



Simulation de mesure polarimétrique du ciel

Antoine Moutenet, Léo Poughon, Bruno Toulon, Julien Serres, Stéphane Viollet

► To cite this version:

Antoine Moutenet, Léo Poughon, Bruno Toulon, Julien Serres, Stéphane Viollet. Simulation de mesure polarimétrique du ciel. 18ème Journée de l'École Doctorale Sciences du Mouvement Humain ED463 (JEDSMH 2023), May 2023, Montpellier, France. , 2023. hal-04513481

HAL Id: hal-04513481

<https://hal.science/hal-04513481>

Submitted on 20 Mar 2024

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

Simulation de mesure polarimétrique du ciel

Extrait de travaux de thèse CIFRE Safran-ISM (2021-2024)

Antoine Moutenet^{1,2}, Leo Poughon¹, Bruno Toulon², Julien R Serres^{1,3}, Stéphane Viollet¹
antoine.moutenet@univ-amu.fr

– Principe : Diffusion multiple, luminance, architecture du capteur. Un algorithme modulaire ! –

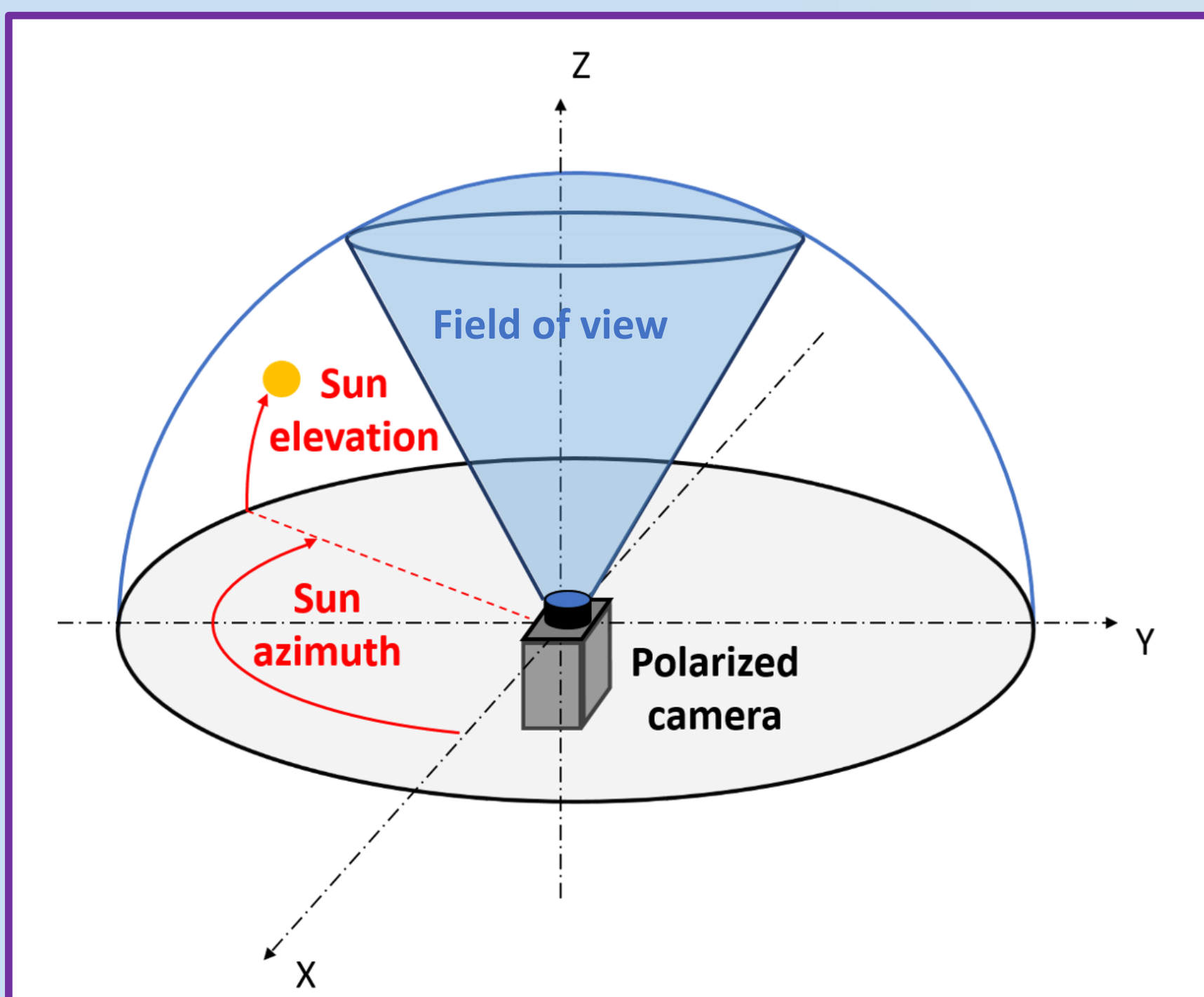


Figure 1 : Chaîne de mesure simulée. De la lumière polarisée du ciel dépendant de la position du soleil et des conditions météorologiques jusqu'au capteur.

Mise en contexte

Dans le cadre du développement d'une boussole optique bio-inspirée basée sur la lecture des propriétés de polarisation de la lumière diffusée par l'atmosphère, nous avons été amenés à développer un simulateur complet d'une camera polarimétrique observant le ciel [Fig.1].

- Ce simulateur prend en compte :
- le phénomène de diffusion multiple^[1,2] [Fig.3]
 - la répartition de l'énergie lumineuse^[3]
 - l'optique utilisée
 - les caractéristiques des polariseurs et du capteur.

Utilité de l'algorithme

Ce simulateur a l'avantage d'être **modulaire et évolutif**. Il est constitué de plusieurs blocs élémentaires, facilement remplaçables [Fig.2]. Cela permet une amélioration constante et une bonne adaptabilité quels que soient les systèmes optiques ou de détection étudiés [Fig.4]. Il sera disponible en **open source** sous Matlab et Python pour les besoins de la recherche et de la formation.

Il permettra le **dimensionnement** de système d'acquisition et d'**algorithmes de traitement d'images** à partir de données variées difficilement accessibles par l'expérimentation (conditions météorologiques, matériels coûteux, éphémérides^[4] spécifiques, etc). [Fig. 5,6,7,8]

