

PROJET EUROPEEN SUR LES MICRO-AERONEFS

N. Franceschini, S. Viollet, F. Ruffier, F. Aubepart
Biorobotique / Lab. Mouvement et Perception
CNRS / Univ. de la Méditerranée,
31, Chemin J. Aiguier
13402, Marseille cedex 20
(Franceschini@laps.univ-mrs.fr)

*« Micro air vehicles for multi-purpose
remote monitoring and sensing »*

EEC Contract IST-FET 1999-29043
(2000 /2003)

- FIAT Res. Centre (Dept Micro-optics) TORINO Italy
- Politecnico (Depts Aero+ Electro) TORINO Italy
- CNRS / Univ Méditer. (Dept Biorobotics) MARSEILLE France
- Univ. Oulu (Dept Microelectron./Microsyst.) OULU Finland

Objectifs et Applications

- Conception et construction de micro-aéronefs dotés d'une certaine autonomie, de taille pouvant descendre jusqu'à 80 mm hors-tout, avec systèmes de télémétrie et télépilotage (endurance >10 min, portée > 500 m, altitude max 200 m, charge utile max 20 grammes)
- Contribution au développement des technologies associées
- Applications diverses envisagées:
contrôle de qualité de l'air, surveillance de centrales, de sites industriels ou naturels, d'ouvrages d'art, de lignes à haute tension, télédétection agricole ou géologique, relais d'information, aide au sauvetage, protection des populations et des frontières, renseignement, milieu urbain et intérieur de bâtiments, etc.
- Projet interdisciplinaire:
aérospatial, aérodynamique, transmission de données, antennes, capteurs, MEMS et MOEMS, modes de propulsion, sources d'énergie, automatique, informatique, traitement du signal, électronique analogique et numérique, optique et micro-optique, vision, neurosciences, neuroéthologie, zoophysologie...



Micro-aéronef N°1

	masse totale (grammes)
Structure	25
Moteurs	28
Réducteurs	10
Rotors	12
Vannes aérodynamiques	12
Micro-actionneurs et biellettes	6
Gyroscope vertical /Réf. d'attitude	6
Compas magnétique	6,5
GPS + antenne 1,58 GHz	9,5
Electron. de contrôle, radio et télémétries à 2,48 GHz	30
Charge utile (camera, détect. de gaz)	5
Masse totale hors accus	<u>150 grammes</u>
<hr/>	
Batteries Lithium	102 grammes
Masse totale incluant batteries	<u>252 grammes</u>
Puissance consommée en stationnaire	24 Watts
Endurance en stationnaire	<u>12 minutes</u>

Equipe de Biorobotique (travaux 1980-2002)

- 1980-2002: analyses micro-optique, neuroanatomique, neuro-physiologique et comportementale du traitement de l'information dans l'œil composé de la mouche
- 1985-1995: conception, simulation et construction de circuits électronique et de robots mobiles autonomes (terrestres) dérivés de la mouche
- 1993-2002: application aux micro-aéronefs des découvertes faites chez la mouche, et retour sur la biologie

Source d'inspiration: la mouche

- masse < 1g
- vitesse max 10m/s
- 6.000 pixels, 2 gyroscopes, 3 détect. d'horizon, 1 compas à polarisation, 10⁶ neurones
- taille : < 2cm
- vitesse de rotation max 2000°/s

• sait éviter les obstacles

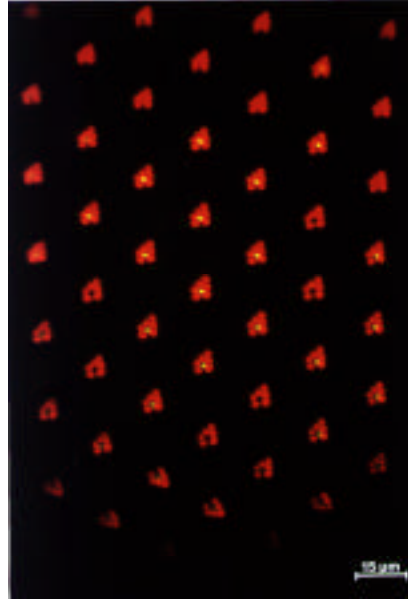
• sait poursuivre une cible à haute vitesse



