

Développement d'un nouvel imageur de l'état de santé de la peau

Stage de Master 2

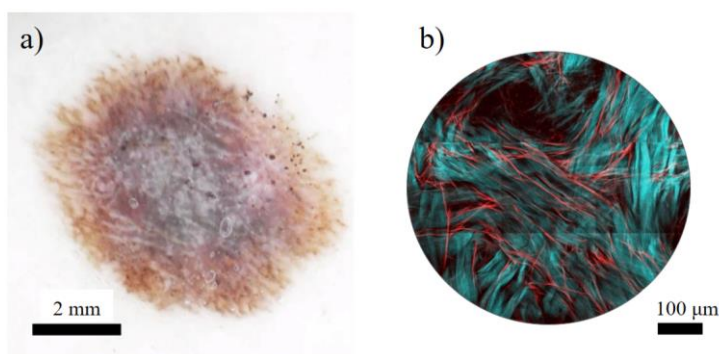
Au Laboratoire ICube à Strasbourg (site Illkirch-Graffenstaden)

Financement sur 6 mois

Encadrement : Jean Rehbinder (Equipe TRIO/ICube)

rehbinder@unistra.fr

Les dermoscopes sont de petites loupes intégrant un éclairage par LED et qui permettent aux dermatologues d'analyser plus précisément l'état de santé de la peau. Malgré leur aspect rudimentaire, ces appareils révèlent suffisamment d'informations pour augmenter la performance diagnostique par rapport à une observation à l'œil nu [1]. En effet, le grandissement offert par ces systèmes permet une évaluation plus précise des critères empiriques (coloration, texture, forme, etc.) utilisés dans l'évaluation du caractère sain ou pathologique, bénin ou malin d'une zone de la peau. Cependant, bien que très adaptée à l'interprétation humaine, les informations disponibles dans une image couleur classique restent limitées. Elles donnent accès principalement à des différences d'absorption dans le spectre visible, liées à la présence de certains pigments biologiques (tels que l'hémoglobine ou la mélanine). L'organisation de la matrice extra-cellulaire, en revanche, n'est pas accessible par ce biais alors qu'elle est un indicateur précoce de vieillissement de la peau [2] et de développement de pathologies [3]. Une imagerie donnant accès aux propriétés d'organisation à l'échelle microscopique de la peau sur des champs de vue larges permettrait donc d'aider à évaluer de manière quantitative l'état de santé de la peau.



a) Image dermoscopique classique d'un nævus [4]. Les champs de vue couverts sont typiquement de l'ordre du cm^2 . Les dermatologues s'appuient sur des observations empiriques concernant la forme, la taille, la texture ou la couleur des lésions de la peau. b) Observation de la matrice extra-cellulaire de la peau au microscope non-linéaire [5]. Elle est composée principalement de fibres de collagène (en bleu) et d'élastine (en rouge). L'organisation des fibres varie localement (homogène sur des zones $<1 \text{ mm}^2$).

Le projet SOAP¹ propose de combiner différentes techniques modernes d'imagerie optique dans un appareil compact et connecté facilement utilisable par les médecins. L'équipe TRIO du laboratoire ICube à Strasbourg développe depuis une dizaine d'années ce type de techniques notamment pour des applications biomédicales. Il s'agit en particulier d'imagerie computationnelle permettant de reconstruire l'image de phase de l'échantillon à forte résolution spatiale [6]. Celle-ci sera couplée à l'imagerie en lumière polarisée, sensible à l'organisation des fibres de collagènes sous-jacentes de la

¹ Pour « Système Optique multi-Angle en lumière Polarisée pour l'imagerie de la peau »

peau [7–9]. Le stage se place dans le contexte du démarrage du projet SOAP, à la suite des développements ayant déjà abouti à des dépôts de brevets [10,11], et à une valorisation sous forme de start-up [12].

