

S O M M A I R E

***La suspension hydraulique :
une suspension intelligente*** *page 2*

*Suspension hydropneumatique
et suspension hydraulique* *page 2*

*Suspension hydraulique I
et suspension hydraulique II* *page 2*

Sphères et amortisseurs *page 5*

Sphères additionnelles *page 5*

Amortisseurs additionnels *page 6*

***L'électrovanne
et le régulateur de raideur*** *page 7*

L'électrovanne : le traducteur *page 7*

Le régulateur de raideur : le messenger *page 7*

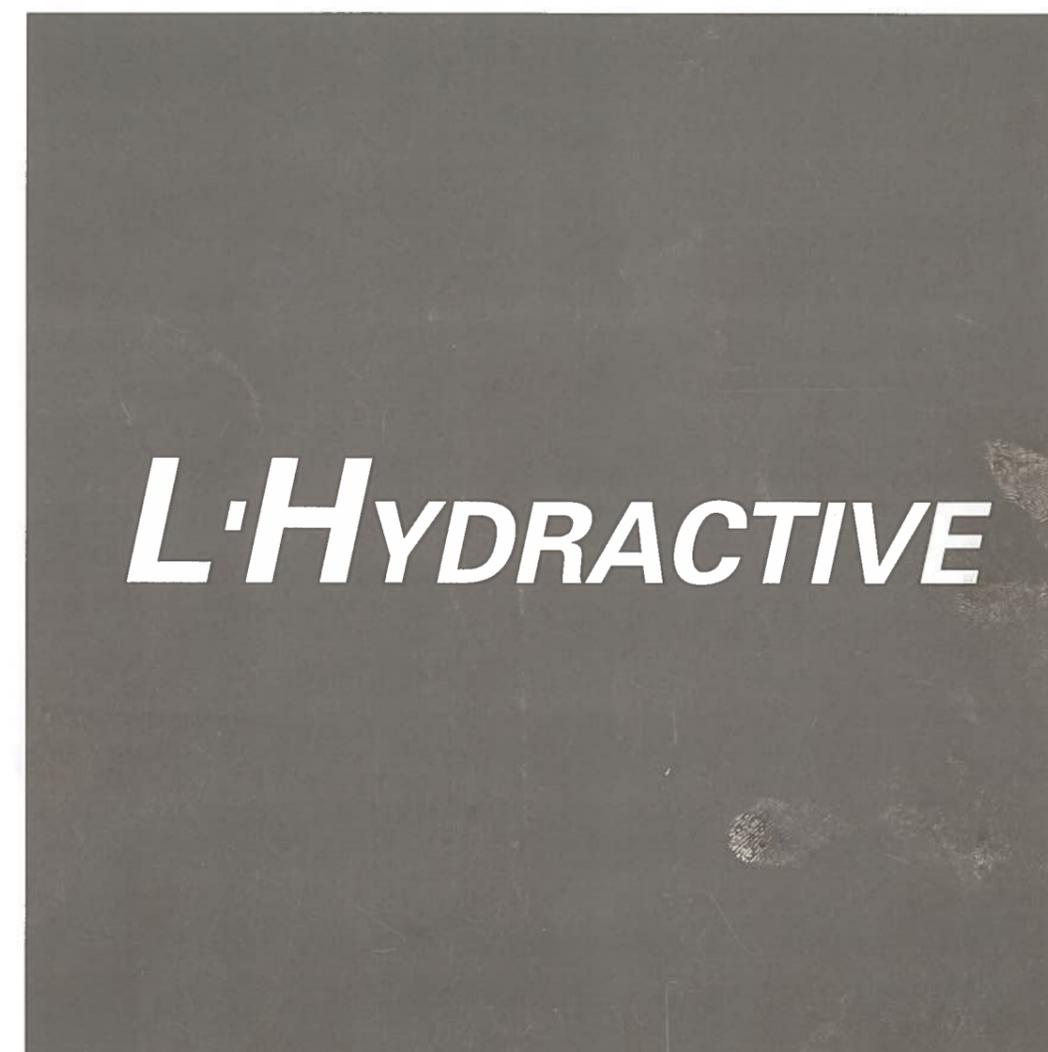
Le clapet à bille du régulateur de raideur *page 9*

Capteurs et régulateurs *page 10*

Cinq capteurs, cinq informations *page 10*

L'anti-sursaut *page 10*

S O M M A I R E



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 - Téléc : 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





Doc. Citroën

UNE SUSPENSION INTELLIGENTE

Avec l'hydractive, Citroën "efface la route"*

C'est avec la XM que la suspension hydractive est née. Toute la puissance de l'hydraulique s'allie à la rapidité de l'électronique pour cette innovation Citroën. Par le choix entre un "état ferme" et un "état mœlleux", ce système de suspension gère de façon autonome les conditions de roulage et de conduite. L'utilisateur peut aussi privilégier un des deux types de comportement routier et conduire "sport" ou non. De même qu'avec une suspension hydropneumatique classique, le véhicule conserve une garde au sol et une assiette constante.

Mais Citroën ne s'arrête pas là. Le système se perfectionne et aboutit à une nouvelle génération de suspension : l'hydractive II, qui équipe Xantia et XM. Dotée d'une puissance de calcul 2 fois supérieure à l'hydractive I et d'un temps de réponse amélioré de 20%, l'hydractive II détecte et réagit aux changements de route ou de conduite en 5/100^{ème} de seconde. Cette rapidité de réaction fait l'unanimité de la presse. Difficile de faire mieux que Citroën en matière de confort, tenue de route et sécurité ! Les XM actuelles en sont aussi équipées.

Suspension hydropneumatique et suspension hydractive

Le terme "hydractive" est le condensé de Hydropneumatique active ; active, car cette nouvelle suspension ne subit pas la route mais la "lit", l'analyse et choisit le meilleur "comportement" à adopter. Cette notion de choix n'existait pas, rappelons-le, dans les suspensions hydropneumatiques classiques (voir cahier Expert n°3).

(* Expression attribuée à Xantia dans le magazine Auto-Moto.)

Le compromis de la suspension hydropneumatique.

Confort ?...

Une suspension doit isoler des chocs et des vibrations les occupants du véhicule. Cette priorité conditionne le choix des réglages de flexibilité*, et du taux d'amortissement. Pour un confort maximal, la fréquence d'oscillation est réglée, lors de la conception du système de suspension, entre deux fréquences**. Les accélérations sont limitées à 0,25 "g" soit 2,45 m/s²***.

Ou tenue de route ?

Pour des raisons de sécurité, les suspensions doivent aussi permettre une bonne tenue de route. Afin de limiter les mouvements de caisse et de conserver la précision de guidage des pneumatiques, les réglages de suspensions et d'anti-roulis doivent être fermes.

Alors, confort ou tenue de route ? Suspension mœlleuse ou suspension ferme.

