



Combinaison d'estimateurs
pour la caractérisation automatique de la fluence
d'apprenants japonais de FLE

L. Fontan (Archean Labs),

M. Le Coz (Archean Labs), S. Detey (Université Waseda)

Journées iPFC, Paris, mardi 28 novembre 2017

Plan de l'exposé

- Introduction
 - Fluence en L2
 - Mesure automatique de la fluence en L2
- Développement d'un outil d'analyse automatique
 - Annotations perceptives
 - Mesures automatiques
- Résultats : corrélations et régressions
- Perspectives

Introduction

La fluence en L2

- Définition proposée par le TLFi :

The screenshot shows the CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales) website interface. The search bar contains the word 'fluence'. The results display the following information:

Entrez une forme fluence options d'affichage catégorie : toutes

FLUENCE, subst. fém.

Action de couler, mouvement de ce qui coule. (Dict. XIX^e et XX^es.).
 - *Au fig. La seule fluence des phrases dénouera sans effort la situation* (VALÉRY, *Corresp.*[avec Gide], 1897, p. 283).

Prononc. : [flyɑ̃ːs]. **Étymol. et Hist.** 1801 (S. MERCIER, *Néol.*, t. 1, p. 272). Empr. au b. lat. *fluentia* « écoulement ».

La fluence en L2

- Définition proposée par L. Baqué (2016: 251) :

« Bien que difficile à définir, cette notion est associée à une impression globale d'authenticité et rend compte de la facilité de **planification** et de **formulation** du discours.

Elle se manifeste au niveau **prosodique** par des productions **sans interruptions déviantes** »

Mesure automatique de la fluence en L2

- Etudes de Cucchiarini, Strik, & Boves (2000; 2002)

	Read speech all-RS [60]	Spontaneous speech	
		RBL [28]	RIL [29]
Articulation rate	0.83**	0.07	0.05
Rate of speech	0.92**	0.57**	0.39*
Phonation/time ratio	0.86**	0.46**	0.39*
Mean length of runs	0.85**	0.49**	0.65**
Mean length of silent pauses	-0.53**	-0.08	-0.01
Duration of silent pauses p/m	-0.84**	-0.45**	-0.40*
Number of silent pauses p/m	-0.84**	-0.33*	-0.49**
Number of filled pauses p/m	-0.25	-0.21	-0.21
Number of disfluencies p/m	-0.15	-0.07	-0.27

(Cucchiarini, Strik, & Boves, 2002)

Mesure automatique de la fluence en L2

- Etudes de Cucchiarini, Strik, & Boves (2000; 2002)

	Phonation/time ratio	Articulation rate	Number of pauses	Tot. duration of pauses	Mean length of pauses	Mean length of runs
Rate of speech	0.91	0.96	-0.87	-0.86	-0.71	0.88
Phonation/time ratio		0.75	-0.97	-0.96	-0.73	0.94
Articulation rate			-0.72	-0.71	-0.61	0.74
Number of pauses				0.97	0.63	-0.91
Tot. duration of pauses					0.67	-0.86
Mean length of pauses						-0.76

(Cucchiarini, Strik, & Boves, 2000)

Développement d'un outil d'analyse automatique

Corpus

- Sous-ensemble du corpus **CLIJAF** (Detey 2011-2019)
- **Texte du projet PFC** (Detey, Durand, Laks & Lyche 2016) lu par **huit apprenants** Japonais de FLE :
 - Equilibré en genre (4 hommes, 4 femmes)
 - Hétérogène en termes de niveau (de **A1 à B2**)
 - Quatre apprenants ont lu le texte dans le cadre d'une **étude longitudinale** (donc au total : **12 apprenants-niveau**)
 - Représente au total **248 phrases**

