



CNRS - INP - UT3 - UT1 - UT2J

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse



Mesure de l'altération de la communication par analyses automatiques de la parole spontanée après traitement d'un cancer oral ou oropharyngé : *état des lieux et perspectives*

Mathieu Balaguer

Journées d'Études sur la Parole – JEP 2022 – Île de Noirmoutier

13 juin 2022

Co-directeur de thèse :

Julien Pinquier MCF, HDR

Co-directrice de thèse :

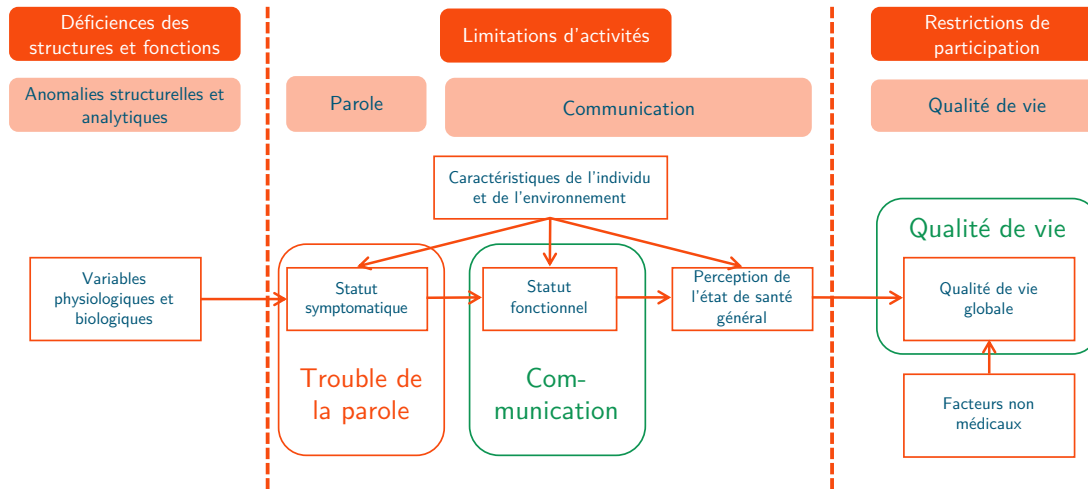
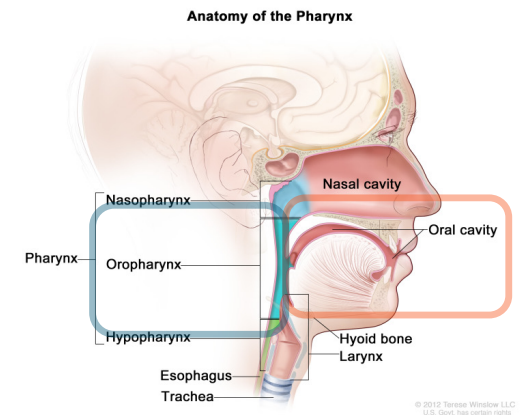
Virginie Woisard MD, HDR

Encadrant :

Jérôme Farinas MCF

Cancers oraux / oropharyngés et trouble de parole

- Cancer de la cavité buccale et de l'oropharynx (Santé publique France, 2019)
 - Impact sur les capacités de parole des patients (Mlynarek et al., 2008)
 - Importance de s'intéresser aux conséquences du trouble de parole dans la vie quotidienne



Modèle de Wilson (Wilson et al., 1995), avec CIF (OMS, 2001)

Objectif

Objectif

Mesurer l'altération de la communication par analyses automatiques de la parole spontanée après traitement d'un cancer oral ou oropharyngé

Verrous

1. Mesure de l'impact du trouble de parole sur la communication
2. Mesure du trouble de parole
3. Prise en compte des facteurs associés au trouble de parole, à la communication et à la qualité de vie
4. Prédiction de l'altération de la communication au moyen d'indicateurs mixtes

