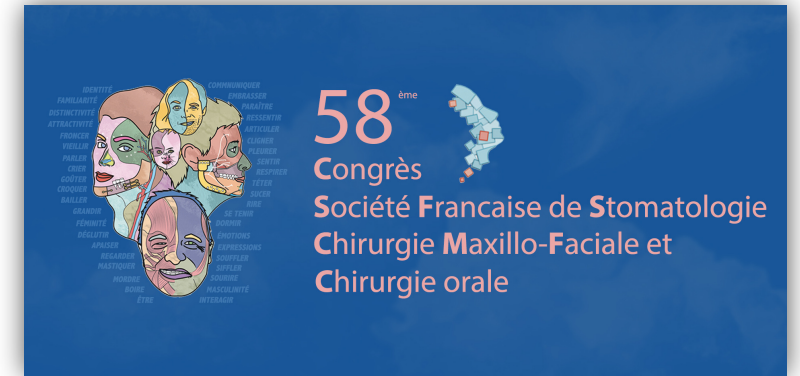


# PAROLE ET COMMUNICATION APRÈS CANCER ORAL OU OROPHARYNGÉ

*L'ÉVALUATION CLINIQUE  
AU COURS DU SUIVI DU PATIENT*



**Mathieu Balaguer**

IRIT  
Faculté de Santé  
Université Paul Sabatier Toulouse III  
Hôpitaux de Toulouse



- Trouble de parole : symptôme **le plus fréquent** (*Borggreven et al., 2007; Plisson et al., 2017*)
- **Facteurs influençant le trouble de parole**

De façon générale	Sur la sévérité du trouble ou l'intelligibilité ( <i>Balaguer et al., 2019</i> )	
	Sévérité	Intelligibilité
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Stratégie thérapeutique</b> (<i>Barrett et al., 2004</i>)</li> <li>▪ <b>Taille de la tumeur</b> (<i>Borggreven et al., 2007 ; Stelzle et al., 2013</i>)</li> <li>▪ <b>Localisation tumorale</b> (<i>Matsui et al., 2007</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Traitement chirurgical</b> (<math>p=0,002</math>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Analyse de la covariance robuste avec ajustement sur l'âge et la taille de la tumeur</i></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Traitement chirurgical</b> (<math>p&lt;0,001</math>)</li> <li>▪ <b>et Taille T4 de la tumeur</b> (<math>p=0,003</math>)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Analyse de la covariance robuste avec ajustement sur l'âge et la région anatomique atteinte</i></li> </ul> </li> </ul>

- **Séquelles fonctionnelles majeures** car mutilantes
  - Rétablir une structure anatomique
  - Rétablir les fonctions
    - Déglutition
    - Articulation / **Parole**
  
- **Revue systématique de littérature** (*Lam & Samman, 2013*) – **Glossectomies**
  - 21 articles
  - **Glossectomies partielles** (langue mobile ou base) avec lambeau libre : récupération de la parole à 1 an pour la majorité
  - **Glossectomies** langue mobile et base avec lambeau libre : **moins bons résultats** quel que soit le lambeau
    - Intelligibilité (% mots reconnus par un auditeur)
      - Pré-opératoire : 90 %, à 1 mois post-opératoire : 69 %, à 6 mois : près de 80 %

# STRUCTURE DE L'INTERVENTION ORTHOPHONIQUE

## Bilan préopératoire / pré-traitement

- Information sur les **conséquences** attendues
- Contexte de **communication** : besoins de communication et statut
- **Évaluation** de la parole
- **Enregistrement** vocal
- **Capacités cognitives** (réhabilitation)

## Bilan postopératoire immédiat

- Début de l'intervention **dès le feu vert chirurgical** (cicatrisation)
- **Bilan fonctionnel / parole** compte tenu du traitement subi et des capacités d'adaptation du patient (plasticité cérébrale)
- **Organisation du suivi** hospitalier et en libéral

## Bilan de suivi

Evidence Based Practice (Sackett et al., 1996)

2

État des lieux sur les pratiques d'évaluation de la parole en clinique francophone (Pommée et al., 2021)

- **119** réponses de cliniciens (ORL / phoniâtres et logopèdes)

→ **Satisfaction globale modérée à faible** : manque

- de standardisation,
- de reproductibilité des mesures perceptives,
- d'accessibilité des outils
- de validations

