



Programme autodidactique 357

Le Nivomat - amortisseur à assiette constante

Conception et fonctionnement



L'état de charge d'un véhicule influe énormément sur le confort de conduite et la stabilité directionnelle. Afin de tenir compte de cette circonstance, de nouveaux systèmes de régulation d'assiette ont été mis au point. Leur finalité est de réagir activement aux sollicitations enregistrées par la suspension du véhicule.

Jusqu'à présent, de tels systèmes étaient proposés plutôt en option dans les catégories automobiles supérieures voire même les véhicules très haut-de-gamme en raison de leur complexité.

Avec l'amortisseur à assiette constante - NIVOMAT - de la société ZF Sachs, nous sommes en présence d'un système compact, arrivé à maturité, qui s'intègre facilement dans les concepts de véhicule existants.



S357_001

NOUVEAU









**Attention
Nota**



**Le programme autodidactique présente la conception et le fonctionnement des innovations techniques !
Son contenu n'est pas actualisé.**

Veuillez vous référer à la documentation technique prévue à cet effet en ce qui concerne les directives de contrôle, de réglage et de réparation récentes



Introduction	4	
Notions de base sur la suspension des véhicules	5	
Chargement et comportement du véhicule	5	
Explication des notions	6	
La suspension des véhicules automobiles	8	
Les amortisseurs	12	
Notions de base sur la correction d'assiette	17	
Qu'est-ce que la correction d'assiette ?	17	
L'amortisseur à assiette constante - Nivomat - dans la Passat	24	
Sa constitution	24	
Son fonctionnement	26	
Service après-vente	31	
Remarques pour l'atelier	31	
Glossaire	33	
 Explication des notions et termes MIS EN RELIEF		
Contrôle des connaissances	34	

Introduction



L'amortisseur à assiette constante - Nivomat - est un système de suspension qui réagit de façon autonome au chargement du véhicule et qui adapte l'assiette du véhicule à la charge momentanée du véhicule. Cela signifie que l'amortisseur Nivomat va soulever, à l'intérieur de sa plage de régulation, l'arrière du véhicule lorsqu'il est chargé si bien que la stabilité directionnelle sera entièrement conservée. Cela contribue énormément à la sécurité du véhicule et celle de ses occupants.

Voici en résumé des avantages de ce système :

- système compact,
- facile à monter ou à rééquiper ultérieurement,
- avantageux au niveau du prix,
- pas besoin d'une source d'énergie électrique ou hydraulique,
- pas d'augmentation de la consommation de carburant,
- amortissement en fonction de la charge,
- protection contre tout endommagement du soubassement lorsque la charge du véhicule est importante,
- les pare-chocs restent dans leur position optimale même en cas de charge du véhicule.



S357_064

Notions de base sur la suspension des véhicules

Chargement et comportement du véhicule

Le comportement du véhicule est, outre la vitesse et les conditions ambiantes, déterminé pour l'essentiel par le poids et la répartition du poids sur les essieux. Une répartition inégale du poids se répercutera de façon négative sur la garde-au-sol, la stabilité directionnelle, la sécurité du véhicule et aussi sur l'aérodynamique.

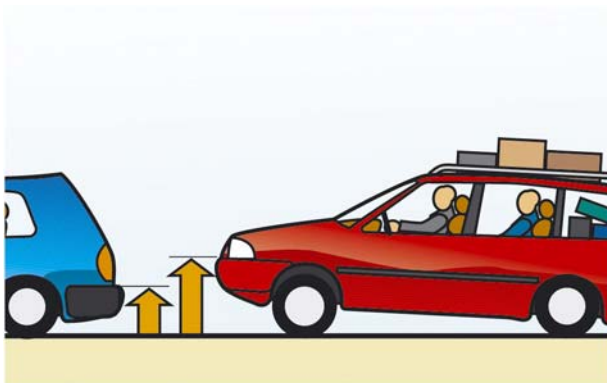


Faible garde-au-sol

S357_002

Garde-au-sol

Si un véhicule est fortement chargé, les ressorts seront déjà si fortement comprimés par le poids important du véhicule que l'assiette en sera réduite par rapport à la chaussée. Cela implique une distance de débattement encore plus faible pour compenser les inégalités de la chaussée, par ex. les nids de poules. Le soubassement du véhicule risque d'être endommagé.



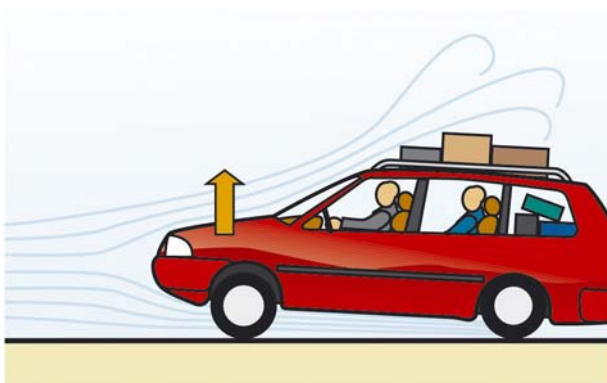
Position défavorable des pare-chocs

S357_003

Sécurité directionnelle et sécurité de roulage

Lorsque le véhicule est fortement chargé, la charge n'est pas répartie uniformément entre le train avant et le train arrière. L'adhérence sur la chaussée du train avant diminue si bien que les forces de traction, de guidage et de freinage ne peuvent plus être transmises de façon suffisante.

Dans des situations risquant de déboucher sur une collision, les pare-chocs ne seront plus dans une position optimale pour absorber l'énergie d'un choc.



Résistance de l'air importante

S357_004

Aérodynamique

La position défavorable du véhicule lorsqu'il est fortement chargé en détériore le coefficient de pénétration dans l'air et par voie de conséquence sa consommation de carburant. C'est surtout à vitesse élevée que des caractéristiques aérodynamiques défavorables nuisent encore plus à la stabilité directionnelle.

Notions de base sur la suspension des véhicules

Définition des notions

Avant d'étudier plus en détail la constitution et les fonctions des systèmes ressorts-amortisseurs dans la construction automobile, il convient dans un premier temps de définir les deux notions d'amortissement et de suspension et de les délimiter l'une par rapport à l'autre autant que faire se peut.



Amortissement

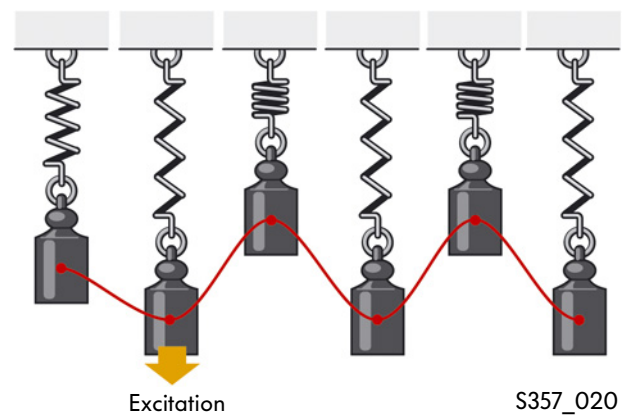
Le terme d'amortissement provient de la théorie des phénomènes vibratoires. Dans la mécanique classique, une vibration est définie comme un mouvement ascendant et descendant d'une masse accrochée à un ressort mécanique. Si, dans un mode d'observation idéalisé, on ne prend pas en compte ni les influences extérieures ni le frottement qui survient, une MASSE EXCITÉE une seule fois continuerait à osciller indéfiniment (vibration non amortie).

Mais en réalité, il y a par ex. l'influence des frottements avec l'air ambiant et le frottement au sein de la structure métallique du ressort. Le frottement qui survient "consomme" à chaque oscillation un petit peu de l'énergie de vibration. Cette oscillation deviendra donc plus faible à chaque course jusqu'à ce qu'elle finisse par s'arrêter tant que le système ressort-masse ne sera pas de nouveau excité par une nouvelle poussée. On parle alors d'une vibration amortie.

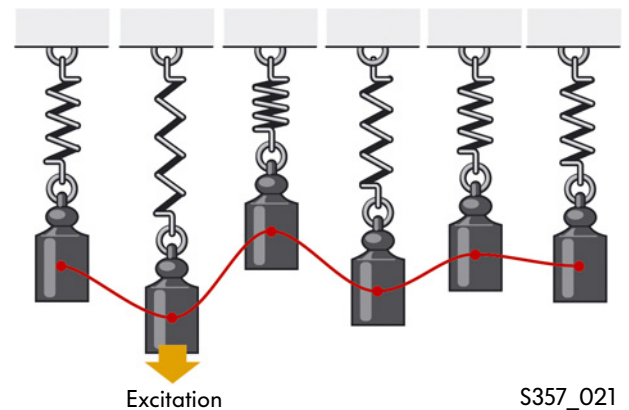
Dans de nombreux domaines techniques il est nécessaire d'amplifier ce comportement d'amortissement par des mesures appropriées au plan de la conception afin d'empêcher l'apparition voire la formation de vibrations.

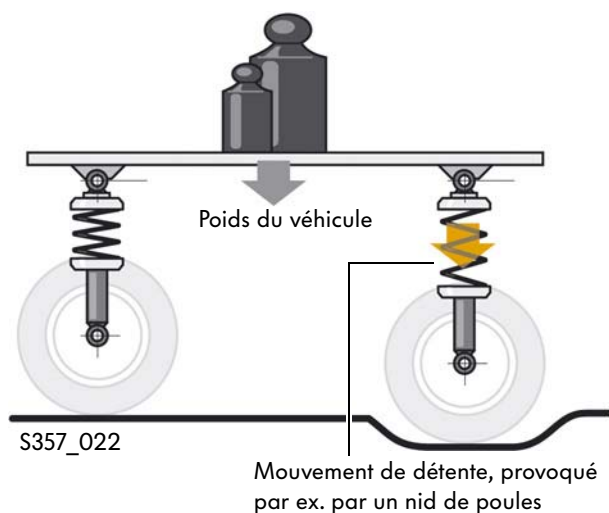
Cela est, dans la construction automobile, le rôle des systèmes d'amortisseurs implantés sur les essieux du véhicule. Ils ont, entre autres, pour mission d'assurer et de maintenir la stabilité directionnelle, la sécurité de roulage et le confort routier.

Vibration non amortie (considération idéalisée)



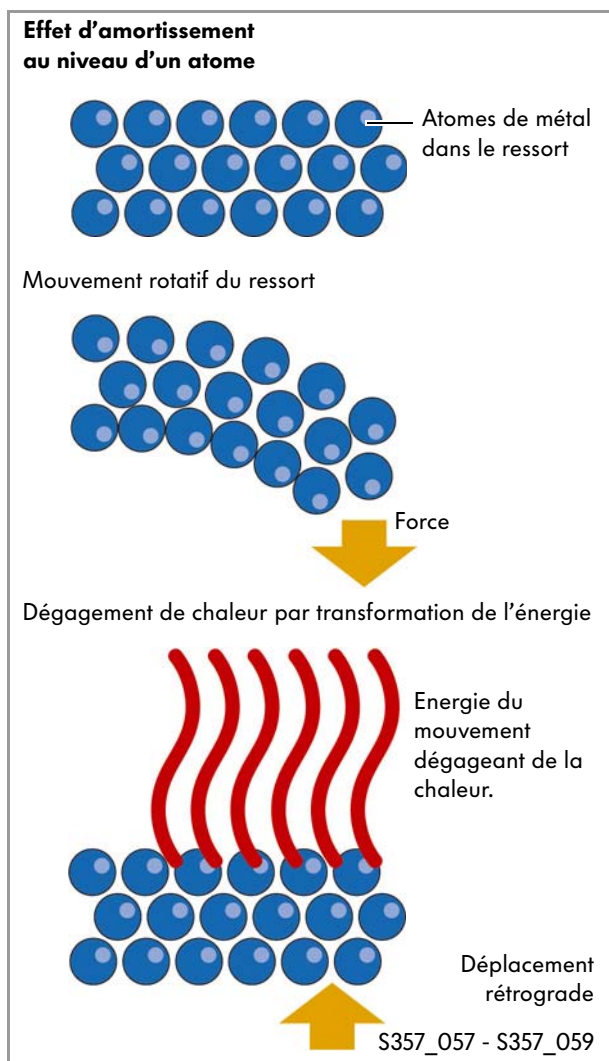
Vibration amortie





Suspension

Le rôle d'une suspension est de porter le poids du véhicule et de compenser les chocs qui ont été provoqués par les inégalités de la chaussée. Ce faisant, la suspension veille, par le biais d'une précharge du ressort à ce que tous les pneumatiques ne perdent pas le contact avec la chaussée par ex. en présence de nids de poules. Cela est important afin que même si l'état du revêtement de la chaussée est peu favorable, les forces de traction, de freinage et de guidage, puissent être transmises et que le comportement routier reste maîtrisable.



Le comportement d'amortissement des ressorts mécaniques

En fonction du type de ressorts utilisés, un ressort sera en mesure d'amortir les vibrations qui apparaissent. L'effet d'amortissement est cependant faible en règle générale. Il repose sur le fait que les ATOMES DE MÉTAL occupent une place relativement fixe dans le ressort et qu'ils aimeraient également la conserver. Les ATOMES doivent être excités par une force extérieure afin de quitter leur emplacement habituel et d'adopter le mouvement d'allongement du ressort. Si cette force extérieure n'est plus là, les atomes de métal reviendront à leur position initiale. Lors de ces mouvements au plan atomique, l'énergie de mouvement est transformée en énergie thermique. C'est ce qui explique l'échauffement des ressorts lorsqu'ils se détendent et se compriment successivement à grande vitesse et de façon répétée.

