

Stage	6 mois, niveau Master M2 / projet fin d'étude ingénieur, Période visée : 1^{er} semestre 2023
Mots-clés	Mécanique, Simulation Éléments Finis, Essais, Validation, Modèle Statistique, Biomécanique
Titre	Développement d'un modèle statistique de crâne à partir d'une base de données de scanners 3D
Lieu de travail	Bron, Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs, Univ. Eiffel, Univ. Lyon 1
Encadrants	Philippe Beillas (philippe.beillas@univ-eiffel.fr), François Bermond, Clément Pozzi

Contexte :

Les drones (loisirs, professionnels) peuvent atteindre des vitesses de plus de 25m/s (90km/h) et des masses de plusieurs kilogrammes. Leur utilisation en forte croissance pose des questions de sécurité en cas d'impact avec des personnes après une perte de contrôle ou une chute. Des réglementations ont été introduites et le risque de lésion à la tête fait l'objet d'une attention particulière. Depuis 2020, le LBMC étudie ce risque dans un projet collaboratif (avec l'ONERA) financé par la Direction Générale de l'Aviation Civile. Issus de travaux expérimentaux puis numériques, les premiers résultats suggèrent des interactions complexes entre caractéristiques de l'objet impactant (masse, vitesse, déformabilité) et fractures prédites.

Stark et al. (2019) [1] ont publié les premiers résultats d'impacts de drones sur sujets d'anatomie. Les simulations préliminaires de ces essais avec un modèle humain (Fig 1.) suggèrent un effet important des dimensions de la tête.

L'objectif final de ce projet étant d'évaluer le risque de fracture de crâne pour la population par simulation numérique, il va être nécessaire de représenter la variabilité géométrique et mécanique humaine au niveau de la tête. Une approche par modèle statistique de forme couplée à du morphing du modèle (qui existe depuis de nombreuses années, ex : [2]) pourrait être utilisée à cet effet.

Objectifs et approche :

Ce stage visera principalement à développer un modèle statistique de forme incluant le crâne, les épaisseurs osseuses et les tissus mous environnants puis à la coupler par morphing au modèle éléments finis GHBMC. Le modèle statistique de forme sera basé sur un ensemble de scanners CT (base de données NMDID Fig. 2, scanners issus de [1] et de nouveaux essais à venir au LBMC) qui seront segmentés. Le modèle statistique sera publié sous licence open source.

Travail attendu :

Après la prise en main de la base de données NMDID, des scanners seront sélectionnés selon des paramètres d'âge, de taille et de sexe. La segmentation de tête sera ensuite réalisée pour extraire la forme ainsi que les épaisseurs de corticale avec différents outils utilisés au laboratoire. Après registration d'un modèle référence, le modèle statistique sera réalisé et couplé au GHBMC. Le morphing sera réalisé à l'aide l'outil PIPER (www.piper-project.org). Enfin, des simulations

seront réalisées sous Ls-Dyna pour vérifier la qualité du couplage.

Profil idéal du/de la candidat(e) :

De profil mécanicien avec des bases en statistiques, programmation, biomécanique et un intérêt pour la recherche.

Expériences acquises :

Modélisation statistique de forme, segmentation d'imagerie médicale, simulation numérique dans un code largement utilisé (recherche et industrie). Travail en équipe.

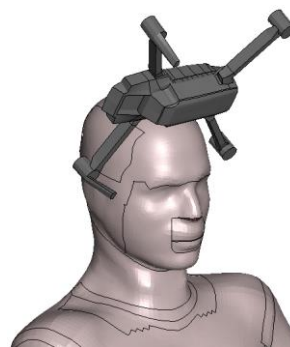


Fig. 1 : simulation numérique d'impact de drone sur modèle humain éléments finis (GHBMC, www.ghbmc.com).



Fig. 2 : CT-scan du buste (gauche) et de la tête (droite) présent dans la base de données NMDID (New Mexico Decedent Image Database, <https://nmdid.unm.edu>). Le crâne (en clair) sera la principale partie exploitée dans les scans.

Références

- [1] Stark et al. (2019). Human Response and Injury Resulting from Head Impacts with Unmanned Aircraft Systems. *Stapp Car Crash J.* 63, 29–64
- [2] Hraiech, N. et al. (2010). Statistical Shape Modeling of Femurs Using Morphing and Principal Component Analysis. *AMSE J. of Medical Devices.*