

Révolutionnaire

Xantia Activa, un penchant

Avec Xantia Activa, le rêve devient réalité. Supprimer l'inclinaison de la carrosserie en virage a depuis longtemps été recherché par les constructeurs. Citroën, une fois de plus, fait avancer l'Automobile avec son système de contrôle actif de roulis appliqué à la Xantia.

L'association de l'électronique et de l'hydraulique a permis cette réalisation déjà à l'étude... à l'époque de la DS et du père de l'hydraulique M. Magès.

Le contrôle ACTIF du roulis

Présentée en première internationale au Mondial de l'automobile de Paris, la firme au double chevron innove encore en montant sur une Xantia 16 soupapes, baptisée "Activa" pour faire référence au prototype Activa 2 de 1990, un Système Citroën de Contrôle Actif du Roulis : le SC CAR.

En fait, au delà du système lui-même, le grand pas en avant réside dans la commercialisation de ce dispositif en série sur une voiture. Par sa suspension hydraulique, Citroën dispose d'une source haute pression qui alimente en permanence les systèmes hydrauliques que sont la direction assistée, les freins, et la suspension elle-même. Depuis toujours la tenue de route de ses voitures a été un souci majeur pour la marque au double chevron qui s'est forgé une solide réputation dans ce domaine, les trains roulants et la sécurité active de ses modèles étant toujours de très haut niveau.

Pour aller encore plus loin en matière de tenue de route, en parti-

culier en virage, il faut ou plutôt il fallait supprimer le roulis c'est à dire supprimer l'inclinaison de la carrosserie. En effet le roulis a pour conséquence d'altérer l'adhérence des pneumatiques sur le sol. Les roues se "couchent", il y a augmentation de la dérive du pneu et abaissement de la limite d'adhérence.

Virer à plat, c'est à dire sans inclinaison de la carrosserie, c'était le problème à résoudre pour augmenter l'adhérence des quatre roues et par là la tenue de route et la sécurité dite active.

Citroën y a travaillé longtemps, mais c'est parce qu'il y a "connexion" de l'électronique à l'hydraulique que l'anti-roulis actif est devenu une réalité... industrielle découlant sur une production en série.

L'avancée technique de ce système SC CAR fait prendre un nouveau "virage" à l'Automobile, elle concerne la liaison au sol et porte à un niveau jamais atteint pour un véhicule de série la maîtrise des mouvements oscillants-transversaux de caisse appelé roulis.

La suspension hydraulique.

Dans notre dossier 40 ans d'hydraulique, nous décrivons son fonctionnement au niveau de la sphère et du correcteur de hau-



teur qui sont les éléments clés de cette suspension. Avec cette suspension, les mouvements oscillants de caisse, transversaux (roulis), sont limités par la présence de deux barres travaillant en torsion et appelées barres anti-roulis ou anti-dévers. L'une relie les deux demis essieux avant et l'autre les deux demis essieux arrière. Pour un même essieu il y a libre circulation du liquide hydraulique d'une sphère vers la sphère opposée. En virage serré, il y a transfert de liquide de la roue chargée (extérieure) vers la roue délestée (intérieure).

La suspension Hydractive

Evolution récente de la suspension hydraulique, elle s'en distingue par un raffermissement dans certaines conditions de roulage sévères afin de minimiser les mouvements de carrosserie. En fait elle se caractérise par la présence de deux suspensions en une et il y a passa-

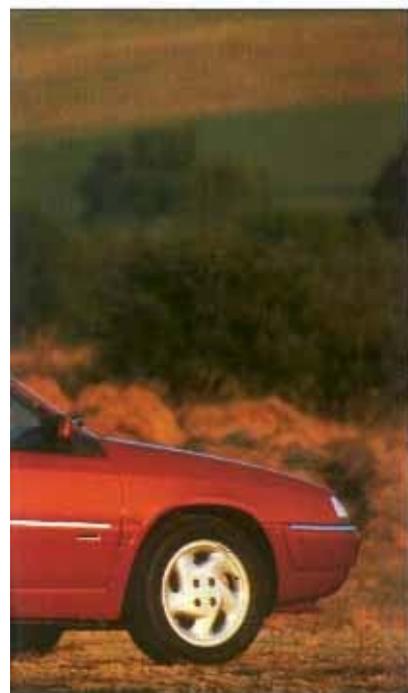


Les très performants Michelin 205.55 R15 XGTV montés sur des jantes spécifiques équipent la Xantia Activa.

ge de l'une à l'autre automatiquement par anticipation sur les mouvements de caisse.

