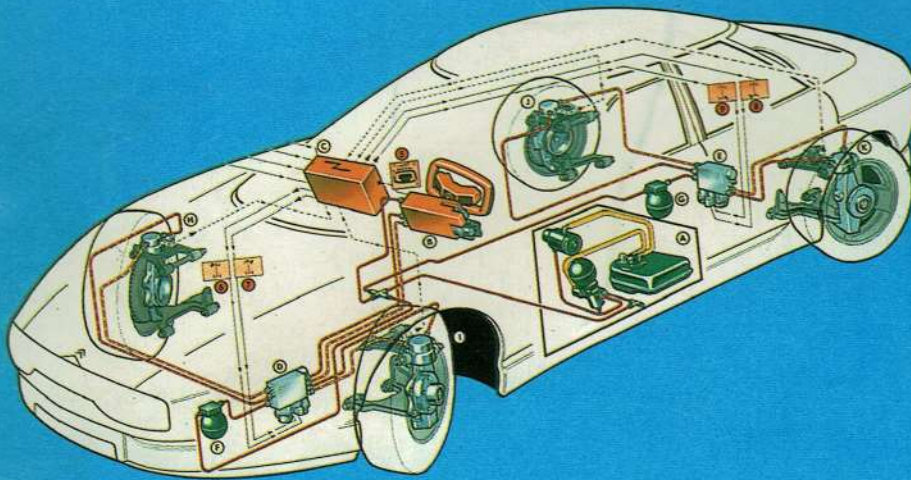


E. LÉSCAUT
DETA/MEC/SFH



CITROËN ACTIVA

DIRECTION A QUATRE
ROUES INDÉPENDANTES



hydraulique
et automobile

Automotive
hydraulics



ingénieurs de l'automobile



Suspension Active - Les différents concepts L'anti roulis actif du prototype Citroën Activa

André BARTHÉLÉMY - PSA Études et Recherches, Responsable : Liaison au sol - Freins - Hydraulique

ABSTRACT

Road vehicle suspensions must give a good riding comfort and a good road-holding essential for safety.

With conventional suspensions there are limits to comfort and dynamic road holding trade off. A choice must be done..

Generally it is aimed toward comfort for low power vehicles and toward road-holding for high power vehicles.

Active suspensions give us new technical possibilities to reach the best compromise.

In particular, the control of rolling movements is of major interest.

A review of different active suspension movements will be made, followed by the description of anti-roll system of the ACTIVA prototype.

1 . FONCTIONS QUE DOIT ASSURER LA SUSPENSION

Associée aux pneumatiques, aux essieux et aux sièges, la suspension d'un véhicule routier doit assurer les fonctions :

- Isoler le véhicule et plus précisément le passager des irrégularités de la route, constituées par les bosses, les creux, les pavés, les barrettes transversales, les sols gravillonneux.
- Contrôler les mouvements de caisse en pompage, tangage et roulis dans le domaine de fréquence compris entre 0 et 3 Hertz.
- Amortir les mouvements propres de la roue dans la plage de fréquence 12 à 16 Hertz, afin d'assurer le maintien du contact des pneumatiques avec le sol.
- Permettre une bonne filtration dans le domaine des hautes fré-

quences génératrices de bruits.

- Maintenir le véhicule à une hauteur moyenne pour assurer la garde au sol.

2 . LES DIFFERENTS SYSTEMES DE SUSPENSION :

2.1. SUSPENSION CONVENTIONNELLE (Figure1)

Elle est constituée d'un ressort métallique et d'un amortisseur reliant les moyeux porte roues à la caisse et généralement associés à des ressorts complémentaires pour assurer la fonction anti-roulis .

Cette solution simple, fiable et bon marché a bénéficié depuis son origine de nombreux perfectionnements tels que courses et flexibilités augmentées, frottements réduits, lois d'amortissement visqueux plus élaborées.

C'est la raison pour laquelle cette suspension équipe la très grande majorité de nos véhicules actuels.

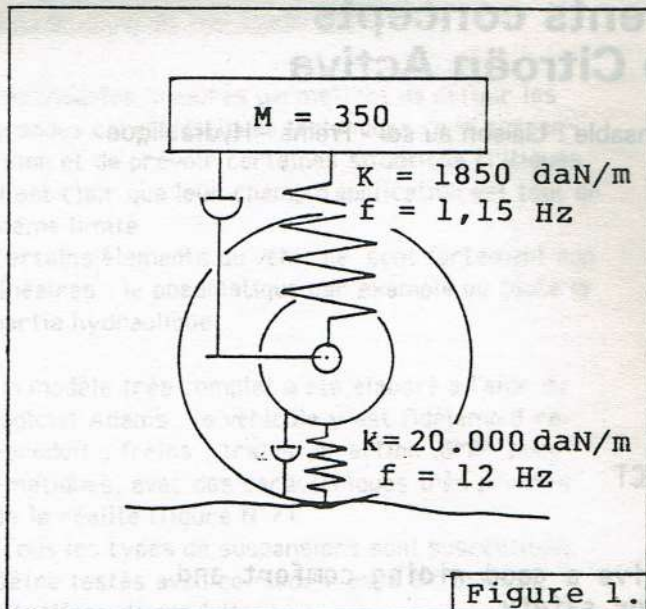


Figure 1.

2.2. SUSPENSION HYDROPNEUMATIQUE CITROEN

Dès 1953, CITROEN a développé sur un véhicule de série un nouveau concept l'HYDROPNEUMATIQUE utilisant deux fluides : un gaz inerte, l'azote, et un liquide, (Figure 2).

La masse de gaz, enfermée dans une sphère en acier, constitue le ressort.

Le liquide, une huile synthétique à l'origine puis minérale depuis 1966, assure trois fonctions :

- Liaison entre les éléments mobiles des essieux et le ressort pneumatique .
- Amortissement des mouvements de caisse et de la roue.

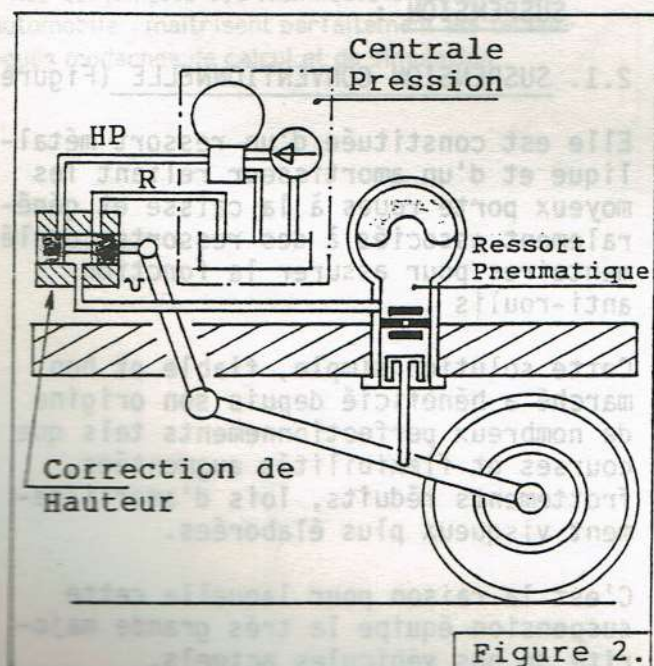


Figure 2.