La solution, pour les suspensions hydropneumatiques est le compromis. Les suspensions des "voitures de ville" vont être plus mœlleuses, privilégiant le confort. Les suspensions des "voitures de sport" donnent la priorité à la tenue de route et sont plus rigides. A chaque utilisateur, sa suspension, et sa voiture !

Suspension hydractive : deux suspensions en une.

Cette nouvelle suspension établit automatiquement un comportement mœlleux, ou ferme, selon les conditions de roulage. La différence avec une suspension classique est qu'elle ne subit pas les événements, elle les anticipe. La suspension hydractive est active, là où la suspension classique est passive. La sécurité et le confort des passagers en sont améliorés et le plaisir du conducteur, amplifié.

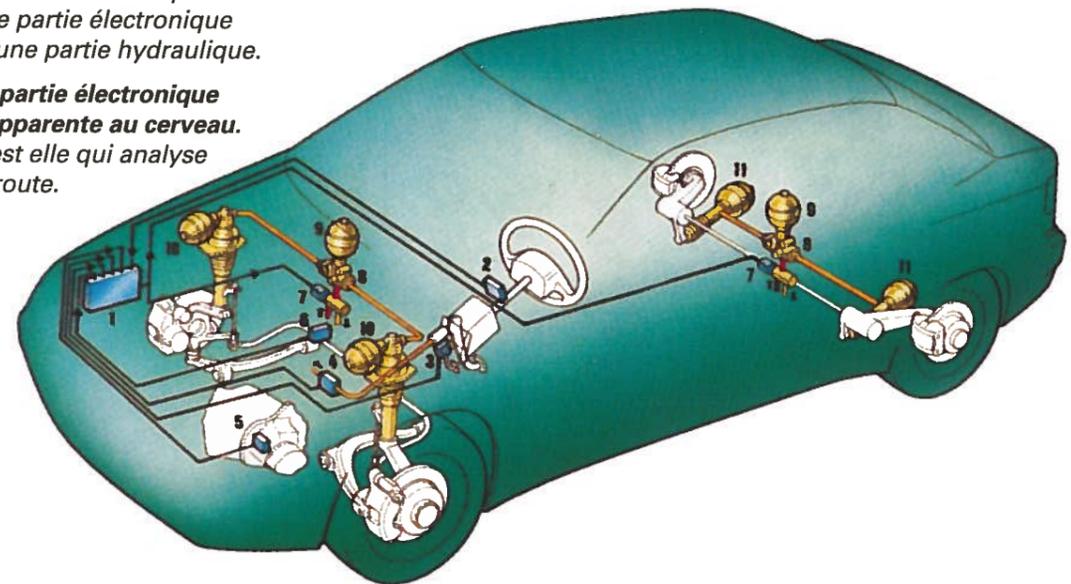
* La flexibilité est l'inverse de la raideur. (Voir cahier Expert n°3).

** Par exemple, essieu avant de Xantia VSX 16V à vide : 0,77 - 0,95 Hz, en charge : 0,81 - 1,02Hz.

*** voir COIN EXPERT page 5.

La suspension hydractive se divise en deux parties : une partie électronique et une partie hydraulique.

La partie électronique s'apparente au cerveau. C'est elle qui analyse la route.



Doc. Xantia

Des capteurs vont signaler le style de conduite et l'état de la route au calculateur. Ils mesurent :

- l'angle et la vitesse de rotation du volant (2),
- l'accélération (3),
- le freinage (4),
- la vitesse du véhicule (5),
- le débattement vertical de la caisse (6).

Ces informations vont être analysées par le calculateur (1) : celui-ci va comparer les valeurs fournies par les capteurs à des seuils. Ces seuils ne sont pas fixes, mais évoluent en fonction de la vitesse du véhicule. Le dépassement de ces seuils provoque le passage à l'état "ferme". Le retour à l'état "mœlleux" intervient quand la valeur des informations-capteurs sera à nouveau inférieure à celle des seuils, après une temporisation.

La partie hydraulique applique les décisions prises par le calculateur.

■ L'ordre "ferme" ou "mœlleux" émanant du calculateur est un ordre électrique. Il est reçu par une électrovanne (7) qui le traduit en ordre hydraulique.

■ Le régulateur de raideur (8) reçoit le message hydraulique et modifie l'état de la suspension.

■ Sphères et amortisseurs (9,10,11) sont agencés de telle façon qu'ils puissent offrir deux états de suspension, deux réponses : ferme ou mœlleux.

C'est le fonctionnement de tous ces organes que nous allons précisément étudier dans la suite de ce cahier.

COIN EXPERT



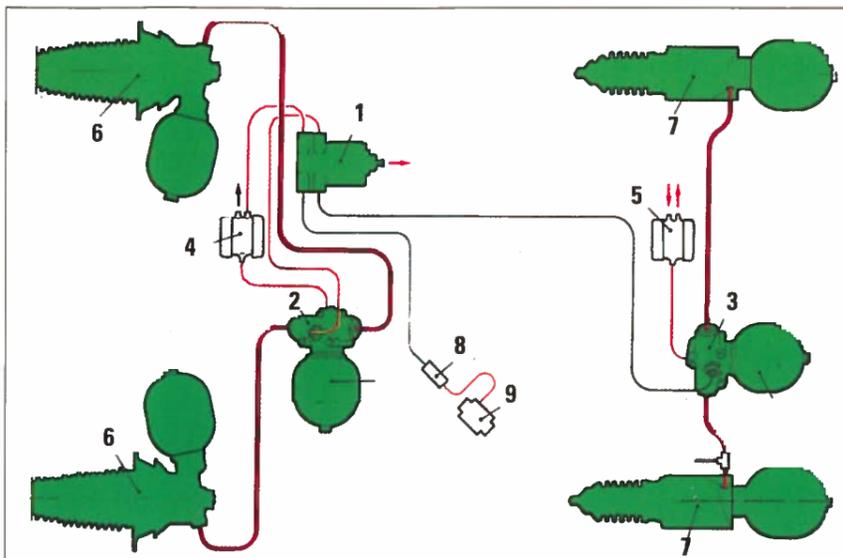
Quand vibration rime avec destruction.

Lorsqu'une pièce mécanique se met à vibrer et que la fréquence de ses vibrations atteint une fréquence propre à la pièce en question, celle-ci entre alors en "résonance" : l'amplitude augmente de plus en plus et la pièce risque de se briser ou de s'endommager. C'est un phénomène bien connu de l'armée : en effet, en 1830, un régiment d'infanterie a traversé au pas le pont de "la basse chaîne", situé à Angers. Le rythme régulier des pas a fait entrer le pont en résonance. Résultat : le pont s'est effondré, emportant avec lui les soldats. C'est ainsi qu'on peut lire dans une circulaire ministérielle datant du 25 février 1838, l'article suivant :

" Vous voudrez bien, dans l'intérêt de la sécurité publique et de la conservation des ponts suspendus, donner des ordres pour que tout chef de détachement d'infanterie fasse rompre le pas à sa troupe, lorsqu'elle traversera l'un de ces ponts".

