



**HAL**  
open science

## Tour d'horizon des capteurs polarimétriques dédiés à la robotique mobile

Julien Serres, Antoine Moutenet, Léo Poughon, Thomas Kronland-Martinet, Stéphane Viollet

► **To cite this version:**

Julien Serres, Antoine Moutenet, Léo Poughon, Thomas Kronland-Martinet, Stéphane Viollet. Tour d'horizon des capteurs polarimétriques dédiés à la robotique mobile. 18èmes journées Imagerie Optique Non-Conventionnelle, Mar 2023, Paris, France. , 2023. hal-04109732v1

**HAL Id: hal-04109732**

**<https://hal.science/hal-04109732v1>**

Submitted on 30 May 2023 (v1), last revised 6 Sep 2024 (v2)

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Tour d'horizon des capteurs polarimétriques dédiés à la robotique mobile

Julien R Serres<sup>1,2,\*</sup>, Antoine Moutenet<sup>1,3</sup>, Léo Poughon<sup>1</sup>, Thomas Kronland-Martinet<sup>1,4</sup>, et Stéphane Viollet<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aix Marseille Univ, CNRS, ISM, 163 Av. de Luminy, 13009 Marseille, France

<sup>2</sup> Institut Universitaire de France (IUF), 1 rue Descartes, 75231 Paris cedex 05, France

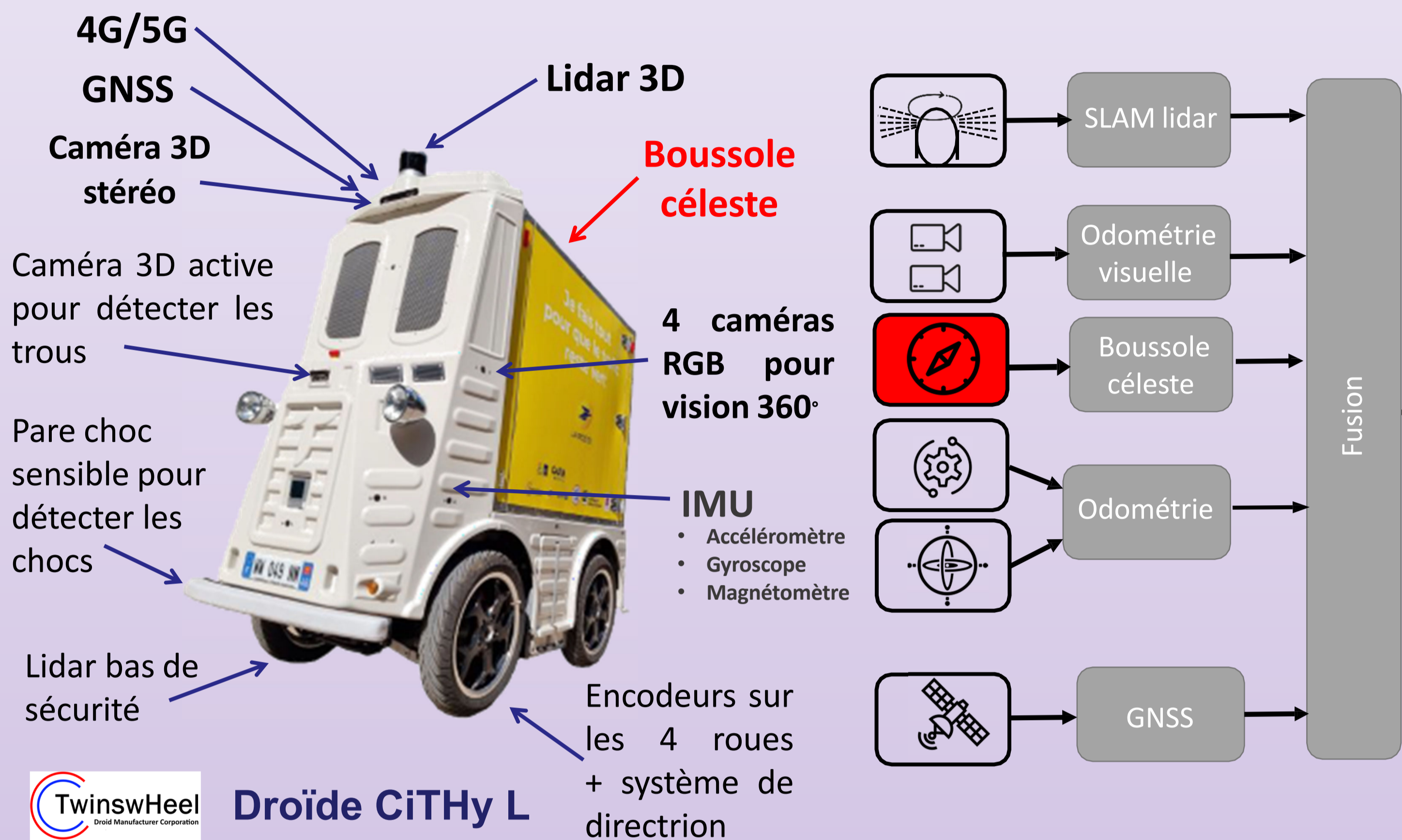
<sup>3</sup> Safran Electronics & Defense, 100 Av. de Paris, 91344 Massy, France