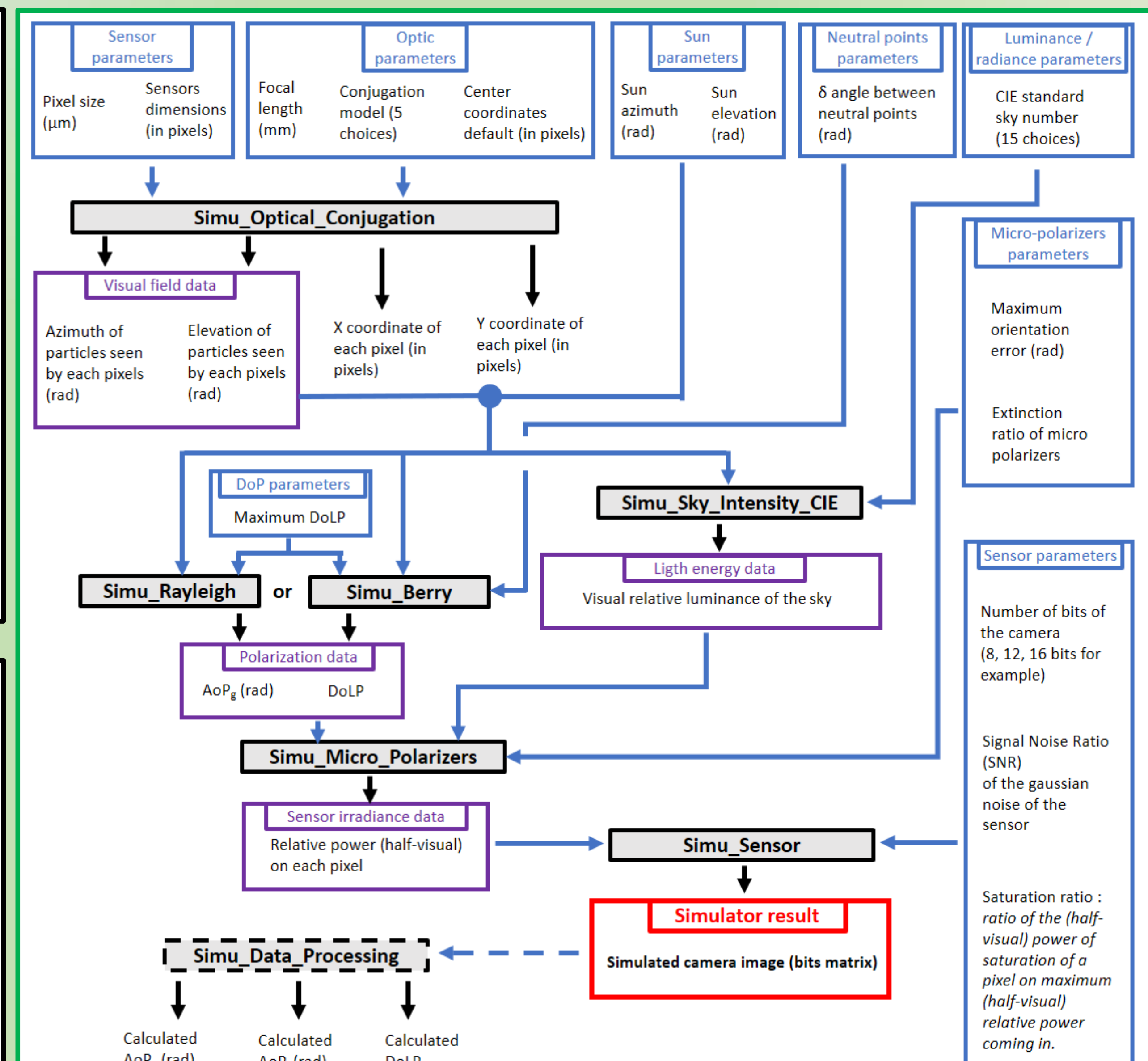


Figure 2 : Structure de l'algorithme de simulation de mesure polarimétrique du ciel. En bleu les entrées, en violet les résultats intermédiaires, en noir les blocs de calculs/fonctions, en rouge le résultat final.
DoLP : degrés de polarisation linéaire. AoP_g ou AoP_i : angles de polarisation dans le repère capteur ou dans un repère associé au méridien céleste contenant la direction incidente.

