

## FICHE Stage de Recherche Année 2024/2025

Titre	Caractérisation et modélisation de l'endommagement des tissus mous porcins sous sollicitations mécaniques : apport des modèles de champ de phase pour la détection précoce de l'endommagement microstructural
Equipe d'encadrement	IMT Mines Alès / C2MA Sarah laquinta, Anne-Sophie Caro Mines Saint-Etienne, Baptiste Pierrat
Contact	<a href="mailto:Sarah.laquinta@mines-ales.fr">Sarah.laquinta@mines-ales.fr</a>
Financement	<input type="checkbox"/> Contrat recherche / partenariat industriel <input type="checkbox"/> potentiel <input checked="" type="checkbox"/> acquis  <input type="checkbox"/> Dotation Centre
Date & Durée	03/03/2025 – 29/08/2025
Localisation	Alès avec des missions à Saint Etienne
Description et objectifs / Objectives and context	<p><b>Description du projet</b> : L'objectif de ce projet est d'étudier l'endommagement des tissus mous porcins soumis à des sollicitations mécaniques, avec un focus sur la détection précoce des dommages avant leur manifestation macroscopique, c'est-à-dire avant une baisse mesurable de la contrainte. Ce projet associe deux équipes : Mines Saint-Étienne (modélisation microstructurale avec modèles par champ de phase) et IMT Mines Alès (modélisation macroscopique avec des modèles phénoménologiques).</p> <p><b>Contexte</b> : L'endommagement dans les tissus biologiques est complexe et souvent invisible au niveau macroscopique avant d'affecter la matrice extracellulaire (collagène, élastine). Sa détection précoce est cruciale pour prévenir des défaillances dans des contextes biomédicaux, comme en médecine sportive ou dans la chirurgie reconstructive. La modélisation numérique est un outil clé pour prédire ces phénomènes non directement observables.</p> <p><b>Objectifs</b> : Développer et utiliser des modèles numériques pour détecter les dommages microscopiques dans les tissus mous porcins avant qu'ils ne soient visibles. Deux types de modèles seront utilisés des modèles microscopiques par champ de phase pour simuler l'initiation et la propagation de l'endommagement basé sur des observations histologiques et des modèles phénoménologiques macroscopiques pour modéliser les propriétés mécaniques des tissus viscoélastiques sous grandes déformations. Le stagiaire devra identifier des variables-clés corrélées aux évolutions microstructurales pour proposer des indicateurs numériques de dommages précoces.</p> <p><b>Méthodologie</b> :</p> <p><u>Phase expérimentale</u> : Réalisation d'essais mécaniques (tests de traction) sur des échantillons de tissus mous porcins (ex : peau). Observation et quantification de l'évolution microstructurale par des techniques d'histologie et d'imagerie.</p> <p><u>Modélisation numérique</u> : Utilisation des deux modèles développés par les partenaires [1,2] pour simuler le comportement des tissus sous sollicitation. Analyse des résultats pour identifier les variables corrélées à l'endommagement.</p> <p><u>Couplage et validation</u> : Corrélation entre les données expérimentales et les prédictions des modèles, identification des indicateurs précoces d'endommagement.</p>
Livrables	Rapport, données expérimentales
Mots clés	Endommagement, Tissus mous, Microstructure, Modèles numériques, Champ de phase, Grandes déformations
Pré-requis	Compétences en mécanique des matériaux, en modélisation numérique, en programmation et an analyse de données. Autonomie et travail en équipe. Elève-ingénieur 3 <sup>ème</sup> année ou M2
Type de projet	A finalité recherche / Innovation- ouverture vers le doctorat (dans le cadre d'un projet Européen)
Matériel	Presse d'essais mécanique, microscopie, logiciels de modélisation
Nbre d'étudiants	1
Lien IMT	TS « Ingénierie pour la santé et le bien-être »

Références	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Caro-Bretelle AS, Ienny P, Leger R, Corn S, Bazin I, Bretelle F. Constitutive modeling of stress softening and permanent set in a porcine skin tissue: Impact of the storage preservation. <i>J Biomech.</i> 2016;49(13):2863-2869. doi:10.1016/j.jbiomech.2016.06.026</li><li>2. Pillet B, Molnar G, Bel-Brunon A, Pierrat B. Investigating the identifiability of phase-field parameters to model soft tissue rupture. In: <i>Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering.</i> ; 2021:S316-S317.</li></ol>
------------	---

Fiche limitée à 1 page