<sup>4</sup> Aix Marseille Univ, CNRS, IM2NP, 142 Av. Escadrille Normandie Niemen, 13013 Marseille, France

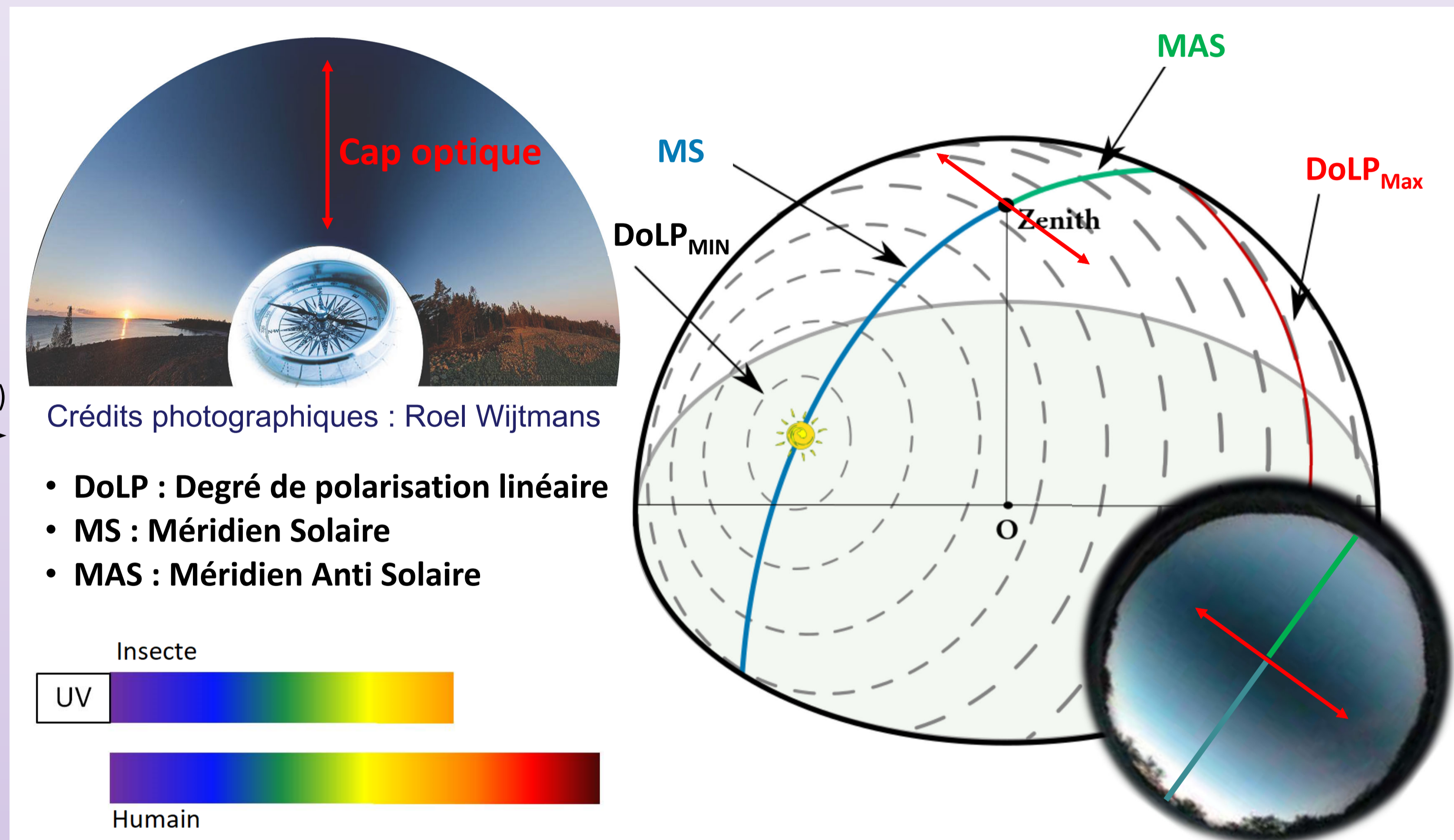
\*julien.serres@univ-amu.fr

**Objectif : Trouver un cap nord