→ **Peu de prise en compte des dimensions communicationnelle et de la qualité de vie** de façon systématique



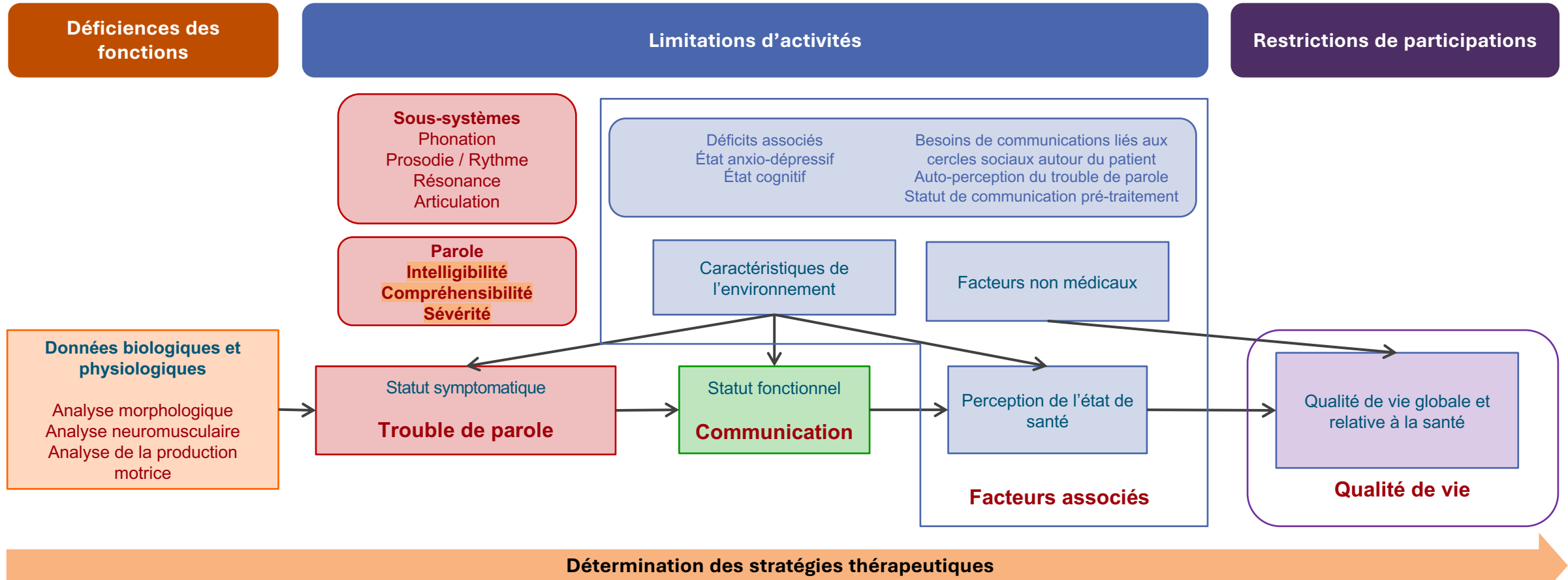
1

- **Étude préliminaire** (11 patients)

- 6/11 auraient aimé que les conséquences du trouble de parole soient **davantage prises en compte**

# ÉVALUATION CLINIQUE DU TROUBLE DE PAROLE

- Nécessité d'une **évaluation complète : modélisations biopsychosociales** (Wilson et al., 1995 ; OMS, 2001)



## Evidence Based Practice (Sackett et al., 1996)

3

- Outils d'évaluation : **peu** sont disponibles pour la **parole**, surtout en **cancérologie**
- **Mesures** très largement **perceptives** (Middag et al., 2014; Pommée et al., 2021)
  - **Nombreuses limites** :
    - Variabilité (Kuo & Tjaden, 2016; Van Nuffelen et al., 2009; Fex, 1992)
    - Représentativité (Gray et al., 2012)



2

État des lieux sur les pratiques d'évaluation de la parole en clinique francophone (Pommée et al., 2021)

- **119** réponses de cliniciens (ORL / phoniâtres et logopèdes)
- **Satisfaction globale modérée à faible** : manque
  - de standardisation,
  - de reproductibilité des mesures perceptives,
  - d'accessibilité des outils
  - de validations
- **Peu de prise en compte des dimensions communicationnelle et de la qualité de vie** de façon systématique

