

LA SUSPENSION "ELECTRONIQUE"

Le réglage d'une suspension a toujours été une histoire de compromis : souple pour le confort ou ferme pour la tenue de route. L'électronique permet aujourd'hui de s'affranchir de ce dilemme.

Elle, qui se limitait à gérer jusqu'à présent quelques amortisseurs pilotés, commence peu à peu son intrusion dans les barres antiroulis et jusqu'à la suspension active... et les équipementiers travaillent déjà sur une gestion centralisée de la suspension, de

la direction et du freinage !

(Les suspensions pneumatiques et Citroën hydractive sont traitées dans des dossiers spécifiques.)

Certains constructeurs maîtrisent très bien le compromis entre une suspension souple et ferme, mais généralement sur des véhicules légers.

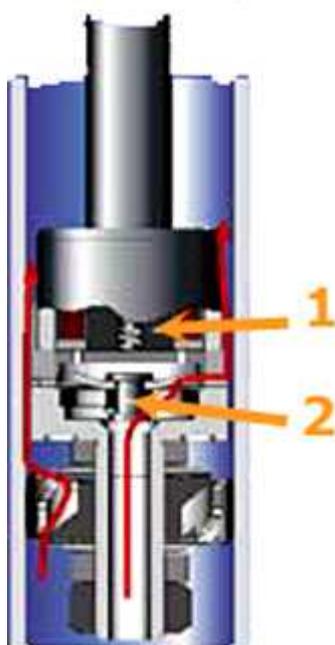
L'affaire se corse pour les véhicules dépassant la tonne et demie, ce qui est assez courant aujourd'hui vu le nombre d'équipements embarqués et de structures de sécurité en place.

A ce niveau de poids, les mouvements de caisse sont difficiles à freiner.

Grâce à l'électronique, la solution d'amélioration proposée est l'utilisation d'un réglage souple de la suspension, avec une possibilité de durcissement immédiat de l'amortissement en fonction des besoins.

L'amortissement piloté 1/2

Un véhicule équipé de l'amortissement piloté adapte la dureté de ses amortisseurs en fonction de la vitesse et de l'état de la route.



Ce système est généralement composé d'amortisseurs logeant chacun une valve réglable en continu. La valve de réglage est intégrée au piston de l'amortisseur. L'alimentation électrique passe par la tige creuse du piston.

Les amortisseurs sont pilotés par un boîtier électronique qui contrôle la quantité d'huile nécessaire pour réaliser un amortissement adapté à chaque situation. Le boîtier utilise l'information de la vitesse du véhicule et des mouvements du châssis grâce à des capteurs d'accélération verticale implantés près des jambes de suspension.

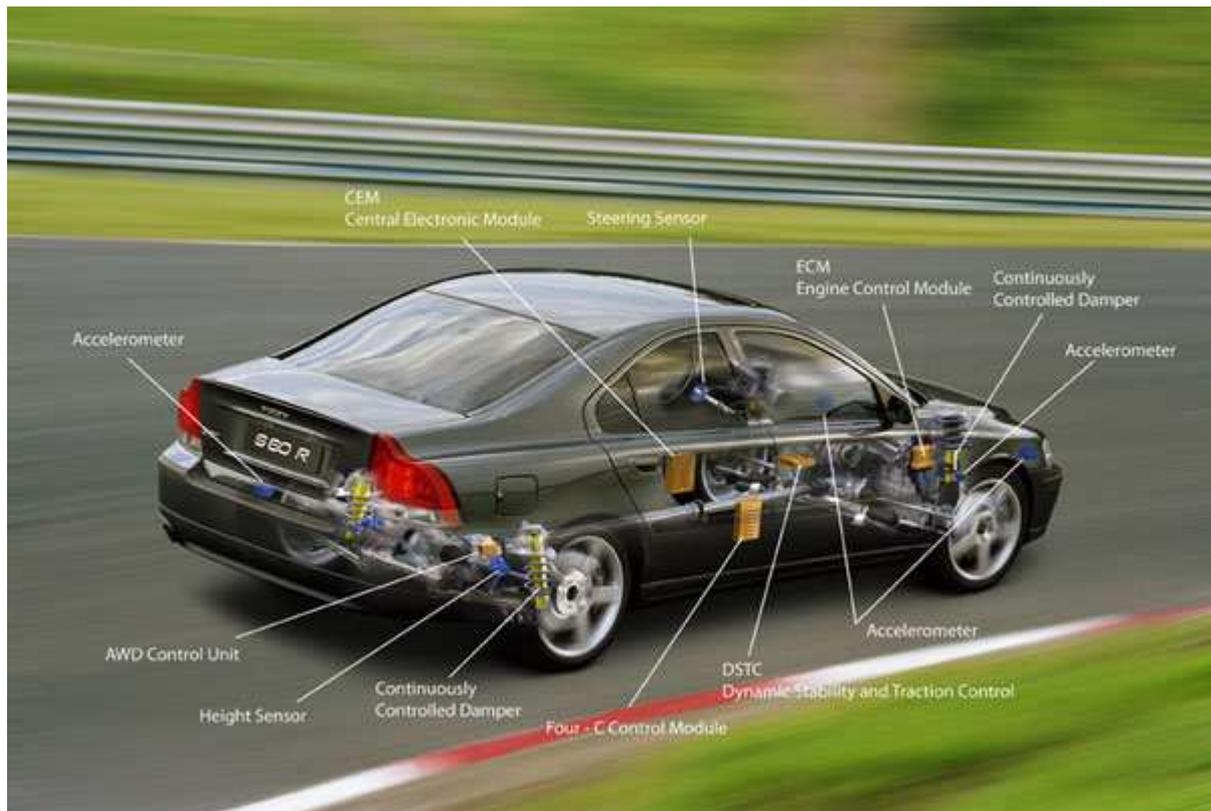
Amortisseur Bilstein
Soupape électromagnétique
1 - Aimant
2 - Electro-aimant