géographique vrai sur la base des attributs du motif de polarisation du ciel**

## Nouvelle modalité de détection de cap



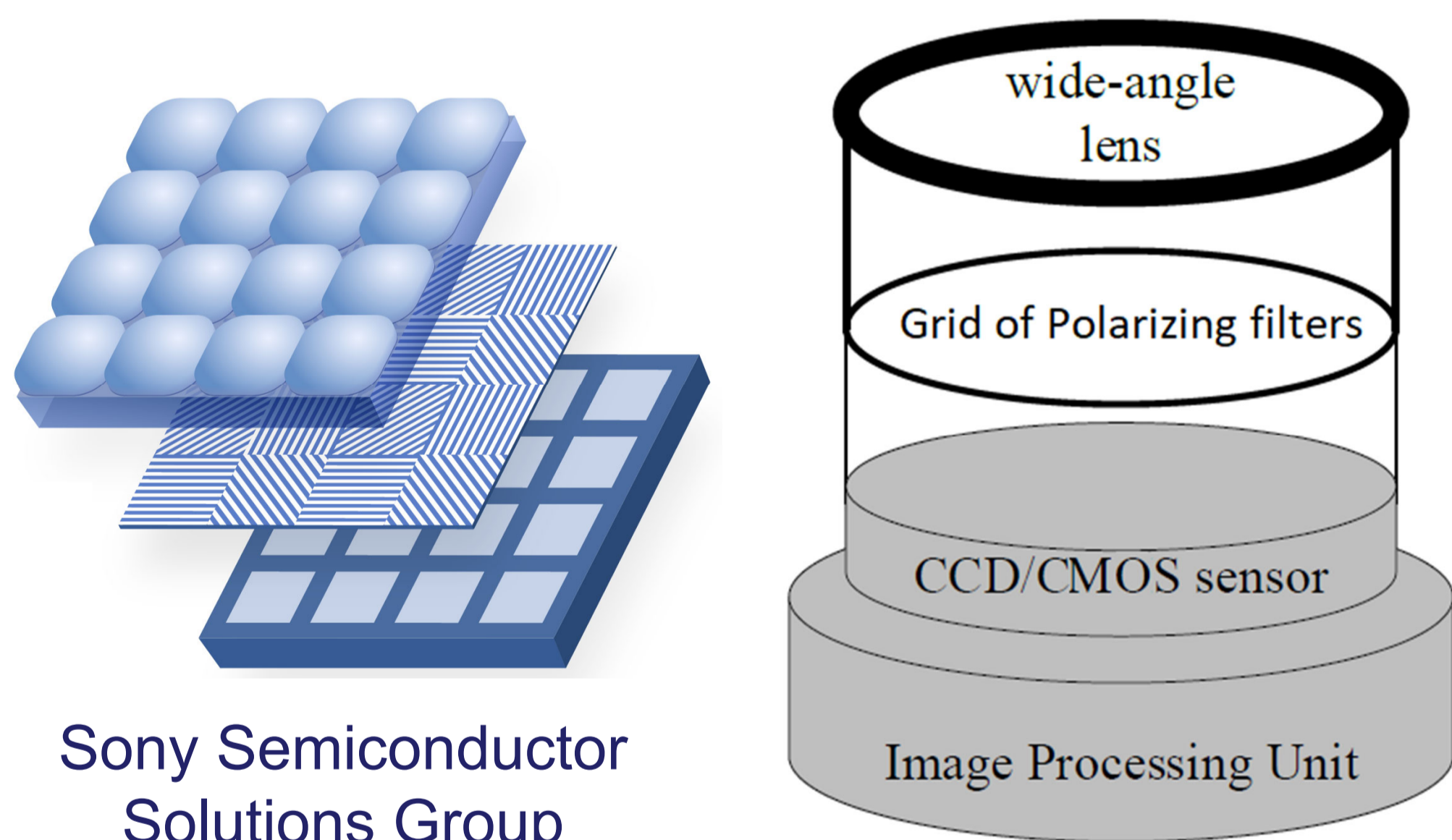
## Le motif de polarisation du ciel



## État de l'art : les 3 grandes familles de techniques de détection de cap optique

### Méthodes « imageantes » ou Stokes (conventionnelles)

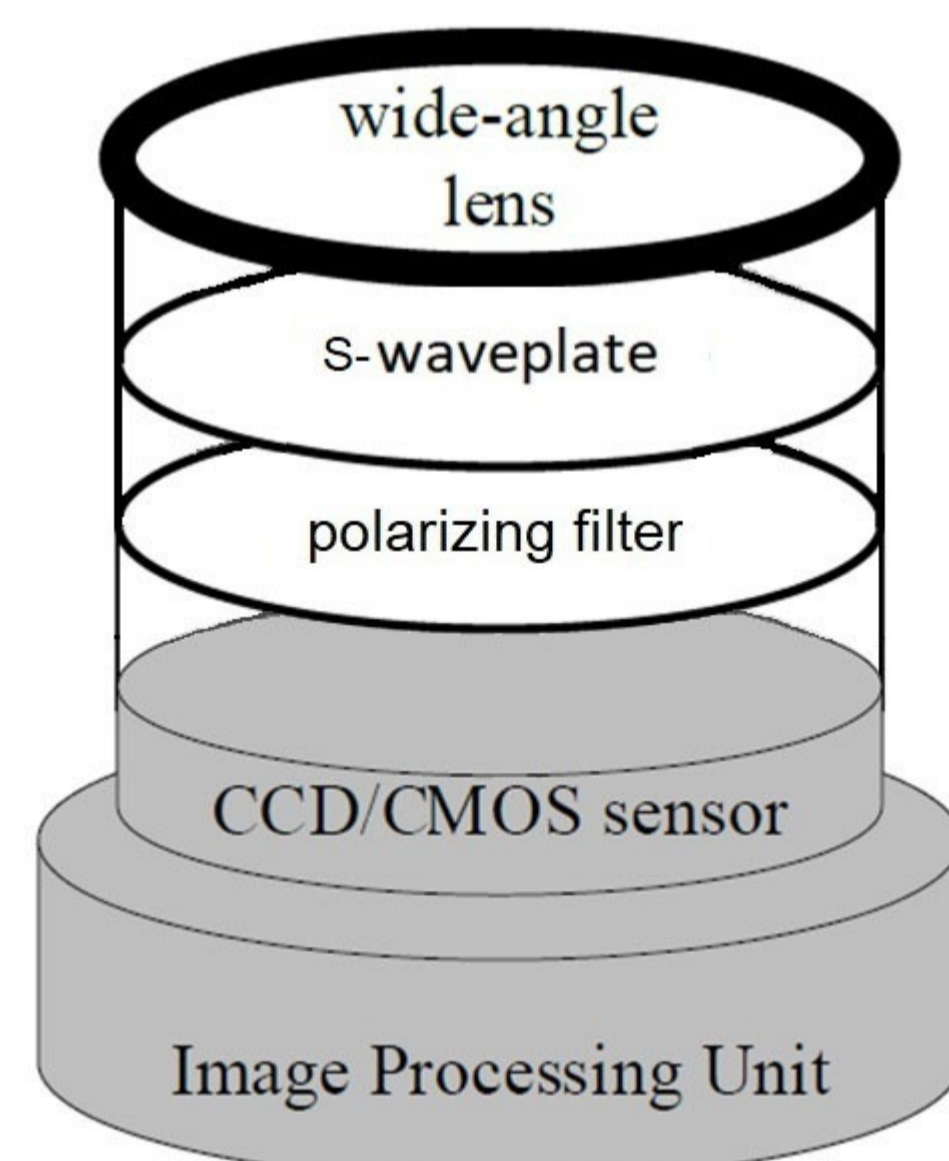
Refs. [1,2, *Polaris Sensor Technologies*]



