

Prédiction de la fluence à partir de mesures temporelles automatiques

*Vers une application clinique pour améliorer le diagnostic
et le suivi des patients aphasiques*

L. Fontan¹, T. Prince^{2,3}, A. Nowakowska², H. Sahraoui³
et S. Martínez-Ferreiro⁴

¹ Archean LABS (Montauban) – ² Université Paul Valéry Montpellier 3 –

³ Université de Toulouse – ⁴ University of A Coruña (Espagne)

Fluence et aphasie

- Dichotomie traditionnelle entre aphasie « fluente » et « non fluente »
 - Cette catégorisation binaire fait depuis longtemps l'objet de critiques (Kerschensteiner *et al.*, 1972) :
 - Critères intervenant à différents niveaux linguistiques et parfois ambigus (ex. aphasie « fluente » caractérisée par une facilité de production articulaire mais un accès lexical difficile)
- Faible fiabilité des catégorisations subjectives

Fluence et aphasie

→ Besoin de nouvelles métriques (Clough et Gordon 2020 ; Gordon et Clough, 2022)

- Continues (vs. catégorielles)
- Objectives
- Multidimensionnelles : production de parole, accès lexical, complexité syntaxique
- Facilement mises en œuvre en milieu clinique

Mesure automatique de la fluence en L2

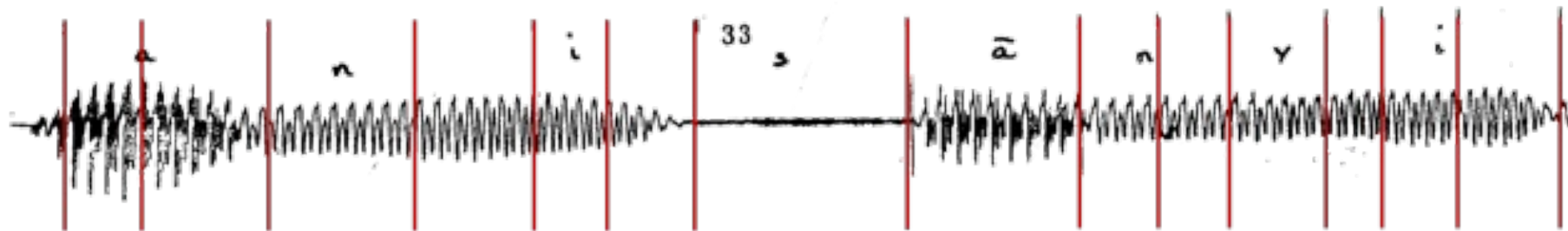
“[Speech fluency refers to] the degree to which speech flows easily without pauses and other disfluency markers”

(Derwing et Munro, 2015)

Mesure automatique de la fluence en L2

- *Via la reconnaissance automatique de la parole (Cucchiari et al., 2000 ; 2002)*
- *Via l'utilisation des résultats de l'algorithme Forward-backward divergence segmentation (FBDS ; André-Obrecht, 1988)*

Mesure automatique de la fluence en L2

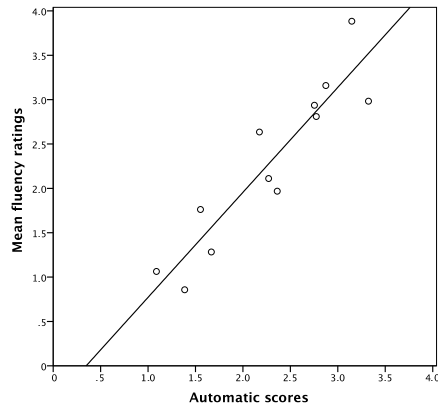


(André-Obrecht, 1988)

Mesure automatique de la fluence en L2

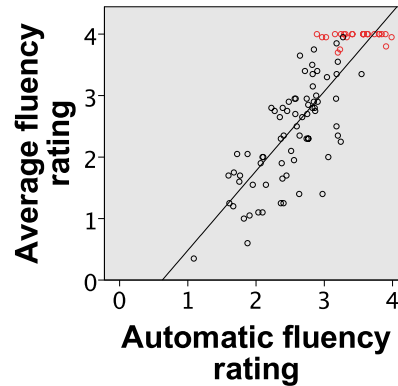
- Des prédicteurs basés sur les segments FBDS et leur regroupement en pseudo-syllabes (Farinas & Pellegrino, 2001) ont permis de prédire la fluence de différentes populations