LA SUSPENSION "ELECTRONIQUE"

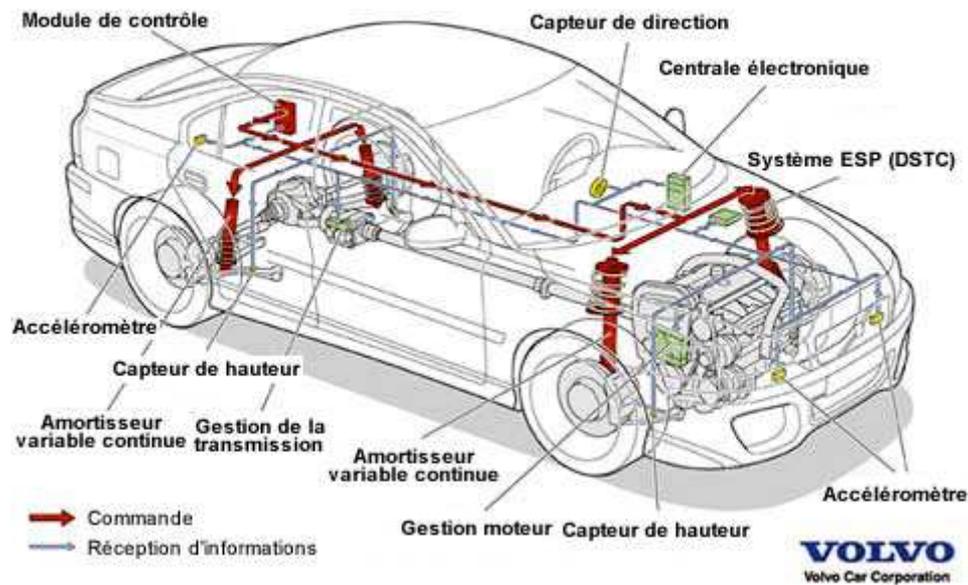
L'amortissement piloté 2/2

Volvo a présenté une version sport de la S60 utilisant 4 amortisseurs pilotés évolués.

Ces amortisseurs ne se limitent pas à réagir en fonction du mouvement du châssis, mais les devançant suivant les informations recueillies par les systèmes ABS, ESP, anti-patinage et de direction.



Four - C System (Continuously Controlled Chassis Concept)



Ils ont la capacité de modifier leurs caractéristiques 500 fois par seconde. Ils sont développés par Tenneco Automotive.

L'équipementier Delphi a développé une technologie originale pour certains modèles Cadillac et pour la Chevrolet Corvette.

La particularité de son système MR Technology (MagneRide) est d'utiliser de l'huile chargée de particules de fer pour ses amortisseurs.

Sous l'influence d'un champ magnétique, cette huile change de viscosité et permet un réglage plus fin et plus rapide de l'amortisseur.

