

Synchronisation neuronale de la parole dans le vieillissement normal : étude du lien entre la perception du rythme de la parole et des ondes cérébrales

Nopère M.¹, Delvaux V.^{1,2}, Piccaluga M.¹, Roland V.¹, Huet K.¹

¹ Service de Métrieologie et Sciences du Langage, Faculté de Psychologie et Sciences de l'Éducation, Institut de Recherche en Sciences et Technologies du Langage, Institut de Recherche en Sciences et Technologies de la Santé, UMONS

² Fonds National pour la Recherche Scientifique

1. État de l'art

Vieillessement sain

- Le **vieillessement sain** s'accompagne de **difficultés de compréhension orale** (Wingfield & al. 2003, Kim & Ho, 2013)
- Ces difficultés de compréhension seraient entre autres **d'origine cognitive** (Dede & al., 2004; Crisculo & al., 2025)
- Ces difficultés sont **impactées par le débit de parole** du locuteur : les difficultés sont majorées lorsque le débit est plus rapide (Wingfield & al., 2003)
- Ces difficultés résident dans le **traitement des informations rythmiques** des stimuli auditifs (Crisculo & al., 2025)

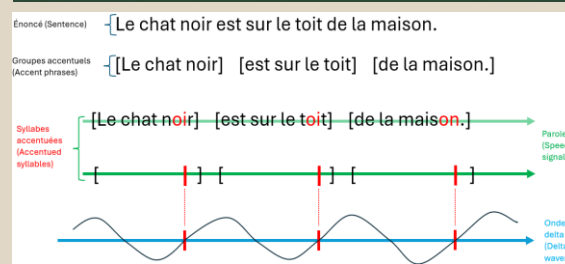
Découpage de la parole et indices rythmiques

- Le découpage de la parole est **nécessaire au traitement cognitif** de celle-ci (Gilbert, 2012)
- Le découpage en **unités rythmiques** : les **groupes accentuels (GA)** (Martin, 2018)
- Un **GA** contient entre 1 et 11 syllabes. (Martin, 2018)
- Les **GA** contiennent un indice rythmique en fin de groupe : **la syllabe accentuée (SA)** (Martin, 2018)

Ondes cérébrales

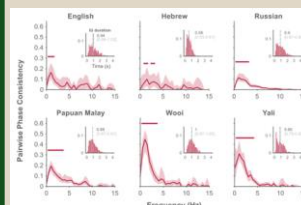
- Les **ondes delta** sont impliquées dans le traitement cognitif de l'enveloppe sonore de la parole (Doelling & al., 2014)
- La durée des **GA** correspond à la période d'oscillation des ondes delta lentes : 0,5 à 2 Hz (Martin, 2017)
- Les unités d'entrée au niveau phrasal sont réalisées à la fréquence d'oscillation des ondes delta
 - Séquences de chiffre : 1,8 Hz (Rimmele & Poeppel, 2021)
 - Unités intonatives : 1 à 1,5 Hz (Inbar & al., 2020, 2025 ; 25 langues étudiées)
- Chaque fin de GA est marquée par un potentiel évoqué spécifique (ERP) : « closure positif shift » (CPS) (Gilbert, 2012)

2. Focus sur la synchronisation groupes accentuels et ondes cérébrales



Le **phrasé** : découpage d'un énoncé en unités rythmiques (GA) dans la fenêtre delta, (Martin, 2023)
→ est impacté par le débit

La synchronisation GA-ondes delta est maintenue tant que le phrasé et la longueur des GA le permet (contrainte temporelle : nombre de syllabes maximale des GA)

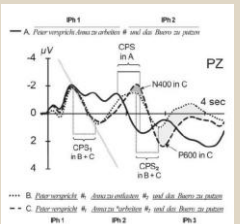


Pairwise Phase Consistency (PPC) :

Analyses de **cohérence de phase « point-champ »** pour étudier la synchronisation syllabe accentuée – ondes delta (Vink & al., 2010; Inbar & al., 2020)

Closure Positif Shift (CPS) :

Analyses du **CPS** pour identifier la fin des unités rythmiques (Steinhauer & Friederici, 2001; Gilbert, 2012)



3. Question de recherche

Le déficit de perception chez les personnes âgées observable dans un contexte de vieillissement sain est-il conséquent à un phénomène de désynchronisation entre les indices rythmiques du signal de parole et les ondes delta ?

