

# Active Suspension Technologies for Military Vehicles and Platforms

## (RTO-MP-AVT-170)

### Executive Summary

The intention of this NATO RTO AVT-170 Specialists' Meeting was to review the state-of-the-art, current developments and deficiencies, as well as future expectations in Active Suspension Technologies for Military Vehicles and Platforms. The primary goals of a vehicle or platform suspension are twofold: the isolation of the vehicle from the road and the enhancement of road holding by means of a spring-type element and a damper. The inherent limitations of standard suspensions have created the need to examine *controlled suspension* systems. Candidate systems range from the *Semi-active* suspension where the damper is replaced by a controlled energy dissipative element to the fully *Active/smart* suspension where the damper is replaced with an active/smart actuator. This is done to maximize ergonomics, improve the handling properties (braking, acceleration, cornering, slalom rides) of the vehicle or platforms and finally to make the most of the nature of the road (Highway/City, Country, Off-road).

A number of semi-active approaches were introduced to control the forces in the dampers by optimizing dynamic parameters, producing variable damping and/or selecting amplitudes for stroke/damping. With appropriate and at times complex modifications, experimental tests were performed with some success on vehicles such as Humvee, Light Medium Truck, modified Dingo 2, expanded Wiesel 2 as well as on other platforms such as airplane, helicopter seat and landing platform for aircraft on a ship. Although the Magnetorheological Fluid (MRF) is the smart material of choice used in the previous tests, the benefits of the Electrorheological Fluid (ERF) are explored. Moreover, semi-active suspensions have not only gained wide acceptance but are more used than the active ones since they are highly reliable at lower cost.

These experimental tests need to be continued to explore the use of new sensors as well as to take advantage of energy harvesting systems to deliver energy to the actuators and control parts of the system. Another area that deserves further attention is the simplification/optimization of the control unit for better and cheaper operation. Finally, defining metrics and benchmarks will certainly lead to reliable and safer systems and, by implication, increase the Technology Readiness Level (TRL).

# Technologies de suspension active pour les véhicules et plateformes militaires

## (RTO-MP-AVT-170)

### Synthèse

L'intention de cette réunion des spécialistes AVT-170 de l'Organisation pour la recherche et la technologie (RTO) de l'OTAN était d'analyser l'état de l'art, les développements et faiblesses actuelles, ainsi que les attentes futures concernant les technologies de suspension active pour les véhicules et plateformes militaires. Les buts principaux d'une suspension de véhicule ou de plateforme sont doubles : l'isolation du véhicule de la route et l'amélioration de la tenue de route au moyen d'un élément à ressort et d'un amortisseur. Les limitations inhérentes aux suspensions standards ont créé le besoin d'examiner les systèmes à *suspension contrôlée*. Les systèmes en projet vont de la suspension *semi-active*, dans laquelle l'amortisseur est remplacé par un élément dissipatif à énergie contrôlée, à la suspension totalement *active/intelligente*, dans laquelle l'amortisseur est remplacé par un actionneur actif/intelligent. Ceci a pour but de maximiser l'ergonomie, améliorer les propriétés de comportement (freinage, accélération, tenue de route dans les virages, parcours en slalom) du véhicule ou des plateformes et finalement de mettre à profit la nature de la route (route nationale/ville, campagne, tout-terrain).

Un certain nombre d'approches semi-actives ont été introduites pour contrôler les forces au sein des amortisseurs en optimisant les paramètres dynamiques, en produisant un amortissement variable et/ou en sélectionnant des amplitudes de course/amortissement. Avec des modifications appropriées et parfois complexes, des essais expérimentaux ont été effectués avec un certain succès sur des véhicules tels que le Humvee, le camion poids moyen et léger, le Dingo 2 modifié, le Wiesel 2 allongé ainsi que sur d'autres plateformes comme un avion, un siège d'hélicoptère et une plateforme d'appontage pour avion sur un navire. Bien que le fluide magnéto-rhéologique (MRF) soit le matériau intelligent de choix utilisé dans les essais précédents, les avantages du fluide électro-rhéologique (ERF) sont étudiés. De plus, non seulement les suspensions semi-actives sont largement acceptées, mais elles sont plus utilisées que les suspensions actives, puisqu'elles sont extrêmement fiables pour un coût plus faible.

Ces essais expérimentaux doivent être poursuivis afin d'explorer l'utilisation de nouveaux capteurs et de tirer parti des systèmes d'exploitation d'énergie pour fournir de l'énergie aux actionneurs et pièces de commande du système. Un autre domaine méritant une attention supplémentaire est la simplification/optimisation de l'unité de commande pour un fonctionnement meilleur et moins cher. Finalement, la définition d'une métrologie et de référentiels conduira certainement à des systèmes fiables et plus sûrs et, par conséquent, augmentera le niveau de disponibilité de la technologie (TRL).