

Proposition de stage dans le domaine Mobilités

MESURE D'ALBEDO PAR IMAGERIE SUR SMARTPHONE

Stage de fin d'études (6 mois)

Date limite de candidature : 31 janvier 2024

Dates du stage : du 4 mars 2024 au 30 août 2024

1. Description du projet de stage

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Le Cerema est l'établissement de référence dans les domaines de l'expertise et de l'ingénierie publique pour accompagner les territoires dans leurs missions d'adaptation aux changements climatiques. Il assiste l'État, les collectivités territoriales et les entreprises pour les conduire vers une stratégie d'aménagement durable et des mobilités adaptées aux enjeux écologiques. Présent sur l'ensemble du territoire national avec plus de 2 600 agents, le Cerema offre des solutions adaptées et uniques selon les territoires.

La direction territoriale Ouest constitue l'une des 11 directions du Cerema. Elle compte environ 220 agents (décembre 2022) répartis en deux départements d'études, une mission ainsi qu'un secrétariat général à Nantes et deux agences à Angers et Saint-Brieuc. L'agence d'Angers qui comprend 70 agents est constituée d'un bureau de métrologie et de 5 groupes techniques dont l'équipe de recherche Eclairage et Lumière (EL).

L'équipe EL (6 agents permanents + membres associés et personnels d'appui) structure son programme scientifique autour de trois axes de recherche : la modélisation du système visuel humain par des techniques d'imagerie et des algorithmes de traitement d'images, l'optimisation des installations d'éclairage routier et l'évaluation de la visibilité des objets de l'infrastructure routière. En complément et support de ces travaux, le groupe s'appuie sur deux missions transversales : la métrologie de la lumière et le développement de méthodes et systèmes de mesure innovants.

CONTEXTE

Les propriétés optiques des surfaces routières sont au cœur de nombreuses problématiques d'aménagement, que ce soit en milieu urbain comme dans le domaine des infrastructures routières. En effet, les interactions de la lumière avec ces surfaces sous-tendent des enjeux importants comme l'adaptation des villes au changement climatique (optimisation de l'éclairage public, maîtrise des températures urbaines, etc.). L'albédo des revêtements urbains est une caractéristique nécessaire pour modéliser les échanges optiques et énergétiques entre le rayonnement solaire et les surfaces. Dans le domaine des longueurs d'onde du visible, il permet de traduire la clarté d'un revêtement. En radiométrie, il sert à estimer la quantité d'énergie emmagasinée par le matériau. On lui porte donc un fort intérêt pour traiter à la fois de la réduction des dépenses énergétiques dans le domaine de l'éclairage routier et du phénomène d'îlots de chaleur urbains.

PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF

La mesure de l'albédo en conditions *in situ* est très rarement réalisée. Elle nécessite des instruments relativement coûteux et le mode opératoire expérimental est assez contraignant. Ainsi, dans les modélisations des phénomènes physiques nécessitant de l'intégrer, l'albédo est pris en compte à partir d'abaques pas toujours représentatifs des matériaux réels. Il semble donc intéressant de développer une méthode simple à mettre en œuvre grâce à un système d'imagerie, idéalement disponible sur smartphone, pour estimer des valeurs d'albédo sur le terrain.

Le développement de cet outil se fera en plusieurs étapes. Tout d'abord, pour réaliser des mesures avec un système d'imagerie, il est indispensable de connaître ses caractéristiques, particulièrement la réponse spectrale de son(s) capteur(s). Après une phase de recherche bibliographique, l'étudiant devra réfléchir à une méthode « low cost » et facile à mettre en œuvre pour estimer la sensibilité spectrale d'un capteur. La performance de l'estimation sera évaluée à partir des écarts avec des mesures plus robustes réalisées en laboratoire d'optique.

Dans un second temps, des éléments de littérature indiquent qu'il existe de corrélations entre des mesures colorimétriques réalisées dans le référentiel CIELAB et l'albédo des matériaux. Il s'agira donc de transformer le système d'imagerie en instrument de mesures colorimétriques. Toujours dans une approche peu couteuse, l'enjeu sera d'ajuster colorimétriquement le système à partir d'images d'un colorchecker réalisées sous un illuminant connu (spectre d'émission lumineuse normalisé par le Commission Internationale de l'Eclairage) puis inconnu (lumière naturelle du jour en conditions non contrôlées).

La dernière partie du stage permettra d'évaluer les performances de la méthodologie développée en réalisant de nombreuses mesures sur le terrain, sur un ensemble varié de matériaux, en croisant les mesures par imagerie avec celles fournies par un véritable albedomètre. Selon les avancées de l'étudiant et les performances obtenues, la réalisation d'un démonstrateur d'appliquatif smartphone sera programmée.

2. Compétences souhaitées

Le candidat devra disposer de connaissances approfondies en optique géométrique et ondulatoire, en traitement du signal et des images. Des connaissances en photométrie, colorimétrie ne sont pas obligatoires, mais sont recommandées (familiarisation et/ou approfondissement de ces notions au cours du stage). Il présentera des compétences solides en programmation (Matlab, Python). Une bonne capacité d'expression écrite et orale en français et en anglais est exigée (lecture d'articles scientifiques). Qualités individuelles et relationnelles (rigueur, autonomie, esprit d'équipe).

3. Conditions d'accueil du projet de thèse

- Le stagiaire sera recruté par le Cerema du 4 mars 2024 au 30 août 2024.
- La gratification sera de 4,05 € par heure de présence effective (exclus jours fériés, ponts et congés).
- Le projet se déroulera majoritairement dans les locaux du Cerema, au sein de son agence d'Angers :

Cerema / Direction territoriale Ouest / Agence d'Angers
23 avenue de l'Amiral Chauvin
49130 Les Ponts-de-Cé

4. Equipe d'encadrement du projet de thèse

- Le stagiaire sera accueilli au sein de l'équipe de recherche Eclairage et Lumière (EL) du Cerema, dont le responsable est Florian Greffier.
- Le stage sera encadré par Laure Lebouc et Florian Greffier.

5. Modalités de candidature

Le candidat intéressé est invité à contacter au plus tôt les encadrants Cerema de ce projet :

Laure Lebouc, Ingénieure-docteure, chargée d'études scientifiques. Tel : 06 58 50 57 19, Mail : laure.lebouc@cerema.fr

Florian Greffier, Ingénieur-docteur, chercheur. Tel : 06 84 49 13 11, Mail : florian.greffier@cerema.fr

Contenu du dossier de candidature (éléments ci-dessous rassemblés dans un seul fichier .pdf) :

- Une lettre de motivation
- le CV du candidat
- la copie de sa carte d'identité ou de son passeport
- la copie de sa carte vitale
- un relevé d'identité bancaire
- un justificatif de domicile (l'adresse doit être identique à celle du RIB)
- une copie du permis de conduire