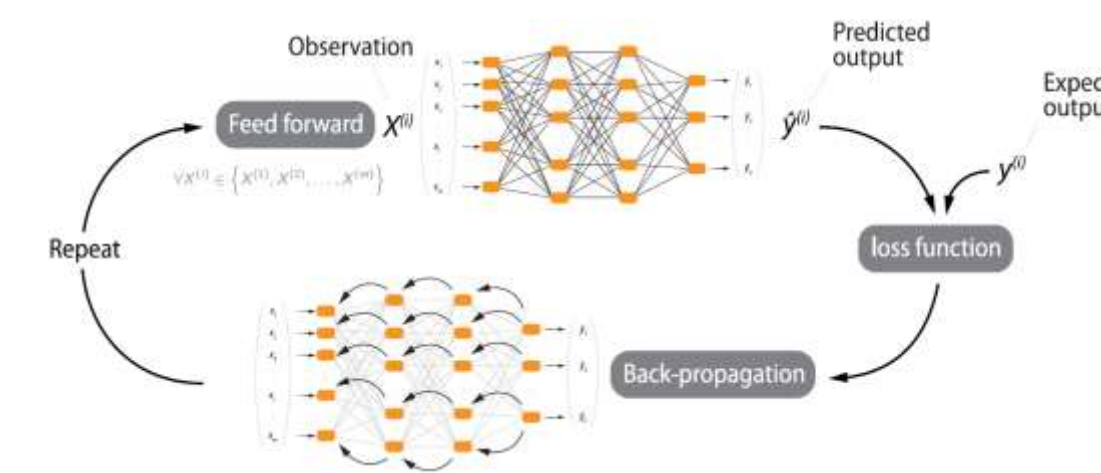


Contexte

L'évaluation non invasive des troubles de la déglutition est un domaine en plein développement. Nous avons mis en place une réflexion au sein de l'étude multicentrique Eph-L (CHU de Toulouse, Tours, Rouen, Bordeaux) financée par l'ANR qui vise à développer une vision globale de la déglutition au travers d'un nouveau concept d'efficacité pharyngo-laryngée et à créer des modèles d'analyse automatique de ce concept à l'aide de techniques d'intelligence artificielle. La qualité de ces techniques dépend des données cliniques disponibles pour les apprentissages automatiques et notamment les données des examens invasifs comme les tests de déglutition réalisés sous nasofibroscopie ou radioscopie dans le cadre de l'étude Eph-L. La qualité des données cliniques utiles à l'apprentissage automatique nécessite de mettre au point une méthode d'annotation des troubles de la déglutition.



Concept d'efficacité pharyngo-laryngée



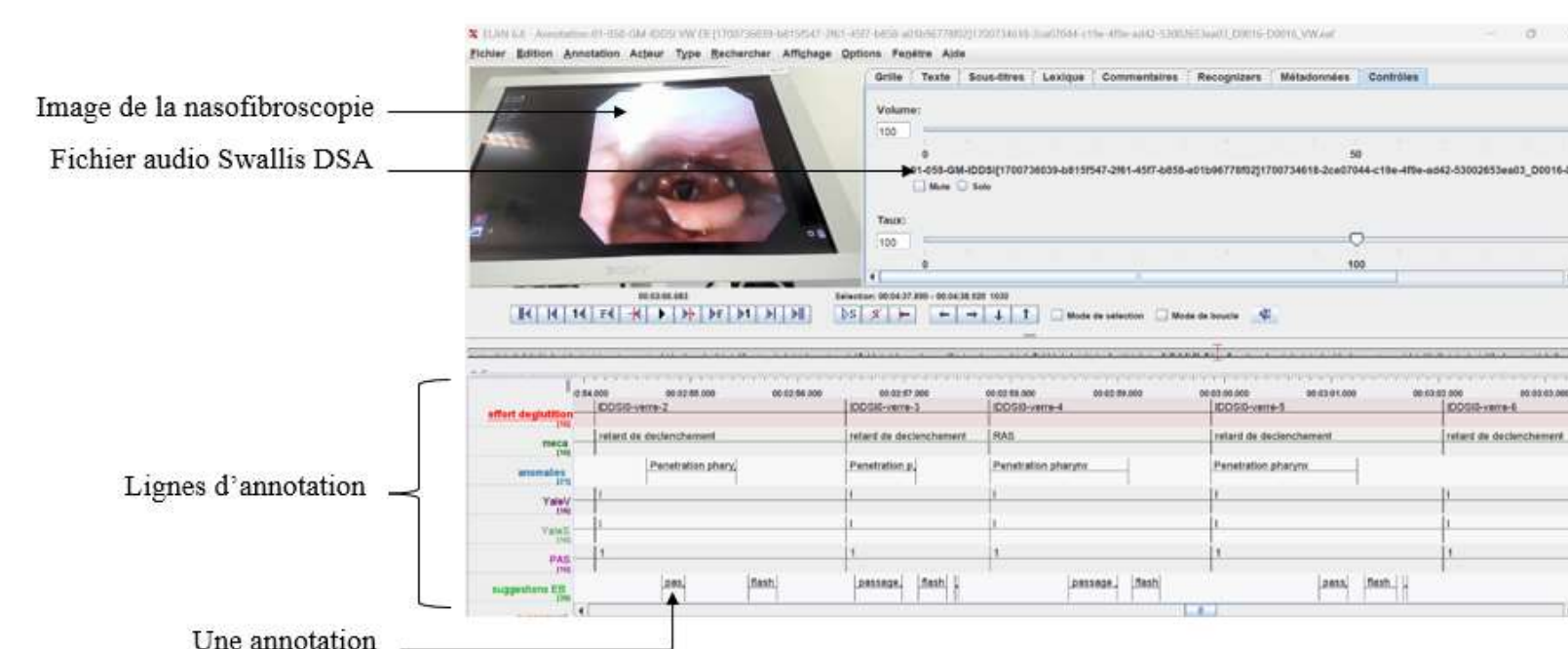
Principes du Deep learning et Modèle récurrent profond. CNRS

Objectifs

- Mettre au point d'une méthode d'annotation consensuelle permettant de caractériser précisément les troubles de la déglutition.
- Exploiter les données cliniques issues de l'annotation pour entraîner des modèles d'intelligence artificielle permettant l'analyse automatique de la déglutition.