Ce changement peut intervenir plus de 1000 fois par seconde.



Le pilotage en croix des amortisseurs

L'Audi RS6, récemment dévoilé, est équipé d'un nouveau concept de suspension qui permet un meilleur contrôle du roulis et du tangage du châssis. Ce concept, appelé DRC pour Dynamic Ride Control, est particulièrement adapté aux véhicules capables de performances exceptionnelles.



Dynamische Kurvenfahrt
Dynamic Cornering



Les amortisseurs sont reliés entre eux hydrauliquement en diagonal par l'intermédiaire d'une valve (l'amortisseur avant droit lié avec celui de l'arrière gauche, et réciproquement).

Dans un virage, un débit d'huile est transvasé de la roue intérieure vers la roue extérieure opposée.

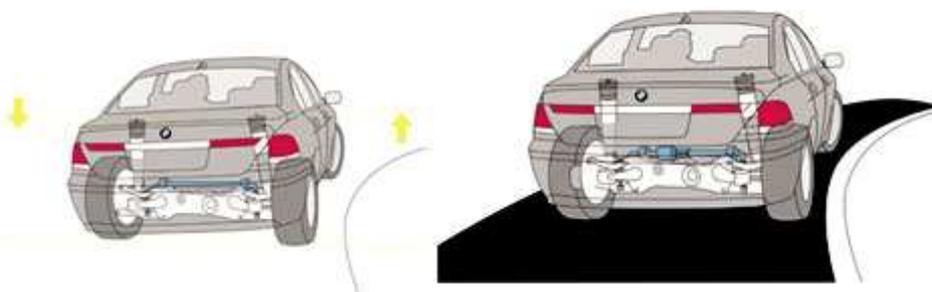
L'amortissement de la suspension de cette dernière est durci.

L'oscillation quasiment nulle de la caisse, tant en virage (sens droite/gauche) qu'en phase freinage/accélération (avant/arrière), confère à l'Audi RS6 une grande précision de la direction ainsi qu'une motricité exceptionnelle.

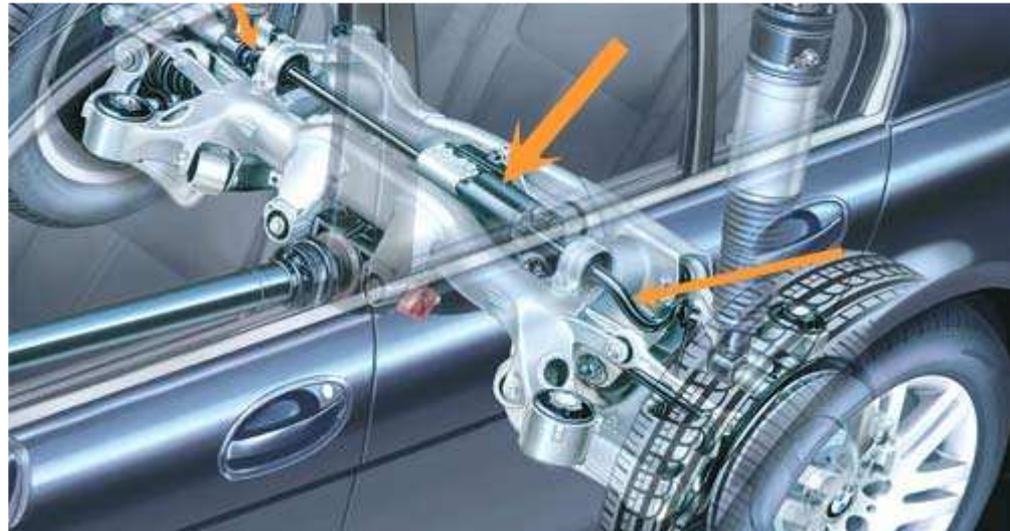
Les barres antiroulis actives

Les barres antiroulis actives permettent un bon contrôle des mouvements du châssis, tout en préservant un niveau de confort élevé.

La BMW Série 7 est le premier véhicule à utiliser ce système. Il est appelé Dynamic Drive.



Il a trois comportements dépendant de l'accélération transversale. Pour une accélération transversale comprise entre 0 et 0,3 g, le roulis est éliminé à 100 %. Jusqu'à 0,6 g, le système Dynamic Drive engendre un comportement de roulis égal aux suspensions passives soumises à une accélération de 0,1 g. A partir d'une accélération transversale de 0,6 g, le mouvement de la caisse est réduit à plus de 80 %, mais s'accroît de manière continue permettant d'informer le conducteur qu'il s'approche de la limite de l'adhérence.