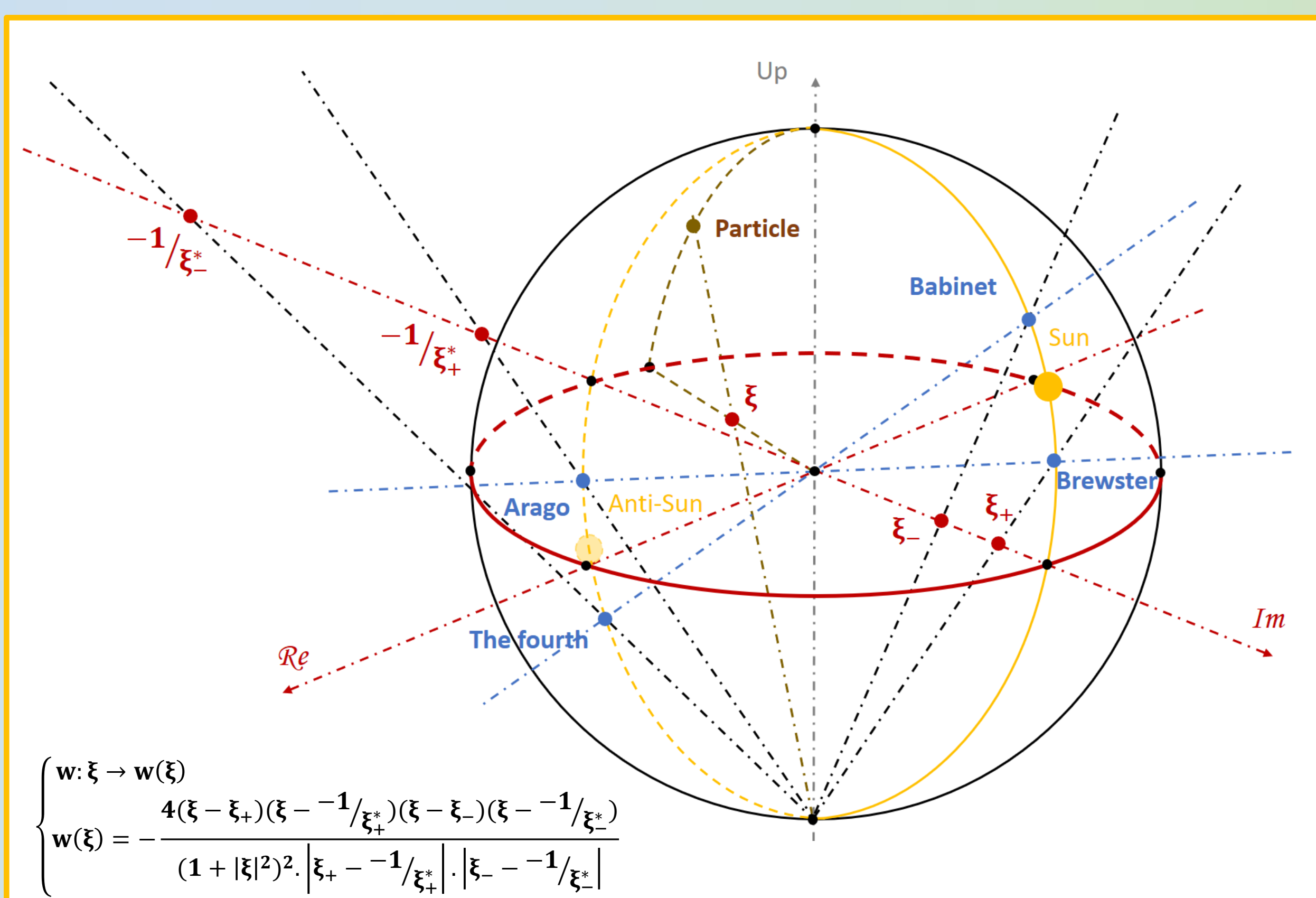


Figure 3 : Modèle de Berry² reposant sur la projection stéréographique des points neutres (polarisation nulle). Ce modèle permet d'estimer les propriétés de polarisation du ciel en prenant en compte la diffusion multiple grâce à la fonction complexe $w: \xi \rightarrow w(\xi)$, dont le demi-argument et le module correspondent respectivement à l'angle et l'intensité de polarisation.



Figure 4 : Type de cameras actuellement simulées. Cameras avec matrice de micro-polariseurs linéaires orientés à 0, 45, 90 et 135 degrés.

