



**HAL**  
open science

# Etude des indices acoustiques des consonnes plosives du français par corrélation inverse

Géraldine Carranante, Léo Varnet

► **To cite this version:**

Géraldine Carranante, Léo Varnet. Etude des indices acoustiques des consonnes plosives du français par corrélation inverse. Journées Perception Sonore de l'IRCAM, Nov 2023, Paris, France. hal-04291710

**HAL Id: hal-04291710**

**<https://hal.science/hal-04291710>**

Submitted on 17 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Etude des indices acoustiques des consonnes plosives du français par corrélation inverse

Géraldine Carranante<sup>1</sup>, Léo Varnet<sup>1</sup>

Contact: geraldine.carranante@ens.psl.eu

<sup>1</sup> Laboratoire des Systèmes Perceptifs, Département d'Études Cognitives, École Normale Supérieure, PSL Research University, CNRS, Paris, France.

## Introduction

Les **indices acoustiques** des sons de paroles sont les caractéristiques fines de ces sons qui permettent aux auditeurs de les identifier, ce qui constitue une étape indispensable à la compréhension du langage parlé.

Jusqu'à récemment, les méthodes utilisées nécessitaient de manipuler artificiellement les stimuli pour isoler les indices présumés [1-4]. Par contraste, la **méthode de corrélation inverse** permet d'utiliser un son naturel de parole et d'explorer l'utilisation d'indices sur l'ensemble du spectre fréquence-temps de ces sons.

Nous appliquons cette méthode à l'étude des **consonnes plosives du français**, à savoir /b, d, g, p, t, k/, ce qui nous permet d'étudier les indices associés à deux traits phonétiques : la place d'articulation et le voisement.

## Méthode : Corrélation inverse

• Tâche de discrimination auditive sur des paires de sons

• Superposition d'un bruit aléatoire sur les sons, essai-par-essai. Sur certains essais, le bruit masque des indices nécessaires à la réalisation de la tâche et affecte la réponse du participant. La relation systématique des bruits et des réponses est extraite et présentée sous forme d'image de classification auditive (ACI).

• Une **ACI** montre les zones spectrotemporelles d'un son utilisées par le participant lors de l'exécution de la tâche de discrimination, et met ainsi en évidence sa **stratégie d'écoute**.

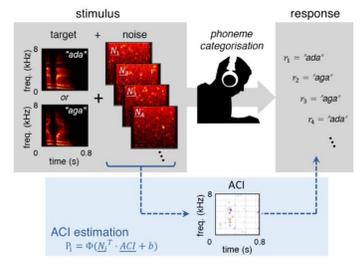


Fig. 1 : Schéma d'illustration de la méthode

## Méthode : Expérience

- 7 contrastes entre 6 logatomes VCV construits avec les plosives du français et la voyelle A.
- Les consonnes plosives se différencient par deux traits phonétiques : la **place d'articulation** et le **voisement**.
- 7 participants par contraste, normo-entendants et locuteurs natifs du français.
- 4000 essais par participant et par contraste