1

- **Étude préliminaire** (11 patients)
  - 6/11 auraient aimé que les conséquences du trouble de parole soient **davantage prises en compte**

## ■ Évaluation automatique du trouble de parole

- Manque d'études sur l'analyse acoustique / automatique de la parole en cancérologie (*Balaguer et al., 2019*)
- Développement de **bases de données** pour développer les outils en parole pathologique
  - **C2SI** (InCA 2014-135) : 87 sujets
  - **RUGBI** (ANR-18-CE45-0008) dont **SpeeCOmco** : 27 sujets (inclut parole spontanée)
  - **DAPADAF-E** (PHRIP-19-0004) : à ce jour (04/10/2023), 74 sujets (pseudo-mots uniquement)
- **Parolothèque** (GIS) : <https://www.irit.fr/parolothèque/>
  - Créée en 2021
  - Banque d'échantillons audio mis à disposition et données d'analyse associées



Institut de Recherche  
en Informatique de Toulouse  
CNRS - INP - UT3 - UT1 - UT2J





# 1

## Mesure des déficits neuromusculaires et fonctionnels

### Données biologiques et physiologiques

Analyse morphologique  
Analyse neuromusculaire  
Analyse de la production motrice



### Projet DAPADAF-E (PHRIP-19-0004)

- Bilan orthophonique analytique et fonctionnel
- Enregistrements de lecture de pseudo-mots transcrits en temps réel et analysés automatiquement

### a

### Automatisation de l'analyse des troubles de la parole

- Limiter l'effet de variabilité inter-juges
- Faciliter la passation et limiter la durée des évaluations

### b

### Aide au diagnostic orthophonique

- Cibler et prioriser les segments analytiques déficitaires
- Mettre en évidence des stratégies de compensation

### c

### Amélioration de la qualité des données de suivi du patient



## 2

### Mesure du trouble de parole

Parole  
Intelligibilité  
Compréhensibilité  
Sévérité

#### ▪ Outils perceptifs

##### ▪ Mesures globales

- Sévérité = Degré d'altération globale du signal de parole  
(Kent, 1989 ; Yorkston, 1996)

- Paramètres / Sous-systèmes spécifiques de la parole : phonation, prosodie, résonance, articulation

##### ▪ Mesures plus spécifiques

- Jugements de correction
- Reconnaissance (phonèmes, syllabes, pseudo-mots, mots ou phrases)
- Transcription



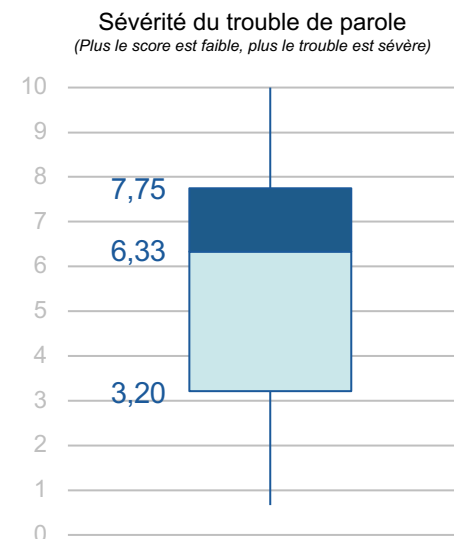
## 2 Mesure du trouble de parole

Parole  
Intelligibilité  
Compréhensibilité  
Sévérité

### ▪ Outils automatiques

- Paramètres spécifiques du signal de parole : réseaux de neurones (speaker embeddings, x-vectors)  
(Quintas et al., 2020 ; Quintas et al., en préparation)
- Systèmes de reconnaissance automatique de la parole

Système	Architecture	Corpus d'entraînement (heures)	WER sur parole typique (set de test)	WER Parole spontanée (SpeeCOMco)
Whisper (Open AI)	Transformer Seq2seq [1]	Multilingue (117 113 h)	8,3 %	67,25 %
SpeechBrain 1	Wav2vec 2.0 avec CTC / attention [2]	Multilingue + Français (7 600 h)	9,96 %	71,09 %
SpeechBrain 2	CRDNN avec CTC / attention [3]	Français (477 h)	17,70 %	94,04 %