Le transfert de l'une à l'autre suspension et donc des caractéristiques de celle-ci est réalisé pour ce qui concerne la flexibilité, en corrigeant le volume de gaz sur lequel repose la carrosserie, et pour l'amortissement en adaptant le nombre des

naîtrisé



amortisseurs actifs laminant le passage du liquide hydraulique. Plus le volume de gaz est grand et les amortisseurs actifs nombreux, plus la flexibilité de suspension est importante et l'amortissement réduit.

Un calculateur gère le système en fonction des renseignements qui lui sont fournis et choisit l'état de suspension le mieux adapté aux conditions de roulage. Les informations transmises au calculateur sont l'angle et la vitesse de rotation du volant de direction, la pression de freinage appliquée aux roues avant, la rapidité d'action (relachement ou enfoncement) sur la pédale d'accélérateur, l'amplitude et la vitesse des débattements verticaux de carrosserie et la vitesse du véhicule. Deux barres anti-roulis contrôlent le roulis et en comparaison de la suspension hydropneumatique classique, en virage prononcé, il y a passage à l'état ferme et verrouillage de la liaison hydraulique entre les deux sphères d'un même essieu. Ceci a pour

Description

L'électronique

Communs aux fonctions "hydraulique" et "SC-CAR", deux capteurs transmettent à un calculateur trois informations : l'angle et la vitesse de rotation du volant de direction, la vitesse du véhicule. Dans le calculateur, est prévu un étage propre à chacune des fonctions et son exploitation est indépendante.

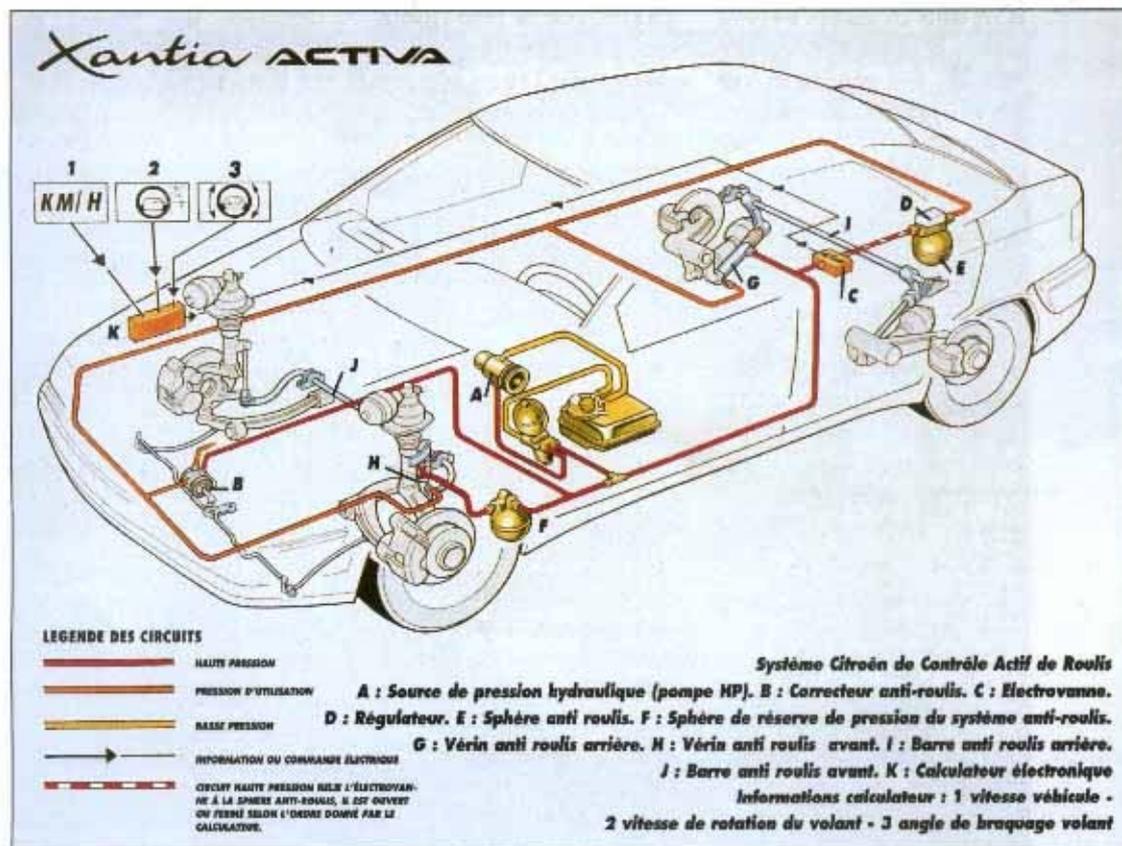
L'étage affecté au contrôle actif de roulis provoque, suivant une stratégie différente en fonction de la vitesse du véhicule, une augmentation de la raideur de roulis en virage en agissant sur une électrovanne.