- Correction de hauteur du véhicule

Cette correction automatique comprend, par essieu, un détecteur de hauteur, un distributeur hydraulique à tiroir linéaire et une centrale pression à centre fermé 140 - 175 bars.

Par rapport à la suspension conventionnelle, l'hydropneumatique apporte les avantages :

- . d'une garde au sol constante insensible à la charge.
- . de flexibilités élevées permettant un bon filtrage des inégalités de la route.

2.3. SUSPENSIONS ADAPTATIVES.

Il s'agit de systèmes dont les caractéristiques d'amortissement comprennent plusieurs états commutables automatiquement en fonction des actes du conducteur et de l'état de la route (Figure 3).

Ces systèmes permettent d'atténuer les mouvements de la caisse sur mauvaises routes et dans la période transitoire qui précède la situation stable du virage, de l'accélération et du freinage.

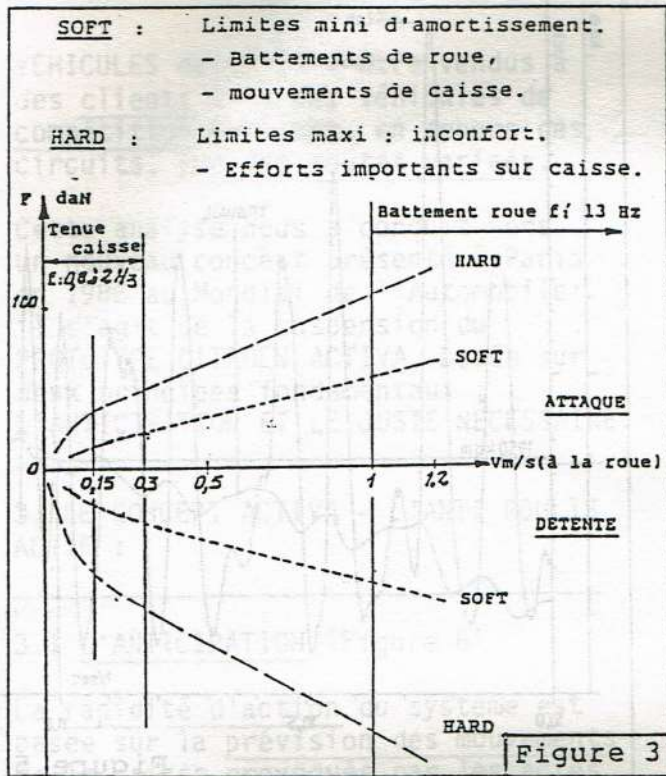
Généralement, deux lois d'amortissement SOFT et HARD sont utilisées.

Bien adapté aux conditions de roulage ce perfectionnement est un moyen supplémentaire permettant de mettre en valeur le compromis confort/ comportement routier.

Il faut en effet se rappeler les limites d'une suspension conventionnelle :

- Un amortissement faible choisi pour optimiser le confort, et suffisant dans la majorité des cas, peut devenir limite en comportement routier dans des situations exceptionnelles (manoeuvre d'évitement par exemple).
- Un excès d'amortissement favorable à la tenue de route pénalise le filtrage de la suspension .

Lorsqu'on ne dispose que d'un seul réglage, c'est le cas des suspensions classiques, on choisit généralement :



- un réglage TYPE CONFORT pour les faibles motorisations,
- et un réglage TYPE COMPORTEMENT pour les véhicules performants.

L'intérêt de l'amortissement variable est qu'il permet de globaliser sur un même véhicule à la fois les avantages des réglages confort et comportement.

Sur le prototype ACTIVA les caractéristiques intrinsèques du principe de base CITROEN, décrit plus haut ont permis de concevoir un système encore plus performant basé à la fois sur un amortissement et une raideur variables.

Toutefois l'amortisseur ne peut que freiner les mouvements dans les périodes transitoires et le ressort ne peut que réduire les inclinaisons de la caisse dans les situations stables du virage, de l'accélération et du freinage constants.

Si bien que si l'on veut perfectionner plus encore le système et supprimer totalement les inclinaisons de la caisse consécutives aux effets dynamiques et aux forces d'inertie il faut injecter dans la suspension des forces d'appoint ne pouvant provenir que d'une source d'énergie extérieure.

C'est ce que l'on appelle une SUSPENSION ACTIVE.

2.4. SUSPENSION ACTIVE

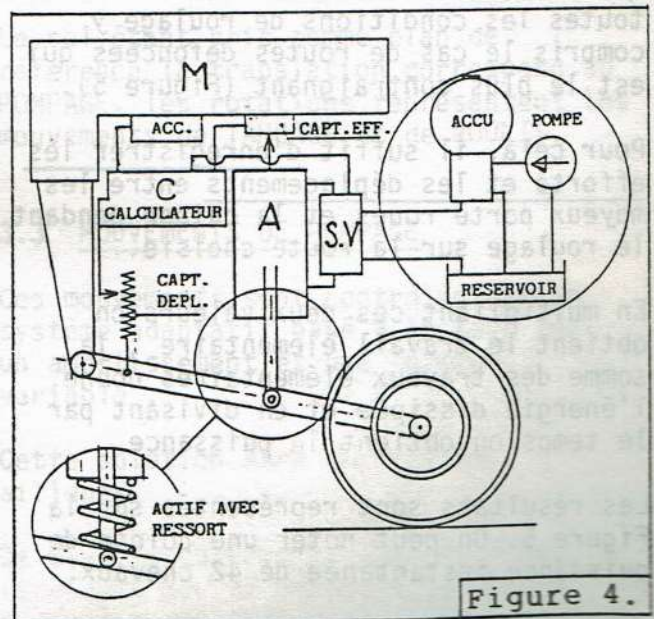
2.4.1. SYSTEME ACTIF PUR :

Il s'agit là l'un système qui réagit indirectement à la charge appliquée, de façon irréversible suivant des modalités qui lui sont transmises par un calculateur électronique et avec un apport de puissance provenant d'une source d'énergie extérieure.

C'est ce qui le distingue des autres systèmes que nous venons de rappeler et que les spécialistes de la suspension appellent "réactifs" parce qu'ils réagissent directement aux efforts appliqués.

Le système actif pur comprend (Figure 4) :

- 4 actionneurs double effet pilotés par des servo-valves remplaçant à la fois les ressorts et les amortisseurs.
- 14 capteurs au minimum, soit trois capteurs par roues relevant le déplacement, la charge, l'accélération et 2 capteurs placés au centre de gravité du véhicule pour relever les accélérations longitudinales et transversales.
- 1 calculateur électronique.



1 centrale hydraulique haute pression de forte puissance associée à un accumulateur d'énergie.

Des dispositifs complémentaires de sécurité pour identifier les défaillances et définir les stratégies de secours.

