

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2024-12**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Centre de Salon de Provence

Département/Dir./Serv. : DOTA/MVA

Tél. : 04 90 17 01 08

Responsable(s) du stage : Ugo Tricoli, Eric Coiro,  
François Margall

Email : ugo.tricoli@onera.fr

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Optique et imagerie avec lumière polarisée

Type de stage :  Fin d'études bac+5     Master 2     Bac+2 à bac+4     Autres

**Intitulé : Définition d'un modèle efficace pour simuler les BRDF polarisées obtenues expérimentalement**

Sujet :

De nombreuses méthodes ont été développées ces dernières années pour le rendu des images réalistes dans le visible. La prise en compte de la polarisation est devenue aussi un standard au niveau du ray-tracing. La polarisation est facilement perçue par n'importe quel capteur optique (utilisant des filtres polarisants), fournissant une multitude d'informations sur la forme et les propriétés de l'objet observé. La réflectivité est décrite par une BRDF (bidirectional reflectance distribution function), grandeur directionnelle et/ou spectrale. L'acquisition de données de réflectivité est un défi en raison de l'espace extrêmement vaste de configurations angulaires, spectrales et polarimétriques. En conséquence, il existe peu d'études qui proposent des modèles de BRDF de surfaces réfléchissantes prenant en compte la polarisation. D'où l'intérêt de développer un modèle efficace de BRDF polarisée robuste au niveau physique mais suffisamment simple pour être utilisé par un moteur de rendu.

Des études récentes dans notre groupe ont démontré la possibilité d'utiliser la bibliothèque numérique SCATMECH (<https://pages.nist.gov/pySCATMECH/index.html>) pour modéliser correctement un grand nombre de surfaces différentes en calculant directement la matrice de Mueller. Parallèlement, une autre bibliothèque de données expérimentales de BRDF polarisées (sous forme de matrices de Mueller) appelée KAIST (<https://rgl.epfl.ch/publications/Baek2020Image>) a été explorée. L'idée du stage est de combiner les deux bases de données (numérique et expérimentale) pour développer une procédure d'inversion qui conduit au calcul d'une BRDF polarisée efficace directement utilisable dans le moteur de rendu de l'ONERA appelé SIRIUS (<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02918973>). La stratégie d'inversion peut être divisée en deux. La première procédure repose essentiellement sur la minimisation de l'écart (mesure-simulation) entre chaque élément de la matrice de Mueller en fonction de l'angle d'observation à une longueur d'onde donnée. Cela devrait permettre de contrôler le degré de liberté directionnelle. La deuxième procédure repose sur la minimisation (mesure-simulation) des canaux de polarisation (contrôle des couples de polarisation source-détecteur) en fonction de la longueur d'onde incidente et de l'angle d'éclairage. Cela devrait permettre de reconstruire la réponse spectrale du matériau (des canaux de polarisation peuvent être extraits des mesures KAIST). Une méthode de détermination de l'indice de réfraction complexe du matériau à partir de la BRDF polarisée sera également développée.

Si le temps le permettait, il serait intéressant d'appliquer la procédure d'inversion aux données expérimentales issues de l'unité ONERA/IODI afin de proposer un modèle numérique efficace capable d'interpréter les mesures polarisées et spectrales dans le visible. Si les mesures polarisées ne sont pas utilisables, il sera toujours possible d'appliquer la méthode proposée aux BRDF non polarisées disponibles.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ?    **Non**

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

- |   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale        | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation     |

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui****Durée du stage :** Minimum : 4 mois Maximum : 5 mois (6 mois sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : Février à Aout 2024. Accès ZRR (base aérienne 701)

**PROFIL DU STAGIAIRE**

Connaissances et niveau requis :

Notions en optique géométrique classique.  
Equation du transport radiatif avec polarisation (Matrices de Mueller).

Rendu graphique et programmation en langage C, C++, Python, calcul sur GPU.

Ecoles ou établissements souhaités :

Ecoles d'ingénieur ou Master recherche (optique, physique, mathématiques appliquées et informatique)