– Résultats : Comparaisons entre simulations et acquisitions en extérieur –

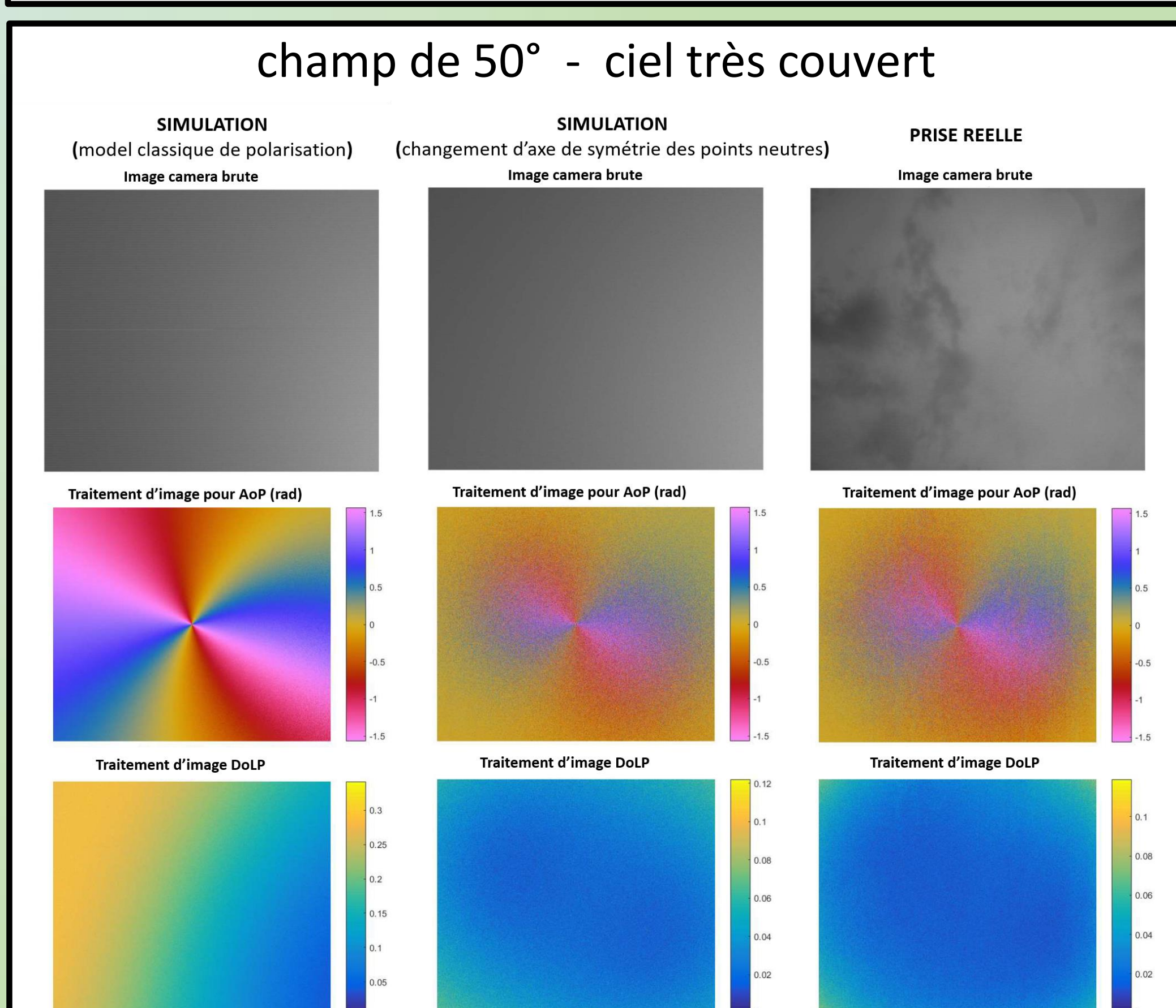


Figure 5 : Camera monochrome FLIR Blackfly S BFS-U3-51S5P, 2048x2448 pixels.
Jeudi 20 octobre 2022, 15h30, Luminy, Marseille.