L'hydraulique

Le liquide hydraulique utilisé à des pressions élevées pour la fonction anti-roulis actif provient du dispositif alimentant la direction, les freins et la suspension. Il est canalisé par un circuit spécifique vers deux vérins hydrauliques, un par essieu et diagonalement opposés. L'un étant situé à l'avant gauche et l'autre à l'arrière droit. Ils sont solidaires d'une extrémité de chacune des barres anti-roulis et de l'élément porteur de suspension à l'avant et du bras de suspension à l'arrière. Le circuit hydraulique du système anti-roulis actif alimente une sphère qui est l'élément élastique placé sur le circuit des vérins, elle intègre l'électrovanne et le régulateur de raideur. Il alimente aussi un correcteur anti-roulis actionné par des biellettes alimentant l'une des chambres des vérins pour faire varier leur longueur et ainsi maintenir la carrosserie horizontale, malgré les effets de la force centrifuge. Une précision, les fonctions hydraulique et anti-roulis actif étant indépendantes, en virage l'information de vitesse du véhicule d'hydraulique commande l'état de suspension approprié c'est à dire ferme ou non. La loi de passage ferme est sévèrisée en SC CAR par rapport à hydraulique II.

La mécanique

Elle est essentiellement composée de deux barres anti-roulis de 28 mm de diamètre à l'avant et de 25 mm à l'arrière, d'un ensemble de tringles flexibles et du mécanisme de commande de roulis. Cet ensemble assure la liaison entre les deux bras de suspension avant et le correcteur anti-roulis du système. Il permet de discerner l'effet de pompage et de ne pas en tenir compte.



conséquence d'augmenter la raideur de roulis

Le système anti-roulis Actif

Baptisé "Système Citroën de Contrôle Actif de Roulis" (SC.CAR) par la firme aux double chevron il a pour effet de supprimer totalement le rou-

lis c'est à dire l'inclinaison de la caisse en virage. Ce système s'ajoute aux effets de la suspension hydraulique mais il en est totalement indépendant pour ce qui concerne les circuits hydrauliques.

Parce qu'il permet à la carrosserie de rester horizontale dans les virages, toute la liaison au sol et les pneumatiques peuvent

