Université Lille Nord de France
Pôle de Recherche et d'Enseignement Supérieur

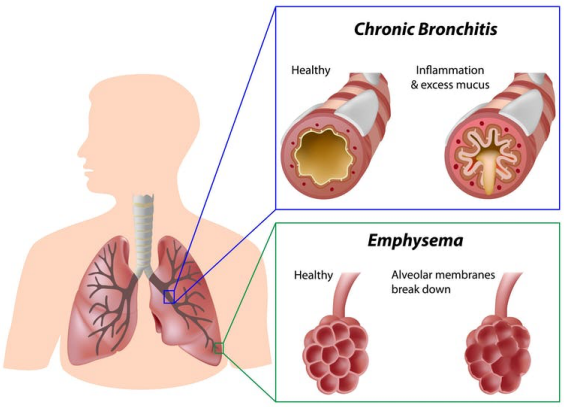
Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur
Lille Nord-de-France - 072

Titre Thèse	Modélisation et classification des sons pulmonaires via des méthodes d'analyse acoustique et d'intelligence artificielle.	
(Co)-Directeur	Michaël Baudoin	E-mail : michael.baudoin@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant		E-mail :
Laboratoire		Web :
Equipe		Web :
Financement prévu	Contrat Doctoral Etablissement	ULille ☒ UPHF ☐ Centrale Lille ☐ Yncrea ☐
	Région – Autre ☐	Contrat de recherche ☐ Préciser :
Financement acquis ? ☐	Contrats de Recherche ☐ Préciser	Autre ☐ Préciser

Résumé du sujet :

Les maladies pulmonaires obstructives affectent plus de 350 millions de personnes dans le monde. Ces pathologies résultent de l'accumulation de mucus dans les voies pulmonaires et/ou de la détérioration de l'élasticité des parois du poumon ou des alvéoles. Récemment l'apparition de la **COVID 19** a augmenté considérablement le nombre de personnes atteint de pneumonies et de syndromes de détresse respiratoire aigus. Toutes ces pathologies **altèrent considérablement la distribution de l'air dans le système respiratoire** et induisent des **difficultés respiratoires sévères**. Une compréhension fine des écoulements pulmonaires dans des conditions pathologiques et des bruits pulmonaires associés est indispensable pour aboutir à un **diagnostic, une surveillance et un traitement efficace et personnalisé de ces maladies**.

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)



Néanmoins, alors que le développement de techniques **d'imagerie médicale** toujours plus précises (échographie, scanner, IRM) ont constitué l'une des **révolutions majeures** du dernier siècle en médecine, **l'outils le plus courant** de diagnostic, le stéthoscope, n'a lui que **très peu évolué** depuis son développement dans sa forme contemporaine dans les années 1960. Ces dernières années, le développement de **bases de données sonores normalisées** [4] et **d'algorithmes d'apprentissage profond** ont abouti à un intérêt renouvelé pour l'étude des sons corporels (essentiellement pulmonaires et cardiaques) et le développement de **stéthoscopes digitaux** [1-4]. Néanmoins, la plupart des techniques développées actuellement **se cantonnent à automatiser le savoir-faire des médecins sans explorer de nouvelles possibilités**. De même la **modélisation de l'origine des sons pulmonaires** reste très sommaire et relativement peu explorée d'un point de vue physique. Or **notre équipe** a montré récemment que **l'analyse et la modélisation de la signatures sonore** provenant de reconfiguration interfaciales brutales, permettait d'obtenir une **mine d'informations sur la physique du phénomène sous-jacent** et constituait un **outil d'analyse puissant** [5].

L'objectif de cette thèse est d'explorer les possibilités offertes par **l'analyse sonore** combinés à des **capteurs acoustiques sensibles et large bande** et au développement **d'algorithmes d'apprentissage profond basés sur des réseaux de neurones convolutifs** pour développer un **outil d'analyse physiologique** bien plus **évolué que les stéthoscopes actuels** et ainsi devenir un **outil incontournable de diagnostic dans le futur**.

Ce projet sera conduit en **collaboration avec de nombreux partenaires académiques** régionaux (l'Université de Lille, le CNRS, l'ENSAM, l'IMT Lille Douai, L'Institut Pasteur, L'INSERM) couvrant tous les aspects du projet

(expérimentaux, théorique, numérique et clinique), **l'entreprise Rhéonova** qui apportera son expertise unique dans le domaine de la rhéologie du mucus bronchique et **la startup régionale Wavely** dont le cœur de métier est l'analyse et la classification des sons de l'industrie en combinant acoustique, traitement du signal et intelligence artificielle et dont les outils pourraient être étendus au domaine du médical.

[1] J. West, A digital stethoscope with active noise suppression and automatic detection of abnormalities in lung sounds, J. Acoust. Soc. Am., 148: 2511 (2020)
[2] Y. M, X. Xu, Q. Yu, Y. Zhang, Y. Li, J. Zhao, and G. Wang, LungBRN: A smart digital stethoscope for detecting respiratory disease using bi-ResNet deep learning algorithm, IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS) pp. 1–4 (2019)
[3] S. Swarup, A. N. Makaryus, Digital stethoscope: technology update, Med. Devices, 11: 29-36 (2018)
[4] R. Palaniappan, K. Sundaraj, N.U. Ahamed, Marchine learning in lung sound analysis: a systematic review, Byoc & Biomed. Eng., 33: 129-135 (2013)
[5] A. Bussonnière, A. Antkowiak, F.Ollivier, **M. Baudoin**, R. Wunenburger*, Acoustic sensing of forces driving fast capillary flows, *Phys. Rev. Lett.* *(IF: 8.4)*, **124**: 084502 (2020), Editor's suggestion, Highlighted in Physics (APS)

Références de l'équipe :

[1] A. Bussonnière, A. Antkowiak, F.Ollivier, **M. Baudoin**, R. Wunenburger*, Acoustic sensing of forces driving fast capillary flows, *Phys. Rev. Lett.* *(IF: 8.4)*, **124**: 084502 (2020), Editor's suggestion, Highlighted in Physics (APS)

[2] P. Favreau, A. Duchesne, F. Zoueshtiagh, **M. Baudoin***, The motion of long levitating drops in tubes in an anti-Bretherton configuration, *Phys. Rev. Lett. (IF: 8.4)*, **125**: 194501 (2020)

[3] S. Signé Mamba, J.C. Magniez, F. Zoueshtiagh, **M. Baudoin*,** Dynamics of a liquid plug in a capillary tube under cyclic forcing: memory effects and airway reopening, *J. Fluid. Mech (IF: 3.4)*: **838**: 165-191 (2018)

[4] M. Baudoin, Y. Song, P. Manneville, C.N. Baroud*, Airways reopening through catastrophic events in a hierarchical network, *Proc. Nat. Ac. Sci. (IF: 9.4)*, **110**: 859-864 (2013)