Partie 1

État de l'art / Revue systématique de littérature

Partie 2

Conception et constitution du corpus

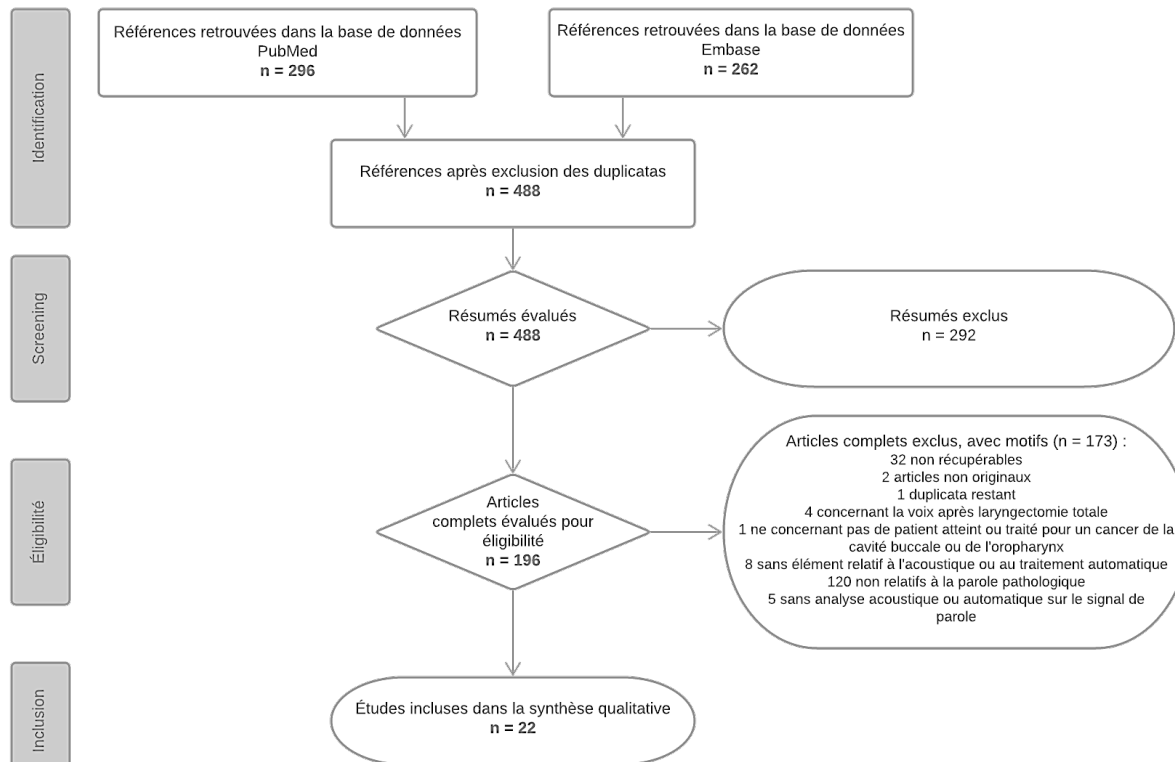
Partie 3

Analyses automatiques de la parole spontanée

Partie 4

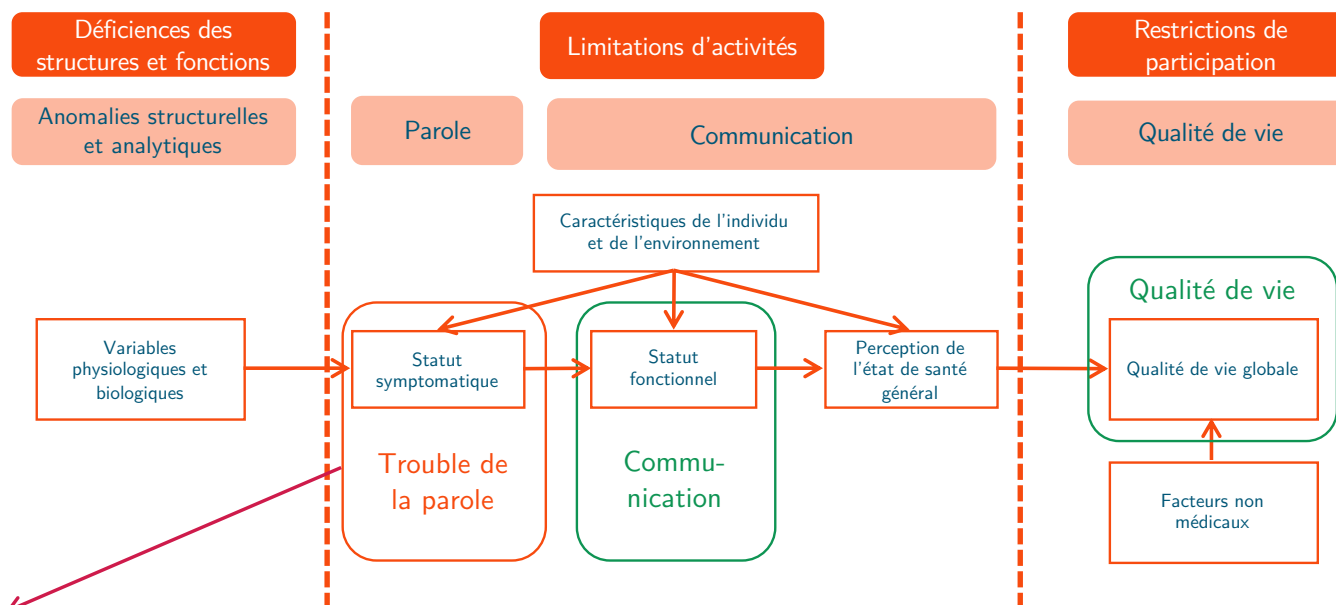
Prédiction de l'altération de la communication

État de l'art par revue systématique de littérature



- Revue réalisée selon les recommandations PRISMA (Balaguer et al., 2020b)
 - (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)
- **22** articles retenus
 - Principalement analyses sur des phonèmes isolés (14/22)
 - Analyses acoustiques sur voyelles (9/14) > consonnes (5/14)
 - Conclusion
 - Tâches peu écologiques
 - Surtout mesures de bas niveau

Corpus : conception et constitution



- Enregistreur numérique
 - Micro serre-tête à 6 cm de la bouche du sujet
- Entretien semi-dirigé

▪ Autoquestionnaires

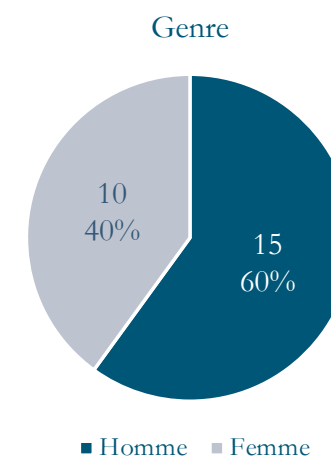
- Communication
- Facteurs associés
- Qualité de vie

Corpus : participants

Critères d'inclusion	Critères de non inclusion
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adultes ▪ Francophones natifs ▪ Traités pour un cancer de la cavité buccale ou de l'oropharynx depuis plus de 6 mois ▪ En rémission clinique depuis plus de 6 mois 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Patients fatigables ▪ Autre pathologie responsable d'un trouble de la parole ▪ Présence de troubles cognitifs

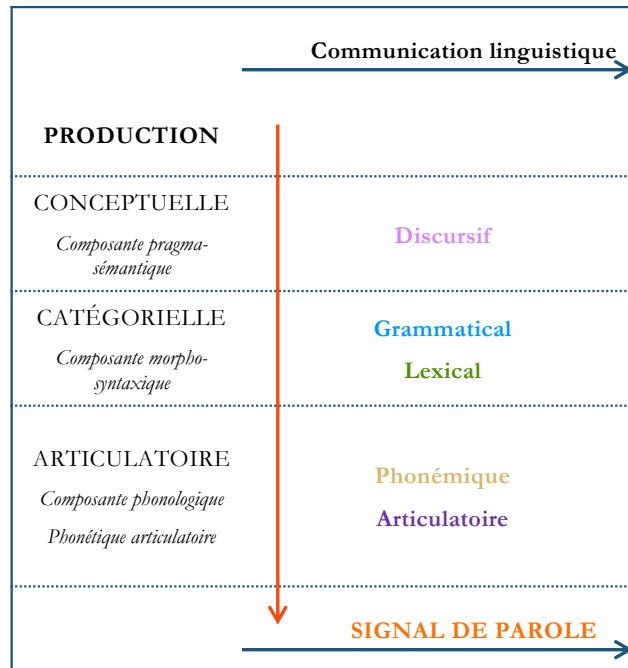
▪ 25 sujets inclus

- Tous niveaux de sévérité du trouble de parole



Analyses automatiques de la parole spontanée : vue générale

(Caron, 1989, cité par François et al., 2011)



The top part shows a waveform of the sentence « non j'appelle pas souvent » with vertical blue lines marking word boundaries. Below the waveform are several analysis boxes:

- Signal de parole (Praat):**
 - Macrovariabilité de l'intensité et de F0
 - Spectre : pente et inclinaison de la courbe
 - Cepstre : prédominance du pic cepstral lissé
- Articulatoire – Phonétique articulatoire:**
 - Mesures temporelles de durée de parole (WebRTC-VAD, Praat)
 - Débit de parole et d'articulation (Praat)
 - Segments vocaliques (Speechtools)
- Articulatoire – Composante phonologique (TDNNF-HMM):**
 - Inventaire phonémique
 - Score de confiance
- Composante morpho-syntaxique – Lexical (TDNNF-HMM):**
 - Inventaire lexical
 - Scores de confiance
 - Caractéristiques lexicales (lexique.org)
 - Diversité et densité lexicales
- Composante morpho-syntaxique – Grammatical:**
 - Classes grammaticales (lexique.org)
 - Formes actives et supplémentaires (Iramuteq)
- Composante pragma-sémantique – Discursif:**
 - Analyse thématique (Iramuteq)
 - Analyse de sentiment (Microsoft Azure)

Arrows connect these analysis boxes to the corresponding levels in the linguistic communication diagram.