Les deux stabilisateurs actifs de l'essieu avant et arrière, en remplacement des barres antirollis mécaniques conventionnelles, sont les éléments-clé du système. Un stabilisateur actif (ou actuateur) est formé de deux demi-stabilisateurs placés près de chaque roue et reliés à un moteur pivotant à commande hydraulique.

Les stabilisateurs actifs transforment la pression hydraulique en un couple de torsion. La pression produite par la pompe est gérée par deux valves de réglage à pilotage électronique. D'autre part, les actuateurs sont sans pression tant que la voiture évolue en ligne droite ou qu'elle est soumise à des accélérations transversales insignifiantes.

A vitesse élevée, le réglage des barres antirollis fait en sorte que le châssis devient légèrement sous-vireur pour que le conducteur ait une meilleure sensation de la limite du véhicule.

Peugeot utilise aussi cette technique sur la 206 WRC engagée dans le championnat du monde des rallyes.

Le contrôle des angles des roues



Mercedes a présenté au Salon de Tokyo un concept car, appelé F400 Carving, équipé d'une suspension à carrossage actif ATTC (Active Tire Tilt Control).

Dans les virages, les roues extérieures prennent jusqu'à 20° de carrossage négatif. L'objectif est d'utiliser le maximum de surface de contact entre le pneumatique et la route pendant le virage sans pour autant diminuer cette surface en ligne droite.

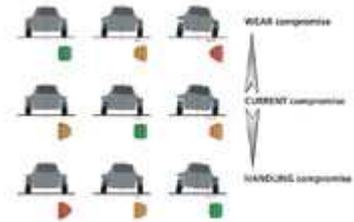
Michelin a développé pour cela un profil de pneumatique particulier, plat sur une partie de la bande de roulement côté extérieur et arrondi comme un pneu de moto sur le côté intérieur. De plus, ce côté

reçoit une gomme plus tendre pour augmenter l'adhérence.

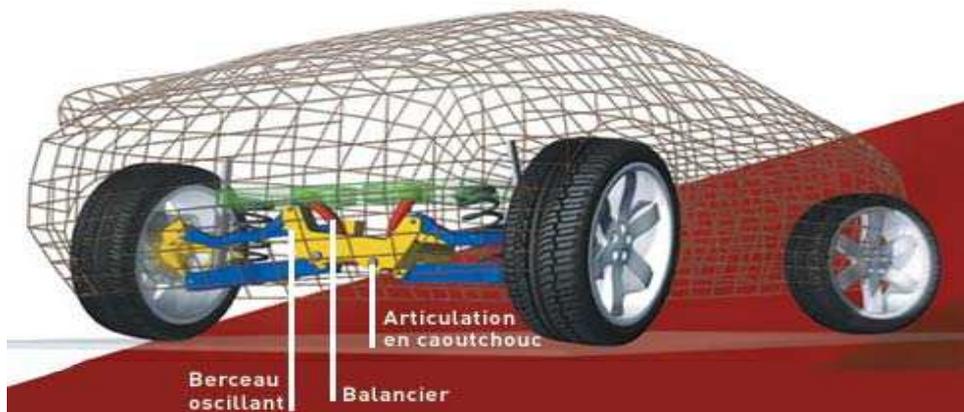
Mercedes annonce que le véhicule atteint des accélérations latérales de 1,28 g, valeur très élevée lorsque l'on sait qu'une voiture à tendance sportive atteint au mieux 0,9 g. Ce prototype est aussi équipé d'une direction drive-by-wire, d'une suspension active et de phares actifs au xénon (suivent le profil de la route).

Michelin a, à son tour, présenté le résultat de ses recherches sur le contrôle des angles des roues avec le concept OCP.

Les roues s'inclinent comme celles des motos en fonction de l'effort latéral demandé aux pneumatiques.



Le plus surprenant est que ce résultat soit obtenu sans assistance électronique ou hydraulique.

