

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

## Proposition de stage (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition :

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	ANDRAUD /GALOISY	Prénom/ first name :	CHRISTINE/LAURENCE
Tél : 0144275124		Fax :	
Courriel / mail:	andraud@insp.jussieu.fr / laurence.galoisy@impmc.upmc.fr		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> INSP/IMPMC			
Code d'identification : UMR 7588		Organisme : UPMC CNRS	
Site Internet / web site: <a href="http://www.insp.jussieu.fr/">http://www.insp.jussieu.fr/</a>			
Adresse / address: 4 place jussieu, 75005 Paris			
Lieu du stage / internship place: 4 place jussieu, 75005 Paris			

### Titre du stage / internship title: **Compréhension du jaunissement de la pierre par traitement laser**

L'étude proposée s'inscrit dans le cadre du projet JAPILA du **Ministère de la Culture et de la Communication (MCC)** coordonné par le **Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH)**. Un laser impulsif (1064nm) est utilisé pour éliminer les encroûtements noirs du patrimoine bâti en environnement urbain. Le stage portera sur la compréhension du phénomène de jaunissement qu'induit un tel traitement de la pierre de la Cathédrale de Chartres, par une irradiation laser.

Deux hypothèses seront suivies pour expliquer ce jaunissement :

1°) le rôle que peuvent jouer le fer ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) ou d'autres éléments colorants, contenus dans le matériau ou en surface sous forme de micro (nano) phases (par absorption de la lumière) et son éventuelle évolution (état redox, environnement dans la matrice minérale) sous l'impact du laser. Des mesures de spectroscopie UV-visible-proche IR par réflectance diffuse sur différents types d'échantillons donneront accès à ces informations: nature et état redox de l'élément colorant et sites occupés dans la structure du matériau.

2°) le rôle des deux phénomènes d'absorption et de diffusion de la lumière dans le jaunissement. Cette étude sera réalisée par la mesure spectrophotométrique des coefficients de réflexion diffuse et spéculaire des échantillons nus ou recouverts d'un liquide d'indice. Une comparaison des mesures sera ensuite effectuée avec une série de simulations suivant un modèle optique de type transfert radiatif pour un système multicouche diffusant en volume et en surface. Ceci permettra de quantifier la part de la diffusion et de l'absorption dans le phénomène de jaunissement de même que l'effet de la rugosité du matériau.

Ces deux parties de l'étude seront réalisées à l'**INSP** sous la tutelle de C. Andraud et à l'**IMPMC** sous la tutelle de L. Galois. Ces deux laboratoires sont très proches sur le campus Jussieu.

Les échantillons traités au laser (pierres naturelles avec encrassements, supports modèles recouverts de croûte noire naturelle reconstituée et les mêmes supports recouverts de croûtes modèles) seront préparés et fournis par le **LRMH** (sous la tutelle de Véronique Vergès – Belmin). Une visite de la Cathédrale de Chartres avec des spécialistes des restaurations effectuées sera planifiée durant le stage.

**Toutes les rubriques ci-dessous doivent obligatoirement être remplies**

**Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui**

**Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: bourse ministere**

Lasers et matière		Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	<b>x</b>
Optique de la science à la technologie	<b>x</b>	Plasmas : de l'espace au laboratoire	

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>