

S O M M A I R E

Suspensions :	
<u>fonctions et fonctionnement</u>	<i>page 3</i>
<u>Sphère</u>	<i>page 6</i>
<i>Sphère et pression</i>	<i>page 6</i>
<i>Sphère et cylindre</i>	<i>page 6</i>
<u>Cylindre</u>	<i>page 10</i>
<i>Positionnement</i>	<i>page 10</i>
<i>Fonctionnement</i>	<i>page 11</i>
<u>Amortisseur</u>	<i>page 13</i>
<i>Réduire amplitude et fréquence</i>	<i>page 13</i>
<i>L'amortisseur : un frein</i>	<i>page 14</i>
<u>Correcteur de hauteur</u>	<i>page 14</i>
<i>Garde au sol : constante ou à volonté</i>	<i>page 14</i>
<i>Le Dash-pot</i>	<i>page 16</i>
<i>Commande manuelle des hauteurs</i>	<i>page 18</i>

S O M M A I R E

LA SUSPENSION HYDRO- PNEUMATIQUE

AUTOMOBILES CITROËN
Société Anonyme au capital de 1 400 000 000 F R.C.S. Nanterre B 642 050 199
Siège Social : 62, boulevard Victor Hugo - 92208 Neuilly-sur Seine cedex
Tél. (1) 47 48 41 41 - Télex : CITR 614 830 F

L'INSTITUT CITROËN
Direction des ressources Humaines
Centre International de Formation Commerce
Édition : janvier 1994

© AUTOMOBILES CITROËN Toute reproduction ou traduction même partielle sans autorisation écrite d'AUTOMOBILES CITROËN est interdite et constitue une contrefaçon



Suspensions : la grande épopée



Lorsque le pas historique de la calèche à l'automobile fut franchi, les suspensions n'en restèrent pas moins identiques. **C'est avec l'évolution de la vitesse que l'on remit en question les suspensions.** En effet, les ressorts qui équipaient nos premières voitures continuaient à osciller longtemps après le passage d'une bosse ou d'un creux. En plus de la mauvaise tenue de route, conducteurs et passagers découvraient un mal nouveau : le mal des transports.

Le but était alors d'élaborer des suspensions qui réalisent **des sortes de coussins** entre la route et le véhicule, **à des fins de sécurité et de confort.** Le début du siècle vit naître le ressort à lames. Les lames frottant entre elles absorbaient une partie de l'énergie d'oscillation et de rebond. Mais cet intérêt variait selon l'état de lubrification et le climat.

Le combat contre ces oscillations gênantes se continua en 1902 avec le piston pneumatique, sorte de pompe à vélo, puis au début de la première guerre mondiale avec un système de poids qui s'opposait aux mouvements des ressorts (équipant les premières 2 CV CITROEN) et enfin, vers 1918, avec les amortisseurs à frictions, composés de disques reliés par des leviers entre le châssis et la suspension.

C'est dans les années 20, que les amortisseurs hydrauliques prirent leur essor. Amortisseurs "Houdaille", "American Lovejoy" (avec deux pistons), amortisseurs hydrauliques télescopiques, tels sont les noms qui jalonnèrent cette épopée, jusqu'à la découverte révolutionnaire des amortisseurs intégrés, une découverte signée CITROEN.

Avec Paul MAGES, CITROEN fut aussi le pionnier de la suspension hydro-pneumatique, pour être, aujourd'hui, le constructeur le plus avancé dans ce domaine. Aussi, Mercedes et Rolls Royce utilisent-ils des licences du brevet CITROEN.



Suspension : fonction et fonctionnement

Confort et tenue de route : le dilemme.

Si les suspensions doivent :

- assurer le confort des passagers et du chargement,
- permettre aux roues de suivre les inégalités du sol, sans communiquer des efforts trop importants à la carrosserie (et ainsi, assurer la tenue de route),
- réduire au maximum les mouvements de la carrosserie et des passagers, elles servent aussi à :
- maintenir la carrosserie à une distance constante du sol.

Ces fonctions sont à priori incompatibles. En effet, **le confort implique une suspension souple alors qu'une bonne tenue de route nécessite une suspension dure.** Les constructeurs adoptent alors un compromis entre les deux extrêmes, en privilégiant l'une ou l'autre selon le type de véhicule. Ainsi une voiture de sport tiendra très bien la route, mais sera peu confortable.

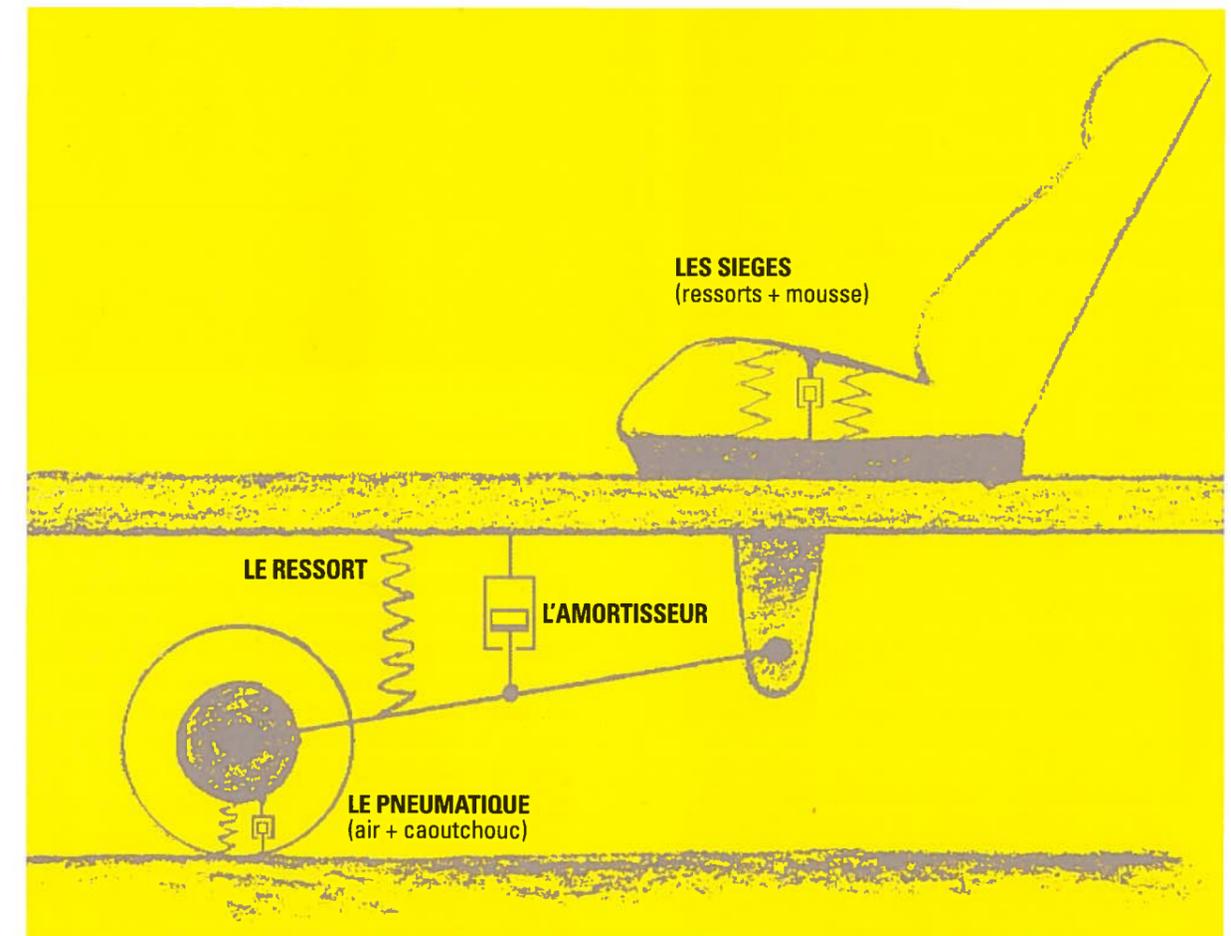
Suspension : l'absorption des chocs.

Le principe de la suspension est d'interposer entre les masses suspendues (châssis, carrosserie, moteur, boîte, passagers, etc.) et les masses non-suspendues (roues, trains roulants, freins, etc.) **des éléments capables d'absorber avec souplesse tous les cahots.**

DÉFINITIONS :

- Masses suspendues : ensemble des éléments du véhicule portés par la suspension : carrosserie, moteur, boîte de vitesses...
- Masses non-suspendues : ensemble des organes non portés par la suspension : roues, moyeux, pivots, une partie de la transmission, blocs de freinage (frein dans les roues), une partie des bras de suspension...

Pour cela, du sol aux occupants se succèdent la série d'éléments suivants :

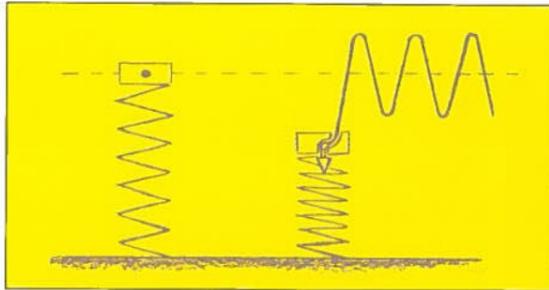


Du ressort au ressort à gaz.

Nous avons vu que des ressorts servaient de suspension aux premières automobiles.

Le ressort se définit par sa raideur. La raideur représente le rapport entre la charge appliquée sur le ressort et son écrasement. La flexibilité est l'inverse de la raideur.

La raideur d'un ressort mécanique est une constante.



Le ressort oscille selon une certaine fréquence. La fréquence caractérise le nombre de cycle qu'un phénomène effectue par seconde.

Son unité est le Hertz.
 $\text{Hz} = 1 \text{ cycle} / \text{seconde}$

La fréquence se calcule en fonction de la raideur et de la masse, or la raideur du ressort étant une constante, la fréquence sera liée directement à la masse.

Ainsi, lorsque la masse augmente, la fréquence diminue et le comportement du véhicule est modifié. Un véhicule chargé est donc plus mou et sa tenue de route se dégrade.

Le ressort à gaz ne présente pas cet inconvénient. La raideur n'est plus une constante. Elle varie en fonction de la force appliquée par le piston, qui transmet les dénivellations de la route. Son calcul est différent de celui du ressort métallique. Par conséquent, si on charge le véhicule, grâce au ressort à gaz, la fréquence peut varier et s'adapter aux nouvelles conditions de roulage. Le comportement du véhicule va donc rester sensiblement le même.