Mesure automatique de la fluence en L2



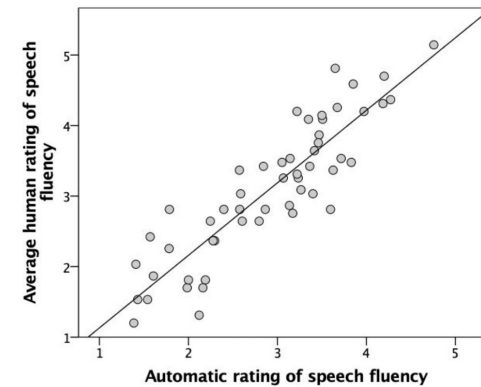
L1: Japonais ; L2 : Français

(Fontan, Le Coz et Detey, Interspeech 2018)



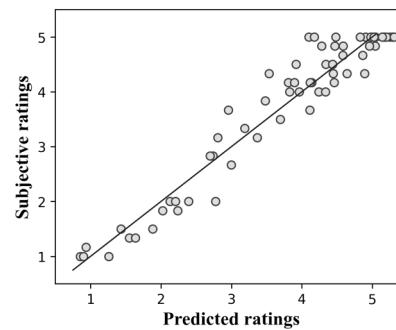
L1: Japonais ; L2 : Anglais

(Fontan, Le Coz et Kondo, New sounds 2019)



L1: Anglais ; L2 : Français

(Fontan, Le Coz et Alazard, Speech prosody 2020)



L1: Coréen (enfants)

(Fontan, Kim, De Fino et Detey, APSIPA 2022)

Mesure automatique de la fluence en L2

Il faut l'appliquer à la
parole pathologique
(que diable) !



Pr. Murray J. Munro

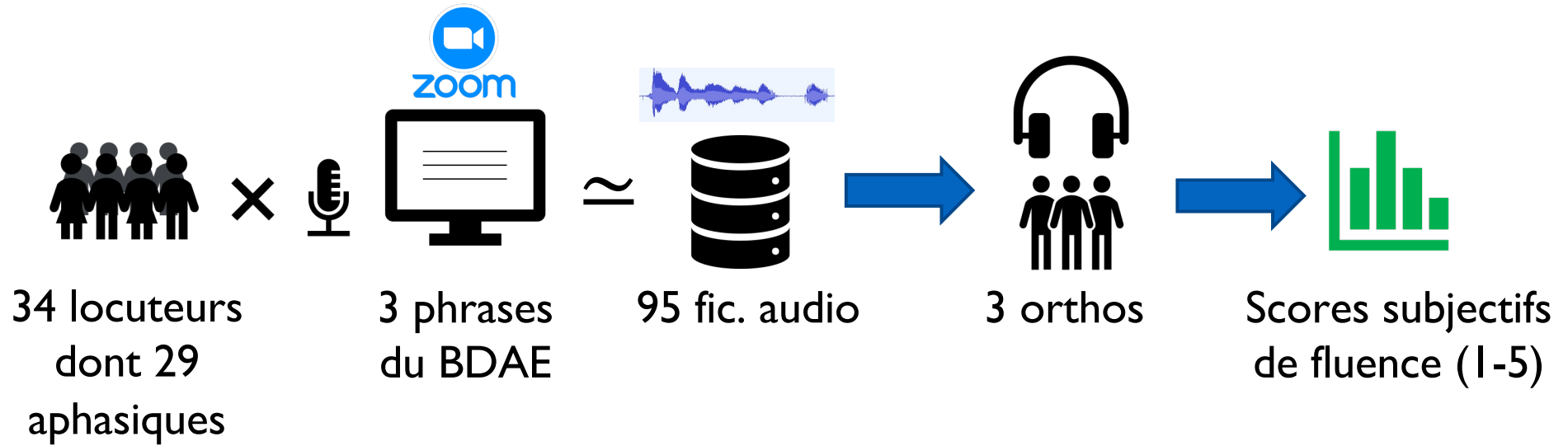


Pr. Jean-Luc Nespoulous

Objectif

- Faire la preuve de concept que la méthode est applicable à la prédiction de la fluence de **locuteurs aphasiques**
- Dans un premier temps, application à de la **parole lue** : épreuve de lecture de phrases du *Boston Diagnostic Aphasia Examination* (BDAE; Goodglass et al., 2001; Mazaux & Orgogozo, 1982 ; cf. protocole AADI : Sahraoui, Martinez-Ferreiro, & Nowakowska, 2022)