Notions de base sur la suspension des véhicules

La suspension des véhicules automobiles

Afin de parvenir à une interaction optimale entre suspension et amortissement, des ressorts et des systèmes d'amortissement sont utilisés de façon concomitante.

Au plan physique, un véhicule se compose de masses suspendues et de masses non suspendues.

Les ressorts mécaniques et les systèmes d'amortissement sont partiellement assimilés aux masses non suspendues.

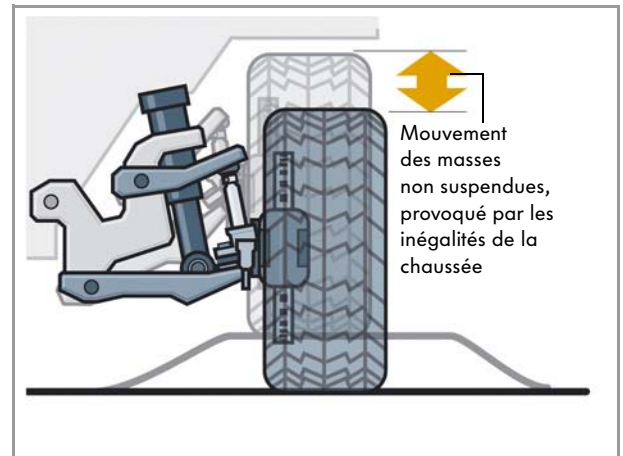


Les masses non suspendues

En font partie toutes les pièces qui absorbent dans leurs mouvements les inégalités de la chaussée.

Il s'agit :

- des essieux,
- des ressorts (en partie),
- des suspensions de roue,
- des freins,
- des amortisseurs (en partie) et
- des roues.

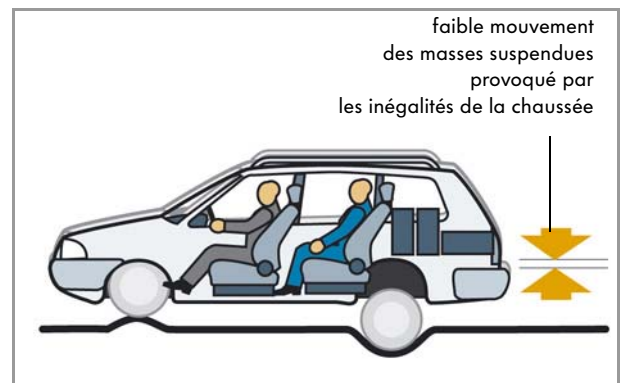


S357_005

Les masses suspendues

Il s'agit des pièces qui sont découplées des inégalités de la chaussée par l'intermédiaire d'éléments ressorts, comme par ex. :

- la carrosserie,
- les occupants et
- le chargement.

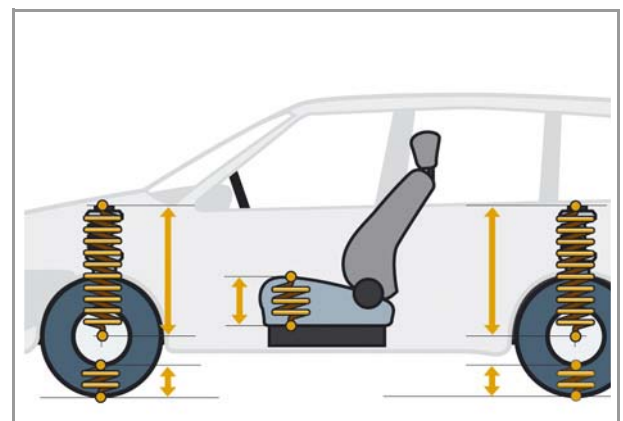


S357_006

Constitution type d'une suspension

La suspension d'un véhicule comporte en règle générale trois éléments flexibles :

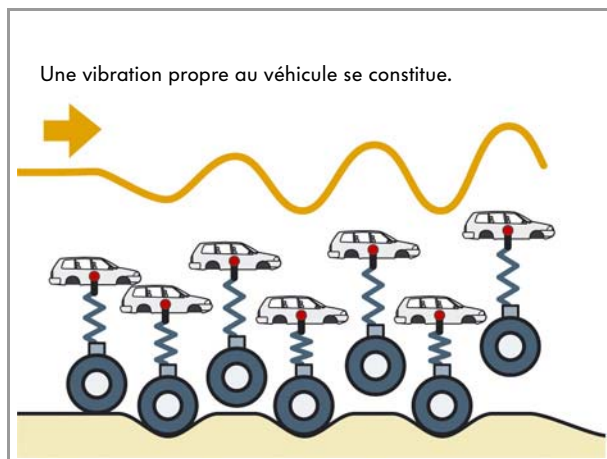
- les pneumatiques,
- la suspension des essieux et
- la suspension des sièges.



S357_007

Rôles des systèmes de suspension

Afin de bien faire comprendre les différents rôles des systèmes de suspension, nous allons observer le comportement d'un véhicule doté d'une suspension purement mécanique sans amortisseur (suspension non amortie) et celui d'un véhicule doté d'un système ressort-amortisseur (suspension amortie).



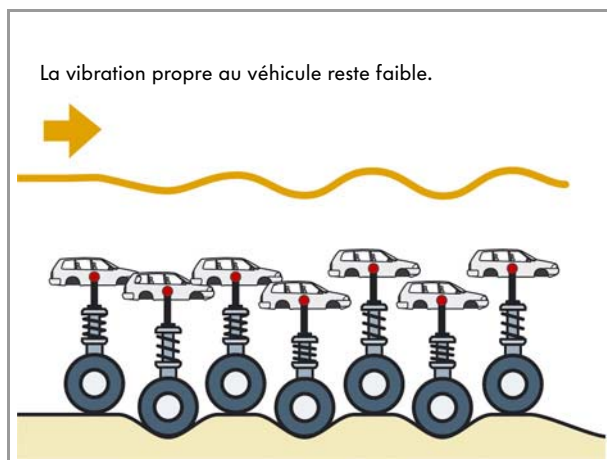
Suspension sans amortisseur

S357_008

Véhicule avec suspension non amortie

En présence d'une suspension non amortie, les pneumatiques commenceront à sauter en cas d'inégalités successives de la chaussée et perdront le contact avec la route.

La carrosserie du véhicule connaîtra alors un développement et une superposition de mouvements vibratoires et de lacet, qui provoqueront une adhérence inégale du véhicule au sol. Le véhicule n'est plus maîtrisable et devient instable.



Suspension avec amortisseur

S357_009

Véhicule avec suspension amortie

L'amortissement assure une absorption rapide des oscillations de la carrosserie et des roues, qui ont été provoquées par les inégalités de la chaussée.

L'adhérence entre les pneumatiques et la route est ainsi maintenue et les forces de traction, de guidage et de freinage peuvent être transmises.

Le véhicule reste maîtrisable et conserve sa stabilité directionnelle même quand l'état de la chaussée est peu propice.



Dans les figures ci-dessus relatives au comportement des ressorts et des amortisseurs, on prend comme hypothèse pour les pages suivantes que le point de fixation à la carrosserie est un point fixe. C'est pourquoi lors de la compression des ressorts une force dirigée vers le haut sera représentée comme une flèche qui vient comprimer le ressort ou l'amortisseur, alors que la détente du ressort sera indiqué par une flèche dirigée vers le bas. Le mouvement est représenté ainsi relativement par rapport à la carrosserie du véhicule.

Notions de base sur la suspension des véhicules

Différents types de suspension

On fait la différence entre les suspensions suivantes :

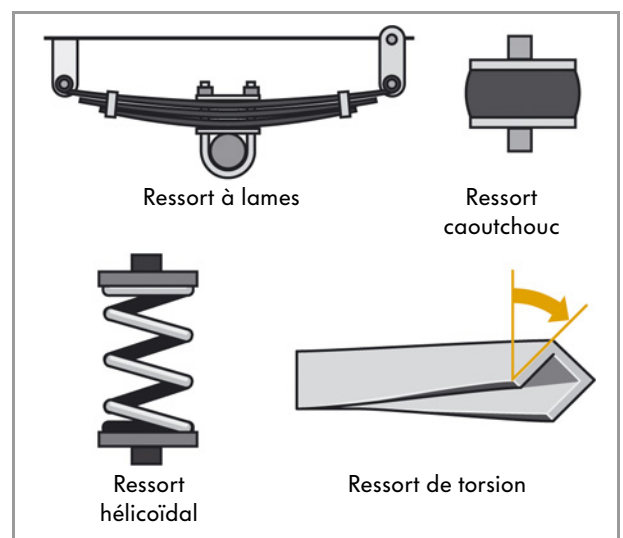
- Les suspensions mécaniques sous forme de ressorts à lames, ressorts hélicoïdaux ou RESSORTS DE TORSION en acier ou bien des éléments ressorts en caoutchouc,
- Les suspensions pneumatiques
- Les suspensions hydropneumatiques et
- Les combinaisons de ces systèmes, comme une jambe de force avec suspension pneumatique et ressort hélicoïdal.

Suspension mécanique

Les ressorts mécaniques d'un véhicule servent en première ligne à porter le poids du véhicule.

Capacité d'amortissement des ressorts mécaniques

Comme nous l'avons décrit, les ressorts mécaniques possèdent en règle générale uniquement une faible capacité d'amortissement. Cela ne suffit pas pour amortir de façon satisfaisante les vibrations de la carrosserie.



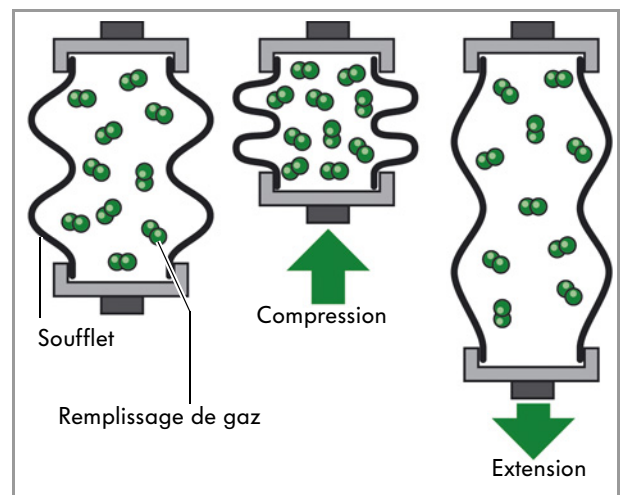
S357_010

Suspensions pneumatiques

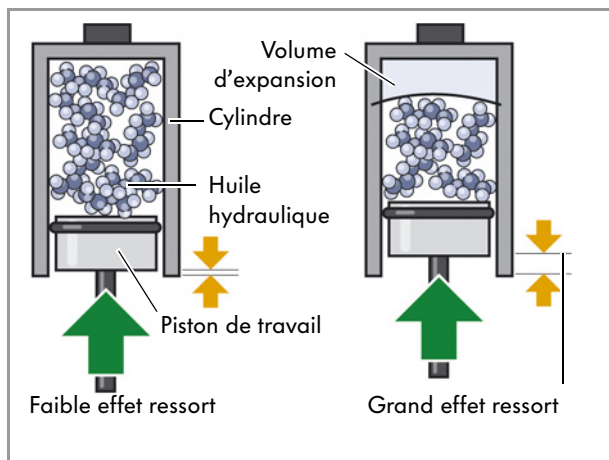
Un ressort pneumatique se compose, de manière simplifiée, d'un soufflet étanche qui est rempli d'un gaz. L'effet de ressort repose sur le fait que les gaz sont compressibles. Cela signifie que le soufflet est comprimé sous l'effet du poids du véhicule.

Capacité d'amortissement des ressorts pneumatiques

Même la suspension pneumatique présente une capacité d'amortissement lors de la compression et du débattement du soufflet. Il repose sur le fait que la compression et l'expansion du remplissage de gaz transforme l'énergie oscillatoire en énergie thermique.



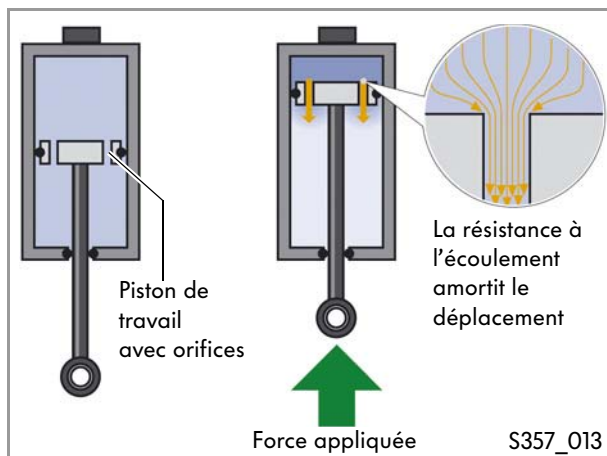
S357_011



S357_012

Suspension hydropneumatique

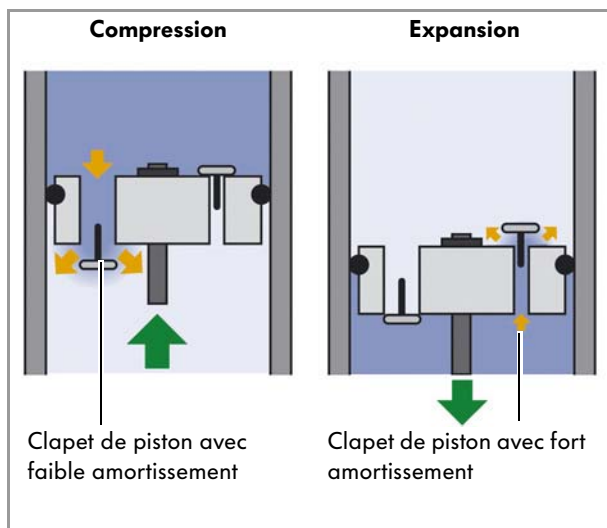
Comme les liquides ne peuvent pratiquement pas se comprimer, une suspension purement hydraulique n'a qu'un très faible effet ressort. Les liquides hydrauliques sont cependant très bien appropriés pour obtenir une bonne capacité d'amortissement. Afin de pouvoir mettre à profit cette propriété, des cylindres et des pistons de travail sont complétés par un volume d'expansion rempli de gaz (ressort pneumatique). On obtient ainsi une suspension hydropneumatique sur laquelle l'effet ressort est obtenu par compression du gaz de remplissage dans le volume d'expansion.



