

Etude des signaux vibroacoustiques de déglutition chez les sujets sains

Lila GRAVELLIER^{1,2}

Maxime LE COZ²

Jérôme FARINAS¹

Fabrice NEVEU²

Julien PINQUIER¹

¹IRIT, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse INP, UT3,
Toulouse, France

² Swallis Medical,
Toulouse, France

La déglutition est un mécanisme physiologique essentiel permettant le passage des aliments de la bouche à l'estomac, tout en protégeant les voies aériennes. Plusieurs dysfonctionnements peuvent apparaître tout au long de cette chaîne menant à des troubles de la déglutition, aussi appelés *dysphagie*.

La dysphagie affecte 8% de la population mondiale (Cichero et al., 2013). Ces troubles peuvent altérer la qualité de vie du patient voire aggraver son pronostic. Les principales conséquences sont la dénutrition et la pneumonie par aspiration qui peut entraîner des troubles respiratoires graves, allant parfois jusqu'au décès. C'est pourquoi il est important de diagnostiquer les patients affectés le plus tôt possible. Cependant, les explorations cliniques actuelles restent subjectives, et les examens de référence invasifs, coûteux et peu accessibles.

L'auscultation cervicale à haute résolution est une alternative prometteuse pour l'évaluation et le suivi de la dysphagie. Elle consiste à placer des capteurs sur le cou du patient et à analyser les signaux de déglutitions enregistrés. Plusieurs travaux académiques ont montré l'intérêt de certains capteurs pour évaluer la déglutition, tels que le microphone et l'accéléromètre (Donohue et al., 2020; Dudik et al., 2015, 2018). Mais à ce jour, aucun n'a abouti à la création d'un dispositif utilisable en clinique présentant ces deux capteurs. Par ailleurs, les études s'intéressant aux signaux vibroacoustiques de

déglutition de la population saine sont encore trop peu nombreuses et ne donnent pas forcément toutes les informations nécessaires à la comparaison ou la reproductibilité des résultats obtenus (So et al., 2022).

Ainsi, un protocole d'enregistrement détaillé a été établi pour étudier les signaux vibroacoustiques de déglutition chez la population saine en utilisant un nouveau dispositif d'auscultation cervicale à haute résolution : le Swallis DSATM, présenté dans la Figure 1. Les nombreuses tâches qui le composent permettent d'obtenir des déglutitions contrôlées et spontanées, sur plusieurs textures et volumes, mais aussi d'autres activités pharyngolaryngées telles que la toux ou la parole (Figure 2). 97 sujets sains, âgés de 21 à 89 ans ont été enregistrés en suivant ce protocole.

Les premières analyses des données ont permis de valider l'intérêt de ces capteurs et le bon fonctionnement du dispositif. Les durées moyennes des phases détectées sur 884 déglutitions contrôlées correspondent bien aux références de la littérature (Morinière et al., 2008). Dans de futurs travaux, ce corpus permettra de mieux décrire et identifier les déglutitions en situation écologique à travers l'accéléromètre et le microphone.

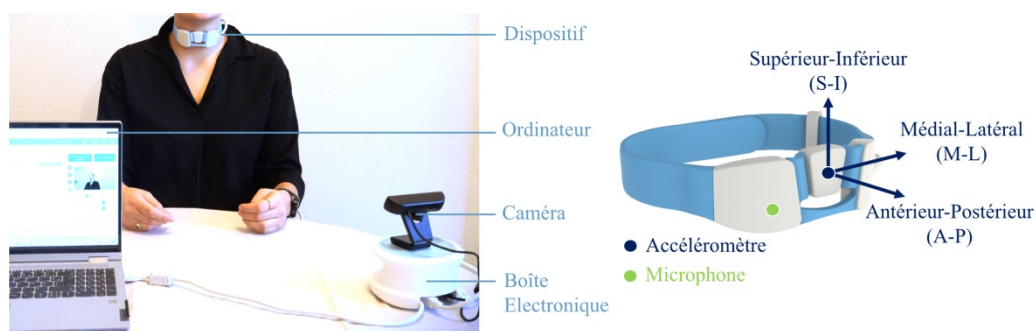


Figure 1: Mise en place du dispositif Swallis DSATM pour l'enregistrement du protocole et positions des capteurs sur le collier. Sur le cou du patient, l'accéléromètre trois axes se place sur la partie inférieure de la proéminence laryngée et le microphone au niveau du cartilage cricoïde.