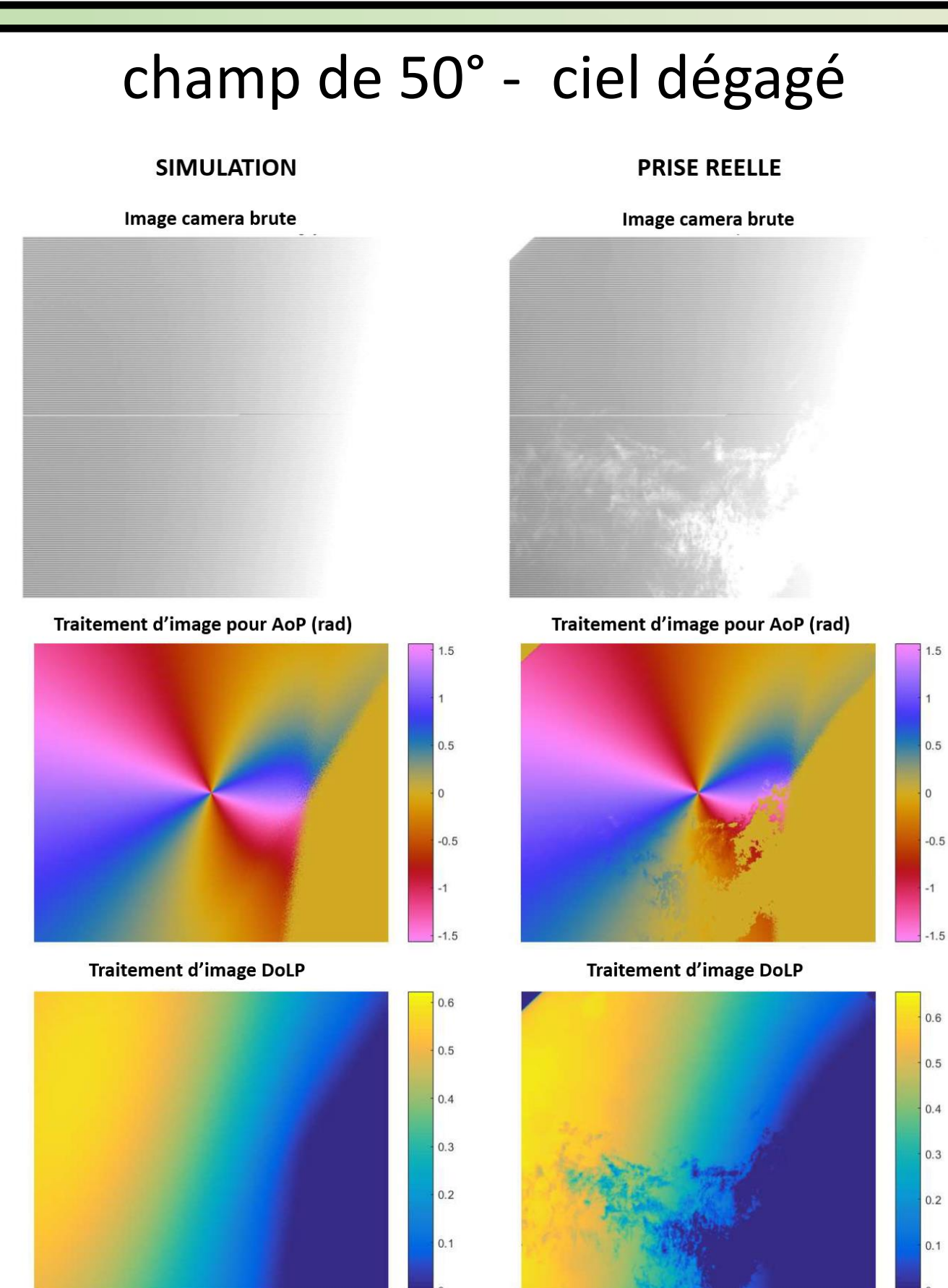


Figure 6 : Camera monochrome FLIR Blackfly S BFS-U3-51S5P, 2048x2448 pixels.
Merc. 25 janv. 2023, 11h33, Luminy, Marseille.