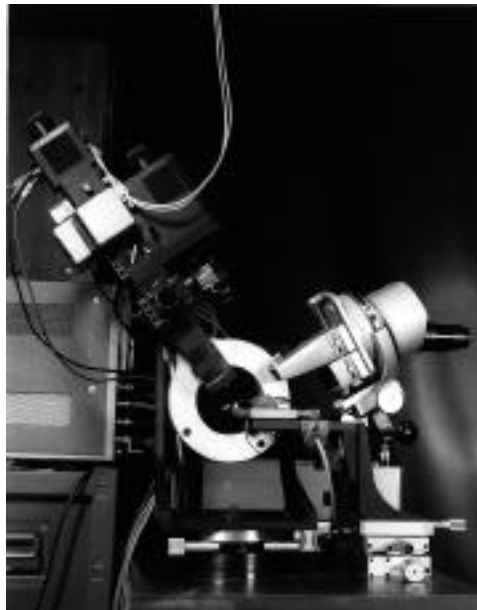
• sait atterrir avec précision

• sait faire du vol stationnaire

Chacune des 3000 facettes de l'œil possède dans son plan focal 8 photorécepteurs de sensibilités spectrales diverses, que l'on peut aujourd'hui stimuler individuellement par des spots lumineux de diamètre voisin de $1\mu\text{m}$ (Franceschini et al. 1981)



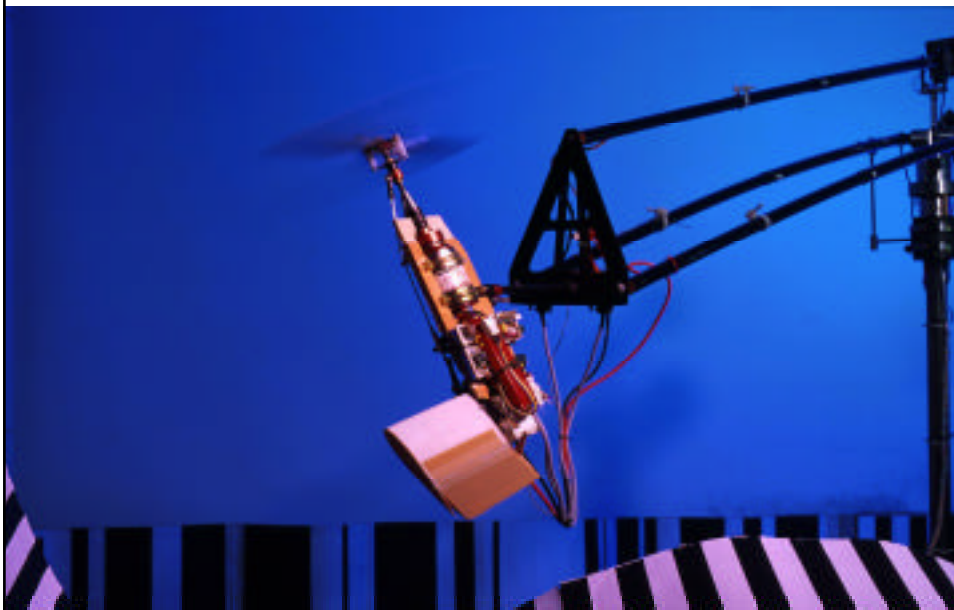
Analyse par microélectrodes, chez la mouche, des neurones détecteurs de *flux optique*, lors d'une stimulation lumineuse des photorécepteurs sous un *microscope-télescope* (Franceschini et al. 1989)