4. Hypothèses

Hypothèse 1 : chez les auditeurs plus âgés, à l'écoute d'une phrase dont le débit de parole est accéléré, il y a une **désynchronisation entre les indices rythmiques de la parole perçus (syllabe accentuée terminale des GA) et les ondes cérébrales delta lentes (1 Hz à 1,8 Hz)**. Lorsque le débit de parole augmente, les personnes âgées présentent un indice de PPC plus faible dans la bande de fréquence cible : 1 à 1,8 Hz (low delta).

Hypothèse 2 : chez les auditeurs plus âgés, à l'écoute d'une phrase dont le débit de parole est accéléré, la **difficulté de perception des indices rythmiques de la parole réduit la capacité de segmentation de l'énoncé** (découpage au niveau phrasal) et donc **d'encodage en mémoire de travail**. Lorsque le débit de parole augmente, les personnes âgées présentent des CPS moins nombreux et moins précis.

5. Méthodologie

5.1 Population

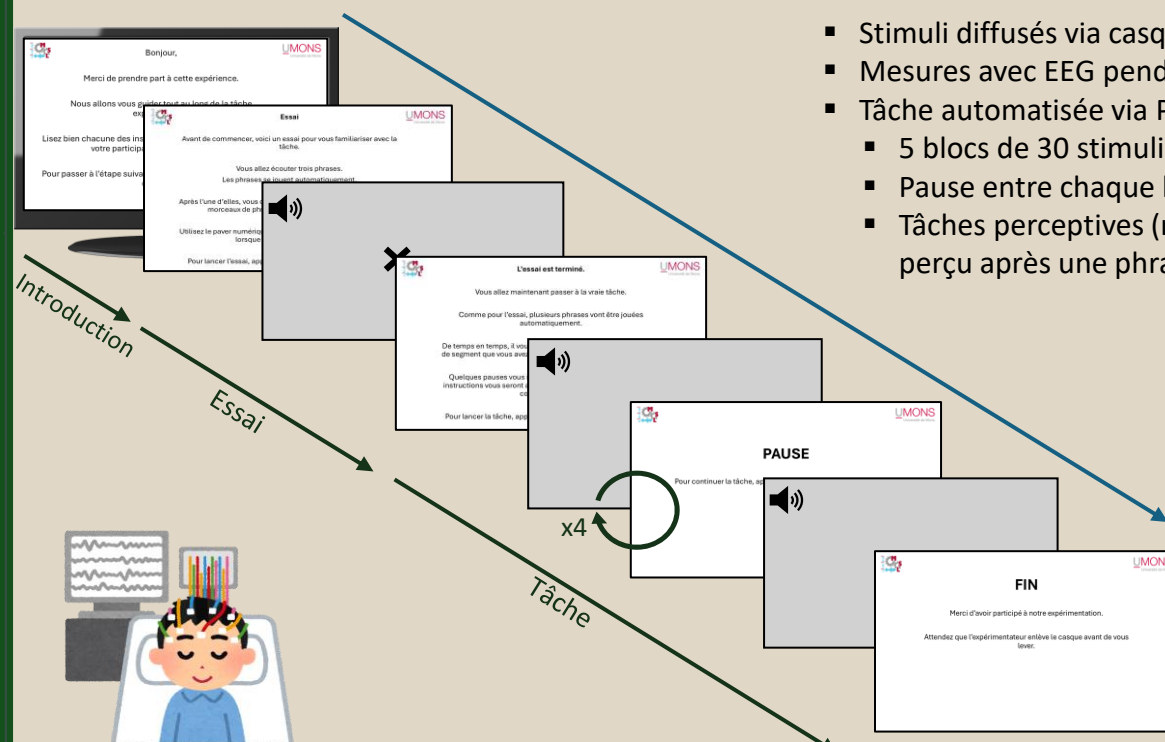
Jeunes adultes sains VS Adultes vieillissants sains

- 1 groupe
- 20 à 30 ans
- Tout venants
- N = 60
- 3 groupes décanaux :
 - 50-59; 60-69; 70-79 ans
- Tout venants
- N = 20 par groupe

5.2 Stimuli

- Total de 150 phrases déclaratives en français
 - 50 phrases déclinées en 3 conditions de débit
 - Débit neutre (n = 50) (~4 syll/s)
 - Débit accéléré x2 (n = 50)
 - Débit accéléré x3 (n = 50)
- Émotionnellement neutres
- Locuteur masculin
- 3 groupes accentuels par phrase en débit neutre
- Normalisation des pauses inter GA à 250 ms (débit normal)

