

---

## Numerical study of bone fracture healing using a continuum damage mechanics model

**Auteur :** Hu, Louis

**Promoteur(s) :** Boman, Romain

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil biomédical, à finalité spécialisée

**Année académique :** 2020-2021

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/13164>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

## ABSTRACT

# Numerical study of bone fracture healing using a continuum damage mechanics model

MASTER'S THESIS CARRIED OUT TO OBTAIN THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN BIOMEDICAL ENGINEERING

Louis HU

Promoter: Romain Boman

ACADEMIC YEAR 2020-2021

Managing the outcome of bone fracture healing is one of the most challenging tasks that a veterinary orthopedic surgeon has to accomplish. On top of the difficulties involved with unusual patient morphology, tight budgets and often short times to plan out surgeries in traumatic cases, surgeons have to deal with the delicate trade-off between assuring fracture stability and leaving enough interfragmentary motion to promote optimal bone healing on a case by case basis. While handbooks provide general guidelines for surgeons to follow in some situations, decisions are still often based on their experience and expertise gained on previous cases.

Subject-specific models display the potential to positively alter the outcome of surgical operations by providing surgeons with numerical twins to test treatments on. They have previously been shown to be able to reproduce mechanical responses of both intact and orthopedically repaired bones. A continuation of these works is conducted here.

In this thesis, an exploratory study is conducted to assess the capability of a Continuum Damage Mechanics-based remodeling model to represent the healing characteristics found in bone fracture healing. Along the way, the full numerical pipeline from the initial CT image to the Finite Element simulation is didactically presented and improvements made to it are detailed.

Results include improvements to the image-to-mesh pipeline to increase its modularity and robustness. Meshes generated using the improved pipeline show greatly enhanced quality characteristics.

Results also show that the extension of the Continuum Damage Mechanics-based remodeling model is able to qualitatively describe the multi-staged nature of bone fracture healing from a mechanical point of view.