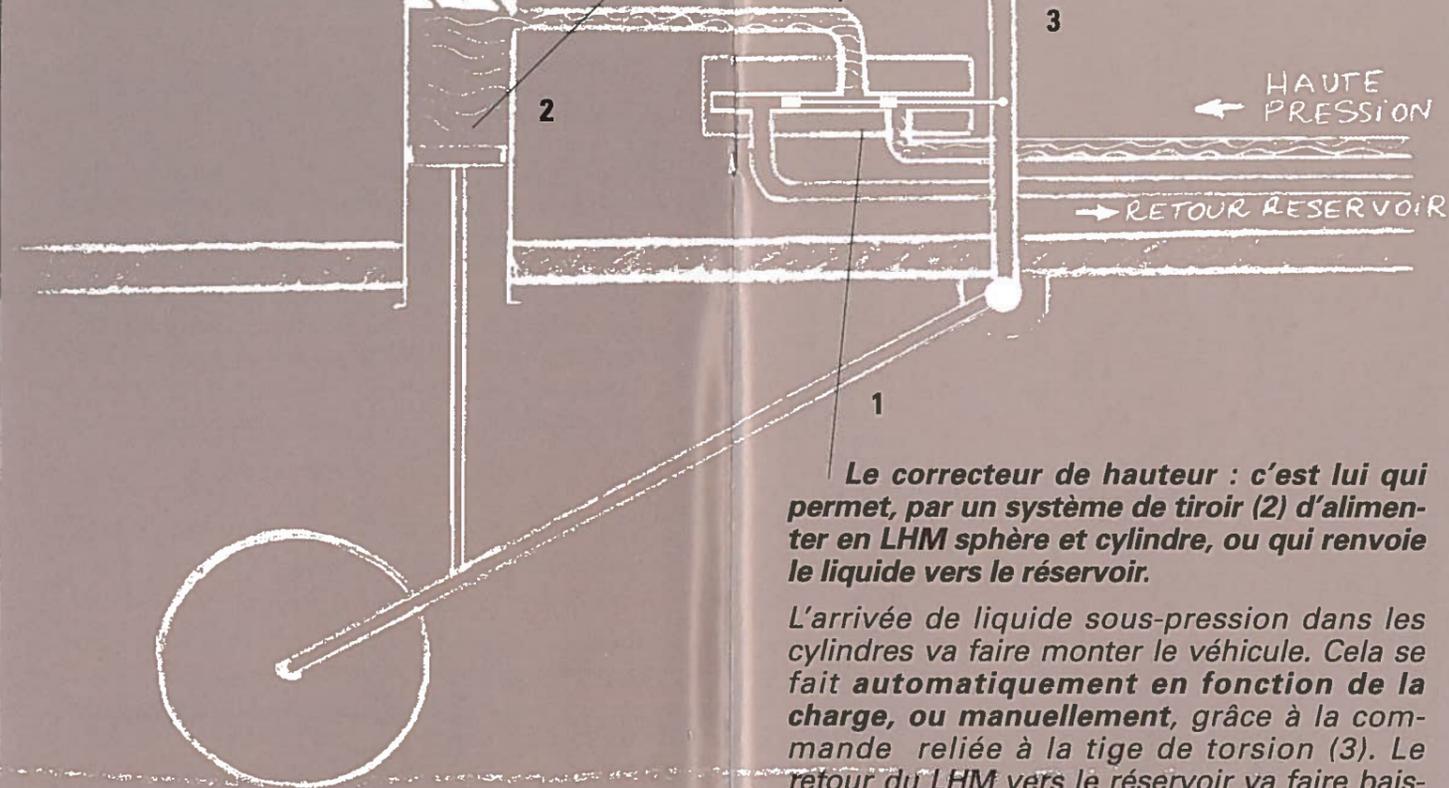
REMARQUES : la fréquence idéale d'une suspension est d'environ 1 Hz. Plus elle est élevée, plus le véhicule est inconfortable.

Et la suspension hydropneumatique ?

La suspension hydropneumatique s'articule autour d'une même structure (pneumatique, ressort, amortisseur, siège) mais se conçoit non plus de façon "mécanique" mais "hydraulique". Masses et chocs réagissent sur un liquide, le LHM (hydro) et un gaz, l'azote (pneumatique).

LE BLOC DE SUSPENSION

La sphère : elle fonctionne comme un accumulateur principal. L'azote, qu'elle renferme, se comprime ou se détend en fonction de la pression du LHM induite par les mouvements du piston.



L'amortisseur : grâce à un système de clapets déformables, il freine l'arrivée du LHM dans la sphère, et inversement. Il permet une souplesse de fonctionnement du couple sphère / cylindre.

Le cylindre : le piston, solidaire du bras de suspension (1), coulisse dans le cylindre et agit sur le LHM. Pour une bosse, le liquide exerce une pression sur le gaz. Pour un trou, le LHM se retire de la sphère et retourne dans le cylindre.

Le correcteur de hauteur : c'est lui qui permet, par un système de tiroir (2) d'alimenter en LHM sphère et cylindre, ou qui renvoie le liquide vers le réservoir.

L'arrivée de liquide sous-pression dans les cylindres va faire monter le véhicule. Cela se fait automatiquement en fonction de la charge, ou manuellement, grâce à la commande reliée à la tige de torsion (3). Le retour du LHM vers le réservoir va faire baisser le véhicule.

Les quatre composants de la suspension hydropneumatique.

Pour un essieu, la suspension hydropneumatique se compose de :

- Deux cylindres (un pour chaque roue) contenant chacun un piston. Ce dernier, relié au bras de suspension par une biellette, coulisse au gré des chocs que rencontrent les roues.
- Deux sphères (une pour chaque roue), fixées à l'extrémité du cylindre. Elles jouent le rôle de ressort pneumatique.
- Deux amortisseurs (un pour chaque roue), ils absorbent les oscillations et évitent les réajustements brutaux du couple sphère/cylindre face aux imperfections de la route.
- Un correcteur de hauteur. Il veille à conserver une assiette constante ou volontairement variable (assiette : position de la structure du véhicule par rapport au sol).

Les deux éléments de suspension d'un même essieu (1 élément = sphère, cylindre, amortisseur) sont reliés hydrauliquement.

Du LHM, de l'azote et de la pression.

Les organes, qui composent la suspension hydropneumatique, contiennent du LHM sous-pression. Ils sont reliés à la pompe haute-pression via le correcteur de hauteur.

Hydropneumatique & Hydractive

La version la plus évoluée de la suspension hydropneumatique est la suspension hydractive de deuxième génération que l'on trouve aujourd'hui sur Xantia et XM.

L'objet de ce cahier est d'établir les règles de fonctionnement d'une suspension hydropneumatique et d'étudier les organes que nous venons de voir succinctement. L'étude précise de la suspension hydractive fera l'objet du prochain cahier.

COIN EXPERT



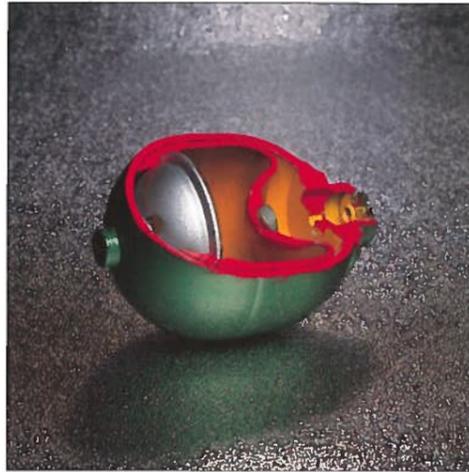
Paul Magès et l'hydraulique : fièvre et passion Citroën.

"Ma 15 ? ... On s'y entasse à plusieurs copains et la suspension oléo fait le reste !". Nous sommes en 1953 et Georges Brassens vient d'acquiescer une des nouvelles Citroën 15 six, équipées des premières suspensions hydrauliques. Ce témoignage se retrouve chez le Général de Gaulle, comme chez des millions de Français. C'est la découverte d'un confort révolutionnaire, l'aboutissement de plus de dix années de recherche, et le couronnement du génie d'un homme : Paul Magès.

Lorsque Paul Magès entre chez Citroën, il n'a que 17 ans et demi. Rapidement, il gravit les échelons et propose des améliorations dont l'ingéniosité retiendra l'attention du directeur, Paul Boulanger. Ce dernier demande alors à Paul Magès de réfléchir sur la suspension de la future 2 CV. La passion qui anime déjà le jeune homme tourne alors à l'obsession : tout est à faire, à inventer et éprouver. Dès le début, il entrevoyait les avantages d'un gaz que comprimerait un liquide. C'est une idée neuve que Paul Magès se met à expérimenter avec de l'air et un liquide séparés par du liège. Le liège ne tiendra pas à la haute-pression. Ce départ archaïque s'affine, se perfectionne, se teste une multitude de fois, et les résultats étonnent toujours plus. Magès crée sa propre équipe qui fabrique elle-même tous les organes. Il en va des compétences de chacun, dans l'ambiance fiévreuse de la recherche. Le théorique devient peu à peu réalité, le complexe se simplifie, les essais se multiplient. En 1949, Paul Magès a mis au point une suspension hydropneumatique qu'il passe à l'épreuve du froid dans les pays nordiques. C'est de cette aventure que va naître l'idée d'une commande manuelle des hauteurs, afin de donner au véhicule les moyens d'affronter la neige ou des inconvénients similaires. D'autres voyages seront des sources de remises en question, de créations, d'améliorations.

En 1953, les suspensions hydropneumatiques sont jugées irréprochables pour équiper la 15 six et la DS. Mais le talent de Paul Magès s'est aussi appliqué au freinage, aux boîtes de vitesse automatiques et à d'autres inventions qui ne verront jamais le jour, pour des raisons de manque de temps ou d'intérêt différent du public.

En avance sur son époque, Paul Magès a largement contribué à écrire la légende de Citroën et à tracer la route des véhicules de demain.



Sphère

LA SPHERE

La sphère et la pression

La sphère est semblable à l'accumulateur principal de la source de pression.

Le gaz qu'elle renferme, est l'azote.

Il constitue l'élément élastique de la suspension.

La sphère remplit la fonction de ressort pneumatique.

La pression de tarage (pression du gaz à vide) et le volume de la sphère sont déterminés en fonction de quatre paramètres :

- le poids supporté par l'essieu ;
- la possibilité de débattement du piston dans les deux sens ;
- la température maximale de fonctionnement ;
- le confort.

Cette pression est la même sur les blocs de suspension d'un même essieu. Elle est différente entre l'avant et l'arrière car les poids supportés sont différents.

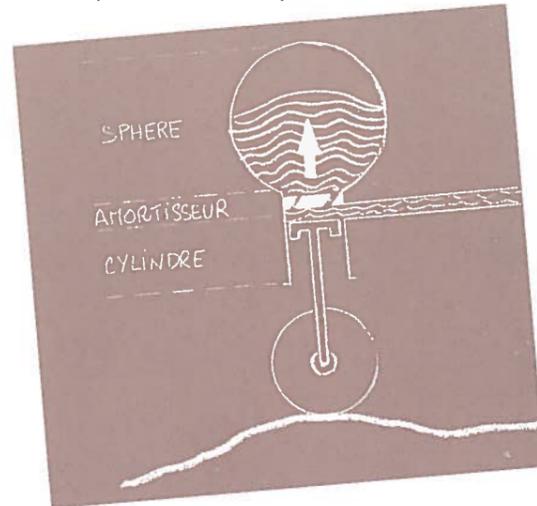
Les membranes utilisées sont fabriquées en matière synthétique souple.



