

Proposition de Stage - Conception d'un dispositif de gonflement de système pulmonaire ex-vivo

Lieu :

Laboratoire de Biomécanique Appliquée (LBA)
UMRT24 Aix Marseille Université / Université Gustave Eiffel
Bd. P. Dramard, Faculté de Médecine secteur-Nord
13916 Marseille cedex 20

Présentation de l'organisme d'accueil :

Le LBA est une unité mixte de recherche Université Gustave Eiffel/Aix Marseille Université. Implanté au cœur de la Faculté de Médecine, sur le Campus Hospitalo-Universitaire Nord, la singularité du Laboratoire de Biomécanique Appliquée provient de l'approche pluridisciplinaire et transversale entre Sciences pour l'Ingénieur et Médecine. Ses recherches conjuguent approches expérimentales et théoriques du comportement des tissus et structures du corps humain, modélisation et simulation numérique. Ceci a permis de développer de manière synergique des thématiques de recherches basées sur l'étude biomécanique du corps humain, depuis le traumatisme jusqu'à sa réparation.

STAGE :

Durée : 6 mois

Gratification : Environ 600€ nets par mois

Titre du stage : Conception d'un dispositif de gonflement de système pulmonaire ex-vivo

Responsables et contacts du stage : Claire BRUNA-ROSSO claire.bruna-rosso@univ-eiffel.fr

Ombeline JUTEAU ombeline.juteau@univ-eiffel.fr

Sujet du stage :

Contexte

La ventilation mécanique expose le poumon à des sollicitations mécaniques qui peuvent s'avérer délétères et affecter négativement le pronostic des patients atteints du syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA). Une déformation pulmonaire globale excessive est en effet associée à une augmentation de la mortalité. Cependant, le rôle des contraintes et déformations à plus petites échelles, qui pourraient expliquer cette corrélation, ainsi que leur hétérogénéité spatiale, sont à ce jour largement méconnus (1).

Par ailleurs, lors de la ventilation mécanique, de l'air est envoyé dans les poumons avec une pression positive, à l'inverse de la respiration naturelle, dans laquelle le gonflement des poumons provient d'une dépression externe dans la cage thoracique, produite par le diaphragme.

C'est dans cette optique que le Laboratoire de Biomécanique Appliquée (LBA) et le Laboratoire de Biomécanique et de Mécanique des Chocs (LBMC) ont développé un dispositif expérimental de gonflement de poumon ex-vivo (2). L'objectif est de comparer le comportement mécanique de poumons sains et pathologiques lors de leur gonflement. Les déformations des poumons sont suivies par des caméras, tandis que les variations de pression et de volume sont mesurées par des capteurs externes. Les premières études ont permis d'observer le poumon en gonflement par dépression dans l'eau. Cependant, les résultats préliminaires encouragent à la conception d'un nouveau dispositif de gonflement dans l'air.

Tâches et objectifs du projet :

Il s'agit de développer un dispositif expérimental innovant, c'est-à-dire une enceinte permettant :

- d'accueillir un système pulmonaire humain, animal, voire synthétique.
- de simuler la respiration physiologique (en dépression externe) et la ventilation mécanique (pression interne positive, avec différents fluides), voire un couplage des deux.
- de contrôler et/ou mesurer la pression et le débit d'air dans l'enceinte et en entrée du système pulmonaire.
- d'effectuer des mesures de corrélation d'image pour quantifier les champs de déplacement à la surface du poumon consécutifs à la stratégie ventilatoire.

A l'issue du projet, cela permettra d'obtenir une quantification de la réponse mécanique du poumon, avec des données globales (pression, volume) et locales (champs de déformation surfacique), sous diverses conditions (type de gonflement, poumon sain ou pathologique).

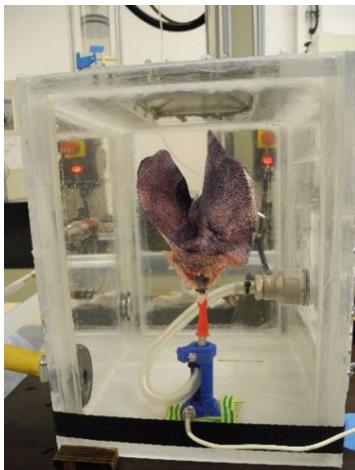


Fig. 1 : Gonflement ex-vivo d'un poumon de brebis dans l'eau lors des premières études réalisées au LBMC

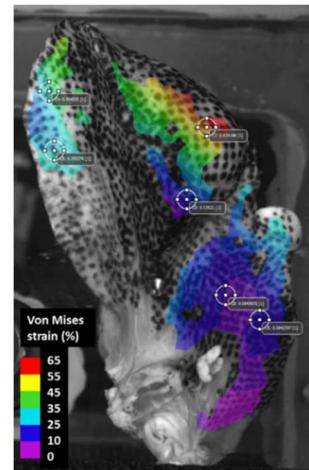


Fig. 2 : Suivi des déformations de la surface du poumon pendant le gonflement

Objectifs du stage :

Le stage portera sur le développement du dispositif expérimental, qui se fera en 3 sous-tâches majeures :

1. Conception d'une enceinte étanche et adaptée à la corrélation d'image : choix du/des matériau(x) transparent(s), dimensionnement, CAO et réalisation. Cette enceinte modélisera la cage thoracique.
2. Elaboration d'un système permettant de délivrer une pression ou un débit d'air dans l'enceinte et dans le système respiratoire testé : choix du ou des pompe(s) permettant de gonfler le poumon ou (dé)pressuriser l'enceinte de manière contrôlée. Ce système modélisera le respirateur artificiel (ventilation mécanique) ou les muscles respiratoires (respiration physiologique)
3. Elaboration d'un système de métrologie permettant de mesurer la pression et le débit dans l'enceinte et le système respiratoire testé.

Le stagiaire sera amené·e à travailler avec des tissus biologiques : système pulmonaire de brebis ou de porc.

Mots clefs : conception, capteurs, expérimentation, système pulmonaire

Références

1. Suki B, Bates JHT. Lung tissue mechanics as an emergent phenomenon. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985*. 2011 Apr;110(4):1111–8.
2. Juteau O, Bel-Brunon A, Bruyère-Garnier K, Masson C, Bruna-Rosso C. Experimental set-up for the mechanical characterization of lung under inflation. *Multidiscip Biomech J*. 2025 Oct 24;2:147–9.

Profil requis :

- Sciences pour l'ingénieur : Conception mécanique, CAO, capteurs
- Bases d'impression 3D
- Une expérience dans l'utilisation et l'interfaçage de logiciels d'acquisition de données (type Labview) serait un plus
- Autonomie
- Rigueur scientifique