

## PhD position (CIFRE)

**Topics:** Design of a bio-inspired optical compass to estimate the heading of a portable opto-electronic system.

**ISM supervisors:** Julien SERRES (AMU Senior Lecturer) and Stéphane VIOLLET (CNRS Research Director)

**SAFRAN supervisor:** Yacine OTHMANI

When it comes to navigating outdoors autonomously, the GPS system plays an important role for any navigation system. Nowadays, it is possible to find complete navigation systems on the shelf that integrate GPS, IMU and magnetic compass for a footprint of only 2x2cm<sup>2</sup> and a weight of 5 grams. However, there are circumstances where GPS does not work properly (urban canyons, tunnels...) and where the earth's magnetic field is too disturbed to provide a reliable heading measurement. It is precisely to overcome these problems that we propose to develop an optical compass based on a bio-inspired principle derived from behavioural studies carried out on the Cataglyphis desert ant [1]. This animal has a particular area (called the dorsal rim area) in the dorsal part of its visual field that is sensitive to polarized light from the sky [2]. In addition, SAFRAN Electronics & Defense produces optronic observation systems for various uses. These observation systems require knowledge of their position and orientation in order to calculate the coordinates of the observed points. Portable systems (binoculars) must also remain light and consume little power. To date, there is no sensor that can determine the direction of the binoculars very quickly and in all environmental conditions.

The aim of this thesis work will be to show that it is possible to measure an orientation with respect to the sky with very good accuracy, i.e. compatible with defence applications, by exploiting properties of sunlight scattered from the sky, such as the polarization of light in the blue and ultraviolet. The thesis will also aim to finely characterize the physical phenomenon, examine its variants, design technological systems that can be transposed to SAFRAN products and determine their performance under various environmental conditions. The thesis work will be based on recent ISM developments concerning the implementation of a celestial compass for robotics [3].

**Duration: 36 months**

Funding: ANRT/SAFRAN (CIFRE)

Net salary: ~2000€/month

**Profile:**

Engineering schools, internationally renowned master's degree from the top 10 national universities.

Knowledge in Optics, Instrumentation, Analog Electronics and Signal Processing,

Taste for experimentation,

Excellent level of English (written and spoken), TOEIC > 830.

**Please send a CV and cover letter to:**

Julien SERRES ([www.ism.univ-amu.fr/serres/en/](http://www.ism.univ-amu.fr/serres/en/)),

Stéphane VIOLLET ([www.ism.univ-amu.fr/viollet/](http://www.ism.univ-amu.fr/viollet/)), Biorobotics Group

Institut des Sciences du Mouvement (ISM, UMR 7287 CNRS-AMU), Campus de Luminy, Marseille

Contact e-mail: [julien.serres@univ-amu.fr](mailto:julien.serres@univ-amu.fr), [stephane.viollet@univ-amu.fr](mailto:stephane.viollet@univ-amu.fr)

**Bibliography:**

[1] R. Wehner. (2008). The Desert Ant's Navigational Toolkit: Procedural Rather than Positional Knowledge, Journal of The Institute of Navigation, Vol. 55, No. 2, 101-114.

[2] M.L Brines, and J.L. Gould. (1982). Skylight polarization patterns and animal orientation. Journal of Experimental Biology, Vol. 96, No. 1, 69-91.

[3] J. Dupeyroux, J. Serres and S. Viollet (2019). AntBot: A six-legged walking robot able to home like desert ants in outdoor environments, Science Robotics, Vol. 4, No. 27, eaau0307.