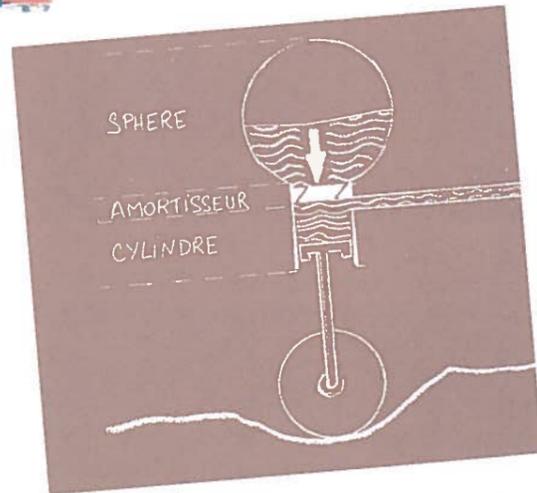
Le fonctionnement du couple sphère / cylindre.

Le gaz (l'azote) est l'élément élastique de la suspension. Le liquide (le LHM) assure la liaison entre le gaz et les organes non-suspendus du véhicule, dont les roues. Le liquide circule à la fois dans la sphère et dans le cylindre.

En l'absence de sollicitations, gaz et liquide sont soumis de part et d'autre de la membrane à une pression identique.



1/ Dans le cas d'une bosse, le liquide que contient le cylindre est refoulé dans la sphère. Le gaz est comprimé.



2/ Dans le cas d'un trou, une partie de liquide contenu dans la sphère passe dans le cylindre. Pour compenser, le gaz se détend.

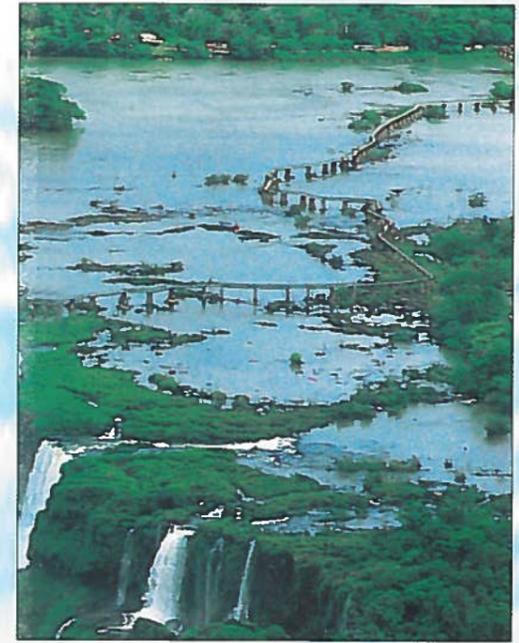
COIN EXPERT

L'hydraulique : des "hydrauliques"...

L'hydraulique prend ses racines au XVII^{ème} siècle. C'est un terme générique qui regroupe en fait de nombreuses branches.

L'hydrodynamique, développe surtout une approche mathématique et théorique des phénomènes. Plus concrets sont les mécanismes expliqués par l'hydraulique industrielle (barrage de retenue), urbaine (réseau de distribution d'eau), agricole (réseau d'irrigation), fluviale (simulation du développement d'une rivière), souterraine (évolution d'une nappe phréatique) ou maritime (comportement d'un navire).

Enfin, nous arrivons à ce qui nous concerne : l'oléohydraulique dynamique, domaine de l'étude des circuits de commande hydraulique (exemple : la suspension hydropneumatique).



réseau d'irrigations

Barrage d'Itaipu, sur le fleuve Parana, au Brésil.



Navires

La pression, tout feu, tout flamme.

S'il existe globalement deux sortes d'extincteur, le principe de fonctionnement, lui, est toujours le même. Il s'agit d'un gaz sous-pression qui chasse le produit extincteur à l'extérieur de l'appareil.

Les extincteurs à pression permanente contiennent un gaz diffus dans tout leur corps. C'est le cas de l'extincteur CO₂ qui sert à éteindre les feux électriques.

Par contre, le gaz des extincteurs à pression auxiliaire est enfermé dans une bouteille nommée "sparklet". Une fois percée, cette sparklet répand le gaz qu'elle contient à l'intérieur du corps de l'extincteur, qui fonctionne alors comme un extincteur à pression permanente.



QUESTIONS PRATIQUES

La pression dans les sphères de suspension et les accumulateurs principaux.

Pourquoi les sphères perdent-elles leur pression d'azote ?

Comme tous les matériaux, l'acier, le caoutchouc et les matières synthétiques ne sont pas totalement étanches.

En effet, il existe toujours un espace entre les molécules. Lorsque deux matières sont constamment en contact l'une avec l'autre, il y a phénomène de diffusion. En fonction de cet espace intermoléculaire, mais aussi de la température, de la pression et de l'épaisseur des matériaux, l'azote va s'infiltrer dans la membrane, et même dans les parois en acier des sphères. Il s'en suit une déperdition de pression.

De façon générale, le processus de diffusion s'effectue très lentement et dépend du gaz ainsi que des matériaux utilisés dans la construction de la sphère. Il ne s'accélère pas avec l'âge de la membrane.

Quels changements observe-t-on sur les membranes ?

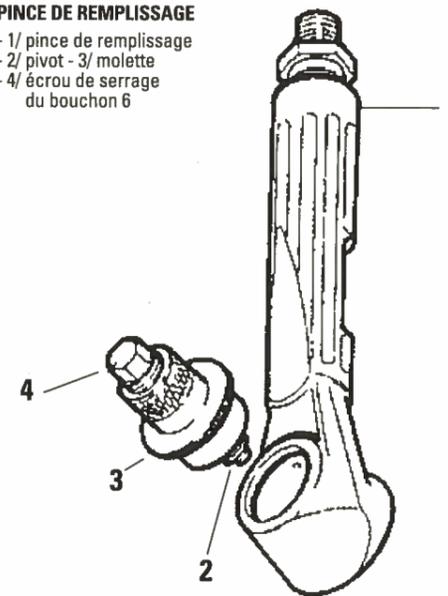
L'excellente qualité des membranes intégrées aux sphères CITROËN ne varie pas avec le temps. La seule observation possible est la décoloration des membranes qui est due à la présence d'un colorant vert dans le liquide LHM et à la présence de soufre dans les joints d'étanchéité en caoutchouc.

Peut-on effectuer une repressurisation quelque soit l'état des sphères ?

Si les membranes Citroën ne perdent pas de leur qualité, elles peuvent parfois se détériorer. Lorsque la sphère a perdu trop de pression d'azote, la membrane heurte la coupelle sur la partie supérieure de la sphère. Il est donc nécessaire de conserver un minimum de 15 bar de pression d'azote dans la sphère, pour assurer une protection sûre de la membrane. Les sphères d'une pression résiduelle de moins de 15 bar ne doivent plus être remplies.

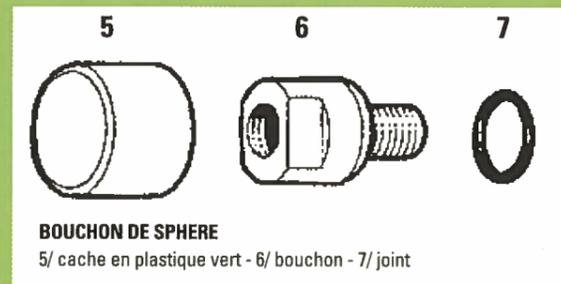
PINCE DE REMPLISSAGE

- 1/ pince de remplissage
- 2/ pivot - 3/ molette
- 4/ écrou de serrage du bouchon 6



A quel moment doit-on remettre les sphères en pression ?

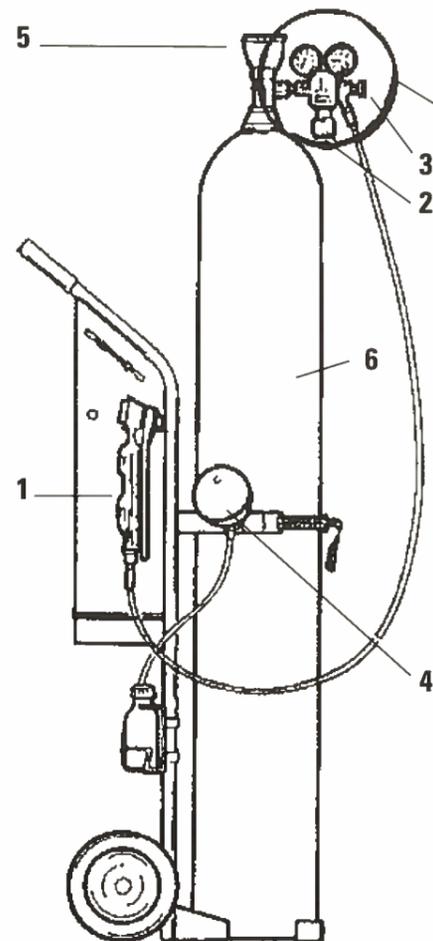
Le contrôle et la remise en pression des accumulateurs et des sphères de suspension sont à faire périodiquement ou en cas d'anomalie constatée.



BOUCHON DE SPHERE
5/ cache en plastique vert - 6/ bouchon - 7/ joint

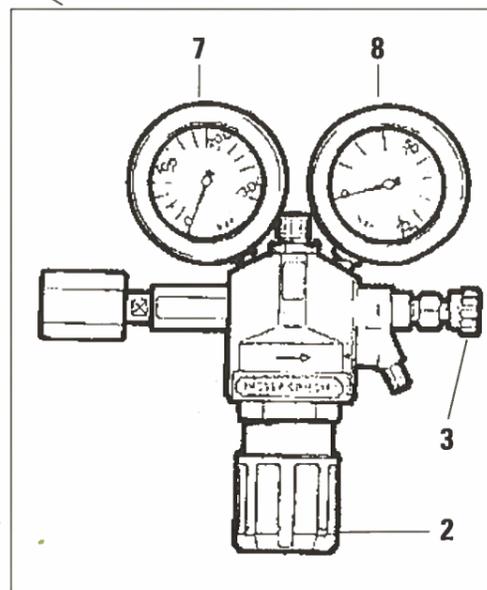
PÉRIODICITÉS	40 000 km OU 2 ANS	60 000 km OU 3 ANS	80 000 km OU 4 ANS
VÉHICULE			
BX : Avant et arrière (sphères et accumulateur principal)		•	
XM : Avant (sphères et accumulateur principal)	•		•
XM : Arrière		•	

VÉHICULES	PRESSIONS DE TARAGE (bars)				
	BLOCS PNEUMATIQUES DE SUSPENSION				
	AVANT	AVANT CENTRAL	ARRIÈRE CENTRAL	ARRIÈRE	ACCUMUL. PRINCIPAL
BX : TOUS TYPES sauf Sport et 16 soupapes	55			40	62
BX Sport :	55			30	62
BX 16 soupapes :	45			30	62
XM : TOUS TYPES sauf Hydractive	70			40	62
XM : Hydractive sauf V6 et Diesel Turbo	55	70	50	30	62
XM : V6 TT et Diesel Turbo Hydractive	50	70	50	30	62



STATION DE REMISE EN PRESSION 4130T 4130 T

- 1/ pince de remplissage - 2/ commande du détendeur - 3/ robinet
- 4/ support de sphère - 5/ robinet de la bouteille d'azote
- 6/ bouteille d'azote sous pression - 7/ manomètre 300 bar
- 8/ manomètre 100 bar



Avant la remise en pression, vérifiez toujours qu'il y a une pression minimum de 15 bar dans la sphère à l'aide du bon d'essai 4135 T réf : PR OUT 104 135 T).