Composante phonologique



Reconnaissance des phonèmes

- Utilisation d'un système de reconnaissance automatique de la parole (Gelin et al., 2021)
- Architecture de type Time-Delay Neural Network factorisé ou TDNNf-HMM (Povey, 2018)
 - Basé sur Kaldi (Povey et al., 2011)

Entraînement

- Corpus Common Voice, septembre 2019 (parole typique) : <https://commonvoice.mozilla.org/fr>
 - 148 heures d'enregistrement de texte lu
 - 1 276 locuteurs (moyenne : 7 minutes d'enregistrement par locuteur)

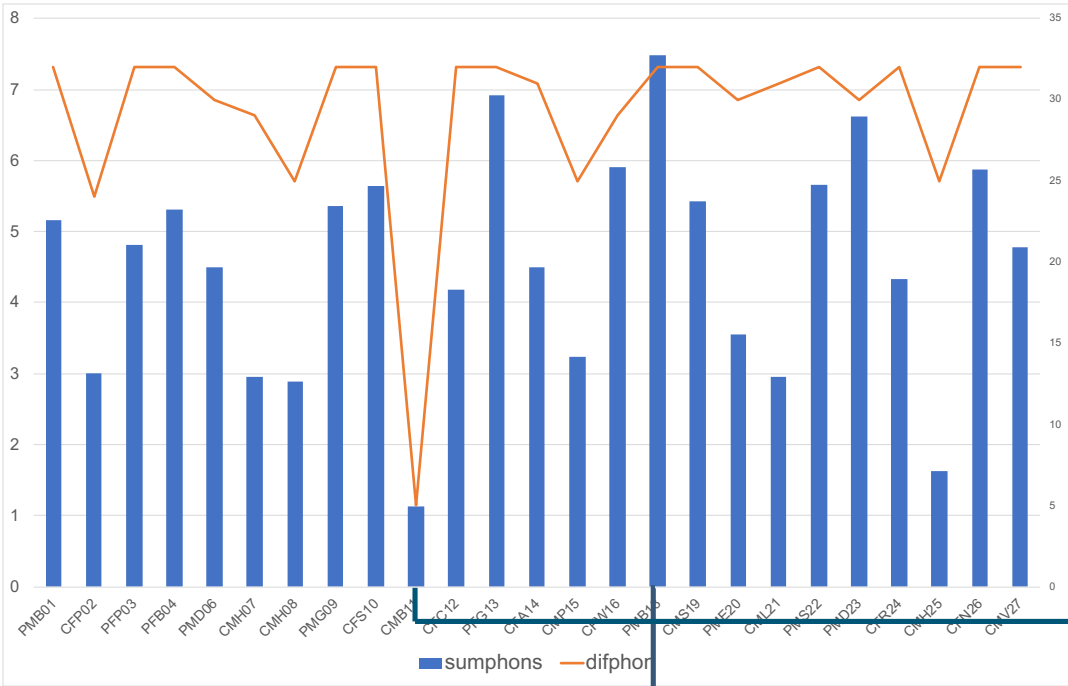
Décodage

- Segments de parole issus de WebRTC-VAD sur la tâche d'entretien semi-dirigé
- Détection parmi 33 phonèmes du français : 21 consonnes, 12 voyelles
- Score de confiance associé à chaque phonème par méthode Minimum Bayes Risk (Xu et al., 2011)
- Paramétrage pour traitement non optimisé du signal de parole

Composante phonologique



Phonème	Nombre d'occurrences
a	401
E	259
S	244
L	230
R	220
P	200
K	189
T	170
i	168
M	156
A~	151
E~	128
D	118
e	114
N	95
ZH	91
y	88
O	88
AE	86
V	82
F	68
J	65
u	51
B	45
o~	38
SH	28
Z	23
W	20
G	17
o	16
H	4
NJ	2



Phonème	Nombre d'occurrences
a	110
R	21
E~	8
A~	1
AE	1

Niveau morpho-syntaxique



- Reconnaissance des mots
 - Utilisation du même TDNNf-HMM au niveau lexical, mais avec quelques adaptations

Modèle triphone	Utilisation des fichiers complets	Choix du paramétrage
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prise en compte des enchaînements phonémiques du français 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limitation du travail du modèle de langage en cas d'utilisation des segments définis par WebRTC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évalué au moyen de la transcription d'une minute des fichiers du lot 1 et utilisation d'HTK 3.5 (Young et al., 2015) $Accuracy = \frac{(Mots\ correctement\ reconnus) - Insertions}{(Mots\ correctement\ reconnus) + Substitutions + Délétions}$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paramétrage retenu <ul style="list-style-type: none"> ▪ Meilleure accuracy (exactitude) = 15,49 % ▪ Plus faible taux d'erreurs mots = 84,51 %

Sélection des paramètres automatiques

Paramètres extraits



Paramètres
finaux



▪ Pertinence des paramètres

- Mesure d'un effet présent dans l'échantillon
 - Risque de biais limité
- Accessibilité d'interprétation (comité d'experts)