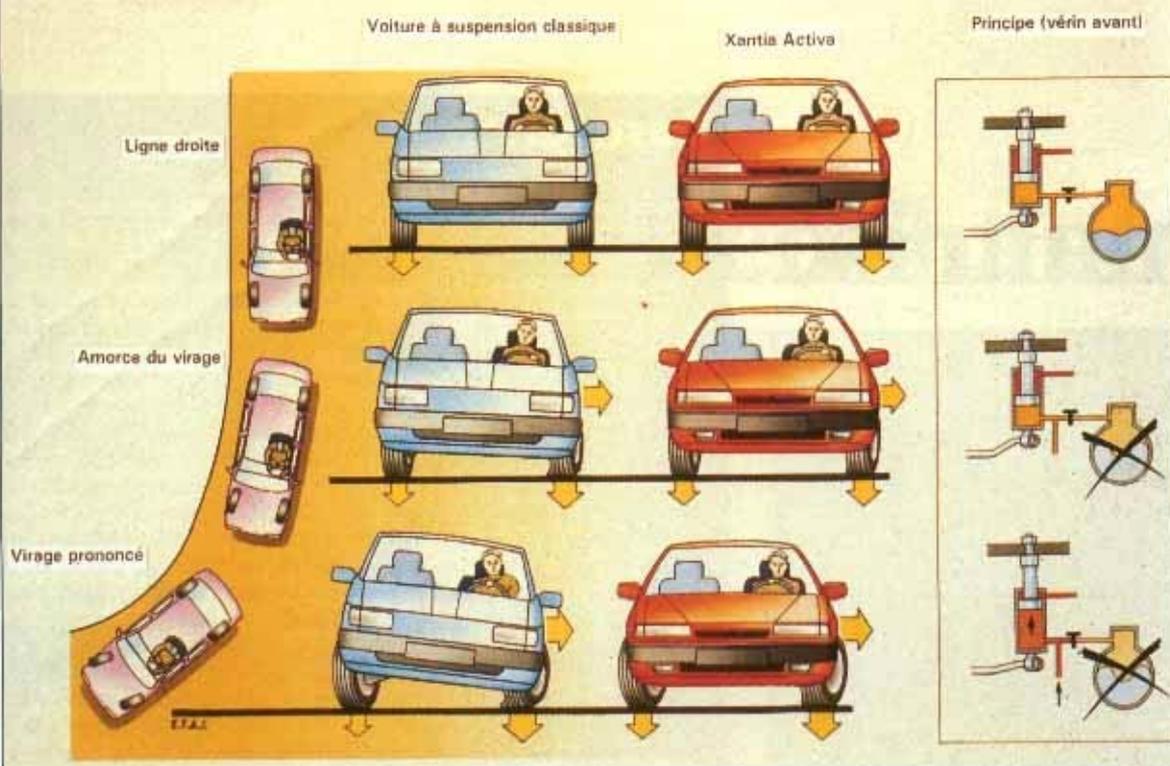
travailler dans des conditions optimisées de géométrie et d'adhérence.

Xantia Activa propose donc pour la première fois un système ACTIF d'anti-roulis sur une voiture commercialisée. C'est un grand pas en avant pour la "sécurité active" et c'est la concrétisation de ce que voulait déjà réaliser Paul Magès sur

Mise en évidence de l'effet du système Citroën de contrôle anti-roulis par rapport à une voiture classique à gauche.

- en haut : roulage ligne droite, le circuit des vérins alimente la sphère anti-roulis. Les deux voitures sont horizontales.
- au centre : amorce de virage, le calculateur met instantanément la sphère anti-roulis hors circuit par l'action de l'électrovanne. La voiture classique prend déjà du roulis alors que la Xantia reste horizontale.
- en bas : En virage, le mécanisme de commande situé à l'avant fait varier la longueur du vérin par ajout de liquide hydraulique. L'assiette de la Xantia reste toujours horizontale, elle ne prend aucun roulis au contraire de la voiture classique qui se penche encore plus.

On peut remarquer la déformation du pneu extérieur de la voiture classique par rapport à celui intérieur.



la DS dans les années 60 (voir notre encadré). Mais à cette époque l'électronique n'était pas au rendez vous...

En effet, comme pour l'hydraulique, c'est l'intelligence ou la mémoire de l'électronique associée à la puissance de l'hy-

draulique qui permet aujourd'hui d'obtenir le maintien de la voiture en position horizontale. Et l'on peut qualifier ce

système d'actif parce qu'il y a apport d'énergie et correction rapide de l'ordre du sixième de seconde. ■ Roger Guyot

Fonctionnement

Le système anti-roulis actif Citroën a été conçu pour permettre à Xantia Active de "virer à plat". De ce fait la sécurité active est optimisée et par là l'agrément de conduite.

