

**Université de technologie de Compiègne – Proposition de thèse**

<b>Part 1: Fiche scientifique</b>	
<b>Titre de thèse</b>	Jumeau numérique personnalisé du visage : modélisation par éléments finis et comportement actif multi-échelle des muscles faciaux à partir de données multimodales.
<b>Type de financement</b>	ANR PEPR Santé Numérique (Projet PREDIT4FACE)
<b>Laboratoire d'accueil</b>	BMBI Biomécanique et Bioingénierie UMR CNRS 7338 web site: <a href="https://bmbi.utc.fr/">https://bmbi.utc.fr/</a>
<b>Directeur(s) de thèse</b>	Marie-Christine HO BA THO (BMBI), Professeur Mohamed RACHIK (Roberval), MCF HDR Co-encadrants : Tien Tuan DAO (BioTiM@LamCUBE, Centrale Lille Institut), Professeur Olfa TRABELSI (BMBI)
<b>Domaine scientifique</b>	Biomedical Engineering and health sciences Computer science and information technologies
<b>Description du sujet</b>	<p><b>Contexte :</b></p> <p>Le sujet de thèse s'inscrit dans le projet pluridisciplinaire PREDIT4FACE « <b>PRE</b>dictive <b>DI</b>gital <b>TW</b>ins for <b>FAC</b>ial <b>EX</b>pression », lauréat de l'Appel à Projets PEPR Santé Numérique de France 2030. PREDIT4FACE ambitionne de développer un jumeau numérique prédictif multi-échelle du visage pour mieux comprendre, modéliser et réhabiliter la mimique faciale. Ce projet est piloté par le laboratoire BMBI UTC-CNRS et réunit un consortium pluridisciplinaire associant les partenaires suivants : CHIMERE (UPJV-CHU Amiens, INSERM), LaMcube (Centrale Lille Institut, CNRS), LATIM (IMT Atlantique, INSERM) et Roberval (UTC).</p> <p><b>Description:</b></p> <p>La compréhension de la fonction mécanique des muscles faciaux lors des expressions et mimiques faciales est essentielle pour établir un diagnostic quantifié et définir une stratégie de rééducation fonctionnelle personnalisée chez les patients ayant subi une paralysie faciale ou une transplantation du visage. Des modèles d'éléments finis ont été développés pour étudier l'activation [1,2], la contraction et la coordination des muscles faciaux au cours des mouvements de la mimique faciale. Toutefois, la compréhension de cette fonction mécanique reste limitée, car la loi de comportement actif du muscle facial et le réseau musculaire modélisé sont souvent simplifiés.</p> <p>Ce projet de thèse a pour objectif de développer un jumeau numérique patient-spécifique du visage par la méthode d'éléments finis et des données multimodales d'IRM. Une loi de comportement actif multi-échelle des muscles faciaux sera développée pour différents motifs (longitudinal et circonférentiel) de contraction. La formulation mathématique multi-échelle et l'identification des paramètres associés de la loi développée seront réalisées grâce aux données issues de multiple sources (imagerie <i>in vivo</i>, expérimentation <i>in vitro</i>) [3][4]. Particulièrement, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sera utilisée à la fois pour créer le modèle d'éléments finis et pour caractériser les motifs de contraction musculaire lors des expressions et mimiques faciales, qui serviront ensuite à la simulation ainsi qu'à l'évaluation des résultats.</p> <p>Les différentes étapes de la thèse sont 1) d'effectuer un état de l'art de la modélisation biomécanique du visage, 2) de développer un modèle d'éléments finis du visage à partir des images IRM, 3) développer des lois de comportements multi-échelle des tissus mous du visage, 4) de réaliser des simulations des mimiques faciales et 5) d'évaluer les résultats obtenus avec les données issues de l'IRM.</p> <p><b>References</b></p> <p>[1] Fan A-F., Dakpé S., Dao T.T, Pouletaut P., Rachik M., Ho Ba Tho M-C (2017) MRI-based finite element modeling of facial mimics: a case study on the paired zygomaticus major muscles. <i>Comput Methods Biomech Biomed Engin</i> 20(9):919-928. <a href="https://doi.org/10.1080/10255842.2017.1305363">https://doi.org/10.1080/10255842.2017.1305363</a></p>