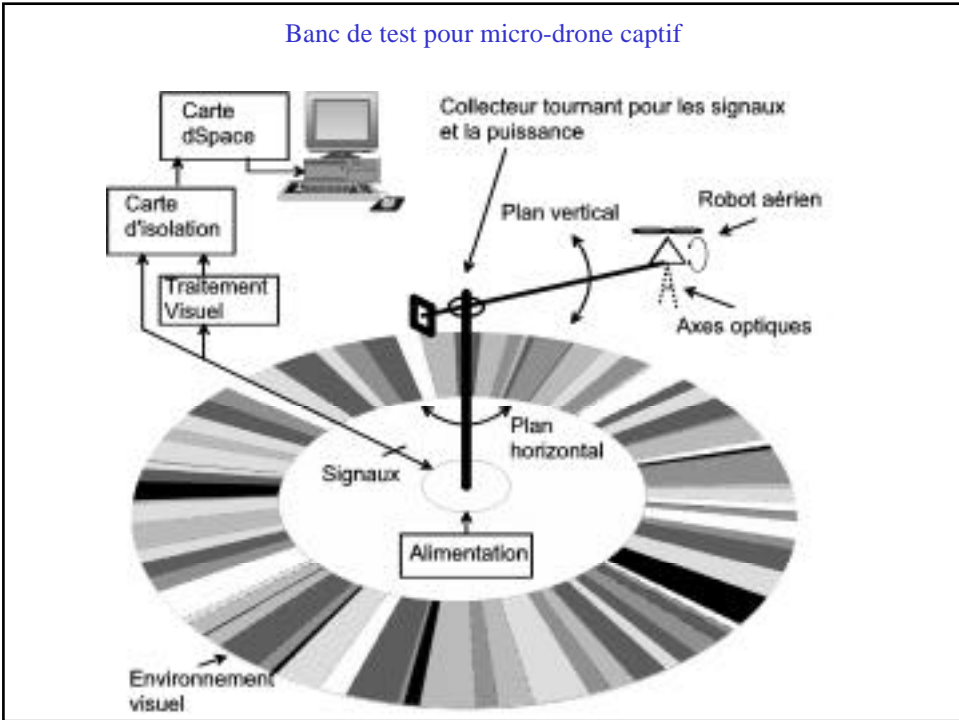
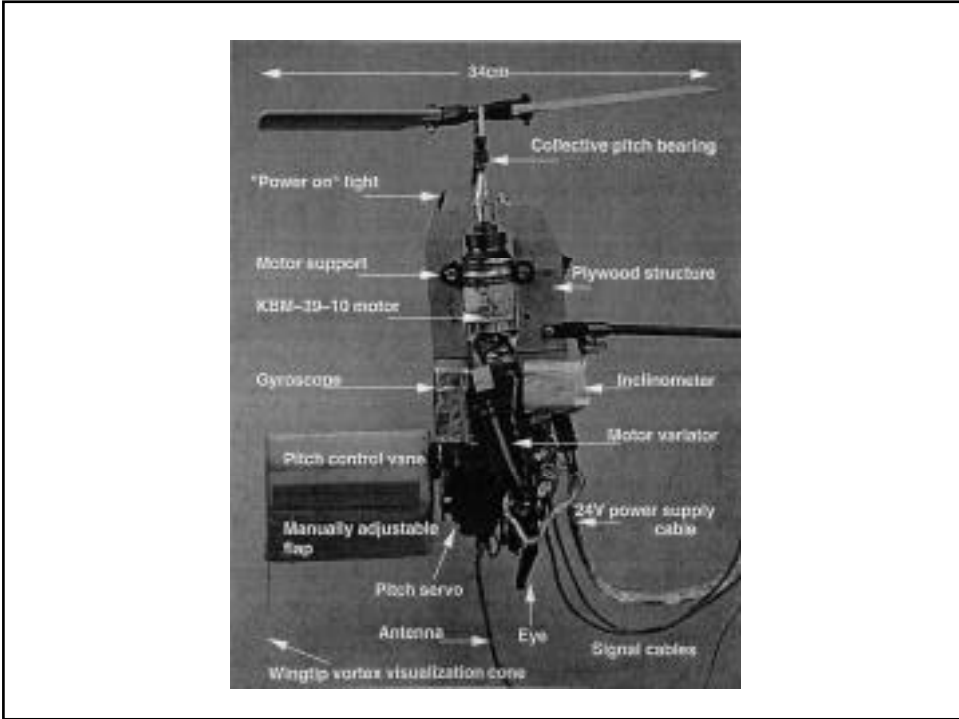


