

Titre du master	Automatisation et détection des métastases osseuses sur imagerie clinique
Titre en anglais	Automation and detection of bone metastasis on clinical imaging
Lieu de travail principal	LBMC Univ Eiffel-UCBL UMR_T 9406, Lyon, www.lbmc.ifsttar.fr Lyos INSERM-UCBL, UMR1033, Lyon, www.lyos.fr
Encadrants	David Mitton, david.mitton@univ-eiffel.fr Hélène Follet, helene.follet@inserm.fr Cyrille Confavreux, cyrille.confavreux@chu-lyon.fr Jean-Baptiste Pialat, jean-baptiste.pialat@chu-lyon.fr François Bermond, francois.bermond@univ-eiffel.fr Marc Gardegaront, marc.gardegaront@univ-lyon1.fr

Description du projet :

Les cancers les plus fréquents (cancer du sein, des poumons et de la prostate) peuvent conduire à des métastases osseuses, qui sont responsables de complications sous forme de douleurs sévères nécessitant une radiothérapie. Ces métastases peuvent conduire à des fractures des os longs (par exemple le fémur) nécessitant la pose d'une prothèse pour retrouver la fonction de la marche. Elles peuvent conduire également à des fractures des vertèbres pouvant entraîner une paralysie et de fortes douleurs. Une chirurgie avant la fracture permet alors de maintenir la mobilité du patient. On estime que 50% des patients atteints de métastases osseuses présenteront une complication osseuse. Actuellement, la plupart des patients ayant une métastase osseuse à risque de fracture bénéficient d'un scanner centré sur la lésion pour mieux caractériser son étendue et sa position, mais cette analyse reste qualitative.

Pouvoir prédire le risque de fracture permettrait d'intervenir avant fracture. Aujourd'hui, des scores cliniques permettent une estimation qui reste peu discriminante (Damron et al, Clin Orthop Relat Res 2015). Quelques équipes à travers le monde évaluent l'apport des modèles biomécaniques pour estimer le risque de fracture d'os métastatiques (Keyak et al. 2005, Tanck et al. 2009, Derikx et al. 2012, 2015, Groenen et al. 2018). Cependant, ces modèles ne sont pas encore validés. Les propriétés mécaniques des tumeurs ne sont pas connues, entraînant des hypothèses fortes dans les modèles. La sensibilité de la taille et de la localisation de la ou des tumeurs n'ont pas été étudiées.

Les dernières années ont par ailleurs été marquées par l'arrivée de nouvelles solutions d'analyse d'image médicale automatisées, fondées sur le deep learning. Les réseaux convolutifs profonds permettent de reproduire l'analyse d'un expert, après un apprentissage sur un corpus d'images annotées par des radiologues, et ce directement à partir des images brutes. Ces techniques d'apprentissage machine pourraient donc servir à segmenter l'os et les tumeurs de façon automatique, ce qui permettrait d'éviter une segmentation manuelle fastidieuse, et rendre faisable la création de modèles personnalisés en routine clinique.