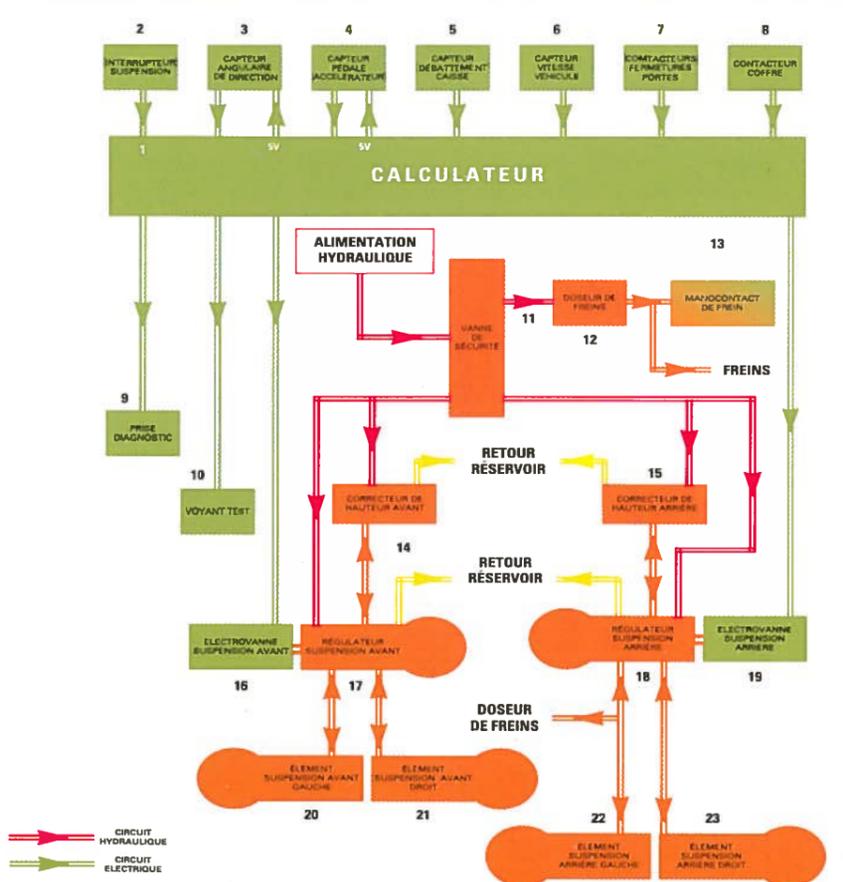
La suspension hydractive I

Hydractive I : Avant du véhicule (à gauche)
Arrière du véhicule (à droite)
- 1/ électrovanne - 2/ régulateur de raideur avant - 3/ régulateur de raideur arrière
- 4/ correcteur de hauteur avant
- 5/ correcteur de hauteur arrière
- 6/ éléments de suspension avant
- 7/ éléments de suspension arrière
- 8/ filtre - 9/ vanne de priorité



La suspension hydractive II équipant les XM fabriquées à partir du 1/02/93 et Xantia.

La suspension hydractive II possède 2 électrovannes là où la version I n'en possédait qu'une. Cela permet à la nouvelle génération de réduire le temps de réponse des régulateurs de raideur. De même, le calculateur de la suspension hydractive II possède une stratégie de commande plus élaborée et plus rapide.

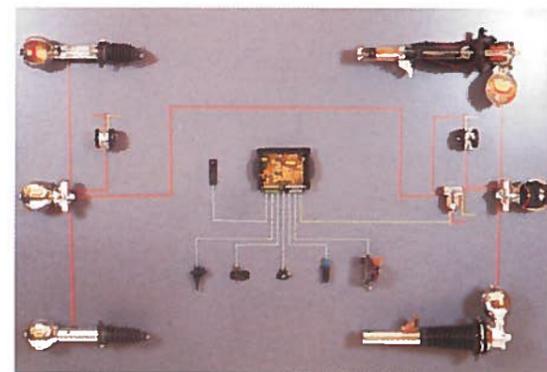


AIDE-MÉMOIRE

1. La suspension conditionne le des passagers et la du véhicule.
2. La suspension hydractive gère les réglages de d' et d' en s'adaptant aux conditions de roulage.
3. La (l'inverse de la raideur) d'une suspension hydropneumatique dépend, pour une charge donnée, du volume initial d'azote.
4. Le système de suspension hydractive comprend une partie et une partie
5. L'interface entre ces deux ensembles est réalisée par des
6. hydractive I : électrovanne
hydractive II : électrovannes

Réponses : 1. confort / tenue de route - 2. automatiquement / suspension / amortissement / anti-roulis - 3. flexibilité - 4. électrique / hydraulique - 5. électrovannes - 6. 1 / 2

SPHERES ET AMORTISSEURS



Éléments de suspension hydractive.

Le principe de la suspension hydractive est le choix entre deux états de suspension, selon les conditions de roulage. Il faut donc que les éléments de suspension soient aptes à réagir de deux façons différentes. C'est pourquoi la suspension hydractive comprend quelques organes de plus que la suspension hydropneumatique classique.

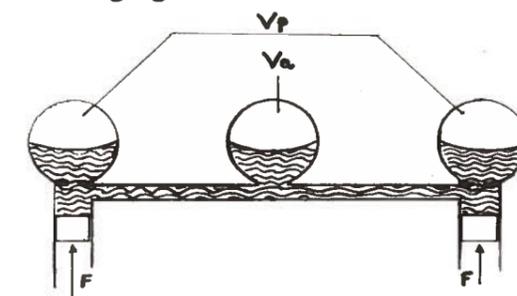
Les systèmes suivants sont commandés par le régulateur de raideur.

Une sphère en plus pour une flexibilité variable

Nous avons vu, dans le cahier Expert 3, que le ressort mécanique avait une raideur, donc une flexibilité constante. Le calcul de la fréquence étant lié directement à la masse, le véhicule voyait sa tenue de route évoluer selon qu'il était chargé ou non. Un grand pas fut franchi lorsque furent découverts les "ressorts à gaz", puis que ceux-ci gardaient une fréquence plus stable. En effet, la raideur n'était plus une constante, mais dépendait de la force appliquée sur le LHM par le piston du cylindre de suspension.

Un nouveau pas est fait avec la suspension hydractive : la raideur, ou son inverse, la flexibilité, varient désormais en fonction non seulement de la force, mais aussi du volume d'azote initial contenu dans les sphères. Et comment ? En ajoutant à l'essieu une troisième sphère qui va s'intégrer ou non dans le circuit, selon les conditions de charge et de roulage.

Analysons le fonctionnement d'un réglage moelleux.



Vp : volume principal - Va : volume additionnel.

COIN EXPERT

Des ressorts et des capteurs contre les typhons japonais.



Au printemps, et surtout en automne, des typhons font trembler les buildings japonais, dont le sommet peut osciller jusqu'à 3 mètres. Afin d'amortir ces dangereuses manifestations, les constructeurs ont mis au point trois systèmes anti-vibratoires.