Démarche générale

- Annotation des phrases sur plusieurs dimensions :
 - **Fluence générale**
 - Dimensions plus précises :
 - A) **débit (vitesse)**
 - B) **régularité** du débit
 - C) **fluidité** des transitions phoniques
- Développement d'**estimateurs automatiques** pour les dimensions A, B et C
- **Prédiction de la fluence générale** à partir des estimateurs automatiques

Annotations perceptives

Dimension	Consigne et descripteurs
Fluence générale	Estimer la fluence générale de 1 à 5, 5 correspondant à la fluence d'un locuteur natif
Débit	Estimer le débit de 1 (lent) à 5 (aussi rapide qu'un natif parlant relativement vite)
Régularité	Estimer la régularité du débit (absence ou présence de variations dans le tempo) entre 1 et 5
Fluidité	Noter la fluidité des transitions entre phonèmes (coarticulation fluide, vs. parole "hachée" avec des transitions brutales entre sons de parole) entre 1 et 5

Annotations perceptives

- Corrélations entre les annotations de la fluence générale et les trois autres dimensions annotées :

Dimension	Corrélation avec la fluence générale (corrélacion par rangs de Spearman)
Débit	0,82***
Régularité	0,76***
Fluidité	0,87***

*** $P < 0,001$

Annotations perceptives

- **Prédiction** des annotations de fluence générale à partir des trois autres dimensions annotées :
- Calcul de **régression linéaire multiple** (méthode *pas à pas*)
- Résultats :
 - Le meilleur modèle donne un coefficient de corrélation de **0,91**
 - **Aucune des trois dimensions n'est exclue**

Annotations perceptives

- Prédiction des annotations de fluence générale à partir des trois autres dimensions annotées :

Dimension	Significativité	Apport à la prédiction (% coefficients standardisés)
Vitesse	$P = 0,000$	30,8 %
Régularité	$P = 0,000$	19,2 %
Fluidité	$P = 0,000$	50,0 %

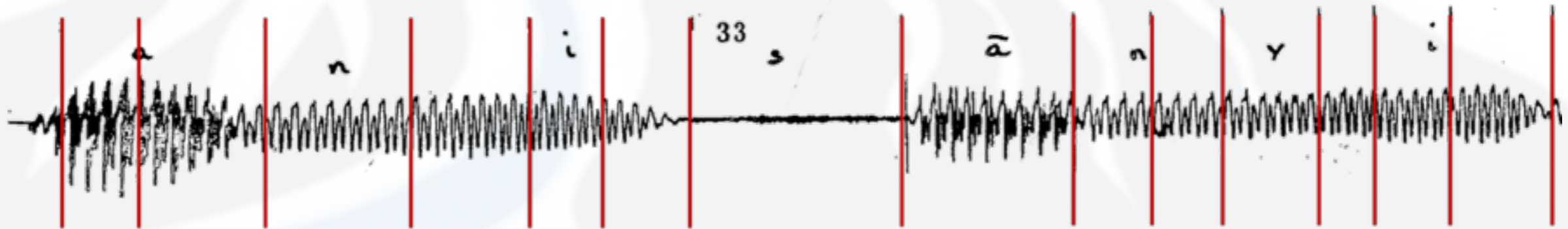
Estimateurs automatiques

- Variables indépendantes envisagées pour la prédiction de la fluence :
 - Débit
 - Régularité* } Mesures sur segments sub-phonémiques issus de calculs de divergence *Forward-Backward* (André-Obrecht, 1988)
 - Fluidité des transitions phoniques* → Suivi de formants
 - Durée moyenne des pauses silencieuses
 - Écart-type de la durée des pauses silencieuses
 - Pourcentage de parole (vs. silence)

*prédicteur absent des études de Cucchiarini, Strik, & Boves (2000, 2002)

Estimateurs automatiques

- Segmentation par Divergence Forward-Backward (SDFB) : découper le signal en zones homogènes



(André-Obrecht, 1988)