Après la remise en pression, vérifiez l'étanchéité à l'aide d'un produit détecteur de fuites de gaz en aérosol.

Azote à la bonne pression : quelles en sont les conséquences ?

Une pression correcte dans les sphères de suspension est déterminante pour la tenue de route et le confort. Le maintien des sphères à la bonne pression est particulièrement important pour les véhicules à suspension hydractive. L'écart entre les positions "souple" et "ferme" est alors à nouveau très sensible (voir cahier 4).

Il est également important que l'accumulateur principal reste à la même pression, étant donné l'importance de ses fonctions : accumuler de l'énergie, assurer un débit d'huile régulier, maintenir une pression de marche constante, empêcher les claquements répétés du conjoncteur / disjoncteur (voir le cahier Expert n°2 : "La source de pression").

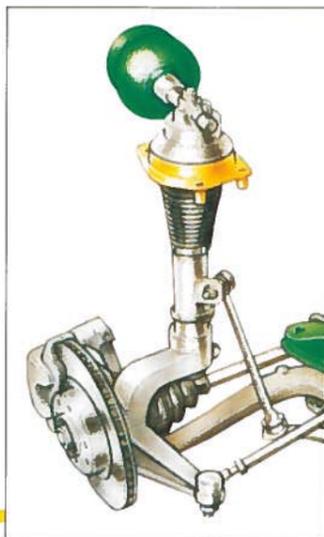
Est-il raisonnable de mettre les sphères en pression dans l'atelier ?

Un matériel adapté permet sans risque de mettre les sphères CITROËN à la bonne pression.

Le résultat est le maintien de la sécurité et du confort pour le client.

Pour mettre les sphères Citroën à la bonne pression, utilisez la station de remise en pression (réf. PR OUT 304 130 T). Le résultat sera conforme à l'étanchéité d'origine, grâce à la vis-bouchon (réf PR OUT 304 131 T remplacée par ZC 9000 156 T).

Ensemble de suspension avant Xantia

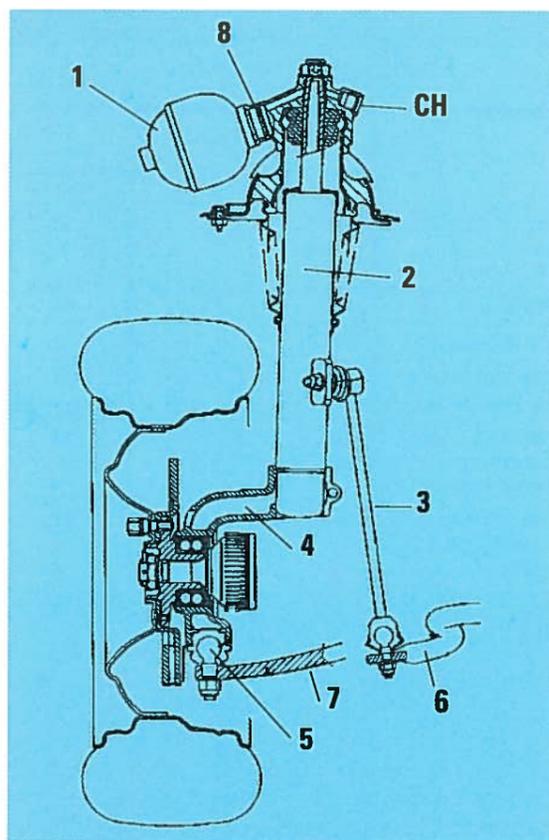


LE CYLINDRE

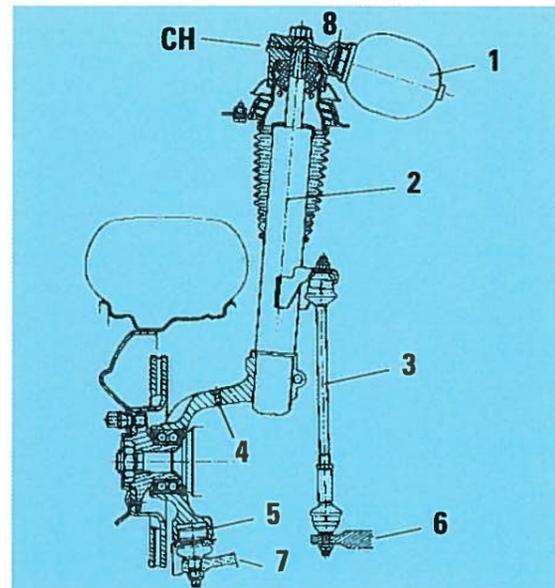
Le cylindre est un vérin permettant le débattement de la roue et le réglage de la hauteur. Porté par la caisse, il est lié à la sphère et contient un piston ainsi que le liquide sous pression.

Les butées de débattement servent à limiter les déplacements des roues. A l'avant, elles sont intégrées au bloc de suspension.

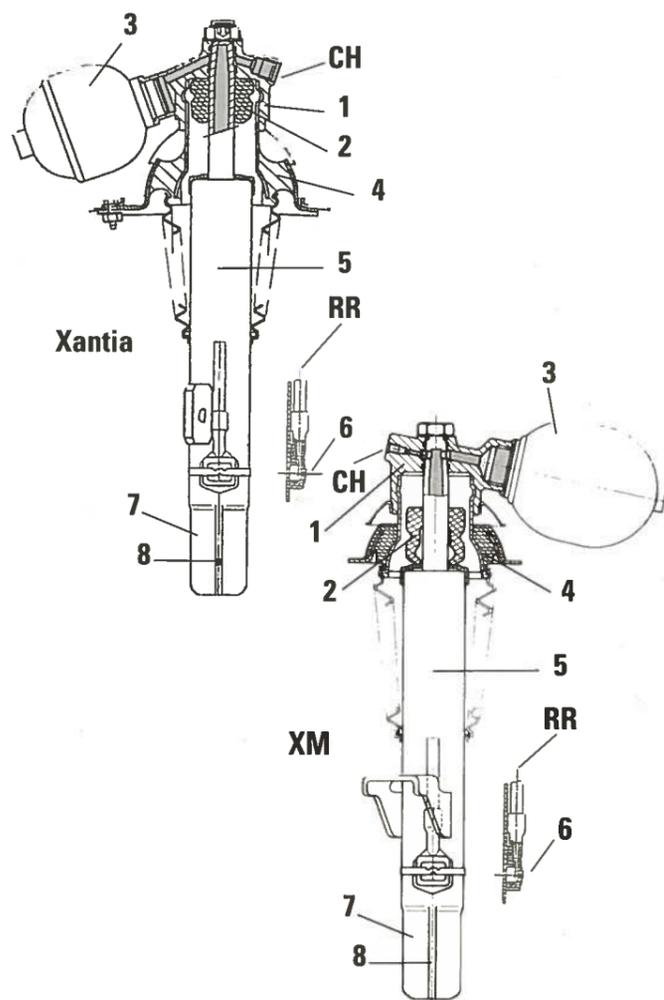
Comment se positionnent les cylindres de suspension avant sur Xantia et XM ?



Ensemble de suspension avant Xantia : 1/ sphère - 2/ bloc de suspension - 3/ biellette de liaison - 4/ pivot - 5/ rotule - 6/ barre anti-roulis - 7/ triangle - 8/ amortisseur - Liaison hydraulique : CH/ correcteur de hauteur

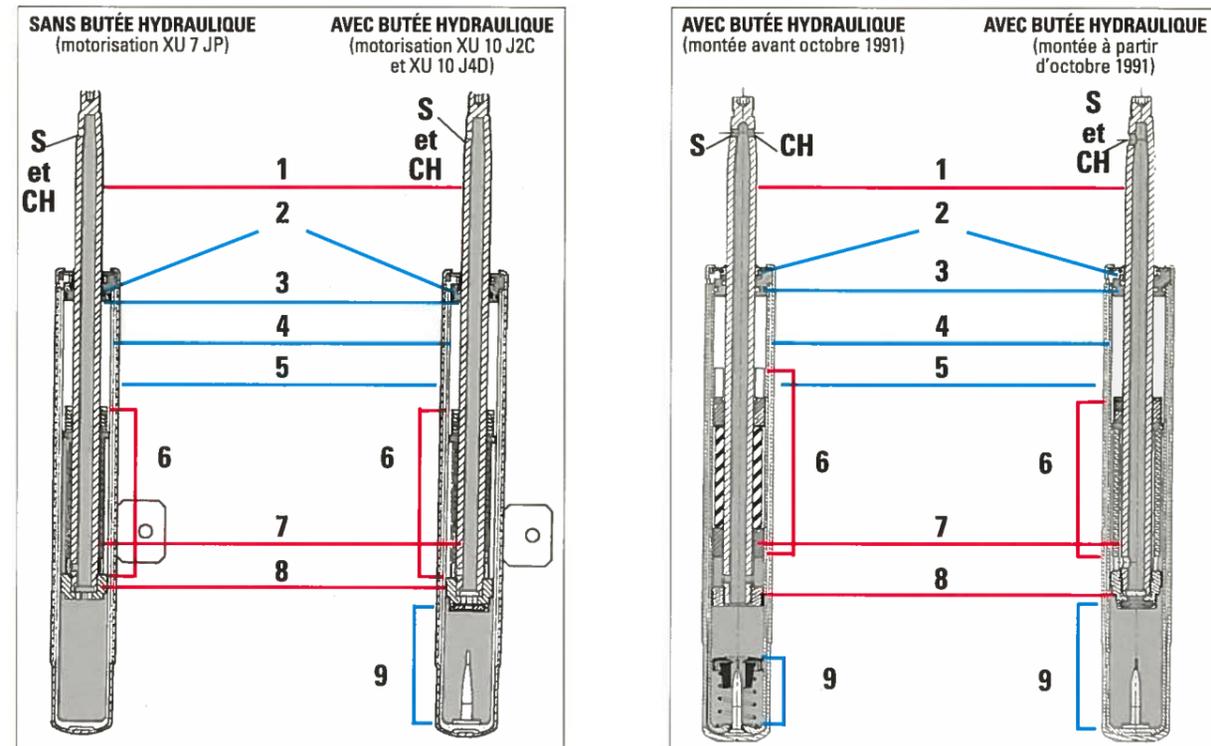


Ensemble de suspension avant XM : 1/ sphère - 2/ bloc de suspension - 3/ biellette de liaison - 4/ moyeu - 5/ rotule - 6/ barre anti-roulis - 7/ triangle - 8/ amortisseur - Liaison hydraulique : CH/ correcteur de hauteur