Le plus ancien se compose d'une masse, sur roulettes, de plusieurs centaines de tonnes, installée sur le toit de l'immeuble, et reliée à une paroi fixe par un ressort. Lorsque le bâtiment se met à tanguer, la masse suit les mouvements. Grâce à son poids, la masse évolue avec un décalage. Ainsi, ses déplacements atténuent les vibrations. L'inconvénient est qu'elle ne peut absorber qu'une certaine gamme de fréquences.

Plus moderne et plus efficace est le "système actif". Là, masse et ressort sont couplés à un moteur. Des capteurs placés un peu partout dans l'immeuble informent un ordinateur. Celui-ci commande alors au moteur d'agiter précisément la masse pour anéantir la fréquence oscillatoire de la construction soumise aux rafales.

Enfin, le dernier-né des systèmes est le plus performant. Son nom : le système hybride. C'est la masse qui joue elle-même le rôle de capteur. Plus de ressort : cette masse a la forme d'un pendule qui se balance pour contrecarrer les vibrations. Relié à un ordinateur, ce pendule reçoit des informations et y réagit. Un seul building, le Shinjuku, en est équipé.

Mais avançons encore dans le temps. Les Japonais ont peu de place, mais beaucoup d'imagination. Les grands projets de demain sont les supers "tours-villes", dont la plus longue s'élève à 4 000 m de hauteur. Construit éventuellement dans l'eau de la baie de Tokyo, le "X-Speed 4000" reposera sur un gigantesque matelas de caissons, reliés par des filins. Ce système d'"île flottante" serait à la fois anti-typhon et anti-sismique. Alors, à quand les villes sous-marines équipées de systèmes hydractifs anti-cyclones ?



"g, l'accélération et le poids".

g représente l'accélération du champ de pesanteur. La valeur terrestre de "g" est équivalente à 9,81 m/s². Cette donnée est en relation avec le poids : P = m x g (P : poids, exprimé en Newton ; m : la masse, en kg). Pour exprimer une accélération, on effectue souvent une comparaison avec la valeur de g. Un pilote de chasse "encaisse" une accélération de 5 g, par exemple. Cela signifie qu'il pèse 5 fois son poids. En fait, sa masse ne change pas, mais il a l'impression d'être beaucoup plus lourd. Cette sensation justifie l'intense entraînement physique des pilotes de chasse. En effet, plus l'accélération est importante, plus elle est difficile à supporter. Heureusement des combinaisons "anti-g" sont mises au point pour réguler la circulation sanguine des pilotes lors d'accélérations foudroyantes.

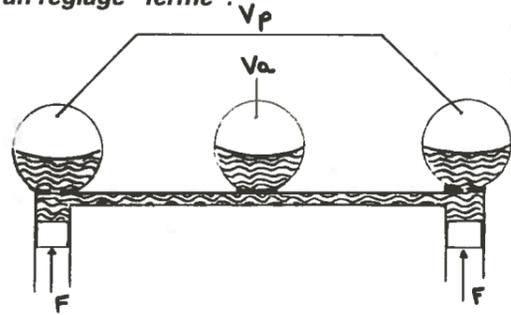
Pour l'automobile, les accélérations verticales occasionnées par les "oscillations" des suspensions, doivent être caractérisées par un "g" faible. Confort oblige!

Dans ce cas, la troisième sphère, ou sphère additionnelle, est intégrée au circuit. Le volume total de gaz est équivalent à la somme des volumes de gaz des 3 sphères.

Ainsi : $V_{mœlleux} = V_p + V_a$

Le volume de gaz étant important, les compressions seront réparties et la suspension plus mœlleuse.

Analysons le fonctionnement d'un réglage "ferme".



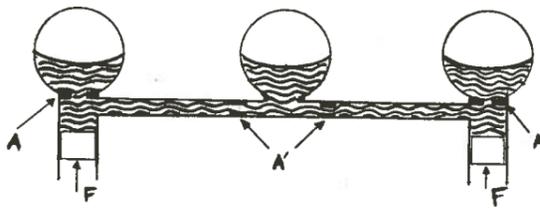
La sphère additionnelle est coupée du circuit : ainsi, $V_{ferme} = V_p$

Le volume d'azote étant réduit, la compression maximum sera plus vite atteinte et la suspension, plus ferme.

Deux amortisseurs en plus, pour un amortissement variable

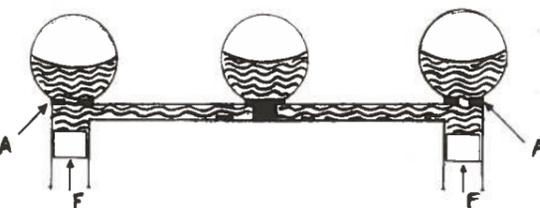
Deux amortisseurs supplémentaires sont placés en parallèle dans la liaison hydraulique, entre les deux sphères principales. Isolez ou non ces deux amortisseurs et vous obtiendrez un amortissement variable !

Réglage mœlleux et laminage léger.



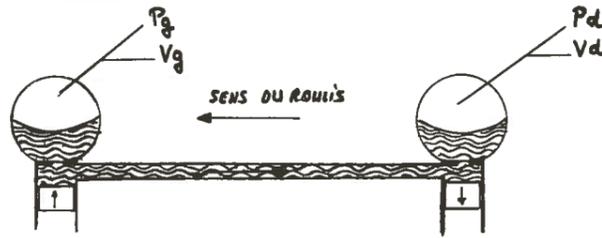
Le LHM passe par A pour aller vers la sphère principale et par A' pour aller vers la sphère additionnelle. Le liquide (par laminage) est peu freiné car il a 2 passages à sa disposition. L'amortissement est donc faible.

Réglage ferme et laminage fort.



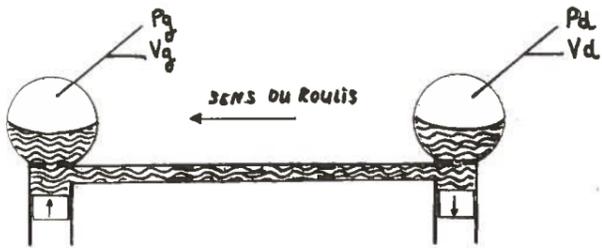
Le LHM ne peut passer que par A. Le passage est donc largement réduit et le liquide fortement freiné. L'amortissement est important.

Un amortissement variable, donc un anti-roulis actif.