▪ Non redondance des paramètres

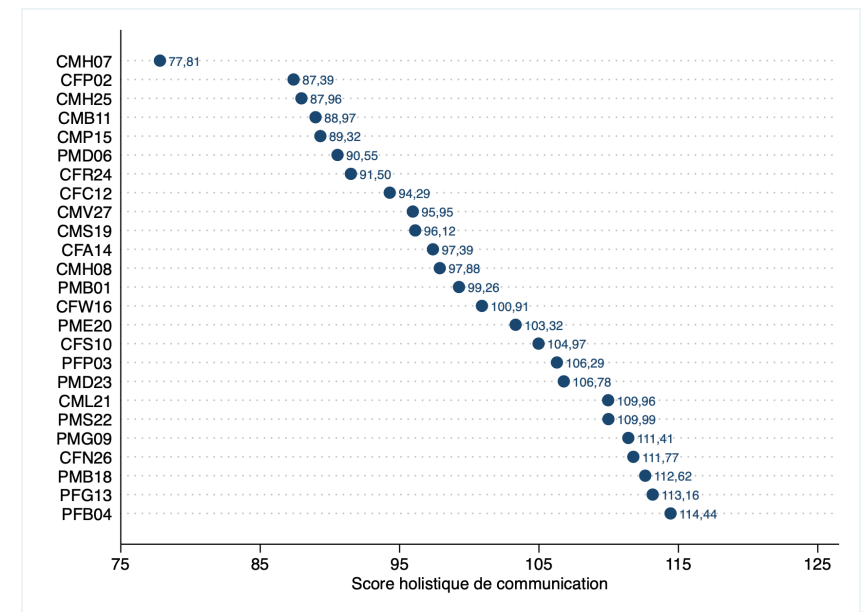
- Détermination d'un seuil à $r_s=0,90$
 - Principe de parcimonie
 - Accès à l'interprétation

Construction du score holistique de communication (impact fonctionnel)

- Sélection des items des questionnaires par un comité d'experts et par un processus de sélection statistique
- Construction du SHC par analyse factorielle en principal-component factor (Roscoe et al., 1982 ; Acock, 2018)

$$SHC = \left(\frac{\left[\sum \left(\frac{X_{item} - m_{item}}{S_{item}} \times \beta_{item} \right) \right] - m_{score_initial}}{S_{score_initial}} \times 10 \right) + 100$$

- Validation croisée à 5 blocs
 $r_s = 0,91$ entre SHC (réellement mesuré) et SHC prédit

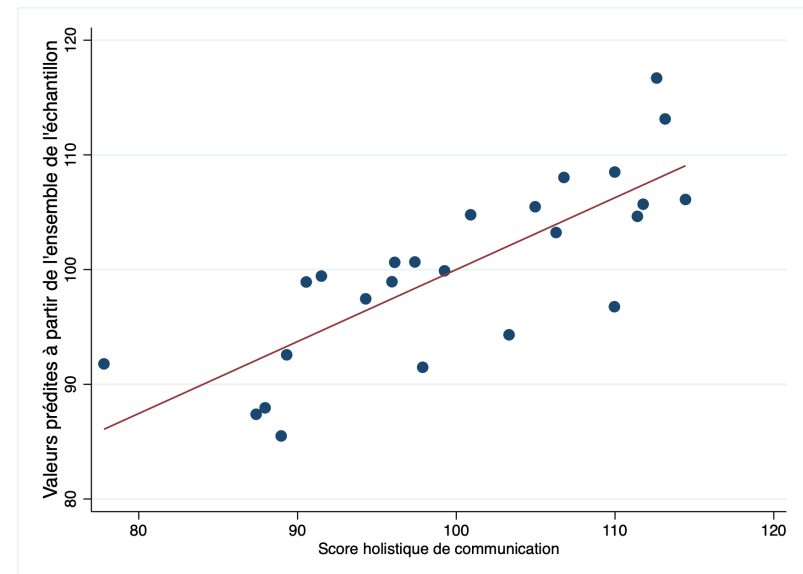


Modélisation de l'impact du trouble de parole sur la communication (paramètres automatiques seuls)

- Modélisation du SHC par sélection des paramètres au moyen d'une régression LASSO (Tibshirani, 1996)

$$Y_{SHC} = 83,67 + (10,13 \times \text{nombre d'occlusives par sec.}) + (10,89 \times \text{nombre de sonantes par sec.})$$

- SHC et valeurs prédites par la modélisation LASSO à deux variables explicatives : $r_S=0,83$
- Validation croisée
 - 5 blocs : $r_S=0,82$
 - Leave one out : $r_S=0,78$



Modélisation de l'impact du trouble de parole sur la communication avec facteurs associés



Conclusion

Conclusion

Objectif

Mesurer l'altération de la communication par analyses automatiques de la parole spontanée après traitement d'un cancer oral ou oropharyngé

- État de l'art par revue systématique de littérature (Balaguer et al., 2020b)
 - Mesures de bas niveau essentiellement
 - Étude de la parole « contrainte »
- Constitution du corpus selon les modélisations bio-psycho-sociales (CIF; Wilson et al., 1995)
- Recherche et sélection des paramètres automatiques applicables à la parole spontanée
- Modélisation après construction du score holistique de communication
 - Prédiction « forte » et stable (validation croisée)

Perspectives

Élargir la taille de l'échantillon de l'étude

Améliorer la prise en compte des liens entre parole, communication, facteurs associés et qualité de vie

Optimiser la mesure automatique de la parole pathologique

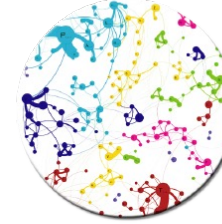
Rendre les résultats applicables en clinique courante

- Généralisabilité des résultats
- Intégration d'indices non verbaux (Siddiqi et al., 2014; Dhingra et al., 2020)
- Améliorer les performances du système de reconnaissance automatique
 - Autres systèmes de type end-to-end : architectures LAS (Chan et al., 2016) ou Transformers (Karita et al., 2019 ; Lu et al., 2020)
 - **Entraînement / adaptation à la parole pathologique par transfer learning** (Gelin et al., 2021 ; Wang et al., 2015)
- Étudier les performances cliniques d'une tâche de décodage acoustico-phonétique
 - **Projet PHRIP DAPADAF-E**



CNRS - INP - UT3 - UT1 - UT2J

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse



Mesure de l'altération de la communication par analyses automatiques de la parole spontanée après traitement d'un cancer oral ou oropharyngé : état des lieux et perspectives

Mathieu Balaguer

Co-directeur de thèse : Julien Pinquier MCF, HDR
Co-directrice de thèse : Virginie Woisard MD, HDR
Encadrant : Jérôme Farinas MCF