Matériel et méthode



Fiabilité des évaluations subjectives, et distribution

Fiabilité **intra**-évaluateur

Orthophoniste	1	2	3
<i>Rho</i> de Spearman	0,87***	0,76***	0,80***
<i>Alpha</i> de Cronbach	0,94	0,88	0,90

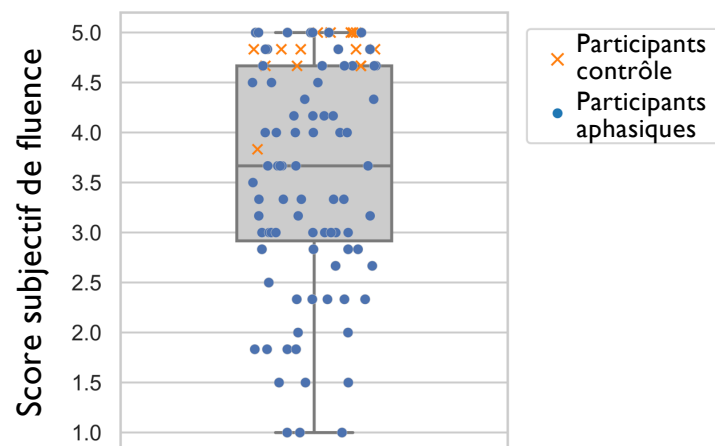
*** $p < 0,001$

Fiabilité **inter**-évaluateurs

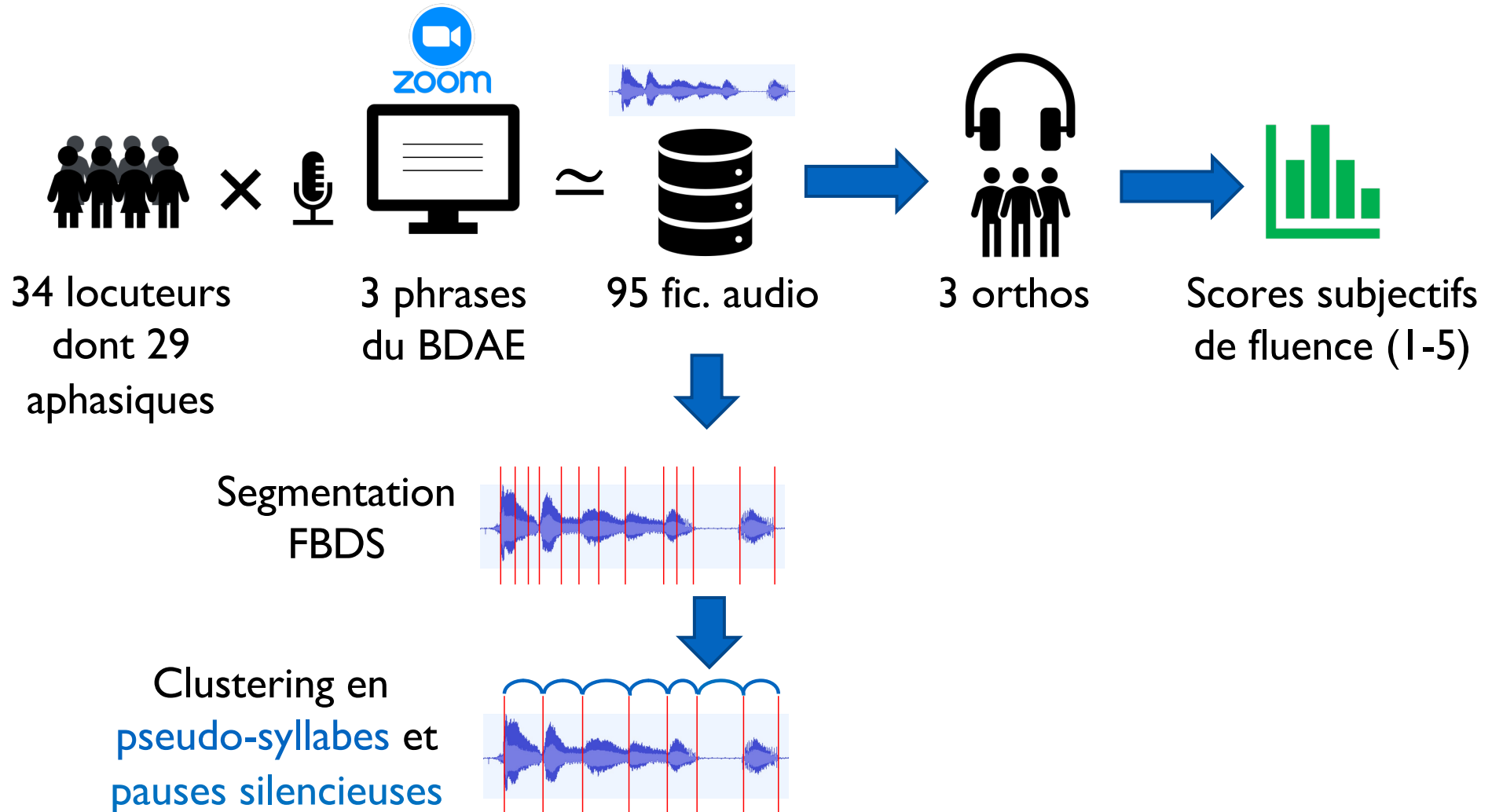
Orthophoniste	2	3
Ortho. 1	0,87***	0,89***
Ortho. 2		0,86***