## 2

### Mesure du trouble de parole

- Meilleure prédiction sur
  - La lecture de texte avec  $r_S = 0,88$
  - Avec le système SpeechBrain 1 (Wav2vec 2.0)

- Formule de prédiction

$$\text{Sévérité} = 9,706226 - (8,545415 \times WER_{\text{SpeechBrain 1 (wav2vec)}})$$

- Exemple

- Taux d'erreurs mots (WER) = 19,72 %
- Score de sévérité prédit = 8,02 / 10



Parole  
Intelligibilité  
Compréhensibilité  
Sévérité

```
SpeechBrain -- -bash -- 82x36
Last login: Thu Sep 28 11:16:35 on console

The default interactive shell is now zsh.
To update your account to use zsh, please run `chsh -s /bin/zsh`.
For more details, please visit https://support.apple.com/kb/HT208050.
[lenovo-mathieu:SpeechBrain mathieu$ source /Users/mathieu/venv-sb/bin/activate ]
(venv-sb) lenovo-mathieu:SpeechBrain mathieu$ bash wer-global_script.sh

Définir le contexte pathologique
 1 : Cancer de la cavité buccale ou de l'oropharynx
 2 : Maladie de Parkinson

1

torchvision is not available - cannot save figures
speechbrain.lobes.models.huggingface_wav2vec - wav2vec 2.0 is frozen.
CFS10-TXT MONSIEUR SEGA N AVAIT JAMAIS EU DE BONHEUR AVEC SES CHÈVRES IL LES PERDA
INT TOUTES DE LA MÊME FAÇON UN BEAU MATIN ELLE CASSAIENT LEUR CODE S EN ALLAIT DAN
S LA MONTAGNE ET LAEU LELUT LESMAINVUE NI LES CARESSES DE LEUR MAÎTRE NI LA PEUR D
U LOUP RIEN NE LES RETENAIT C ÉTAIT PARAÎT IL DES CHÈVRES INDÉPENDANTE VOULANT À T
OUT PRIX LE GRANTAIR ET LA LIBERTÉ

-----
| HTK Results Analysis at Thu Sep 28 13:48:50 2023 |
| Ref: labels/ |
| Rec: recFiles/CFS10-TXT.rec |
|-----|
| # Snt | Corr | Sub | Del | Ins | Err | S. Err | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sum/Avg | 1 | 80.28 | 14.08 | 5.63 | 0.00 | 19.72 | 100.00 |
|-----|

Indiquer le WER : 19.72
Score de sévérité : 8.021070162
(venv-sb) lenovo-mathieu:SpeechBrain mathieu$
```

## 3

### Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

**Communication**

- Mesure de l'altération de la communication en cancérologie (*Balaguer, 2022*)

- Mesure sur la **parole spontanée**

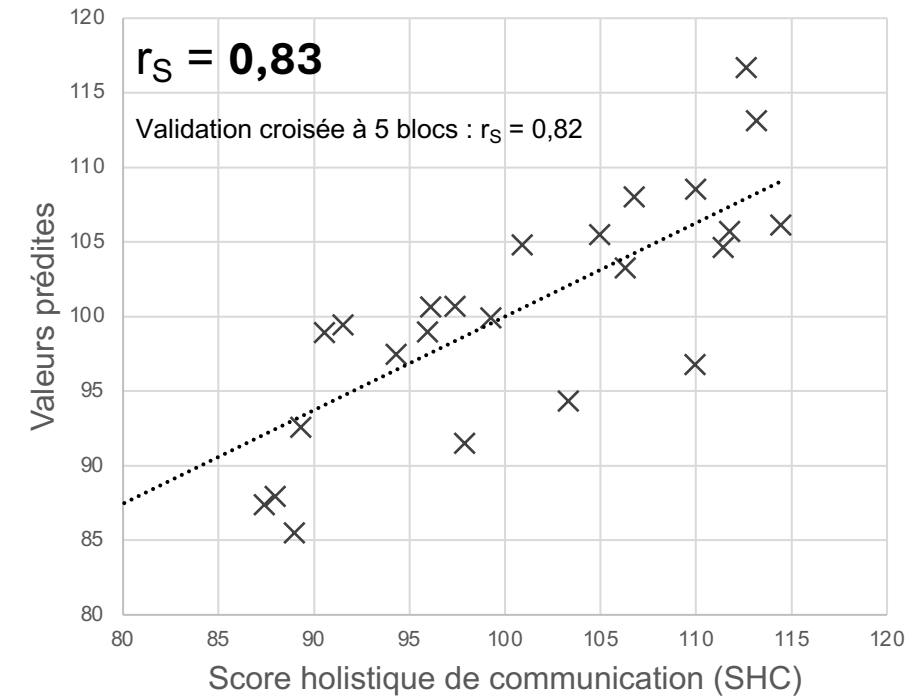
- **Prédiction automatique** – corpus SpeeCOmco (*Balaguer, 2021*), 25 sujets

