# Oscillations make a self-scaled model for honeybees' visual odometer reliable regardless of flight trajectory

**Journal of the Royal Society Interface** 

Lucia BERGANTIN, Nesrine HARBAOUI, Thibaut RAHARIJAONA, Franck RUFFIER





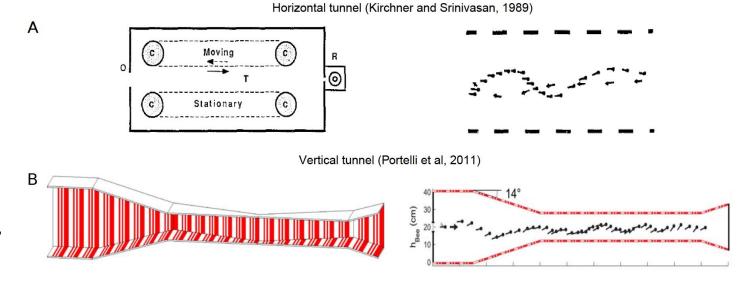


- La mesure de la distance parcourue
- Les oscillations chez les abeilles
- Le modèle SOFIa
- L'estimation de la hauteur de vol
- Simulations en présence de vent et reliefs
- Comparaison des odomètres visuels
- Conclusions

### La mesure de la distance parcourue

Les abeilles mesurent la distance parcourue entre la ruche et une source de nourriture à l'aide de repères visuels [Von Frisch, 1967]

le flux optique [Esch et Burns 1997, Srinivasan et al. 1996 & 1997]



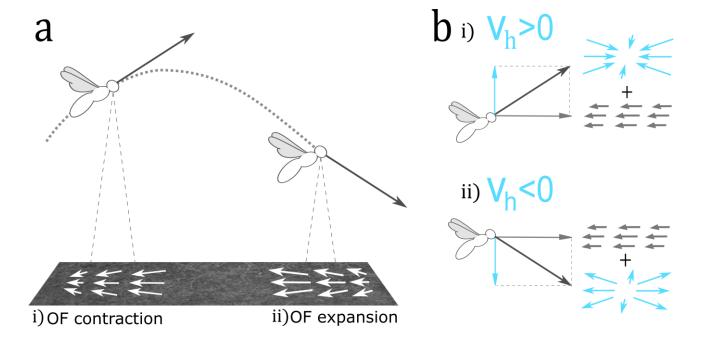
#### Les oscillations chez les abeilles

**Divergence du flux optique :** contractions et expansions dans le champ vectoriel du flux optique

$$\omega_{DIV}^{th} = \frac{v_h}{h} \tag{1}$$

observation du vecteur d'état du système oscillant

$$X = [h; v_h] \tag{2}$$



### Le modèle SOFIa (Self-scaled Optic Flow Integration)

Dans la littérature: odomètre visuel basé sur l'intégration mathématique du flux optique de translation

$$\hat{X} = \int \omega_T^{meas} \, \mathrm{d}t \qquad (3)$$

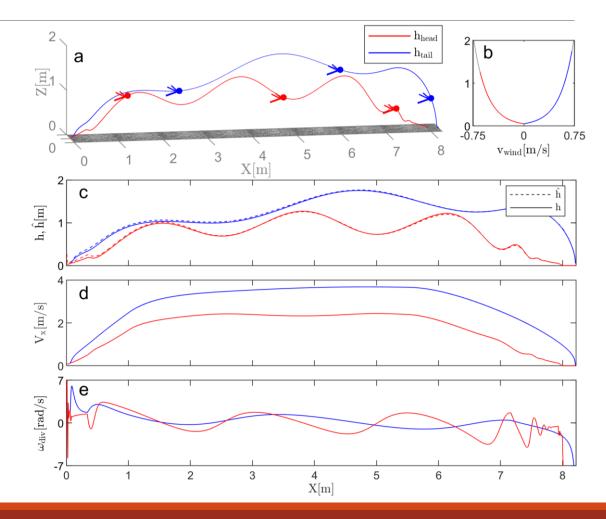
**SOFIa**: odomètre visuel basé sur l'intégration mathématique du flux optique de translation multiplié par un facteur d'échelle

$$\hat{X}_{SOFIa} = \int \omega_T^{meas} \cdot \hat{h} \, dt \qquad (4)$$

#### Estimation de la hauteur de vol

Estimation de la hauteur de vol avec un EKF :