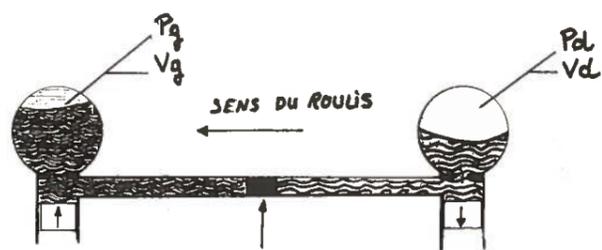
Dans une suspension hydropneumatique, les 2 éléments de suspension d'un même essieu sont reliés hydrauliquement. Dans un virage, lors de la mise en appui, le liquide de l'élément comprimé est refoulé vers l'élément en détente. Donc, le volume et la pression d'azote dans les sphères ne varient pas ; ils ne peuvent s'opposer à l'effet de roulis.

Réglage mœlleux, passage freiné.



Grâce aux deux amortisseurs additionnels A', le transfert du liquide entre les deux éléments de suspension d'un même essieu est freiné. La mise en appui, lors d'un virage ou d'une bosse, est progressive. En effet, les pressions P_g (pression à gauche) et P_d (pression à droite) s'équilibrent plus lentement. Cet anti-roulis faible optimise le confort : les mises en appui modifient peu l'assiette transversale du véhicule.

Réglage ferme, passage bloqué.



Le passage du liquide est obturé. Les deux éléments de suspension sont donc isolés. La fonction d'anti-roulis de l'élément de suspension en appui est alors maximale. Cet anti-roulis fort optimise la tenue de route. Lors d'une mise en appui violente, le conducteur conserve la maîtrise de son véhicule. L'assiette reste stable.

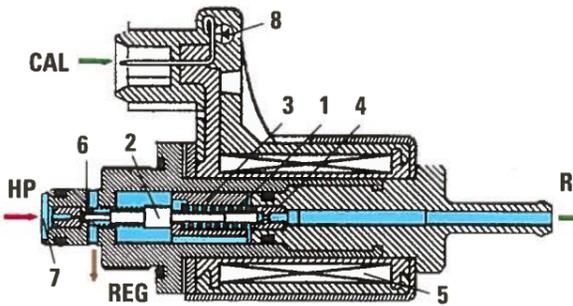
L'ÉLECTROVANNE ET LE RÉGULATEUR DE RAIDEUR

Photo : F. Faivre



Il y a par essieu, une électrovanne couplée à un régulateur de raideur.

Le calculateur envoie une information électrique à l'électrovanne. Celle-ci la transmet hydrauliquement au régulateur de raideur. Ce dernier va alors commander le changement d'état de suspension et imposer le mode "ferme" ou "mœlleux". L'électrovanne et le régulateur de raideur sont les intermédiaires entre le calculateur et les éléments de réponses (sphères additionnelles et amortisseurs). L'électrovanne traduit l'information électrique en information hydraulique.



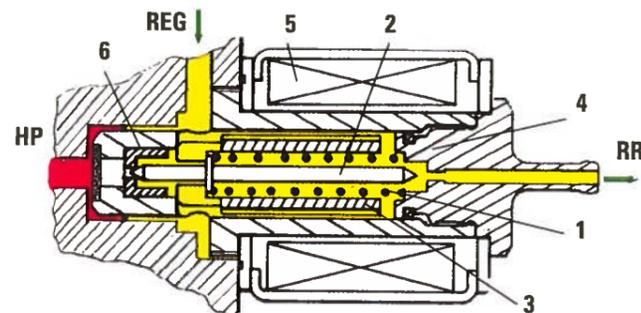
1/ ressort - 2/ aiguille - 3/ noyau - 4/ siège - 5/ bobinage - 6/ siège - 7/ filtre - 8/ diode. - HP/ haute pression - REG/ régulateur de raideur - RR/ retour réservoir - CAL/ calculateur

L'électrovanne : le traducteur d'une information électrique en information hydraulique

L'électrovanne reçoit du calculateur une consigne électrique. L'électrovanne va transformer celle-ci en commande hydraulique.

La diode (8) de l'électrovanne est polarisée en inverse. Elle sert à limiter les courants de self-induction (surtension) provoqués lors d'une coupure de courant.

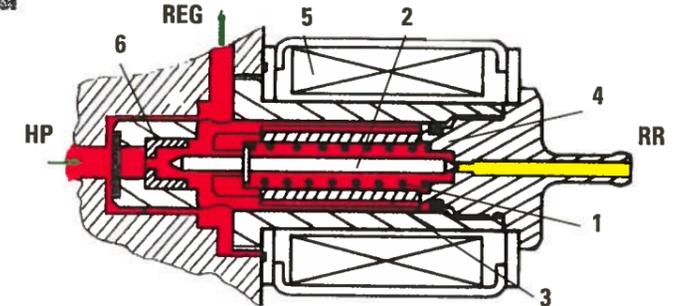
Position repos et retour réservoir.



1- ressort - 2/ aiguille - 3/ noyau - 4/ siège - 5/ bobinage - 6/ siège - HP/ haute pression - REG/ régulateur de raideur - RR/ retour réservoir

L'électrovanne est en position repos lorsque le bobinage (5) n'est pas alimenté électriquement. Dans ce cas, le ressort (1) plaque l'aiguille (2) sur son siège (6). La sortie utilisation REG est donc en communication avec le réservoir. Au final, la position repos correspond au réglage "ferme" des suspensions.

Position activée et alimentation en haute-pression.



L'électrovanne est en position activée lorsque le bobinage est alimenté électriquement. Le bobinage (5) crée alors une force magnétique sur le noyau (3). Celui-ci, solidaire de l'aiguille (2), se déplace de gauche à droite. L'aiguille vient donc en appui sur le siège (4).

La sortie utilisation REG est, dans ce cas, en liaison avec la pression d'alimentation HP (fournie par la source de pression). Au final, la position activée correspond au réglage mœlleux des suspensions.

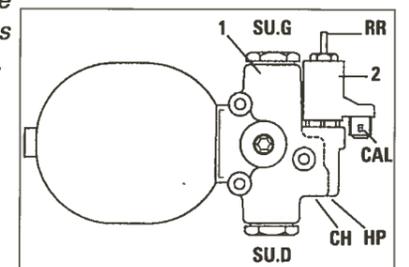
Le régulateur de raideur : le messenger hydraulique

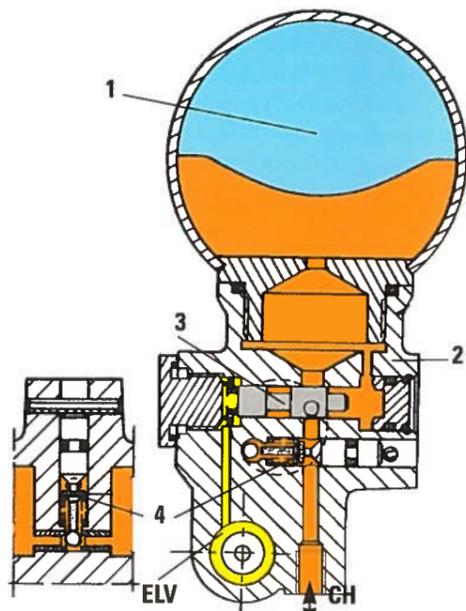
Il y a un régulateur de raideur par essieu. Il est couplé à la sphère additionnelle. Le régulateur a pour rôle de modifier l'état physique de la suspension (ferme ou mœlleux). C'est lui qui va mettre en communication ou isoler les sphères et amortisseurs additionnels du circuit de suspension.

