

Offre de stage

Développement et optimisation d'un procédé de décellularisation par CO₂ supercritique

Lieu : [Laboratoire Mécanique Modélisation et Procédés Propres](#), M2P2 UMR7340, Procédés Propres, Europôle de l'Arbois-Pavillon Laënnec BP80, 13545 Aix en Provence Cedex 4 (France).

Durée : Six mois à partir de février 2026

Encadrement du stage : Elisabeth BADENS (elisabeth.badens@univ-amu.fr) ; Adil MOUAHID (adil.mouahid@univ-amu.fr) ; Antonello TANGREDI (antonello.tangredi@univ-amu.fr).

Rémunération : 500-600 € net/mois

Contexte scientifique : La perte de vision liée aux pathologies cornéennes représente un enjeu majeur de santé publique [1], aggravé par la pénurie mondiale de greffons [2] et le taux significatif de rejets immunitaires [3].

Face à ces contraintes, l'ingénierie tissulaire s'affirme comme un domaine en pleine expansion, cherchant à développer des solutions thérapeutiques plus sûres, plus accessibles et mieux standardisées. Parmi les pistes les plus prometteuses figure la production de matrices extracellulaires décellularisées, capables de servir de support à des implants biologiquement compatibles [4]. Ces matrices offrent la possibilité de reproduire l'architecture naturelle du tissu tout en réduisant les risques immunologiques, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles stratégies de remplacements cornéens plus fiables et potentiellement plus largement disponibles.

Ce contexte dynamique et multidisciplinaire crée un environnement particulièrement stimulant pour un étudiant souhaitant découvrir des approches innovantes situées à l'interface entre biologie, médecine et procédés physico-chimiques avancés.

Objectifs du stage : Ce projet vise à développer un procédé innovant de décellularisation utilisant le CO₂ supercritique pour obtenir des matrices cornéennes dépourvues de matériel cellulaire tout en conservant la transparence et les propriétés mécaniques de la cornée.

Le stage s'inscrit dans la continuité d'un premier travail mené au sein de l'équipe *Procédés & Fluides Supercritiques* du *laboratoire M2P2*, qui a permis d'établir un protocole expérimental fonctionnel, d'identifier un ensemble de conditions opératoires prometteuses et de démontrer l'efficacité du procédé.

L'objectif principal du travail de stage sera de participer à la compréhension, à la consolidation et à l'amélioration du procédé, tout en aidant à structurer les éléments nécessaires à la poursuite du développement scientifique et technologique.

Plus précisément, le/la stagiaire sera amené(e) à :

- Réaliser un état de l'art afin de situer le projet dans le contexte scientifique et technologique actuel.
- Analyser et mettre en perspective les résultats existants pour identifier les axes d'amélioration du procédé et les leviers pertinents pour son évolution.
- Effectuer des traitements de décellularisation en partant du protocole établi, avec la possibilité d'explorer des variations ou optimisations.
- Contribuer à l'exploration de nouvelles approches, notamment celles susceptibles d'améliorer la qualité des matrices finales.
- Rédiger un rapport final présentant de manière structurée l'ensemble des travaux réalisés, les observations recueillies et les perspectives pour la suite du projet.

Profil recherché : Étudiant(e) en Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur en génie des procédés ou génie biomédical, présentant :

- Curiosité scientifique, autonomie, créativité et rigueur
- Bon niveau d'anglais technique (lu et écrit)
- Capacité à analyser des résultats expérimentaux multidisciplinaires
- Intérêt pour l'ingénierie tissulaire et les technologies émergentes en santé
- Aisance dans la réalisation d'expérimentations en laboratoire et dans la manipulation d'instruments de haute pression

Pour postuler : Envoyer CV + lettre de motivation avant le 19/12/25 aux contacts suivants :

Elisabeth BADENS (elisabeth.badens@univ-amu.fr) ; Adil MOUAHID (adil.mouahid@univ-amu.fr) ; Antonello TANGREDI (antonello.tangredi@univ-amu.fr).

Références :

- [1] J.P. Whitcher, M. Srinivasan, M.P. Upadhyay, Corneal blindness: a global perspective, Bull World Health Organ 79 (2001) 214–221.
- [2] P. Gain, R. Jullienne, Z. He, M. Aldossary, S. Acquart, F. Cognasse, G. Thuret, Global Survey of Corneal Transplantation and Eye Banking, JAMA Ophthalmol 134 (2016) 167–173. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.4776>.
- [3] M. Uyanıklar, G. Günal, A. Tevlek, P. Hosseinian, H.M. Aydin, Hybrid Cornea: Cell Laden Hydrogel Incorporated Decellularized Matrix, ACS Biomater. Sci. Eng. 6 (2020) 122–133. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.9b01286>.
- [4] B. Topuz, G. Günal, S. Guler, H.M. Aydin, Use of supercritical CO2 in soft tissue decellularization, in: D. Caballero, S.C. Kundu, R.L. Reis (Eds.), Methods in Cell Biology, Academic Press, 2020: pp. 49–79. <https://doi.org/10.1016/bs.mcb.2019.10.012>.

