

## Offre de thèse de sciences

### Radiomique et apprentissage profond pour améliorer la caractérisation et la prédiction de l'évolution sous traitement des cancers du sein

U1288 Inserm, Institut Curie  
[www.lito-web.fr](http://www.lito-web.fr)

#### Contexte

Les examens d'imagerie in vivo par tomographie d'émission de positons (TEP) ont déjà démontré leur utilité pour caractériser les cancers du sein et prédire leur pronostic. En particulier, des biomarqueurs tels que le volume métabolique tumoral total mesurable à partir d'examens TEP au 18F-Fluorodeoxyglucose (FDG) corps entier a été identifié comme étant un biomarqueur pronostique (1-2), de même que la dissémination de la maladie (3). Néanmoins, les modèles prédictifs actuels ne sont pas encore suffisamment performants pour être largement déployés en routine clinique.

L'hypothèse du travail de thèse est que les images TEP sont encore insuffisamment exploitées et qu'elles contiennent davantage d'informations que celles qui sont actuellement utilisées. En particulier, l'activité métabolique des régions non-tumorales, qui interagissent avec les régions tumorales, n'est pas prise en compte dans les modèles actuels. La composition corporelle, reflétée par la tomodensitométrie (TDM) systématiquement réalisée avec la TEP, ou les caractéristiques du microenvironnement tumoral révélées par d'autres radiotraceurs que le FDG, ne le sont pas non plus.

#### Objectifs

L'objectif de la thèse est de proposer d'enrichir les modèles de caractérisation ou de prédiction exploitant les images TEP dans le cancer du sein en extrayant davantage de candidats biomarqueurs à partir des images TEP/TDM, et/ou en analysant directement le phénotype corps-entier de la maladie par des méthodes d'apprentissage profond.

#### Méthodes

Grâce à plusieurs projets financés concernant l'apport de l'imagerie TEP dans le cancer du sein (ANR NEMO-PET, ANR Inter-Organ PET, RHU Cassiopeia, IHU Cancers de femmes), nous avons collecté de grandes bases de données intégrant les images TEP de patientes atteintes de cancer du sein avant traitement, pendant le traitement, et à la fin du traitement, associées à des données cliniques et biologiques déjà structurées.

Le laboratoire dispose en outre d'une grande expérience en analyse radiomique et en développement et utilisation de modèles d'intelligence artificielle pour l'analyse des images TEP corps entier (4-7).

Il s'agira donc :

- D'étudier la pertinence de nouvelles caractéristiques radiomiques issues d'images TEP/TDM au FDG pour améliorer la stratification des patients.
- D'étudier la valeur ajoutée de la prise en compte d'informations double-traceur (FDG et FAPI, FDG et FES) pour prédire la réponse des patientes au traitement et leur évolution après traitement.
- De développer des modèles pronostiques et prédictifs intégrant non seulement des informations radiomiques, mais aussi des informations cliniques et biologiques.

#### Encadrement

L'encadrement quotidien sera assuré par Irène Buvat (DR CNRS), directrice de thèse et Fanny Orhac (CR Inserm), co-encadrante. Le travail se fera en interaction avec les acteurs des projets du laboratoire concernant le cancer du sein, dont une doctorante, des médecins nucléaires et des experts de la biologie moléculaire des cancers du sein.

L'étudiant(e) participera aux réunions d'équipe hebdomadaires pour suivre l'avancée des travaux réalisés dans l'équipe concernant des thématiques voisines et devra régulièrement présenter ses résultats à cette occasion. Il/elle participera également au journal club du laboratoire.

### **Conditions scientifiques matérielles (conditions de sécurité spécifiques) et financières du projet de recherches**

Le/la doctorant(e) travaillera sur les serveurs de calcul du laboratoire LITO et de l'Institut Curie. Le financement sera assuré par le contrat IOP Inter-Organ et l'employeur sera le Centre de Recherche de l'Institut Curie. Le laboratoire se situe à Orsay (91) et migrera à Saint-Cloud (92) en 2026.

### **Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...**

Le (la) doctorant(e) présentera ses travaux par des communications dans des congrès nationaux et internationaux dans le domaine de l'imagerie médicale (SNMMI, EANM, RSNA) et de la science des données (eg, MICCAI). Il ou elle publiera ses résultats dans des revues internationales.

### **Ouverture internationale**

L'Unité collabore sur le sujet de la recherche sur le cancer du sein avec l'Hôpital Princesse Grâce de Monaco et avec l'Institut Roche, et le doctorant / la doctorante aura la possibilité de s'impliquer également dans ces collaborations.

### **Contact**

Irène Buvat : irene.buvat@curie.fr

### **Références bibliographiques**

- (1) Seban RD, Arnaud E, Loirat D, Cabel L, Cottu P, Djerroudi L, Hescot S, Loap P, Bonneau C, Bidard FC, Huchet V, Jehanno N, Berenbaum A, Champion L, Buvat I. [18F]FDG PET/CT for predicting triple-negative breast cancer outcomes after neoadjuvant chemotherapy with or without pembrolizumab. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2023 Nov;50(13):4024-4035.
- (2) Weber M, Kersting D, Umutlu L, Schäfers M, Rischpler C, Fendler WP, Buvat I, Herrmann K, Seifert R. Just another "Clever Hans"? Neural networks and FDG PET-CT to predict the outcome of patients with breast cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2021 Sep;48(10):3141-3150.
- (3) Seban RD, Champion L, De Moura A, Lerebours F, Loirat D, Pierga JY, Djerroudi L, Genevee T, Huchet V, Jehanno N, Bidard FC, Buvat I. Pre-treatment [18F]FDG PET/CT biomarkers for the prediction of antibody-drug conjugates efficacy in metastatic breast cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2025 Jan;52(2):708-718.
- (4) Nioche C, Orhac F, Boughdad S, Reuzé S, Goya-Outi J, Robert C, Pellot-Barakat C, Soussan M, Frouin F, Buvat I. LIFEx: A Freeware for Radiomic Feature Calculation in Multimodality Imaging to Accelerate Advances in the Characterization of Tumor Heterogeneity. *Cancer Res*. 2018 Aug 15;78(16):4786-4789.
- (5) Girum KB, Rebaud L, Cottreau AS, Meignan M, Clerc J, Vercellino L, Casasnovas O, Morschhauser F, Thieblemont C, Buvat I. 18F-FDG PET Maximum-Intensity Projections and Artificial Intelligence: A Win-Win Combination to Easily Measure Prognostic Biomarkers in DLBCL Patients. *J Nucl Med*. 2022 Dec;63(12):1925-1932.
- (6) Bradshaw TJ, Boellaard R, Dutta J, Jha AK, Jacobs P, Li Q, Liu C, Sitek A, Saboury B, Scott PJH, Slomka PJ, Sunderland JJ, Wahl RL, Yousefirizi F, Zuehlsdorff S, Rahmim A, Buvat I. Nuclear Medicine and Artificial Intelligence: Best Practices for Algorithm Development. *J Nucl Med*. 2022 Apr;63(4):500-510.
- (7) Jha AK, Bradshaw TJ, Buvat I, Hatt M, Kc P, Liu C, Obuchowski NF, Saboury B, Slomka PJ, Sunderland JJ, Wahl RL, Yu Z, Zuehlsdorff S, Rahmim A, Boellaard R. Nuclear Medicine and Artificial Intelligence: Best Practices for Evaluation (the RELAINCE Guidelines). *J Nucl Med*. 2022 Sep;63(9):1288-1299.