	<p>[2] Dao TT, Fan AX, Dakpe S, Pouletaut P, Rachik M, Ho Ba Tho MC (2018). Image-based skeletal muscle coordination: case study on a subject specific facial mimic simulation. <i>Journal of Mechanics in Medicine and Biology</i> <a href="https://doi.org/10.1142/S0219519418500203">https://doi.org/10.1142/S0219519418500203</a></p> <p>[3] Ho Ba Tho M-C., Dao TT (2019) Knowledge Extraction From Medical Imaging for Advanced Patient-Specific Musculoskeletal Models. <i>Encyclopedia of Biomedical Engineering</i>, 135-142 <a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.99935-5">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.99935-5</a></p> <p>[4] Tran H. V., Charleux F., Rachik M., Ehrlacher A., Ho Ba Tho M. C (2007). In vivo characterization of the mechanical properties of human skin derived from MRI and indentation techniques. <i>Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering Volume 10-Issue 6</i>, Pages 401-407. <a href="https://doi.org/10.1080/10255840701550287">https://doi.org/10.1080/10255840701550287</a></p> <p>[5] Maillet, M, Kammoun M, Avril S, Ho Ba Tho M-C, Trabelsi O (2023). Non-destructive Characterization of Skeletal Muscle Extracellular Matrix Morphology by Combining Optical Coherence Tomography (OCT) Imaging with Tissue Clearing, <i>Ann Biomed Eng</i>, 51, 2323–2336. <a href="https://doi.org/10.1007/s10439-023-03274-2">https://doi.org/10.1007/s10439-023-03274-2</a>.</p>
<b>Mots clés</b>	Jumeau numérique du visage, Méthode des éléments finis, comportement mécanique multi-échelle, muscles du visage, données IRM multimodales
<b>Profil et compétences</b>	Master en Bioingénierie, Génie Biomédical, Biomécanique, Mécanique Numérique
Date de début de thèse	Octobre 2026
Lieu de travail de thèse	Biomécanique et Bioingénierie BMBI, Université de technologie de Compiègne

<b>Part 2: Fiche poste</b>	
Durée	36 mois
Moyens matériels	Hardware and software facilities of the C2MUST team, BMBI lab and UTC computational facilities <a href="https://pilcam2.utc.fr">https://pilcam2.utc.fr</a>
Moyens humains	~ 40 permanents , ~ 50 doctorants, postdoctorants, étudiants en stage ingénieur et master
Moyens financiers	Equipements et logiciels disponibles, missions financement par le projet PREDIT4FACE
Modalités de travail	Réunions hebdomadaires, rapport d'activités mensuel et présentation, réunions de travail avec le consortium PREDIT4FACE
Profil et compétences	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaissance théorique et pratique approfondie de la méthode d'éléments finis</li> <li>• Modélisation et simulation des systèmes biomécaniques complexes</li> <li>• Imagerie médicale</li> <li>• Programmation Python/FORTRAN</li> </ul>
Projet de recherche	Projet PREDIT4FACE (PEPR Santé Numérique)
Collaborations nationales	PREDIT4FACE Consortium BMBI (UTC CNRS) CHIMERE (UPJV-CHU Amiens, INSERM), LaMcube (Centrale Lille Institut, CNRS), ROBERVAL (UTC) LATIM (IMT Atlantique, INSERM)
Documents de candidature	CV, lettre de motivation, 2 lettres de recommandation ou les coordonnées de 2 personnes référentes, ainsi que les relevés de notes des cours suivis
Contacts	Marie-Christine Ho Ba Tho ( <a href="mailto:hobatho@utc.fr">hobatho@utc.fr</a> ) Mohamed Rachik ( <a href="mailto:mohamed.rachik@utc.fr">mohamed.rachik@utc.fr</a> ) Tien Tuan Dao ( <a href="mailto:tien-tuan.dao@centralelille.fr">tien-tuan.dao@centralelille.fr</a> ) Olfa Trabelsi ( <a href="mailto:olfa.trabelsi@utc.fr">olfa.trabelsi@utc.fr</a> )

**Please contact first the thesis supervisors** before applying online  
<https://webapplis.utc.fr/admissions/doctorants/accueil.jsf>