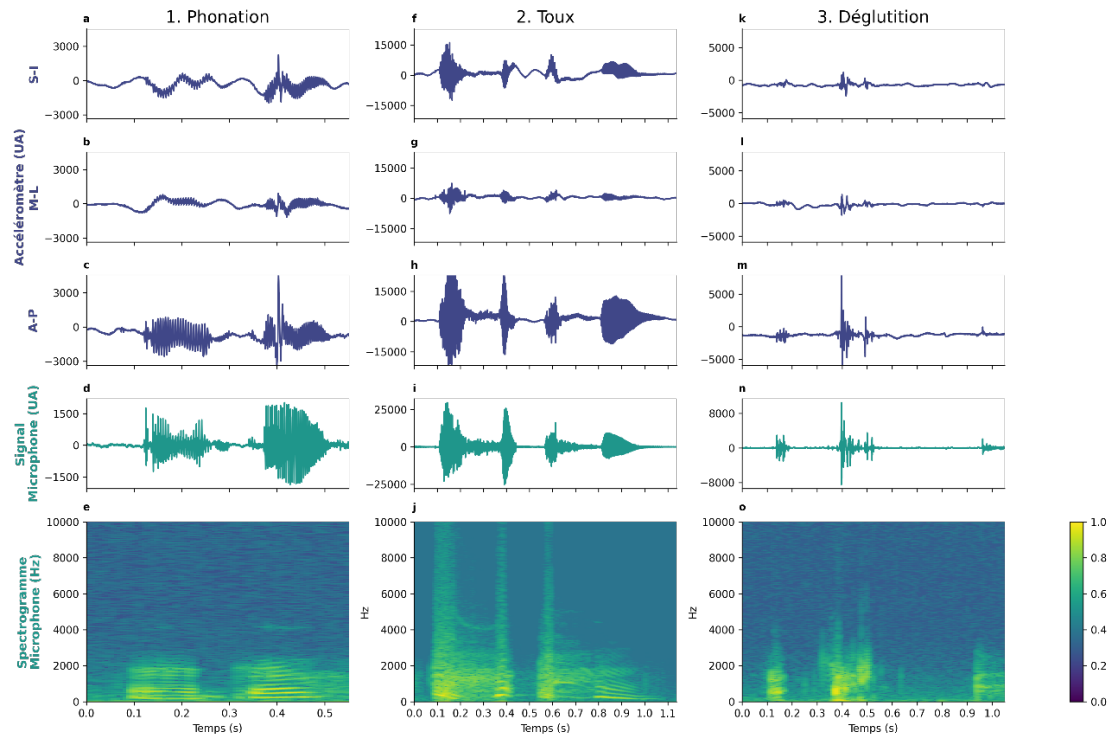


Figure 2 2: Signaux vibroacoustiques de trois activités pharyngolaryngées : une phonation, une toux et une déglutition. De haut en bas, les trois axes de l'accéléromètre (Supérieur-Inferieur S-I, Médial-Latéral M-L et Antérieur-Postérieur A-P), le signal du microphone (représentés en unité arbitraire UA) et le spectrogramme du microphone. Ces activités génèrent principalement des vibrations perpendiculaires à la surface du cou (direction A-P). Dans le cas de la déglutition, les mouvements d'antériorisation et d'élévation du larynx ainsi que les vibrations liées au passage du bolus vont produire du son et des vibrations détectés par les capteurs.

Références bibliographiques

- Cichero, J. A. Y., Steele, C., Duivestijn, J., Clavé, P., Chen, J., Kayashita, J., Dantas, R., Lecko, C., Speyer, R., Lam, P., & Murray, J. (2013). The Need for International Terminology and Definitions for Texture-Modified Foods and Thickened Liquids Used in Dysphagia Management: Foundations of a Global Initiative. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 1(4), 280-291. <https://doi.org/10.1007/s40141-013-0024-z>
- Donohue, C., Khalifa, Y., Perera, S., Sejdić, E., & Coyle, J. L. (2020). A Preliminary Investigation of Whether HRCA Signals Can Differentiate Between Swallows from Healthy People and Swallows from People with

- Neurodegenerative Diseases. *Dysphagia*.
<https://doi.org/10.1007/s00455-020-10177-0>
- Dudik, J. M., Coyle, J. L., El-Jaroudi, A., Mao, Z.-H., Sun, M., & Sejdić, E. (2018). Deep learning for classification of normal swallows in adults. *Neurocomputing*, 285, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.12.059>
- Dudik, J. M., Coyle, J. L., & Sejdic, E. (2015). Dysphagia Screening: Contributions of Cervical Auscultation Signals and Modern Signal-Processing Techniques. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 45(4), 465-477. <https://doi.org/10.1109/THMS.2015.2408615>
- Morinière, S., Boiron, M., Alison, D., Makris, P., & Beutter, P. (2008). Origin of the Sound Components During Pharyngeal Swallowing in Normal Subjects. *Dysphagia*, 23(3), 267-273. <https://doi.org/10.1007/s00455-007-9134-z>
- So, B. P.-H., Chan, T. T.-C., Liu, L., Yip, C. C.-K., Lim, H.-J., Lam, W.-K., Wong, D. W.-C., Cheung, D. S. K., & Cheung, J. C.-W. (2022). Swallow Detection with Acoustics and Accelerometric-Based Wearable Technology: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 170. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010170>