Le robot-mouche (10 kg), complètement autonome, évite les obstacles à 50 cm/s, grâce à un œil à facettes équipé de 110 neurones détecteurs de mouvement, dérivés de ceux de la mouche et travaillant en parallèle (Franceschini, Pichon & Blanes, 1992)

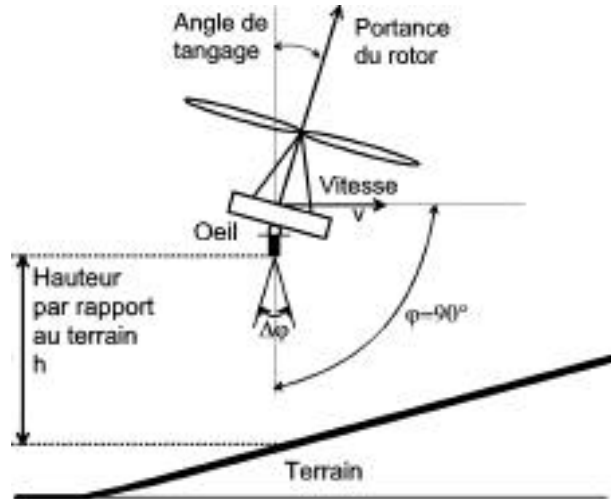


Le micro-drone captif FANIA (0,85 kg), dont le rotor à pas variable tourne à 6000t/min, saute par dessus les obstacles en pilotant à vue à 2m/s. Son œil est équipé de 19 capteurs de flux optique dérivés de ceux de la mouche (Netter & Franceschini, 1999, 2002)

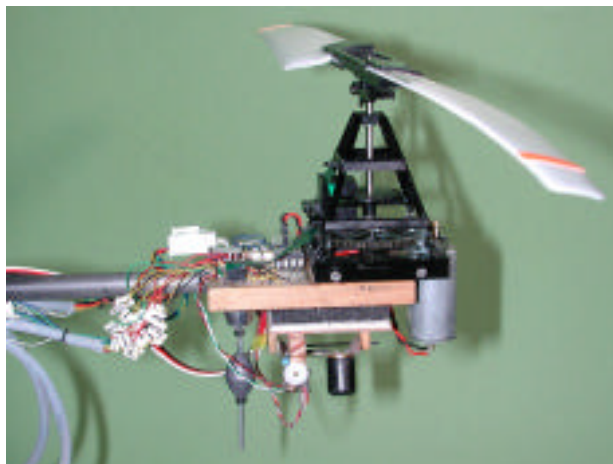




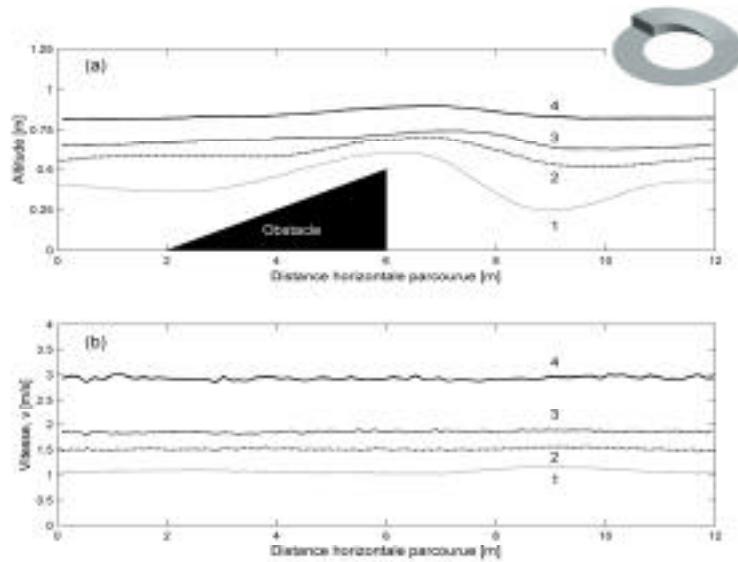
Contrôle d'altitude



Le microdrone captif OCTAVE (100 grammes) possède un œil ventral dont l'orientation compense le tangage (Ruffier & Franceschini, 2002)



