

# Projet ROBUR: vers un animat à ailes battantes autonome

Doncieux Stéphane<sup>1</sup>

Mouret Jean-Baptiste<sup>1</sup>

Muratet Laurent<sup>1</sup>

Meyer Jean-Arcady<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LIP6 - AnimatLab  
Université Pierre et Marie Curie (Paris 6)



# Outline

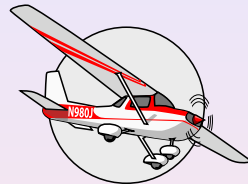
- 1 État de l'art
- 2 Présentation générale du projet
- 3 État d'avancement du projet
- 4 Perspectives



# Introduction: pourquoi des ailes battantes ?

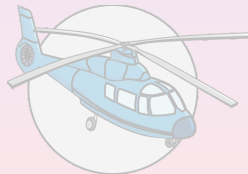
## Avion

- + peu consommateur d'énergie
- - pas de vol stationnaire
- - vitesse minimale fonction du poids



## Hélicoptère

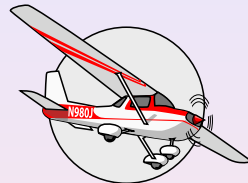
- + vol stationnaire
- + décollage vertical
- - consommation d'énergie
- - dangereux



# Introduction: pourquoi des ailes battantes ?

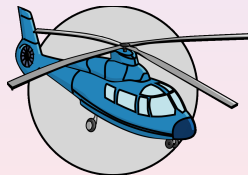
## Avion

- + peu consommateur d'énergie
- - pas de vol stationnaire
- - vitesse minimale fonction du poids



## Hélicoptère

- + vol stationnaire
- + décollage vertical
- - consommation d'énergie
- - dangereux



# Introduction: pourquoi des ailes battantes ?

## Avion

- + peu consommateur d'énergie
- - pas de vol stationnaire
- - vitesse minimale

## Hélicoptère

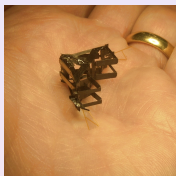
- + vol stationnaire
- + décollage vertical
- - consommation d'énergie
- - dangereux

## Plateforme à ailes battantes

- + consommation d'énergie
- + vol (quasi-)stationnaire
- + décollage (quasi-)vertical
- + animaux volants...



# Revue des projets existants



Micromechanical  
Flying Insect  
(Berkeley)



Micro-Bat  
(Caltech)



Entomopter  
(Georgia Tech)

Projet REMANTA (ONERA)





# ROBUR

## Présentation générale du projet

# Introduction

Étude des drones à ailes battantes du point de vue des **systèmes adaptatifs** et de **l'intelligence artificielle**.

Application visée: **goeland artificiel**  
 (envergure 130cm).



Pourquoi un mini drone et non un micro drone ?

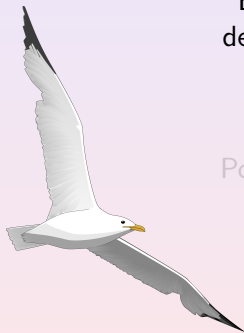
- Susceptible d'embarquer une charge suffisante pour implémenter des comportements cognitivement intéressants
- Plus facile à simuler
- Technologie plus facile d'accès



# Introduction

Étude des drones à ailes battantes du point de vue des **systèmes adaptatifs** et de **l'intelligence artificielle**.

Application visée: **goeland artificiel**  
 (envergure 130cm).



Pourquoi un mini drone et non un micro drone ?

- Susceptible d'embarquer une charge suffisante pour implémenter des comportements cognitivement intéressants
- Plus facile à simuler
- Technologie plus facile d'accès

# Introduction

Étude des drones à ailes battantes du point de vue des **systèmes adaptatifs** et de **l'intelligence artificielle**.

Application visée: **goeland artificiel**  
 (envergure 130cm).

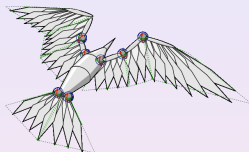


Pourquoi un mini drone et non un micro drone ?

- Susceptible d'embarquer une charge suffisante pour implémenter des comportements cognitivement intéressants
- Plus facile à simuler
- Technologie plus facile d'accès

# Objectifs: Gestion énergétique avancée

Morphologie adaptée



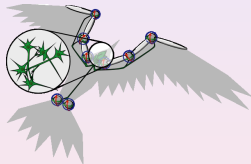
Contrôle moteur adaptatif

Exploitation des caractéristiques  
 aérologiques

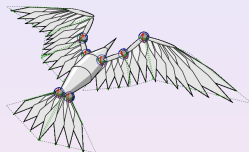


# Objectifs: Gestion énergétique avancée

Morphologie adaptée



Exploitation des caractéristiques  
 aérologiques

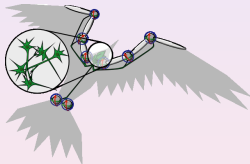


Contrôle moteur adaptatif

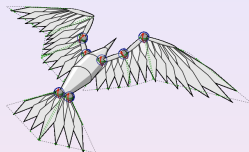


# Objectifs: Gestion énergétique avancée

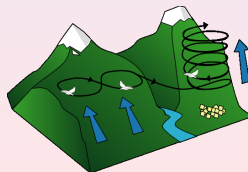
Morphologie adaptée



Exploitation des caractéristiques  
 aérologiques



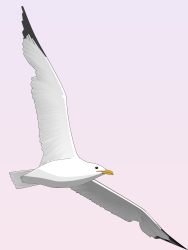
Contrôle moteur adaptatif





## Autres capacités requises

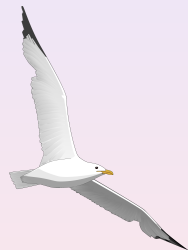
- évitement d'obstacles
- navigation, planification de trajectoires
- cartographie
- capacité de recharge automatique et de retour à la base





