circulation à grande vitesse ou lorsque le véhicule est chargé, la pression doit être augmentée.

La **pression de gonflage devra toujours être vérifiée à froid**. Lorsque les pneumatiques chauffent, la pression augmente. Si la pression des pneumatiques est modifiée dans ces conditions, la valeur sera erronée.



Équilibrage

L'usure des pneumatiques n'est pas toujours uniforme, en raison de variations de poids. Lorsque ces dernières ont lieu par rapport à l'axe de rotation sur un même plan, ledit déséquilibre statique se produit. Celui-ci décrit des mouvements verticaux tels que ceux de la rotation d'une roue excentrique.

Si ces variations sont asymétriques à l'axe, comme celles qui pourraient se produire sur les flancs, un déséquilibre dynamique se produit, dont le comportement consiste dans un mouvement allant d'un bout à l'autre de la roue.

Ces deux déséquilibres peuvent être compensés grâce à l'ajout de contrepoids dans la jante, de façon à garder le même poids tout le long du pneu.

Alignement de la direction

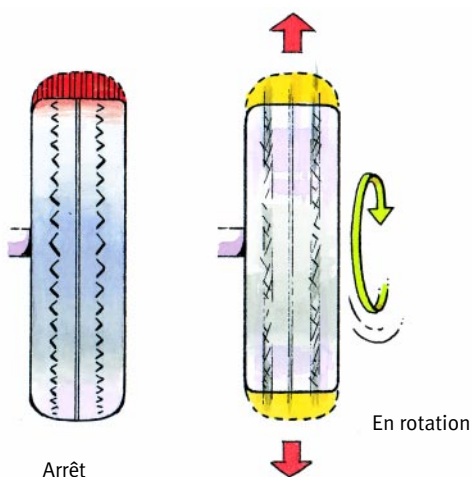
Le fait que les roues conservent les dimensions établies par le fabricant pour la suspension et la direction est d'une **extrême importance pour la durée de vie du pneumatique** et le bon comportement du véhicule.

L'alignement des roues doit être vérifié régulièrement. En effet, si les pneumatiques ne répondent pas aux bonnes spécifications, ceux-ci se dégraderont rapidement par ripage.

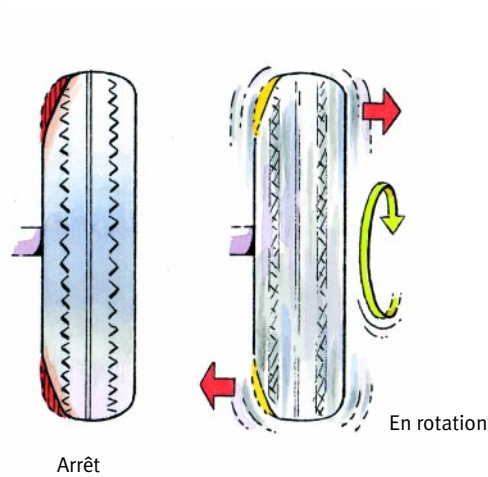
Vérification visuelle

Il est très important de vérifier le niveau d'usure de la bande de roulement. **Les indicateurs d'usure** nous **préviennent** lorsque le pneumatique **a atteint sa limite** d'usure. Il faut vérifier que le pneu n'ait aucune coupure ou choc provoqués par des agents externes.