Journées d'Études sur la Parole – JEP 2022 – Île de Noirmoutier

13 juin 2022



Références

- Aaronson, N. K., Ahmedzai, S., Bergman, B., Bullinger, M., Cull, A., Duez, N. J., Filiberti, A., Flechtner, H., Fleishman, S. B., Haes, J. C. J. M. d., Kaasa, S., Klee, M., Osoba, D., Razavi, D., Rofe, P. B., Schraub, S., Sneeuw, K., Sullivan, M., & Takeda, F. (1993). The European Organization for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: A Quality-of-Life Instrument for Use in International Clinical Trials in Oncology. *JNCI Journal of the National Cancer Institute*, *85*(5), 365–376. <https://doi.org/10.1093/jnci/85.5.365>
- Acher, A., Perrier, P., Savariaux, C., & Fougeron, C. (2014). Speech production after glossectomy: Methodological aspects. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *28*(4), 241–256. <https://doi.org/10.3109/02699206.2013.802015>
- Acock, A. C. (2018). *A Gentle Introduction to Stata- 6th Edition*. Stata Press.
- Andre-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. <https://doi.org/10.1109/29.1486>
- Balaguer, M., Boisguérin, A., Galtier, A., Gaillard, N., Puech, M., & Woisard, V. (2019). Assessment of impairment of intelligibility and of speech signal after oral cavity and oropharynx cancer. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, *136*(5), 355–359. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2019.05.012>
- Balaguer, M., Champenois, M., Farinas, J., Pinquier, J., & Woisard, V. (2021). The (head and neck) carcinologic handicap index: validation of a modular type questionnaire and its ability to prioritise patients' needs. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *278*(4), 1159–1169. <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06201-6>
- Balaguer, M., Farinas, J., Fichaux-Bourin, P., Puech, M., Pinquier, J., & Woisard, V. (2020a). Validation of the French Versions of the Speech Handicap Index and the Phonation Handicap Index in Patients Treated for Cancer of the Oral Cavity or Oropharynx. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, *72*(6), 464–477. <https://doi.org/10.1159/000503448>
- Balaguer, M., Pommée, T., Farinas, J., Pinquier, J., Woisard, V., & Speyer, R. (2020b). Effects of oral and oropharyngeal cancer on speech intelligibility using acoustic analysis: Systematic review. *Head & Neck*, *42*(1), 111–130. <https://doi.org/10.1002/hed.25949>
- Barrett, W. L., Gluckman, J. L., Wilson, K. M., & Gleich, L. L. (2004). A comparison of treatments of squamous cell carcinoma of the base of tongue: surgical resection combined with external radiation therapy, external radiation therapy alone, and external radiation therapy combined with interstitial radiation. *Brachytherapy*, *3*(4), 240–245. <https://doi.org/10.1016/j.brachy.2004.09.002>
- Bjorndal, K., Hamnerlid, E., Ahlner-Elmqvist, M., de Graeff, A., Boysen, M., Evensen, J. F., Biörklund, A., de Leeuw, J. R. J., Fayers, P. M., Jannert, M., Westin, T., & Kaasa, S. (1999). Quality of Life in Head and Neck Cancer Patients: Validation of the European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire-H&N35. *Journal of Clinical Oncology*, *17*(3), 1008–1008. <https://doi.org/10.1200/JCO.1999.17.3.1008>
- Bolt, S., Eadie, T., Yorkston, K., Baylor, C., & Amtmann, D. (2016). Variables associated with communicative participation after head and neck cancer. *JAMA Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, *142*(12), 1145–1151. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2016.1198>
- Borggreven, P. A., Verdonck-De Leeuw, I. M., Muller, M. J., Heiligers, M. L. C. H., De Bree, R., Aaronson, N. K., & Leemans, C. R. (2007). Quality of life and functional status in patients with cancer of the oral cavity and oropharynx: Pretreatment values of a prospective study. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *264*(6), 651–657. <https://doi.org/10.1007/s00405-007-0249-5>
- Bouiry, Y. (2018). Enrichissement de la reconnaissance automatique de parole par des marqueurs prosodiques. Université Toulouse III Paul Sabatier.
- Cai, L. (2012). Latent variable modeling. *Shanghai Archives of Psychiatry*, *24*(2), 118–120. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-0829.2012.02.010>
- Carreira-Perpinán, M. (1997). A review of dimension reduction techniques. *Department of Computer Science. University of Sheffield. Tech. Rep. CS-96-09*, 1–69. <http://www.pca.narod.ru/DimensionReductionBriefReview.pdf>

Références

- Chadeau-Hyam, M., Campanella, G., Jombart, T., Bottolo, L., Portengen, L., Vineis, P., Liquet, B., & Vermeulen, R. C. H. (2013). Deciphering the complex: Methodological overview of statistical models to derive OMICS-based biomarkers. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 54(7), 542–557. <https://doi.org/10.1002/em.21797>
- Chadeau-Hyam, M., Campanella, G., Jombart, T., Bottolo, L., Portengen, L., Vineis, P., Liquet, B., & Vermeulen, R. C. H. (2013). Deciphering the complex: Methodological overview of statistical models to derive OMICS-based biomarkers. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 54(7), 542–557. <https://doi.org/10.1002/em.21797>
- Chan, W., Jaitly, N., Le, Q., & Vinyals, O. (2016). Listen, attend and spell: A neural network for large vocabulary conversational speech recognition. *2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2016-May*, 4960–4964. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2016.7472621>
- Chen, S.-C., Yu, P.-J., Hong, M.-Y., Chen, M.-H., Chu, P.-Y., Chen, Y.-J., Wang, C.-P., & Lai, Y.-H. (2015). Communication dysfunction, body image, and symptom severity in postoperative head and neck cancer patients: factors associated with the amount of speaking after treatment. *Supportive Care in Cancer*, 23(8), 2375–2382. <https://doi.org/10.1007/s00520-014-2587-3>
- Chung, E.-J., Lee, D., Kang, H., Park, M., Chung, C., & Rho, Y. (2011). Prospective speech outcome study in patients with soft palate reconstruction in tonsillar cancer. *Oral Oncology*, 47(10), 988–992. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2011.07.022>
- Cunningham, P. (2014). Dimension Reduction. In *Machine Learning Techniques for Multimedia* (pp. 91–112). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-75171-7_4
- de Bruijn, M. J., ten Bosch, L., Kuik, D. J., Quené, H., Langendijk, J. A., Leemans, C. R., & Verdonck-de Leeuw, I. M. (2009). Objective Acoustic-Phonetic Speech Analysis in Patients Treated for Oral or Oropharyngeal Cancer. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61(3), 180–187. <https://doi.org/10.1159/000219953>
- de Bruijn, M., ten Bosch, L., Kuik, D. J., Langendijk, J. A., Leemans, C. R., & Leeuw, I. V. (2011). Artificial neural network analysis to assess hypernasality in patients treated for oral or oropharyngeal cancer. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 36(4), 168–174. <https://doi.org/10.3109/14015439.2011.606227>
- de Carvalho-Teles, V., Sennes, L. U., & Gielow, I. (2008). Speech Evaluation After Palatal Augmentation in Patients Undergoing Glossectomy. *Archives of Otolaryngology—Head & Neck Surgery*, 134(10), 1066. <https://doi.org/10.1001/archotol.134.10.1066>
- de Jong, N. H., & Wempe, T. (2009). Praat script to detect syllable nuclei and measure speech rate automatically. *Behavior Research Methods*, 41(2), 385–390. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.2.385>
- DeNittis, A. S., Machtay, M., Rosenthal, D. I., Sanfilippo, N. J., Lee, J. H., Goldfeder, S., Chalian, A. A., Weinstein, G. S., & Weber, R. S. (2001). Advanced oropharyngeal carcinoma treated with surgery and radiotherapy: Oncologic outcome and functional assessment. *American Journal of Otolaryngology*, 22(5), 329–335. <https://doi.org/10.1053/ajot.2001.26492>
- Dewaele, J.-M. (2000). Saisir l'insaisissable ? Les mesures de longueur d'énoncés en linguistique appliquée. *IRAL - International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 38(1), 17–33. <https://doi.org/10.1515/iral.2000.38.1.17>
- Dhingra, N., Valli, E., & Kunz, A. (2020). Recognition and Localisation of Pointing Gestures Using a RGB-D Camera. In *Communications in Computer and Information Science: Vol. 1224 CCIS* (pp. 205–212). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50726-8_27
- Dwivedi, R. C., St.Rose, S., Chisholm, E. J., Clarke, P. M., Kerawala, C. J., Nutting, C. M., Rhys-Evans, P. H., Kazi, R., & Harrington, K. J. (2016). Acoustic parameters of speech: Lack of correlation with perceptual and questionnaire-based speech evaluation in patients with oral and oropharyngeal cancer treated with primary surgery. *Head & Neck*, 38(5), 670–676. <https://doi.org/10.1002/hed.23956>
- Eadie, T., Faust, L., Bolt, S., Kapsner-Smith, M., Pompon, R. H., Baylor, C., Futran, N., & Méndez, E. (2018). Role of Psychosocial Factors on Communicative Participation among Survivors of Head and Neck Cancer. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 159(2), 266–273. <https://doi.org/10.1177/0194599818765718>