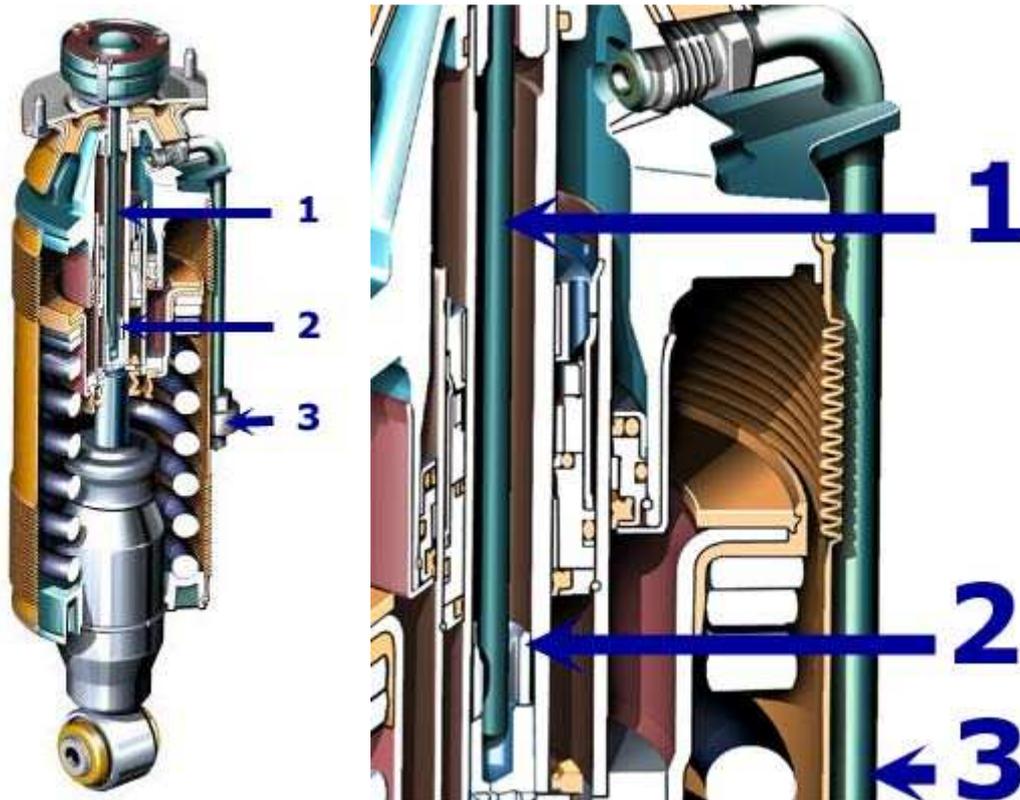


Les bras de suspension s'appuient sur un berceau oscillant monté sur des articulations en caoutchouc. L'effort latéral donné par le pneumatique fait réagir un balancier qui modifie la position du berceau et donc les angles de carrossage et d'ouverture de la roue.

La suspension active 1/2

La suspension active, introduite en Formule 1 en 1992 par Williams mais interdite à la fin de 1993, a fait sa première apparition sur une voiture de série grâce à Mercedes.

Mercedes a placé des vérins hydrauliques au niveau de chaque roue. Ils sont placés dans la suspension classique. Chaque écrasement de suspension est compensé par le vérin.



1 : position magnétique , 2 : capteur de position , 3 : arrivée hydraulique

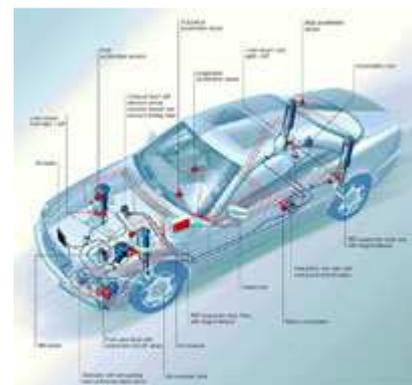
Pour que le conducteur conserve les sensations d'adhérence du véhicule, seulement 68% du mouvement est compensé. Grâce à un interrupteur, le conducteur peut passer en position sport et le système compense le mouvement jusqu'à 95%.
Le système pourrait même incliner la caisse de la voiture vers l'intérieur d'un virage comme une moto. Ce choix améliorerait le confort, mais il n'a pas été retenu car il diminue la sensation de la conduite.

La suspension active 2/2

Une pompe haute pression (200 bars) alimente les quatre vérins.

11 capteurs mesurent 100 fois par seconde le mouvement de la caisse.

Deux, placés aux extrémités du véhicule, mesurent sa hauteur et 9 autres, répartis à différents endroits, mesurent les accélérations dans les trois dimensions (latérale, longitudinale et verticale).