S357_013

Capacité d'amortissement de la suspension hydropneumatique

En raison des propriétés de l'huile hydraulique, ces systèmes possèdent une très grande capacité d'amortissement. Celle-ci est utilisée par le biais du piston qui est doté de petits orifices à travers lesquels le liquide hydraulique doit s'écouler lorsque le piston se déplace sous l'effet de la force appliquée.



S357_014

Comme les clapets de piston de différentes sections ne fournissent un travail que d'un seul côté, la détente sera plus fortement amortie que le mouvement de compression du ressort. Cela est nécessaire parce que le ressort mécanique sur la jambe de force (ressort porteur) s'oppose au mouvement du piston de travail en détente.

Lors de la compression du ressort, le ressort porteur soutient par contre le mouvement du piston de travail. Et pour le mouvement de compression du ressort, seul un faible amortissement sera alors nécessaire.



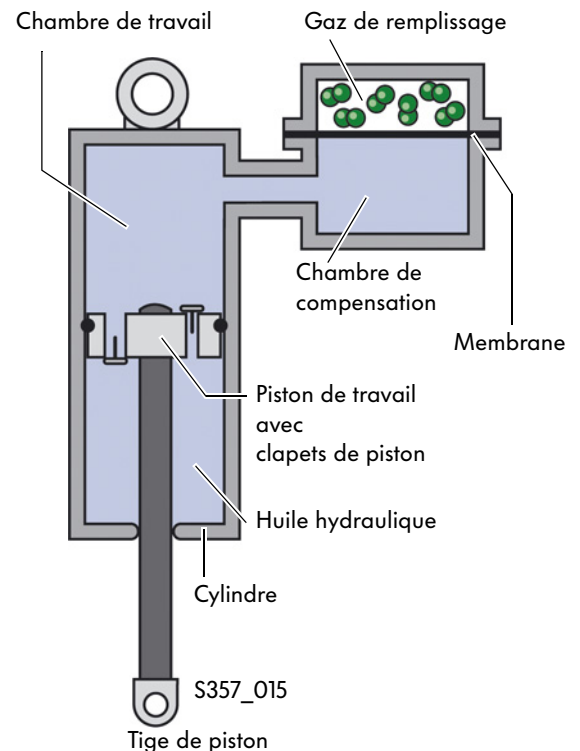
Notions de base sur la suspension des véhicules

Les amortisseurs

Les amortisseurs sont les éléments d'amortissement les plus fréquemment utilisés aujourd'hui pour la suspension du châssis.

Leur rôle consiste, comme nous l'avons décrit, à amortir aussi rapidement et de façon aussi complète que possible les oscillations provoquées par les inégalités du profil de la chaussée de manière à ce que la carrosserie du véhicule ne soit pas du tout ou pratiquement pas soumise à une vibration propre.

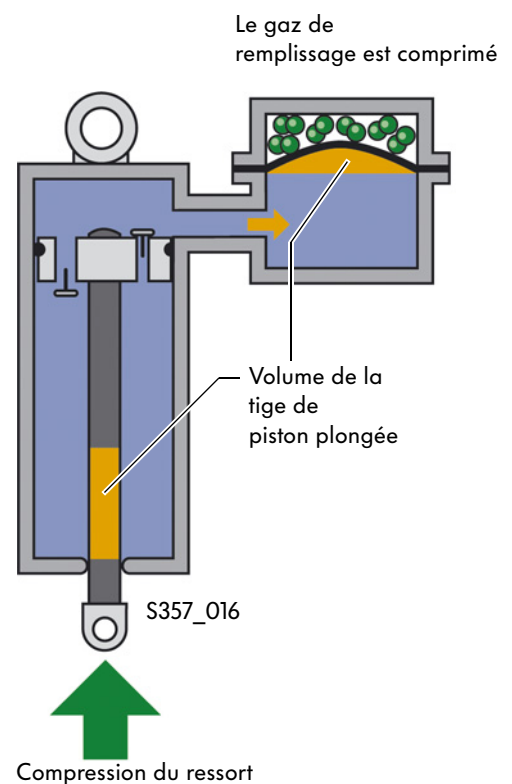
En règle générale, les amortisseurs sont aujourd'hui conçus comme des systèmes hydropneumatiques.



La chambre de compensation sert entre autres à recevoir l'huile qui sera refoulée hors de la chambre de travail lorsque la tige de piston va plonger dans la chambre de travail au moment de la compression des ressorts.

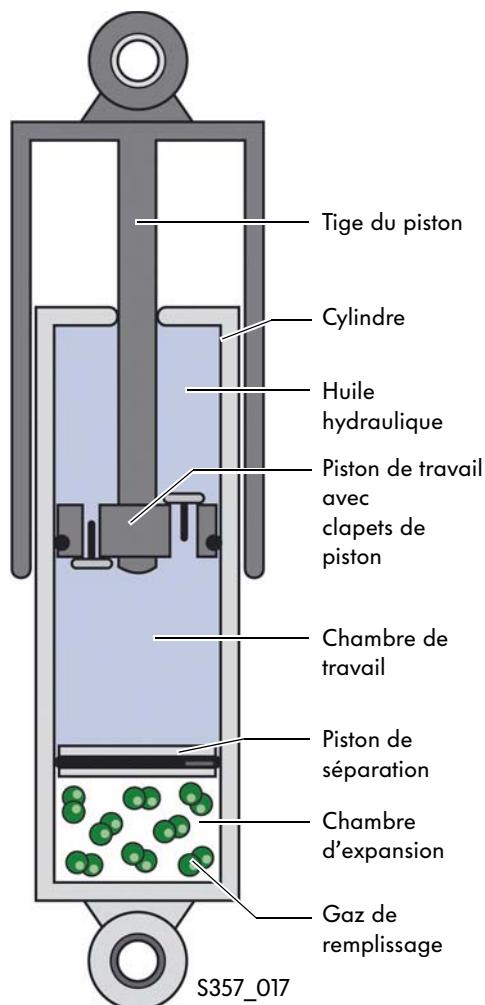
On différencie les amortisseurs par leur constitution monotube ou bitube.

La membrane représentée ici n'est pas forcément nécessaire. En fonction du type de construction des amortisseurs de l'huile hydraulique et un remplissage de gaz peuvent se juxtaposer directement ou être séparés et délimités par un piston de séparation.



Pour mieux représenter le principe fondamental, la chambre de compensation est représentée comme réservoir externe. En réalité, les amortisseurs possèdent en règle générale une chambre de compensation intégrée.

Amortisseur monotube



Constitution

Sur un amortisseur monotube, la chambre de travail et la chambre d'expansion sont superposées l'une sur l'autre dans le même cylindre. C'est cette disposition qui a donné son nom à l'amortisseur monotube. Pour qu'il n'y ait pas de formation de bulles ni d'écume lors du fonctionnement de l'amortisseur entre le volume de gaz et le liquide hydraulique, les deux chambres sont délimitées l'une par rapport à l'autre par un piston de séparation qui se déplace.

La chambre d'expansion est remplie d'azote et sa pression de gonflage varie entre 20 et 30 bars environ en fonction du constructeur et du type d'amortisseur. Au dessus du piston de séparation se trouve la chambre de travail dans laquelle se déplace le piston de travail.

L'effet d'amortissement repose, comme cela est décrit pour la suspension hydraulique, sur le fait que le piston ne peut se déplacer dans la chambre de travail qu'à la vitesse à laquelle le liquide hydraulique peut lui-même se déplacer d'un côté à l'autre du piston en traversant les clapets de piston. Les clapets de piston assurent la caractéristique d'amortissement, qui peut varier lors de la compression ou de la détente.

Avantages de l'amortisseur monotube :

- Bonne dissipation de la chaleur
- Aucun danger de formation d'écume
- Réponse rapide et
- Position de montage indifférente.

Notions de base sur la suspension des véhicules

Fonctionnement

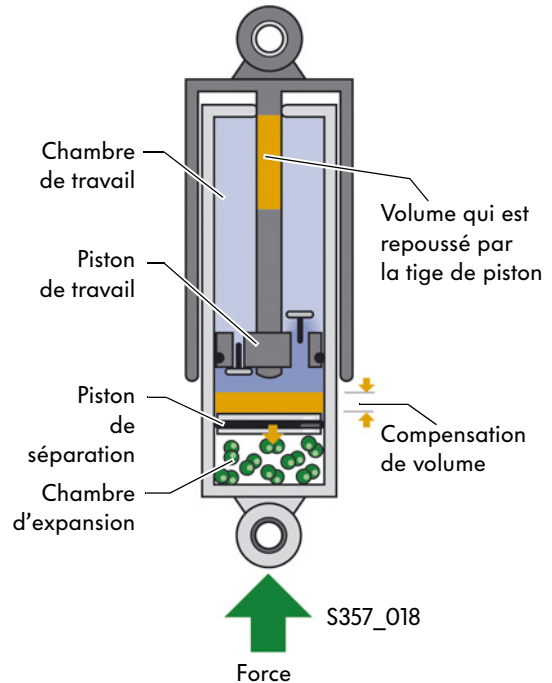


En raison du déplacement du piston de séparation, l'amortisseur monotube possède une chambre de travail dont le volume varie.

Lors de la compression du ressort, le piston de travail est repoussé en direction du volume de gaz, la tige de piston plonge dans l'huile hydraulique. Le volume d'huile hydraulique, qui est refoulé à travers la tige de piston, va repousser le piston de séparation si bien que la pression augmente dans la chambre d'expansion.

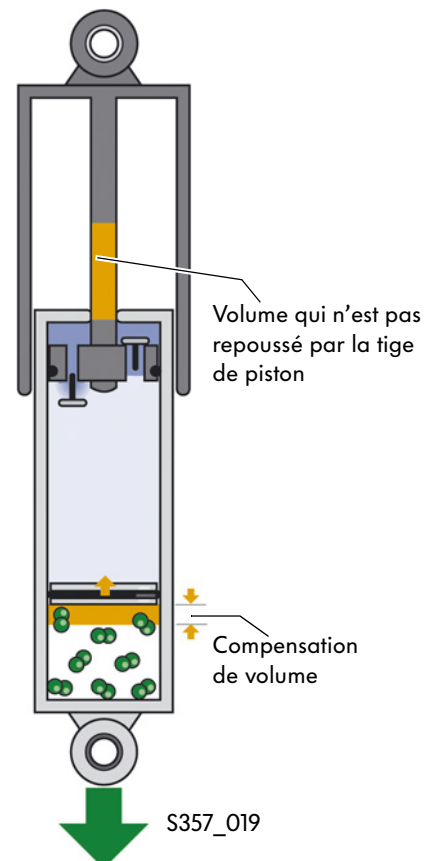
Ce processus est désigné comme compensation de volume.

Compression

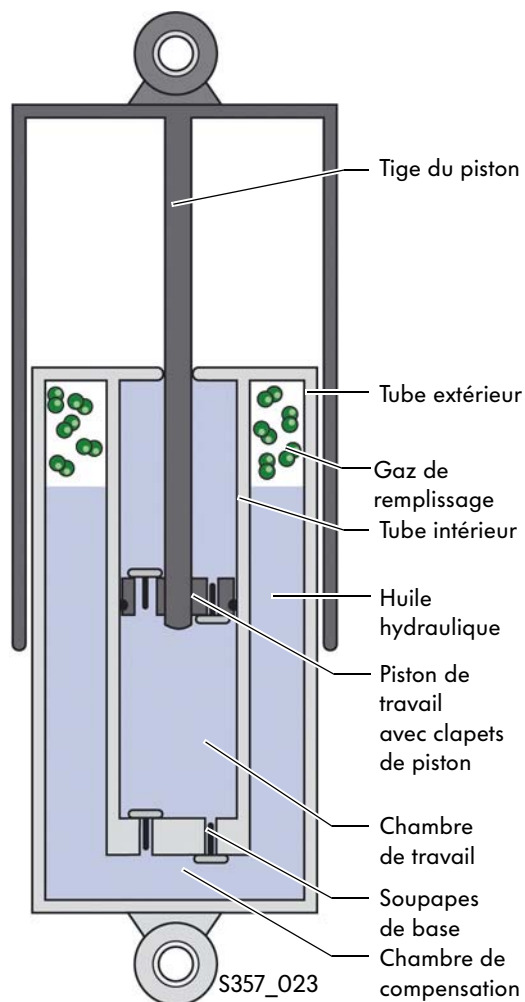


Lors du débattement, la tige de piston est extraite hors de la chambre de travail. Elle refoule donc moins d'huile hydraulique qu'auparavant si bien que le piston de séparation est maintenant repoussé en direction du piston de travail sous l'effet de la pression du volume de gaz.

