

Titre de la thèse/Thesis title : Simulation Monte Carlo spatio-temporelle 4D de la peau pour l'imagerie physiologique

Laboratoire d'accueil / Host Laboratory : IMVIA

Spécialité du doctorat préparé/Speciality :

Mots-clefs / Keywords : Simulation numérique, Ingénierie biomédicale, Interaction Lumière Tissus

Description du contexte projet:

Cette thèse s'inscrit dans un projet de recherche visant à simuler de manière réaliste l'interaction de la lumière avec la peau humaine, en intégrant des variations dynamiques liées à la physiologie. Ces travaux s'insèrent dans un effort plus large de développement de méthodes d'imagerie non invasives, avec un intérêt particulier pour la photopléthysmographie à distance (rPPG) et ses variantes à haute résolution spatiale.

Objectifs de la thèse

L'objectif principal est de concevoir un cadre de simulation réaliste, basé sur des méthodes Monte Carlo avancées, permettant de générer des images ou vidéos synthétiques de la peau humaine soumise à des variations physiologiques. Ces simulations auront plusieurs finalités :

- Évaluer la robustesse et les performances d'algorithmes d'extraction de signaux physiologiques ;
- Générer des données annotées pour l'apprentissage automatique ;
- Étudier l'impact de différents paramètres biologiques ou optiques sur la mesure du signal.

Axes de recherche

La thèse s'articulera autour des grands axes suivants :

- **Modélisation optique et géométrique de la peau** : création d'un modèle multicouche avec propriétés physiques réalistes et structures vasculaires représentatives
- **Intégration des dynamiques physiologiques** : modélisation des effets pulsatifs sur les tissus à partir de descriptions simplifiées de la circulation sanguine.
- **Simulation Monte Carlo spatio-temporelle** : développement d'un simulateur permettant de générer des séquences temporelles intégrant les interactions complexes entre lumière et tissu vivant.
- **Applications aux méthodes d'analyse d'images physiologiques** : génération de données de test pour des algorithmes d'analyse, avec une attention portée à la résolution spatiale des signaux.

Profil demandé / Applicant profile

Le(la) candidat(e) devra idéalement posséder les compétences suivantes :

- Formation de niveau Master en informatique, mathématiques appliquées, bio-ingénierie ou physique médicale ;
- Solides bases en modélisation, traitement du signal/image et/ou optique biomédicale ;
- Expérience en programmation scientifique (Python ou Matlab) ;
- Intérêt marqué pour les applications biomédicales et la recherche interdisciplinaire.

Une première expérience avec les simulations Monte Carlo ou la modélisation 3D serait appréciée.



Financement : ANR

Dossier à envoyer pour le **06/06/2025**

Début du contrat : 1^{er} Octobre 2025

Salaire mensuel brut : 2200€ (à partir du 1^{er} janvier 2026 : 2300€ brut)

Direction de la thèse:/ Thesis Supervisor

Yannick BENEZETH (yannick.benezeth@u-bourgogne.fr)

Les personnes intéressées sont invitées à soumettre :

- CV

- Lettre de motivation

- Relevés de notes récents

Éventuellement une lettre de recommandation