Les spécialistes s'accordent pour dire que le TEMPS DE REPONSE d'un tel système doit être de l'ordre de 1/1000 DE SECONDE. Autant dire que cette condition nous paraît très difficile à réaliser, même en utilisant des composants à très haute performance utilisés dans l'aéronautique dont le prix est très élevé.

Par ailleurs, les simulations mathématiques font apparaître des DISSIPATIONS D'ENERGIE TRES IMPORTANTES de l'ordre de 30 ch en moyenne sur mauvaise route avec des pointes de 45 ch, ce qui veut dire qu'il faut installer sur le véhicule une centrale hydraulique devant développer cette puissance.

Cela, nous semble INCONCEVABLE, aussi bien pour un VEHICULE DE SERIE que pour un VEHICULE DE COMPETITION.

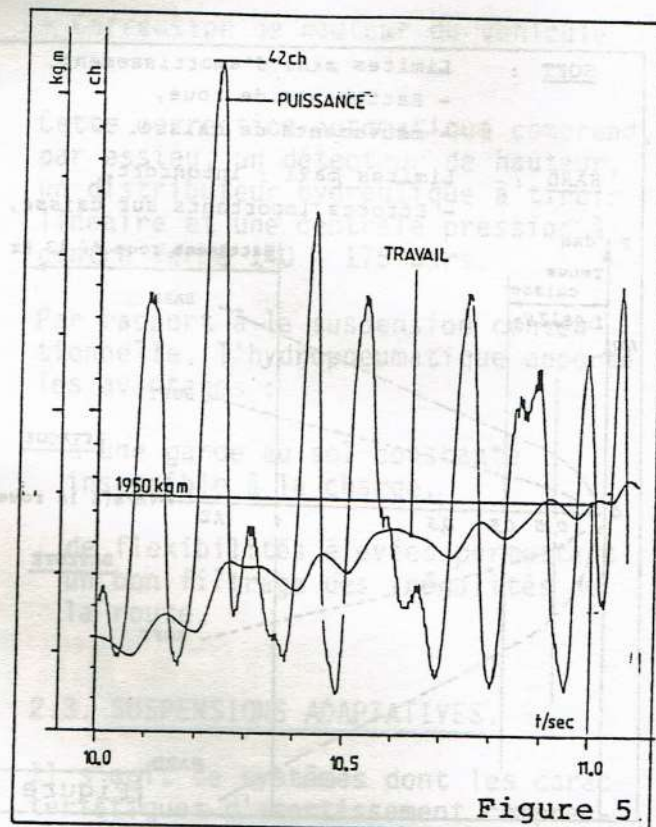
Pour confirmer ces valeurs calculées nous avons mesuré sur véhicule, la puissance qu'il était nécessaire d'injecter dans un tel système pour qu'il fonctionne correctement dans toutes les conditions de roulage y compris le cas de routes défoncées qui est le plus contraignant (Figure 5).

Pour cela, il suffit d'enregistrer les efforts et les déplacements entre les moyeux porte roues et la caisse pendant le roulage sur la route choisie.

En multipliant ces deux valeurs on obtient le travail élémentaire ; la somme des travaux élémentaires donne l'énergie dissipée et en divisant par le temps on obtient la puissance.

Les résultats sont représentés sur la Figure 5. On peut noter une pointe de puissance instantanée de 42 chevaux.

L'énergie dissipée pendant une seconde est de 1950 Kgm, ce qui correspond à une puissance moyenne de 26 chevaux.



On peut ainsi estimer que la suspension ACTIVE IRREVERSIBLE d'un véhicule circulant sur ce circuit, devrait être alimenté par une centrale pression de 26 CHEVAUX, les courtes demandes de puissance supplémentaire étant fournies par L'ACCUMULATEUR HYDRAULIQUE dont nous avons parlé dans la description du système.

2.4.2 SYSTEME ACTIF AVEC RESSORT

Ce système utilise tous les composants de l'actif pur, avec en plus, 4 ressorts passifs montés en parallèle entre les roues et le châssis, pour supporter la masse statique ou une partie de cette masse.

Par rapport au système actif pur il permet une réduction de la consommation d'énergie et une dégradation plus progressive des performances en cas de défaillance hydraulique ou électronique.

Toutefois ce système reste très cher, il dépense encore beaucoup d'énergie, 8 à 10 chevaux et il doit avoir un temps de réponse très court, de l'ordre de 1/1000 de seconde, pour offrir de bonnes performances dans toutes les conditions de roulage.

Aussi comme le système précédent il ne nous semble PAS APPLICABLE A DES

VEHICULES destinés à être vendus à des clients ni à des véhicules de compétition évoluant, en dehors des circuits, sur des routes variées.

Cette analyse nous a conduit vers un nouveau concept présenté à Paris en 1988 au Mondial de l'Automobile: il s'agit de la suspension du PROTOTYPE CITROEN ACTIVA, basée sur deux principes fondamentaux ; L'ANTICIPATION ET LE JUSTE NECESSAIRE.

3. LE CONCEPT ACTIVA - L'ANTI ROULIS ACTIF :

3.1 L'ANTICIPATION (Figure 6)

La rapidité d'action du système est basée sur la prévision des mouvements de la caisse provoqués par les actes du conducteur et par l'état de la route. Ces perturbations sont détectées dès leur origine par des capteurs, puis examinées par un ordinateur électronique qui définit la stratégie d'action et prépare le système hydraulique à agir, avant même que la caisse n'ait commencé à bouger du fait de son inertie.

En effet le temps qui s'écoule entre l'impulsion volant et le début d'inclinaison de la caisse est de l'ordre de 120 millisecondes comme on peut le remarquer sur la Figure 6, dans la manoeuvre d'évitement ou changement rapide de voie.

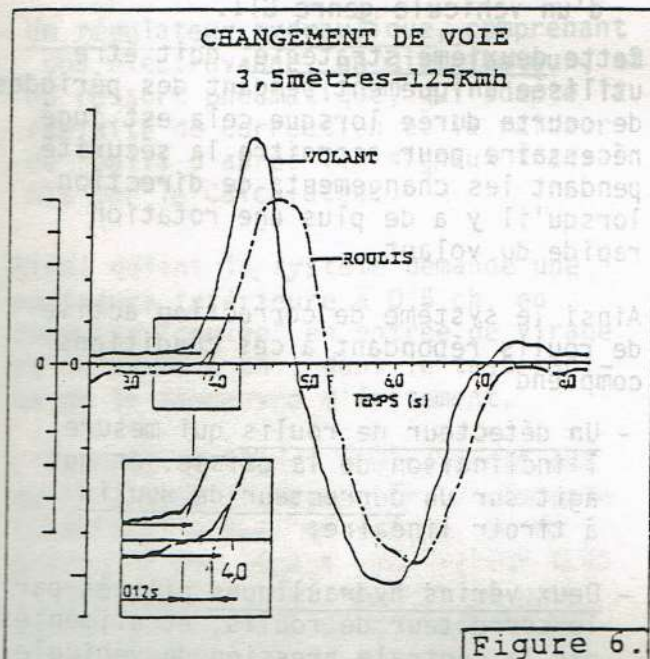


Figure 6.