USURE DUE À UN MAUVAIS ÉQUILIBRAGE



USURE DUE À UN MAUVAIS ALIGNEMENT



B13-54

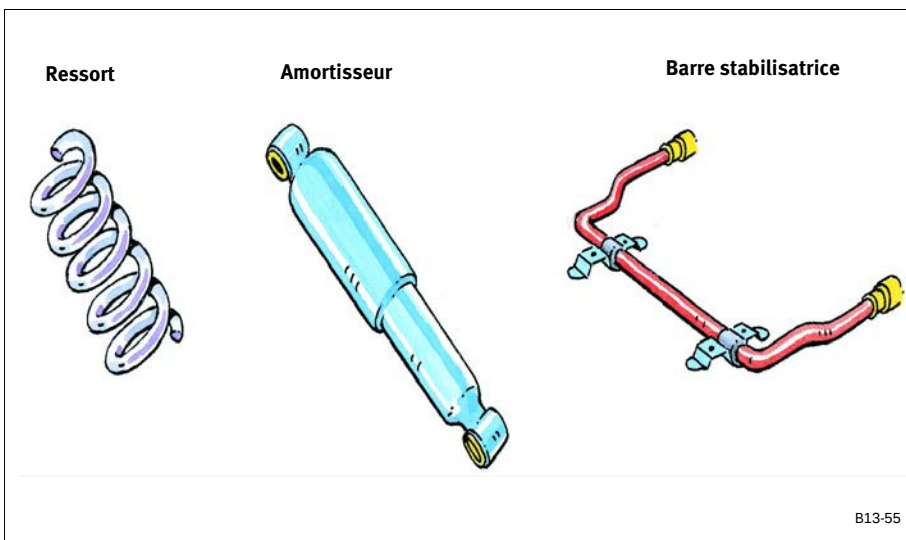
EXERCICES D'AUTO-ÉVALUATION

Les exercices suivants servent de tests d'auto-évaluation. Ils vous permettront de connaître quel a été votre degré de compréhension du présent cahier didactique. Certaines questions peuvent admettre plus d'une bonne réponse. Les différentes questions et exercices sont compris dans deux groupes pour permettre une détermination de l'apprentissage par thèmes. À la fin des exercices, vous devrez compter le nombre de bonnes réponses par groupe. Si vous n'atteignez pas le nombre de bonnes réponses indiqué dans chaque rubrique, nous vous conseillons de réviser le sujet correspondant.

1 SUSPENSION

1. Les oscillations sont des mouvements répétés de la carrosserie.

- ☐ A. Vrai.
- ☐ B. Faux.
- ☐ C. Cela dépend du genre de suspension.



2. Pour obtenir une suspension permettant de supporter plus de charge, il faut modifier :

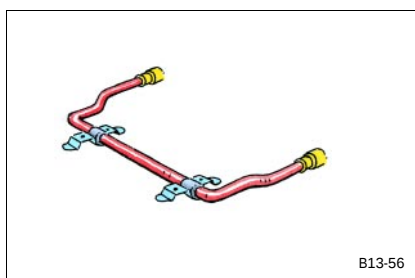
- ☐ A. Les ressorts.
- ☐ B. Les amortisseurs.
- ☐ C. Les barres.

3. Joindre, au moyen d'une flèche, les composants de chacune des deux colonnes qui sont en relation.

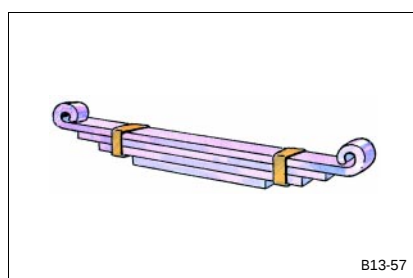
- | | |
|---------------------------------------|---|
| A. Bloc pneumatique. | 1. Modifie sa force en fonction de sa compression. |
| B. Essieu rigide. | 2. Il n'existe pas d'union solide entre les roues d'un même essieu. |
| C. Ressort baril. | 3. Réduit les oscillations du véhicule. |
| D. Suspension de roues indépendantes. | 4. Approprié pour supporter de la charge. |
| E. Amortisseur. | 5. Contrôle de la hauteur du véhicule. |

4. Notez, dans chaque image, la fonction du composant :

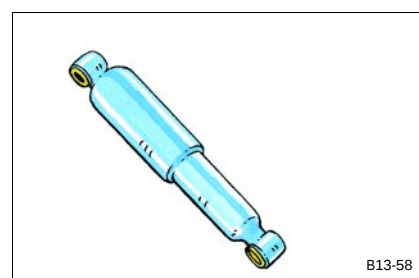
- A. Amortir les impacts de la chaussée.
 B. Éviter les oscillations de la carrosserie.
 C. Réduire le roulis de la carrosserie.



