



**Thomas VANNESTE** Doctorant à l'Onera soutiendra ses travaux de thèse :

*« Développement d'un outil de modélisation aéroélastique du vol battu de l'insecte appliqué à la conception d'un nano-drone résonant »*

le jeudi 4 juillet 2013 à 14h00 à l'Onera Lille

devant le jury composé de :

**RAPPORTEURS**

**Kevin Knowles**  
**Régis Dufour**

Professeur Cranfield University, Shrivenham  
Professeur INSA, Lyon

**EXAMINATEURS**

**Vincent Chapin**  
**Jean-Camille Chassaing**  
**Jean-Bernard Paquet**  
**Olivier Thomas**

HDR ISAE, Toulouse  
HDR UPMC, Paris  
Docteur Ingénieur ONERA, Lille  
Professeur ENSAM, Lille

**DIRECTEURS DE THESE**

**Eric Cattan**  
**Sébastien Grondel**

Professeur IEMN, Valenciennes  
Professeur IEMN, Valenciennes

### **Résumé**

Développer, à partir de zéro, un drone imitant le vol battu de l'insecte est une tâche ambitieuse et ardue pour un designer en raison du manque de savoir-faire en la matière. Pour en accélérer le développement pendant les phases de design préliminaires, un outil modélisant les phénomènes aéroélastiques du vol de l'insecte est un véritable atout pour le designer et est le sujet de cette thèse.

Le coeur de cet outil est un solveur éléments finis 'structure' couplé, en utilisant une approche par tranche, à un modèle aérodynamique quasi-statique du vol de l'insecte prenant en compte la flexibilité de l'aile, à la fois selon l'envergure et la corde, mais aussi ses grands déplacements. L'ensemble est conçu de manière à contenir le coût de calcul tout en étant assez modulaire pour s'adapter à un large panel d'applications.

Afin de valider l'intégralité de cet outil, un processus en deux étapes a été entrepris avec d'abord une approche numérique et ensuite une validation expérimentale grâce à un banc de caractérisation dédié. Les résultats du modèle concordent de manière satisfaisante dans les deux cas, capturant l'effet d'amortissement dû aux forces aérodynamiques, et ouvre ainsi la voie à son utilisation pour le design de drones à ailes battantes.

Pour démontrer l'intérêt de l'approche développée lors des phases de design préliminaires, deux applications sur un nano-drone résonant sont réalisées : la définition d'une stratégie d'actionnement efficace et la recherche d'une géométrie d'aile potentiellement intéressante d'un point de vue aérodynamique, en couplant l'outil de modélisation à un algorithme génétique. Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux trouvés dans la nature et sont en cours d'implémentation sur le drone.

**Mots clés** : Aile battante ; Modèle aéroélastique ; Aile souple ; Optimisation ; Outil de dimensionnement