



Université Claude Bernard



# DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **09 mars 2018**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **SAVONNET Léo**

Titre de la thèse : « Développement d'un outil numérique personnalisable pour l'évaluation de l'inconfort et de la fatigue du passager d'avion »



## Résumé

Mots clefs : Inconfort, siège, modèle éléments finis, modèle corps rigide, couplage, tissus mous, bassin, fémur, anthropométrie, déformations, IRM

La position assise peut être source d'inconfort, particulièrement en avion lors des vols long-courriers. Cet inconfort provient en partie de facteurs mécaniques liés à l'interaction entre le siège et le passager. Disposer de modèles biomécaniques pouvant simuler cette interaction et estimer ces facteurs permettrait d'optimiser le design du siège d'avion lors de sa phase de conception afin d'améliorer son ergonomie et réduire l'inconfort du passager. L'objectif de cette thèse est de développer un outil numérique permettant d'estimer les facteurs mécaniques menant à l'inconfort et la fatigue des passagers. Cet outil combine deux différents types de modèles. Un modèle éléments finis permettant de simuler la déformation des tissus sous-cutanés et un modèle corps rigides permettant d'estimer les efforts musculaires et articulaires. Une méthode de couplage des deux modèles a été développée permettant ainsi de simuler une position à partir de laquelle l'ensemble des facteurs d'inconfort sont estimés. Un modèle éléments finis a été développé après avoir fait une étude de sensibilité sur les différents paramètres de modélisation (maillage, géométrie, lois matériaux). Un modèle corps rigides développé par Anybody a été utilisé pour être couplé avec ce modèle éléments finis. Cette méthode de couplage itératif entre les deux modèles a permis de réaliser un ajustement de la posture initiale dans le siège. Afin de simuler l'ensemble de la population et sa grande diversité morphologique, un modèle surfacique paramétrique a été développé à partir de données 3d expérimentales, ce modèle surfacique permettant ainsi d'obtenir un modèle éléments finis représentant tout type d'anthropométrie. Différents processus de validation ont été effectués à l'aide de données et d'un modèle « sujet-spécifique ». Les données de pression externe simulées ont été comparées à des données expérimentales. Une étude expérimentale sous IRM ouvert a permis de mesurer les déformations des différents tissus sous-cutanés afin de les comparer aux données simulées. Un outil numérique est donc aujourd'hui disponible pour simuler l'impact du siège sur les passagers, cependant de futures études devraient se concentrer d'une part sur les modèles en étudiant la variation morphologique interne inter individus, le positionnement dans le siège ainsi que l'influence du temps sur les tissus mous et d'autre part sur la définition de critères d'inconfort et de fatigue (inconfort considéré sur des temps longs représentatifs d'un vol long-courrier).