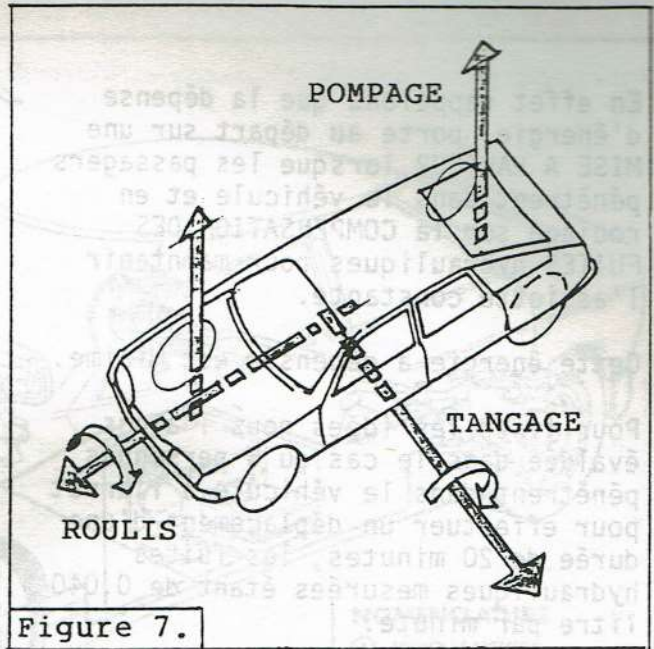


Figure 7.

3.2 LE JUSTE NECESSAIRE

Il faut entendre par là une RECHERCHE de la plus GRANDE EFFICACITE pour une dépense d'énergie et un prix de revient les plus réduits possible.

Après avoir examiné plusieurs possibilités nous sommes arrivés à la conclusion suivante. (Figure 7).

Au lieu de contrôler et de piloter le mouvement de chaque roue soit 4 translations verticales, il est PREFERABLE de prendre en compte trois mouvements UNE TRANSLATION ET DEUX ROTATIONS.

Le sol étant pris comme plan de référence la translation correspond au POMPAGE, les rotations représentent les mouvements de TANGAGE et de ROULIS.

3.3 MOUVEMENTS DE POMPAGE

Ces mouvements sont contrôlés par un système adaptatif basé à la fois sur un amortissement et une raideur variable .

Cette solution sera décrite par ailleurs.

De plus le concept de base CITROEN, reconduit sur ce véhicule permet d'obtenir une hauteur moyenne constante pour une très faible dépense d'énergie.

En effet rappelons que la dépense d'énergie, porte au départ sur une MISE A HAUTEUR lorsque les passagers pénètrent dans le véhicule et en roulage sur la COMPENSATION DES FUITES hydrauliques pour maintenir l'assiette constante.

Cette énergie à dépenser est minime.

Pour fixer les idées nous l'avons évaluée dans le cas ou 5 personnes pénètrent dans le véhicule à l'arrêt pour effectuer un déplacement d'une durée de 20 minutes, les fuites hydrauliques mesurées étant de 0,040 litre par minute.

On trouve une puissance moyenne dépensée de 5 Watts (inférieure à 0,01 ch) ce qui confirme bien une valeur très faible.

3.4 MOUVEMENTS DE TANGAGE (Figure 8)

En appliquant une GEOMETRIE PARTICULIERE aux essieux, il est possible d'annuler les mouvements de la caisse à l'accélération et au freinage, c'est à dire de supprimer les mouvements, de tangage et cela SANS APPORT D'ENERGIE EXTERIEURE ce qui répond à notre objectif.

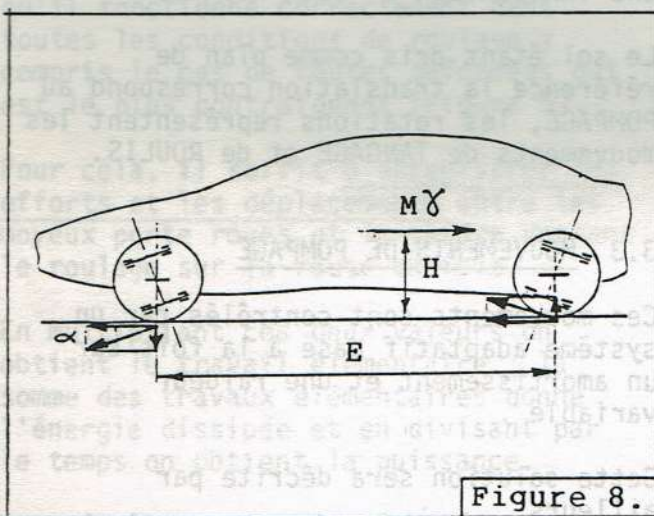


Figure 8.

Rappelons que pour réaliser cette condition il faut que les axes d'oscillation des triangles de suspension soient parallèles à la résultante des forces appliquées par le sol à la roue.

Comme l'indique la figure 8 si α est l'angle formé par l'horizontale et les axes des triangles, en période d'accélération, la condition est remplie

$$\text{lorsque } \operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{ExK} \text{ ou } H \text{ est la hauteur}$$

du centre de gravité, E l'empattement et K le pourcentage de couple moteur transmis par l'essieu.

L'application de ce principe n'est possible que lorsque l'essieu est moteur ou freineur. Autrement dit l'annulation des mouvements de tangage par la géométrie des essieux n'est totale qu'en quatre roues motrices : c'est bien le cas d'ACTIVA.

3.5 L'ANTI ROULIS ACTIF (Figure 9)

Pour répondre à L'OBJECTIF DU JUSTE NECESSAIRE l'analyse des différents cas de mise en roulis du véhicule nous a conduit à retenir DEUX STRATEGIES.

- Une stratégie confort basée sur une correction lente et sur une raideur de roulis faible pour la conduite "calme".
- Une stratégie performance obtenue par une correction rapide et dans laquelle la raideur de roulis sensiblement doublée correspond à celle d'un véhicule genre GTI.