1. _____



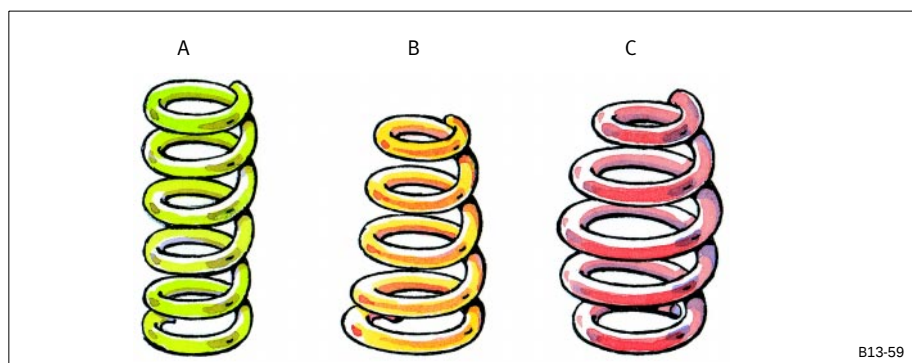
2. _____



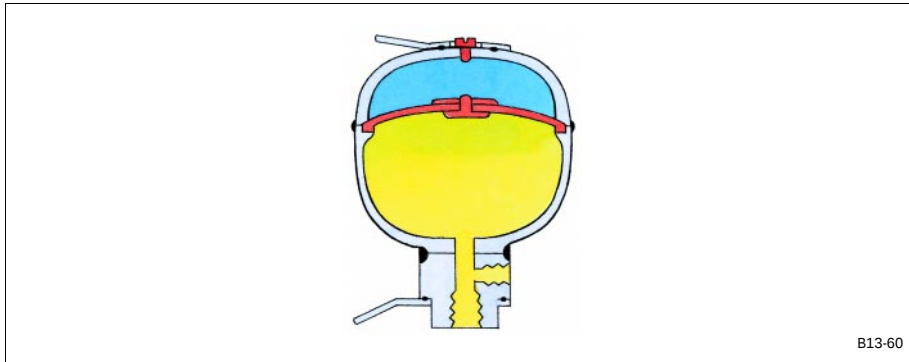
3. _____

5. Lequel des ressorts suivants est-il de tension constante ?

- ☐ A.
☐ B.
☐ C.

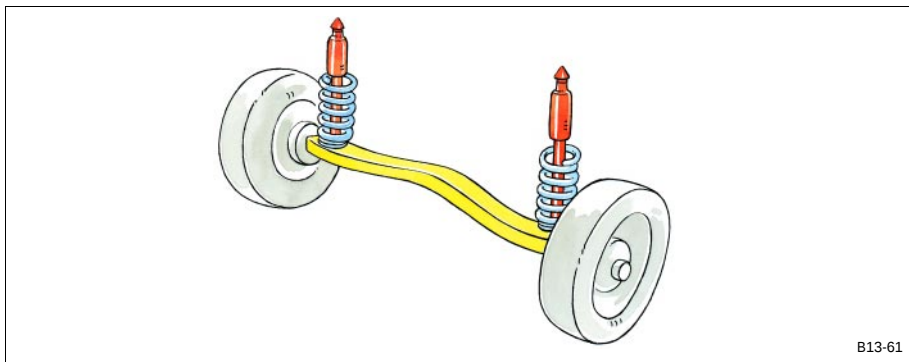


EXERCICES D'AUTO-ÉVALUATION



6. D'après l'image du bloc pneumatique, la roue du véhicule se trouve en phase de :

- ☐ A. Descente.
- ☐ B. Montée.
- ☐ C. Repos.



7. À quel type d'architecture de suspension l'illustration ci-contre correspond-t-elle ?

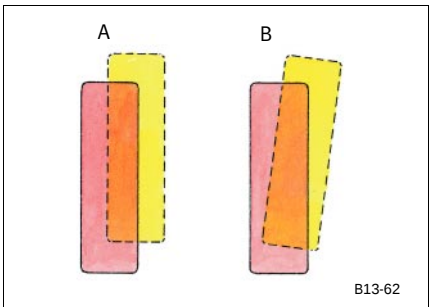
- ☐ A. Spéciales.
- ☐ B. De roues indépendantes.
- ☐ C. D'essieu rigide.

