

# Rendu interactif d'objets et de scènes du patrimoine

## Stage d'ingénieur à Mines Paris - PSL

Mots clés : NeRF ; rendu différentiable ; gaussian splatting ; lancer de rayon ; Unity

### Contexte du stage : Centre de Robotique de Mines Paris

Le stage aura lieu au Centre de Robotique de Mines Paris - PSL, localisé au centre de Paris (60 Bd Saint-Michel 75006 Paris).

Le Centre de Robotique est un laboratoire de recherche focalisé sur l'Intelligence Artificielle (IA) «temps réel» et les interactions Humains Machines, appliquées aux Systèmes de Transport Intelligents (en particulier les véhicules automatisés), aux robots mobiles ou/et collaboratifs ainsi que l'Industrie du Futur.

Au sein du Centre de Robotique, l'axe «Nuages de Points et Modélisation 3D» (NPM3D) s'intéresse aux techniques d'acquisition, de traitement et de rendu de nuages de points 3D, données provenant de reconstruction par photogrammétrie ou captation LiDAR, avec des applications dans de nombreux domaines comme la cartographie 3D de ville, la robotique mobile, le patrimoine et l'archéologie... Site web de l'axe NPM3D :

<https://www.caor.minesparis.psl.eu/presentation/point-cloud-and-3d-modeling/>

L'axe «Réalité Virtuelle» (RV) conçoit et évalue des environnements XR pour des cas d'utilisation industriels, culturels et thérapeutiques. Sa principale contribution scientifique est de caractériser l'expérience utilisateur dans les environnements XR au moyen de nouvelles métriques aux niveaux perceptif et fonctionnel. Site web de l'axe RV :

<https://www.caor.minesparis.psl.eu/presentation/virtual-reality-and-augmented-reality/>

Ce stage s'inscrit au croisement de ces deux axes de recherche du Centre de Robotique.

### Description du stage

Les technologies de numérisation 3D (notamment par photogrammétrie, c.-à-d. un ensemble de photos) sont de plus en plus répandues et permettent de numériser un objet, une scène intérieure ou extérieure pour une visualisation virtuelle interactive. Cependant, la qualité de rendu des données 3D produites (maillage 3D texturé ou nuage de points coloré) n'est pas suffisamment «réaliste» visuellement pour de nombreuses applications. Par exemple, dans le domaine du patrimoine culturel, les archéologues étudient souvent un objet avec les photos plutôt qu'avec le modèle 3D texturé. Pour la visite virtuelle d'un Musée, la sensation d'immersion fait encore défaut lors du rendu de son jumeau numérique.

Dans le cadre d'une thèse menée à Mines Paris, nous avons développé une méthode innovante de rendu baptisée RayGauss, permettant de visualiser avec une grande fidélité des objets et des scènes acquises par photogrammétrie. Cette approche repose sur un rendu différentiable volumétrique et s'appuie sur la bibliothèque OptiX pour le lancer de rayons :

<https://raygauss.github.io/>

Cependant, cette méthode présente des limitations en termes de vitesse de rendu, en raison de son implémentation en Python et CUDA. De plus, elle ne prend pas en charge l'intégration de modèles 3D

texturés, ce qui limite son utilisation pour des rendus hybrides combinant objets volumétriques et maillages texturés.

Objectifs du stage :

1. Portage du code et optimisation : Réimplémenter RayGauss en C++/CUDA en exploitant les fonctionnalités de la dernière version de la bibliothèque OptiX, afin d'améliorer les performances de rendu.
2. Intégration avec un moteur de rendu de maillages : Connecter RayGauss à un moteur de rendu classique, tel que Unity, pour permettre des rendus hybrides combinant volumes et maillages texturés. Le rendu pourra alors être projeté sur différents systèmes de visualisation et d'interaction : écran normal, écran autostéréoscopique et casque de VR.
3. Tester la méthode sur des données du patrimoine : Une photogrammétrie d'objets et de salles du Musée de Minéralogie de Mines Paris pourra servir de cas d'application pour ce stage.

Ce projet constitue une opportunité de contribuer à l'état de l'art en matière de rendu 3D. Le stage se déroulera sur 5 ou 6 mois, dates à définir avec le candidat.

## Personnes impliquées dans l'encadrement

- Alexis Paljic, enseignant-chercheur au Centre de Robotique de Mines Paris - PSL.
- Jean-Emmanuel Deschaud, enseignant-chercheur au Centre de Robotique de Mines Paris - PSL.
- Hugo Blanc, doctorant en troisième année au Centre de Robotique de Mines Paris - PSL.

## Rémunération

A Mines Paris, les stages sont rémunérés au SMIC (environ 1.800 euros bruts par mois).

## Profil du candidat

- Stage d'ingénieur
- Rigueur et autonomie
- Compétences techniques en C++ et CUDA
- Si possible, connaissances en synthèse d'images

## Candidature

Pour toute candidature, envoyez votre CV et notes de vos dernières années aux adresses email suivantes :

[alexis.paljic@minesparis.psl.eu](mailto:alexis.paljic@minesparis.psl.eu)

[jean-emmanuel.deschaud@minesparis.psl.eu](mailto:jean-emmanuel.deschaud@minesparis.psl.eu)

[hugo.blanc@minesparis.psl.eu](mailto:hugo.blanc@minesparis.psl.eu)