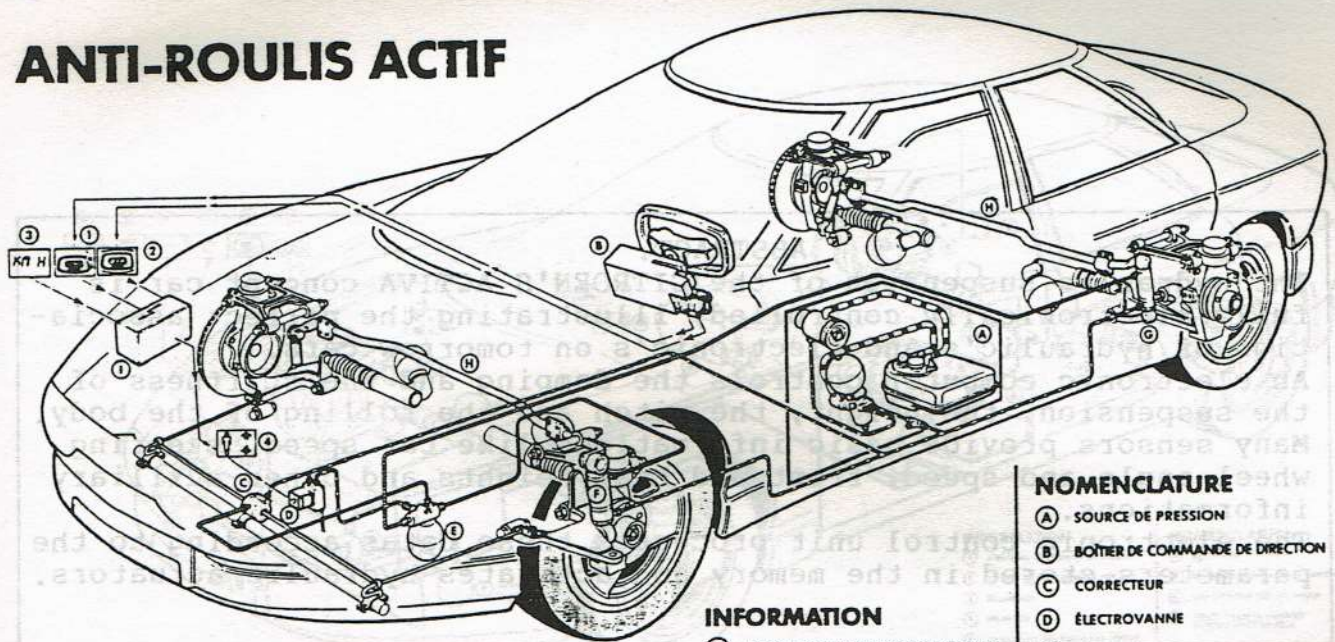
Cette deuxième stratégie, doit être utilisée uniquement pendant des périodes de courte durée lorsque cela est jugé nécessaire pour accroître la sécurité pendant les changements de direction lorsqu'il y a de plus une rotation rapide du volant.

Ainsi le système de correction active de roulis répondant à ces conditions comprend :

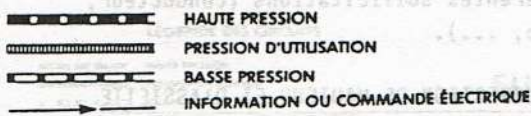
- Un détecteur de roulis qui mesure l'inclinaison de la caisse, et qui agit sur un correcteur de roulis à tiroir linéaire.
- Deux vérins hydrauliques pilotés par le correcteur de roulis, et alimentés par la centrale pression du véhicule.

CITROËN "ACTIVA"

ANTI-ROULIS ACTIF



LÉGENDE DES CIRCUITS



INFORMATION

- ① ANGLE DE BRAQUAGE DU VOLANT
- ② VITESSE DE ROTATION DU VOLANT
- ③ VITESSE DU VÉHICULE

COMMANDE

- ④ VERINS ANTI-ROULIS ACTIFS

NOMENCLATURE

- (A) SOURCE DE PRESSION
- (B) BOÎTIER DE COMMANDE DE DIRECTION
- (C) CORRECTEUR
- (D) ÉLECTROVANNE
- (E) RÉGULATEUR
- (F) VÉRIN ANTI-ROULIS ACTIF AVANT
- (G) VÉRIN ANTI-ROULIS ACTIF ARRIÈRE
- (H) BARRE ANTI-ROULIS
- (I) CALCULATEUR ÉLECTRONIQUE

Figure 9.

- Un calculateur électronique qui définit la stratégie à adopter en fonction des informations qui lui sont transmises par un capteur vitesse voiture et un capteur qui mesure l'angle et la vitesse de rotation du volant.
- Un régulateur hydraulique, comprenant une électrovanne, un distributeur, et un ressort pneumatique, qui adapte la rapidité de correction et la raideur de roulis d'après les signaux transmis par le calculateur.

Ainsi défini le système demande une puissance inférieure à 0,5 ch. en conduite "coulée" en entrée de virage et moins de 1 ch., dans le test rapide de la manoeuvre d'évitement.

L'intérêt de l'anti roulis actif est qu'il permet de maintenir le véhicule **TOTALEMENT A PLAT** en virage, ou de provoquer une légère **INCLINAISON VERS L'INTERIEUR**, ce qui apporte un gain sensible à la fois en confort et en comportement.

CONCLUSION.

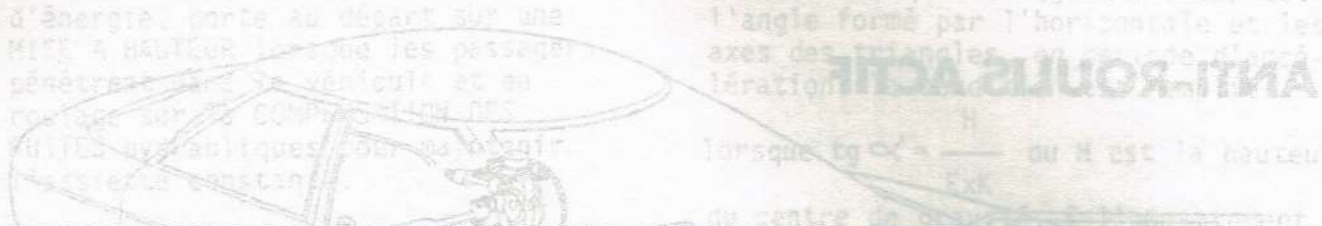
Bien que les suspensions conventionnelles aient largement progressé au cours de ces dernières années, la maîtrise du comportement routier, la recherche de la sécurité et du confort des passagers ont conduit les spécialistes de la suspension à concevoir des solutions plus performantes que celles permises par la simple utilisation de l'ensemble ressort/amortisseur.

Les suspensions adaptatives, à amortissement et raideur variables, constituent une première étape permettant de mettre en valeur le compromis **CONFORT/TENUE DE ROUTE**.

Le développement des **SUSPENSIONS ACTIVES**, répondant aux objectifs énergétique, fonctionnel et économique, représente la prochaine étape de progrès, en particulier dans la maîtrise des attitudes du véhicule soumis aux effets dynamiques et aux forces d'inertie.

Le pilotage électronique de la suspension hydraulique du prototype de recherche Citroën Activa

Jean-Claude de FREMINVILLE - PSA Études et Recherches, Responsable Électronique appliquée à la Mécanique



ABSTRACT.

The hydraulic suspension of the CITROEN'S ACTIVA concept car is fully electronically controlled, illustrating the perfect association of hydraulic's and electronic's on tomorrow cars.

An electronic computer controls the damping and the stiffness of the suspension, the height, the pitch and the rolling of the body. Many sensors provide basic informations like car speed, steering wheel angle and speed, front and rear heights and other auxiliary informations.

The electronic control unit processes these datas according to the parameters stored in the memory and activates hydraulic actuators.