*Score Holistique de Communication (SHC)*

$$= 83,672 + (10,139 \times nb\ occlusives\ p.\ sec) + (10,891 \times nb\ sonantes\ p.\ sec)$$

- Nouveaux systèmes de reconnaissance 2023

- $r_s = 0,93$  (validation croisée :  $r_s = 0,89$ )
- Prise en compte (en plus) du nombre d'adjectifs et de pronoms reconnus, du sentiment et du taux de fricatives



## 3

### Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

**Communication**

- Association aux données biopsychosociales issues d'autoquestionnaires

Facteurs associés

	Item / Paramètre	Coef.
<b>Constante</b>		<b>73,74</b>
<b>Paramètres automatiques</b>	Nombre d'occlusives reconnues par seconde	<b>9,10</b>
	Nombre de sonantes reconnues par seconde	<b>4,07</b>
<b>Cercles sociaux</b> (ECCS, Balaguer et al., 2022) (QFS, Zanello et al., 2006)	Satisfaction moyenne quant à la fréquence des contacts avec les membres du cercle privé de l'individu	<b>1,32</b>
	Satisfaction moyenne quant à la qualité des conversations avec les membres du cercle privé	<b>0,05</b>
	Satisfaction concernant les relations avec les membres de l'entourage extra-familial	<b>3,58</b>
	Satisfaction quant à la gestion des aspects financiers et administratifs	<b>1,56</b>
<b>État anxio-dépressif</b> (HAD, Zigmond & Snailth, 1983)	« Je prends plaisir aux mêmes choses qu'autrefois »	<b>-5,22</b>
	Score global d'anxiété	<b>3,39</b>
<b>Déficits associés</b> (CHI, Balaguer et al., 2021)	« Avez-vous peu d'un accident à cause de vos problèmes d'odorat ? »	<b>-3,99</b>
<b>Perceptions de santé relatives au trouble de parole</b> (PHI, Balaguer et al., 2020)	Handicap quotidien ressenti quant au problème de parole	<b>-0,12</b>

$r_s = 0,89$

Validation croisée à 5 blocs :  $r_s = 0,70$

**1** Ajustements dans la prise en compte des besoins quotidiens rapportés par les patients  
Complémentarité automatique / perceptif

**2** Adaptation des outils de reconnaissance automatique de la parole à la parole pathologique

- Actuellement taux d'erreur très élevé : > 54 % au mieux
- Nouvelles perspectives sur des analyses de contenu du discours

**3** Qualité de vie globale et relative à la santé **Objectif cible :  
amélioration de la qualité de vie**

## 4 Nouveaux supports

### ■ Applications mobiles

- Étude d'implémentation au CHU de Toulouse : projet SAMI (Toulouse Transfer Tech)
- Application Intell-io en cours de développement (*Roger, 2022 ; Vaysse et Arcin*)
- Lien : <https://www.irit.fr/SAMOVA/site/research/applications/mobile-application-for-automatic-intelligibility-measurement/>