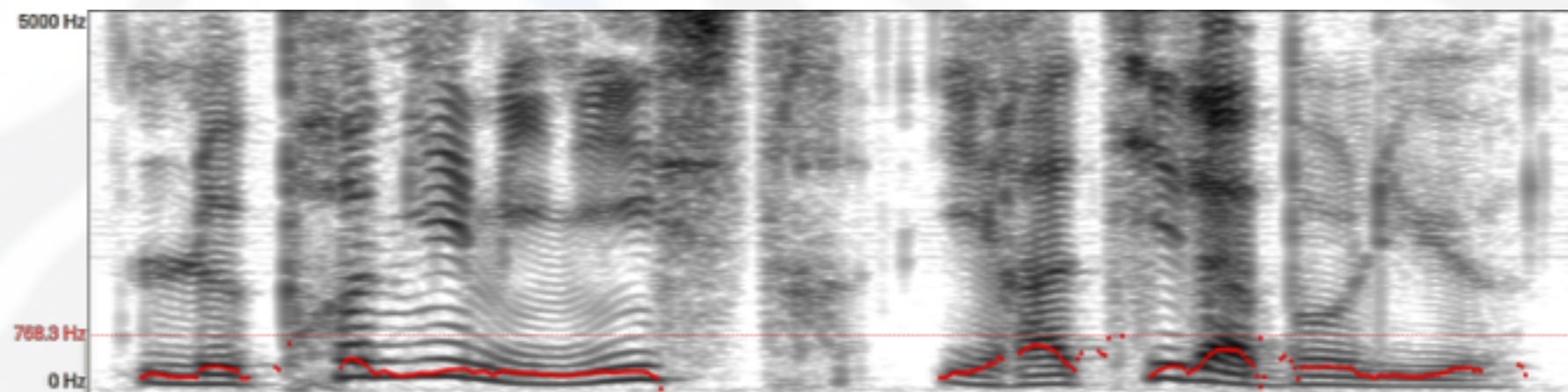
- ➔ Permet de récupérer des informations de débit et de régularité des segments

Estimateurs automatiques

- Suivi de formants
- Hypothèse : une mauvaise planification du discours entraîne des transitions formantiques abruptes

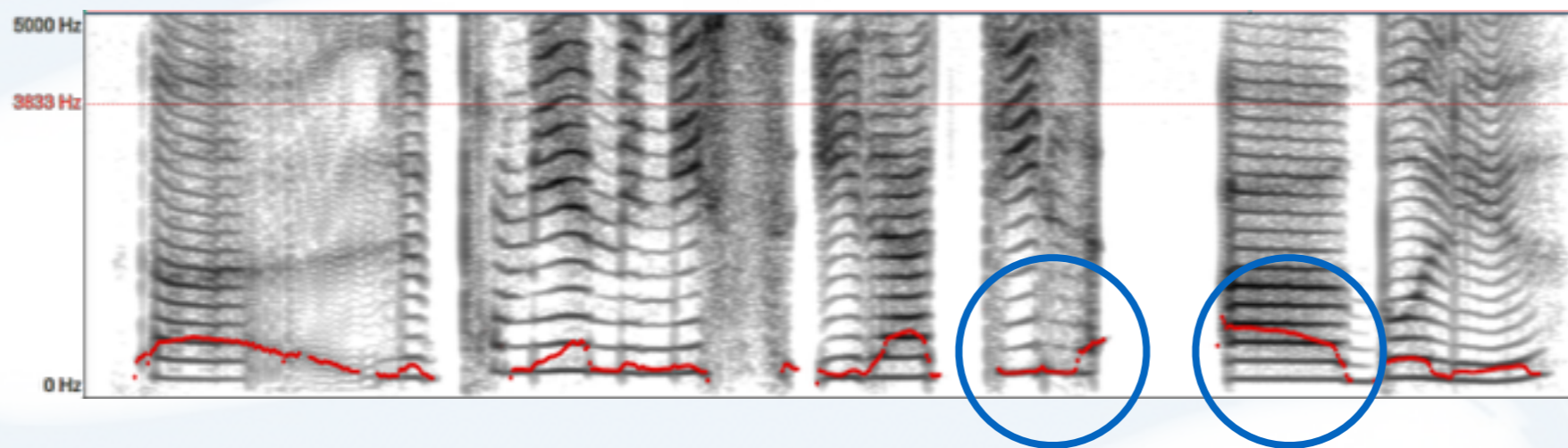
Estimateurs automatiques

- Suivi de formants



Natif

« Le premier ministre ira-t-il à Beaulieu ? »