1. INTRODUCTION

Le prototype ACTIVA de CITROEN, synthèse de recherches et d'analyses techniques, spécialement en matière de comportement routier, préfigure le mariage de deux technologies, l'hydraulique haute pression et l'électronique embarquée, constituant une solution riche de promesses en matière de confort, de tenue de route, d'agrément de conduite et de sécurité.

L'un des centres de calcul électronique, couplé avec la centrale hydraulique, gère toutes les fonctions de suspension. C'est ce pilotage électronique de la suspension qui est décrit dans les chapitres ci-dessous.

2. LES FONCTIONS DE SUSPENSION PILOTEES ELECTRONIQUEMENT

Le centre de calcul électronique de suspension gère en temps réel les trois fonctions suivantes :

- . correction de hauteur et d'assiette cartographique
- . flexibilité et amortissement variables
- . anti-roulis actif

à partir d'informations fournies par un certain nombre de capteurs judicieusement placés de façon à anticiper au mieux les réactions du véhicule aux

différentes sollicitations (conducteur, route, ...).

3. CORRECTION DE HAUTEUR ET D'ASSIETTE CARTOGRAPHIQUE

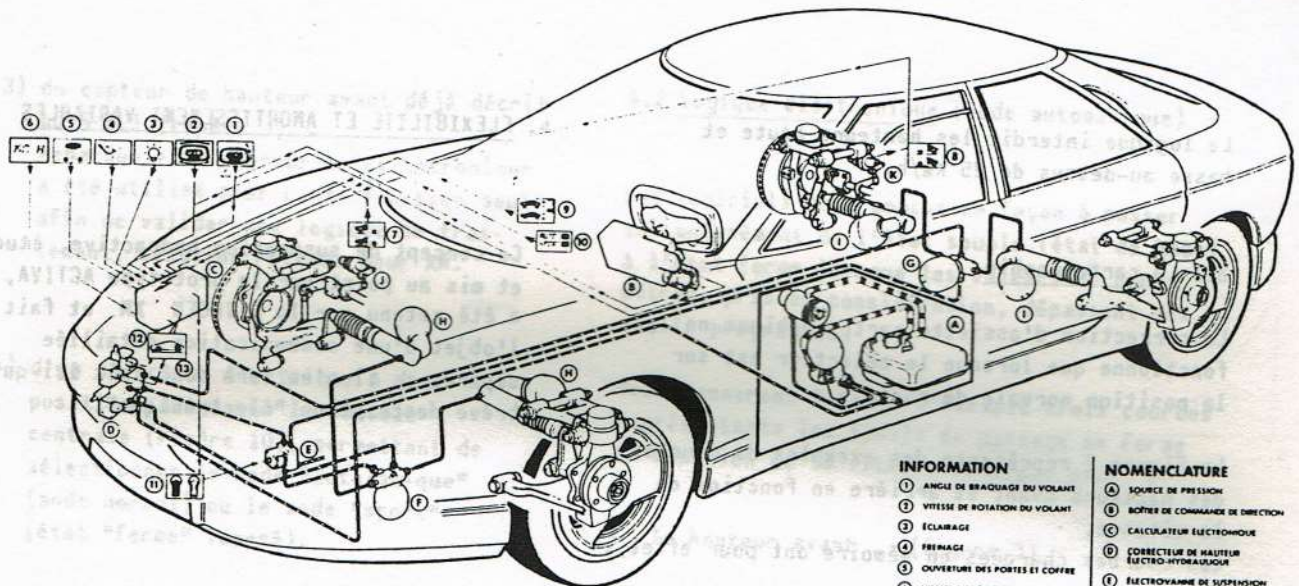
Ce dispositif électro-hydraulique à mémoire cartographique permet :

- 1) de maintenir automatiquement le véhicule à la hauteur sélectionnée par le conducteur, quelle que soit la charge.
- 2) de faire varier automatiquement les hauteurs avant et arrière, indépendamment l'une de l'autre, en fonction de la vitesse du véhicule, ceci afin d'optimiser l'assiette du véhicule, donc le Cx à grande vitesse.
- 3) de tenir compte des situations particulières en introduisant des corrections adaptées.

3.1 Constitution (voir figure 1)

Le dispositif de correction de hauteur et d'assiette comprend :

- 1) un capteur de hauteur avant (repère J) et un capteur de hauteur arrière (repère K), actionnés respectivement par les barres anti-devers avant et arrière (l'information est prise au milieu de chaque barre). Ces capteurs sont des potentiomètres dont les signaux analogiques sont convertis en signaux numériques par des convertisseurs 8 bits.



LÉGENDE DES CIRCUITS

- HAUTE PRESSION
- PRESSION D'UTILISATION
- BASSE PRESSION
- INFORMATION OU COMMANDE ÉLECTRIQUE

SUSPENSION PILOTÉE

Fig. 1

INFORMATION

- ① ANGLE DE BRAQUAGE DU VOLANT
- ② VITESSE DE ROTATION DU VOLANT
- ③ ÉCLAIRAGE
- ④ FREINAGE
- ⑤ OUVERTURE DES PORTES ET COFFRE
- ⑥ VITESSE DU VÉHICULE
- ⑦ HAUTEUR AVANT DU VÉHICULE
- ⑧ HAUTEUR ARRIÈRE DU VÉHICULE

SÉLECTION

- ⑨ HAUTEUR DU VÉHICULE
- ⑩ MODE DE SUSPENSION AUTOMATIQUE - SPORT

COMMANDE

- ⑪ COMMANDE DES RÉGULATEURS DE SUSPENSION
- ⑫ CORRECTION CARBOGRAPHIQUE DES HAUTEURS AVANT ET ARRIÈRE EN FONCTION DE LA VITESSE DU VÉHICULE

NOMENCLATURE

- A SOURCE DE PRESSION
- B BÔTE DE COMMANDE DE DIRECTION
- C CALCULATEUR ÉLECTRONIQUE
- D CORRECTEUR DE HAUTEUR ÉLECTRO-HYDRAULIQUE
- E ÉLECTROVANNE DE SUSPENSION
- F RÉGULATEUR DE SUSPENSION AVANT
- G RÉGULATEUR DE SUSPENSION ARRIÈRE
- H BLOCS DE SUSPENSION AVANT
- I BLOCS DE SUSPENSION ARRIÈRE
- J CAPTEUR DE HAUTEUR AVANT
- K CAPTEUR DE HAUTEUR ARRIÈRE

2) un capteur de vitesse véhicule (repère 6) monté sur la boîte de vitesses, de type à réluctance variable ; il délivre un signal sinusoïdal dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse.

3) un sélecteur de hauteur électrique placé dans l'habitacle (repère 9), accessible au conducteur ; il comporte quatre positions :

- normale, pour le roulage habituel
- mi-haute, pour une utilisation type piste
- haute, pour le franchissement d'obstacles
- basse, pour des cas spécifiques.

4) un calculateur électronique numérique à microcontrôleur (INTEL 8751), placé sous le capot moteur (repère C).

5) quatre électrovannes de correction de hauteur regroupées dans un bloc hydraulique (repère D) : deux d'entre elles assurent les montées avant et arrière, les deux autres assurant les descentes avant et arrière.