*** $p < 0,001$

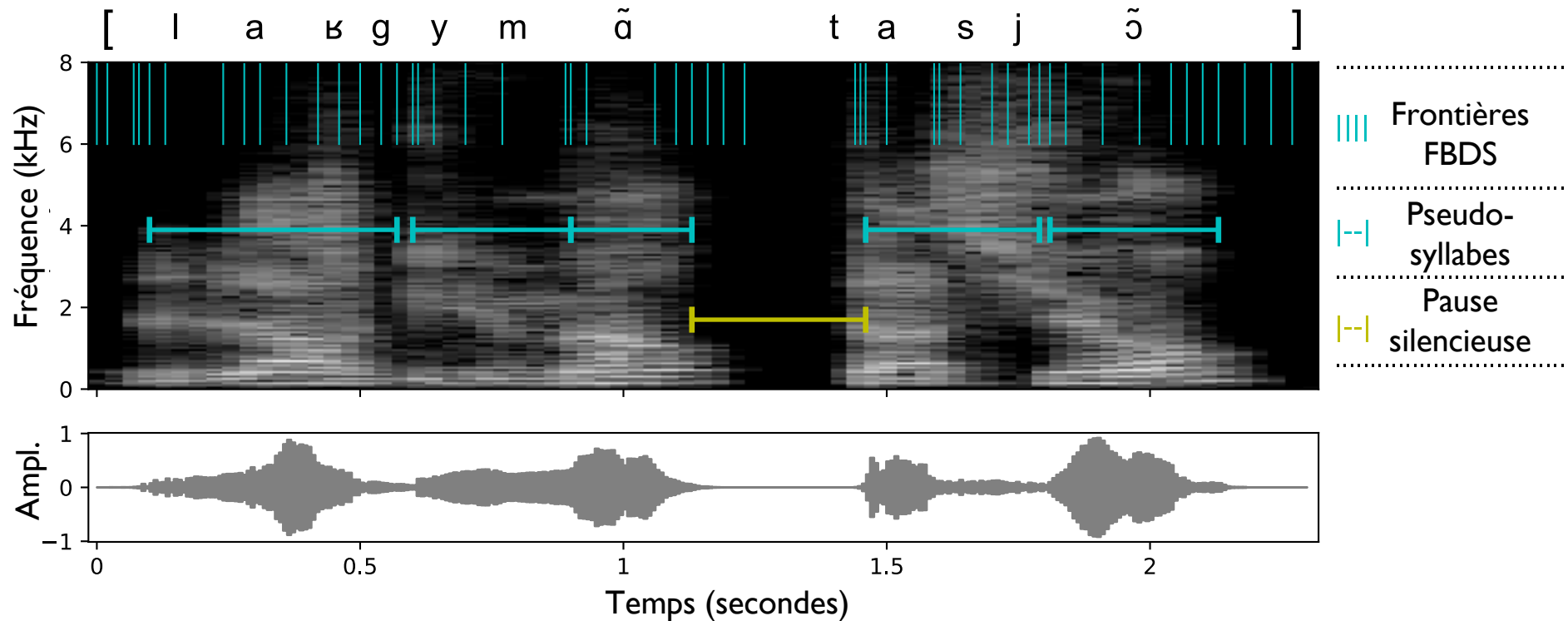
→ Utilisation des scores moyens ($N = 95$)



