

## Optimisation du suivi thérapeutique de métastases hépatiques par intelligence artificielle

### Sujet de stage

La prise en charge de patients atteints de **cancer colorectal**, 2e cause de décès par cancer [1], est un enjeu majeur de santé public. Environ la moitié des patients atteints développe une récurrence à distance. Le **foie**, via le développement de **métastases hépatiques**, est le site le plus courant de propagation, représentant 15-25% des patients lors du diagnostic auquel s'ajoute 18-25% des patients dans les 5 ans suivants [2]. L'objectif est de trouver une prise en charge adaptée à chaque patient en intégrant données individuelles (âge, comorbidité, stade...), tumorales (nombre, taille, position...) et collectives. Avec un taux de survie à 5 ans estimé entre 37% et 58%, la **résection hépatique** consiste à effectuer l'exérèse complète des lésions tumorales en laissant au moins 30% du parenchyme. Lorsque la chirurgie n'est pas envisageable, le schéma thérapeutique consiste en des **traitements oncologiques palliatifs**.

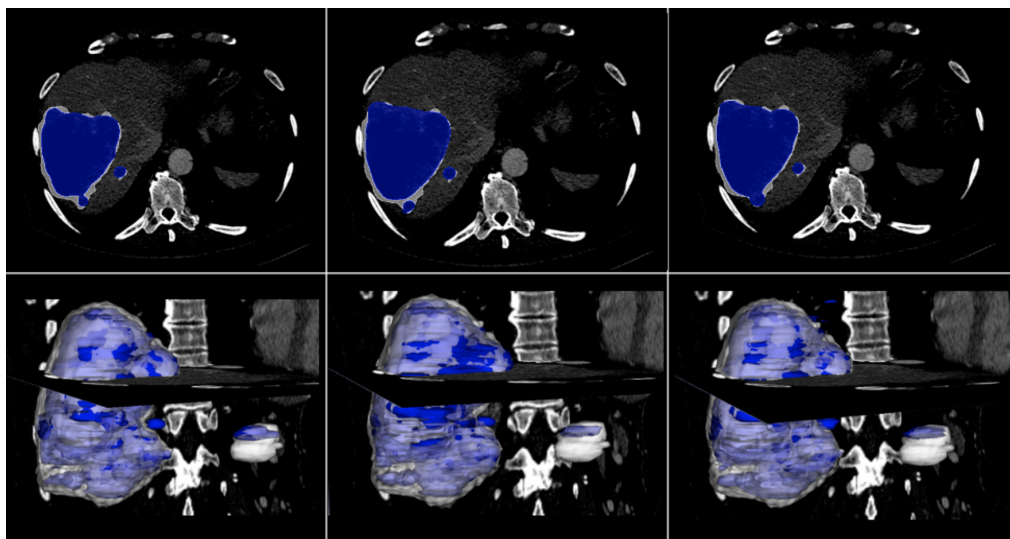


FIGURE 1 – Segmentation automatique de métastases hépatique par deep learning.

L'analyse d'**images tomo-densitométriques** (TDM) constitue une étape cruciale pour l'**évaluation** de la **réponse** à ces **traitements**. La plupart des méthodes d'évaluation sont basées sur des mesures liées à la taille des lésions. En particulier, les **critères RECIST** [3] sont les critères le plus couramment utilisés parmi les critères morphologiques. Ils consistent en une évaluation unidimensionnelle des lésions et définissent ces dernières selon 3 catégories : cibles, non-cibles et nouvelles. L'existence d'une progression peut dès lors être affirmée par une progression du diamètre des lésions cibles  $\geq 20\%$ , en cas d'augmentation indiscutable des lésions non-cibles ou lorsque des lésions nouvelles sont apparues. De nouveaux critères **radiomiques** exploitant l'homogénéité, les contours, la texture ou encore la densité de la lésion principale ont récemment montré un apport pronostic précoce pour l'évaluation de la réponse aux traitements et la prédiction de la survie [4]. Néanmoins, ces évaluations requièrent une délimitation précise des métastases hépatiques. Encore largement réalisée manuellement par les cliniciens, cette tâche est coûteuse en temps et sujette à une forte variabilité intra et inter-experts. L'apport des méthodes de **segmentation automatique** d'images abdominales par **deep learning** dans ce contexte représente une perspective clé pour améliorer, automatiser et prédire le suivi thérapeutique.