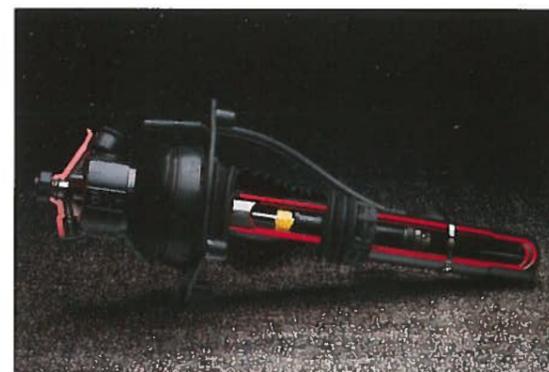
Bloc de suspension avant : 1/ raccord cylindre / bloc pneumatique - 2/ butée élastique de compression - 3/ bloc pneumatique - 4/ silentbloc de liaison cylindre / caisse - 5/ corps du cylindre - 6/ retour de fuites - 7/ liaison cylindre / pivot - 8/ bossage de positionnement - Liaisons hydrauliques cylindre / pivot : CH/ correcteur de hauteur, RR/ Réservoir

Analysons le fonctionnement des cylindres de suspension avant



Cylindre de suspension avant Xantia : 1/ tige - 2/ joint d'étanchéité - 3/ palier - 4/ cylindre - 5/ corps du cylindre - 6/ butée de détente - 7/ piston - 8/ bague Téflon - 9/ butée hydraulique de compression - Liaisons hydrauliques : S / sphère - CH / correcteur de hauteur (haute-pression ou réservoir)

Cylindre de suspension avant XM : 1/ tige - 2/ joint d'étanchéité - 3/ palier - 4/ cylindre - 5/ corps du cylindre - 6/ butée de détente - 7/ piston - 8/ bague Téflon - 9/ butée hydraulique de compression - Liaisons hydrauliques : S / sphère, CH / correcteur de hauteur (haute-pression ou réservoir)



Bloc de suspension avant XANTIA

Certaines pièces (fléchées bleu) du cylindre de suspension sont solidaires du pivot et de la roue et suivent celle-ci dans ses mouvements verticaux.

Ce sont : le joint d'étanchéité (2), le palier (3), le cylindre (4), le corps du cylindre (5), la butée hydraulique de compression (9).

D'autres pièces (fléchées rouge) sont solidaires de la caisse et la suivent dans ses mouvements. Ce sont : la tige (1), la butée de détente (6), le piston (7), la bague Teflon (8).

En roulage, les déplacements verticaux de la caisse par rapport au pivot ainsi que du pivot par rapport à la caisse, provoquent un coulisement des pièces "bleues" à l'intérieur des pièces "rouges".

Les déplacements dans un sens (détente) ou dans l'autre (compression) sont limités par une butée interne en caoutchouc (la butée de détente) (6) et guidés par le palier (3). Une réserve minimum de LHM, placée au montage et alimentée par les fuites internes, lubrifie l'intérieur du tube (4). Un clapet permet le retour de l'excédent d'huile vers le réservoir (voir schéma "Bloc de suspension avant").

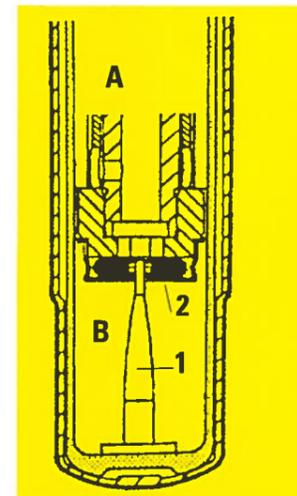
Le cylindre de suspension est en liaison avec le correcteur de hauteur. Celui-ci commande l'approvisionnement ou le retrait de LHM (voir schéma "Bloc de suspension avant").

Un pare-poussière en caoutchouc protège l'ensemble (soufflet).

Gros plan sur la butée

La rondelle (2) est percée d'un trou dans lequel vient s'emboîter le téton (1) lors d'une mise en butée. Ce téton laisse le liquide passer de B vers A en créant un laminage. Ainsi, la mise en butée est progressive.

Au contraire, dès que la suspension se détend, le liquide peut passer librement de A vers B. En effet, la rondelle est libre et se déplace sous l'effet de la pression, ne gênant pas le passage du liquide.

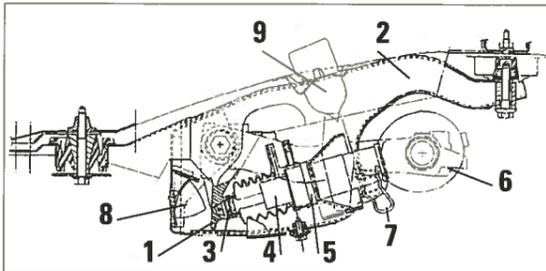


Comment se positionnent les cylindres de suspension arrière

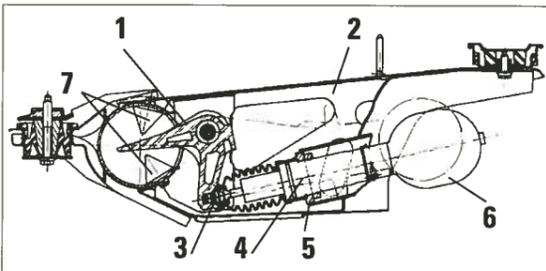
Le bloc de suspension est en position horizontale. C'est une suspension à "bras tiré". La liaison se fait par le cylindre grâce à :

- l'épaulement de liaison (Xantia)
- la bague de liaison (XM)

La lubrification de l'articulation (3) nécessite 25 cm³ de LHM.



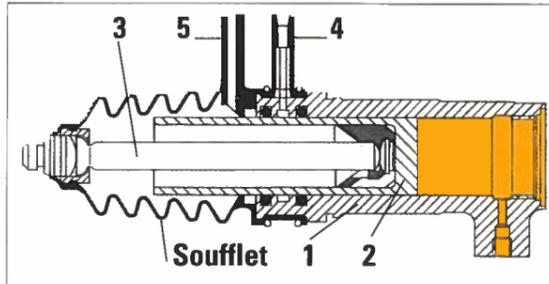
Ensemble de suspension arrière Xantia : 1/ bras de suspension - 2/ berceau - 3/ articulation - 4/ cylindre de suspension - 5/ épaulement de liaison - 6/ sphère - 7/ agraphe de maintien - 8/ butée de détente - 9/ butée de compression } = butées de débattement



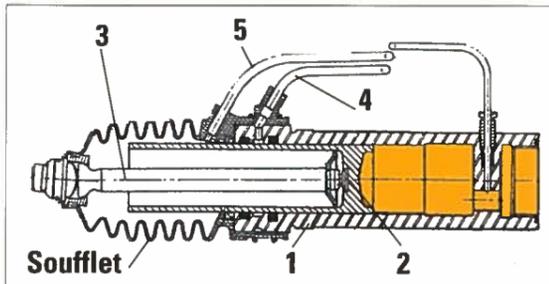
Ensemble de suspension arrière XM : 1/ bras de suspension - 2/ berceau - 3/ articulation - 4/ élément hydraulique - 5/ bague de liaison - 6/ sphère - 7/ butées de débattement

Analysons le fonctionnement des cylindres de suspension arrière

Le cylindre de suspension arrière est porté par la caisse. Il renferme un piston ainsi que le liquide sous pression.



Cylindre de suspension arrière Xantia



Cylindre de suspension arrière XM

1/ corps de cylindre - 2/ piston - 3/ bielle - 4/ retour de fuites - 5/ mise à l'air libre du soufflet de protection

Une bielle protégée par un soufflet, relie le bras de suspension au piston. Le piston est ainsi solidaire de la roue. Tous les mouvements du bras sont répercutés sur le piston. Celui-ci les transmet au gaz par l'intermédiaire du LHM.

Le cylindre est en alliage léger. Ses parois internes rectifiées permettent le coulisement du piston (2). Dans la partie basse de son alésage, deux gorges reçoivent les joints d'étanchéités.

Le soufflet assure la protection de l'ensemble bielle-piston. Le soufflet comporte deux orifices : l'un (4) assure l'évacuation vers le réservoir du liquide provenant de fuites entre piston et cylindre, l'autre (5) la mise à l'air libre du soufflet de protection.



Élément de suspension arrière XM

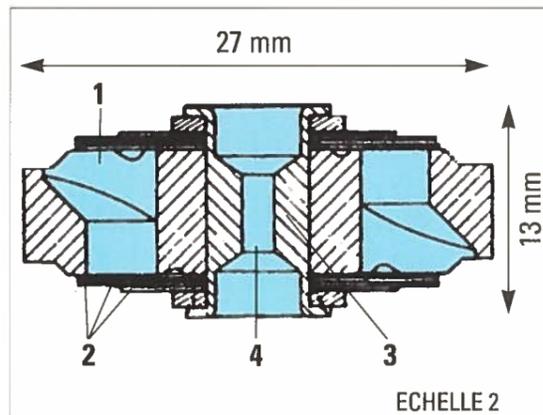
L'AMORTISSEUR

Amortir : réduire amplitude et fréquence

L'amortisseur est une sorte de "bouchon troué" situé entre la sphère et le cylindre.

Son rôle est de remédier aux variations d'oscillations dues aux imperfections de la route en réduisant la fréquence et l'amplitude de ces oscillations. Ainsi il évite que celles-ci ne viennent s'ajouter à celles produites par de nouvelles dénivellations.

Regardons en détail l'amortisseur



1/ trous calibrés - 2/ clapets - 3/ rivet - 4/ trou de fuite

L'amortisseur se compose d'une rondelle en acier fritté de 27 mm de diamètre et de 13 mm d'épaisseur. Des trous (1) sont percés sur la périphérie. Les faces supérieures et inférieures sont fermées par des clapets (2). Au centre, un rivet (3), percé d'un trou calibré (4) maintient l'ensemble. Le sertissage du rivet est contrôlé avec un soin extrême. L'amortisseur est placé dans la sphère.

Le salaire de la peur.

Des camions transportent de la nitroglycérine, explosif destiné à éteindre les puits de pétrole en feu. Mais les pistes de terre sont régulièrement jonchées de bosses qui rendent les trajets dangereux. La moindre secousse transforme la nitroglycérine en bombe. La solution, aller suffisamment vite pour anéantir les soubressauts provoqués par la route. Le suspens du film est torride, Yves Montant y est inoubliable, et la trame de l'histoire, bel et bien vraie.