Internship proposal

Development and optimization of a supercritical CO₂ decellularization process

Location: [M2P2 Laboratory – Mechanics, Modeling and Clean Processes](#), Europôle de l'Arbois – Pavillon Laënnec BP80, 13545 Aix en Provence Cedex 4, France

Duration: Six months starting February 2026

Contacts and supervision: Elisabeth BADENS (elisabeth.badens@univ-amu.fr); Adil MOUAHID (adil.mouahid@univ-amu.fr); Antonello TANGREDI (antonello.tangredi@univ-amu.fr).

Compensation: 500–600 € net/month

Scientific context: Vision loss due to corneal pathologies represents a major public health challenge [1], further exacerbated by the global shortage of donor corneas [2] and the significant rate of immune rejection [3]. In response to these limitations, tissue engineering is emerging as a rapidly expanding field aiming to develop safer, more accessible, and better-standardized therapeutic alternatives. One of the most promising strategies involves producing decellularized extracellular matrices that can serve as scaffolds for biologically compatible implants [4]. These matrices offer the advantage of reproducing the natural architecture of the tissue while reducing immunological risks, thus opening the way to more reliable and widely accessible corneal replacement strategies.

This dynamic and multidisciplinary context provides a particularly stimulating environment for a student interested in exploring innovative approaches at the interface of biology, medicine, and advanced physicochemical processing.

Objectives of the internship: This project aims to develop an innovative decellularization process using supercritical CO₂ to obtain corneal matrices free of cellular material while preserving the transparency and mechanical properties of the native cornea.

The internship continues a first phase of work carried out within the Supercritical Processes & Fluids team at M2P2, which established a functional experimental protocol, identified promising operating conditions, and demonstrated the effectiveness of the process.

The main objective of the internship will be to contribute to the understanding, consolidation, and improvement of the process, while helping to organize the key elements required for further scientific and technological development.

Specifically, the intern will be expected to:

- Conduct a literature review to position the project within the current scientific and technological landscape.
- Analyze and contextualize existing results to identify potential improvements and meaningful levers for process evolution.
- Perform decellularization treatments based on the established protocol, with the possibility of exploring variations or optimizations.
- Contribute to the investigation of new approaches, particularly those that may enhance the quality of the final matrices.
- Prepare a final report presenting the work carried out, the observations collected, and future perspectives for the project.

Candidate profile: Master's student (M2) or final-year engineering student in Process/chemical Engineering or Biomedical Engineering, demonstrating:

- Scientific curiosity, autonomy, creativity, and rigor
- Good technical English proficiency (reading and writing)
- Ability to analyze multidisciplinary experimental results
- Interest in tissue engineering and emerging health technologies
- Facility in conducting laboratory experiments and handling high-pressure instruments

How to apply: Send CV + cover letter before 12/19/25 to: Elisabeth BADENS (elisabeth.badens@univ-amu.fr); Adil MOUAHID (adil.mouahid@univ-amu.fr); Antonello TANGREDI (antonello.tangredi@univ-amu.fr).

Sources:

- [1] J.P. Whitcher, M. Srinivasan, M.P. Upadhyay, Corneal blindness: a global perspective, *Bull World Health Organ* 79 (2001) 214–221.
- [2] P. Gain, R. Jullienne, Z. He, M. Aldossary, S. Acquart, F. Cognasse, G. Thuret, Global Survey of Corneal Transplantation and Eye Banking, *JAMA Ophthalmol* 134 (2016) 167–173. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.4776>.
- [3] M. Uyanıklar, G. Günal, A. Tevlek, P. Hosseinian, H.M. Aydin, Hybrid Cornea: Cell Laden Hydrogel Incorporated Decellularized Matrix, *ACS Biomater. Sci. Eng.* 6 (2020) 122–133. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.9b01286>.
- [4] B. Topuz, G. Günal, S. Guler, H.M. Aydin, Use of supercritical CO₂ in soft tissue decellularization, in: D. Caballero, S.C. Kundu, R.L. Reis (Eds.), *Methods in Cell Biology*, Academic Press, 2020: pp. 49–79. <https://doi.org/10.1016/bs.mcb.2019.10.012>.