De plus, il faut que le régulateur de raideur puisse modifier les raideurs ou flexibilité de suspension sans gêner le correcteur de hauteur. En effet, lorsque les sphères d'un essieu sont isolées, il n'y a plus de communication entre la sphère droite et la sphère gauche.

Le correcteur doit pouvoir augmenter ou diminuer la quantité de LHM dans les circuits gauches et droits. Il faut rétablir la communication entre la gauche et la droite lors des variations d'assiette.

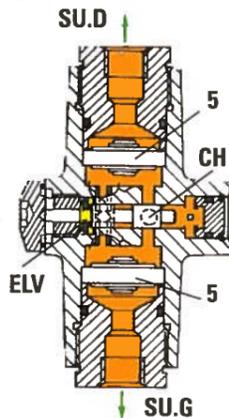
1/ régulateur - 2/ électrovanne
- Liaisons hydrauliques :
- SU.G/ suspensions gauches
- SU.D/ suspensions droites
- RR/ retour réservoir
- CAL/ calculateur
- HP/ haute-pression
- CH/ correcteur de hauteur





Vue de face : 1/ sphère additionnelle - 2/ corps - 3/ tiroir - 4/ clapet - 5/ amortisseurs - **Liaisons hydrauliques :** CH/ correcteur de hauteur - ELV/ électrovanne - SU.D/ éléments de suspension droite - SU.G/ éléments de suspension gauche

Vue de dessous suivant une coupe perpendiculaire :



Le tiroir du régulateur de raideur

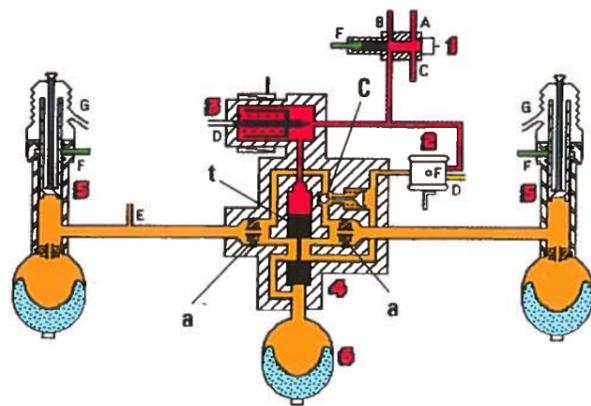
Commande activée, réponse "moelleux".

L'électrovanne étant activée, le tiroir (t) du régulateur de raideur est soumis à 2 forces : d'un côté, la haute-pression HP, de l'autre, la pression qui règne dans les cylindres de suspension. Nous appelons cette pression Ps (pression de suspension). HP est supérieure à Ps et par conséquent, le tiroir est verrouillé, en position "moelleux". Les 2 éléments de suspension et la sphère additionnelle communiquent entre eux.

Les 3 conséquences :

- un grand volume de gaz (2 sphères de suspension et la sphère additionnelle) donc **une suspension souple**,
- le passage du liquide par 4 amortisseurs, donc **un amortissement doux**,
- le passage du liquide d'un élément de suspension à un autre, donc **un anti-roulis doux**.

Lors d'une correction de hauteur en position "moelleux", le liquide passe directement par les amortisseurs (a) et alimente les cylindres de suspension. Le fonctionnement du clapet (c) est vu ultérieurement.



Etat "moelleux" hydractive II : 1/ vanne de sécurité - 2/ correcteur de hauteur - 3/ électrovanne - 4/ régulateur de raideur - 5/ cylindres de suspension - 6/ sphère additionnelle - a/ amortisseur - c/ clapet à bille - t/ tiroir

Liaisons hydrauliques : A/ haute-pression - B/ alimentation suspension avant - C/ alimentation freins avant - D/ retour d'utilisation - E/ alimentation freins arrière - F/ retour de fuites - G/ mises à l'air

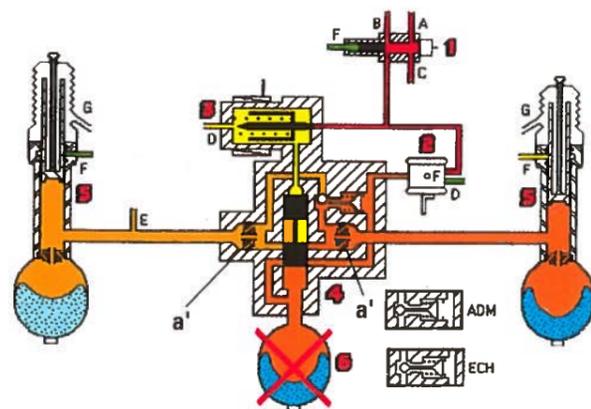
Position repos, réponse "ferme", virage à gauche.

L'électrovanne n'étant pas activée (repos), le tiroir (t) du régulateur de raideur est soumis d'un côté à la pression de suspension Ps, et de l'autre à la pression du réservoir Pr.

Puisque Ps est supérieure à Pr, le tiroir est en position "ferme". La sphère additionnelle est isolée, et la liaison principale entre les deux éléments de suspension est coupée.

Les 3 conséquences :

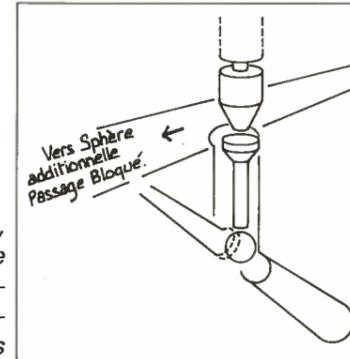
- un petit volume de gaz (sphère additionnelle isolée) donc **une suspension ferme**,
- le passage du liquide par les deux amortisseurs additionnels a' est bloqué donc **un amortissement ferme**.
- le passage du liquide d'un élément de suspension à l'autre est bloqué donc **un anti-roulis ferme**.



Etat "ferme" hydractive II

Le clapet à bille du régulateur de raideur : l'agent d'un carrefour à deux niveaux.

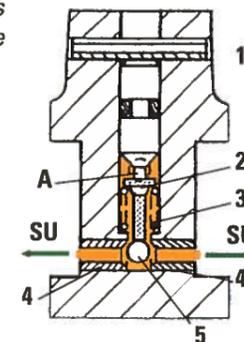
En état "moelleux", le correcteur de hauteur peut alimenter les cylindres. En effet, les liaisons hydrauliques ne sont pas bloquées. Par contre, en réglage "ferme", le tiroir du régulateur de raideur isole la sphère additionnelle et bloque le passage du liquide entre les deux sphères. Dans ce cas, sans clapet à bille, le correcteur de hauteur ne peut agir isolément du régulateur de raideur.



