

## Sujet de recherche de Master 2 proposé au LEM3

### Simulation numérique de traitements d'hyperthermie appliquées au traitement des cancers osseux

**Encadrement :** Jean-François Ganghoffer, Sébastien Fumeron, LPCT, Nam Do, LEM3. Université de Lorraine, Nancy

**Contexte :** Les techniques d'hyperthermie appliquées à la lutte contre les cancers osseux nécessitent une modélisation précise des transferts thermiques et des déformations mécaniques induites dans les tissus osseux. Les modèles de biochaleur de type Pennes intègrent les effets dus à la conduction thermique, à la perfusion sanguine et aux propriétés thermiques des tissus. Or, la structure fractale de ces derniers (liée au stade du cancer) et la complexité de la microarchitecture osseuse sont difficiles à intégrer à ces modèles, alors qu'elles influencent significativement le transport thermique. L'objectif de ce stage est de développer un modèle thermoélastique des tissus osseux et d'utiliser les grandeurs obtenues (capacité thermique, conductivité...) comme paramètres d'entrée dans l'équation de biochaleur généralisée. Les propriétés thermoélastiques effectives des tissus seront obtenues par homogénéisation des microstructures périodiques osseuses (corticale et trabéculaire) à l'aide d'un code Freefem++ (en langage C) développé au LEM3. Ces propriétés seront ensuite implémentées dans un code de biochaleur (Python) afin de prédire les champs de température et les contraintes mécaniques dans le tissu osseux pendant une séance d'hyperthermie. Ce sujet s'inscrit dans le cadre d'une recherche interdisciplinaire mêlant mécanique des milieux continus, physique médicale et oncologie, avec un fort potentiel d'impact clinique.

#### Missions principales

- Calculer les propriétés thermiques homogénéisées de matériaux hétérogènes par un code d'éléments finis développé au LEM3.
- Implémenter ces données thermiques dans un code de biochaleur (en Python) afin de prédire les champs de température et les contraintes mécaniques dans le tissu osseux pendant une séance d'hyperthermie.
- Evaluer sur cette base les champs de température et les contraintes mécaniques au sein des tumeurs pendant une séance d'hypertermie. En déduire en guise de synthèse des analyses numériques menées des protocoles efficaces de traitement des tumeurs.

**Formation et compétences requises :** Connaissances de base en thermique, en méthodes de calcul numérique, éléments finis.

**Modalités de candidature :** les candidats intéressés sont invités à envoyer un CV et une lettre de motivation par mail à

Jean-François Ganghoffer, responsable du projet : [jean-francois.ganghoffer@univ-lorraine.fr](mailto:jean-francois.ganghoffer@univ-lorraine.fr)