

# Contribution à l'évaluation automatique de la qualité visuelle des données 3D complexes

Sujet de PFE / stage de master recherche  
Laboratoire LIRIS, Campus LyonTech-la Doua

## Contexte

La taille et la complexité de données 3D croît de manière exponentielle. A titre d'exemple, les films d'animation récents requièrent des scènes 3D à la fois immenses (plusieurs kilomètres carrés) et extrêmement détaillées (précision de l'ordre du centimètre voir du millimètre). Une scène de bataille peut par exemple impliquer plusieurs milliers de personnages, chacun d'eux ayant été modélisé par un graphiste jusqu'aux plus petits détails de la peau.

Différents modes de représentation existent pour ces données tridimensionnelles : les maillages triangulaires, généralement accompagnés de cartes de texture, et les nuages de points, souvent issus de scanners (voir la figure 1). Ces données peuvent également être *dynamiques*, c'est-à-dire en mouvement, ce qui multiplie encore la quantité de données nécessaire.

Quelque-soit la représentation considérée, ces données 3D complexes sont souvent trop volumineuses pour être utilisées directement et doivent donc être simplifiées ou compressées, ce qui dégrade leur qualité visuelle, tout comme la compression JPEG dégrade les images suivant le niveau de qualité utilisé. Des mesures automatiques de la qualité visuelle sont donc nécessaires pour évaluer la dégradation visuelle et ainsi piloter les algorithmes de compression et/ou de simplification.

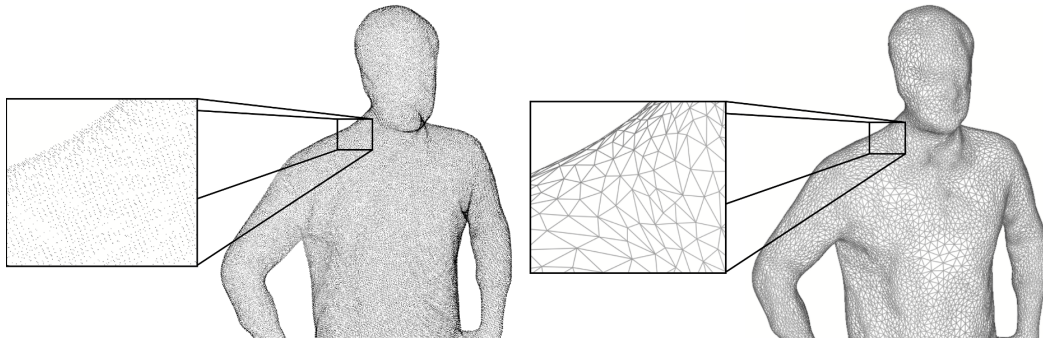


Figure 1 : les deux représentations les plus utilisées pour les objets 3D (statiques ou dynamiques) : nuage de points (à gauche) et maillage triangulaire (à droite). Image issue de [3].

L'équipe Origami du laboratoire LIRIS est reconnue pour ses travaux sur l'évaluation de la qualité visuelle pour les données 3D [1-5]. L'équipe vient en particulier de publier une métrique basée sur l'apprentissage profond qui constitue l'état de l'art du domaine [5] ; elle permet d'évaluer la qualité visuelle de maillages texturés (voir la figure 2).



Figure 2 : Objet 3D original (à gauche), puis différentes versions simplifiées et/ou compressées accompagnées des scores de qualité visuelle prédits par notre métrique [5]. La qualité varie de 1 (très mauvaise) à 5 (parfaite).

## **Objectifs**

L'objectif du stage est de poursuivre les travaux de l'équipe dans le domaine de l'évaluation de la qualité visuelle 3D, notamment en proposant et développant des extensions à la métrique proposée dans [5]. Plusieurs pistes seront envisagées en fonctions des compétences et appétences du stagiaire :

- Extension de la métrique pour les données dynamiques, c'est-à-dire nuages de point et/ou maillages 3D en mouvement. Il s'agira ici de proposer en particulier des extensions liées à la prise en compte des distorsions temporelles.
- Amélioration de l'architecture de deep-learning utilisée. Les derniers modèles (e.g., transformers, contrastive-learning) pourront être explorés et évalués.
- Proposition d'un algorithme d'optimisation des paramètres de compression/simplification pour les données 3D. L'idée est ici d'utiliser la base de données proposée dans [5] (plus de 300 000 modèles 3D compressés et associés à un score de qualité) pour proposer un algorithme permettant de guider automatiquement la compression (e.g., compression de la texture, de la géométrie, des coordonnées UV, simplification) afin d'obtenir pour une qualité visée, la taille mémoire la plus réduite.

## **Compétences souhaitées**

- Bon niveau en programmation.
- Connaissances de base en informatique graphique, modélisation 3D et rendu réaliste.
- Connaissances de base en statistiques.
- Des connaissances et un intérêt pour la compression de données seraient appréciées.

**Période** : à partir de Février 2024

**Durée** : 5 à 6 mois

**Lieu** : Laboratoire LIRIS, Campus LyonTech-la Doua.

## **Personnes à contacter** :

- Johanna Delanoy - johanna.delanoy@insa-lyon.fr
- Florent Dupont - Florent.Dupont@univ-lyon1.fr
- Guillaume Lavoué - guillaume.lavoue@enise.ec-lyon.fr

## **Bibliographie** :

[1] Guillaume Lavoué, Nicolas Bonneel, Jean-Philippe Farrugia, Cyril Soler, Perceptual Quality of BRDF Approximations: Dataset and Metrics, Computer Graphics Forum (Eurographics 2021), May 2021.

[2] Yana Nehmé, Florent Dupont, Jean-Philippe Farrugia, Patrick Le Callet, Guillaume Lavoué, Visual Quality of 3D Meshes with Diffuse Colors in Virtual Reality: Subjective and Objective Evaluation, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2021.

[3] Evangelos Alexiou, Yana Nehmé, Emin Zerman, Irene Viola, Guillaume Lavoué, Ali Ak, Aljosa Smolic, Patrick Le Callet, and Pablo Cesar, Subjective and objective quality assessment for volumetric video, Chapter in Immersive Video Technologies. Giuseppe Valenzise, Martin Alain, Emin Zerman, Cagri Ozcinar (Editors), Elsevier, 2023, Pages 501-552.

[4] Jean-Eudes Marvie, Yana Nehmé, Danillo Graziosi, and Guillaume Lavoué, Crafting the MPEG metrics for objective and perceptual quality assessment of Volumetric Videos, Quality and User Experience (Springer), Volume 8, Article No. 4, 2023.

[5] Yana Nehmé, Johanna Delanoy, Florent Dupont, Jean-Philippe Farrugia, Patrick Le Callet, Guillaume Lavoué, Textured Mesh Quality Assessment: Large-Scale Dataset and Deep Learning-based Quality Metric, ACM Transactions on Graphics, Volume 42, Issue 3, Article No. 31, pp 1–20, 2023. Presented at SIGGRAPH 2023.