Matériel et méthode



Exemple de segmentation automatique



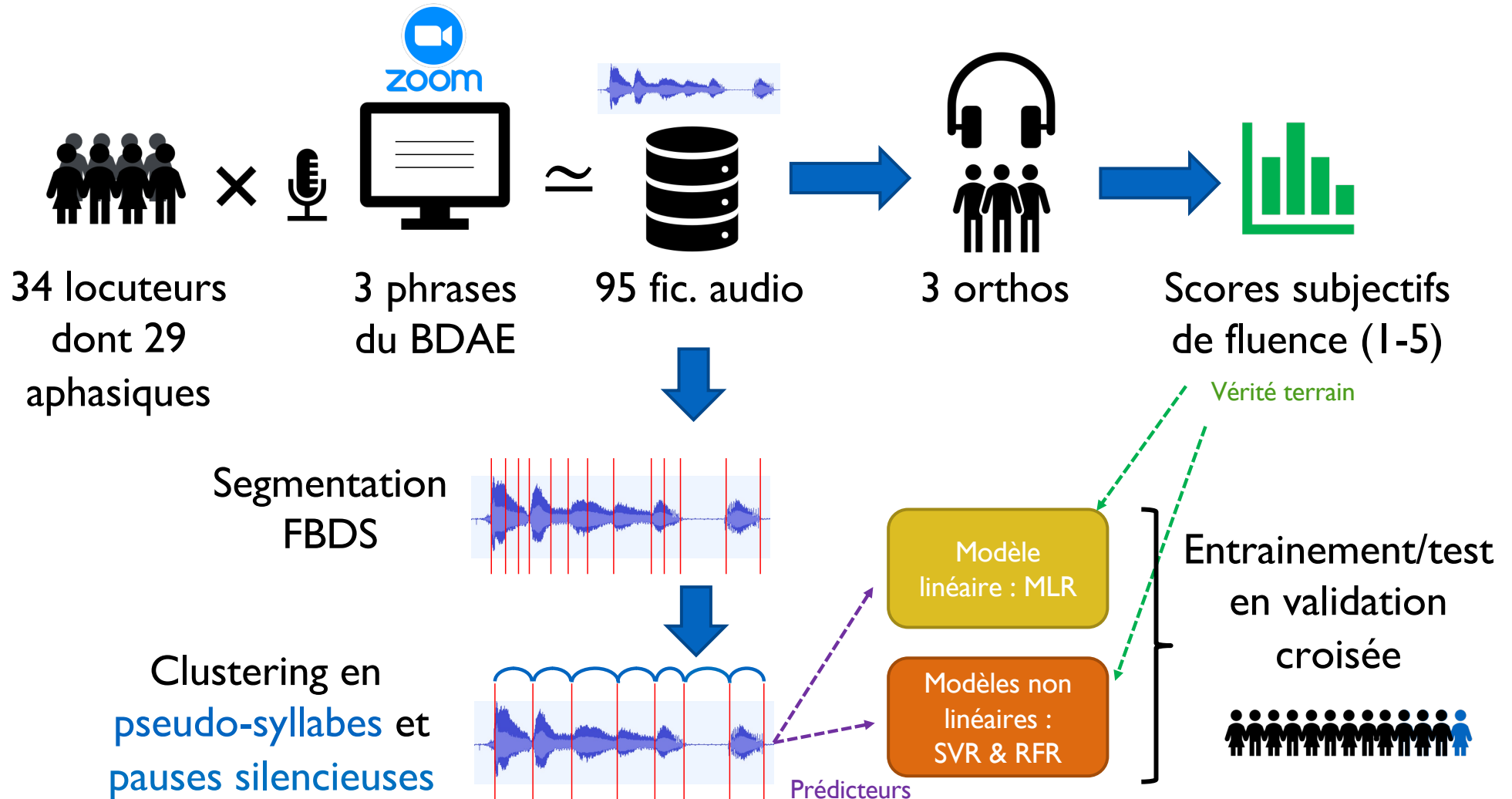
Exemple de segmentation automatique

→ Calcul de 4 prédicteurs :