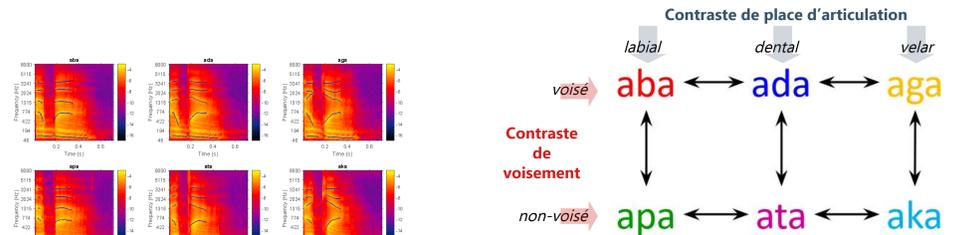
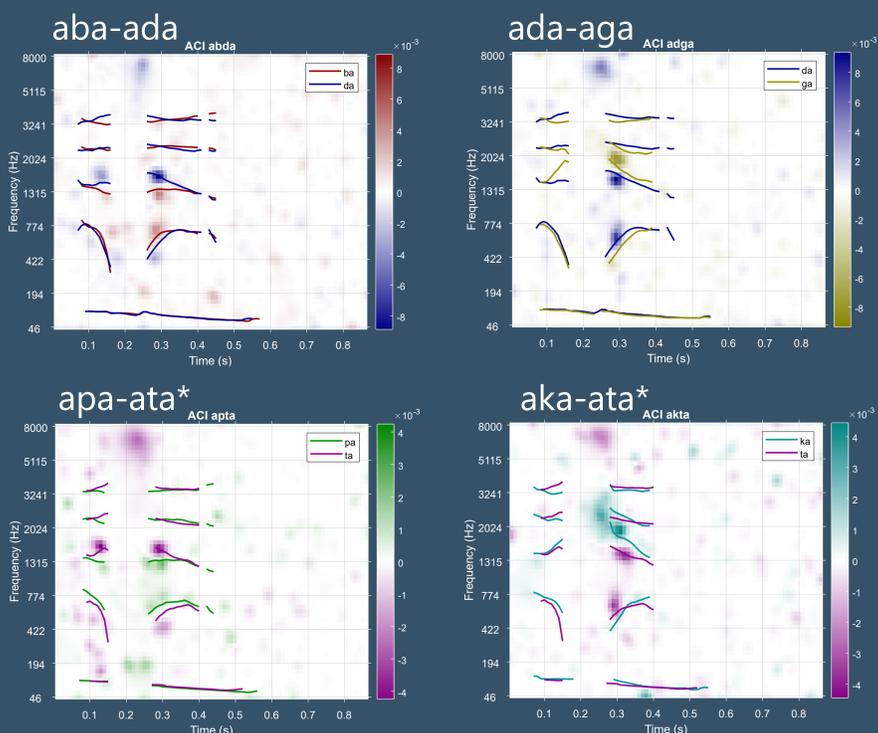


Fig 2 : spectrogramme des 6 logatomes-cible

Fig. 3 : Organisation des consonnes plosives du français en deux traits phonétiques

## Indices des contrastes de place

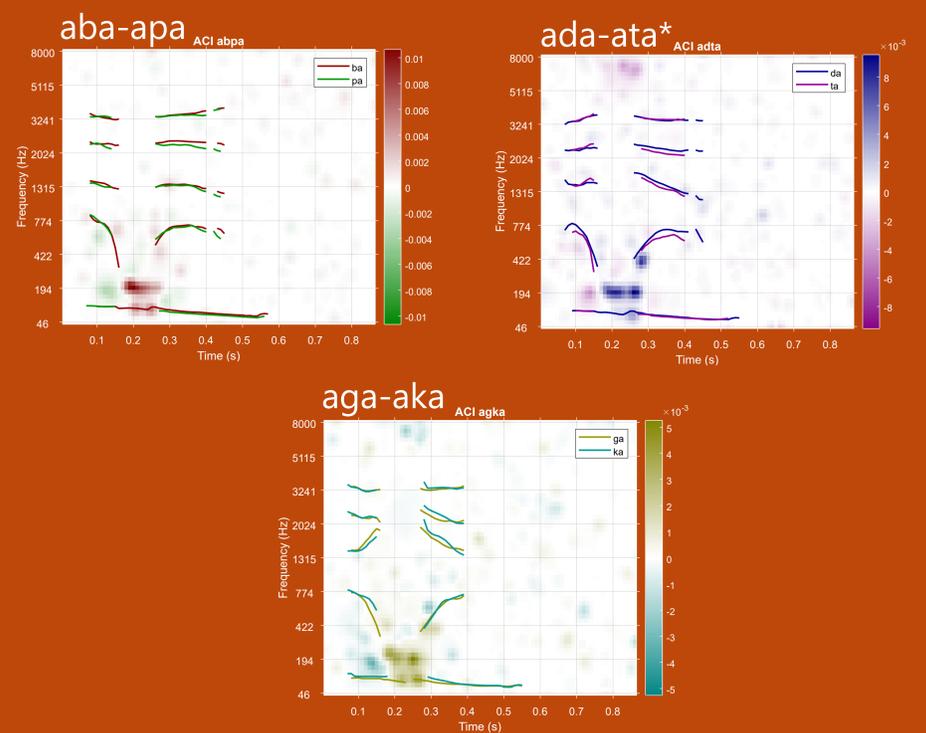


- Fréquence d'attaque de F2
- Burst haute-fréquence de désocclusion
- Fréquence d'attaque de F1

Les indices de contrastes sont principalement des **indices fréquentiels**. Les indices sur F2 et le burst ont déjà été identifiés dans la littérature sur de la parole synthétique [1-3]. En revanche, **l'indice sur F1 est plus rarement mentionné** [4,5]. Il a cependant déjà été identifié dans les précédentes études revcorr sur le contraste aba-ada [6,7].