Apprenant

Estimateurs automatiques

- Suivi de formants
- ➔ Calcul de **l'écart-type des dérivées formantiques** comme indicateur de la fluidité des transitions phoniques

Résultats

Corrélations bivariées

- Corrélations entre les annotations de la fluence générale et les trois autres dimensions annotées :

Estimateur	Corrélation avec les annotations (corrélation de Pearson)
Débit	0,71***
Régularité	-0,64 ***
Fluidité	-0,26***

*** $P < 0,001$

Régression linéaire multiple

- **Variable dépendante** : annotations de fluence générale
- **Variables indépendantes** :
 - Estimateurs de débit, régularité et fluidité
 - % parole / silence
 - Durée moyenne des pauses silencieuses
 - Écart-type de la durée des pauses silencieuses
- **Méthode** : régression *pas à pas*

Régression linéaire multiple

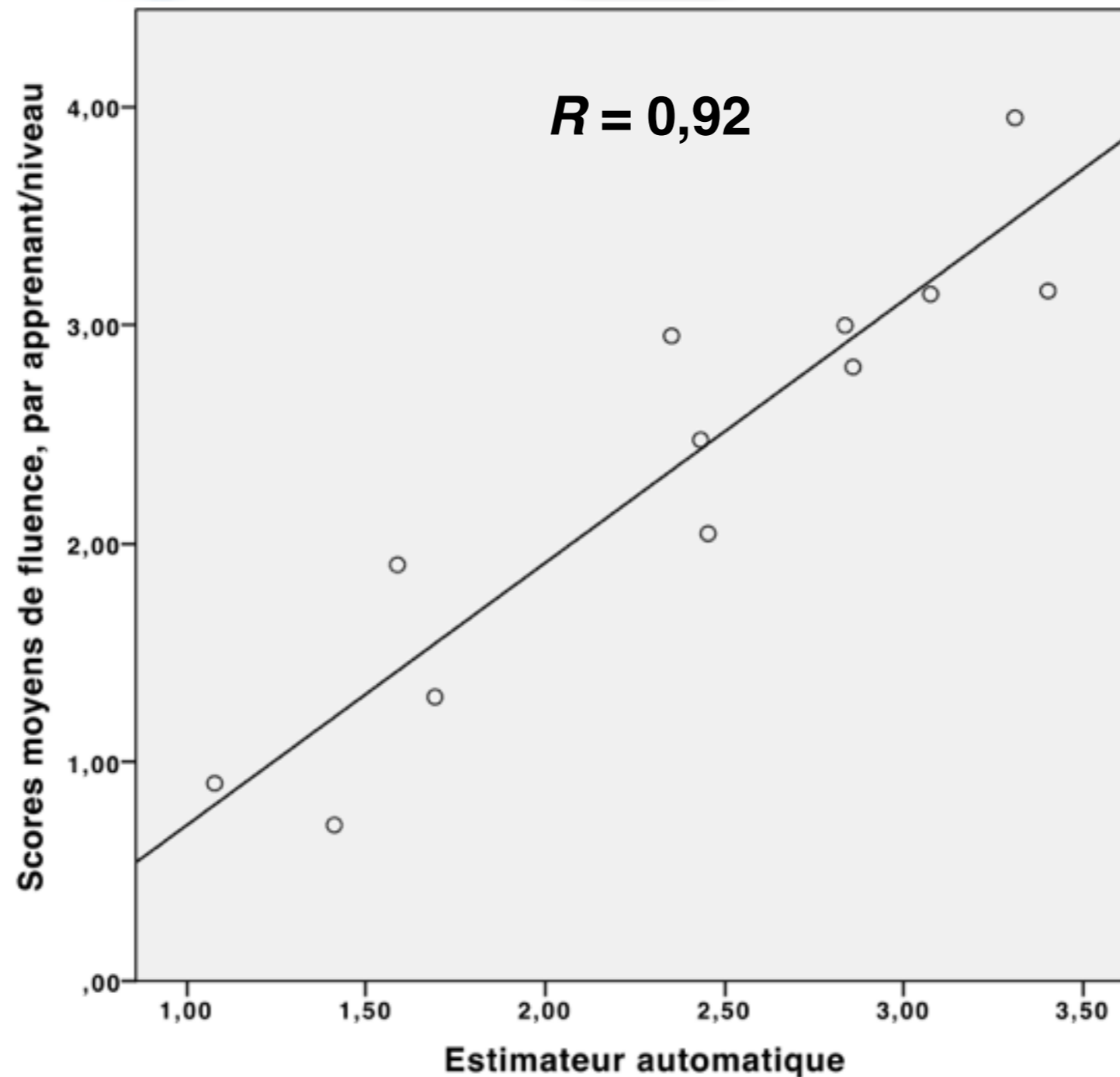
- ➔ Le meilleur modèle donne un coefficient de corrélation de **0,78** avec les annotations (sur 248 phrases)
- ➔ La **durée moyenne des pauses est écartée** du modèle (corrélation avec % parole : $r = -0,66^{***}$)