Prédicteur	Coefficient de corrélation avec les évaluations de fluence (rho de Spearman)
Débit de pseudo-syllabes	0,87***
Proportion de parole (vs. silence)	0,71***
Écart-type de la durée des pseudo-syllabes	-0,63***
Débit de pauses silencieuses	-0,72***

*** $p < 0,001$ (test unilatéral)

Matériel et méthode



Résultats

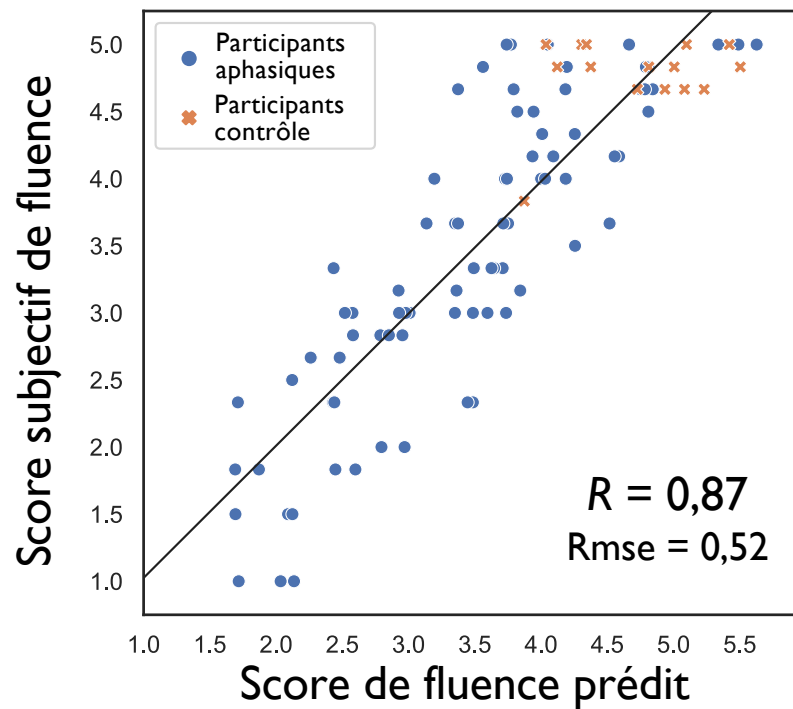
Précision des prédictions par modèle

	Modèle	RMSE moyenne
n. s.	Régression linéaire	0,52 (écart-type : 0,23)
	SVR	0,51 (écart-type : 0,26)
	RFR	0,59 (écart-type : 0,34)

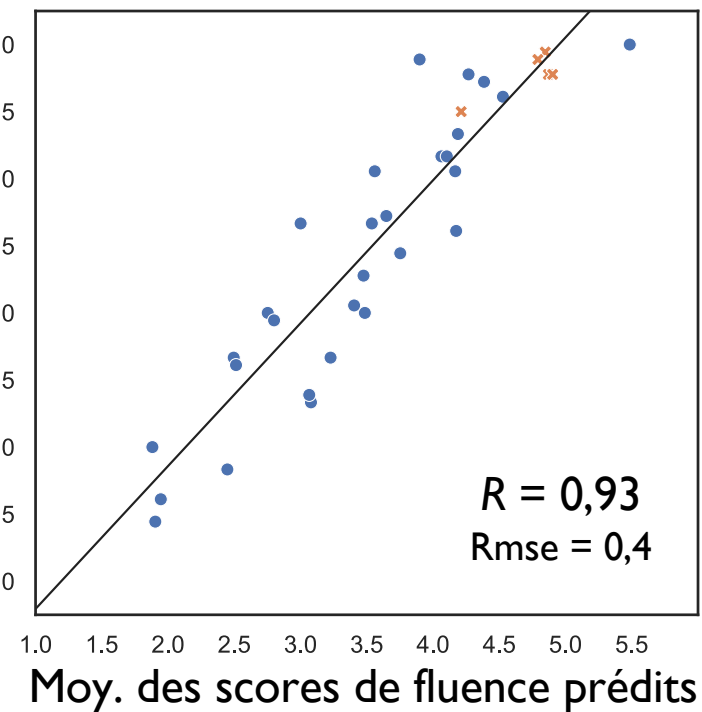
Résultats

Régression linéaire

Prédiction par phrase



Agrégation par locuteur



Conclusion et perspectives

- Preuve de concept que la segmentation FBDS peut être utilisée pour prédire la fluence perçue dans le cas de l'aphasie : corrélations très fortes et RMSE faibles dans un contexte acoustique pourtant non optimal (plateforme Zoom)
- Mesures objectives, continues, rapides et robustes pouvant être utiles pour la dimension « production de la parole » (Gordon et Clough, 2022)