Ces dernières années, l'intérêt pour l'analyse d'images assistée par ordinateur par l'intermédiaire de techniques issues de l'**intelligence artificielle** a connu un essor considérable [5]. Le développement d'algorithmes de deep learning au service de la santé a ouvert des perspectives prometteuses pour l'amélioration de la qualité des soins, la prise en charge personnalisée et l'aide à la décision médicale. Les réseaux de neurones convolutifs, modèles d'apprentissage entièrement guidés par les données, sont désormais couramment

utilisés. En segmentation d'images médicales, les architectures de type **encodeur-décodeur** dérivées du réseau U-Net [6] ont conduit à une amélioration significative des performances en segmentation du foie [7] et de lésions hépatiques [8, 9] (Fig.1).

L'objectif du stage sera d'exploiter ces contributions afin de réaliser, sur une base de données obtenue par l'intermédiaire de la FFCD<sup>1</sup> et issues des essais cliniques PRODIGE 9/20 [10], la délimitation automatique et reproductible des métastases visibles dans les images TDM à  $t_0$  (*baseline*) et acquises lors du **suivi**. Ces délimitations permettront d'obtenir puis de valider une mesure automatisée de **l'évolution métastatique au cours du temps**, afin de fournir la réponse à la chimiothérapie sans interaction. A terme, nous chercherons à extraire des patterns types d'évolution de la pathologie afin d'optimiser le suivi thérapeutique des patients atteints de cancer colorectal avec métastases hépatiques.

## Environnement

- durée du stage : **6 mois** à partir d'**avril 2021**
- laboratoire d'accueil : LaTIM<sup>2</sup> UMR 1101, Inserm, **Brest**
- encadrement : Pierre-Henri Conze (IMT Atlantique<sup>3</sup>, LaTIM), Jean-Pierre Tasu (CHU de Poitiers, LaTIM), Dimitris Visvikis (LaTIM)
- gratification :  $\approx 600$  euros net/mois
- niveau : **M2 recherche** et/ou **dernière année d'école d'ingénieur**
- compétence requises : bonnes connaissances en traitement d'images, notions avancées en deep learning, bon niveau de programmation (Python), autonomie, bonnes aptitudes à communiquer

**Candidature** CV, lettre de motivation, notes, lettre(s) de recommandation sont à envoyer par mail à l'adresse : [pierre-henri.conze@imt-atlantique.fr](mailto:pierre-henri.conze@imt-atlantique.fr).

## Bibliographie

- [1] A. Kow et al., *Hepatic metastasis from colorectal cancer*. Journal of Gastrointestinal Oncology, 2019.
- [2] Y. van Gestel et al., *Patterns of metachronous metastases after curative treatment of colorectal cancer*. Cancer Epidemiology, 2014.
- [3] E. A Eisenhauer et al., *New response evaluation criteria in solid tumours : revised RECIST guideline (version 1.1)*. European Journal of Cancer, 2009.
- [4] A. Dohan et al., *Early evaluation using a radiomic signature of unresectable hepatic metastases to predict outcome in patients with colorectal cancer treated with FOLFIRI and Bevacizumab*. GUT, 2020.
- [5] G. Litjens et al., *A survey on deep learning in medical image analysis*. Medical Image Analysis, 2017.
- [6] O. Ronneberger et al., *U-Net : Convolutional networks for biomedical image segmentation*. International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, 2015.
- [7] P.-H. Conze et al., *Abdominal multi-organ segmentation with cascaded convolutional and adversarial deep networks*. <https://arxiv.org/pdf/2001.09521.pdf>, 2020.
- [8] X. Li et al., *H-DenseUNet : hybrid densely connected UNet for liver and tumor segmentation from CT volumes*. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2018.
- [9] E. Vorontsov et al. *Deep learning for automated segmentation of liver lesions at CT in patients with colorectal cancer liver metastases*. Radiology : Artificial Intelligence, 2019.
- [10] T. Aparicio et al., *Geriatric analysis from PRODIGE 20 randomized phase II trial evaluating Bevacizumab + chemotherapy versus chemotherapy alone in older patients with untreated metastatic colorectal cancer*. European Journal of Cancer, 2018.

---

1. Fédération Francophone de Cancérologie Digestive, <https://www.ffcd.fr>

2. Laboratoire de Traitement de l'Information Médicale, <http://latim.univ-brest.fr>

3. <https://www.imt-atlantique.fr/>