Méthodes et Matériels

- 91 examens nasofibrosopiques de la déglutition ont été enregistrés: 79 chez des sujets pathologiques et 12 chez des sujets sains au CHU de Toulouse et au CHU de Tours.
- Un groupe d'experts de la déglutition s'est réuni en mode *focus group* pour élaborer une méthode d'annotation consensuelle.
- Le logiciel ELAN a été utilisé pour annoter les enregistrements sur l'image de la nasofibroscopie et les sons de la déglutition [1] et ainsi dégager les descripteurs de la déglutition selon des catégories.



Annotation avec le logiciel ELAN

Résultats

- Un lexique répertoriant les événements de la déglutition en tenant compte de l'aspect temporel de la prise alimentaire et les événements survenant entre les prises de chaque bolus a été mis au point par le groupe d'experts.
- Pour chaque bolus, les efforts liés à la mise en bouche et ceux liés à la gestion des résidus sont identifiés et décrit en termes d'efficacité. Les anomalies décelées entre les efforts de déglutition sont aussi annotées.
- Les annotations constituent des données cliniques exploitables pour réaliser l'apprentissage automatique et les tests de modèles d'analyse automatique basés sur l'intelligence artificielle.

Détail du lexique d'annotation

- « Événement » : description des actions réalisées par le sujet et observables pendant le test de la nasofibroscopie.
- « Effort de déglutition » : repérer la période du temps pharyngé de la déglutition.
- « Mécanisme » : émettre une hypothèse du mécanisme du dysfonctionnement de la déglutition.
- « Anomalies » : événements observables et identifiables pendant chaque effort de déglutition et entre les efforts s'ils sont considérés en lien avec la gestion du bolus.
- « YaleV » : score de l'échelle de Yale [2] pour les vallécules.
- « YaleS » : score de l'échelle de Yale [2] pour les sinus piriformes.
- « PAS » : décrire les pénétrations et fausses routes en utilisant l'échelle *Penetration Aspiration Scale* [3] .
- « Environnement » : événements en lien avec les actions en dehors du sujet testé et pouvant interférer avec l'analyse des signaux.

Evénement	Effort de déglutition	Mécanisme (association possible en utilisant &)	Anomalies	Anomalies (suite)	Yale S/V	PAS	Environnement
IDDSI2-1	IDDSI2-1-x	Défaut de contrôle oral	Recul base de langue	Phonation	I	1	BIP
IDDSI2-2	IDDSI2-2-x	Défaut de propulsion oral	Mouvements base de langue répétés	Respiration	II	2	Phonation
IDDSI2-3	IDDSI2-3-x	Défaut de recul base de langue	Fermeture vélo-pharyngée	Pb position fibroscope	III	3	Rire
IDDSI0-1	IDDSI0-1-x	Retard de déclenchement	Reflux nasal		IV	4	Consigne manœuvres supra-glottiques
IDDSI0-2	IDDSI0-2-x	Défaut de transport pharyngé	Passage bolus		V	5	Bruit
IDDSI0-verre	IDDSI0-verre-x-x	Défaut de contraction pharyngé	Ascension (laryngée)			6	Partagé
IDDSI4-1	IDDSI4-1-x	Incomplet	Maintien larynx haut			7	Spécifique
IDDSI4-2	IDDSI4-2-x	Épiglotte rigide	Contraction Pharynx			8	
IDDSI4-3	IDDSI4-3-x	Défaut de fermeture sus-glottique	Fermeture pharyngo-laryngée				
Recul base de langue		Déglutitions enchainées	Fermeture laryngée				
Déglutition de résidus		Défaut d'ouverture SSO	Larynx ouvert				
Déglutition salive		Problème position fibroscope	Pénétration pharynx				
Fermeture PL			Flash blanc				
Fermeture L			Flash incomplet				
Hemmage			Ouverture SSO				
Toux			Redressement épiglotte				
Phonation			Abaissement (laryngée)				
Rire			Passage ou reflux de salive ou de résidus				
Respiration			Salive dans larynx				
Bruit			Hemmage				
Pb position fibroscope			Toux				

Conclusion et Perspectives

- Notre méthode permet de caractériser les troubles de la déglutition de manière précise.
- Cette méthode présente un intérêt pédagogique pour l'analyse en pratique des tests de la déglutition.
- La précision des données issues de cette méthode permet d'entraîner des modèles d'intelligence artificielle.
- L'écriture de modèles d'analyse automatique permettrait de créer à terme un outil non invasif d'évaluation automatique de la déglutition.

Références

1. Morinière, S., M. Boiron, D. Alison, P. Makris et P. Beutter (2008). Origin of the Sound Components During Pharyngeal Swallowing in Normal Subjects. en. *Dysphagia* 23.3, p. 267-273. doi : 10.1007/s00455-007-9134-z.

2. Neubauer PD, Rademaker AW, Leder SB. The Yale Pharyngeal Residue Severity Rating Scale: an anatomically defined and image based tool. *Dysphagia* 2015;30:521-8 .

3. Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, Coyle JL, Wood JL. A penetration-aspiration scale. *Dysphagia*. 1996 Spring;11(2):93-8. doi: 10.1007/BF00417897.