Débattement



Amortisseur bitube



Constitution

Sur un amortisseur bitube, la chambre de travail et la chambre de compensation sont logées dans deux tubes, enfichés l'un dans l'autre. Dans le tube intérieur se trouve la chambre de travail avec piston de travail. L'espace entre le tube extérieur et le tube intérieur sert de chambre de compensation. C'est ici que se trouve le gaz de remplissage et l'huile hydraulique pour la compensation de volume.

Sur un amortisseur bitube, on utilise de l'azote comme gaz de remplissage, mais par rapport aux amortisseurs monotube, la pression de remplissage est plus faible, elle est comprise entre 3 à 8 bars environ. La chambre de travail et la chambre de compensation sont reliées à l'aide de soupapes de base dans le tube intérieur, si bien que l'huile hydraulique peut couler d'une chambre à l'autre.

Avantages de l'amortisseur bitube

- Construction bon marché
- Faible hauteur d'encombrement



Afin de faire comprendre plus facilement la constitution et le fonctionnement, l'amortisseur bitube a été dessiné en modifiant les proportions de la hauteur par rapport à la largeur. En réalité, l'amortisseur bitube a une forme nettement plus élancée.

Notions de base sur la suspension des véhicules

Fonctionnement



Même sur un amortisseur bitube, il doit y avoir compensation de volume entre la compression et la détente parce que la tige de piston dans la chambre de travail repousse plus ou moins d'huile hydraulique en fonction de la profondeur d'enfoncement.

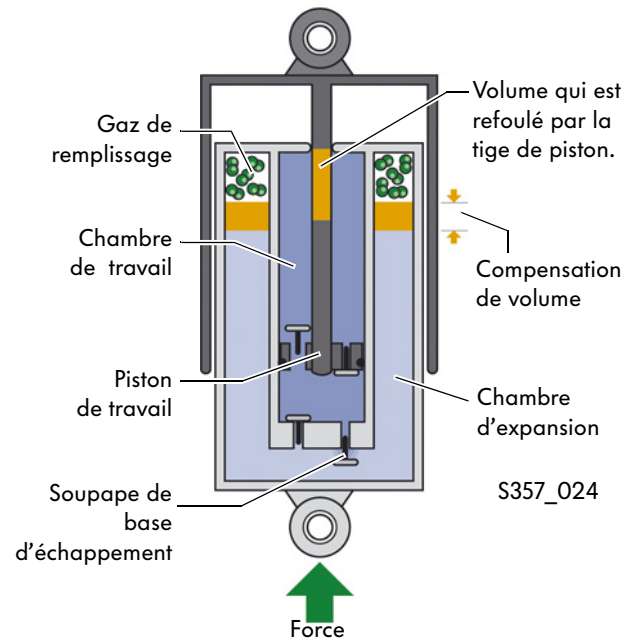
Lors de la compression, l'huile hydraulique qui est repoussée par la tige de piston est repoussée dans la chambre de compensation via la soupape de base d'échappement. La pression dans la chambre d'expansion augmente. Cela comprime alors le gaz de remplissage jusqu'à ce qu'entre la chambre de travail, la chambre d'expansion et le gaz de remplissage s'établisse un équilibre de pression.

Lors de la détente, la tige de piston est extraite très largement du tube intérieur. Cela implique qu'un moindre volume d'huile hydraulique est refoulé par la tige de piston si bien que la pression dans la chambre de travail diminue par rapport à celle de la chambre d'expansion. La soupape de base d'admission s'ouvre et de l'huile hydraulique passe de la chambre d'expansion vers la chambre de travail.

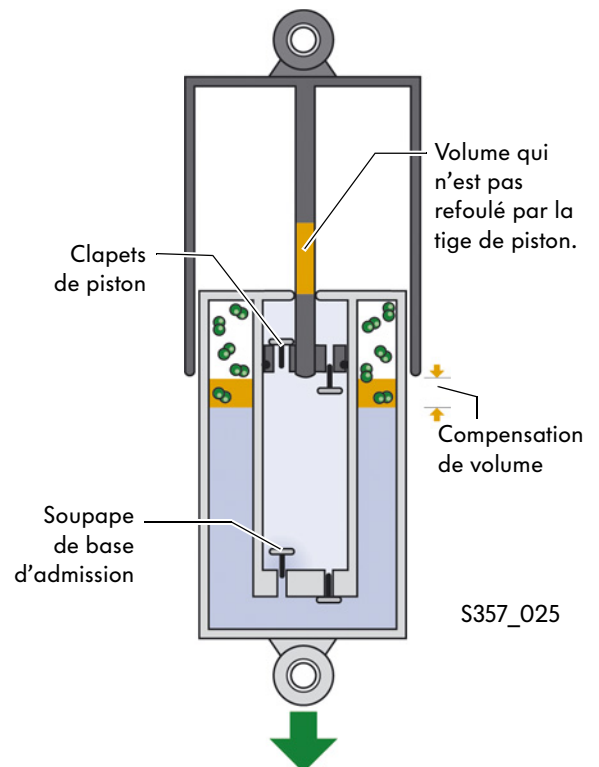
Le gaz de remplissage se dilate entre le tube intérieur et le tube extérieur jusqu'à ce qu'un équilibre de pression entre la chambre de travail, la chambre d'expansion et le gaz de remplissage soit de nouveau rétabli.

Les clapets de piston dans le piston de travail et les soupapes de base assurent l'amortissement lors de la compression et de la détente des ressorts.

Compression



Débattement



Notions de base sur la correction d'assiette

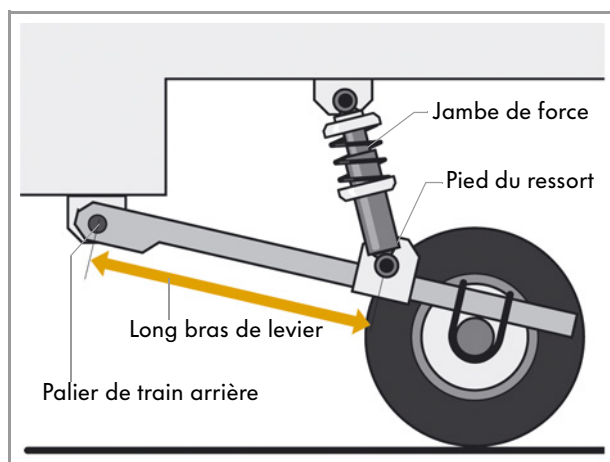
Qu'est ce que la correction d'assiette ?

Comme nous l'avons décrit au début du présent programme autodidactique, le chargement du véhicule influe de manière prépondérante sur la stabilité directionnelle du véhicule.

Grâce à une correction d'assiette intégré au système ressort-amortisseur, il est possible d'ajuster l'assiette du véhicule aux différents états de chargement. La tenue de cap, la sécurité de roulage ainsi que le confort de conduite seront maintenus même si la charge du véhicule est élevée.

Pour réaliser une correction d'assiette, il existe plusieurs solutions :

- la modification de la démultiplication de la suspension,
- la modification du point inférieur de fixation (fixation du pied du ressort) des amortisseurs ou
- une combinaison de ces deux approches techniques.

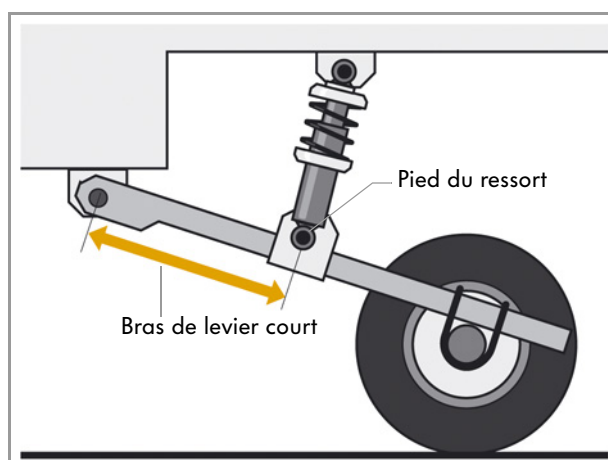


S357_026

Modification de la démultiplication de la suspension

On entend par démultiplication d'une suspension, l'écart entre le palier de train arrière et le point de fixation du pied de l'amortisseur par rapport à la position de la roue.

On définit un bras de levier avec le palier d'essieu arrière et le point de fixation du pied du ressort.



S357_027

Un déplacement mécanique du point de fixation du pied du ressort en direction du palier de train arrière va raccourcir ce bras de levier.

Ce bras de levier raccourci fait que l'on doit appliquer une force plus importante par le train arrière pour comprimer l'amortisseur. Cela signifie que pour un même chargement, la suspension du véhicule ne va pas se comprimer autant au niveau du train arrière que dans le cas d'un grand bras de levier.

Notions de base sur la correction d'assiette

Modification du point de fixation du pied du ressort

On entend par modification du point de fixation du pied du ressort le déplacement vers le bas du point de fixation inférieur de la jambe de force par rapport à la carrosserie du véhicule, obtenu par des mesures appropriées au plan construction. Par rapport à l'exemple précédent, les rapports de bras de levier se modifient entre les paliers de train arrière et la jambe de force.

Pour réaliser ces mesures, il y a trois solutions possibles au plan construction :

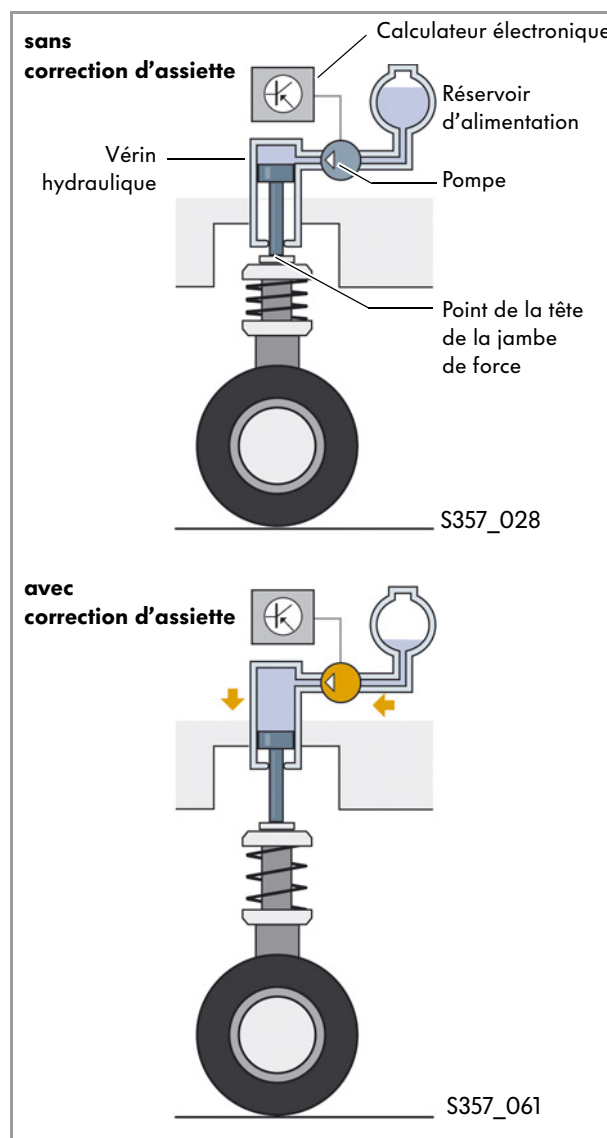
- Abaissement de l'ensemble de l'amortisseur par rapport à la caisse du véhicule
- Fixation du point du pied du ressort à un levier doté d'un ressort de torsion ou
- Augmentation de l'écart entre le point de fixation de la tête et du pied de l'amortisseur.

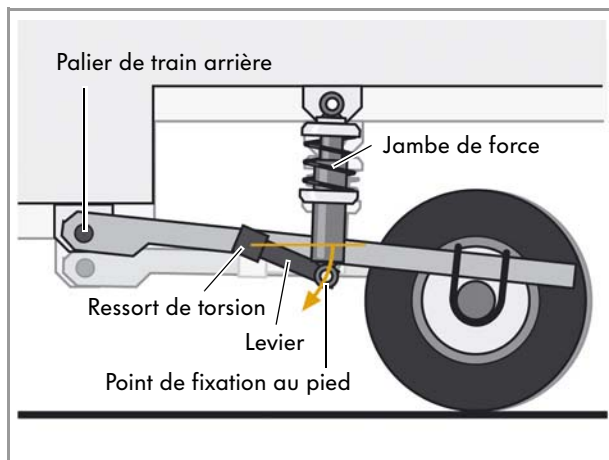


Abaissement de l'amortisseur

Dans cette approche, le point de fixation supérieur de l'amortisseur (point de la tête) n'est pas relié directement à la caisse du véhicule mais avec le piston d'un vérin hydraulique. Celui-ci est lui-même fixé à la caisse du véhicule.

En cas de chargement important du coffre à bagages, le piston de ce vérin sort de son logement à l'aide d'une pompe et soulève ainsi l'arrière du véhicule.





