Titre du Master	**Caractérisation des mécanismes de propagation de fissures dans des ciments dentaires renforcés**
Titre en anglais	**Crack propagation mechanisms characterization for fiber-reinforced dental cements**
Lieu de travail principal	**MatéIS CNRS-INSA Lyon-UCBL, UMR5510, Villeurbanne**
Encadrants	Rémy Gauthier, CR CNRS – remy.gauthier@cnrs.fr Solène Tadier, MCf INSA Lyon – Solene.tadier@insa-lyon.fr Sylvain Meille, Prof. INSA Lyon – sylvain.meille@insa-lyon.fr Jérôme Chevalier, Prof. INSA Lyon – jerome.chevalier@insa-lyon.fr Raphaël Richert, MCf – PH, UCBL – HCL – raphael.richert@insa-lyon.fr

Résumé du projet :

L'objectif du projet vise à développer une nouvelle formulation de ciments dentaires à bases de silicates de calcium (CSCs) chargés en fibres de verres dans le but d'améliorer leurs propriétés mécaniques et élargir leur utilisation en odontologie clinique. Le stage en particulier visera à caractériser la rupture de ces ciments.

Description du projet :

Lorsqu'une lésion carieuse n'est pas traitée précocement, elle évolue souvent vers une atteinte de la pulpe dentaire nécessitant un traitement endodontique, dont la prévalence mondiale est estimée à 56% [1]. Face à ce constat, les thérapeutiques régénératives telles que la préservation de la vitalité pulpaire et la revascularisation constituent une approche plus conservatrice au traitement endodontique traditionnel et ont permis de conserver 100% des dents atteintes à 10 ans [2]. En particulier, les ciments à base de CSCs ont montré des résultats cliniques intéressant, notamment de par leur capacité à promouvoir l'activité bénéfiques des acteurs biologiques environnant. Mais si les CSCs présente une bonne bioactivité, leurs propriétés mécaniques restent faibles et limitent leurs utilisations cliniques.

Ce projet vise donc à développer de nouvelles formulations de CSCs chargés afin d'améliorer leurs propriétés mécaniques. Un ciment dentaire déjà commercialisé par l'entreprise Septodont et largement utilisé en clinique sera utilisé comme base. Ainsi, la formulation chimique, déjà optimisée par l'industriel, sera fixe et les réflexions porteront sur la nature des charges de renforts ainsi que de leurs traitements. Dans le cadre d'un stage précédent, Elena Archetti a mis en place à protocole permettant de mettre en forme des ciments dentaires chargés en fibres de verre ainsi que d'étudier leurs influences sur les propriétés d'intérêt du ciment (temps de prise, propriétés mécaniques finales). L'objectif de ce nouveau stage sera d'étudier plus en détail les mécanismes de ruptures de ces ciments renforcés.

L'étudiante / étudiante aura alors la charge de mené une recherche bibliographique sur les méthodes permettant d'étudier les mécanismes de rupture et de propagation de fissures dans les matériaux cimentaires brutes et renforcés. Ces recherches devront aboutir à la définition de protocoles permettant de qualifier et quantifier l'influence des renforts sur la rupture d'un échantillon. Ainsi, l'étudiant / étudiante sera éventuellement amené.e à utiliser :

- Une machine d'essai mécanique pour des essais de ténacité
- Un appareil d'indentation pour étudier la propagation de fissure à l'échelle micrométrique
- Un micro-tomographe aux rayons X – pour analyser l'organisation structurale du CSC chargé
- Un microscope électronique à balayage – pour étudier l'organisation des renforts dans le CSC et leur influence sur les mécanismes de rupture du matériau final.

Ces données de sorties seront alors utilisées pour alimenter un modèle numérique en élément finis (hors cadre du stage) permettant de prédire les caractéristiques des CSCs chargés en fonction de la nature des renforts utilisés.

Références :

[1] M. León-López, D. Cabanillas-Balsera, J. Martín-González, P. Montero-Miralles, J.J. Saúco-Márquez, J.J. Segura-Egea, Prevalence of root canal treatment worldwide: A systematic review and meta-analysis, Int. Endod. J. 55 (2022) 1105–1127. https://doi.org/10.1111/iej.13822.

[2] A. Alyahya, M.A. Qudeimat, Optimal outcomes of pulpotomy in young patients: Long-term prospects for permanent molars with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis, J. Dent. 147 (2024) 105132. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105132.

[3] S. Nassiri, Z. Chen, G. Jian, T. Zhong, M.M. Haider, H. Li, C. Fernandez, M. Sinclair, T. Varga, L.S. Fifield, M. Wolcott, Comparison of unique effects of two contrasting types of cellulose nanomaterials on setting time, rheology, and compressive strength of cement paste, Cem. Concr. Compos. 123 (2021) 104201. https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104201.