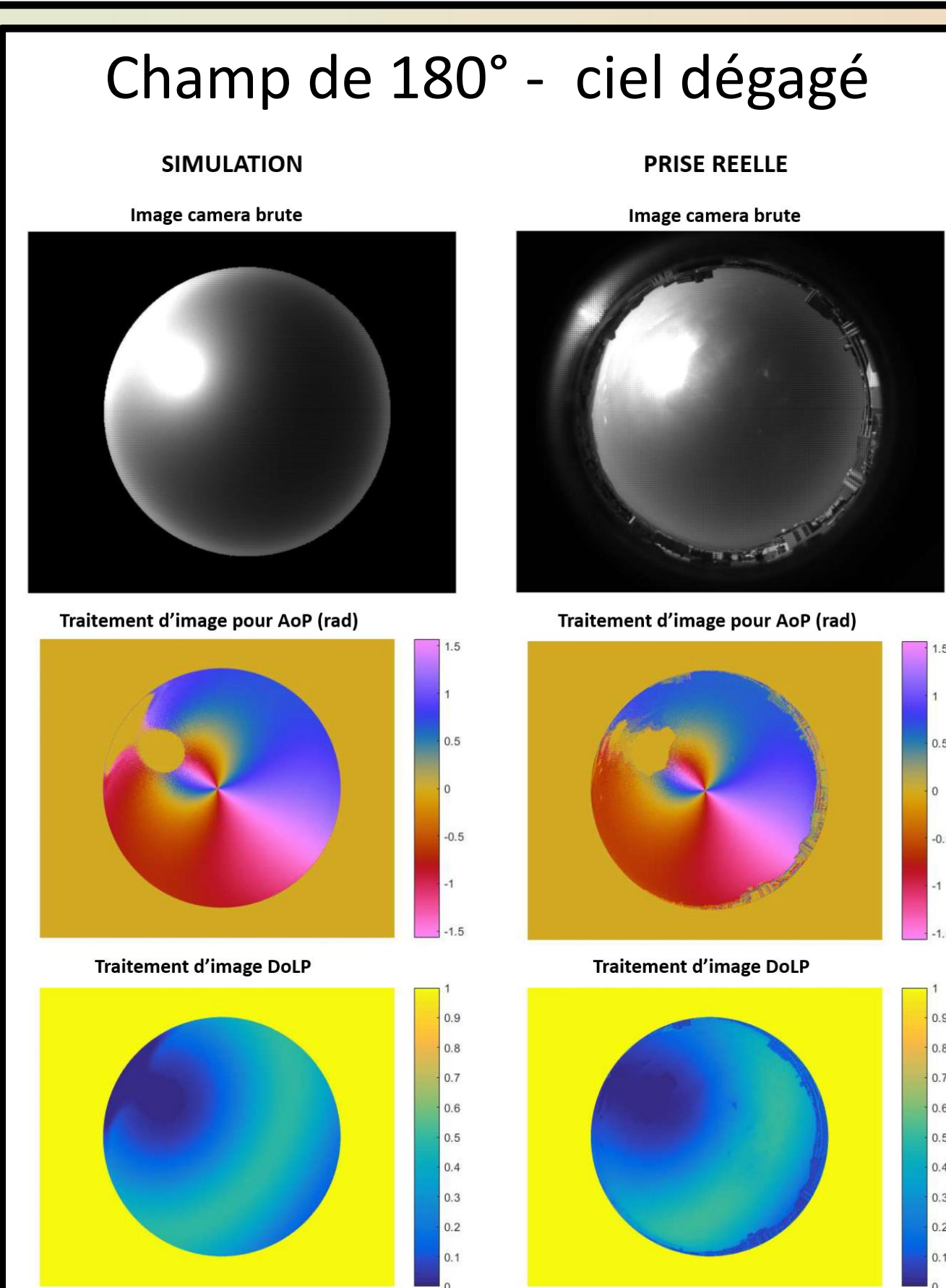


Figure 7 : Camera couleur LUCID Vision Lab Phoenix PHX050S-QC, 2048x2448 pixels.
Mardi 12 juil. 2022, 10h30, La Timone, Marseille.