Références

- Fang, C., Li, H., Ma, L., & Zhang, M. (2017). Intelligibility Evaluation of Pathological Speech through Multigranularity Feature Extraction and Optimization. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2017, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2017/2431573>
- Farinas, J. (2002). *Une modélisation automatique du rythme pour l'identification des langues*. Université Paul Sabatier.
- Feenaughty, L., Tjaden, K., & Sussman, J. (2014). Relationship between acoustic measures and judgments of intelligibility in Parkinson's disease: A within-speaker approach. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 28(11), 857–878. <https://doi.org/10.3109/02699206.2014.921839>
- Fex, S. (1992). Perceptual evaluation. *Journal of Voice*, 6(2), 155–158.
- François, J., & Nespoulous, J. L. (2011). *L'architecture des processus de production et de réception : aspects (neuro)psycholinguistiques* (Peeters).
- Gala, N., Hathout, N., Nasr, A., Rey, V., & Seppälä, S. (2011). Création de clusters sémantiques dans des familles morphologiques à partir du TLFi. *Conférence Annuelle Sur Le Traitement Automatique Des Langues Naturelles (TALN2011)*, 1–6. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00989473/document>
- Gan, H. K., Bernstein, L. J., Brown, J., Ringash, J., Vakilha, M., Wang, L., Goldstein, D., Kim, J., Hope, A., O'Sullivan, B., Waldron, J., Abdul Razak, A. R., Chen, E. X., & Siu, L. L. (2011). Cognitive Functioning After Radiotherapy or Chemoradiotherapy for Head-and-Neck Cancer. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*, 81(1), 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2010.05.004>
- Gelin, L., Daniel, M., Pinquier, J., & Pellegrini, T. (2021). *End-to-end acoustic modelling for phone recognition of young readers*. <https://www.lalilo.com/>
- Guiraud, P. (1954). *Les caractères statistiques du vocabulaire : essai de méthodologie*. Presses Universitaires de France.
- Ha, J., Sung, I., Son, J., Stone, M., Ord, R., & Cho, Y. (2016). Analysis of speech and tongue motion in normal and post-glossectomy speaker using cine MRI. *Journal of Applied Oral Science*, 24(5), 472–480. <https://doi.org/10.1590/1678-775720150421>
- Jacobi, I., van Rossum, M. A., van der Molen, L., Hilgers, F. J. M., & van den Brekel, M. W. M. (2013). Acoustic Analysis of Changes in Articulation Proficiency in Patients with Advanced Head and Neck Cancer Treated with Chemoradiotherapy. *Annals of Otolaryngology & Laryngology*, 122(12), 754–762. <https://doi.org/10.1177/000348941312201205>
- Johansson, V. (2009). Lexical diversity and lexical density in speech and writing: a developmental perspective. *Working Papers in Linguistics*, 53(0), 61–79.
- Karita, S., Chen, N., Hayashi, T., Hori, T., Inaguma, H., Jiang, Z., Someki, M., Soplin, N. E. Y., Yamamoto, R., Wang, X., Watanabe, S., Yoshimura, T., & Zhang, W. (2019). A Comparative Study on Transformer vs RNN in Speech Applications. *2019 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU)*, 9(4), 449–456. <https://doi.org/10.1109/ASRU46091.2019.9003750>
- Kazi, R., Prasad, V. M. N., Kanagalingam, J., Georgalas, C., Venkitaraman, R., Nutting, C. M., Clarke, P., Rhys-Evans, P., & Harrington, K. J. (2007). Analysis of formant frequencies in patients with oral or oropharyngeal cancers treated by glossectomy. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 42(5), 521–532. <https://doi.org/10.1080/13682820601056566>
- Kim, J. H., Fisher, L. M., Reder, L., Hapner, E. R., & Pepper, J.-P. (2018). Speech and Communicative Participation in Patients With Facial Paralysis. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 144(8), 686. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2018.0649>
- Kim, Y., Kent, R. D., & Weismer, G. (2011). An Acoustic Study of the Relationships Among Neurologic Disease, Dysarthria Type, and Severity of Dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(2), 417–429. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/10-0020\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/10-0020))