- Filtres à grille métallique [1]  
DoFP Camera – Global shutter  
e.g., SONY IMX250MZR/MYR  
CMOS Couleur RGG 2000€ l'unité  
Précision < 0,2° pour 5 mégapixels  
cap à 1 Hz
- SkyPass de *Polaris Sensor Technologies* [2]  
Seulement aux USA pour 36000€ l'unité  
<https://www.polarissensor.com/skypass/>  
Précision < 0,1°  
cap à 1 Hz

### Méthodes « imageantes » par transformation

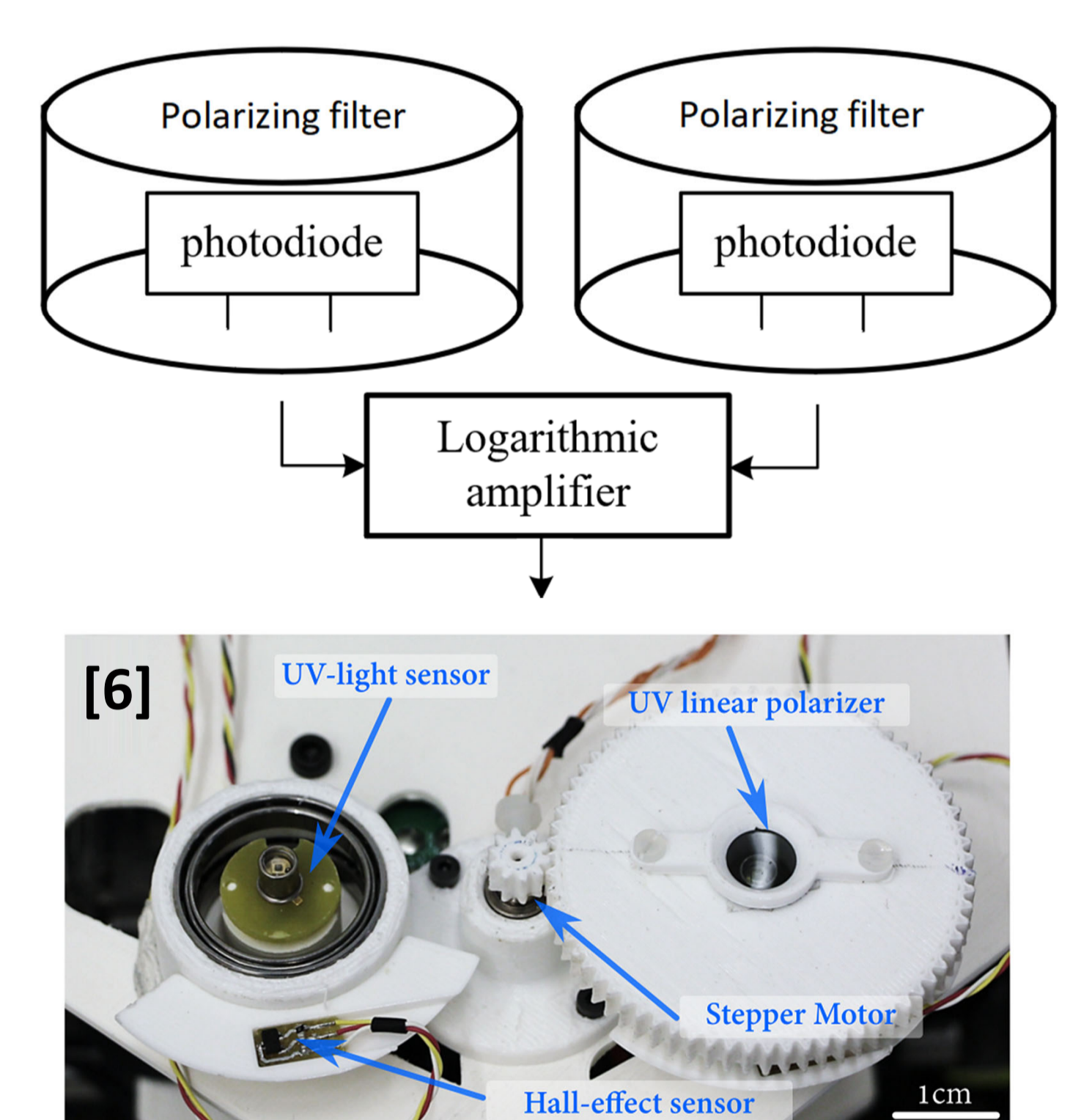
Refs. [3,4]



