

## **Le projet BioMAV : Développement d'un MicroVéhicule Aérien Bio-Inspiré**

Soukalo Dembélé

Laboratoire d'Automatique de Besançon  
(UMR CNRS 6596 - ENSMM - UFC - IMFC FR W0067)  
25, rue Alain Savary - 25000, Besançon - France  
E-mail : sdembele@ens2m.fr  
Tél : +33(0)381 40 27 98 - Fax : +33(0)381 40 28 09

Mots clés : MAV (micro aerial vehicle), actionneurs piézoélectriques, actionneurs électrostrictifs, CAO, microtechnologies, aérodynamisme, modélisation, commande.

### Résumé :

Depuis quelques années, le développement des microtechnologies dans les domaines électronique, mécanique et matériaux a permis la réalisation de microsystèmes tels que capteurs, actionneurs et mécanismes. Il est ainsi devenu possible d'envisager la réalisation de véhicules aériens de taille et d'envergure inférieures à 15 cm. Par opposition aux avions, ces objets volants sont dénommés microvéhicules, soit en anglais micro aerial vehicle ou MAV.

On distingue les MAV, où la sustentation est produite par la rotation d'une ou plusieurs hélices, des MAV bio-inspirés chez lesquelles la sustentation est produite par le battement des ailes. Deux tendances se rencontrent dans cette deuxième catégorie : les MAV qui s'inspirent des oiseaux et les MAV qui s'inspirent des insectes.

Le papier traite des MAV s'inspirant des insectes et plus particulièrement des odonates du sous-ordre des anisoptères. Ceux-ci sont des insectes, relativement primaires, ayant une envergure comprise entre 20 mm et 110 mm, une longueur comprise entre 30 mm et 85 mm pour une masse inférieure à 80 mg. La fréquence de battement des ailes comprise entre 10 Hz et 90 Hz pour une amplitude inférieure à 80° leur assure une vitesse de vol pouvant atteindre 40 km/h. Le nombre de Reynolds s'élève à environ  $10^3$ . La puissance produite est habituellement inférieure à 200 mW/g avec un rendement compris entre 5 et 15%.

A l'inverse des avions (gros et rapides donc un nombre de Reynolds supérieur à  $10^5$ ) où les écoulements sont stationnaires, les écoulements dans le vol des odonates ne sont pas stationnaires. Au contraire, le vol des insectes repose sur

l'utilisation des tourbillons. Le battement de chaque aile provoque un tourbillon, source d'un apport de portance supplémentaire, et l'insecte essaie de profiter de ce tourbillon en faisant tourner l'aile. Aussi le mouvement des ailes comporte un mouvement de haut en bas et de bas en haut ainsi qu'une rotation autour de l'axe médian.

Le projet BioMAV du Laboratoire d'Automatique de Besançon porte sur la réalisation d'un MAV s'inspirant des anisoptères.

Jusqu'à présent les MAV bio-inspirés ont, pour la plus part, des thorax constitués de mécanismes 4 barres actionnés par des multimorphes piézoélectriques de type PZT, PZN ou PMN. Dans le projet du LAB, par contre, le thorax est monolithique, le mécanisme de base étant la structure flexible à charnières élastiques. On parie sur le fait que l'amplification mécanique des mouvements et l'excitation à la résonance permettront d'obtenir des amplitudes de battement compatibles avec le vol.

Le projet se trouve actuellement dans la phase de simulation sous un logiciel d'éléments finis (ATILA) afin d'optimiser la structure du MAV et en déduire ses caractéristiques mécaniques. Après cela il s'agira de modéliser le comportement du MAV puis d'étudier des lois de commande permettant l'excitation des ailes à la résonance. Puis on effectuera des essais en soufflerie pour étudier le comportement aérodynamique. Après seulement seront envisagés des essais en grandeur nature.