6) un manocontact, situé sur le bloc hydraulique, permettant d'inhiber toute correction lorsque la pression hydraulique est insuffisante.

Le calculateur reçoit en outre les informations suivantes :

- contacts d'ouverture des portes et du coffre (repère 5), afin de permettre la remise à hauteur normale du véhicule après chargement ou déchargement.
- éclairage (repère 3), afin d'adapter l'assiette du véhicule à l'inclinaison du faisceau des phares.

Le pilotage électronique de la suspension hydraulique du prototype de recherche Citroën Activa

Jean-Claude de FREMINVILLE - PSA Studies et Recherche, Responsable de l'ACTIVA

La logique interdit les hauteurs haute et basse au-dessus de 25 Km/h.

3.2 La cartographie

La correction d'assiette cartographique ne fonctionne que lorsque le sélecteur est sur la position normale de route.

La figure 2 représente des exemples de courbes des hauteurs avant et arrière en fonction de la vitesse.

Les courbes chargées en mémoire ont pour effet :

- de monter l'avant et l'arrière du véhicule à l'arrêt (environ 40mm), afin de faciliter la montée et la descente des passagers, d'une part et de protéger la carrosserie, d'autre part.
- de faire plonger progressivement l'avant du véhicule lorsque la vitesse augmente, afin d'améliorer le Cx.

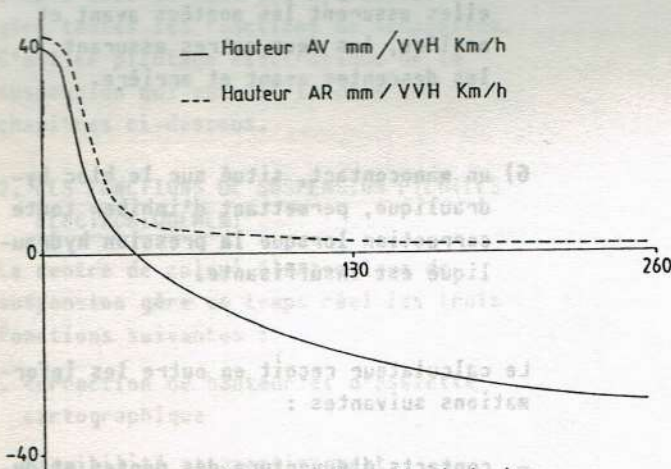


Fig. 2 Cartographie de hauteur

4. FLEXIBILITE ET AMORTISSEMENT VARIABLES

Ce concept de suspension hydractive, étudié et mis au point sur le prototype ACTIVA, a été retenu sur la CITROËN XM et fait l'objet d'une communication détaillée séparée ; il n'en sera donc fait ici qu'une brève description "électronique".

4.1 Constitution

Ce dispositif, qui permet d'obtenir deux états de flexibilité et d'amortissement, l'un "souple", l'autre "ferme", se compose (voir figure 1) :

- 1) du capteur vitesse véhicule déjà décrit au § 3.1 (repère 6)
- 2) d'un capteur d'angle et de vitesse volant (repères 1 et 2) placé sur le boîtier de commande de direction (repère B).

C'est un capteur optoélectronique incrémental comportant 360 fenêtres par tour volant et délivrant deux signaux rectangulaires déphasés de 90 degrés électriques.

Afin d'éviter tout réglage, ce capteur ne délivre aucune référence par rapport à la ligne droite ; la ligne droite est calculée par logiciel dans la centrale électronique.

3) du capteur de hauteur avant déjà décrit au § 3.1 (repère J).

Remarque : un capteur optoélectronique a été utilisé pour cette fonction seule afin de valider une logique de traitement, solution retenue pour XM.

4) d'un sélecteur électrique à deux positions situé sur la console centrale (repère 10), permettant de sélectionner le mode "automatique" (mode normal) ou le mode "sport" (état "ferme" imposé).

5) d'un calculateur électronique numérique du même type que celui déjà cité au § 3.1 (repère C), avec une carte spécifique (microcontrôleur INTEL 8751)

6) d'une électrovanne de commande des régulateurs de suspension (repère E), tout ou rien, à très faible temps de réponse (quelques ms).

Des informations supplémentaires ont été traitées en vue d'application sur XM :

- mouvements de la pédale d'accélérateur
- pression de freinage.

4.2 Logique électronique (mode automatique)

Les logiciels sont conçus de façon à passer instantanément de l'état souple (état de base) à l'état ferme lorsque les valeurs de paramètres, pris en considération, dépassent des seuils programmés.

Nous donnerons à titre d'exemple trois courbes représentant les seuils de passage en ferme en fonction de la vitesse véhicule pour :

- la hauteur avant (figure 3)
- l'angle volant (figure 4)
- la vitesse volant (figure 5)