[Cliquez sur le schéma pour agrandir](#)

Le circuit hydraulique comprend aussi 2 accumulateurs de pression, un à chaque extrémité de la voiture, et un refroidisseur d'huile.



- 1 - amortisseurs avant et arrière
- 2 - pompe hydraulique
- 3 - électrovannes
- 4 - accumulateur hydraulique

La suspension active travaille à une faible fréquence (jusqu'à 5 hertz) si bien que les barres stabilisatrices ne sont pas nécessaires. Les fréquences plus élevées (jusqu'à 30 hertz) sont absorbées par les amortisseurs à gaz. La suspension active serait capable d'absorber ces fréquences élevées, mais sans efficacité supplémentaire et pour une consommation plus élevée.

Mercedes développe la suspension active depuis 1978 et l'a utilisée en compétition sur une voiture du Groupe C (C11) en 1991.

La gestion centralisée de la suspension, de la direction et du freinage 1/3

Aujourd'hui, le freinage, la suspension et la direction sont des systèmes indépendants. Grâce aux commandes x-by-wire, Delphi développe un châssis où chacun de ces systèmes viendra en complément des autres dans le but d'améliorer la performance globale du véhicule.



Ce programme est appelé UCC pour Unified Chassis Control et concerne les domaines suivants :

- Le contrôle de freinage : ABS, ESP, freinage électrique (brake-by-wire).
- le contrôle de la direction : direction à assistance électrique, essieu arrière directeur (système Quadrasteer), direction totalement électrique (steer-by-wire).
- Le contrôle de la suspension (suspension et amortissement pilotés).

La gestion centralisée de la suspension, de la direction et du freinage 2/3

L'UCC devrait apporter les améliorations suivantes :

Sécurité :

- Amélioration très significative de la stabilité du véhicule dans les phases de freinage. La direction interviendra pour corriger la trajectoire et la suspension deviendra plus ferme. Une réduction de 20% de la distance de freinage sur route glissante ou à adhérence mixte est annoncée.
- Diminution du risque de tonneau pour les véhicules ayant un centre de gravité élevé.

Confort et tenue de route :

- Réponse rapide du châssis dans ses changements de direction. La suspension et le freinage aideront la rotation du véhicule.
- La fin du compromis entre la suspension souple (confort) et dure (tenue de route). Cette caractéristique est particulièrement critique pour les véhicules à centre de gravité élevé tels que les 4x4 et SUV.
- Réduction du stress et de la fatigue lors de conduite sous conditions météorologiques difficiles.

Potentiel de développement :

- Réduction des coûts et du temps de développement des véhicules.
- Un même châssis pourra avoir un comportement différent suivant les caractéristiques de la marque (image de véhicules sportifs, confortables, dynamiques,...).

Delphi commercialise déjà certains éléments comme l'amortissement variable CVRTD, le contrôle de stabilité TraXXar, l'essieu arrière directeur Quadrasteer (photo de droite) et l'assistance électrique de direction E-Steer (ci-dessous).

La gestion centralisée de la suspension, de la direction et du freinage 3/3



A noter que le futur SUV Porsche, appelé Cayenne, aura en option une gestion unique de la suspension et de la transmission. Cette technique est certainement la seule possibilité pour donner à un SUV de 2,3 tonnes un comportement prôche d'une berline sportive.

Concrètement, deux programmes électroniques, appelés PASM pour Porsche Active Suspension Management, et PTM pour Porsche Traction Management, gèrent respectivement la suspension, l'amortissement et la transmission en fonction de la vitesse du véhicule et de chaque roue, du

mouvement du châssis, de l'accélération latérale, de la position du volant, du mouvement de l'accélérateur,...

Ainsi, chaque élément reçoit un ordre de réglage adapté à chacune des situations : accélération ou freinage, conduite haute vitesse ou tout terrain ou changement de voie d'autoroute.

Par exemple, en phase d'accélération sur route, la suspension est abaissée, l'amortissement se durcit et la transmission répartit le couple pour éviter le patinage. Le programme PASM permet, bien sûr, une variation de la hauteur du châssis, de -60 mm pour le chargement à +56 mm pour une utilisation tout terrain. Le conducteur a aussi la possibilité de choisir un programme confort, normal ou sport.

Le conducteur a la possibilité de sélectionner 3 programmes tout terrain prédéterminés. Un système hydraulique de déconnexion des barres antiroulis est disponible en option pour augmenter la capacité de franchissement.