

Proposition de stage (niveau M2) :

Développement d'un outil de caractérisation mécanique du matériau liège à l'échelle microscopique couplé à la microtomographie à rayons X

Contexte

Le matériau liège est une mousse polymère naturelle issue de l'écorce du chêne-liège, largement utilisée dans la fabrication d'obturateurs œnologiques. En effet, ce matériau possède à l'échelle microscopique une structure cellulaire qui lui confère un ensemble unique de propriétés (grande capacité de déformation élastique en compression, faibles perméabilités aux gaz et liquides) recherchées par les professionnels du secteur viticole afin de maîtriser la conservation des vins en bouteille (Figure 1-a). Malgré ces avantages, le vieillissement des obturateurs n'est pas totalement maîtrisé et conduit à certaines pathologies (perte d'adhérence du bouchon, remontée de liquide, ...) mettant ainsi en péril la qualité du vin. Une meilleure compréhension des mécanismes de déformation du liège, en particulier lorsque celui-ci est comprimé dans la bouteille, apparaît donc centrale afin de mieux anticiper ces pathologies. Pour autant, les relations entre la microstructure du liège et son comportement mécanique n'ont été que peu étudiées jusqu'à présent.

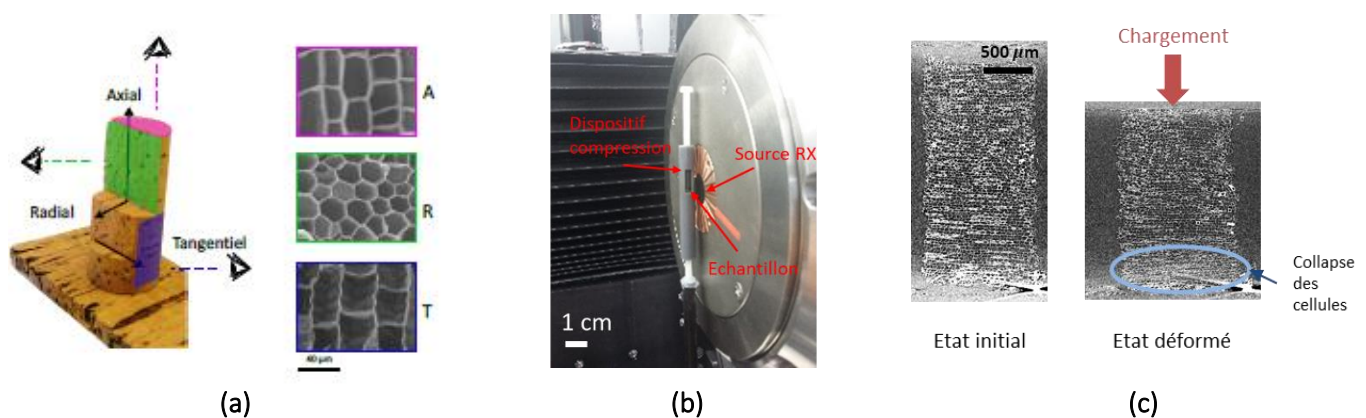


Figure 1 : (a) Vues de la microstructure du liège selon différents plans. (b) Dispositif de micro compression existant. (c) Coupe tomographique d'un échantillon de liège.

Dans ce contexte, le projet 3DMECACORK (en collaboration avec l'Institut Agro Dijon) a pour ambition la compréhension des mécanismes de déformation du liège lorsque celui-ci est soumis à un chargement mécanique afin d'anticiper les phénomènes de transfert mis en jeu lors de la conservation des vins. Pour cela, une approche par descente d'échelles a été employée en utilisant les moyens de caractérisation des plateformes AMETISTE et MIFHySTO : tout d'abord en réalisant des tests mécaniques à l'échelle des bouchons, puis en développant un dispositif de compression sur des échantillons de tailles millimétriques. Ce dernier dispositif a pour vocation de réaliser des essais de compression sous tomographe à rayons X, permettant de reconstituer en 3D la structure interne du liège et ainsi de pouvoir caractériser la déformation à l'échelle des cellules.

Un premier prototype a déjà été conçu et a permis d'obtenir des résultats de compression du liège sous tomographe à rayons X (Figures 1-b et 1-c). Nous souhaitons maintenant aller vers une caractérisation plus fine en améliorant ce dispositif notamment en l'adaptant sur une micro-presse instrumentée. C'est pourquoi nous proposons ce stage de master ayant pour objectif la **conception et la mise en place d'un essai de micro caractérisation du liège sous tomographe à rayons X**.

Objectifs du stage

La finalité du stage est le développement d'un dispositif de micro caractérisation permettant de faire un essai de compression d'échantillons millimétriques de liège sous tomographe à rayon X. Ceci afin d'observer les mécanismes de

déformation à l'échelle des cellules et de les mettre en lien avec la réponse mécanique du liège. Le stage comprendra les étapes suivantes :

- Concevoir le dispositif par CAO et le fabriquer par impression 3D et ou micro-usinage,
- Mettre en place le dispositif sur la micro-presse instrumentée et dans le tomographe,
- Réaliser des essais afin de vérifier le bon fonctionnement du dispositif.

Profil recherché

Étudiant·e en école d'ingénieurs (niveau Master 2) dans le domaine de la mécanique, possédant un goût prononcé pour l'expérimentation. Le·la candidat·e devra posséder des compétences en conception mécanique. Une connaissance en tomographie serait un élément apprécié mais n'est pas une contrainte forte.

Laboratoire d'accueil :	Institut FEMTO-ST Département Mécanique Appliquée (DMA) Équipes MICRO (Microtechniques Intelligentes) et MAT'ÉCO (Matériaux pour la transition écologique)
--------------------------------	---

Durée : 6 mois, à compter de février 2026

Gratification Environ 600 €/mois (conformément à la législation en vigueur)
Ce stage est financé par l'EUR EIPHI.

Encadrement Xavier GABRION, Ingénieur de Recherche, SUPMICROTECH-ENSMM
Thomas JEANNIN, Maître de Conférences, Université Marie et Louis Pasteur
Sébastien THIBAUD, Professeur, SUPMICROTECH-ENSMM
François VILLETTE, Maître de Conférences, Université Marie et Louis Pasteur

Merci de transmettre un **CV** et une **lettre de motivation** à francois.villette@femto-st.fr