On peut décomposer l'approche et la prise d'un virage en plusieurs phases successives : un roulage en ligne droite suivi d'une amorce lente de braquage qui s'accroît et se relâche avant de revenir à la ligne droite.

Roulage en ligne droite

Dans une voiture performante ou sportive, les grosses barres anti-roulis sont reliées rigidement aux éléments de suspension. Dès lors qu'il y a franchissement d'un obstacle par une roue (déformation de la chaussée, nid de poule...) le choc est transmis à l'ensemble de la carrosserie et le confort en est fortement altéré.

La Xantia Active est équipée de grosses barres anti-roulis mais, grosse différence, elles sont reliées élastiquement aux éléments de suspension solidaires des roues. Comment? Par les vérins qui sont reliés hydrauliquement à la sphère anti-roulis et qui se comportent comme des ressorts, le ou les chocs étant amortis et absorbés par la masse de gaz contenue dans cette sphère. Cette cinématique équivaut sensiblement à diviser par deux la raideur de roulis des barres qui seraient associées rigidement aux mouvements des roues.

Entrée du virage

Elle est reconnue par le calculateur immédiatement.

En effet, les informations transmises par les capteurs le renseignent sur l'angle et la vitesse de rotation du volant et du véhicule. Par rapport à des lois préétablies sur la base de ces paramètres, la raideur de roulis peut être portée à sa valeur maximale pour que la carrosserie ne prenne pas de roulis durant cette phase de conduite. Comment? Par un régulateur de raideur interposé qui sur l'ordre du calculateur et d'une électrovanne, met hors circuit l'élément élastique constitué par la sphère anti-roulis. Les vérins se comportent dans cette configuration comme des biellettes rigides, les barres anti-roulis de fort diamètre jouent leur rôle et s'opposent efficacement au roulis.

Virage prononcé

Xantia Active garde donc son confort en ligne droite et est stable en entrée de virage. Sur une voiture sportive, le système conventionnel

des barres anti-roulis même "très musclé" c'est à dire avec des diamètres importants de barres à ses limites ou delà desquelles la carrosserie prend du roulis.

Xantia Active avec son SC-CAR apporte LA solution à ce problème car il permet le maintien en permanence de la carrosserie en position horizontale. Cette action s'ajoute à celle des barres liées rigidement lors de la phase "entrée de virage".

Dans cette phase, les vérins se comportent comme des biellettes rigides dont on fait hydrauliquement (un liquide est incompressible) varier la longueur. Ils corrigent les effets du roulis supérieurs à $0^{\circ}30'$, quelle que soit la vitesse du véhicule. Cette valeur angulaire de $0^{\circ}30'$ est imperceptible par des passagers même prévenus. Ce système actif est piloté par un dispositif placé à l'avant constitué de tringles flexibles, d'un mécanisme de commande et d'un correcteur hydraulique "anti-roulis". Le déplacement du tiroir correspond à l'ouverture ou à la fermeture de l'un des deux "rabinets" du correcteur. L'ouverture de l'un augmente le volume de liquide dans l'une des chambres de chaque vérin tandis que l'ouverture de l'autre provoque dans ces mêmes chambres une diminution du volume de liquide. Ces différences de volumes entraînent des différences de longueur des vérins. Virage à gauche...

La carrosserie veut s'incliner à droite sous la force centrifuge. Un différentiel des angles de bras avant ($0^{\circ}30'$) commande le déplacement du tiroir du correcteur d'anti-roulis qui provoque un apport de liquide hydraulique dans les chambres appropriées. Le vérin gauche "attire" la caisse, le vérin droit la "repousse". Ces deux actions simultanées sur les vérins et donc sur les barres anti-roulis empêchent l'inclinaison de la carrosserie.

...virage à droite...