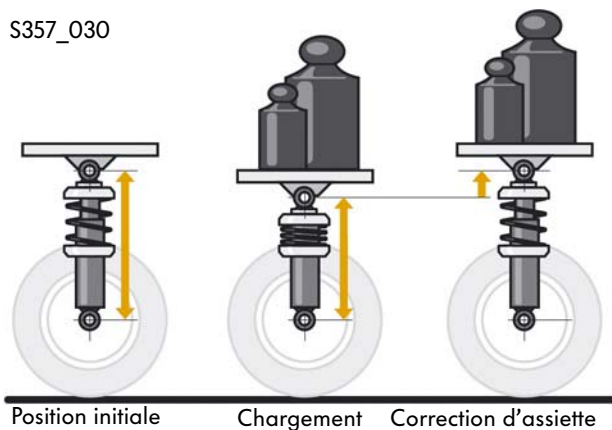
S357_029

Utilisation d'un ressort de torsion

Dans ce cas, le point de fixation du pied de la jambe de force est relié via un levier à un ressort de torsion. Le ressort de torsion est vissé au train arrière. Si le ressort de torsion se tord sous l'effet d'un chargement important du véhicule, le bras de levier va se raccourcir entre le palier de train arrière et le point de fixation au pied. La jambe de force ne pourra pas alors se comprimer fortement si la charge reste aussi élevée.



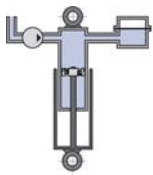
S357_030



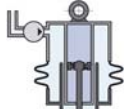
Modification de l'écart entre le point de la tête et du pied de la jambe de force

Dans ce cas, il y a variation de l'écart du point de fixation supérieur et inférieur de la jambe de force en fonction de l'état de charge du véhicule. La jambe de force en compression va être "étirée", pour s'exprimer de façon simple.

Cette solution est réalisée par trois moyens différents au plan construction :



1. L'alimentation externe d'un amortisseur hydropneumatique



2. L'alimentation externe d'un amortisseur pneumatique



3. L'amortisseur hydropneumatique à autopompage

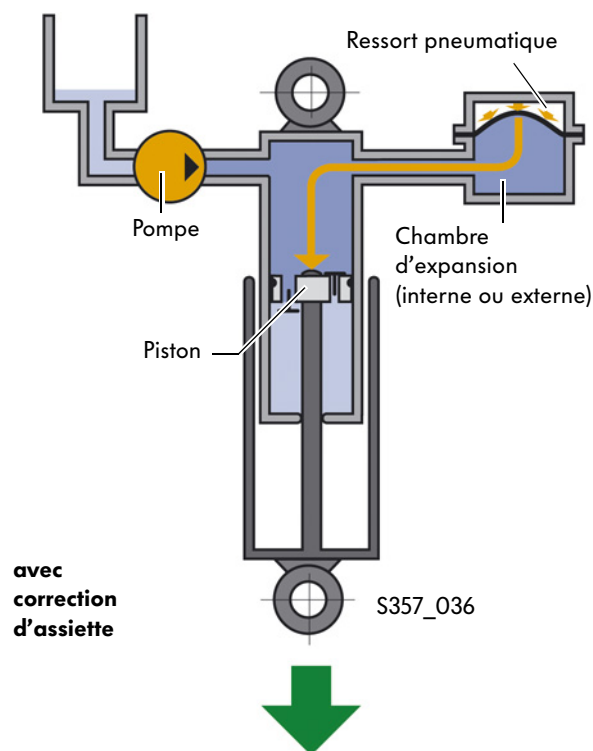
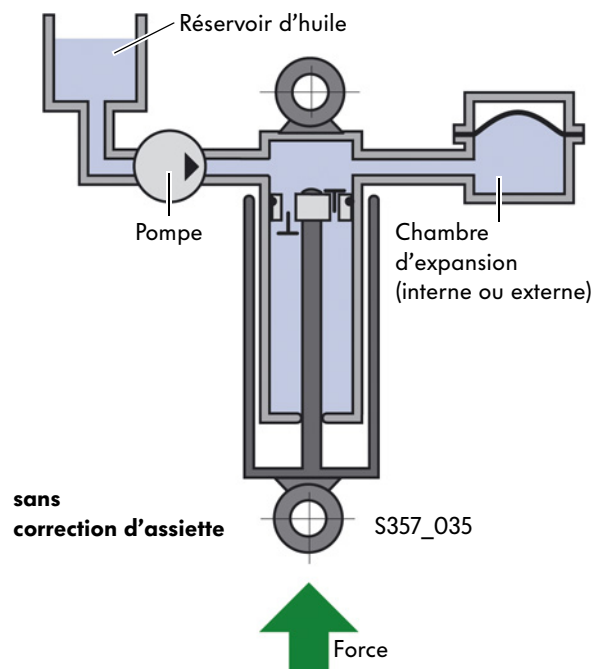
S357_031 - S357_034

Notions de base sur la correction d'assiette

1. Amortisseurs hydropneumatiques à alimentation externe

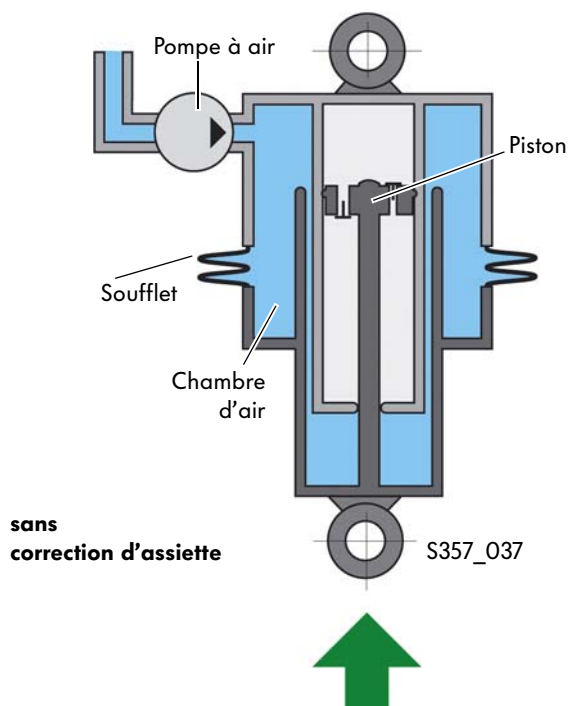
Ce système se compose d'un réservoir à huile externe, d'une pompe hydraulique ainsi que d'un amortisseur avec chambre d'expansion et remplissage à gaz (ressort pneumatique). Le principe de fonctionnement consiste à pomper de l'huile hydraulique à partir du réservoir d'huile externe vers la chambre de travail de l'amortisseur à l'aide d'une pompe hydraulique pour assurer la correction d'assiette.

Comme la pression dans la chambre de travail augmente au-dessus du piston en raison de la puissance de la pompe plus rapidement que l'on peut réaliser une compensation de pression vers la chambre de travail en dessous du piston via les clapets de piston, il en résulte une pression différentielle entre les deux zones de la chambre de travail. Il se dégage une force qui fait sortir le piston et qui s'appuie sur le ressort pneumatique.



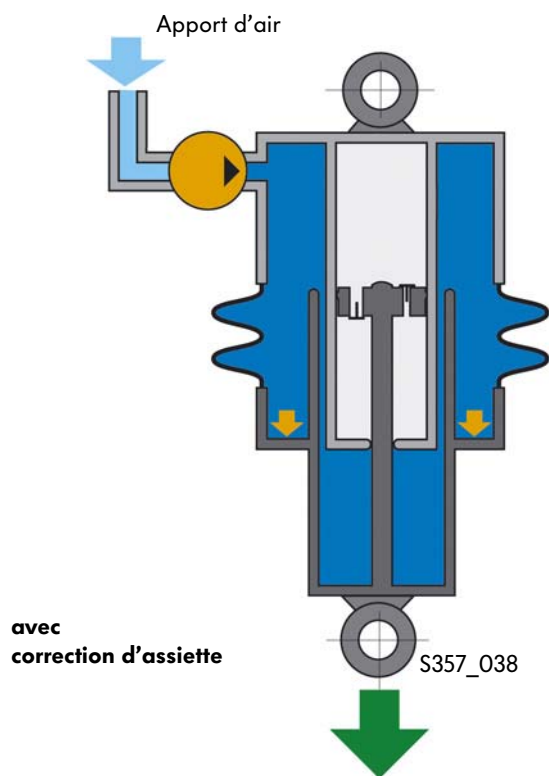
Légende

- Basse pression
- Compensation de pression / pression normale
- Haute pression



2. Amortisseurs pneumatiques à alimentation externe

Dans ce cas, l'amortisseur possède une chambre d'air flexible avec soufflet et une pompe à air externe qui est en liaison avec l'air ambiant. Pour simplifier les choses, on peut dire que les côtés extérieurs de l'amortisseur constituent un cylindre pneumatique avec les parois de la chambre à air.



Légende

- Air à pression normale (1 bar)
- Air soumis à surpression



Notions de base sur la correction d'assiette

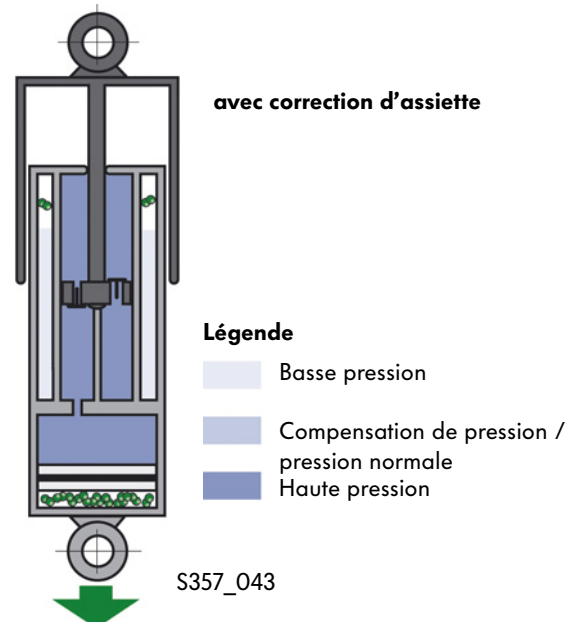
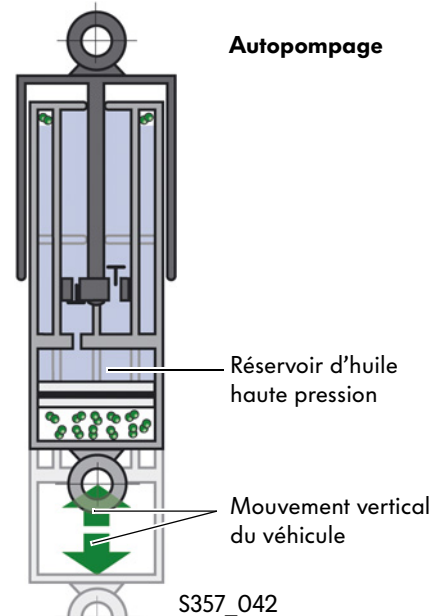
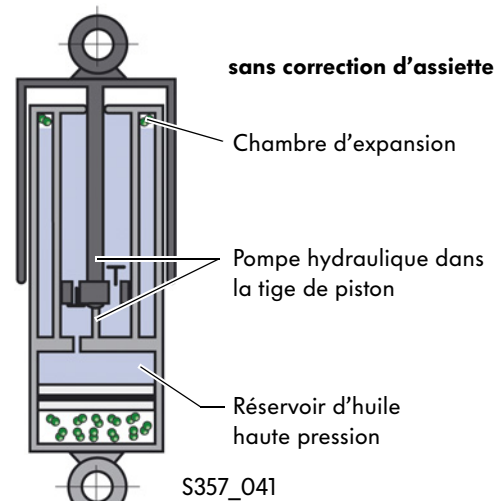
3. Amortisseurs hydropneumatiques à autopompage

Le terme autopompage signifie que l'amortisseur réagit de manière autonome à l'accroissement de la charge et que pour la correction d'assiette il n'y a pas besoin de composants supplémentaires comme des pompes ou des capteurs externes. La caractéristique essentielle des systèmes à autopompage est sa constitution : un réservoir à huile haute pression, séparé de la chambre d'expansion, et une pompe hydraulique mécanique à l'intérieur de la tige de piston. Tous les composants nécessaires sont intégrés à l'amortisseur.

Le principe fondamental des systèmes à autopompage consiste à entraîner la pompe hydraulique intégrée à l'aide du déplacement vertical du véhicule.

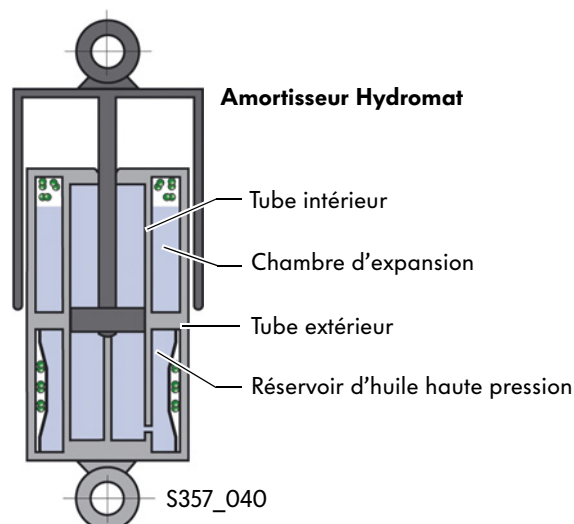
Par ce mouvement de pompage, l'huile hydraulique est transportée de la chambre d'expansion vers le réservoir d'huile haute pression.

Ce phénomène engendre dans la chambre de travail et le réservoir d'huile haute pression une pression supérieure si bien que le remplissage de gaz en dessous du piston de séparation (ressort pneumatique) est comprimé plus fortement. La force qui permet à la tige de piston de sortir de son logement s'appuie sur le piston de séparation.