\* contrastes pour lesquels il n'y a que 6 ACI agrégées au lieu de 7, les 3 derniers participants étant en cours de passage.

## Indices des contrastes de voisement



- « Barre de voisement » sur f0, correspondant à la première et deuxième harmonique de f0 pendant l'intervalle intervocalique
- Faible indice sur la fréquence d'attaque de F1

Les indices de voissements sont principalement des **indices temporels**. Il est connu que les plosives voisées ont des attaques de F1 à plus basse fréquence que les non-voisées [8], mais peu d'études montrent l'utilisation de cette information comme indice acoustique [9]. Enfin, on peut noter l'absence d'autres indices identifiés dans la littérature comme la fréquence de l'attaque de f0 ou un burst haute fréquence [8,10].



## Aidez-nous à résoudre l'énigme de la variabilité !

La méthode de corrélation inverse met en évidence les stratégies d'écoute **individuelles** des participants. Pour un même contraste, les participants utilisent individuellement plusieurs indices, ce qui montre que **les indices sont utilisés de manière redondante**.

Cependant, tous les participants n'utilisent pas les mêmes indices pour une même tâche. Cela signifie qu'ils n'ont pas tous la même stratégie d'écoute alors que tous les participants sont normo-entendants et locuteurs natifs du français. **Comment expliquer cette variabilité ?**

Nous souhaitons orienter nos prochaines recherches vers l'étude de cette variabilité. Vous pouvez regarder les ACI individuelles des participants en cliquant sur ce lien ou en flashant le QR-code.

## References :

- [1] F. Li, A. Menon, and J. B. Allen, "A psychoacoustic method to find the perceptual cues of stop consonants in natural speech," JASA, 127, pp. 2599-2610, Apr. 2010.
- [2] A. M. Liberman, P. C. Delattre, and F. S. Cooper, "The role of selected stimulus-variables in the perception of the unvoiced stop consonants," AJP, 65, pp. 497-516, Oct. 1952.
- [3] A. M. Liberman, P. C. Delattre, F. S. Cooper, and L. J. Gerstman, "The role of consonant-vowel transitions in the perception of the stop and nasal consonants," Psychological Monographs: General and Applied, 68 : 8, pp. 1-13, 1954.
- [4] P. C. Delattre, A. M. Liberman, and F. S. Cooper, "Acoustic Loci and Transitional Cues for Consonants," JASA, 27, pp. 769-773, June 1955.
- [5] A. Alwan, J. Jiang, and W. Chen, "Perception of Place of Articulation for Plosives and Fricatives in Noise," Speech communication, 53, pp. 195-209, Feb. 2011.
- [6] A. Osses and L. Varnet, "A microscopic investigation of the effect of random envelope fluctuations on phoneme-in-noise perception," Dec. 2022. doi: 2022.12.27.522040
- [7] L. Varnet, K. Knoblauch, W. Serniclaes, F. Meunier, and M. Hoem, "A Psychophysical Imaging Method Evidencing Auditory Cue Extraction during Speech Perception: A Group Analysis of Auditory Classification Images," PLoS ONE, vol. 10, p. e0118009, Mar. 2015.
- [8] L. Lisker, "Voicing" in English: A Catalogue of Acoustic Features Signaling /b/ Versus /p/ in Trochees," Language and Speech, 29, pp. 3-11, Jan. 1986. Publisher: SAGE Publications Ltd.
- [9] J. Benki, "Place of articulation and first formant transition pattern both affect perception of voicing in English," Journal of Phonetics, 29, pp. 1-22, Jan. 2001.
- [10] J. Schertz and E. J. Clare, "Phonetic cue weighting in perception and production," WIREs Cognitive Science, vol. 11, no. 2, p. e1521, 2020.

LSP Laboratoire des Systèmes Perceptifs

ENS École Normale Supérieure

PSL RESEARCH UNIVERSITY PARIS

Soutien financier : Le projet de recherche est soutenu par l'ANR "fastACI" (ANR-20-CE28-0004) ainsi que l'ANR "FrontCog" (ANR-17-EURE-0017), via le DEC de l'ENS.