Références

- Kmet, L. M., Lee, R. C., & Cook, L. S. (2004). *Standard Quality Assessment Criteria for Evaluating Primary Research Papers from a Variety of Fields*. <https://doi.org/10.5858/atpa.2020-0217-SA>
- Knuijt, S., Kalf, J. G., van Engelen, B. G. M., de Swart, B. J. M., & Geurts, A. C. H. (2017). The Radboud Dysarthria Assessment: Development and Clinimetric Evaluation. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 69(4), 143–153. <https://doi.org/10.1159/000484556>
- Knuutila, H., & Juhani Pukander, T. (1999). Speech Articulation after Subtotal Glossectomy and Reconstruction with a Myocutaneous Flap. *Acta Oto-Laryngologica*, 119(5), 621–626. <https://doi.org/10.1080/00016489950180892>
- Kraaijenga, S. A. C., van der Molen, L., Jacobi, I., Hamming-Vrieze, O., Hilgers, F. J. M., & van den Brekel, M. W. M. (2015). Prospective clinical study on long-term swallowing function and voice quality in advanced head and neck cancer patients treated with concurrent chemoradiotherapy and preventive swallowing exercises. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 272(11), 3521–3531. <https://doi.org/10.1007/s00405-014-3379-6>
- Kumar, P., Jain, V., Thakar, A., & Aggarwal, V. (2013). Effect of varying bulb height on articulation and nasalance in maxillectomy patients with hollow bulb obturator. *Journal of Prosthodontic Research*, 57(3), 200–205. <https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2013.02.002>
- Laaksonen, J.-P., Rieger, J., Harris, J., & Seikaly, H. (2011). A longitudinal acoustic study of the effects of the radial forearm free flap reconstruction on sibilants produced by tongue cancer patients. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25(4), 253–264. <https://doi.org/10.3109/02699206.2010.525681>
- Laaksonen, J., Rieger, J., Happonen, R., Harris, J., & Seikaly, H. (2010). Speech after radial forearm free flap reconstruction of the tongue: A longitudinal acoustic study of vowel and diphthong sounds. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 24(1), 41–54. <https://doi.org/10.3109/02699200903340758>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Letanneux, A., Walshe, M., Viallet, F., & Pinto, S. (2013). The Dysarthria Impact Profile: A Preliminary French Experience with Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease*, 2013, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2013/403680>
- Lu, L., Liu, C., Li, J., & Gong, Y. (2020). Exploring Transformers for Large-Scale Speech Recognition. *Interspeech 2020, 2020-October*, 5041–5045. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2020-2638>
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. In *Nursing Research* (Vol. 35, Issue 6, pp. 382–386). <http://ijoh.tums.ac.ir/index.php/ijoh/article/view/26>
- Markkanen-Leppänen, M., Isotalo, E., Makitie, A. A., Suominen, E., Asko-Seljavaara, S., & Haapanen, M.-L. (2005). Speech Aerodynamics and Nasalance in Oral Cancer Patients Treated with Microvascular Transfers. *Journal of Craniofacial Surgery*, 16(6), 990–995. <https://doi.org/10.1097/01.scs.0000179753.14037.7a>
- Maryn, Y., Corthals, P., Van Cauwenberge, P., Roy, N., & De Bodt, M. (2010). Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: Combining continuous speech and sustained vowels. *Journal of Voice*, 24(5), 540–555. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.12.014>
- Maryn, Y., Roy, N., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P., & Corthals, P. (2009). Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(5), 2619–2634. <https://doi.org/10.1121/1.3224706>
- Mazaux, J.-M., Daviet, J.-C., Darrigrand, B., Stuit, A., Muller, F., Duthéil, S., Joseph, P.-A., & Barat, M. (2006). Difficultés de communication des personnes aphasiques. *Évaluation Des Troubles Neuropsychologiques En Vie Quotidienne*, 73–82. https://doi.org/10.1007/2-287-34365-2_8
- Middag, C., Clapham, R., Van Son, R., & Martens, J. P. (2014). Robust automatic intelligibility assessment techniques evaluated on speakers treated for head and neck cancer. *Computer Speech and Language*, 28(2), 467–482. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2012.10.007>

Références

- Mlynarek, A., Rieger, J., Harris, J., O'Connell, D., Al-Qahtani, K., Ansari, K., Chau, J., & Seikaly, H. (2008). Methods of functional outcomes assessment following treatment of oral and oropharyngeal cancer: review of the literature. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 37(1), 2–10. <https://doi.org/10.2310/7070.2008.1001>
- Moerman, M., Vermeersch, H., Van Lierde, K., Fahimi, H., & Van Cauwenberge, P. (2003). Refinement of the free radial forearm flap reconstructive technique after resection of large oropharyngeal malignancies with excellent functional results. *Head & Neck*, 25(9), 772–777. <https://doi.org/10.1002/hed.10295>
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet : LEXIQUE™//A lexical database for contemporary french : LEXIQUE™. *L'année Psychologique*, 101(3), 447–462. <https://doi.org/10.3406/psy.2001.1341>
- NHMRC. (1999). *A guide to the Development, Evaluation and Implementation of Clinical Practice Guidelines* (Australian). http://www.ausinfo.gov.au/general/gen_hottobuy.htm
- Nordmann-Dolbeault, S. (2009). *La détresse des patients atteints de cancer : prévalence, facteurs prédictifs, modalités de repérage et de prise en charge*. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI.
- Ojo, B., Genden, E. M., Teng, M. S., Milbury, K., Misiukiewicz, K. J., & Badr, H. (2012). A systematic review of head and neck cancer quality of life assessment instruments. *Oral Oncology*, 48(10), 923–937. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2012.03.025>
- Peddinti, V., Povey, D., & Khudanpur, S. (2015). A time delay neural network architecture for efficient modeling of long temporal contexts. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH, 2015-Janua*, 2–6.
- Pellegrino, F. (1998). *Une approche phonétique en identification automatique des langues : la modélisation acoustique des systèmes vocaliques*. Université Paul Sabatier.
- Pépiot, E. (2014). Male and female speech: a study of mean f0, f0 range, phonation type and speech rate in Parisian French and American English speakers. *7th International Conference on Speech Prosody 2014*, 305–309. <https://doi.org/10.21437/SpeechProsody.2014-48>
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30(4), 459–467. <https://doi.org/10.1002/nur.20199>
- Pommée, T., Balaguer, M., Mauclair, J., Pinquier, J., & Woisard, V. (2021). Assessment of adult speech disorders: current situation and needs in French-speaking clinical practice. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 0(0), 1–15. <https://doi.org/10.1080/14015439.2020.1870245>
- Pommée, T., Maryn, Y., Finck, C., & Morsomme, D. (2020). Validation of the Acoustic Voice Quality Index, Version 03.01, in French. *Journal of Voice*, 34(4), 646.e11–646.e26. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.12.008>
- Povey, D., Cheng, G., Wang, Y., Li, K., Xu, H., Yarmohammadi, M., & Khudanpur, S. (2018). Semi-Orthogonal Low-Rank Matrix Factorization for Deep Neural Networks. *Interspeech 2018, 2018-Sept*(2), 3743–3747. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2018-1417>
- Povey, D., Ghoshal, A., Boulianne, G., Burget, L., Glembek, O., Goel, N., Hanneman, M., Motlicek, P., Qian, Y., Schwarz, P., Silovsky, J., Stemmer, G., & Vesely, K. (2011). The Kaldi Speech Recognition Toolkit. *IEEE 2011 Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding*.
- Prins, R., & Bastiaanse, R. (2004). Analysing the spontaneous speech of aphasic speakers. *Aphasiology*, 18(12), 1075–1091. <https://doi.org/10.1080/02687030444000534>
- Quintas, S., Mauclair, J., Woisard, V., & Pinquier, J. (2020). Automatic prediction of speech intelligibility based on X-vectors in the context of head and neck cancer. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH, 2020-Octob*, 4976–4980. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2020-1431>