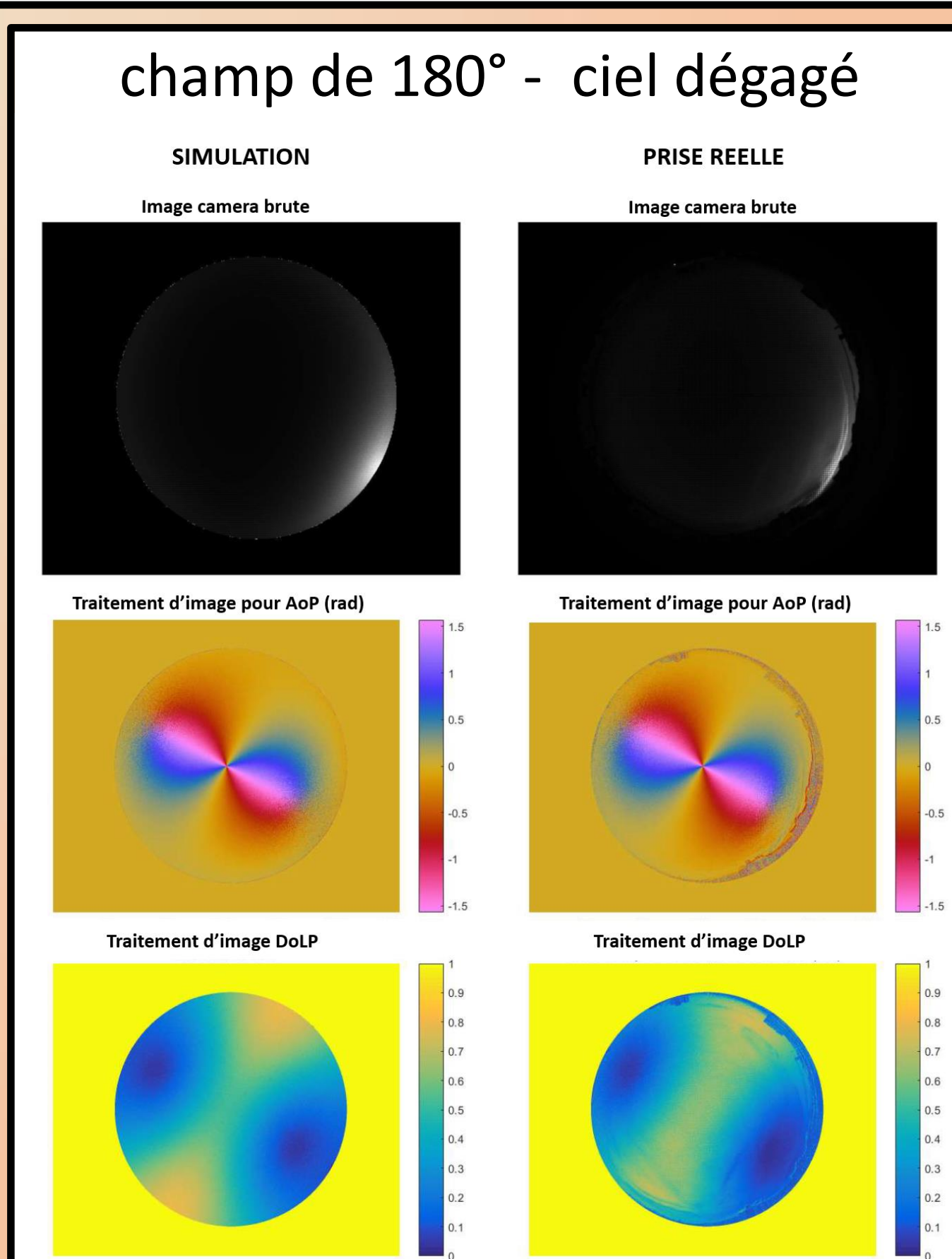


Figure 8 : Camera couleur LUCID Vision Lab Phoenix PHX050S-QC, 2048x2448 pixels.
Vend. 12 aout 2022, 20h30, La Timone, Marseille.

REFERENCES :

- ¹ Aix Marseille Univ, CNRS, ISM, 163 Av. de Luminy, 13 009 Marseille, France
- ² Safran Electronics & Defense, 100 Av. de Paris, 91 344 Massy, France
- ³ Institut Universitaire de France (IUF), 1 rue Descartes, 72 231 Paris cedex 05, France

- [1] G. Horvath, B. Bernath, B. Suhai, and A. Barta, "First observation of the fourth neutral polarizationpoint in the atmosphere," JOSA, 2002.
- [2] M. V. Berry, M. R. Dennis, and R. L. J. Lee, "Polarization singularities in the clear sky," New Journal of Physics, 2004.
- [3] L. Hosek and A.Wilkie, "An analytic model for full spectral sky-dome radiance," ACM Transactions on Graphics, 2012.
- [4] I. Reda and A. Andreas, "Solar position algorithm for solar radiation applications," Solar Energy, vol. 76, no. 5, pp. 577–589, 2004.