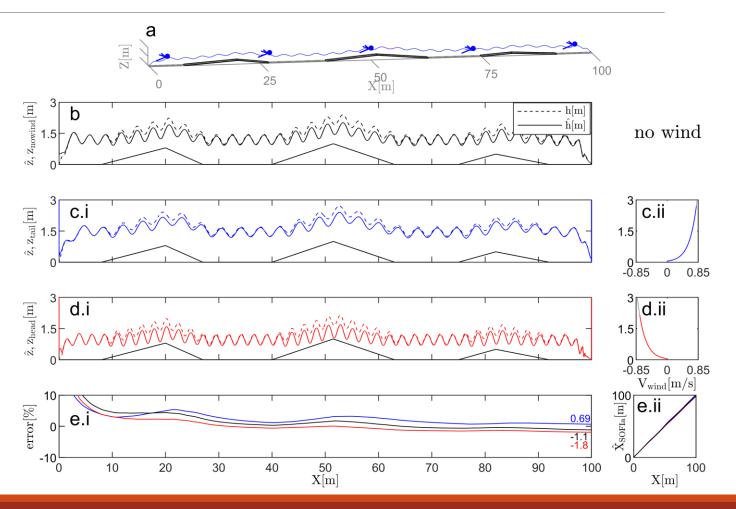
- 3,67% d'erreur en cas de vents contraires
- 5,18% d'erreur en cas de vent arrière
- $\rightarrow \hat{h}$  peut être utilisé comme facteur d'échelle



# Simulations en présence de vent et reliefs

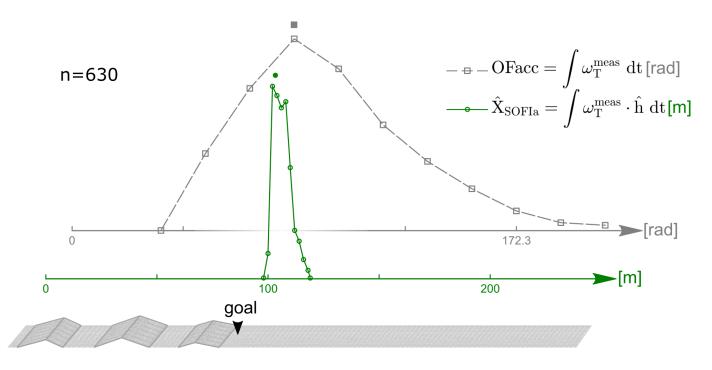
Mesures de la distance parcourue dans un champ ouvert en présence de vent et de 3 reliefs avec le modèle SOFIa :

- -1,1% d'erreur en cas d'absence de vent
- 0,69% d'erreur en cas de vent arrière
- -1,8% d'erreur en cas de vents contraires

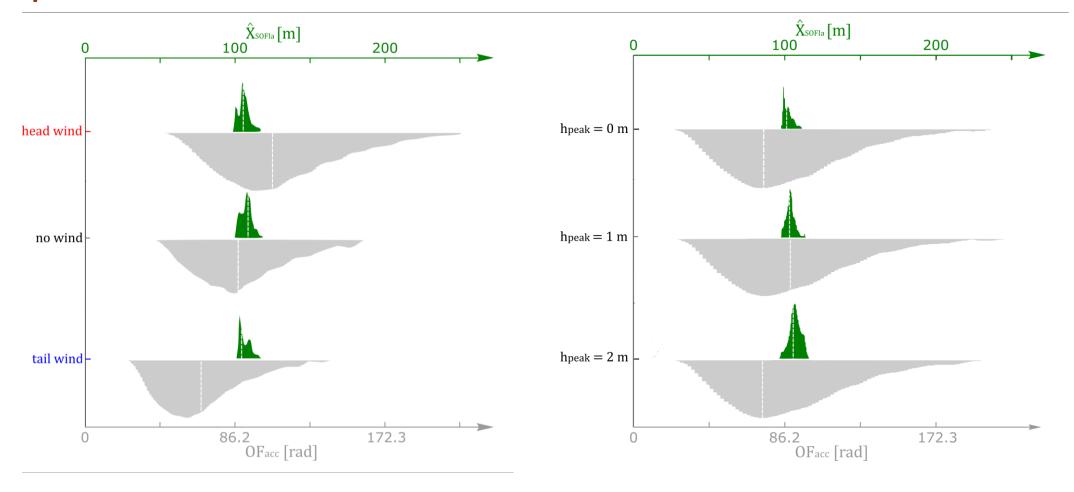


## Comparaison des odomètres visuels

Le modèle SOFIa est 10 fois plus précis que le modèle basé sur l'intégration mathématique du flux optique de translation (ici OFacc).



# Comparaison des odomètres visuels



#### Conclusions

- SOFIa: odomètre basé sur l'intégration du flux optique de translation mis à l'échelle par l'hauteur de vol
- Bio-plausibilité
  - → modélisation à méso-échelle
- Précision & distances estimées en mètres
  - → interessant pour les applications robotiques

## Merci pour votre attention ©

#### lucia.bergantin@univ-amu.fr

Bergantin, L., Harbaoui, N., Raharijaona, T., & Ruffier, F. (2021). Oscillations make a self-scaled model for honeybees' visual odometer reliable regardless of flight trajectory. *Journal of the Royal Society Interface*, 18(182), 20210567.