12:46 Vendredi 29 septembre

Patient actuel

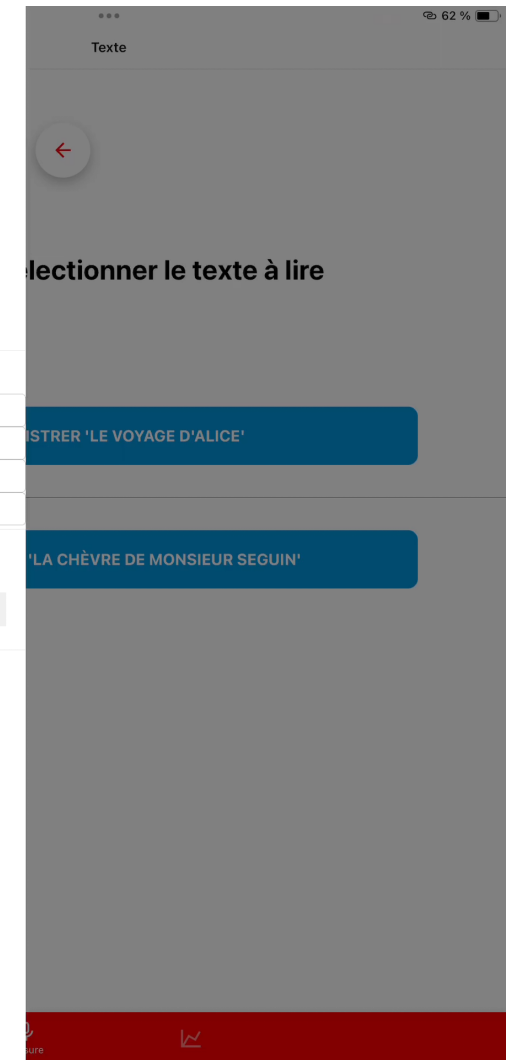
-  
- : -  
- : -  
Patient courant  
-  
Score moyen  
-  
Dernier score

Options patient

👤 SÉLECTIONNER PATIENT  
🔗 MODIFIER PATIENT  
+ AJOUTER PATIENT  
- SUPPRIMER PATIENTS

Options

Adresse Ip





## Optimiser / Adapter / Compenser

### Déficiences

#### ▪ Optimiser

- La mobilité des structures (restantes et reconstruites)
- La production motrice de la parole

### Limitations d'activité

#### ▪ Optimiser

- L'intelligibilité et la compréhensibilité

#### ▪ Adapter

- La parole à la communication verbale et non-verbale

#### ▪ Compenser

- Par l'utilisation de prothèses, d'outils de CAA...

### Restrictions de participation

#### ▪ Adapter

- Les stratégies de communication aux besoins de communication



Stratégies thérapeutiques / Chirurgie  
Modalités de suivi - **évaluations**



# RÉFÉRENCES

- Abderrazek, S. (2023). Apport de l'apprentissage profond dans la recherche d'unités linguistiques pertinentes dans le signal acoustique pour améliorer la mesure de l'intelligibilité de la parole altérée par des troubles de production pathologique. Thèse de doctorat, Avignon Université.
- Adda-Decker, M., Fougeron, C., Gendrot, C., Delais-Roussarie, E., & Lamel, L. (2012). La liaison dans la parole spontanée familière : une étude sur grand corpus. *Revue française de linguistique appliquée*, 17(1), 113–128.
- Balaguer, M., Boisguerin, A., Galtier, A., Gaillard, N., Puech, M., & Woisard, V. (2019). Factors influencing intelligibility and severity of chronic speech disorders of patients treated for oral or oropharyngeal cancer. *European Archives of Oto-rhino-laryngology*, 276(6), 1767–1774. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05397-6>
- Balaguer, M., Pommée, T., Farinas, J., Pinquier, J., Woisard, V., & Speyer, R. (2019). 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>
- Balaguer, M., Gelin, L., Woisard, V., Farinas, J., Pinquier, J. (2021). Mesure de l'intelligibilité après cancer oral ou oropharyngé par un système de reconnaissance automatique de la parole. *1<sup>ère</sup> Journée Scientifique d'Orthophonie, SURO*.
- Balaguer, M. (2021). Mesure de l'altération de la communication par analyses automatiques de la parole spontanée après traitement d'un cancer oral ou oropharyngé. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier Toulouse III.
- 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. (2020). 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 Phoniatica et Logopaedica*, 72(6), 464–477. <https://doi.org/10.1159/000503448>
- Balaguer, M., Pommée, T., Pinquier, J., Farinas, J., Woisard, V., & Sordes, F. (2022). Development and preliminary validation of the questionnaire "Evaluation of the constitution of social circles (ECSC)" in patients treated for cancer of the upper aerodigestive tract. *Folia Phoniatica et Logopaedica*. <https://doi.org/10.1159/000525352>
- Balaguer, M., Pinquier, J., Farinas, J., & Woisard, V. (2022a). Development of a holistic communication score (HoCoS) in patients treated for oral or oropharyngeal cancer: Preliminary validation. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 1–13. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12766>
- 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, 240–245. <https://doi.org/10.1016/j.brachy.2004.05.001>
- Bjordal, K., Hammerlid, E., Ahlner-Elmqvist, M., de Graeff, A., Boysen, M., Evensen, J. F., Björklund, 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. L., Yorkston, K. M., Baylor, C. R., & Amtmann, D. (2016). Variables Associated With Communicative Participation After Head and Neck Cancer. *JAMA otolaryngology-- head & neck surgery*, 142(12), 1145. <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>
- Fex, S. (1992). Perceptual evaluation. *Journal of Voice*, 6(2), 155-158. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(05\)80130-4](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(05)80130-4)
- François, J., & Nespoulous, J. L. (2011). *L'architecture des processus de production et de reception: aspects (neuro)psycholinguistiques*. Peeters
- Gelin, L., Daniel, M., Pinquier, J., & Pellegrini, T. (2021). End-to-end acoustic modelling for phone recognition of young readers. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2103.02899>
- Gray, C., Baylor, C. R., Eadie, T. L., Kendall, D. L., & Yorkston, K. M. (2012). The Levels of Speech Usage rating scale : comparison of client self-ratings with speech pathologist ratings. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 47(3), 333-344. <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2011.00112.x>
- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. A., & Rosenbek, J. C. (1989). Toward Phonetic Intelligibility Testing in Dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54(4), 482-499. <https://doi.org/10.1044/jshd.5404.482>