En effet, des routes en "tôle ondulée" existent et les causes de ce phénomène ont été l'objet d'analyses insolites telles que l'attraction lunaire !

En fait, la raison est liée à la fréquence oscillatoire des suspensions de camion : il suffit du passage d'une bosse pour que le véhicule "rebondisse" durant un certain temps (selon l'état des suspensions). Comme la fréquence d'amortissement est sensiblement la même pour chaque véhicule (elle tend vers 1 Hz), cette bosse aura le même impact sur tous les camions, qui creusent alors une empreinte commune dans la terre. Au fur et à mesure des passages, ces traces gagnent en profondeur et en terrain. Pour éviter leurs effets, il faut atteindre une vitesse permettant aux roues de ne toucher que le sommet des ondulations.

Un effet similaire se rencontre sur les dunes de sable. C'est le vent qui en est l'auteur et qui dessine des vaguelettes tout aussi difficile à gérer pour un véhicule. Si les participants du Paris-Dakar-Paris connaissent bien les "tôles ondulées" artificielles ou naturelles, Citroën se fait fort de les maîtriser parfaitement grâce à la qualité de ses suspensions, comme en témoigne la brillante victoire de Pierre Lartigue en 94.



Yves Montant dans Le salaire de la peur

A I D E - M É M O I R E

- 1/ Une suspension sert à filtrer les provoqués par les inégalités de la route.
- 2/ L'adhérence des roues, garantie par des suspensions efficaces, détermine entre autres l'efficacité du
- 3/ Une suspension se compose d'un ressort et d'un amortisseur. Le ressort estou, et l'amortisseur est
- 4/ Comme pour l'....., une sphère de suspension est composée de 2 fluides séparés par une membrane. Le gaz est l'élément de la suspension.
- 5/ Une suspension hydro-pneumatique est à ressort et à amortissement hydraulique.
- 6/ Une suspension hydro-pneumatique se compose principalement d'une sphère, d'un cylindre, d'un amortisseur, et d'un
- 7/ L'amortissement est créé par un phénomène de du liquide.

De très haut niveau, à tous les niveaux.

Dans un marché que tout le monde s'entend qualifié de morose, Citroën a amélioré sa productivité de 12% en 1993, et escompte atteindre les 12,5% pour 1994 ! "Continuité et persévérance" explique Xavier Karcher, patron de Citroën. "Stratégie et qualité" peut-on ajouter.

En effet, le groupe Citroën, depuis 1986, a séduit tous les publics avec la ZX dans les segments de moyenne gamme, avec l'AX pour le segment inférieur, et enfin avec Xantia, depuis mars 1993 pour le segment "moyen supérieur". Mariant la douceur des commandes à la qualité de la suspension hydropneumatique, la Xantia reflète superbement une des priorités CITROËN : l'agrément.

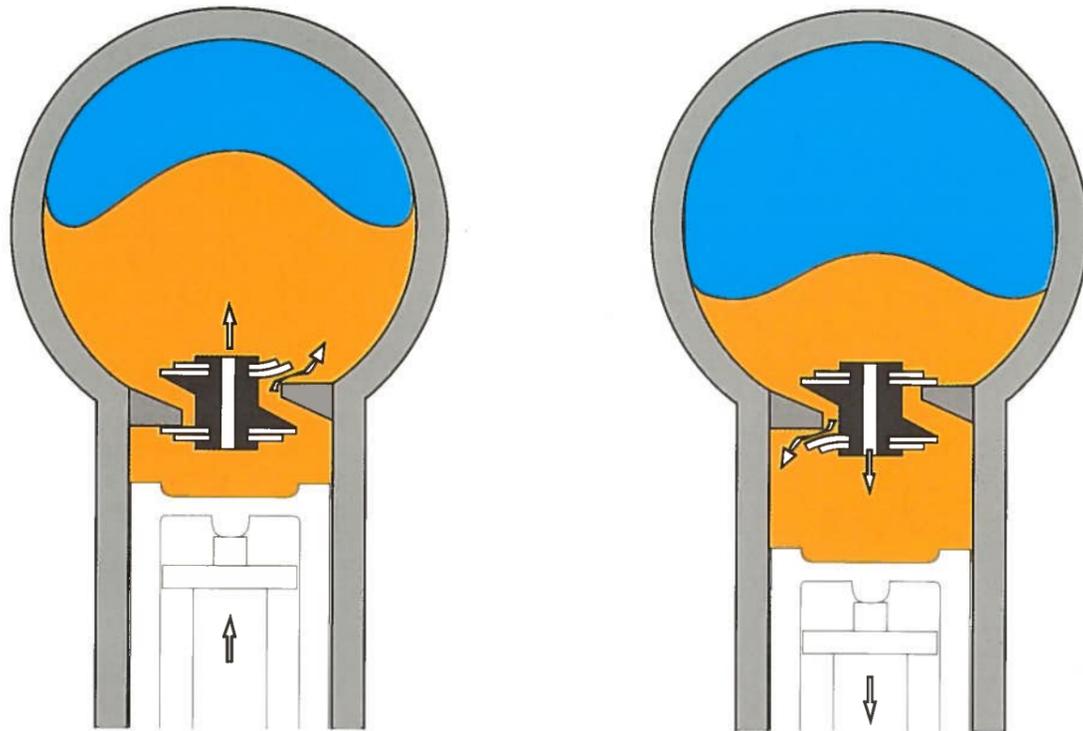
Un silence impressionnant, particulièrement pour la Xantia Turbo Diesel, un train arrière à effet directeur, une option hydractive, un dispositif de sécurité, tout concourt à faire de Xantia une des meilleures routières du marché, et le point fort de l'année 94.

"Citroën 94 : l'année Xantia" (Le Figaro économique).

"Xantia donne le ton !" (L'Action automobile)

"Xantia s'accommode avec brio de votre éventuelle gourmandise pour les itinéraires bis, sans jamais cesser de ménager votre confort." (RTA Magazine)

"Xantia : Citroën n'a pas raté son rendez-vous avec la qualité" (Auto-moto).



L'amortissement est obtenu en freinant le passage du liquide par des clapets. En passant une bosse, la suspension se comprime. Le liquide veut aller du cylindre vers la sphère. Pour y arriver, il lui faut passer par des clapets, déformables, qui vont freiner son déplacement. **L'énergie**, utilisée par le liquide pour passer à travers les clapets, **permet de ralentir le mouvement de la suspension**. Les clapets existent dans les deux sens afin de freiner aussi le liquide quand le piston redescend.

CONSEILS PRATIQUES

Le changement d'amortisseur.

L'amortisseur et la sphère constituent un couple indissociable défini pour chaque essieu de chaque véhicule. Il est donc impératif de remplacer une sphère par une autre identique, correspondant au véhicule. Sinon, l'amortissement et la flexibilité seront modifiés.

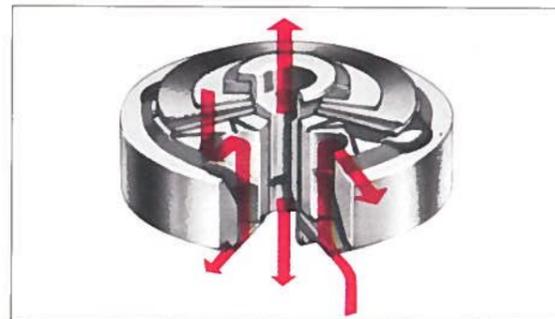
CORRECTEUR DE HAUTEUR

Correcteur de hauteur : garde au sol constante ou à volonté

Le correcteur de hauteur est un distributeur de pression(*). Il fonctionne comme un robinet à 3 voies (haute-pression, cylindre, réservoir) et fait varier le volume du liquide dans les cylindres de suspension. **Il y a un correcteur par essieu.**

Selon la charge imposée au véhicule (passagers supplémentaires, bagages, etc.), le correcteur de hauteur permet l'arrivée ou l'évacuation d'un certain volume de liquide afin de maintenir une garde au sol constante.

Il faut donc pouvoir distinguer les variations de charge d'un véhicule d'un simple choc dû à l'état de la route. Dans le premier cas une correction de hauteur est nécessaire. Dans le second cas le **Dash-Pot*** va soustraire le correcteur de hauteur, évitant ainsi des corrections intempestives (nous analyserons son



Mouvement du LHM à travers l'amortisseur.

Le trou calibré percé au centre de l'amortisseur permet un passage direct du liquide vers la sphère, ou inversement, vers le cylindre. Ce trou a pour but de diminuer l'effet d'"amortisseur" lorsque les mouvements du LHM sont modérés.

L'amortisseur se trouve intimement incorporé à la suspension et, par conséquent, constamment dans une ambiance sous-pression. De ce fait, tout risque de cavitation* est éliminé.

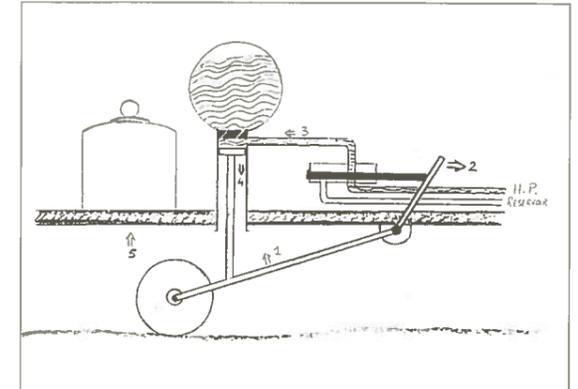
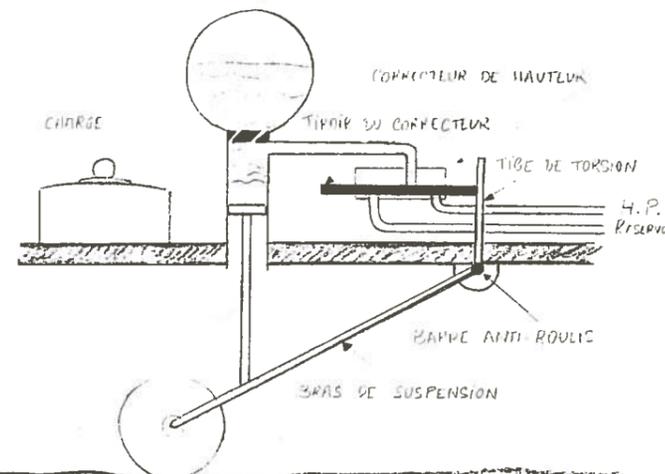
*cavitation : formation de petites cavités de gaz au sein d'un liquide en mouvement.