- Lame à retard en S (Chinois) [3]  
Précision < 0,3°  
Coût d'un S-waveplate ~ 5000€  
Spectre visible uniquement  
Exploite uniquement l'angle de polarisation.
- Lame à retard linéaire (STELLANTIS) [4]  
CIFRE Léo Poughon [2019 - 2023]  
Aucun produit disponible (Coût unitaire < 30€)  
30 fps pour une sortie de cap cible à 10 Hz

### Méthodes « non imageantes » ou biomimétiques

Refs. [5,6]



- Exploite uniquement l'angle de polarisation
- Couplage par paires orthogonales
- Lentille superflue
- Choix de la sensibilité spectrale UVA – Visible
- Détection ultra-rapide : sortie de cap > 100Hz
- Précision < 0,2°
- Coût pour une moyenne série < 500 €

## Perspectives futures à l'horizon 2030

- Les méthodes « imageantes » permettent de combiner différents attributs du motif de polarisation pour envisager une future géolocalisation.
- Les méthodes « imageantes » par transformation seront peu coûteuses mais nécessiteront une banque d'images pour être calibrées.
- Les méthodes « non imageantes » nécessitent une grille de micro filtres polariseurs intégrés dont les coûts de fabrication vont se réduire.

## Bibliographie

- [1] C. Lane, D. Rode, and T. Rösger, "Calibration of a polarization image sensor and investigation of influencing factors," *Applied Optics*, vol. 61, no. 6, pp. C37–C45, 2022.
- [2] L. M. Eshelman, A. M. Smith, K. M. Smith, and D. B. Chenault, "Unique navigation solution utilizing sky polarization signatures," in *Polarization: Measurement, Analysis, and Remote Sensing XV*, vol. 12112, p. 1211203, SPIE, 2022.
- [3] Y. Fan, R. Zhang, Z. Liu, and J. Chu, "A skylight orientation sensor based on s-waveplate and linear polarizer for autonomous navigation," *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 20, pp. 23551–23557, 2021.
- [4] L. Poughon, S. Mafrica, J. Monnoyer, L. Pradere, J.R. Serres J. R., S. Viollet. Procédé et système pour déterminer des données caractérisant un cap suivi par un véhicule automobile à un instant courant. Patent FR2111209 (FR), déposé le 21/10/2021.
- [5] T. Labhart, "Polarization-opponent interneurons in the insect visual system". *Nature*, 331(6155), pp. 435-437, 1988.
- [6] J. Dupeyroux, J. R. Serres, and S. Viollet, "Antbot : A six-legged walking robot able to home like desert ants in outdoor environments," *Science Robotics*, vol. 4, no. 27, p. eaau0307, 2019.