- Kuo, C., & Tjaden, K. (2016). Acoustic variation during passage reading for speakers with dysarthria and healthy controls. *Journal of Communication Disorders*, 62, 30-44. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2016.05.003>
- Lam, L., & Samman, N. (2013). Speech and swallowing following tongue cancer surgery and free flap reconstruction – a systematic review. *Oral Oncology*, 49(6), 507-524. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2013.03.001>
- Lazarus, C. L., Husaini, H., Anand, S. M., Jacobson, A. S., Mojica, J. K., Buchbinder, D., & Urken, M. L. (2013). Tongue Strength as a Predictor of Functional Outcomes and Quality of Life after Tongue Cancer Surgery. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 122(6), 386-397. <https://doi.org/10.1177/000348941312200608>
- Lindblom, B. (1963). Spectrographic Study of Vowel Reduction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 35(11), 1773-1781. <https://doi.org/10.1121/1.1918816>
- Matsui, Y., Ohno, K., Yamashita, Y., & Takahashi, K. (2007). Factors influencing postoperative speech function of tongue cancer patients following reconstruction with fasciocutaneous/myocutaneous flaps—a multicenter study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 36(7), 601-609. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2007.01.014>
- Meyer, T. K., Kuhn, J. C., Campbell, B. C., Marbella, A., Myers, K. W., & Layde, P. M. (2004). Speech Intelligibility and Quality of Life in Head and Neck Cancer Survivors. *Laryngoscope*, 114(11), 1977-1981. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000147932.36885.9e>
- Middag, C., Clapham, R. P., Van Son, R. J., & Martens, J. (2014). Robust automatic intelligibility assessment techniques evaluated on speakers treated for head and neck cancer. *Computer Speech & Language*, 28(2), 467-482. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2012.10.007>
- Plisson, L., Pillot-Loiseau, C., & Crevier-Buchman, L. (2017). Intelligibilité de la parole après le traitement d'un cancer de l'oropharynx: étude descriptive chez sept patients en pré-traitement et en post-traitement précoce. *Tèmes Journées de Phonétique Clinique (JPC7)*.
- 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*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/14015439.2020.1870245>
- Pommée, T., Balaguer, M., Mauclair, J., Pinquier, J., & Woisard, V. (2022). Intelligibility and comprehensibility : A Delphi consensus study. *International Journal of Language & Communication Disorders*. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12672>
- 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*. <https://doi.org/10.21437/interspeech.2020-1431>
- Roger, V. (2022). *Modélisation de l'indice de sévérité du trouble de la parole à l'aide de méthodes d'apprentissage profond : d'une modélisation à partir de quelques exemples à un apprentissage auto-supervisé via une mesure automatique*. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier Toulouse III.
- Sackett, D. L., Rosenberg, W., Gray, J. A., Haynes, R. B., & Richardson, W. S. (1996). