

Sujet de stage BAB3 2022-2023 du service de physique biomédicale

Les sujets sont disponibles aux pages suivantes.

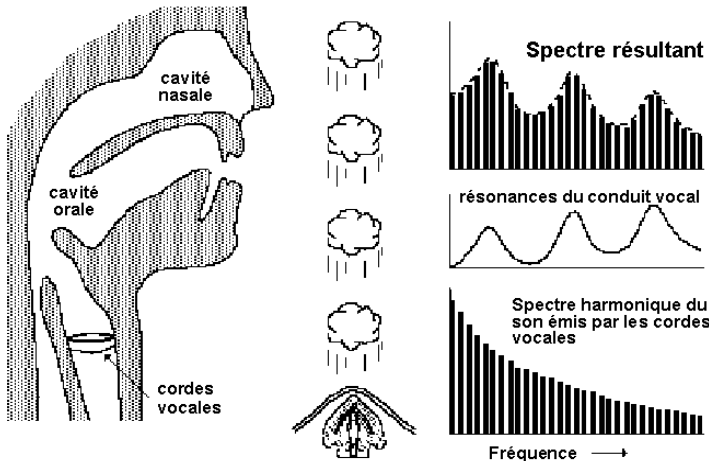
Nous demandons aux étudiants qui seraient intéressés par nos sujets de stage et qui souhaiteraient réaliser leur stage chez nous de **nous contacter au préalable** avant de faire leur choix définitif. Nous sommes joignables par email ou en présentiel dans le service (Bâtiment 6, 2^e étage).

Yves Gossuin et Quoc Lam Vuong.

Contact : yves.gossuin@umons.ac.be ou quoclam.vuong@umons.ac.be

(1) Analyse spectrale du son produit par un larynx électronique et effet de l'amplification par des cavités résonantes

Certains sons de la voix humaine sont produits via l'amplification, dans les conduits vocaux (gorge, nez et bouche), du son primaire produit par les cordes vocales. Ainsi, les différentes voyelles sont obtenues en modifiant la géométrie de

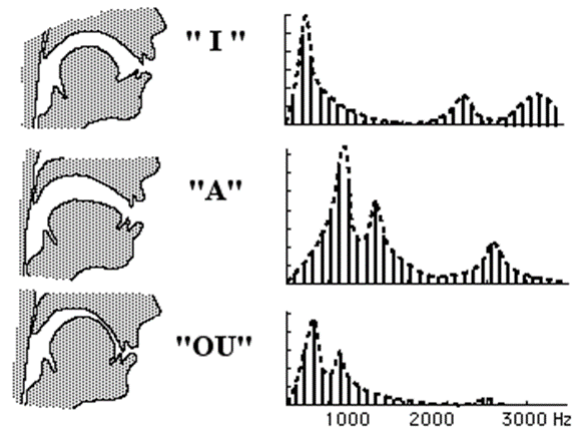


la bouche afin d'amplifier sélectivement certains groupes de fréquences (les formants) plutôt que d'autres, comme l'illustre la figure suivante¹.

On peut produire un son similaire à celui créé par les cordes vocales à l'aide d'un larynx électronique. Ce dispositif médical permet de produire un son sans utiliser les cordes vocales, mais en articulant avec la bouche.

Production du son correspondant à une voyelle : amplification par les cavités du son brut émis par les cordes vocales

Le but du stage consistera à étudier le spectre du son produit par le larynx électronique ainsi que sa modification après amplification du son par des simples cavités cylindriques de longueurs différentes. Ensuite, on étudiera l'amplification par des cavités de forme plus élaborées imprimées en 3D et censées produire un son proche des voyelles a, e, i, o et u². Le spectre obtenu sera comparé à celui effectivement produit par la voix humaine pour les différentes voyelles.



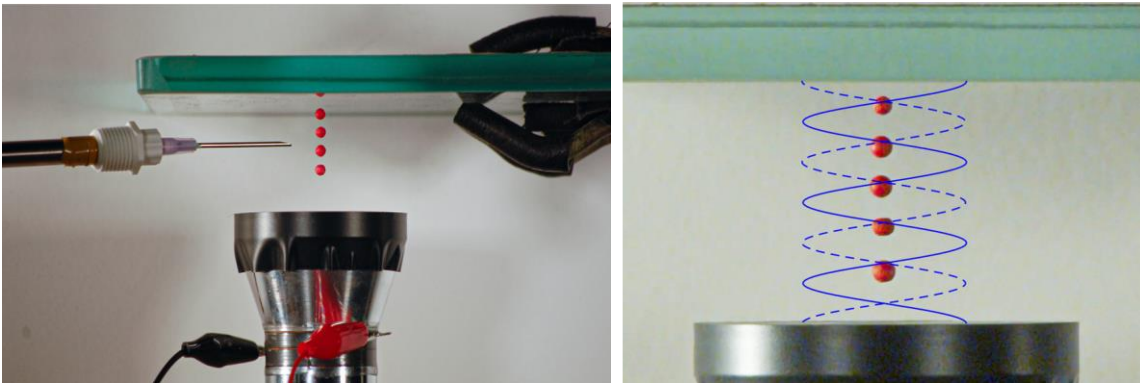
Configurations de la bouche pour produire différentes voyelles et spectre correspondant

¹ I. P. Herman, Physics of the Human Body, Springer Verlag 2007

² <https://splab.net/apd/>

(2) **Lévitacion acoustique : étude d'une onde stationnaire ultrasonore**

Tout comme il est possible de réaliser une onde stationnaire dans une corde vibrante de longueur donnée, on peut aussi réaliser une onde stationnaire dans l'air avec des ultrasons.³ La fréquence des ultrasons utilisés est de l'ordre de 30 kHz. La vibration du piézoélectrique qui produit les ultrasons étant un phénomène de résonance, la fréquence produite ne pourra pas être modifiée. L'obtention de l'onde stationnaire se fera donc en ajustant la hauteur de la colonne d'air utilisée à la longueur d'onde des ultrasons, qui est ici de l'ordre de 1,1 cm : $L = n\lambda/2$ avec n entier. L'onde stationnaire peut être visualisée à l'aide de billes millimétriques de mousse, qui, lorsqu'elles sont placées adéquatement, restent en lévitation. La distance entre deux billes est de l'ordre de $\lambda/2$. Le but du stage sera de déterminer la fréquence de résonance du piézoélectrique, de mettre au point l'expérience de lévitation pour pouvoir observer l'onde stationnaire avec 4 ou 5 billes. On mesurera ensuite la pression acoustique le long de l'onde stationnaire pour déterminer si les billes se stabilisent au niveau des nœuds ou des ventres de pression. Ensuite, on essaiera, via une approche classique, de prédire la force agissant sur les billes afin de comprendre l'origine de la lévitation et le positionnement des billes.



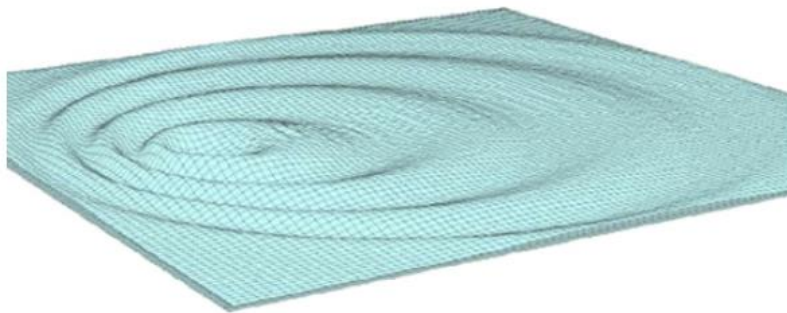
Lévitacion acoustique de billes de polystyrène dans une onde stationnaire ultrasonore

³ D. P. Jackson, M.-H. Chang, Acoustic levitation and the acoustic radiation force, Am. J. Phys, 89 (4), 2021
Service de Physique Biomédicale, 24 avenue du champ de mars, 7000 Mons

(3) Résolution numérique de l'équation d'onde

L'équation d'onde est une équation aux dérivées partielles qui intervient dans un grand nombre de domaines en physique : ondes électromagnétiques, ondulation à la surface d'un liquide, ondes sonores, mécanique quantique d'une particule libre etc. Elle permet l'explication de phénomènes ondulatoires telles que l'interférence, la réflexion, la diffraction, effet Doppler etc.

Le but de ce projet consiste à introduire à l'étudiant les méthodes numériques permettant de résoudre une équation différentielle aux dérivées partielles. Il résoudra numériquement l'équation d'onde à 2 dimensions spatiales et tentera de vérifier que les solutions numériques reproduisent bien les différents phénomènes ondulatoires telles que la réflexion ou l'effet Doppler.



Référence : R.V. Girwidz, Simulating waves and macroscopic phonons, Eur. J. Phys. 42 (2021) 015801. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/abc329>.