Régression linéaire multiple

- ➔ Le meilleur modèle donne un coefficient de corrélation de **0,78** avec les annotations (sur 248 phrases)

Variable	Significativité	Apport à la prédiction (% coefficients standardisés)
Est. débit	$P = 0,000$	46,0 %
Est. régularité	$P = 0,002$	18,3 %
Est. fluidité	$P = 0,001$	12,5 %
E.-T. pauses	$P = 0,009$	12,5 %
% parole	$P = 0,039$	10,7 %

Projection sur les 12 apprenants / niveaux



Perspectives

Perspectives

- **Recherche**

- Renforcement des annotations perceptives
- Ajout d'un suivi des deuxième et troisième formants
- Étude de l'impact du nombre de phrases considérées par apprenant sur le coefficient de corrélation

- **Développement**

- Intégration à un outil d'entraînement à la prononciation assisté par ordinateur

Références

André-Obrecht, R. (1988). A new statistical approach for automatic speech segmentation. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Signal Processing*, 36(1), 29-40.

Baqué, L. (2016). La prononciation des apprenants de FLE et la prosodie. In S. Detey, I. Racine, Y. Kawaguchi & J. Eychenne (éds), *La prononciation du français dans le monde: du natif à l'apprenant*. Paris: CLE international, 251-256.

Cucchiarini, C., Strik, H., & Boves, L. (2002). Quantitative assessment of second language learners' fluency: Comparisons between read and spontaneous speech. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111(6), 2862-2873.

Cucchiarini, C., Strik, H., & Boves, L. (2000). Quantitative assessment of second language learners' fluency by means of automatic speech recognition technology. *Journal of the Acoustical Society of America*, 107(2), 989-999.

Detey, S. (2011-2019). *Projet CLIJAF: corpus longitudinal interphonologique de Japonais apprenants de français*. Projets Kakenhi (B) n°23320121 & n°15H03227. Japanese Society for the Promotion of Science.

Detey, S., Durand, J., Laks, B. & Lyche, C. (éds) (2016). *Varieties of Spoken French*. Oxford: OUP.



Merci pour votre attention !

Suivez le projet

« CAPT-L2 — Computer-Assisted Pronunciation Training »

sur

ResearchGate