5.3 Protocole

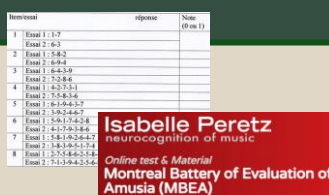


1. Anamnèse

2. Contrôle exécutif : MDT – Inhibition (modalité auditive) – rythme/temporalité

3. Tâche EEG :

- Stimuli diffusés via casque audio
- Mesures avec EEG pendant l'écoute (Brain Products – 64 électrodes)
- Tâche automatisée via PsychoPy :
 - 5 blocs de 30 stimuli (ordre pseudo aléatoire) (+ 1 essai tuto)
 - Pause entre chaque bloc
 - Tâches perceptives (maintien de l'attention) : nombre de « morceaux » perçu après une phrase (pseudo aléatoire)



6. Analyses et résultats

In Progress ...



Bibliographie

- Crisculo, A., Schwartz, M., Bonetti, L., & Kotz, S. A. (2025). Aging Impacts Basic Auditory and Timing Processes. *European Journal Of Neuroscience*, 61(5). <https://doi.org/10.1111/ejn.70031>
- DeDe, G., Caplan, D., Kemtes, K., & Waters, G. (2004). The Relationship Between Age, Verbal Working Memory, and Language Comprehension. *Psychology And Aging*, 19(4), 601-616. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.4.601>
- Doelling, K. B., Arnal, L. H., Ghizta, O., & Poeppel, D. (2013). Acoustic landmarks drive delta-theta oscillations to enable speech comprehension by facilitating perceptual parsing. *NeuroImage*, 85, 761-768. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.06.035>
- Duez, D. (1982). Silent and Non-Silent Pauses in Three Speech Styles. *Language And Speech*, 25(1), 11-28. <https://doi.org/10.1177/002383098202500102>
- Gilbert, A. (2012, 1 mars). Le découpage perceptif de la parole : sur la nature du groupement temporel et son effet sur la mémoire immédiate. <https://umonts.sciences.ca/items/a6963a70-9b02-4fe9-81c3-a227e5f6c4de>
- Inbar, M., Grossman, E., & Landau, A. N. (2020). Sequences of Intonation Units form a ~ 1 Hz rhythm. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72739-4>
- Inbar, M., Genzer, S., Perry, A., Grossman, E., & Landau, A. N. (2023). Intonation Units in spontaneous speech evoke a neural response. *bioRxiv* (Cold Spring Harbor Laboratory). <https://doi.org/10.1101/2023.01.26.525707>
- Kim, B. J., & Oh, S. (2013). Age-Related Changes in Cognition and Speech Perception. *Korean Journal Of Audiology*, 17(2), 54. <https://doi.org/10.7874/kja.2013.17.2.54>
- Martin, P. (2018). Intonation, structure prosodique et ondes cérébrales : Introduction à l'analyse prosodique. ISTE Group.
- Martin, P. (2023). De la naissance du syntagme au groupe accentuel et à la structure prosodique. *Travaux de Linguistique*, n° 84-85(1), 73-89. <https://doi.org/10.3917/tl.084.0073>
- Rimmele, J. M., Poeppel, D., & Ghizta, O. (2021). Acoustically Driven Cortical Oscillations Underpin Prosodic Decoding. *eNeuro*, 8(4), ENEURO.0562-20.2021. <https://doi.org/10.1523/eneuro.0562-20.2021>
- Steinhauer, K., & Friederici, A. D. (2001). Prosodic boundaries, comma rules, and brain responses : the closure positive shift in ERPs as a universal marker for prosodic phrasing in listeners and readers. *Journal Of Psycholinguistic Research*, 30(3), 267-295. <https://doi.org/10.1023/a:1010443001646>
- Vinck, M., Van Wingerden, M., Womelsdorf, T., Fries, P., & Pennartz, C. M. (2010). The pairwise phase consistency : A bias-free measure of rhythmic neuronal synchronization. *NeuroImage*, 51(1), 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.01.073>
- Wingfield, A., Peelie, J. E., & Grossman, M. (2003). Speech Rate and Syntactic Complexity as Multiplicative Factors in Speech Comprehension by Young and Older Adults. *Aging Neuropsychology And Cognition*, 10(4), 310-322. <https://doi.org/10.1076/aneec.10.4.310.28974>