

# THÈSE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITÉ DE NANTES

ÉCOLE DOCTORALE N° 601

*Mathématiques et Sciences et Technologies  
de l'Information et de la Communication*

Spécialité : *Informatique et traitement du signal*

Par

**Noémie MOREAU**

**Utilisation de l'apprentissage profond pour la segmentation et la caractérisation des images TEP/TDM FDG dans le cadre du cancer du sein métastatique**

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 7 octobre 2022

Unité de recherche : UMR6004 LS2N Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes

## Rapporteurs avant soutenance :

Olivier HUMBERT    Professeur des Universités/Praticien Hospitalier - Centre Antoine Lacassagne, Nice  
Alexandre COCHET    Professeur des Universités/Praticien Hospitalier - Centre George-François Leclerc, Dijon

## Composition du Jury :

Examineurs :	Laure TOUGNE	Professeur des Universités - Université Lumière Lyon 2
Dir. de thèse :	Nicolas NORMAND	Professeur des Universités - Polytech Nantes
Co-dir. de thèse :	Caroline ROUSSEAU	Maitre de Conférences des Université/Praticien Hospitalier Institut de Cancérologie de l'Ouest, Saint Herblain
Encadrants :	Mathieu RUBEAUX	Ingénieur de recherche/Chef de projet R&D - Keosys, Nantes

---

**Titre :** Utilisation de l'apprentissage profond pour la segmentation et la caractérisation des images TEP/TDM FDG dans le cadre du cancer du sein métastatique

**Mot clés :** Cancer du sein métastatique, apprentissage profond, TEP/TDM FDG, segmentation, caractérisation

**Résumé :** Les patientes atteintes d'un cancer du sein métastatique reçoivent un traitement tout au long de leur vie et sont suivies très régulièrement afin d'évaluer l'efficacité de leurs traitements. Pour évaluer la réponse au traitement, les médecins utilisent des critères d'interprétation des images comme RECIST ou PERCIST. Ces critères se limitent à l'évaluation quantitative d'une partie des tumeurs. La segmentation de toutes les tumeurs et leur caractérisation grâce à plusieurs paramètres (ou biomarqueurs) permettraient l'évaluation plus précise de la réponse au traitement des patientes. Cela permettrait aussi de prédire diffé-

rentes informations sur les lésions (sous-type moléculaire) ou sur les patientes (survie sans progression, survie globale). Au cours de cette thèse, nous avons développé une méthode permettant la segmentation sur plusieurs acquisitions de toutes les lésions chez des patientes atteintes d'un cancer du sein métastatique. Les segmentations obtenues ont permis l'extraction de différents biomarqueurs que nous avons ensuite utilisés pour évaluer automatiquement la réponse thérapeutique des patientes. Enfin, nous avons utilisé l'apprentissage profond pour prédire le sous-type moléculaire des lésions métastatiques.

---

**Title:** Deep learning methods to segment and characterize PET/CT images in the context of metastatic breast cancer

**Keywords:** Metastatic breast cancer, deep learning, PET/CT, segmentation, characterization

**Abstract:** Metastatic breast cancer patients receive lifelong medication and are regularly monitored to evaluate their response to treatment. To assess this response, doctors use standardized imaging-based criteria like RECIST or PERCIST. These criteria evaluate quantitatively only a limited number of target lesions. Segmentation of all metastases can be useful to extract several imaging biomarkers and better assess treatments' response. These imaging biomarkers have been identified as promising prognostic factors for many

diseases, they could be used to predict molecular subtypes, progression-free survival or overall survival. During this thesis, we developed deep learning-based methods allowing lesions' automatic segmentation on several acquisitions from patients with metastatic breast cancer. These segmentation were used to automatically compute different biomarkers that we then employed to assess patients' response to treatments. Finally, we developed a deep learning-based method to predict metastatic lesions' molecular subtype.