OCTAVE: système de suivi de terrain basé sur une évaluation rapide du flux optique par un « neurone » électronique détecteur de mouvement, dérivé de l'œil de mouche
(Ruffier & Franceschini, 2002)



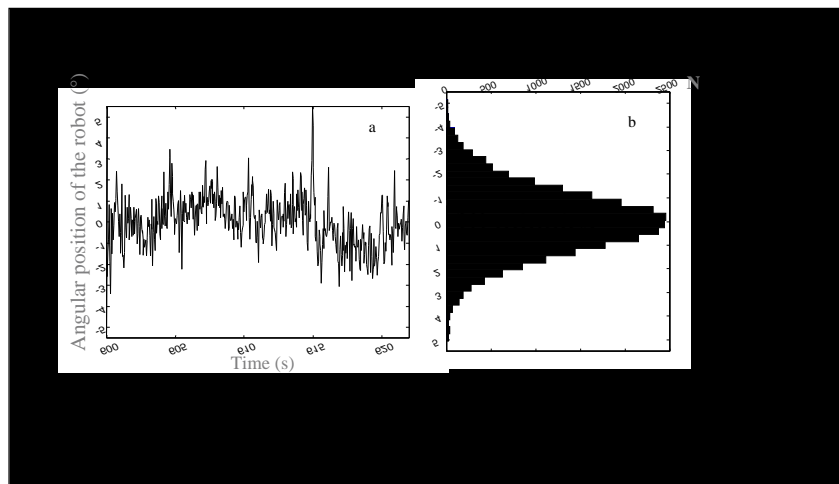
Enregistrement en vol, par microélectrode, de l'activité électrique d'un micro-muscle réalisant un microbalayage rétinien chez la mouche domestique
(Franceschini & Chagneux, 1997)



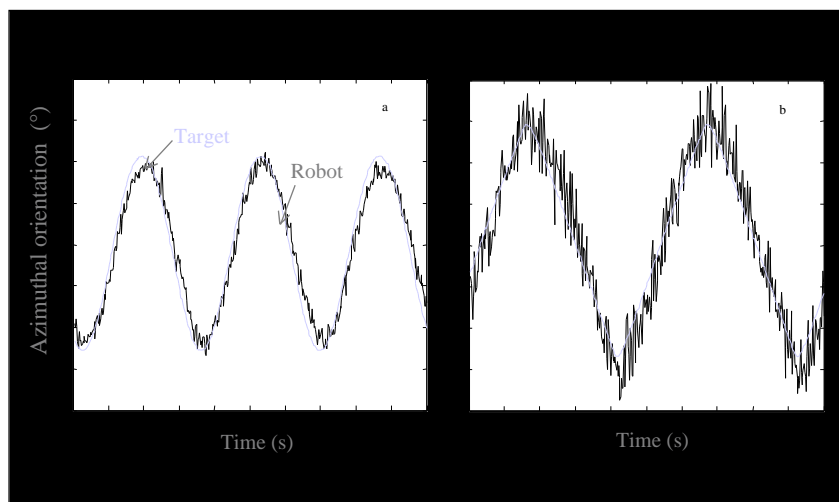
Un micro-balayage rétinien exponentiel, dérivé de l'œil de mouche, permet au micro-aéronef captif OSCAR (100 grammes) de se stabiliser dans son environnement et de poursuivre une cible en lacet. Son autonomie est de 60 min.
(Violet & Franceschini, 1999, 2001)



En fixant du regard un bord contrasté (ici durant 18 minutes) OSCAR se stabilise dans un environnement stationnaire



OSCAR peut aussi se verrouiller visuellement sur une cible mouvante:
ici, un « bord », de contraste 40%, situé à 1,3 m et oscillant à 0,15 Hz
(Viollet & Franceschini, 1999)



OSCAR doit sa bonne réponse dynamique (constante de temps en boucle fermée:
150 ms) à la combinaison de deux boucles sensori-motrices: visuelle et gyrométrique
(Viollet & Franceschini, 2001)

