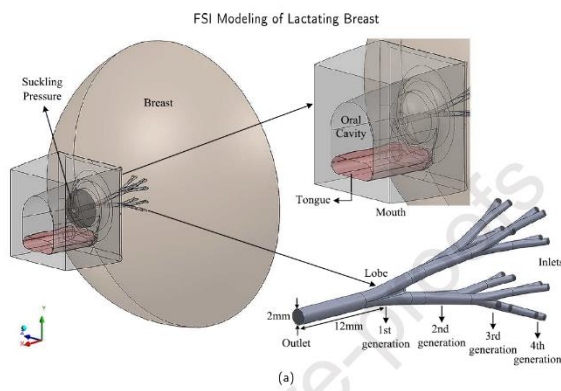


Titre	La modélisation numérique de l'allaitement maternel: un modèle de frein de langue
Lieu	Laboratoire de Biomécanique Appliquée, Marseille
Encadrants	Pierre Fremondière, Ecole Universitaire Maïeutique Méditerranée Emilie Clady, Sage-femme, enseignante et consultante en lactation Yohan Payan, Pascal Perrier, TIMC (Recherche Translationnelle et Innovation en Médecine et Complexité) Morgane Evin, LBA (Laboratoire de Biomécanique Appliquée)
Mots clefs	Allaitement, frein de langue, éléments finis

Contexte du stage

L'attache de langue ou ankyloglossie partielle est une affection dans laquelle un frein de langue court et épais, inhabituel, reliant la langue au plancher de la bouche, restreint le mouvement de la langue. 3 % des nourrissons souffrent de cette pathologie (Ballard et al., 2002) et les conséquences sur l'allaitement maternel à un stade précoce de la petite enfance sont discutées. Ce nombre a augmenté entre 2003 et 2012 (multiplié par 4), parallèlement au nombre de frénotomies (attaches de langue coupées par un chirurgien, multiplié par 5) (Walsh et al., 2017) également signalées en Nouvelle-Zélande (7,5 % à 11,3 %) (Dixon et al., 2018).

Les conséquences de l'ankyloglossie chez les nourrissons allaités sont une mauvaise prise du sein et des douleurs maternelles aux mamelons. Une amélioration de la prise du sein et une réduction de la douleur maternelle sont rapportées dans tous les cas dans cette étude incluant 3 036 nourrissons allaités, 123 ont subi une frénectomie (Ballard et al., 2002). Les conséquences à long terme du frein de langue doivent encore être étudiées.



Schema from Azarnoosh et al., 2020, JoB

L'American Academy of Otolaryngology (chirurgie de la tête et du cou) a fourni un consensus clinique sur l'ankyloglossie chez les enfants en bas âge (Messner et al., 2020). L'ankyloglossie antérieure fait référence à un frein lingual qui s'étend jusqu'au bout de la langue ou près du bout de la langue et restreint la mobilité de la langue. L'ankyloglossie postérieure est un terme ambigu qui peut désigner un frein qui s'insère dans la partie postérieure de la langue ou fait référence à une attache sous-muqueuse de la langue. Le bénéfice de la frénotomie est controversé, avec un intérêt récent pour le traitement

chiropratique de l'ankyloglossie. Il y a consensus sur le fait que l'attache de langue antérieure met en péril un grand nombre d'expériences d'allaitement.

Le diagnostic de l'ankyloglossie est réalisé à l'aide de l'outil d'évaluation Hazelbaker pour la fonction du frein lingual, développé pour donner une évaluation quantitative de l'attache de langue et des recommandations concernant la frénotomie. Cette évaluation est basée sur « l'apparence » et la « fonction » de la langue. Dans l'évaluation de l'aspect, la langue, l'élasticité du frein, sa longueur (langue relevée), les attaches du frein lingual à la langue et à la crête alvéolaire inférieure sont décrites. La partie fonction décrit un ensemble d'éléments : la latéralisation, le lift, l'extension, l'écartement de la partie antérieure de la langue ainsi que la ventouse (forme en demi-coquille, plate et fine, évaluée en fonction de l'aspect de la cupule et du bord), le péristaltisme (vers le haut : mouvement de la pointe de la langue accompagné d'une compression de la mâchoire, considérée comme complète si antéro-postérieure) et d'un retrait ou « snapback » (mouvement de la langue générant une pression négative, générant des gloussements, évalués comme inexistantes,