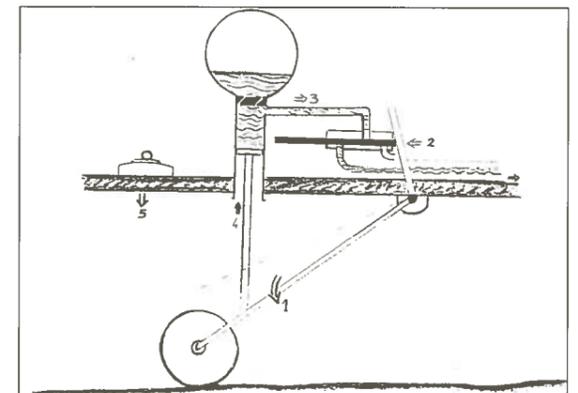
fonctionnement plus loin). Les correcteurs sont reliés à la barre anti-roulis par l'intermédiaire d'une tige métallique souple (tige de torsion). En cas de débattement de la suspension, la barre anti-roulis tourne et entraîne la tige. Celle-ci vient tirer ou pousser sur le tiroir du correcteur. La souplesse de la tige permet de donner le temps nécessaire au fonctionnement normal du Dash-Pot (5 secondes).

Cette commande automatique est reliée à un levier à l'intérieur du véhicule, qui permet d'obtenir des hauteurs différentes, selon la volonté du conducteur. Nous étudierons la commande manuelle des hauteurs à la fin de ce chapitre.

Regardons fonctionner le correcteur de hauteur.



On charge le véhicule, il se lève.



On décharge le véhicule, il s'abaisse.

COIN EXPERT



Sous-marins : quand la charge est l'atout de la mobilité.

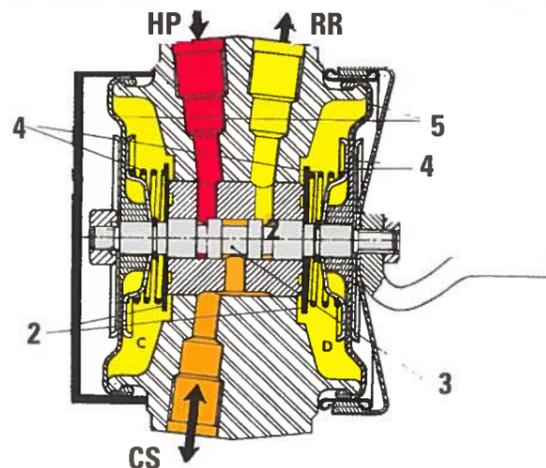
Comment un sous-marin peut-il circuler à différentes profondeurs ?

Tout simplement en faisant varier son poids ! En remplissant ses ballasts d'eau de mer, le sous-marin sombre. En les vidant grâce à de l'air comprimé (comme pour les extincteurs), il monte à la surface. La vitesse de remontée dépend donc de la pression d'air de vidange des ballasts, qui doit être évidemment supérieure à celle de l'eau environnante.

Imaginez la pression que les sous-marins en titane doivent générer (le titane offre une grande résistance à la pression), lorsqu'ils atteignent des profondeurs de 700 m !

(Nous l'avons vu dans les cahiers 1 & 2 : la pression dans l'eau augmente de 1 bar tous les 10 mètres de profondeur.)

**Le correcteur de hauteur :
un tiroir, trois voies,
deux chambres et deux conduits**

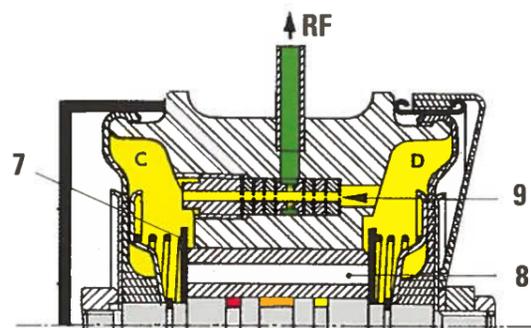


CORRECTEUR DE HAUTEUR XANTIA : 1/ ressort - 2/ clapet - 3/ tiroir
- 4/ coupelles métalliques - 5/ membrane de caoutchouc
- liaisons hydrauliques : HP/ arrivée haute-pression
RR/ retour réservoir
CS/ cylindre de suspension

Nous avons vu que le correcteur fonctionne comme un robinet à trois voies. Selon la position du tiroir, ce distributeur :

- met les cylindres de suspension (utilisation) en communication avec la source de pression (aspiration),
- met les cylindres de suspension (utilisation) en communication avec le réservoir (échappement),
- isole les cylindres de suspension de la source de pression et du réservoir c'est-à-dire isole l'utilisation de l'aspiration et de l'échappement (le tiroir est à la position neutre).

Ce correcteur contient un Dash-Pot (voir ci-dessous) dont l'action sert à ralentir les mouvements du tiroir.



COUPE EN VUE PERPENDICULAIRE, ORIENTÉE VERS LE HAUT, TIROIR EN POSITION NEUTRE : - 7/ clapet - 8/ conduit libre - 9/ conduit à orifice réduit - liaison hydraulique : RF/ retour de fuite

Les chambres C et D sont fermées par des membranes en caoutchouc, renforcées par des coupelles métalliques (4). Ces chambres sont remplies de liquide provenant des fuites entre tiroir et chemise. Un retour de fuite ramène le surplus de liquide au réservoir.

Les chambres C et D communiquent par :

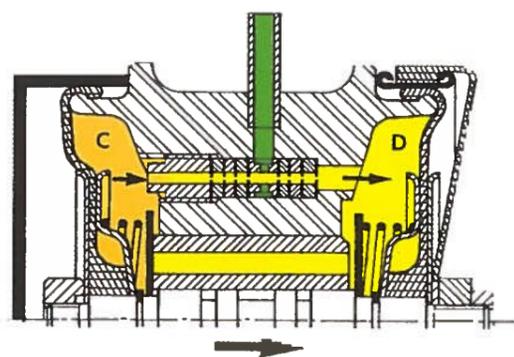
- un conduit libre. Il est percé dans la chemise du tiroir et fermé à ses extrémités par des clapets, commandés par les déplacements du tiroir. A la position "neutre" du tiroir, chaque clapet est plaqué sur une face de la chemise par un ressort de faible tarage.
- un conduit à orifice réduit : le Dash-Pot. Il limite le débit de passage entre les chambres C et D. Le conduit est en communication avec le retour de fuite.

**Bosse ou charge ?
Le Dash-Pot : le "temps de réflexion"
du correcteur**

Lorsque le véhicule est chargé, la barre anti-roulis va solliciter le tiroir afin que la garde au sol reste constante. Mais si le véhicule rencontre une bosse, le tiroir sera sollicité de la même façon ! Il va falloir que le correcteur de hauteur fasse la différence entre un paramètre durable (le véhicule est chargé) et un paramètre ponctuel (la bosse).

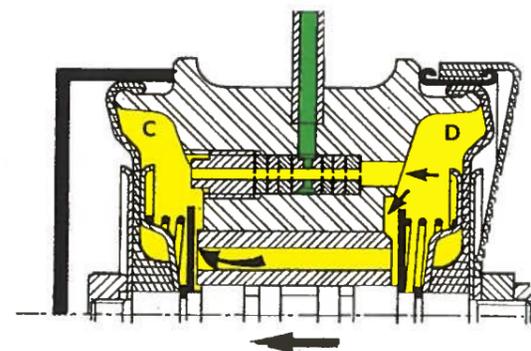
1/ Déplacement du tiroir de la position "neutre" à la position "échappement".

Nous sommes dans le cas où le véhicule est soudain libéré d'une charge.



Lorsque le tiroir tend à s'écarter de la position neutre, le clapet de la chambre C est plaqué sur la face de la chemise par son ressort. Le conduit libre est ainsi obturé. Le liquide contenu dans la chambre C est obligé de passer par le conduit à orifice réduit (le Dash-Pot) en subissant un freinage important. Ce freinage entraîne le ralentissement du mouvement du tiroir vers la position d'échappement. Ainsi, c'est uniquement dans le cas d'une sollicitation importante et durable que le tiroir va pouvoir se mouvoir. Aucune correction ne se produira pour des chocs rapides dus aux imperfections de la chaussée.

2/ Déplacement du tiroir de la position "échappement" à la position "neutre".

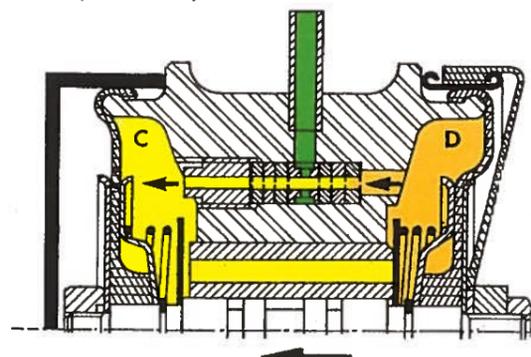


Nous sommes dans le cas où le véhicule ajuste la longueur de ses cylindres par rapport à son chargement.

Lorsque le tiroir revient dans la position "neutre", le liquide contenu dans la chambre D emprunte cette fois le conduit libre et passe dans la chambre C après avoir soulevé le clapet (nous rappelons que le tarage du ressort est très faible). Le déplacement du tiroir n'est alors pas freiné et le retour vers la position "neutre" s'effectue rapidement. Le clapet de la chambre C et celui de la chambre D obturent alors le conduit libre. Cette situation permet de stabiliser le tiroir et évite que d'autres corrections s'effectuent.

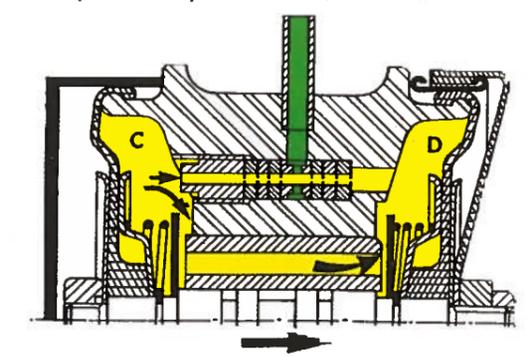
3/ Déplacement du tiroir de la position "neutre" à la position "admission".

Principe identique au cas 1/



4/ Déplacement du tiroir de la position "admission" à la position "neutre".