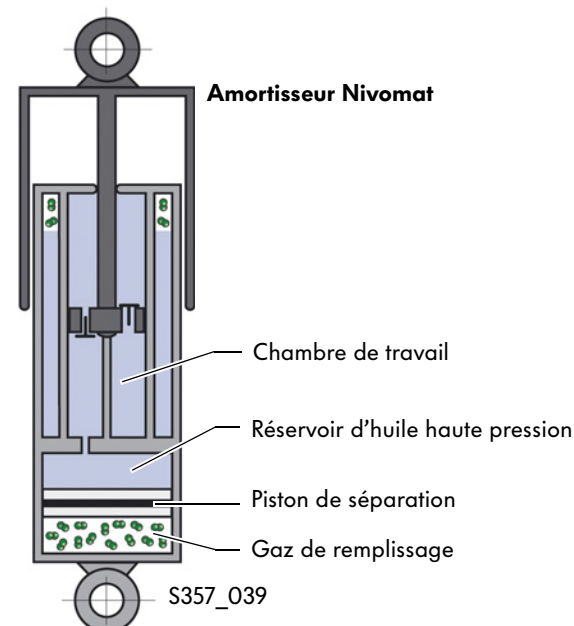
A l'heure actuelle, il existe deux systèmes hydropneumatiques à autopompage :

- Amortisseur fonctionnant d'après le principe Hydromat et
- Amortisseur fonctionnant d'après le principe Nivomat.



Sur les amortisseurs Hydromat, la chambre d'expansion ainsi que le réservoir d'huile haute pression se trouvent entre le tube intérieur et le tube extérieur.

La constitution de l'amortisseur Hydromat permet de renoncer à un ressort hélicoïdal mécanique supplémentaire lors de son utilisation dans un système de suspension automobile (système porteur complet). L'amortisseur Hydromat a cependant besoin d'un espace de montage plus important que celui d'un amortisseur traditionnel.



La disposition du réservoir d'huile haute pression à piston de séparation au-dessus et en dessous de la chambre de travail permet d'obtenir pour l'amortisseur Nivomat une forme très élancée par rapport à un amortisseur Hydromat.

L'amortisseur Nivomat est donc un système extrêmement compact et un système de régulation d'assiette très facile à monter. Il remplace dans la suspension automobile l'amortisseur traditionnel mais a besoin d'un ressort hélicoïdal mécanique supplémentaire (système porteur partiel).



Parmi les principes cités, la correction d'assiette se fait chez VOLKSWAGEN à l'heure actuelle exclusivement par l'amortisseur Nivomat pour les véhicules non dotés de systèmes de suspension pneumatique. Nous allons donc aux pages suivantes étudier de façon plus détaillée la conception et le fonctionnement de l'amortisseur Nivomat.

L'amortisseur Nivomat dans la Passat

L'amortisseur Nivomat est, comme nous l'avons déjà mentionné, un système compact de correction d'assiette. Il est monté sur le train arrière en remplacement des deux amortisseurs hydropneumatiques habituels. Il faut noter que le diamètre de l'amortisseur Nivomat est plus important que celui d'un amortisseur classique.

Comme chaque amortisseur Nivomat s'ajuste automatiquement en fonction de la charge du véhicule, il est possible de compenser même un chargement différent du côté droit ou du côté gauche du train arrière.

Les composants essentiels du système sont les réservoirs à huile basse pression et haute pression ainsi que la pompe hydraulique/mécanique interne de l'amortisseur Nivomat.

Sa constitution

Réservoir d'huile basse et haute pression

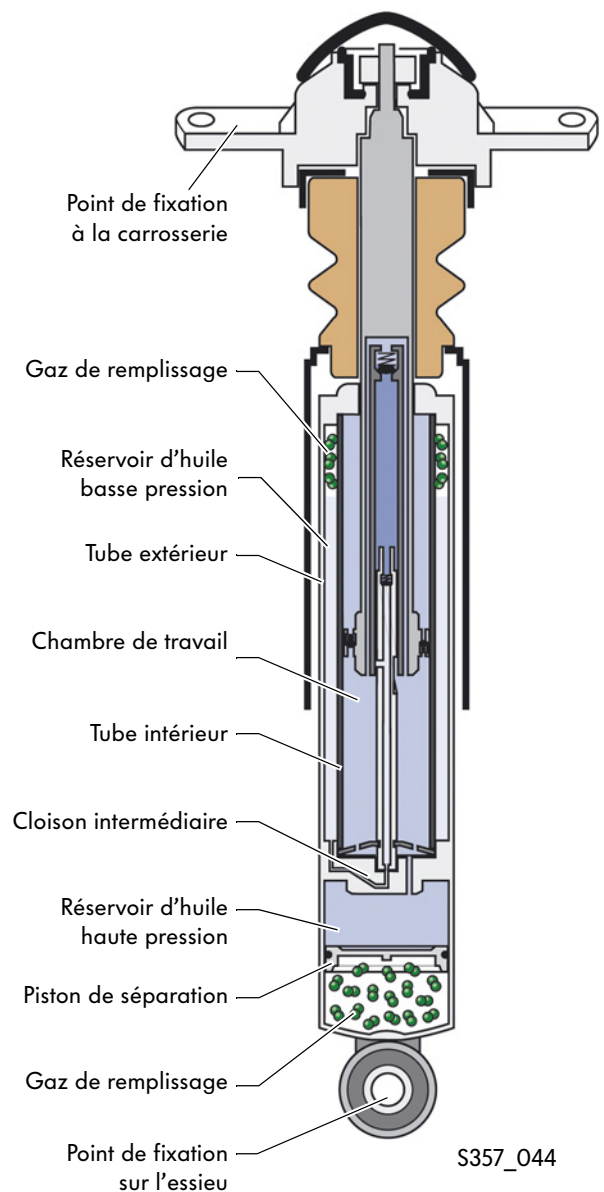
L'amortisseur Nivomat ressemble dans sa constitution à une combinaison de l'amortisseur monotube et bitube.

Cela signifie qu'il dispose tout comme un amortisseur monotube d'un piston de séparation et que, tout comme un amortisseur bitube, il est doté d'un tube intérieur ainsi que d'un tube extérieur avec une chambre d'expansion située entre les deux. C'est dans le tube intérieur que se trouve la chambre de travail.

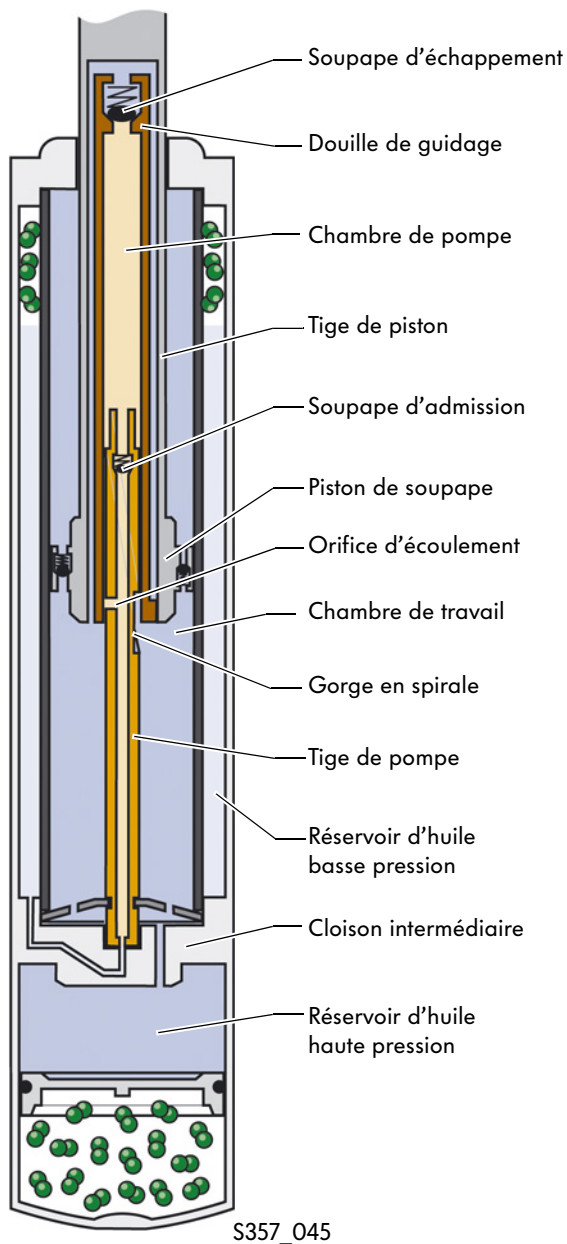
La chambre d'expansion avec réservoir à huile et remplissage de gaz sert dans le Nivomat non seulement à la compensation du volume de la tige de piston mais est, par ailleurs, la "chambre de réserve" pour la correction d'assiette. Cette chambre est désignée comme étant le réservoir d'huile basse pression.

La chambre avec piston de séparation sous la cloison intermédiaire dispose également d'un volume de gaz de remplissage et d'un réservoir à huile. C'est le réservoir d'huile haute pression.

La correction d'assiette est obtenue par le fait que la pompe hydraulique pompe l'huile hydraulique hors du réservoir d'huile basse pression et l'envoie via la chambre de travail dans le réservoir d'huile haute pression.



S357_044



La pompe hydraulique

Elle sert d'entraînement pour assurer les mouvements d'enfoncement et de débattement de la caisse. La particularité de l'amortisseur Nivomat par rapport à des amortisseurs classiques est que la tige du piston est creuse.

Il a été introduit dans cette tige une douille de pilotage avec un petit écart par rapport à la tige de piston et qui est reliée par un piston de soupape à la tige du piston.

La douille de pilotage pilote la tige de pompe également creuse, qui est reliée à son extrémité inférieure à la cloison intermédiaire. La chambre formée par la douille de pilotage et la tige de pompe est la chambre de pompe. L'apport d'huile pour la pompe traverse un orifice se trouvant dans la cloison intermédiaire, qui conduit au réservoir d'huile basse pression.

A l'extrémité supérieure de la tige de pompe se trouve une soupape d'admission qui assure l'entrée d'huile venant de l'orifice intérieur de la tige de pompe dans la douille de pilotage.

C'est à l'extrémité supérieure de la douille de pilotage que se trouve la soupape d'échappement à travers laquelle l'huile venant de la chambre de pompe parvient dans la chambre de travail et ensuite dans le réservoir d'huile haute pression.

Ce qui surprend sur la tige de pompe c'est une gorge en spirale qui fonctionne comme un by-pass.

C'est par là que l'huile peut couler, aller et venir entre la chambre de pompe et la chambre de travail lorsque la gorge en spirale est libérée par la douille de pilotage pour permettre l'écoulement vers la chambre de travail.

Un orifice d'écoulement dans la tige de pompe permet finalement le retour de l'huile hors de la chambre de travail vers le réservoir d'huile basse pression en traversant la cloison intermédiaire.

La tige de pompe, la douille de pilotage, les soupapes d'admission et d'échappement constituent la pompe hydraulique de l'amortisseur Nivomat.



L'amortisseur Nivomat dans la Passat

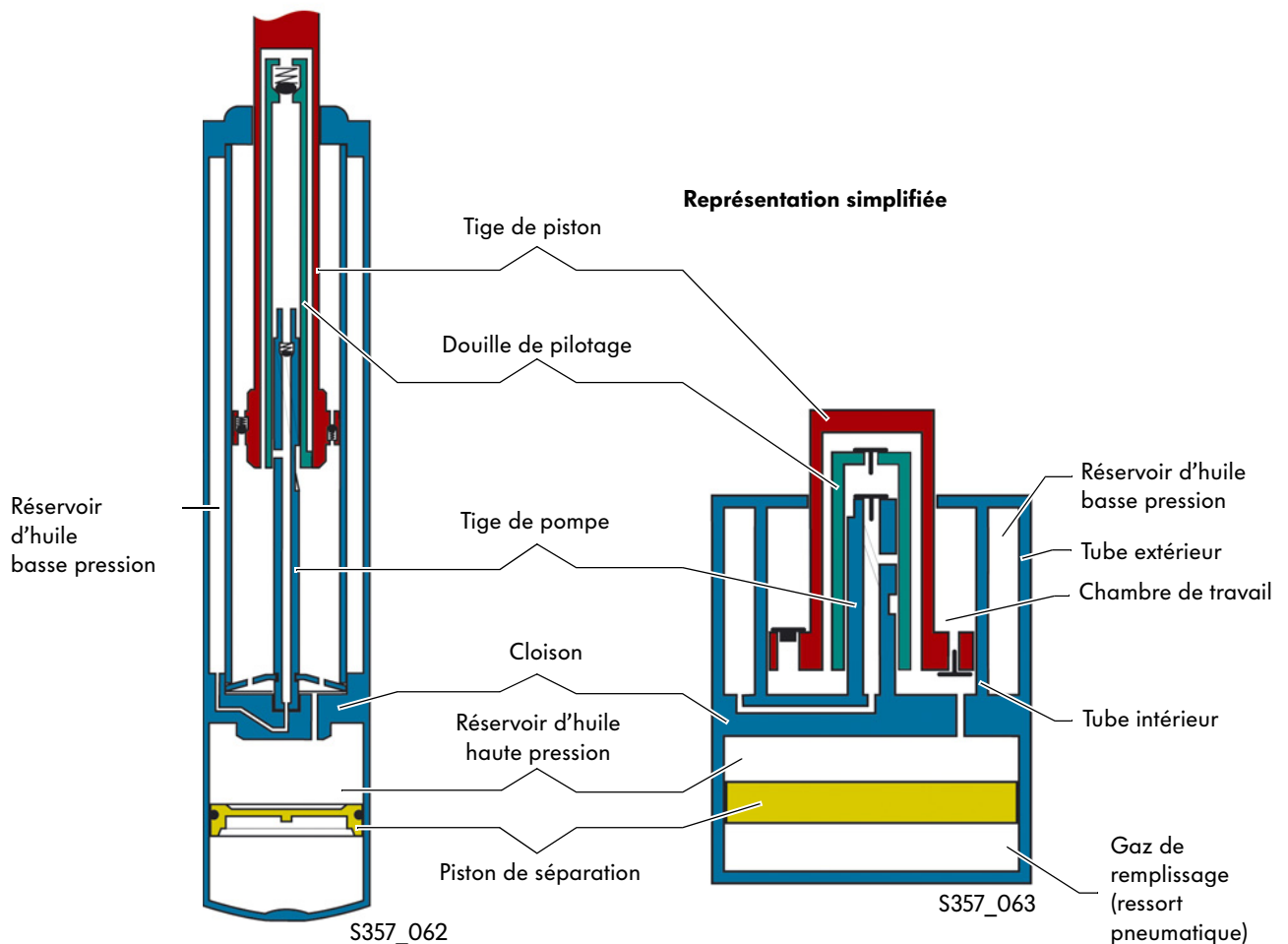
Son fonctionnement

Afin de bien faire comprendre le fonctionnement de l'amortisseur Nivomat, nous l'avons subdivisé en trois sections :

- Augmentation de l'assiette du véhicule
- Maintien de l'assiette obtenue et
- Abaissement de l'assiette du véhicule.

