

Stage	6 mois, niveau Master M2 / projet fin d'étude ingénieur ; Période : 1^{er} semestre 2023
Mots-clefs	Mécanique, Simulation Éléments Finis, Essais, Validation, Modèle Statistique, Biomécanique
Titre	Simulation numérique d'essais d'impacts de drone et étude de sensibilité
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 (Fig. 1) puis numériques (Fig. 2), les premiers résultats suggèrent des interactions complexes entre caractéristiques de l'objet impactant (masse, vitesse, déformabilité) et fractures prédites. Ces résultats pourraient fortement dépendre de la validité du modèle numérique de tête (initialement développé pour le choc automobile) et de sa taille.

Stark et al. (2019) ont publié les premiers résultats d'impacts de drones sur sujets d'anatomie mais ils sont difficiles à exploiter en simulation pour valider le modèle de tête car les modèles numériques des drones testés ne sont pas disponibles. Le LBMC prépare une nouvelle campagne d'essais en portant une attention particulière à la possibilité d'utiliser les résultats pour valider des modèles humains. Pour ce faire, un drone simplifié sera utilisé d'abord sur mannequin afin de vérifier son modèle, puis sur sujet d'anatomie.

Objectifs et approche : ce stage visera à étudier la sensibilité de la déformation crânienne à différents paramètres du modèle éléments finis du corps humain (GHBMC, Fig. 3), du modèle de drone simplifié et des conditions d'impact. Les essais de Stark et al. (2019) ainsi que des études plus anciennes à plus faible vitesse d'impact seront utilisés. Les paramètres pourront inclure des propriétés mécaniques des matériaux ainsi que des propriétés géométriques (taille et forme du crâne, épaisseurs, etc.). Des simulations pourront aussi être réalisées sur un modèle enfant (Fig. 3).

Travail attendu : après prise en main des modèles éléments finis et du code de calcul (LS-Dyna), la sensibilité des différents paramètres (forme et taille du crâne, propriétés matériaux, etc.) sera évaluée grâce à différentes simulations, notamment la présence ou non de fracture au niveau du crâne. L'interaction entre les différents paramètres sera aussi à prendre en compte dans les simulations. Ces simulations d'impacts seront réalisées à partir d'un modèle de drone simplifié, capable d'être reproduit

numériquement et expérimentalement. Ceci sera vérifié à l'aide d'essais mannequin.

Profil idéal du/de la candidat(e) : De profil mécanicien avec des bases en simulation éléments finis, matériaux, et un intérêt pour la biomécanique, les expérimentations et la recherche.

Expériences acquises : simulation numérique dans un code largement utilisé (recherche et industrie), validation de modèles, matériaux déformables, automatisation de simulations. Travail en équipe.



Fig. 1 : exemple d'essai entre drone quadrirotor de loisir et tête de mannequin de choc Hybrid III (LBMC).

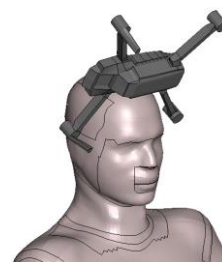


Fig. 2 : simulation d'impact de drone dans les conditions de Stark et al. (2019) sur modèle humain éléments finis (GHBMC).

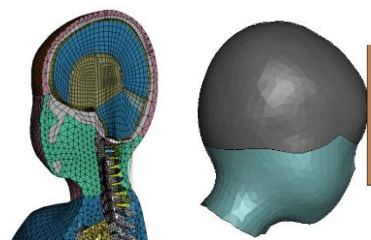


Fig. 3 : modèle éléments finis PIPER d'un enfant de 6 ans (gauche) et exemple de condition de validation (droite)

Références

- ASSURE Project (2019), Aterburn et al., "Task A14: UAS Ground Collision Severity Evaluation". 2017-2019
- Mascarello, et al. (2017) A comprehensive approach for the safety analysis of remotely piloted aircraft systems. 7th EASN Conference. Sept, Warsaw.
- Stark et al. (2019). Human Response and Injury Resulting from Head Impacts with Unmanned Aircraft Systems. *Stapp Car Crash J.* 63, 29–64