Conclusion et perspectives

- Il est possible que les prédictions puissent être encore améliorées, notamment en tenant compte des répétitions et faux-départs

Conclusion et perspectives

→ Ajout d'un cinquième prédicteur

$$\frac{\text{Nombre de pseudo-syllabes détectées}}{\text{Nombre de syllabes attendues}}$$

Conclusion et perspectives

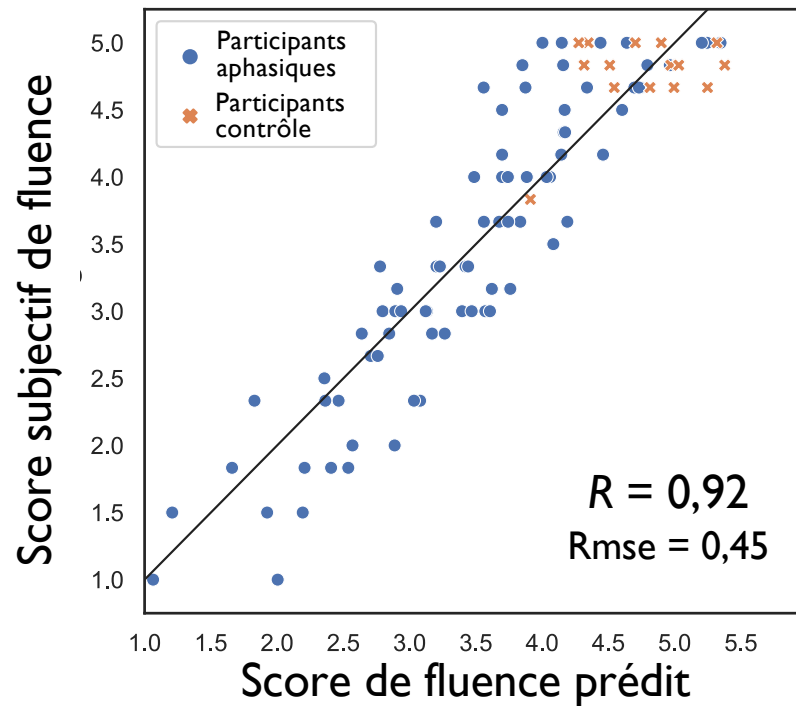
→ Ajout d'un cinquième prédicteur

Régressions linéaires multiples

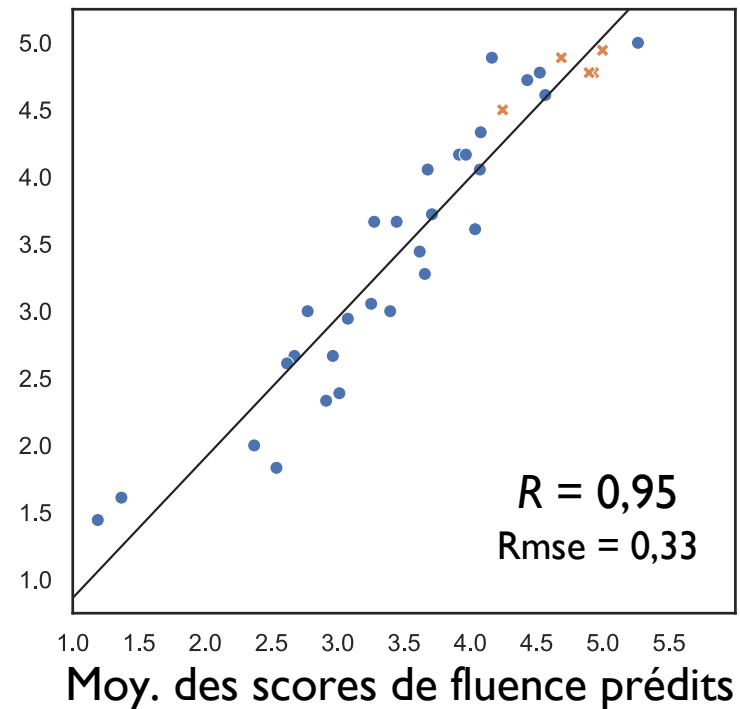
Modèle	Prédicteurs	RMSE	Évolution du R^2	p -value
1	Proportion de parole, débit de pseudo-syllabes, écart-type de la durée des pseudo-syllabes, débit de pauses silencieuses	0,52	0,78	< 0,001
2	Tous les prédicteurs du modèle 1 + différence entre le nombre de pseudo-syllabes détectées et le nombre de syllabes attendues	0,45	0,84	< 0,001

