

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Numerical Flutter Analysis of Flexible Wings: A Unified Cross-Sectional Properties, 3D Beam Modal Analysis, and SDPM Integration[BR]- Integration internship

Auteur : Abueltayef, Khader

Promoteur(s) : Andrianne, Thomas

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

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

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24830>

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.

Numerical Flutter Analysis of Flexible Wings: Cross-Sectional Properties, 3D Beam Modal Analysis, and SDPMflut Integration

Khader Abueltayef

Section: Aerospace Engineering Academic year: 2024–2025

Supervisor: Prof. Thomas Andrianne

Objectives — In the scope of this thesis, reliable prediction of classical bending–torsion flutter in flexible finite wings was targeted within a transparent and reproducible numerical environment. Consistent data exchange for the SDPMflut software and practical discretisation and uncertainty practices suitable for early design decisions were sought.

Means implemented — A computational framework was established that integrates: (i) spanwise cross-sectional properties computed from mesh-based sectional analysis, (ii) a three-dimensional Timoshenko-beam finite-element model delivering wind-off natural frequencies and mass-normalised mode shapes, and (iii) an unsteady lifting-surface formulation through the SDPMflut software in the frequency domain. Mode shapes were reconstructed on a chordwise–spanwise grid to enable aerodynamic coupling, and the coupled complex eigenproblem was solved across airspeed.

Results — Consistency with experimental references was demonstrated on a ULiège laboratory wing reconstructed from a high-fidelity dataset. The predicted modal patterns and the evolution of frequency and damping with airspeed reproduced the expected behaviour when equivalent modelling choices were adopted. Discretisation studies indicated mesh-independent aeroelastic indicators beyond moderate structural and aerodynamic resolutions. Parameter-wise envelopes quantified the sensitivity to mass, stiffness, damping targets and Mach number. The frequency-placement metric $\chi = f_h/f_\alpha$ summarised the relative ordering of bending and torsion branches effectively.

Conclusions — Structural properties primarily governed frequency placement, whereas aerodynamic inputs mainly shaped damping levels. Within the stated assumptions, the computational framework provided traceable data exchange with the SDPMflut software, credible convergence evidence and practical uncertainty bounds, supporting early aeroelastic risk screening and post-test interpretation.

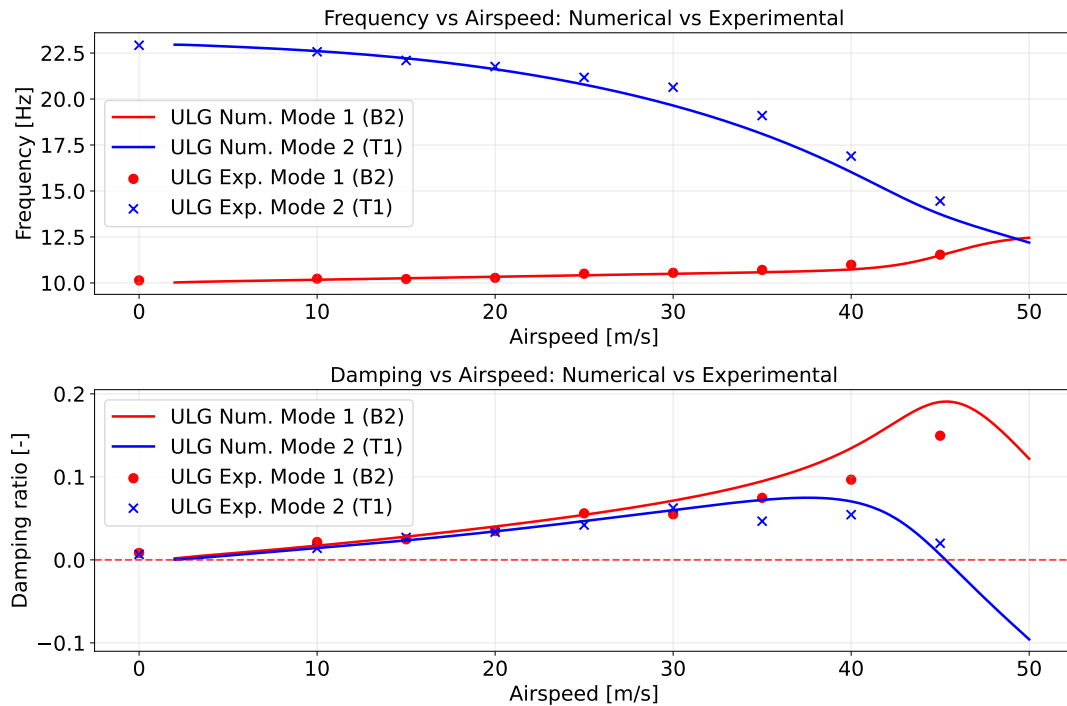


Figure 1: Frequency and damping versus airspeed for the ULiège wing (summary figure).