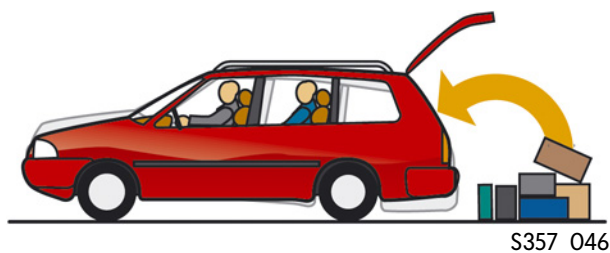
A l'intérieur de ces trois sections, nous montrons ce qui se passe à l'aide d'une représentation extrêmement simplifiée de l'amortisseur Nivomat.

Représentation proche de la réalité



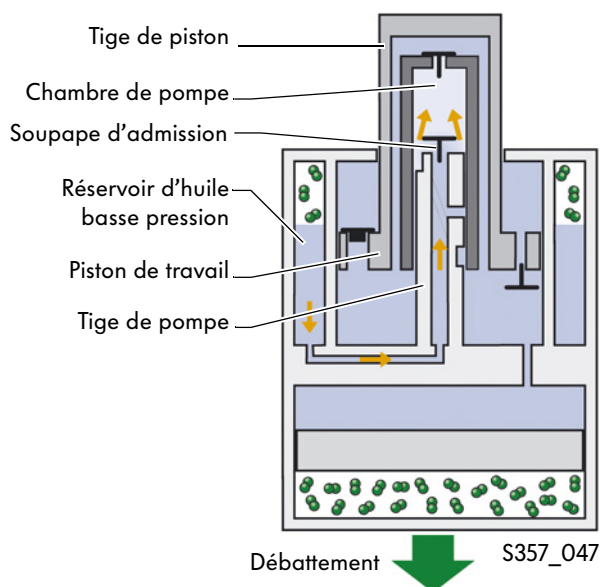
Remarque sur la forme de la représentation

Dans cette représentation simplifiée, les proportions réelles des différents composants à l'intérieur de l'amortisseur Nivomat sont représentées de façon exagérée afin de pouvoir montrer très nettement le fonctionnement de la tige de pompe à l'intérieur de la tige de piston et donc le transport d'huile qui en découle.

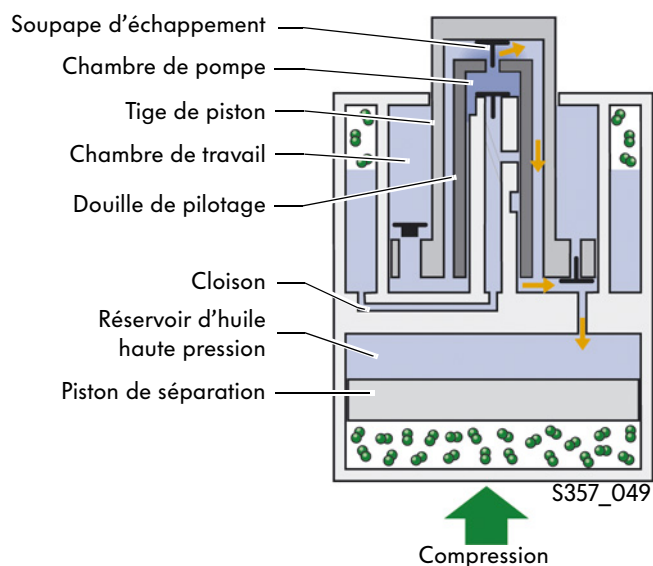


Elévation de l'assiette du véhicule

Si l'on charge le coffre à bagages, l'arrière du véhicule va s'abaisser, comme c'est normal sous l'effet de la compression des amortisseurs et des ressorts hélicoïdaux.



L'amortisseur Nivomat commence à fonctionner lorsque le véhicule démarre et que des mouvements de compression et de détente des ressorts se manifestent sous l'effet des inégalités de la chaussée. Lors du premier débattement, l'amortisseur Nivomat se déplace vers le bas par rapport au piston de travail et la tige de piston. Cela augmente le volume de la chambre de pompe et l'huile est aspirée hors du réservoir d'huile basse pression, traverse les orifices dans la cloison intermédiaire, l'orifice dans la tige de pompe et la soupape d'admission pour parvenir dans la chambre de pompe.



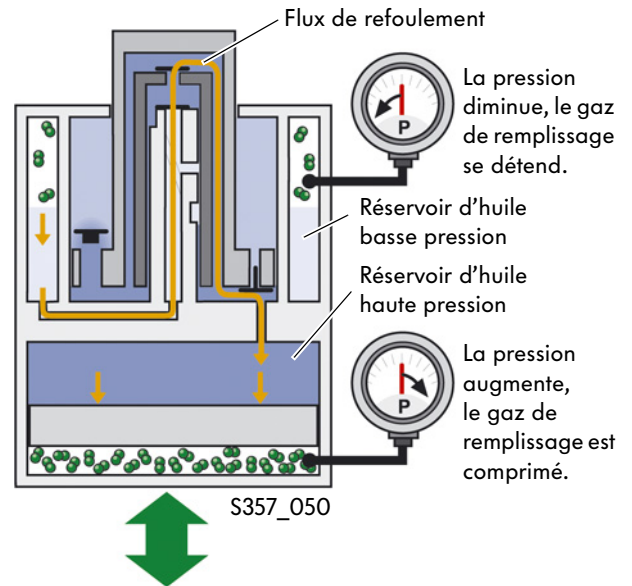
Lors de la compression suivante, la soupape d'admission se ferme. L'huile dans la chambre de pompe est maintenant comprimée et repoussée hors de la soupape d'échappement vers la chambre intermédiaire par la douille de pilotage et la tige de piston. C'est à partir de là que l'huile arrive en définitive dans le réservoir d'huile haute pression via la chambre de travail.

Légende

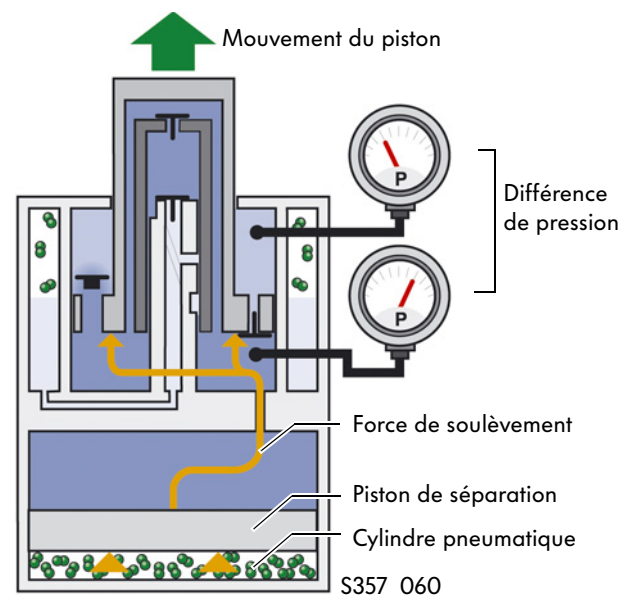
- Basse pression
- Compensation de pression / pression normale
- Haute pression

L'amortisseur Nivomat dans la Passat

Cela signifie que lors des mouvements de compression et de débattement des ressorts, de l'huile est pompée en continu du réservoir basse pression vers le réservoir haute pression. Cela entraîne une diminution de la pression dans le réservoir basse pression et le gaz de remplissage entre le tube intérieur et le tube extérieur se détend. Dans le réservoir d'huile haute pression, la pression augmente et le piston de séparation est repoussé en direction gaz de remplissage. Le gaz de remplissage est comprimé en dessous du piston de séparation.

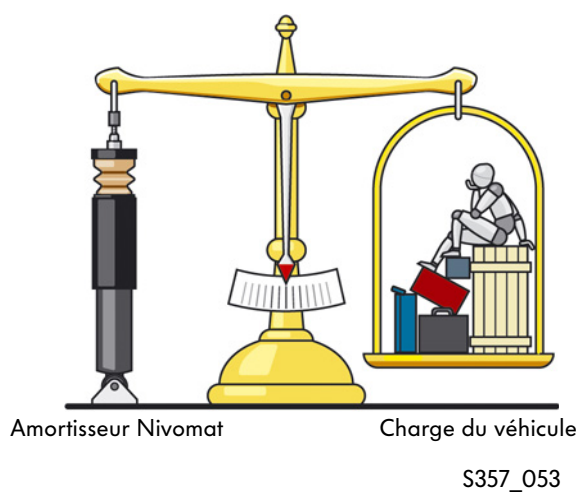
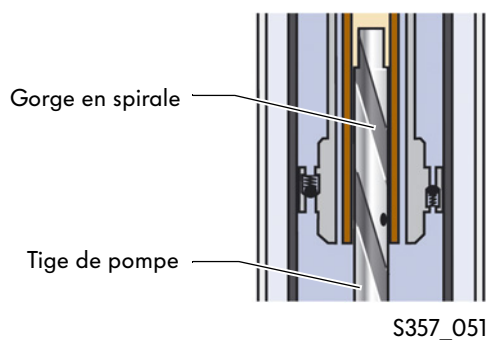
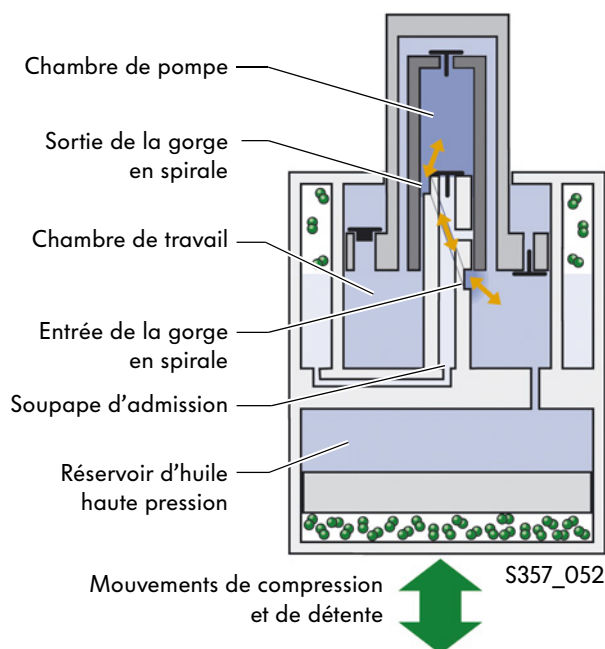


La force de soulèvement, qui comprime le piston hors de l'amortisseur Nivomat, repose sur le fait que la pompe pompe plus rapidement l'huile hydraulique dans la zone se trouvant en dessous du piston qu'elle ne peut s'écouler dans la partie supérieure en traversant les clapets du piston. Cela provoque une différence de pression entre les zones se trouvant de part et d'autre du piston. Le piston est repoussé vers le haut hors du cylindre. La force de soulèvement s'appuie sur le piston de séparation et donc sur la pression de gaz élevée du cylindre pneumatique.



Légende

- Basse pression
- Compensation de pression / pression normale
- Haute pression



Maintien de l'assiette du véhicule

Lorsque l'on approche de l'assiette du véhicule prévue, la gorge en spirale atteint la chambre de travail.

L'huile se trouvant entre la chambre de travail et la chambre de pompe peut alors se déplacer de l'une vers l'autre. Cela signifie que lors d'un mouvement de détente, aucune huile supplémentaire n'est aspirée par la soupape d'admission et pompée lors de la compression du ressort dans le réservoir d'huile haute pression.

Le véhicule maintient alors l'assiette atteinte lors des autres mouvements de compression ou de détente.



