

Master thesis : Modelisation of aero-optic effects in supersonic conditions

Auteur : Lafontaine, Pierre

Promoteur(s) : Terrapon, Vincent

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/4545>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Abstract

Optical distortions are observed everywhere, in nature and in man-crafted technologies. These distortions affect the performances of the optical systems, and as such present an interest to be studied.

In the context of an airborne optical device, the optical perturbations are mostly due to the near-field perturbation of the flow. Considering a supersonic flow, the perturbed region is limited by a shock wave. This region, in which the optical aberrations are generated is therefore clearly defined.

A missile optical guidance system is chosen as a model for the simulations.

Acknowledging the importance of aerodynamic heating through shocks and heat exchanges in the boundary layer, a fluid-structure interaction simulation is performed. The density field of the flow can be directly related to the index of refraction; the increase of temperature of the optical window induce a modification of the index of refraction, and thermo-elastic deformations occurs due to the increase of temperature.

The surface of the shock wave is fitted by a polynomial surface: it is expected to provide a good characterization of the optical effect of the shock. The optical performances of the system under aero-optic disturbances are computed by sequential ray tracing, considering two wavelength of light: infrared ($\lambda = 4 [\mu\text{m}]$) and ultraviolet ($\lambda = 0.25 [\mu\text{m}]$).

The results are consistent with the expected optical effects of the aberrations, and show that the heating of the optical window dominates the deterioration of the optical performances. For an hemispherical window in a flow of Mach 4 and an angle of view of 20, the boresight shift is equal to 0.57 [mrad]. The UV signal is largely blurred by the optical aberrations, while the infrared shows focus errors close to its limit of diffraction in the system considered.

The successful computation of aberrations in the same order of magnitude as reference simulations supports the importance of the characterization of the shock surface.