

**THESE DE DOCTORAT DE L'ETABLISSEMENT UNIVERSITE  
BOURGOGNE EUROPE**

**Préparé à l'Institut de Chimie Moléculaire de l'Université de Bourgogne  
(ICMUB)**

**Ecole doctorale n°37  
Sciences Pour l'Ingénieur et Microtechniques (SPIM)**

**Doctorat d'Instrumentation et Informatique de l'Image**

**Par  
M. Teweles Weletnsea Tareke**

**Analyse d'images multi-modales et segmentation automatique pour la  
prédition de la réponse pathologique complète (pCR) dans le cas du cancer  
du sein**

Thèse soutenue à Faculté des Sciences de Santé, Université Bourgogne Europe,  
le 06/02/2026

**Composition du Jury :**

VINCENZO DELLA MEA	Professeur associé à l'Université d'Udine, Italie
ANTOINE SIMON	Maître de conférences à l'Université de Rennes (MCF, HDR)
DESIRÉ SIDIBÉ	Professeur à l'Université d'Évry
ALAIN LALANDE	Maître de conférences à l'Université Bourgogne Europe (MCU-PH, HDR), Directeur de Thèse
FABRICE MERIAUDEAU	Professeur à l'Université Bourgogne Europe, Co-directeur de Thèse

**Titre:** Analyse d'imagerie multi-modale et segmentation automatique pour la prediction de la réponse pathologique complète dans le cancer du sein

**Résumé :** Cette thèse a évalué le potentiel du <sup>18</sup>F FDG TEP/CT et de l'IRM, associés à des caractéristiques texturales avancées et aux données cliniques, pour prédire la réponse pathologique complète (pCr) dans le cancer du sein en considérant l'analyse multi modale et les relations entre les biomarqueurs radiologiques afin d'améliorer la segmentation des lésions, la classification des phénotypes et la prédition de la réponse au traitement après une chimiothérapie néoadjuvante (NAC). Pour atteindre cet objectif, nous avons développé des pipelines automatisés intégrant une segmentation fondée sur l'apprentissage profond ainsi qu'une extraction de radiomiques sur plusieurs modalités d'imagerie. La TEP/CT a fourni des biomarqueurs métaboliques tels que le  $SUV_{max}$ , le MTV et le TLG, tandis que l'IRM multiparamétrique (imagerie avec produit de contraste et séquences pondérées T1 et en T2) a apporté des informations anatomiques et fonctionnelles complémentaires. La segmentation a été réalisée avec des architectures telles que 3D UNet et nnUNet, appuyées par des stratégies de propagation de

labels pour assurer la cohérence inter modalité. Parmi les architectures évaluées, le modèle nnUNet a montré les meilleures performances avec un score de Dice moyen de  $0.89 \pm 0.04$  et une distance de Hausdorff de  $3.52 \pm 0.76$  mm sur les images TEP. Les caractéristiques radiomiques extraites ont été combinées aux données cliniques (CD) dans des modèles d'apprentissage automatique, avec sélection de variables et réduction dimensionnelle pour renforcer la robustesse des prédictions. Ce cadre intégré met en évidence la valeur de la combinaison TEP/CT, IRM et CD pour caractériser la biologie tumorale et améliorer la prédition de la pCR. Le meilleur modèle obtenu reposait sur l'intégration TEP/CT et CD, avec une précision de  $0.85 \pm 0.06$  et une AUC de  $0.84 \pm 0.07$ . Des travaux en cours étendent cette analyse à la prédition de la pCR à partir d'images histologiques numérisées. Dans l'ensemble, cette fusion multi modale ouvre une voie prometteuse vers une planification thérapeutique plus personnalisée et une meilleure adaptation des traitements pour les patientes atteintes d'un cancer du sein.

**Title:** Multi-modal Imaging Analysis and Automatic Segmentation for Predicting Pathological Complete Response in Breast Cancer

**Abstract :** This thesis evaluated the potential of <sup>18</sup>F FDG PET/CT and MRI, combined with advanced texture features and clinical data, to predict pathological complete response (pCR) in breast cancer by examining multi modal images and the relationships between radiological biomarkers to improve lesion segmentation, phenotype classification, and pCR prediction after neoadjuvant chemotherapy (NAC). To support this goal, we developed automated pipelines that integrate deep learning based segmentation and radiomic feature extraction across imaging modalities. PET/CT provided metabolic biomarkers such as  $SUV_{max}$ , MTV, and TLG, while multiparametric MRI (contrast enhanced MRI, T1 and T2 weighted imaging) supplied complementary anatomical and functional information. Segmentation was carried out using architectures such as 3D UNet and nnUNet, supported by label propagation strategies to maintain consistency across modalities.

Among the evaluated architectures, the nnUNet model demonstrated the best performance with an average Dice coefficient of  $0.89 \pm 0.04$  and an Hausdorff distance of  $3.52 \pm 0.76$  mm on PET images. Extracted radiomic features were combined with clinical data (CD) in machine learning models, with feature selection and dimensionality reduction applied to strengthen predictive performance. This integrated framework shows the value of combining PET/CT, MRI, and CD to characterize tumor biology and improve radiomics based pCR prediction. The highest performing model was the PET/CT and CD combination, achieving a balanced accuracy of  $0.85 \pm 0.06$  and an AUC of  $0.84 \pm 0.07$ . On-going work extends this analysis to pCR prediction from whole slide images. Overall, this multi modal fusion approach supports progress toward more personalized treatment planning and therapy adaptation for breast cancer patients.