

Avis de Soutenance

Madame Clemence DELTEIL

Biologie-Santé - Spécialité Biologie du Développement

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Apports de la simulation numérique dans le cadre des traumatismes crâniens pour l'expertise médico-légale

dirigés par Madame Marie-Dominique PIERCECCHI-MARTI et Monsieur Lionel THOLLON

Soutenance prévue le **mardi 17 décembre 2024** à 15h00

Lieu : Faculté de médecine de Marseille, 27 Bd Jean Moulin, 13005, Marseille

Salle : de visio-conférence

Composition du jury proposé


Mme Marie-Dominique PIERCECCHI-MARTI	aix-Marseille université	Directrice de thèse
M. Eric WAGNAC	Département de génie mécanique, B.Ing., M.Sc.A. (Polytechnique Montréal)	Rapporteur
M. Lionel THOLLON	Laboratoire de biomécanique appliquée	Co-directeur de thèse
Mme Pauline SAINT-MARTIN	Faculté de médecine de Tours- CHU de Tours	Rapporteuse
M. Pascal ADALIAN	Faculté des sciences médicales et paramédicales Marseille	Président
Mme Véronique ALUNNNI	CHU de Nice	Examinatrice

Mots-clés : simulation numérique, traumatisme crânien, anthropologie, expertise judiciaire,

Résumé :

Les traumatismes crâniens peuvent entraîner des séquelles physiques et psychologiques importantes pouvant aller jusqu'au décès, y compris lorsque le traumatisme crânien apparaît léger. Les traumatismes crâniens produits par un mécanisme contondant sont les plus fréquents, mettant en jeu un panel de forces mécaniques (compression, mouvements de cisaillement et de rotation) de manière isolée ou combinée. La compréhension des mécanismes lésionnels permet d'appréhender la symptomatologie présentée. En cas de décès, il peut exister une difficulté pour établir le lien direct avec le fait générateur, même en cas d'autopsie. L'apport des examens anatomopathologiques reste incontournable pour identifier les lésions non visibles lors de l'examen macroscopique externe, mais n'est pas toujours suffisant pour expliquer le mécanisme de blessure et faire le lien avec un fait de violence. Dans cette optique, l'utilisation de la simulation numérique est une piste prometteuse pour éclairer l'expert judiciaire sur l'imputabilité des lésions avec des faits suspectés ou déclarés. Le Laboratoire de Biomécanique Appliquée de Marseille travaille depuis plusieurs années sur la création d'un modèle numérique de tête humaine. L'objectif de cette thèse est d'évaluer l'apport de la simulation numérique du traumatisme crânien pour l'expertise médico-légale. Cet objectif se

décompose en trois questions : Quelle confiance peut-on avoir dans les réponses des modèles de tête actuels ? L'amélioration de la biofidélité géométrique des modèles permet-elle d'améliorer la qualité des réponses d'un modèle ? En prenant deux cas concrets d'expertise médico-légale, quel est l'apport de cette approche numérique ? Il a été décidé d'ajouter au modèle préexistant plusieurs structures anatomiques importantes en matière de traumatologie comme le système ventriculaire, les noyaux profonds, le cortex et le corps calleux. Les propriétés des matériaux appliquées à chaque structure ont été définies via les données de la littérature, avec notamment une distinction des modules de cisaillement entre la substance blanche « classique » et celles du corps calleux. Une amélioration des propriétés mécaniques (raideur) a également été réalisée. Ces modifications géométriques et mécaniques ont été évaluées en reproduisant numériquement des essais expérimentaux d'impact à la tête sur sujet cadavérique et en comparant les pressions intracrâniennes et les déplacements du cerveau obtenues expérimentalement et numériquement. Les résultats obtenus lors de sa validation témoignent de sa fiabilité et de sa robustesse. Notre modèle représente un compromis entre précision et temps de calcul. L'amélioration de la géométrie et des propriétés des matériaux a permis de mieux quantifier la distribution des contraintes lors d'un traumatisme et de mieux comprendre les mécanismes lésionnels. Cela a également permis, associée à l'approche multicorps, de faire la part entre plusieurs scénarios plausibles dans le cadre d'une enquête. Il a permis d'apporter des éléments supplémentaires (qualitatifs et quantitatifs) pour comprendre l'apparition de certaines lésions. Il a aussi été montré au travers de l'étude des lésions axonales, en intégrant une approche multidisciplinaire, que les experts peuvent améliorer la compréhension des événements entourant les décès et les traumatismes, tout en contribuant à l'évolution continue de la discipline. Ce travail insiste sur l'importance d'adapter le modèle au sujet étudié. Nous avons également souligné des limitations de l'utilisation de la simulation numérique pour l'expertise en raison de simplifications, d'incertitudes et d'hypothèses qui peuvent affecter la précision et la fiabilité des conclusions. Ces limitations doivent être soigneusement prises en compte lors de l'interprétation des résultats dans un contexte médico-légal.

LE DOYEN

Georges LIONETTI