8. Dans une suspension active, où placeriez-vous le capteur de niveau ?

- ☐ A. Dans le bloc pneumatique.
- ☐ B. Entre la carrosserie et un composant se déplaçant avec les mouvements de la suspension.
- ☐ C. Entre deux composants mobiles de la suspension d'une même roue.

9. Des deux illustrations suivantes, quelle est celle qui représente le mouvement de la roue dans une suspension McPherson ?

- ☐ A.
- ☐ B.



RÉSULTATS OBTENUS

Bonnes réponses	
Total des réponses	9
Réponses nécessaires pour réussir le test	5

2 ROUES

10. Unissez les parties suivantes du pneumatique avec leur finalité principale au moyen d'une flèche :

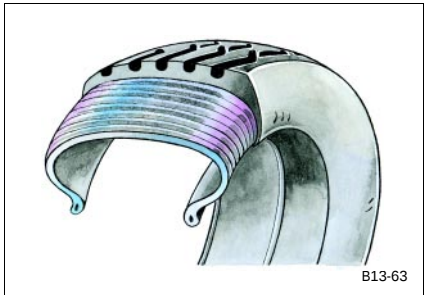
- A. Flanc

1. Durabilité.
- B. Armature.

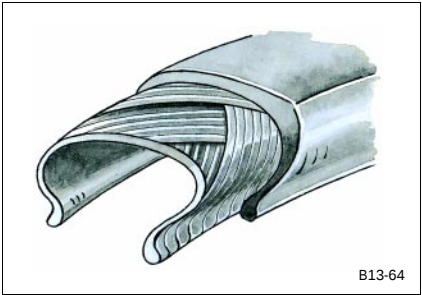
2. Rigidité.
- C. Talon.

3. Stabilité.

11. Quel est le pneumatique de structure radiale et celui de structure diagonale :

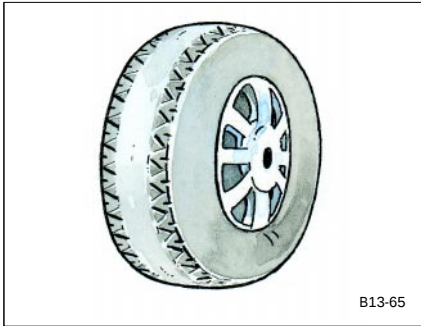


1. _____



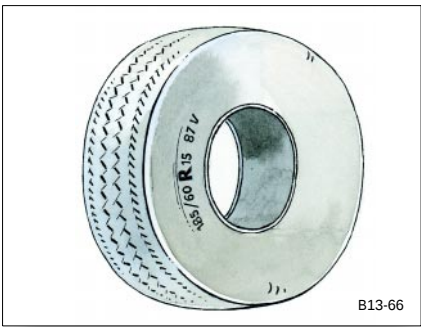
2. _____

EXERCICES D'AUTO-ÉVALUATION



12. Quelle situation a-t-elle entraîné l'usure du pneumatique de l'illustration ?

- ☐ A. Peu de pression de gonflage.
- ☐ B. Pression de gonflage excessive.
- ☐ C. Mauvais équilibrage de la roue.



13. Quelles sont les dimensions et les caractéristiques du pneumatique suivant :

- A. Largeur section. _____
- B. Diamètre. _____
- C. Série. _____
- D. Indice de charge. _____
- E. Vitesse maximum permise. _____

14. Quels sont les avantages des pneumatiques sans chambre ?

- ☐ A. Plus grande sécurité active.
- ☐ B. Dégonflage lent en cas de crevaillon.
- ☐ C. Dégonflage rapide en cas de crevaillon.

RÉSULTATS OBTENUS

Bonnes réponses	
Total des réponses	5
Réponses nécessaires pour réussir le test	3

Solutions :

1: A. 2: A. 3: A. 4: B. 5: B. 6: A. 7: C. 8: B. 9: B. 10: A. 11: C. 12: B. 13: 1=195, 2=15, 3=60, 4=87, 5=240 km/h. 14: A et B.