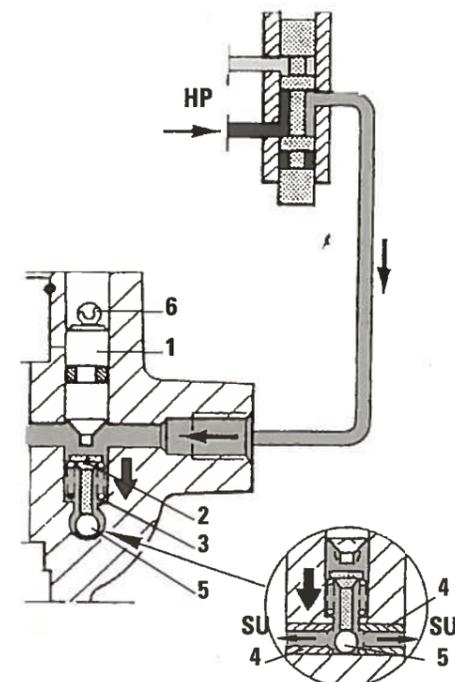
Les deux rôles du clapet à bille, en état ferme :

1. Relier les éléments de suspension au correcteur de hauteur (lorsqu'il y a correction de la garde au sol).
2. Isoler les 2 éléments de suspension lors d'une mise en appui (roulis).

1/ butée - 2/ tige de poussée - 3/ ressort - 4/ siège - 5/ bille - 6/ goupille
Liaisons hydrauliques : CH/ correcteur de hauteur - SU/ suspension - RR/ retour réservoir



Montée du véhicule : la voie vers les cylindres et suspension à l'état ferme.



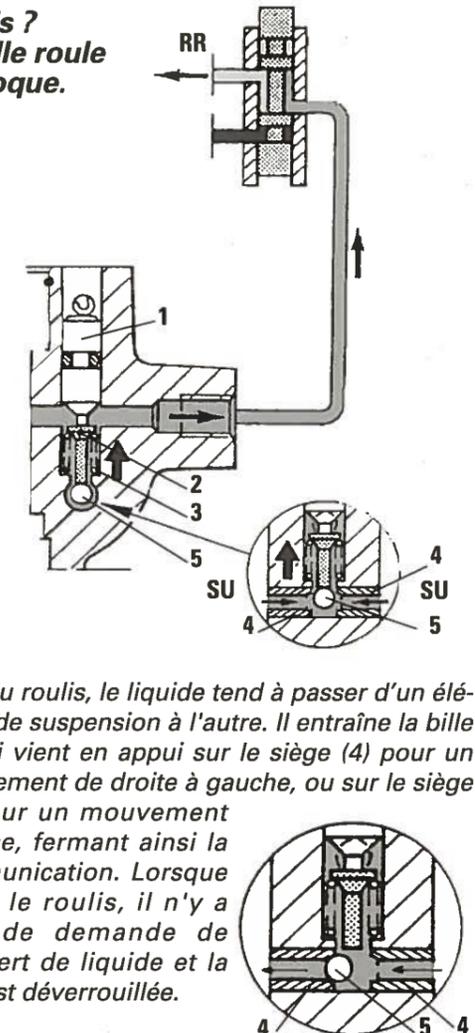
Lorsque le correcteur de hauteur commande la montée du véhicule, il envoie du LHM sous-pression dans les circuits. Le passage vers la sphère additionnelle étant bloqué, il ne reste au liquide que la voie du clapet à bille. Le LHM exerce donc une pression sur la tige de poussée (2). Elle comprime à son tour le ressort (3) et bloque la bille (5) au fond du clapet. Le liquide peut donc passer librement vers les cylindres de suspension.

Lorsque le correcteur de hauteur revient en position "neutre", le débit devient nul. La tige de poussée (2), sous l'action du ressort (3), vient en appui sur la butée (1) et déverrouille la bille.

Descente du véhicule : la voie vers le réservoir.

Lorsque le correcteur de hauteur commande la descente du véhicule, le liquide contenu dans les cylindres s'échappe vers le réservoir. La bille, sous l'effet du liquide refoulé vient en appui sur la butée. La bille est donc maintenue dans cette position et facilite le passage du LHM. A la fin de la correction, le débit devient nul et la bille est à nouveau libre.

Roulis ? La bille roule et bloque.

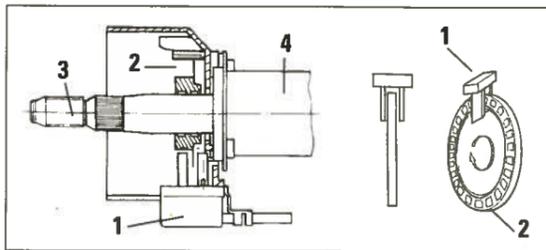


Lors du roulis, le liquide tend à passer d'un élément de suspension à l'autre. Il entraîne la bille (5) qui vient en appui sur le siège (4) pour un mouvement de droite à gauche, ou sur le siège (6) pour un mouvement inverse, fermant ainsi la communication. Lorsque cesse le roulis, il n'y a plus de demande de transfert de liquide et la bille est déverrouillée.

CAPTEURS ET CALCULATEURS

Cinq capteurs, cinq informations

Le capteur d'angle et de vitesse de rotation du volant.



1/ capteur - 2/ roue phonique - 3/ axe du volant
4/ colonne de direction

C'est un capteur d'angle opto-électronique monté sur la colonne de direction. Il permet de mesurer l'angle de rotation du volant. Le calculateur détermine la vitesse, le sens de rotation et le point "ligne droite" du volant. Il commande le passage en mode "ferme" selon l'amplitude des virages. Ainsi, le véhicule ne prend pas trop de roulis.

Le capteur de course de pédale d'accélérateur.

- 1/ vers le calculateur
- 2/ résistance variable
- 3/ capteur de pédale
- 4/ pédale d'accélérateur

Ce capteur est une résistance variable dont le curseur est commandé par la pédale. Il détermine ainsi les variations de la position de la pédale d'accélérateur.

Une accélération ou un lâcher de pédale rapides indiquent au calculateur de commander le passage en mode "ferme", afin de limiter le cabrage ou la plongée.

Le capteur de pression de freinage.

C'est un simple mano-contact qui se déclenche à 35 bar. En cas de freinage sec, le calculateur commande le passage en mode "ferme" afin d'éviter la plongée du véhicule.

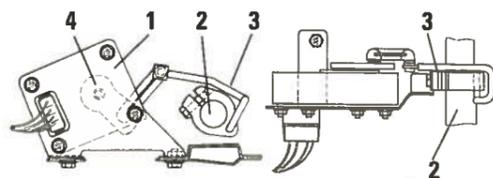
Le capteur de vitesse.

- 1/ câble de compteur
- 2/ bobinage - 3/ aimant

Ce capteur est monté sur le câble du compteur de vitesse. Il peut être magnétique (Hydractive I) ou à effet "Hall" (Hydractive II). Ses données permettent au calculateur de gérer le mode "ferme" ou "mœlleux".