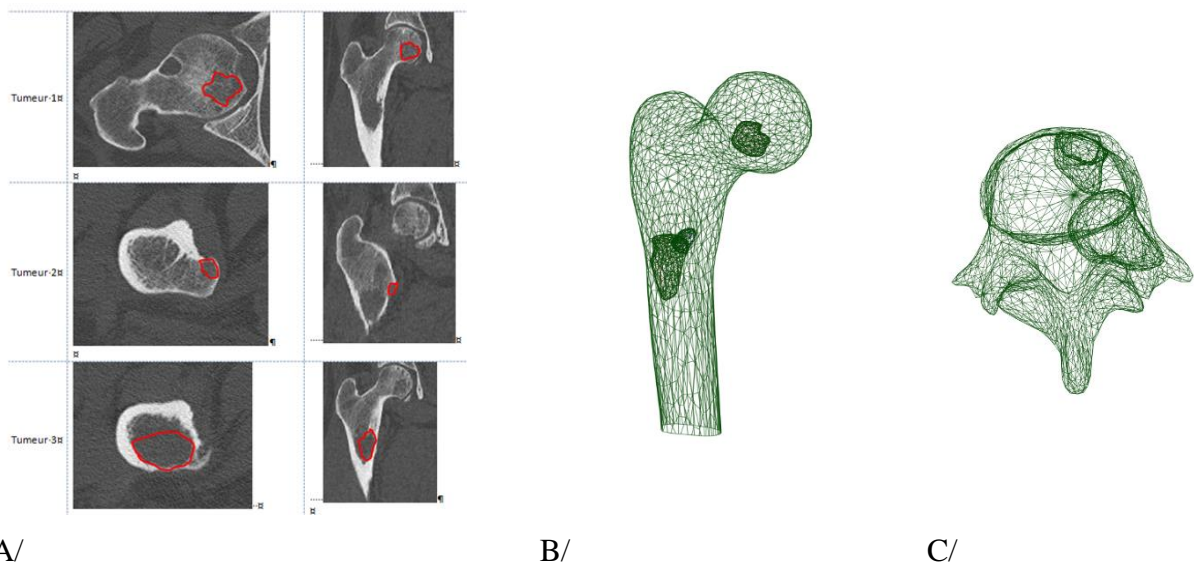


Figure 1. A/ Contourage manuel d'une tumeur, B/ Modèle biomécanique d'une extrémité supérieure d'un fémur humain avec métastases (Master, B. Lagaude 2018), C/ Modèle biomécanique d'une vertèbre du même patient avec métastases (Master, L. Cogoluenhes 2018)

Objectif du Master : Dans ce contexte, l'objectif est de **mettre en œuvre un protocole d'automatisation de la détection de la métastase osseuse** à partir d'imagerie réelle de patients atteints.

Méthodologie :

Pour atteindre cet objectif, le projet comportera les étapes suivantes :

1 – **Recherche bibliographique et prise en main des outils et méthodes**

Proposer un protocole d'automatisation sur la base des travaux antérieurs

2 – **Automatisation des tâches de détection**

Cette partie sera supervisée par un doctorant du Labex Primes

Ces tests (programmations) seront conduites conjointement au LBMC et au Lyos, et avec support du laboratoire CREATIS

3 – **Analyse des données**

Les données automatisées seront analysées par un radiologue en termes de taille, localisation, et adéquation de la détection par rapport à la vision et analyse du clinicien.

5 – **Rédaction et synthèse**

La synthèse du travail réalisé fera l'objet d'un mémoire de stage.

Résultats attendus :

Ce projet s'appuie sur un consortium d'experts (biomécaniciens, radiologue, rhumatologue, chirurgien orthopédiste). Le projet de stage proposé se focalise sur la mise en place d'un protocole d'automatisation de la détection de la métastase osseuse.

Ce projet permettra de contribuer à l'amélioration de la prédiction du risque de fracture de patients ayant des métastases osseuses, à partir de simulations numériques. L'amélioration de la prédiction du risque de fracture est une **demande des cliniciens** pour les aider dans la **prise en charge des patients**.

Prérequis : formation de niveau Master 2 en Data Science/Informatique avec spécialisation en Machine Learning.

Mots-clefs : Intelligence artificielle, Imagerie clinique, métastases osseuses

Programmation, apprentissage machine, Python, modèles en éléments finis, Os, cancer, métastases, fracture, deep learning, imagerie médicale, médecine prédictive

References :

Damron et al, 2015, Clin Orthop Relat Res
Derikx et al. 2012, Bone
Keyak et al. 2005, Clin. Orthop. Relat. Res.
Tanck et al. 2009, Bone
Groenen et al. 2018, Journal of Orthopaedic Research
Allanic et al. 2017, Frontiers in ICT
Ronneberger et al., 2015