

Segmentation de radiographies dentaires par deep learning pour la prédiction d'effraction pulpaire

I Contexte scientifique

Parmi les pathologies mondiales, la maladie carieuse non traitée sur dents permanentes est l'affection la plus répandue, touchant 2,3 milliards de personnes en 2017, soit 34% de la population[1].

La détection radiographique des lésions carieuses profondes présente peu de risque de faux positifs (bonne sensibilité et bonne spécificité)[2]. Cependant, il existe une grande variabilité de lecture inter-évaluateur pour la lecture d'une même radiographie, notamment pour estimer la proximité pulpaire[3].

Un traitement non ou peu invasif d'une lésion carieuse profonde se résume en une éviction carieuse en une seule séance, avec apposition du matériau de restauration dans la séance. Dans le cas d'une effraction pulpaire, la structure pulpaire adjacente à la lésion carieuse est atteinte, et le traitement de la lésion carieuse profonde devient plus invasif : il faut alors traiter, en plus de la lésion carieuse, la partie pulpaire de la dent, ce qui revient à effectuer un traitement pulpaire nommé soit pulpotomie, soit traitement endodontique (« dévitalisation »), en fonction de là où le traitement pulpaire s'arrête.

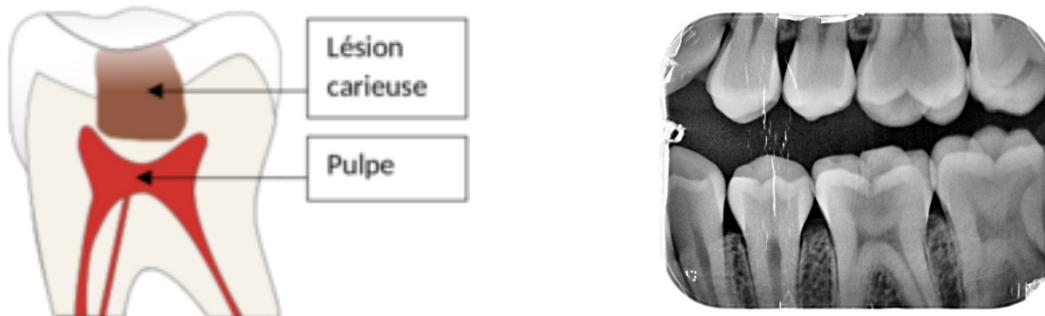


FIGURE 1 – Gauche : représentation schématiques d'une lésion carieuse profonde. Droite : radiographie de cette même lésion carieuse.

Des travaux précédents de l'équipe encadrante ont montré qu'essayer de prédire le risque d'effraction pulpaire directement depuis les images radiographiques n'est pas concluant.

Par conséquent, une étape de segmentation, détectant automatiquement les zones saines et les zones cariées, devient une première étape indispensable afin d'aider l'analyse avancée de ces radios.

II Objectifs du stage

Le but de ce stage est de contribuer au développement d'un outil prédictif permettant l'estimation du risque d'effraction pulpaire à partir d'une radiographie préopératoire, afin de pouvoir mettre en œuvre ainsi une procédure de soins la moins invasive possible, la plus prédictible et la plus reproductible possible.

L'apprentissage automatique par réseau de neurones (*deep learning*) est la méthode de l'état de l'art pour obtenir des segmentations de qualité[4], mais nécessite de nombreuses données

d'apprentissage. Dans ce stage, nous utiliserons une base de données privée segmentée par un expert, contenant d'une part les boîtes englobantes détectant la position des dents sur 500 radiographies, d'autre part la segmentation de de ces mêmes 500 boîtes englobantes contenant les lésions carieuses profondes. Un premier réseau de neurones, utilisant YOLOv8[5], est déjà existant pour détecter chaque dent individuellement, et détecte avec exactitude la présence ou non de lésion carieuse dans la boîte englobante. Le réseau sera retesté sur d'autres bases afin de confirmer sa généralisabilité (base de lésions carieuses profondes issue du Projet Hospitalier de Recherche Clinique DECAT (Deep Caries Treatment) enregistré sur Clinical.Trials.Gov NCT 04607395).

Les développements se feront en langage Python, avec la bibliothèque PyTorch pour le deep learning, éventuellement via le framework MONAI[6].

Le travail nécessite plusieurs étapes :

- Prendre en main le contexte médical
- Prendre en main le réseau YOLO existant et l'évaluer
- Entraîner et évaluer un réseau de neurones de segmentations dentaires
- Utiliser ces réseaux pour prédire le risque d'effraction pulpaire

III Compétences requises

- Bonnes capacités de programmation Python (Pytorch, NumPy, SciPy)
- Connaissances en apprentissage profond
- Intérêt pour l'imagerie médicale en générale, radiographie dentaire en particulier

IV Informations

- Durée du stage : 4 à 6 mois
- Localisation : laboratoire Créatis et faculté d'odontologie, Lyon
- Encadrants : Marie-Agnès Gasqui, Fabien Millioz, Matthieu Perard
- Envoyer CV, lettre de motivation et dernier relevé de notes à ma.gasqui@gmail.com, fabien.millioz@univ-lyon1.fr, matthieu.perard@univ-rennes.fr

Références

- [1] “Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016 : a systematic analysis for the global burden of disease study 2016,” *The Lancet*, vol. 390, no. 10100, pp. 1211–1259, 2017.
- [2] Falk Schwendicke, Markus Tzschoppe, and Sebastian Paris, “Radiographic caries detection : A systematic review and meta-analysis,” *Journal of Dentistry*, vol. 43, no. 8, pp. 924–933, 2015.
- [3] Juan Estay, Cristian Bersezio, Roque Arias, Eduardo Fernández, Osmir Batista Oliveira Junior, Marcelo Ferrarezi de Andrade, and Camila Corral Núñez, “Effect of clinical experience on accuracy and reliability of radiographic caries detection,” *International journal of odontostomatology*, vol. 11, pp. 347–352, 2017.
- [4] Shaqayeq Ramezanzade, Tudor Laurentiu Dascalu, Bulat Ibragimov, Azam Bakhshandeh, and Lars Bjørndal, “Prediction of pulp exposure before caries excavation using artificial intelligence : Deep learning-based image data versus standard dental radiographs,” *Journal of Dentistry*, vol. 138, pp. 104732, 2023.
- [5] Glenn Jocher, Ayush Chaurasia, and Jing Qiu, “Ultralytics yolov8,” <https://github.com/ultralytics/ultralytics>, 2023.
- [6] “Monai,” <https://monai.io/>.