En effet, les réactions du véhicule en termes de confort et de tenue de route, évoluent en fonction de la vitesse.

Le capteur de débattement de caisse.



1/ capteur - 2/ barre anti-roulis - 3/ biellette

Du même principe que le capteur-volant, le capteur de débattement de caisse signale l'état de la route. Si celle-ci est dégradée, le calculateur choisit ou non le passage en mode "ferme" afin de privilégier le confort.

L'interrupteur : une information supplémentaire

L'interrupteur sur la position sport, permet au conducteur :

- d'imposer le mode "ferme" permanent (Hydractive I : vitesse >30km/h)
- d'abaisser les seuils de passage "mœlleux/ferme" (Hydractive II).

Le calculateur : le cerveau de l'hydractive

Il permet, à partir des données des capteurs, de faire passer la suspension en mode "ferme" ou "mœlleux".

Photo : F. Faivre



L'anti-sursaut : pourquoi faire ?

Cette fonction est venue apporter une solution à un phénomène fort désagréable : le sursaut. Que se passerait-il en l'absence de l'anti-sursaut ?

Imaginons un scénario en quatre actes.

■ **Acte 1** : un véhicule lourdement chargé (bagages, passagers) vient de s'arrêter ; le contact est mis, la suspension est en mode mœlleux, l'électrovanne est excitée.

■ **Gros plan sur les sphères** : la pression de la sphère additionnelle est identique à celle des sphères droite et gauche,

■ **Acte 2** : le conducteur coupe le contact, l'électrovanne n'est plus excitée.

■ La sphère additionnelle est isolée.

■ **Acte 3** : les passagers descendent et vident le coffre.

La suspension hydropneumatique fonctionne, le correcteur de hauteur fait chuter la pression des sphères droite et gauche. La sphère additionnelle, toujours isolée, conserve sa pression initiale.

■ **Acte 4** : quelques temps plus tard, le conducteur reprend son véhicule et met le contact.

L'électrovanne, alimentée, met alors les 3 sphères en communication. Le gaz contenu dans la sphère additionnelle ayant une pression plus élevée que celui des sphères latérales, se détend. Le LHM reflue alors dans les cylindres de suspension : c'est le sursaut du véhicule !

Comme son nom l'indique, le système "anti-sursaut" va parer à cet inconvénient. Des contacteurs "fermetures portes" et "coffres" permettent l'alimentation du calculateur avant même que le contact du véhicule soit mis. De même, à la coupure du contact, un délai de temps d'alimentation est donné au calculateur. Celui-ci peut ainsi garder son autonomie et rester "réceptif" à tout événement concernant le véhicule, en marche ou non.

Aide mémoire

1. La suspension est plus lorsqu'une sphère additionnelle est connectée aux 2 sphères principales d'un même essieu.

2. L'amortissement est plus lorsque la communication hydraulique entre les deux éléments de suspension est coupée.

3. La suspension hydractive est une suspension à 2 états de et 2 états d'.....

4. Le calculateur électronique est un qui, grâce aux informations que lui fournissent des sur le comportement du véhicule.

5. Ce calculateur actionne électriquement les qui commandent le circuit de suspension, par l'intermédiaire du

6. Dans l'hydractive II, le de chaque essieu est commandé par une électrovanne intégrée.

7. Le régulateur de raideur est relié hydrauliquement aux cylindres de suspension ainsi qu'au d'un même essieu.

8. Lorsque la suspension est "ferme", l'anti-roulis est assuré par le qui coupe la communication entre les 2 éléments de suspension sauf lors d'une correction de hauteur.

Réponses : 1. mœlleuse - 2. important - 3. raideur / amortissement - 4. ordinateur / capteurs / antilock - 5. électrovannes / hydraulique / régulateur de raideur - 6. correcteur de hauteur - 7. clapet à bille

COIN EXPERT

Le F1 désactive la suspension active

Le mariage de l'hydraulique et de l'électronique a fait naître, pour les véhicules de tourisme, un heureux mélange de confort et de tenue de route. Ce mariage a eu lieu, lui aussi, dans le monde de la F1, avec tout son cortège de micro-ordinateurs, de capteurs et d'analyses de comportement routier. Pour le meilleur, les résultats sont là : garde au sol constante, roulis nul, confort sauvegardé. Même si, à ce très haut niveau de la compétition, le confort passe après l'efficacité, il représente un avantage indéniable pour le pilote qui doit rester 2 heures à un rythme très élevé. L'abaissement du véhicule est aussi un atout de taille. En ligne droite, il permet d'augmenter l'effet de sol. Pour les arrêts au stand, il facilite le changement des pneus.

Très évoluées, ces suspensions sont capables de réagir très rapidement, pour d'énormes sollicitations, tout en restant fiables et précises. Dans une courbe prise à 280 km/h, les 77,8 m parcourus en 1 seconde imposent à tout moment des conditions de roulage différentes. Courbes, variations de vitesse, accélérations et freinages, autant d'événements qui se succèdent à une fréquence affolante. Une complexité que gère un ordinateur embarqué relié à une multitude de capteurs de débattement et d'accéléromètres. Mais cette puissance électronique a son revers de médaille. Son coût et son poids sont du côté du pire. Ainsi, peu d'écuries peuvent se permettre d'équiper leurs prototypes de telles suspensions. Afin d'égaliser les chances de chacun et de relancer le suspens des courses de F1, la nouvelle réglementation technique de la saison 94 interdit ces dispositifs.

Des capteurs pour insectes.

Recherche du micro-climat le plus favorable, recherche de la nourriture, protection contre les ennemis, reproduction ... autant de comportements qui présupposent chez l'insecte des organes des sens très développés et un système nerveux correspondant. Regardons de près un insecte : son corps est recouvert de petits cils. Ceux-ci sont appelés "sensilles" et réunissent plusieurs "cellules sensorielles" ou capteurs. Tactiles, olfactifs, auditifs ou visuels, ces capteurs sont répartis sur toute la surface du corps et sont particulièrement abondants au niveau des antennes, des pièces buccales et des tarsi (membres). Par exemple, la lumière ne sera pas perçue que par les yeux ; toute la surface du corps est également sensible aux rayons lumineux.

De ces capteurs partent des fibres nerveuses qui envoient des influx vers le cerveau. Celui-ci les interprète et selon les informations reçues, va commander une réaction des organes moteurs. Cela ne vous rappelle rien ? Malgré les apparences, l'étude des suspensions ne serait pas si éloignée de celle de la nature !

Le diagnostic.

En cas de panne (allumage du témoin d'alerte), le calculateur nous indiquera l'origine du défaut. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser soit le boîtier à affichage numérique ou d'aide au diagnostic Elit (manuel de réparation).

Ces appareils nous permettent de lire la mémoire de défauts du calculateur et de faire des simulations de fonctionnement des différents capteurs. Ainsi, le diagnostic est grandement simplifié.