La gorge en spirale sur la tige de pompe a été façonnée de façon à relier la chambre de travail avec la chambre de pompe lorsque l'arrière du véhicule s'approche de l'assiette normale. La gorge en spirale représente ainsi la limite jusqu'à laquelle l'assiette du véhicule peut être relevée.

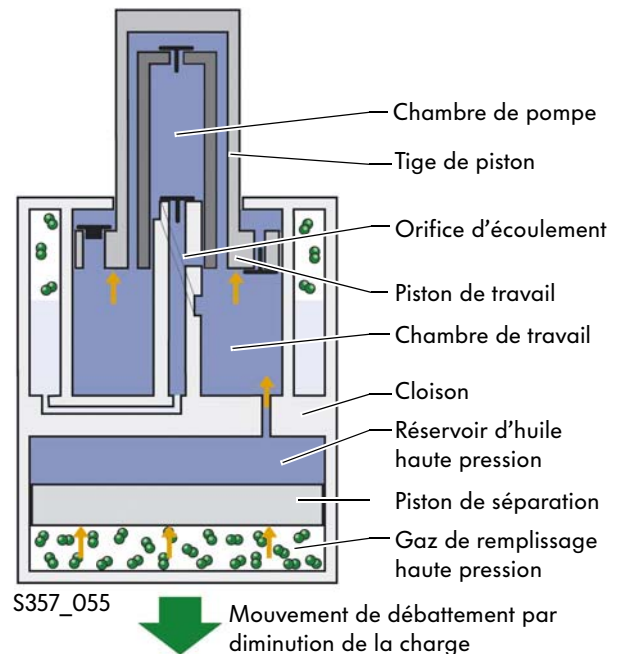
Dans cet état de fonctionnement il y a équilibre de pression entre le gaz de remplissage haute pression, le réservoir d'huile haute pression ainsi que les chambres de travail et de pompe.

Si la charge du véhicule diminue, il conviendra de réajuster cet équilibre.

L'amortisseur Nivomat dans la Passat

Abaissement de l'assiette du véhicule

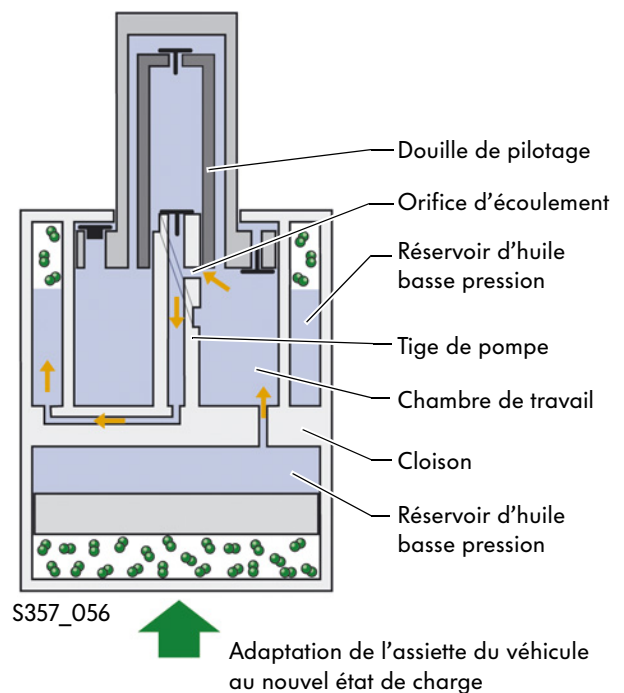
Lorsque le véhicule est déchargé, la sollicitation s'exerçant sur le train arrière diminue. Les ressorts mécaniques de l'essieu extraient, lors du débattement, le piston hors de la chambre de travail. Cela perturbe l'équilibre de pression qui avait été atteint dans l'amortisseur Nivomat entre le gaz de remplissage haute pression et les chambres de travail et de pompe. Le volume de gaz se détend en raison du manque de contre-pression et soutient le mouvement du piston car l'huile provenant du réservoir d'huile haute pression est refoulée en traversant la cloison vers la chambre de travail. L'arrière du véhicule se soulève.



Légende

- Basse pression
- Compensation de pression / pression normale
- Haute pression

Sous l'effet du déchargement du véhicule, la tige de piston se déplace avec le piston vers le haut et libère l'orifice d'écoulement. Maintenant l'huile peut quitter le réservoir d'huile haute pression et la chambre de travail, traverser l'orifice de la tige de pompe et de la cloison et retourner dans le réservoir d'huile basse pression se trouvant entre le tube intérieur et le tube extérieur.



Remarques pour l'atelier

Diagnostic

Par principe, en présence d'une réclamation client, il faut tout d'abord procéder à un contrôle visuel des amortisseurs Nivomat. Des traces d'huile au niveau des points de fixation inférieurs indiquent que l'amortisseur Nivomat est défectueux. En cas d'amortisseurs Nivomat défectueux, il faut les remplacer absolument en se conformant aux directives de réparation mentionnées dans ELSA.

Si le client constate une inclinaison prononcée du véhicule, l'un ou l'autre des facteurs suivants peut en être la cause :

- Pression de gonflage incorrecte sur les pneumatiques
- Ressort en spirale cassé
- Amortisseur Nivomat défectueux ou non étanche

En cas de réclamation indiquant une suspension "trop molle", il faudra après un contrôle visuel effectuer également un test sur route.

Les causes peuvent être les suivantes :

- Pressions de gonflage erronées ou non uniformes sur les pneumatiques
- Surcharge du véhicule
- Barres stabilisatrices défectueuses à l'avant et à l'arrière y compris leurs fixations
- Paliers de guidage désalignés
- Paliers de fixation de l'amortisseur Nivomat désalignés
- Amortisseur Nivomat défectueux

Post-équipement

Un post-équipement est possible sur les véhicules tant qu'une validation a été accordée pour les amortisseurs Nivomat et qu'existent les directives de montage et de réparation correspondantes.

Ce qui est décisif, c'est de savoir si les points de fixation côté véhicule sont suffisamment dimensionnés pour l'utilisation de l'amortisseur Nivomat.

Le grand avantage de l'amortisseur Nivomat réside dans le fait qu'aucun composant supplémentaire comme des capteurs, des pompes, des calculateurs électroniques, des conduites électriques, hydrauliques ou pneumatiques ne doivent être posés ou raccordés. Les travaux de post-équipement se limitent au remplacement des deux côtés des amortisseurs montés sur le train arrière par des amortisseurs Nivomat adaptés au véhicule.

De plus, les ressorts hélicoïdaux de l'essieu doivent être plus faibles car l'amortisseur Nivomat assume une partie de l'élasticité des ressorts hélicoïdaux par rapport à la suspension globale.

Les deux amortisseurs classiques du train arrière doivent être remplacés par des amortisseurs Nivomat. Veuillez dans tous les cas respecter les instructions de montage qui s'y rapportent.



Réparation et élimination

Les amortisseurs Nivomat défectueux peuvent être éliminés conformément aux instructions du Manuel de réparation dans ELSA. A cet effet, l'amortisseur Nivomat défectueux doit être doté de 2 orifices afin de laisser s'écouler la pression de gaz et le liquide hydraulique. Procédez à ces travaux en respectant scrupuleusement l'ordre chronologique des opérations indiquées dans la documentation technique pour la réparation.

Veuillez tenir compte également des écarts indiqués et des diamètres de foret définis. La paroi du tube extérieur doit être entièrement perforée pour permettre le passage du gaz et d'un peu de brouillard d'huile.



Après avoir procédé à un premier perçage et s'être assuré que du gaz ne s'écoule plus et que le Nivomat est sans pression dans la zone perforée, le trou peut être agrandi avec un foret de diamètre plus important. L'amortisseur Nivomat défectueux doit être maintenu avec le perçage vers le bas au dessus d'une cuve de récupération d'huile et l'huile sera pompée hors de l'amortisseur en imprimant des mouvements à la tige de piston. Ensuite, on procédera de la même manière pour percer un deuxième trou et vidanger la zone perforée. Une fois les opérations achevées, l'amortisseur Nivomat vide sera mis au rebut et l'huile hydraulique sera éliminée dans les règles de l'art.

Atomes

Le terme d'atome a été forgé par le Grec Démocrite vers l'an 400 av. J.-C. Atome signifie indivisible et représentait d'après la compréhension de l'époque la particule la plus petite que l'on pouvait s'imaginer et qui compose la matière. Aujourd'hui, on part du principe que les atomes sont composés de particules sous-atomiques. A l'école, nous avons appris que l'atome se constitue d'un noyau lourd et d'une couche externe légère. Le noyau se compose de protons (particules de charge positive) et de neutrons (particules de charge neutre). C'est dans la couche externe que se trouvent les électrons (particules de charge négative).

Le nombre atomique du noyau et de la couche externe doit être équilibré afin d'obtenir un atome non chargé. Si cela n'est pas le cas on parle alors d'un ion. Entre-temps, même les particules fondamentales, l'électron, le proton et le neutron, sont subdivisés en unités de plus en plus petites. L'objectif est alors de prouver l'existence de la plus petite particule commune universelle et d'expliquer ainsi la constitution et donc la genèse de la matière globale de l'univers.

Masse excitée

Si l'on imprime de l'énergie à une masse ou plus exactement à une particule, par ex. sous l'effet d'un choc, si bien que l'énergie globale de la masse augmente, on parlera en physique et en chimie d'une masse excitée ou d'une particule excitée.

Atomes de métal

Les métaux se différencient par leur constitution atomique des sels par ex. comme du sel de cuisine ou des molécules comme par ex. le sucre. Dans les métaux, les électrons extérieurs ne sont pas liés à chaque atome de métal mais se déplacent librement dans le métal sous forme de nuage d'électrons. C'est sur cette mobilité des électrons extérieurs que repose, entre autres, la conductibilité des métaux et leur brillance superficielle.

Nivomat (amortisseur Nivomat)

Désignation propre à la société ZF Sachs pour son système d'amortisseur avec correction d'assiette (amortisseur à assiette constante)

Ressort de torsion

On entend par torsion un mouvement de torsion autour d'un axe longitudinal. Un ressort de torsion ou une barre de torsion est un élément ressort qui est vrillé comme on peut le faire avec un élastique. Les barres de torsion sont utilisées par ex. comme barre stabilisatrice ou dans la direction d'un véhicule.



Contrôle des connaissances

Quelle est la bonne réponse ?

Il peut y avoir une seule, plusieurs bonnes réponses ou bien toutes les réponses peuvent être exactes.

1. Quelle affirmation est correcte ?

- ☐ a) L'amortissement supporte principalement le poids de la carrosserie.
- ☐ b) L'amortissement empêche que ne se constituent des vibrations propres au véhicule.
- ☐ c) L'amortissement assure en cas de fort chargement du véhicule le débattement du ressort nécessaire à la stabilité directionnelle et à la sécurité de roulage.

2. Quels sont parmi les termes mentionnés ceux qui font partie des masses suspendues ?

- | | | |
|---|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> a) Carrosserie | <input type="checkbox"/> b) Sièges | <input type="checkbox"/> c) Essieux |
| <input type="checkbox"/> a) Ressorts | <input type="checkbox"/> e) Occupants | <input type="checkbox"/> f) Suspensions des roues |
| <input type="checkbox"/> a) Freins | <input type="checkbox"/> h) Roues | <input type="checkbox"/> i) Charge utile |

3. L'effet d'amortissement dans les amortisseurs repose sur le fait que :

- ☐ a) les ressorts mécaniques dans les amortisseurs transforment le travail en chaleur.
- ☐ b) lors du déplacement du piston de travail une résistance à l'écoulement survient au niveau des clapets du piston.
- ☐ c) l'énergie de déplacement du mouvement vertical de la carrosserie est consommée par la caractéristique d'amortissement.

4. Que signifie compensation de volume sur des amortisseurs ?

- ☐ a) La compensation de volume adapte le volume de la chambre de travail aux différents états de charge du véhicule.
- ☐ b) En cas de compensation de volume, le volume d'huile hydraulique repoussé par la tige de piston est absorbé par la chambre de compensation.

5. Les principales caractéristiques des amortisseurs Nivomat sont :

- ☐ a) un réservoir à huile haute pression et un réservoir à huile basse pression distinct l'un de l'autre,
- ☐ b) un transmetteur altimétrique intégré,
- ☐ c) une tige de piston creuse pour y recevoir la tige de pompe,
- ☐ d) des clapets de soupape spécifiques avec une caractéristique d'amortissement différente.

6. La pompe hydraulique interne sert à :

- ☐ a) pomper l'huile hydraulique dans le réservoir à huile basse pression,
- ☐ b) pomper l'huile hydraulique du réservoir à huile basse pression vers le réservoir haute pression.
- ☐ c) pomper de l'huile hydraulique dans le réservoir à huile externe.

7. Lorsque l'assiette nécessaire pour assurer la tenue de cap et la sécurité de conduite est réalisée,

- ☐ a) le capteur d'assiette dans les amortisseurs Nivomat empêche une élévation plus importante de l'assiette.
- ☐ b) l'orifice d'échappement dans la tige de pompe empêche une élévation plus importante de l'assiette.
- ☐ c) la gorge en spirale sur la tige de pompe empêche une élévation plus importante de l'assiette.
- ☐ d) le clapet de tête dans la douille de pilotage empêche une élévation plus importante de l'assiette.





© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Tous droits et modifications techniques réservés.
000.2811.71.40 Définition technique 09.2005

Volkswagen AG
Service Training VK-21
Brieffach 1995
38436 Wolfsburg

✿ Ce papier a été fabriqué à partir d'une pâte blanchie sans chlore.