C'est l'inverse, la carrosserie veut s'incliner à gauche. Par diminution du volume de liquide, les vérins se raccourcissent avec effort de traction sur les barres qui, en résistant s'opposent à l'inclinaison de la caisse.

...et retour en ligne droite.

Dès la fin du virage, seule la raideur maximale des barres anti-roulis prend le relais. Les lois du calculateur par les informations des capteurs permettent le retour à la situation roulage en ligne droite avec mise en circuit de la sphère, comme élément élastique.



Une tenue de route encore plus...Active.

Voiture déjà très homogène la Xantia devient un modèle de référence et pour bien mesurer LA différence il faut l'essayer. En effet dès que la vitesse dépasse les 50-60 km/h, on se rend compte que la voiture vire à plat et plus la vitesse est élevée plus cela est manifeste. Elle reste absolument horizontale et l'absence de roulis fait découvrir un formidable agrément de conduite par la sensation de parfaitement contrôler la voiture. Toujours présente chez Citroën la sécurité active fait un grand pas en avant avec l'adoption de ce système SC.CAR. Cela se traduit surtout par une grande précision de conduite aidée par une direction très précise. Il faut ajouter que les trains roulants étant par ce système plus efficaces, le freinage par conséquence s'en trouve amélioré principalement dans les conditions difficiles. Par la meilleure adhérence, le guidage et la motricité sont optimisés ce qui apporte des possibilités de correction plus "faciles". Pour les passagers, qui ne sont plus "ballottés" de droite et de gauche, la différence est également sensible et bien agréable. Pour l'instant, sa très proche commercialisation n'est prévue que pour cette version spécifique, mais on peut penser sans se tromper qu'elle sera étendue à d'autres versions.

Cette maquette du train avant montre le correcteur anti-roulis et son mécanisme de commande ainsi que les triangles flexibles. Le vérin est solidaire de la jambe de force et de la barre anti-roulis. En rouge, liquide hydraulique haute pression et en orange, liquide à la pression d'utilisation.



Le vérin arrière est relié à la barre anti-roulis et au bras. De même, en rouge haute pression et en orange pression d'utilisation.

1960 : la DS anti-gîte de Paul Magès

Dans les années 1960, le bureau d'études Citroën avait réalisé un système anti-gîte sous la direction de Paul Magès le père de l'hydraulique de la marque au double chevron. Dès cette époque, le B.E. du constructeur cherche à éliminer au maximum les mouvements de caisse sans nuire au confort, l'idéal étant de n'avoir aucun mouvement de coisse. Paul Magès se souvient et raconte.

<<...à partir des premiers brevets de correction de hauteur il existait un système prévoyant une alimentation séparée des cylindres par des correcteurs pour compenser l'assiette et maintenir la carrosserie horizontale c'est à dire parallèle au sol. On pouvait même donner un coup de pouce en faisant un système tenant compte de l'accélération transversale et permettant de se pencher à l'intérieur du virage...on améliorait le confort, la tenue de route et l'on diminuait de près de 30% l'usure des pneumatiques...>>

et de continuer

<<...un jour on a fait essayer une DS équipée du système anti-gîte aux patrons, et Bercot enthousiasmé par la démonstration que l'on venait de lui faire me demande: Magès quand est-ce que vous m'ordonnancez ça. Je lui réponds, Monsieur je ne suis pas capable de vous donner la solution industrielle aujourd'hui...>>

A cette époque le système ne répondait pas assez vite, il aura fallu donc attendre de très nombreuses années avant de voir apparaître ce dispositif sur une voiture de série. Mais il faut savoir que pour pouvoir monter un tel système dit AC TIF il faut disposer d'énergie. Cette énergie c'est la pompe haute pression du système hydraulique Citroën qui la fournit. Le constructeur profite donc de cet avantage pour proposer un VRAI système actif, mais d'anti-roulis uniquement.



Ces photos de DS prises dans les années 60/61 montrent que Paul Magès et Citroën travaillaient déjà l'anti-gîte à cette époque.

La sphère anti-roulis intègre le régulateur et l'électrovanne.