

Assessment of Aerothermodynamic Flight Prediction Tools through Ground and Flight Experimentation

(RTO-TR-AVT-136)

Executive Summary

In the upcoming decades military capabilities based on hypersonic flight systems will become increasingly important to NATO members as the need for time-critical responses evolves. Fast strike capabilities with conventional munitions and responsive, efficient space access are two examples. While a broad spectrum of technology development is required to realize such planned capabilities, the development of essential hypersonic systems will be paced by the ability to accurately predict the extreme aerothermodynamic environment.

In 2005 the RTO Applied Vehicle Technology Panel approved the organization of Task Group AVT-136, *Assessment of Aerothermodynamic Flight Prediction Tools through Ground and Flight Experimentation*.

The objective of the Task Group is to *assess and improve the understanding and prediction of aerothermodynamic phenomena and aerothermal loads for space transportation and earth/planetary entry systems through ground and flight experimentation*.

To achieve the above, AVT-136 organized its efforts around six scientific topic areas broadly relevant to the development of planned hypersonic capabilities:

- 1) Nose and Leading Edges;
- 2) Shock Interactions and Control Surfaces;
- 3) Shock Layers and Radiation;
- 4) Boundary Layer Transition;
- 5) Gas-Surface Interactions; and
- 6) Base and Afterbody Flows.

Although it was recognized from the onset of AVT-136 activities that reliance on flight research data yet to be collected posed significant risk to the achievement of Task Group objectives, the group concluded the significant benefit to be derived from comparison of computational simulations with flight data warranted pursuit of such a program of work. Unfortunately, program delays and failures in the flight programs contributing to the AVT-136 effort prevented access to flight research data.

Despite the unavailability of flight research data, most of the scientific topic areas developed by the Task Group made significant progress in the assessment of current capabilities. The chapters of this report document the program of work and contributions of most of the topic areas. Additionally, the activities of AVT-136 generated substantial interest within the international scientific research community and the work of the Task Group was prominently featured in a total of six invited sessions dedicated to AVT-136 in the Sixth European Symposium on Aerothermodynamics for Space Vehicles and the 48th (2010) AIAA Aerospace Sciences Meeting.

AVT-136 enjoyed enthusiastic support from the research communities and organizations of the participating countries during the four-year duration of the Task Group and it is clear that international interest and

support for collaborative efforts in hypersonics remains strong. Thus, the members of AVT-136 strongly recommend the continuation of international collaborative efforts in aerothermodynamics under the auspices of the Applied Vehicle Technology Panel.

Evaluation des outils aérodynamiques de prédiction de vol par l'expérimentation au sol et en vol (RTO-TR-AVT-136)

Synthèse

Dans les prochaines décennies, les capacités militaires reposant sur les systèmes de vol hypersoniques vont devenir de plus en plus importantes pour les membres de l'OTAN au fur et à mesure que le besoin d'une plus grande réactivité évoluera. Les capacités de frappe rapide avec des munitions conventionnelles et l'accès réactif et efficace à l'espace en sont deux exemples. Alors qu'un large spectre de développements technologiques sera nécessaire pour réaliser les capacités ainsi envisagées, le développement des systèmes hypersoniques indispensables va être conditionné par la capacité à prédire avec précision le très sévère environnement aérodynamique.

En 2005, la commission Technologie Appliquée aux Véhicules (AVT) de la RTO a approuvé l'organisation du groupe de travail AVT-136, *Evaluation des outils aérodynamiques de prédiction de vol par l'expérimentation au sol et en vol*.

L'objectif du groupe de travail est *d'évaluer et d'améliorer, par l'expérimentation au sol et en vol, la compréhension et la prédiction des phénomènes aérodynamiques et des charges aérothermiques pour le transport spatial et les systèmes d'entrée terrestre/planétaire*.

Pour réaliser cet objectif, AVT-136 a organisé ses activités autour de six domaines scientifiques se rapportant très largement au développement des capacités hypersoniques envisagées :

- 1) Pointe avant et bords d'attaque ;
- 2) Interaction de chocs et gouvernes ;
- 3) Couches de chocs et rayonnements ;
- 4) Transition de couche limite ;
- 5) Interactions gaz-surface ; et
- 6) Ecoulements sur la partie inférieure et l'arrière.

Bien qu'il ait été reconnu dès le début des activités d'AVT-136 que le fait de se reposer sur des données de recherches en vol qui restent encore à obtenir n'était pas sans risques pour la réalisation des objectifs du groupe de travail, le groupe a conclu que les bénéfices significatifs à retirer de la comparaison des simulations calculées avec les données de vol devaient garantir la poursuite d'un tel programme de travail. Malheureusement, les retards et les défaillances des programmes de vol participant à l'activité de l'AVT-136 ont rendu impossible l'accès aux données des recherches en vol.

Malgré l'indisponibilité des données issues des recherches en vol, presque tous les domaines scientifiques développés par le groupe de travail ont produit des progrès significatifs dans l'évaluation des capacités actuelles. Les chapitres de ce rapport décrivent le programme de travail et les contributions apportées dans la plupart des domaines. De plus, les activités d'AVT-136 ont généré un intérêt significatif au sein de la

communauté internationale de la recherche scientifique et le travail du groupe a été souligné par les six sessions invitées dédiées à AVT-136 lors du Sixième Symposium Européen sur l'Aérodynamique pour les véhicules spatiaux et lors de la 48^e réunion AIAA des Sciences aérospatiales.

AVT-136 s'est réjoui du soutien enthousiaste apporté par les communautés de la recherche et les organisations des nations participantes pendant ses quatre ans d'activité. Il est clairement apparu que l'intérêt et le soutien internationaux pour l'hyperonique restent forts. Ainsi, les membres d'AVT-136 ont fortement recommandé de poursuivre les travaux de coopération internationale dans l'aérodynamique sous les auspices de la commission Technologie Appliquée aux Véhicules.