

Proposition de thèse : Modélisation des propriétés optiques de couches picturales

Cette thèse s'intègre dans le cadre du projet DigiPi (Digital Pigments), financé par l'ANR sur la période 2016-2020. DigiPi associe les compétences de l'équipe ICONES de l'institut de recherche XLIM de l'université de Poitiers (spécialisée dans le traitement et l'analyse d'images couleur) et celles du pôle "couleur et effets visuels" du Centre de Recherche sur la Conservation (spécialisé dans l'interaction lumière/matière, mesures et modélisations), USR 3224 CNRS, MNHN, MCC.

Dans le domaine du patrimoine culturel, de la conservation, restauration ou encore dans l'histoire des techniques, l'identification des matières colorantes est un enjeu majeur. L'analyse non-destructive et sans contact étant une nécessité, les techniques optiques et particulièrement la spectroscopie de réflectance visible offrent des solutions alternatives. Face à un usage croissant des spectro-radiomètres et d'imageurs multi et hyperspectraux, il n'existe pas de traitement de précision exploitant la richesse spectrale (mais aussi spatiale pour les imageurs) de ces mesures.

Le premier objectif de ce projet est de mettre en place une mesure robuste et précise de la distance entre deux spectres de réflectance. L'attente pour cette mesure est à la fois une sensibilité à de petites variations spectrales mais aussi à de plus larges, dans un but de segmentation par exemple. Pour cela, des palettes de surfaces colorées ordonnées selon une variation monotone des paramètres morphologiques (taille, épaisseur, concentration, rugosité,...) seront créées. La caractérisation par différents procédés (profilométrie, microscopie,...), puis la modélisation des propriétés optiques des couches picturales permettra de mieux comprendre la variabilité spectrale en fonction de leurs caractéristiques physiques et chimiques. En particulier, un modèle optique existant basé sur la résolution de l'Equation de Transfert Radiatif par la méthode des 4 flux sera adapté afin de rendre compte de paramètres jusque-là non intégrés (rugosité de surface, distribution de la taille des pigments). Après validation par comparaison aux mesures expérimentales, ce modèle permettra d'élargir les gammes de palettes servant à la validation de la distance mathématique (développée par l'équipe ICONES).

Aucune surface n'est parfaitement uniforme et son aspect dépend en partie de cette non-uniformité. Le second objectif de DigiPi est de produire des attributs numériques caractérisant la non-uniformité couleur à partir d'images hyperspectrales. Cet objectif est relatif à l'analyse de l'aspect micro-texturé d'une surface. Les modèles optiques précédemment validés seront adaptés afin de produire des informations à l'échelle de la surface en tenant compte de la variabilité des paramètres réels. Les attributs numériques seront comparés (corrélation de rang) aux paramètres morphologiques et chimiques issus des modèles décrivant les couches picturales des surfaces de référence.

Enfin, le projet comportera différentes validations en contexte d'usage afin de mesurer les performances des outils mathématiques développés dans DigiPi, notamment dans le cas de l'étude de la collection des vélins royaux du Muséum National d'Histoire Naturelle.

Le candidat sera recruté pour travailler sur ce modèle optique permettant la simulation des propriétés de réflexion et de transmission de couches picturales. Il participera également à la caractérisation des surfaces de référence pour comprendre les incertitudes entre mesures et paramètres des modèles.

Ses compétences attendues sont donc de solides connaissances en optique (des notions de diffusion/absorption de la lumière et de colorimétrie seront un atout), ainsi qu'une certaine aisance en programmation, en particulier en langage C.

La thèse se déroulera au Centre de Recherche sur la Conservation situé au Museum National d'Histoire Naturelle à Paris.

Pour tout renseignement, contacter:

anne.michelin@mnhn.fr, 01 40 79 53 20

et

christine.andraud@mnhn.fr, 01 40 79 53 22