## Autres capacités requises

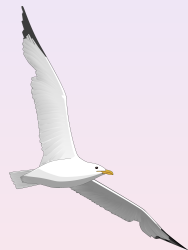
- évitement d'obstacles
- navigation, planification de trajectoires
- cartographie
- capacité de recharge automatique et de retour à la base





## Autres capacités requises

- évitement d'obstacles
- navigation, planification de trajectoires
- cartographie
- capacité de recharge automatique et de retour à la base

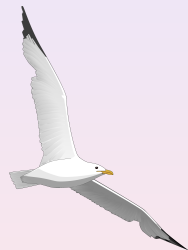






## Autres capacités requises

- évitement d'obstacles
- navigation, planification de trajectoires
- cartographie
- capacité de recharge automatique et de retour à la base





# Techniques employées

## Techniques issues des systèmes adaptatifs:

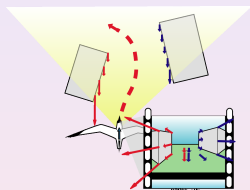
- architectures
  - réseaux de neurones
  - systèmes de classeurs
  - mixtures d'experts
- apprentissage et conception
  - algorithmes d'évolution
  - apprentissage par renforcement



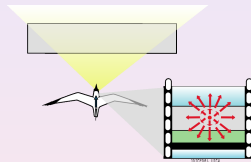
# ROBUR

## Avancement du projet

# Aspect sensoriel: exploitation de la vision

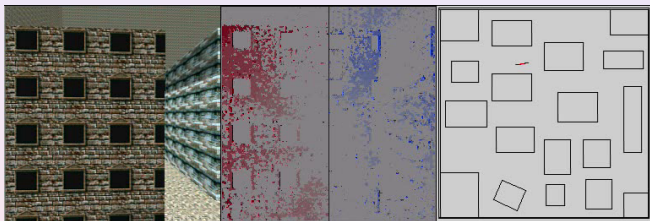


Équilibrage du flux optique pour éviter des obstacles



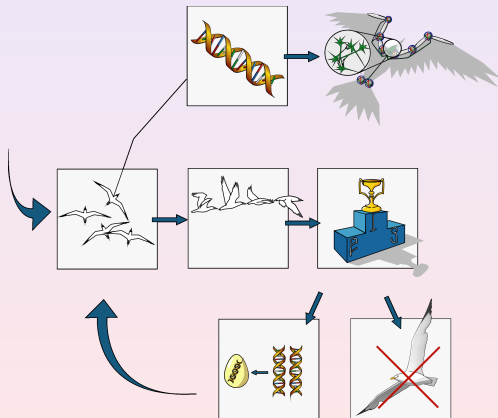
Calcul d'un temps avant impact et déclenchement de demi-tour

## Aspect sensoriel: résultats



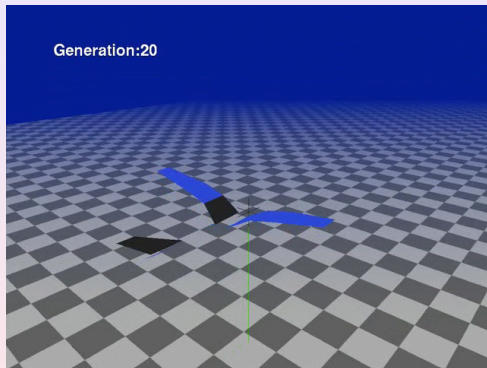
Travaux Muratet-Doncieux-Meyer

# Aspect moteur: conception de contrôleur par des algorithmes d'évolution





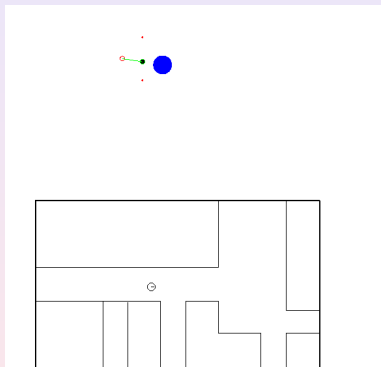
## Aspect moteur: résultats



Travaux Mouret-Doncieux-Meyer



## Aspect cognitif: cartographie et navigation



Cartographie autonome. Application à un robot terrestre.  
Travaux Filliat.





# ROBUR

## Perspectives du projet



# Perspectives

## Court terme

- contrôle en boucle fermée
- conception de la morphologie

## Moyen terme

- suivi de trajectoire
- évitement d'obstacle sur robot à ailes battantes

## Long terme

- Construction automatique de carte
- Exploitation de l'aérogologie



# Collaborations

- Thierry Druot (Université Paul Sabatier - ENSICA - SupAéro)
- Yves Brière et Pascal Roches (ENSICA)
- Patrick Pirim (BEV)



Financement et collaborations recherchés...

<http://animatlab.lip6.fr>  
Stephane.Doncieux@lip6.fr