## Sujet Thèse CIFRE ISM – SAFRAN

**Titre :** Conception d'une boussole optique bio-inspirée pour estimer le cap d'un système portable opto-électronique.

**Encadrants côté ISM :** Julien Serres (Maître de Conférence AMU) et Stéphane Viollet (Directeur de Recherche CNRS)

**Encadrants côté SAFRAN :** Yacine OTHMANI

Lorsqu'il s'agit de naviguer à l'extérieur de manière autonome, le système GPS occupe un rôle prépondérant pour tout système de navigation. De nos jours, il est possible de trouver sur étagère des systèmes de navigation complet intégrant GPS, IMU et compas magnétique pour un encombrement de seulement 2x2cm<sup>2</sup> et une masse de 5 grammes. Cependant, il existe des circonstances où le GPS ne fonctionne pas correctement (canyons urbains, tunnels...) et où le champ magnétique terrestre est trop perturbé pour fournir une mesure fiable du cap. C'est précisément pour palier à ce type de problèmes que nous proposons de développer un compas optique basé sur un principe bio-inspiré issu d'études comportementales menées chez la fourmi du désert *Cataglyphis*<sup>1</sup>. Cet animal dispose en effet d'une zone particulière dans la partie dorsale de son champ visuel sensible à la lumière polarisée du ciel<sup>2</sup>, appelée aire dorsale marginale. Par ailleurs, SAFRAN Electronics & Defense produit des systèmes d'observation optroniques pour différentes utilisations. Ces systèmes d'observation nécessitent la connaissance de leurs position et orientation afin de calculer les coordonnées des points observés. Les systèmes portables (jumelles) doivent de plus rester légers et consommer peu. Il n'existe pas à ce jour de capteur permettant de déterminer le cap des jumelles de façon très rapide et dans différentes conditions environnementales.

Le but de ce travail de thèse consistera à montrer qu'il est possible de mesurer une orientation par rapport au ciel avec une très bonne précision, c'est-à-dire compatible avec des applications de défense, en exploitant des propriétés de la lumière solaire diffusée par le ciel, comme la polarisation de la lumière dans le bleu et l'ultraviolet. La thèse aura pour objet aussi de caractériser finement le phénomène physique, d'examiner ses variantes, de concevoir des systèmes technologiques transposables aux produits de SAFRAN et d'en déterminer les performances sous diverses conditions environnementales. Le travail de thèse s'appuiera sur des développements récents de l'ISM concernant la mise en œuvre d'un compas céleste pour la robotique<sup>3</sup>.

**Durée : 36 mois**

**Financement :** ANRT/SAFRAN (CIFRE)

**Rémunération nette : ~2000€/mois**

### Profil recherché :

Grandes écoles de rang A, master de renommée internationale dans le top 10 des universités nationales  
Connaissances en Optique, en Instrumentation, en Electronique analogique, et en Traitement du Signal,  
Goût pour l'expérimentation,  
Excellent niveau d'anglais (écrit et oral), TOEIC > 830.

### Merci d'envoyer un CV et une lettre de motivation à :

Julien SERRES ([www.ism.univ-amu.fr/serres/en/](http://www.ism.univ-amu.fr/serres/en/)),

Stéphane VIOLLET ([www.ism.univ-amu.fr/viollet/](http://www.ism.univ-amu.fr/viollet/)), Equipe Biorobotique

Institut des Sciences du Mouvement (ISM, UMR 7287 CNRS-AMU), Campus de Luminy, Marseille

Contacts Courriel : [julien.serres@univ-amu.fr](mailto:julien.serres@univ-amu.fr), [stephane.viollet@univ-amu.fr](mailto:stephane.viollet@univ-amu.fr)

### Références :

1. R. Wehner. (2008). The Desert Ant's Navigational Toolkit: Procedural Rather than Positional Knowledge, *Journal of The Institute of Navigation*, Vol. 55, No. 2, 101-114.
2. M.L Brines, and J.L. Gould. (1982). Skylight polarization patterns and animal orientation. *Journal of Experimental Biology*, Vol. 96, No. 1, 69-91.
3. J. Dupeyroux, J. Serres and S. Viollet (2019). AntBot: A six-legged walking robot able to home like desert ants in outdoor environments, *Science Robotics*, Vol. 4, No. 27, eaau0307.