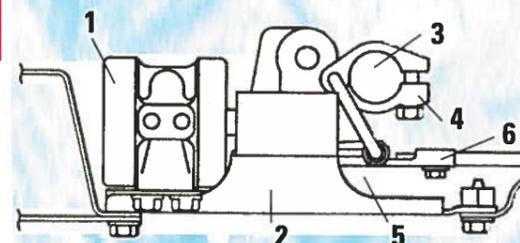
Principe identique au cas 2/



COIN EXPERT

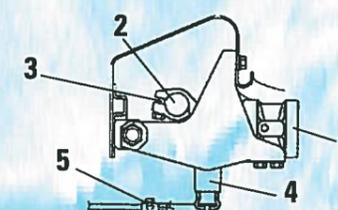
Dessins de montage des correcteurs

Correcteur de hauteur avant Xantia

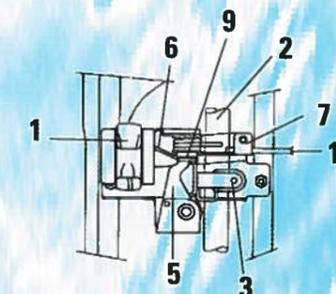


1/ correcteur de hauteur - 2/ platine de commande - 3/ barre anti-roulis - 4/ collier sur la barre anti-roulis - 5/ biellette de commande automatique - 6/ étrier de commande manuelle

Correcteur de hauteur arrière Xantia

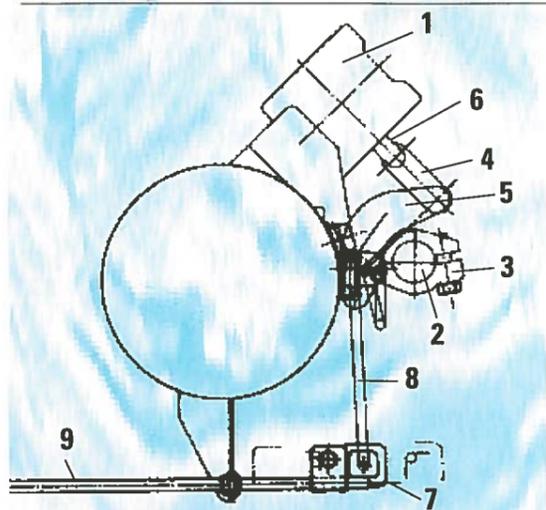


1/ correcteur de hauteur - 2/ barre anti-roulis - 3/ collier de barre anti-roulis - 4/ commande manuelle - 5/ étrier de commande manuelle



1/ correcteur de hauteur - 2/ barre anti-roulis - 3/ collier de barre anti-roulis - 4/ biellette de commande automatique - 5/ levier de commande automatique - 6/ levier de commande du tiroir de correcteur - 7/ étrier de commande manuelle - 8/ levier de commande manuelle - 9/ axe de levier de commande manuelle - 10/ tige de commande manuelle

Correcteur de hauteur arrière XM



1/ correcteur de hauteur - 2/ barre anti-roulis - 3/ collier de barre anti-roulis - 4/ biellette de commande automatique - 5/ levier de commande automatique - 6/ levier à rotule de commande du tiroir de correcteur - 7/ chape de commande manuelle - 8/ levier de commande manuelle - 9/ tige de commande manuelle

Commande manuelle des hauteurs : les correcteurs de hauteur actionnés par le conducteur

Un levier, une tringlerie, pour quatre positions.

La commande manuelle modifie la position du tiroir de chaque correcteur et permet de sélectionner quatre positions par rapport au sol :

- position route, qui est entre autre la position normale de fonctionnement,
- position extrême haute, qui sert, entre autre, au contrôle du niveau ou au remplacement d'une roue,
- position extrême basse, utilisée pour les vidanges du réservoir ou les interventions sur la suspension,
- position intermédiaire, offrant une suspension plus dure, car en attaque de butée, et un centre de gravité plus haut. Elle est pratique pour rouler sur des routes dégradées.

La commande manuelle de hauteur se compose de :

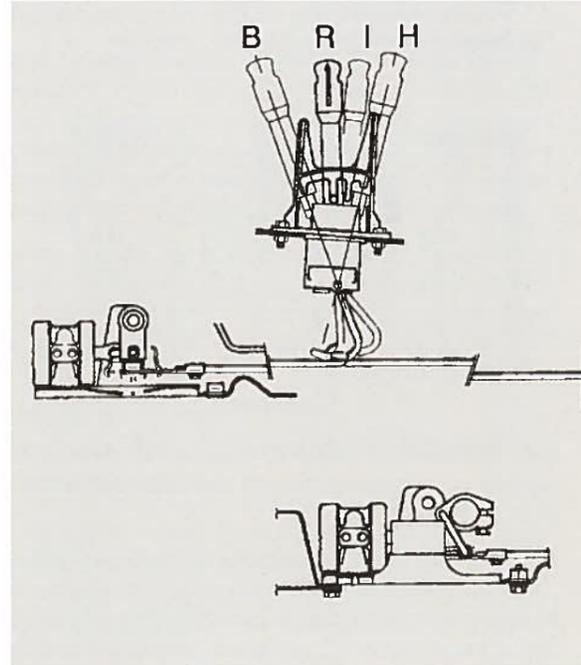
- un levier commandé par le conducteur,
- une tringlerie avant et arrière, reliée au levier de commande manuelle et pouvant agir sur le tiroir du correcteur.

La commande manuelle du tiroir.

Le levier de commande est relié, par l'intermédiaire de la tringlerie, à la tige de torsion. Elle est le lien entre la barre anti-roulis et le correcteur de hauteur.

1/ Passage de la position "route" à la position "intermédiaire".

En actionnant le levier, la tige de torsion se tord et actionne le tiroir du correcteur de hauteur. Après le délai nécessaire au Dash-Pot, le



tiroir se déplace vers la montée en pression. Le liquide arrive de la pompe haute-pression vers les cylindres et fait monter le véhicule.

2/ Passage en position "haute".

L'action du levier vient tirer encore plus sur la tige et le tiroir se positionne en admission (aspiration). La haute-pression règne dans le circuit de suspension (le véhicule est alors dépourvu de suspension).

Rouler ainsi est déconseillé.

3/ Passage en position "basse".

Le levier tire sur la tige et met les cylindres en communication avec le retour au réservoir. Il n'y a alors plus de pression dans la suspension (le véhicule est alors dépourvu de suspension).

Rouler ainsi est également déconseillé.

CONSEILS PRATIQUES XANTIA

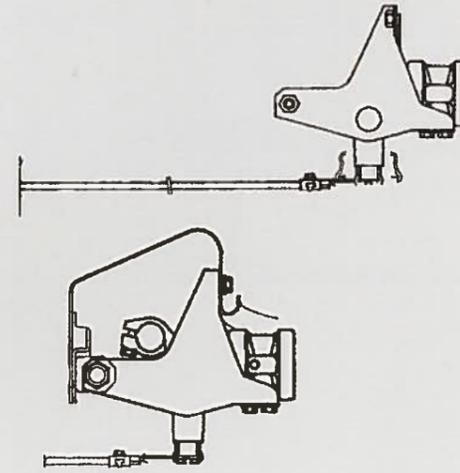
Une platine regroupe tous les systèmes permettant d'actionner le correcteur de hauteur. En usine, le correcteur de hauteur est relié à cette platine après que son "zéro" hydraulique ait été déterminé. En réparations, il s'avère nécessaire de régler les hauteurs du véhicule. Il sera impératif d'utiliser un outillage préconisé. Ainsi, une fois le réglage effectué, l'ensemble correcteur-platine de commande sera à nouveau en position neutre.

Le correcteur de hauteur doit toujours être rempli de LHM. En effet, si de l'air se trouve dans les conduits, le Dash-Pot ne pourra le freiner (l'air étant beaucoup plus fluide que le LHM). Le correcteur sera alors amené à sans cesse corriger.

Au montage, il est donc nécessaire, lorsque les bouchons sont retirés, de ne pas solliciter le tiroir. Sinon envoyez du liquide à l'aide d'une pompe à main, par le retour de fuite.

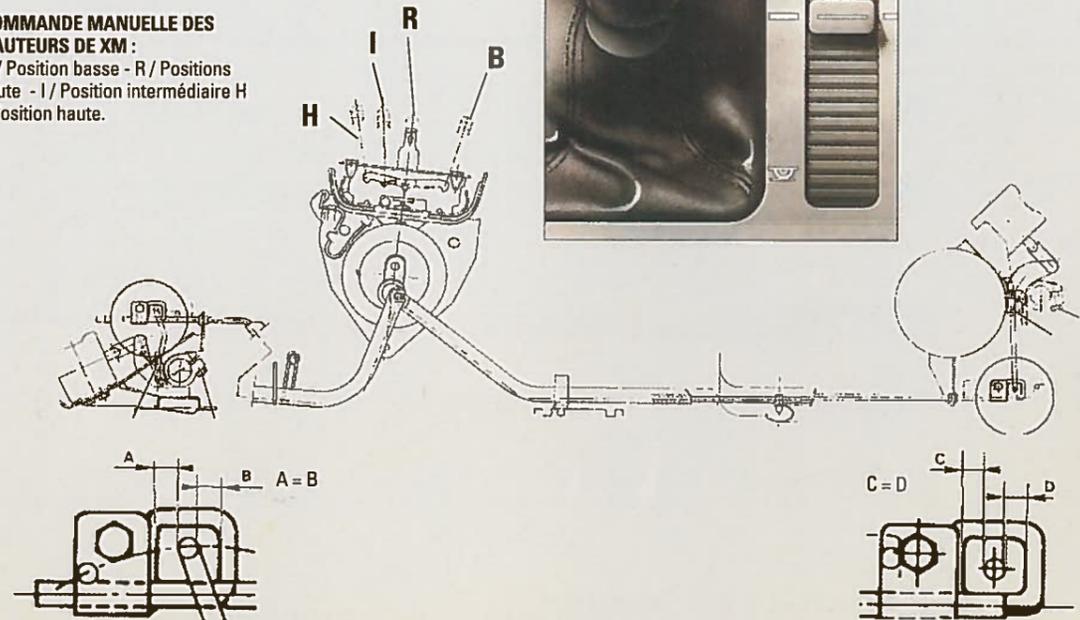
COMMANDE MANUELLE DES HAUTEURS DE XANTIA :

B / Position basse - R / Positions route - I / Position intermédiaire H / Position haute.



COMMANDE MANUELLE DES HAUTEURS DE XM :

B / Position basse - R / Positions route - I / Position intermédiaire H / Position haute.



COIN EXPERT

Quand la pression part en fumée.

Si un incendie se déclare dans un immeuble de grande hauteur, la priorité est donnée à l'évacuation des personnes menacées. Le feu est cloîtré par des portes coupe-feu, mais fumées et émanations peuvent s'insinuer partout et devenir des obstacles alarmants aux sorties de secours. A cet effet, un système de désenfumage est établi dans les couloirs et escaliers, son principe : des ventilateurs et des aspirateurs d'air. Dans les escaliers, des ventilateurs créent une pression et l'air est poussé. Dans les couloirs, des aspirateurs créent une dépression, un appel d'air, l'air est attiré.

Canalisée, dirigée, la fumée ainsi s'échappe.



A I D E - M É M O I R E

- 1/ La garde au sol du véhicule est maintenue constante grâce au
- 2/ La commande de hauteur déclenche un déplacement du tiroir du correcteur à partir des variations angulaires de la- sur laquelle sont fixés les bras de suspension.
- 3/ Dans le cas d'une surcharge statique du véhicule, la correction de hauteur va entraîner une du volume du liquide dans le cylindre de suspension.
- 4/ Lorsqu'on commande la correction du véhicule, le tiroir du correcteur va être actionné grâce à un système de tringlerie. Si l'on choisit la position intermédiaire, le fonctionnement est identique à la commande automatique. Par contre, pour les positions, la suspension est