Références

- Rambeau, A., Beuplet, B., Laviec, H., Licaj, I., Leconte, A., Chatel, C., Le Bon, P., Denhaerynck, J., Clarisse, B., Frenkiel, N., Lange, M., & Joly, F. (2019). Prospective comparison of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and the Mini Mental State Examination (MMSE) in geriatric oncology. *Journal of Geriatric Oncology*, *10*(2), 235–240. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2018.08.003>
- Reinert, M. (1990). Une méthode de classification des énoncés d'un corpus présentée à l'aide d'une application. *Les Cahiers de l'analyse Des Données*, *15*(1), 21–36.
- Roscoe, B. A., Hopke, P. K., Dattner, S. L., & Jenks, J. M. (1982). The Use of Principal Component Factor Analysis to Interpret Particulate Compositional Data Sets. *Journal of the Air Pollution Control Association*, *32*(6), 637–642. <https://doi.org/10.1080/00022470.1982.10465439>
- Sackett D. L., Rosenberg W. M., Gray J. A., Haynes R. B., Richardson W. S. (1996) Evidence Based Medicine: what it is and what it isn't. *BMJ*, *13*; 312(7023): 71-72
- Seikaly, H., Rieger, J., Wolfaardt, J., Moysa, G., Harris, J., & Jha, N. (2003). Functional Outcomes After Primary Oropharyngeal Cancer Resection and Reconstruction With the Radial Forearm Free Flap. *The Laryngoscope*, *113*(5), 897–904. <https://doi.org/10.1097/00005537-200305000-00023>
- Sharpe, G., Camoes Costa, V., Doubé, W., Sita, J., McCarthy, C., & Carding, P. (2019). Communication changes with laryngectomy and impact on quality of life: a review. *Quality of Life Research*, *28*(4), 863–877. <https://doi.org/10.1007/s11136-018-2033-y>
- Siddiqi, M. H., Ali, R., Sattar, A., Khan, A. M., & Lee, S. (2014). Depth Camera-Based Facial Expression Recognition System Using Multilayer Scheme. *IET Technical Review*, *31*(4), 277–286. <https://doi.org/10.1080/02564602.2014.944588>
- Takatsu, J., Hanai, N., Suzuki, H., Yoshida, M., Tanaka, Y., Tanaka, S., Hasegawa, Y., & Yamamoto, M. (2017). Phonologic and Acoustic Analysis of Speech Following Glossectomy and the Effect of Rehabilitation on Speech Outcomes. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *75*(7), 1530–1541. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.12.004>
- Terrell, J. E., Ronis, D. L., Fowler, K. E., Bradford, C. R., Chepeha, D. B., Prince, M. E., Teknos, T. N., Wolf, G. T., & Duffy, S. A. (2005). Comments on Selected Recent Dysphagia Literature. *Dysphagia*, *20*(1), 62–67. <https://doi.org/10.1007/s00455-004-0030-5>
- Tibshirani, R. (1996). Regression Shrinkage and Selection Via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, *58*(1), 267–288. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1996.tb02080.x>
- Utianski, R. L., Clark, H. M., Duffy, J. R., Botha, H., Whitwell, J. L., & Josephs, K. A. (2020). Communication Limitations in Patients With Progressive Apraxia of Speech and Aphasia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *29*(4), 1976–1986. https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-20-00012
- Van Nuffelen, G., Middag, C., De Bodt, M., & Martens, J. (2009). Speech technology-based assessment of phoneme intelligibility in dysarthria. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *44*(5), 716–730. <https://doi.org/10.1080/13682820802342062>
- Wakumoto, M., Ohno, K., Imai, S., Yamashita, Y., Akizuki, H., & Michi, K. -I. (1996). Analysis of the articulation after glossectomy. *Journal of Oral Rehabilitation*, *23*(11), 764–770. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.1996.d01-186.x>
- Wang, D., & Zheng, T. F. (2015). Transfer learning for speech and language processing. *2015 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA)*, 1225–1237. <https://doi.org/10.1109/APSIPA.2015.7415532>
- Wickham, H. (2014). Tidy Data. *Journal of Statistical Software*, *59*(10), 1–23. <https://doi.org/10.18637/jss.v059.i10>

Références

- Wilson, I. B., & Cleary, P. D. (1995). Linking clinical variables with health-related quality of life. A conceptual model of patient outcomes. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 273(1), 59–65. <https://doi.org/10.1001/jama.273.1.59>
- Winance, M. (2008). La notion de handicap et ses transformations à travers les classifications internationales du handicap de l'OMS, 1980 et 2001. *Dynamis*, 28, 377–406. <https://doi.org/10.4321/s0211-95362008000100016>
- Xu, H., Povey, D., Mangu, L., & Zhu, J. (2011). Minimum Bayes Risk decoding and system combination based on a recursion for edit distance. *Computer Speech & Language*, 25(4), 802–828. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2011.03.001>
- Xun, G., Li, Y., Xin Zhao, W., Gao, J., & Zhang, A. (2017). A correlated topic model using word embeddings. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 4207–4213. <https://www.ijcai.org/Proceedings/2017/0588.pdf>
- Yoshida, H., Furuya, Y., Shimodaira, K., Kanazawa, T., Kataoka, R., & Takahashi, K. (2000). Spectral characteristics of hypernasality in maxillectomy patients 1. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27(8), 723–730. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2000.00537.x>
- Young, S. J. (1994). The HTK Hidden Markov Model Toolkit: Design and Philosophy. *Entropic Cambridge Research Laboratory, Ltd*, 2, 2–44.
- Zanello, A., Weber Rouget, B., Gex-Fabry, M., Maercker, A., & Guimon, J. (2006). Validation du questionnaire de fonctionnement social (QFS), un autoquestionnaire mesurant la fréquence et la satisfaction des comportements sociaux d'une population adulte psychiatrique. *Encephale*, 32(1), 45–59. <https://doi.org/10.1019/200630005>
- Zigmond, A., & Snalth, R. (1983). The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361–370. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqu024>