Conclusion et perspectives

Prédiction par phrase



Agrégation par locuteur



Conclusion et perspectives

- Perspectives
 - Inclure plus de phrases pour chaque locuteur
 - Prédire la fluence lors de tâches de production de discours continu / spontané plus écologique (corpus AADI / Aphasiabank)
 - Recouper les évaluations subjectives et automatiques avec les données cliniques (scores aux évaluations : tests DVL 38, DO 80, MT 86 – projet AADI)

Conclusion et perspectives

... Et ne pas oublier
Parkinson !



Pr. Jean-Luc Nespoulous

Nous remercions...

- Tous les participants du projet AADI
- La Fédération Nationale des Aphasiques de France
- Les stagiaires du CFU en Orthophonie de Montpellier et de Nantes, et des Sciences du Langage de l'Université Paul Valéry
- Les trois orthophonistes ayant participé aux évaluations
- La région Occitanie et l'Europe pour le financement du projet AADI

Références

- André-Obrecht, R. (1988). A new statistical approach for the automatic segmentation of continuous speech signals. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 36(1), 29–40.
- Derwing, T. M., and Munro, M. J. (2015). *Pronunciation Fundamentals. Evidence-based Perspective for L2 Teaching and Research*. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins.
- Farinas, J., & Pellegrino, F. (2001). Automatic rhythm modeling for language identification. In *Proceedings of the 7th European Conference on Speech Communication and Technology (EUROSPEECH)* (pp. 2539–2542). ISCA.
- Fontan, L., Kim, S., De Fino, V., & Detey, S. (2022). Predicting speech fluency in children using automatic acoustic features. In *Proceedings of the 2022 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)* (pp. 1085–1090).
- Fontan, L., Le Coz, M., & Alazard, C. (2020). Using the forward-backward divergence segmentation algorithm and a neural network to predict L2 speech fluency. In *Proceedings of the 10th International Conference on Speech Prosody (SPEECH PROSODY)* (pp. 925–929). ISCA.
- Fontan, L., Le Coz, M., & Detey, S. (2018). Automatically measuring L2 speech fluency without the need of ASR: A proof-of-concept study with Japanese learners of French. In *Nineteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH)* (pp. 2544–2548).
- Fontan, L., Le Coz, M., & Kondo, M. (2019). Building an ASR-free automatic tool for measuring the speech fluency of Japanese learners of English. Présenté au *9th International Symposium of the Acquisition of Second-Language Speech (NEW SOUNDS)*, Tokyo, Japan.
- Clough, S., & Gordon, J. K. (2020). Fluent or nonfluent? Part A. Underlying contributors to categorical classifications of fluency in aphasia. *Aphasiology*, 34(5), 515–539.
- Goodglass, H., Kaplan, E., & Barresi, B. (2001). *Boston diagnostic aphasia examination* (3rd ed.). Lippincott, Williams & Wilkins.
- Gordon, J. K., & Clough, S. (2022). How do clinicians judge fluency in aphasia? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 65(4), 1521–1542.
- Kerschensteiner, M., Poeck, K., & Brunner, E. (1972). The fluency–non fluency dimension in the classification of aphasic speech. *Cortex*, 8(2), 233–247.
- Mazaux, J.-M., & Orgogozo, J.-M. (1982). *Échelle d'évaluation de l'aphasie HDAE (adaptation française du Boston Diagnosis Aphasia Examination, H. Goodglass & A. Kaplan, 1972)*. Editions
- Sahraoui, H., Martinez-Ferreiro, S., & Nowakowska, A. (2022). *AADI : Aphasie et Analyse du Discours en Interactions : constitution de bases de données et nouvelles méthodes d'exploitation. Manuel d'instructions : méthodologie de recueil, transcription et codage des données*. Université de Toulouse Jean-Jaurès & Université Paul Valéry Montpellier 3. Retrieved from: <https://hal-cnrs.archives-ouvertes.fr/hal-03913435> Scientifiques et Psychologiques.