

Proposition de Stage de Master 2 :

## Une étude de l'impact dosimétrique du changement de forme du sein au cours de la radiothérapie à l'aide d'un framework « GATE »



*Figure 1: Le Changement de forme et couleur de la peau est considéré non-négligeable au cours de radiothérapie post-opératoire [1], ce qui pose la question de savoir si la dose initialement calculée peut être retenue ou doit être ajustée au cours de la radiothérapie [1].*

### Organisme d'accueil

Le Laboratoire ICube (Le laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie) de l'Université de Strasbourg est un centre de recherche de premier plan en Informatique, avec plus de 300 chercheurs permanents. <http://icube.unistra.fr/>

### Lieu de travail et salaire

Le stage se déroulera dans l'équipe de recherche [MLMS](#) (Machine Learning, Modélisation & Simulation) située sur le site hospitalier du laboratoire, à 10 min à pied du cœur du centre-ville de Strasbourg, classé au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Salaire : environ 600€/mois pour une durée de 6 mois.

### Encadrants

Pierre Galmiche, Hyewon Seo (équipe MLMS : Laboratoire ICube)

Phillipe Meyer (équipe IMAGeS : Laboratoire ICube et ICANS)

Nicolas Arbor (équipe DeSIs : Institut pluridisciplinaire Hubert Curien Strasbourg)

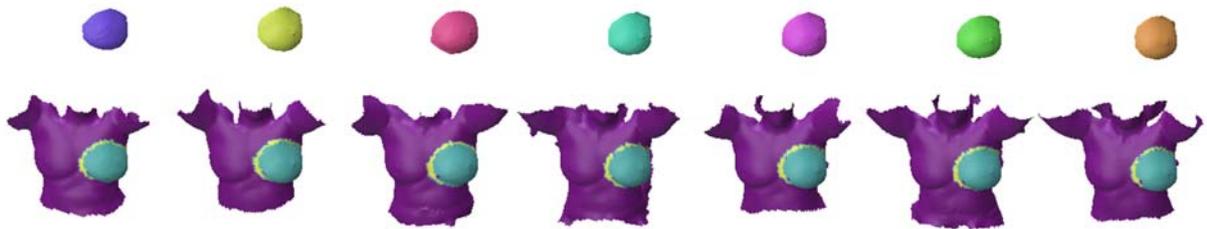
### Date de début

Janvier – Mars 2023.

## Contexte

L'étude des déformations surfaciques du sein pendant la radiothérapie est une problématique encore peu explorée. Malgré plusieurs études menées pour étudier et quantifier l'étendue de la déformation du sein au cours de la radiothérapie mammaire [2, 3], l'impact des déformations du sein sur la délivrance de dose pendant le traitement est aujourd'hui inconnu. Nous pouvons alors nous poser la question suivante : Peut-on retenir la dose initialement calculée tout au début de la radiothérapie, ou doit-elle être ajustée en cours de traitement ?

Pour répondre à cette question, nous avons acquis et collecté des données surfaciques de buste de femmes au cours de la radiothérapie mammaire durant un essai clinique effectué par l'institut de Cancérologie Strasbourg Europe (ICANS), entre 2019 et 2020 [4, 5]. Nous avons ensuite développé des méthodes géométriques basées sur les « Functional Map » [6] pour effectuer la mise en correspondance entre toutes ces données. A l'aide de ces correspondances, nous avons modélisé les déformations dites « intra-patient » [6] du buste de la femme au cours du traitement. Dans la continuité de ces travaux, nous allons baser notre étude sur ce modèle de déformation et analyser l'impact dosimétrique du changement de forme du sein à l'aide d'un framework de calcul de dose Monte Carlo [7].



*Figure 2: Notre modèle « intra-patient » permet d'identifier et d'analyser la forme du sein traité sur les données acquises pendant la thérapie [6].*

## Objectifs

Ce projet a pour objectif d'étudier l'impact de la délivrance de dose lors de la radiothérapie en prenant en compte de potentielles déformations surfaciques du sein au cours de la radiothérapie. L'étude se basera sur la dose planifiée pour la radiothérapie dans le planning de traitement comme référence et cherchera à comparer cette distribution de dose à celle recalculée sur des bustes de femme déformés. Nous nous concentrerons en particulier sur un fantôme voxelisé généré à partir de surfaces déformées provenant de l'essai clinique pour effectuer un calcul de dose à l'aide d'un code de modélisation Monte Carlo (GATE/Geant4) [7]. Les déformations de surface issues de l'évolution de la forme du sein seront obtenues à l'aide d'un modèle déformable basé sur nos travaux précédents [6].

Dans un premier temps, un modèle de déformation synthétique sera développé en utilisant une méthode géométrique. Ensuite, l'étude se basera sur un modèle provenant des données réelles : données surfaciques de buste de femmes acquises au cours de la radiothérapie mammaire provenant de l'essai clinique effectué par ICANS. Nous prendrons comme point de départ les derniers résultats de nos travaux [6], à savoir l'identification automatique de la zone du sein traité sur les

données acquises, ainsi que le calcul de déformations de la zone du sein au cours de la radiothérapie à l'aide des correspondances surfaciques calculées entre les différentes acquisitions.

Pour l'étude d'impact dosimétrique, l'idée sera de construire un fantôme voxelisé pour calculer la distribution de dose optimale à l'aide d'un framework de calcul de dose Monte Carlo [7] (GATE/Geant4). Nous pourrons ensuite déformer ce fantôme voxelisé à partir des déformations observées sur les données réelles et calculer la dose optimale pour chaque déformation. Il s'agira enfin de comparer la distribution calculée à celle prévue contenue dans le « Treatment planning System » (TPS). Afin de rendre l'étude efficace en temps de calcul, il pourra être nécessaire d'accélérer le calcul de dose Monte Carlo. Pour ce faire, nous étudierons la possibilité d'exploiter la programmation GPU ou une approche basée sur l'apprentissage profond.

### **Compétence attendue**

- Master en physique, informatique ou en mathématiques appliquées
- Expérience de la programmation en Python et Matlab
- Bonne notion et expérience en simulation Monte Carlo
- Expérience de la programmation GPU est un plus

### **Candidature**

Envoyez votre CV ainsi que vos relevés de notes (de Licence et de Master) à [seo@unistra.fr](mailto:seo@unistra.fr) et [p.meyer@icans.eu](mailto:p.meyer@icans.eu).

### **References**

- [1] Highton L, Johnson R, Kirwan C, Murphy J. Prepectoral Implant-Based Breast Reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*. 2017 Sep 19;5(9):e1488.
- [2] J. Seppälä et al, Breast deformation during the course of radiotherapy: The need for an additional outer margin, *Breast deformation during the course of radiotherapy: The need for an additional outer margin*. *Phys Med*. 2019 Sep;65:1-5, 2019.
- [3] T. Alderliesten et al, Breast-shape changes during radiation therapy after breast-conserving surgery, *Physics and Imaging in Radiation Oncology* 6:71-76, 2018.
- [4] Y. Pin et al, « Volume changes and deformations during adjuvant breast radiotherapy: evaluation of the
- [5] MorphoBreast3D computational method based on optical surface scanning », European Society for Radiotherapy and Oncology Congress, 2018.
- [6] P. Galmiche, « Modeling the evolution of breast's shape and appearance during radiotherapy », Thèse en cours à l'Université de Strasbourg, 2020-.
- [7] N. Arbor, P. Meyer et al., « A GATE/Geant4 Monte Carlo toolkit for surface dose calculation in VMAT breast cancer radiotherapy », *Physica Medica* 61 (2019)