L'objectif du stage est de développer le prototype d'appareil imageur qui servira de base au projet SOAP. Pour cela, l'étudiant s'appuiera sur l'expertise de l'équipe TRIO pour les techniques optiques à mettre en œuvre. Les missions principales seront :

- Proposer des améliorations du dispositif expérimental sur la base de modélisations photométriques et optiques du prototype
- Participer au montage de l'instrument et de son banc de test.
- Adapter et implémenter les algorithmes de reconstruction d'image de l'imagerie computationnelle.
- Valider l'utilisation de l'appareil sur des cibles calibrées et sur des échantillons de peau.

Profil recherché

- Formation d'ingénieur, Master 2 en optique ou assimilé
- Compétences en modélisation optique (ingénierie photométrique et conception optique)
- Compétences en programmation (Python, Matlab et/ou C++)
- Idéalement, un intérêt pour les applications biomédicales.

Références :

1. M. E. Vestergaard, P. Macaskill, P. E. Holt, and S. W. Menzies, "Dermoscopy compared with naked eye examination for the diagnosis of primary melanoma: a meta-analysis of studies performed in a clinical setting," *Br. J. Dermatol.* **159**(3), 669–676 (2008).
2. D. M. Reilly and J. Lozano, "Skin collagen through the lifestages: importance for skin health and beauty," *Plast. Aesthetic Res.* **8**, 2 (2021).
3. S. Xu, H. Xu, W. Wang, S. Li, H. Li, T. Li, W. Zhang, X. Yu, and L. Liu, "The role of collagen in cancer: from bench to bedside," *J. Transl. Med.* 2019 171 **17**(1), 1–22 (2019).
4. A. Kasuya, M. Aoshima, K. Fukuchi, T. Shimauchi, T. Fujiyama, and Y. Tokura, "An intuitive explanation of dermoscopic structures by digitally reconstructed pathological horizontal top-down view images," *Sci. Reports* 2019 91 **9**(1), 1–7 (2019).
5. M. Ueda, S. Saito, T. Murata, T. Hirano, R. Bise, K. Kabashima, and S. Suzuki, "Combined multiphoton imaging and biaxial tissue extension for quantitative analysis of geometric fiber organization in human reticular dermis," *Sci. Reports* 2019 91 **9**(1), 1–12 (2019).
6. H. Li, A. Bozhok, Y. Takakura, J. Dellinger, P. Twardowski, and J. Zallat, "Lensless inline digital holography versus Fourier ptychography: phase estimation of a large transparent bead," <https://doi.org/10.1117/1.OE.59.8.083104> **59**(8), 083104 (2020).
7. B. Varin, J. Dellinger, J. Rehbinder, C. Draman, M. P. Torzynski, C. Heinrich, and J. Zallat, "Ultra-stable spectropolarimeter for dermatology," in *Advanced Biomedical and Clinical Diagnostic and Surgical Guidance Systems XVIII*, A. Mahadevan-Jansen, ed. (SPIE, 2020), **11229**, p. 26.
8. B. Varin, C. Spenlé, C. Heinrich, D. Bagnard, J. Dellinger, J. Rehbinder, J. Zallat, and M. Torzynski, "Monitoring subcutaneous tumors using Mueller polarimetry: study on two types of tumors," *Biomed. Opt. Express*, Vol. 12, Issue 10, pp. 6055–6065 **12**(10), 6055–6065 (2021).
9. S. L. Jacques, J. C. Ramella-Roman, and K. Lee, "Imaging skin pathology with polarized light," *J. Biomed. Opt.* **7**(3), 329 (2002).
10. J. Zallat, M. Torzynski, A. Lallement, and C. Heinrich, "DISPOSITIF POUR COMPENSER LA DÉRIVE D'UN DÉPHASAGE D'UN MODULATEUR D'ÉTAT DE POLARISATION D'UN FAISCEAU LUMINEUX," (January 16, 2015).
11. "DEVICE AND METHOD FOR POLARIMETRIC IMAGING," U.S. patent EP21306156.7 (2021).
12. "Poladerme," <https://poladerme.com/>.