périodiques ou fréquents). Amir et al. (2006) ont testé la fiabilité de l'outil d'évaluation Hazelbaker et ont décrit les trois premiers éléments fonctionnels comme suffisants pour indiquer une frénotomie. Plusieurs autres outils de diagnostic ont été développés (voir Messner et al.). Des modèles numériques antérieurs du sein, non spécifiques aux simulations d'allaitement, ont été décrits pour diverses applications. De tels modèles peuvent inclure la peau, les tissus adipeux et glandulaires, mais aussi les ligaments de Cooper (Briot et al., 2022) ainsi que les fascias, pour simuler par exemple la déformation des seins en fonction de la position de la patiente (par exemple couchée ou couchée) dans le contexte de radiologie interventionnelle (Mira et al., 2018). De plus, des modèles spécifiques pour l'allaitement maternel ont été proposés, incluant des considérations d'interaction fluide-structure (voir par exemple Azarnoosh et Hassanipour, 2020). Des modèles éléments finis de langue ont également été développés pour étudier la production de la parole (Buchillard et al., 2009 ; Calka et al., 2021) ou intervention chirurgicale (Buchillard et al., 2007). Ces modèles incluent les principaux muscles extrinsèques et intrinsèques qui façonnent et déplacent la langue à l'intérieur de la bouche, en interactions (contacts et attaches) avec les structures environnantes (mandibule, palais, parois pharyngées, os hyoïde). Certaines méthodologies ont été proposées pour transformer automatiquement un modèle de langue générique (construit sur un sujet de référence) à la géométrie d'un nouveau sujet/patient (Bijar et al., 2016). L'adaptation d'un tel modèle de langue de référence à l'anatomie d'un bébé pourrait donc être envisagée si l'on vise une simulation adéquate de l'allaitement.

Objectifs

Afin d'étudier d'abord la faisabilité d'un modèle complet d'allaitement pour l'étude de l'attache de langue, une approche sans prendre en compte le fluide sera d'abord menée simulant le mouvement physiologique de la langue et la distorsion du sein pendant l'aspiration, avant et après la frénotomie. La validation du modèle pourrait être effectuée dans un premier temps sur la base des données publiées et des expériences pourraient être envisagées en utilisant l'ultrason sur enfant ou un capteur de pression sur le mamelon pour mesurer le positionnement de la langue pendant l'allaitement.

Les objectifs du stage sont de développer un modèle simpliste d'allaitement avec :

- 1) Adaptation d'un modèle de langue adulte existant à l'anatomie du nourrisson avec et sans attache-langue
- 2) Développement de la simulation du mouvement de succion de la langue pendant l'allaitement avec un modèle cylindrique de mamelon pour simplification.

Résultats attendus

Revue de la littérature sur les propriétés des matériaux, les changements morphologiques et la variabilité des modèles suivis (spécifique à l'application de l'allaitement).

Résultat préliminaire sur l'influence du frein de langue sur le modèle structurel de l'allaitement maternel.

Connaissances requises

L'étudiant.e doit être étudiant.e en Master II dans le domaine des sciences pour l'ingénieur. Des connaissances en modélisation, particulièrement en dynamique des fluides computationnelle, et interaction fluide-structure, sont des atouts majeurs. Une bonne autonomie et un fort intérêt pour le sujet sont importants.

Le groupe de recherche a à cœur de favoriser un environnement bienveillant et inclusif. Dans cet esprit, les personnes de toutes origines, orientations sexuelles et identités de genre ou en situation d'handicap sont encouragées à candidater.