Fig. 3

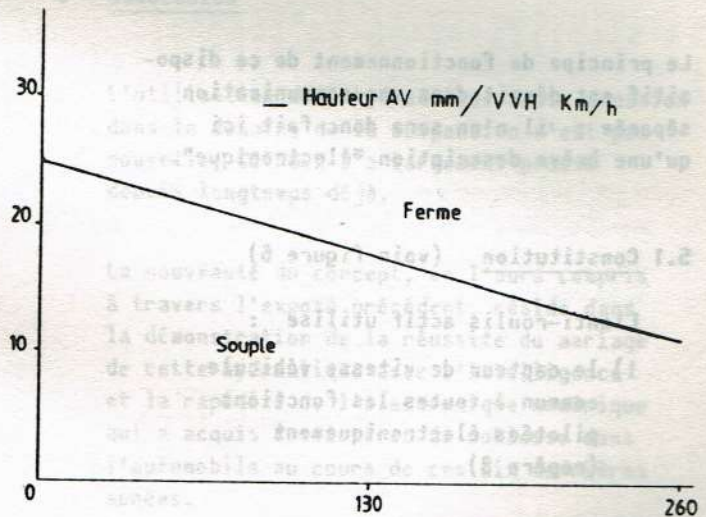


Fig 3 $H_{AV} = f(VVH)$

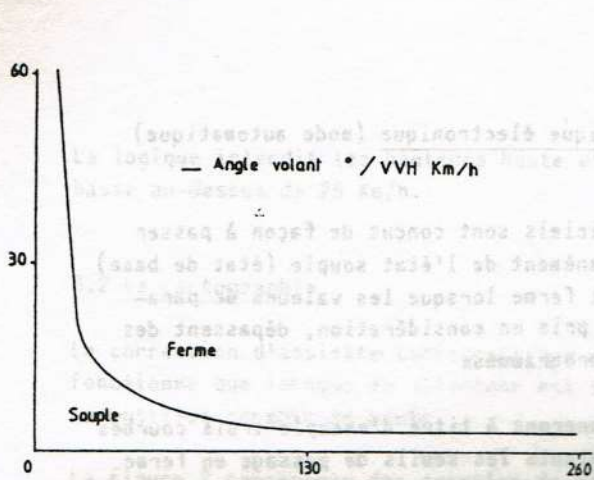


Fig 4 $\alpha_v = f(VVH)$

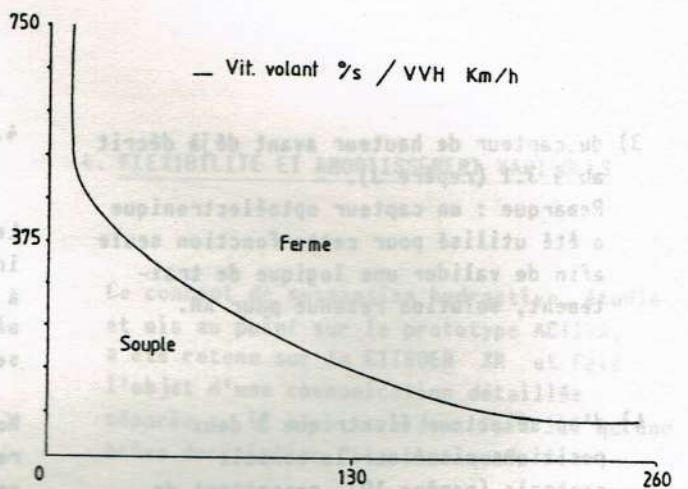


Fig 5 $\frac{d\alpha_v}{dt} = f(VVH)$

5 - ANTI-ROULIS ACTIF

Le principe de fonctionnement de ce dispositif est décrit dans une communication séparée ; il n'en sera donc fait ici qu'une brève description "électronique".

5.1 Constitution (voir figure 6)

L'anti-roulis actif utilise :

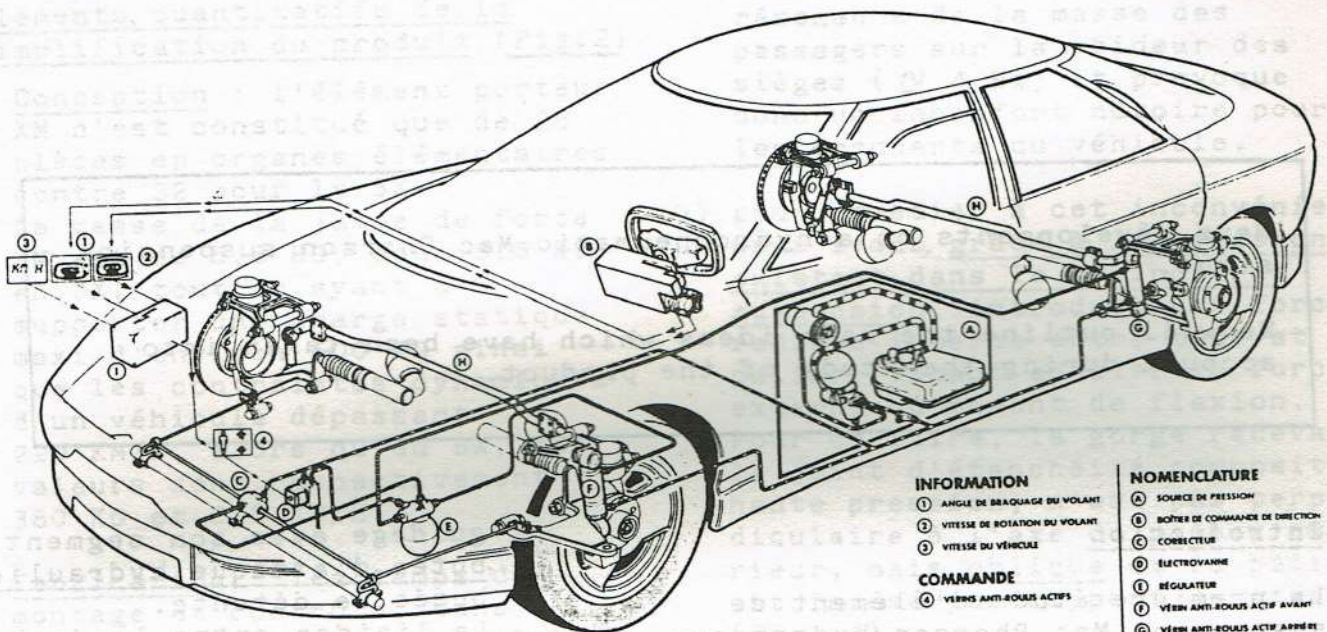
- 1) le capteur de vitesse véhicule commun à toutes les fonctions pilotées électroniquement (repère 3)
- 2) le capteur d'angle et de vitesse volant de la suspension hydraactive (repère 1 et 2)

- 3) le calculateur électronique de la suspension hydraactive (repère 1) le même microcontrôleur gérant les deux fonctions.

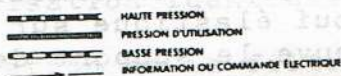
Il comprend en outre :

- 4) une électrovanne de commande des circuits hydrauliques (repère D), du même type que celle qui est utilisée pour la suspension hydraactive (tout ou rien, quelques ms. de temps de réponse).

CITROËN "ACTIVA"



LÉGENDE DES CIRCUITS



INFORMATION

- ① ANGLE DE BEAQUAGE DU VOLANT
- ② VITESSE DE ROTATION DU VOLANT
- ③ VITESSE DU VEHICULE

COMMANDE

- ④ VERINS ANTI-ROULIS ACTIFS

NOMENCLATURE

- A SOURCE DE PRESSION
- B BOITIER DE COMMANDE DE DIRECTION
- C CORRECTEUR
- D ELECTROVANNE
- E REGULATEUR
- F VERIN ANTI-ROULIS ACTIF AVANT
- G VERIN ANTI-ROULIS ACTIF ARRIERE
- H BARRE ANTI-ROULIS
- I CALCULATEUR ELECTRONIQUE

ANTI-ROULIS ACTIF

Fig. 6

5.2 Logique électronique

Le principe de déclenchement de la fonction anti-roulis actif à partir des informations volant est identique à celui de la suspension hydraactive (voir § 4.2)

Les courbes programmées (angle et vitesse volant en fonction de la vitesse véhicule) sont très similaires à celles des figures 4 et 5

Une temporisation sur l'angle et la vitesse volant maintient la commande de l'électrovanne quelques secondes après disparition de l'évènement.

6 - CONCLUSION

L'utilisation de l'hydraulique haute pression dans le domaine de la suspension n'est pas nouvelle, CITROËN l'a largement prouvé depuis longtemps déjà.

La nouveauté du concept, on l'aura compris à travers l'exposé précédent, réside dans la démonstration de la réussite du mariage de cette hydraulique avec l'intelligence et la rapidité de l'électronique numérique qui a acquis ses lettres de noblesse dans l'automobile au cours de ces dix dernières années.

Des capteurs bien choisis et judicieusement placés (les sens), des actionneurs simples et rapides commandent les circuits hydrauliques (les muscles), le tout associé à un cerveau électronique parfaitement organisé (l'intelligence), constitue à l'évidence un ensemble envié de haut niveau comparable à celui formé par "la tête et les jambes".