

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **18 décembre 2023**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur LEMEUNIER Clément**

Titre de la thèse : « *Modélisation efficiente du corps humain en mouvement* »



### Résumé

Développer des modèles capables de comprendre la dynamique du corps humain représente aujourd'hui un défi important dans le domaine de l'informatique graphique. Les évolutions récentes dans le domaine de la capture de mouvement permettent de générer des bases de données composées de modèles 4D de surfaces incluant l'information détaillée de l'apparence et du mouvement des sujets capturés. Aujourd'hui, les architectures d'apprentissage profond capables de comprendre et de générer du texte ou des images sont courantes et ont été introduites au grand public. Néanmoins, transférer les méthodes utilisées dans ces architectures à des données générées par les captures de mouvement n'est pas évident en raison de la différence de structure. En effet, le texte ou les images ont une structure régulière ou euclidienne, alors que les données générées par les captures de mouvement sont de types nuages de points ou maillages triangulaires qui n'ont plus cette structure régulière et qui résident plutôt dans un domaine non-euclidien.

L'objectif du travail de ce doctorat est premièrement de s'intéresser aux travaux de l'état de l'art qui permettent l'application de méthodes utilisées en apprentissage profond à des données résidant dans un domaine plus complexe et de plus haute dimension. Cette recherche de transfert de méthodes tombe dans le champ d'étude récemment introduit et nommé apprentissage profond géométrique (*Geometric Deep Learning*). De manière générale, les travaux s'intéressant à ce type de données ne traitent l'information surfacique que de manière statique et ne prennent pas en compte l'information dynamique du mouvement. L'intention principale est de résoudre cette problématique en combinant des techniques d'analyse de surfaces statiques à des méthodes exploitant la dimension temporelle présente dans la capture de corps humains. Le principal défi de la thèse est donc de coupler apprentissage profond, analyse de surfaces et analyse temporelle en orientant les recherches vers un aspect génératif.

Le deuxième objectif est d'explorer les méthodes d'analyse spectrale de données 3D permettant la transformation de surfaces dans le domaine des fréquences. Les structures créées par cette analyse spectrale seront étudiées afin de comprendre comment elles peuvent être exploitées pour résoudre la problématique principale. La

seconde intention est donc de montrer qu'il est possible de développer des modèles d'apprentissage profond génératifs appliqués à des données 4D en utilisant seulement l'information contenue dans le domaine spectral, la transformation de surfaces dynamiques dans le domaine des fréquences permettant de s'affranchir des contraintes introduites par la non-régularité de leur structure.

Les travaux présentés dans cette thèse représentent deux contributions. D'abord, une approche est proposée pour le traitement de données issues de captures de mouvement sans prendre en compte l'information temporelle. Cette première contribution concerne l'exploitation du traitement spectral de surfaces couplé à des techniques d'apprentissage profond, permettant le développement d'un modèle capable de créer une représentation adaptée au corps humain. Ensuite, une deuxième contribution permet la prise en compte de l'information dynamique en exploitant la première contribution couplée à une architecture capable de comprendre le contexte de séquences de données. Nos méthodes produisent des résultats compétitifs avec l'état de l'art et permettent d'ouvrir la voie vers une nouvelle manière de traiter ce type de données qui résident dans le domaine de la 3D et de la 4D, un défi actuellement important dans la littérature.