Références

Amir, L.H., James, J.P., Donath, S.M., 2006. Reliability of the Hazelbaker Assessment Tool for Lingual Frenulum Function. *Int. Breastfeed. J.* 1, 3. <https://doi.org/10.1186/1746-4358-1-3>

Azarnoosh, J., Hassanipour, F., 2020. Fluid-structure interaction modeling of lactating breast. *J. Biomech.* 103, 109640. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.109640>

Ballard, J.L., Auer, C.E., Khoury, J.C., 2002. Ankyloglossia: Assessment, Incidence, and Effect of Frenuloplasty on the Breastfeeding Dyad. *Pediatrics* 110, e63. <https://doi.org/10.1542/peds.110.5.e63>

Bijar, A., Rohan, P.-Y., Perrier, P., Payan, Y., 2016. Atlas-Based Automatic Generation of Subject-Specific Finite Element Tongue Meshes. *Ann. Biomed. Eng.* 44, 16–34. <https://doi.org/10.1007/s10439-015-1497-y>

Briot, N., Chagnon, G., Bulet, L., Gil, H., Girard, E., Payan, Y., 2022. Experimental characterisation and modelling of breast Cooper’s ligaments. *Biomech. Model. Mechanobiol.* 21, 1157–1168. <https://doi.org/10.1007/s10237-022-01582-5>

Buchaillard, S., Brix, M., Perrier, P., Payan, Y., 2007. Simulations of the consequences of tongue surgery on tongue mobility: Implications for speech production in post-surgery conditions. *Int. J. Med. Robot. Comput. Assist. Surg. MRCAS* 3, 252–61. <https://doi.org/10.1002/rcs.142>

Buchaillard, S., Perrier, P., Payan, Y., 2009. A biomechanical model of cardinal vowel production: muscle activations and the impact of gravity on tongue positioning. *J. Acoust. Soc. Am.* 126, 2033–2051. <https://doi.org/10.1121/1.3204306>

Calka, M., Perrier, P., Ohayon, J., Grivot-Boichon, C., Rochette, M., Payan, Y., 2021. Machine-Learning based model order reduction of a biomechanical model of the human tongue. *Comput. Methods Programs Biomed.* 198, 105786. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105786>

Dixon, B., Gray, J., Elliot, N., Shand, B., Lynn, A., 2018. A multifaceted programme to reduce the rate of tongue-tie release surgery in newborn infants: Observational study. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 113, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.07.045>

Messner, A.H., Walsh, J., Rosenfeld, R.M., Schwartz, S.R., Ishman, S.L., Baldassari, C., Brietzke, S.E., Darrow, D.H., Goldstein, N., Levi, J., Meyer, A.K., Parikh, S., Simons, J.P., Wohl, D.L., Lambie, E., Satterfield, L., 2020. Clinical Consensus Statement: Ankyloglossia in Children. *Otolaryngol.--Head Neck Surg. Off. J. Am. Acad. Otolaryngol.-Head Neck Surg.* 162, 597–611. <https://doi.org/10.1177/0194599820915457>

Míra, A., Carton, A.-K., Muller, S., Payan, Y., 2018. A biomechanical breast model evaluated with respect to MRI data collected in three different positions. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 60, 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.10.020>

Walsh, J., Links, A., Boss, E., Tunkel, D., 2017. Ankyloglossia and Lingual Frenotomy: National Trends in Inpatient Diagnosis and Management in the United States, 1997-2012. *Otolaryngol.--Head Neck Surg. Off. J. Am. Acad. Otolaryngol.-Head Neck Surg.* 156, 735–740. <https://doi.org/10.1177/0194599817690135>

Personnes à contacter	Emilie Clady, emilie.CLADY@univ-amu.fr Morgane Evin, morgane.evin@univ-eiffel.fr Pierre Fremondière, pierre.FREMONDIERE@univ-amu.fr Yohan Payan, Yohan.Payan@univ-grenoble-alpes.fr
Date du stage	Février 2024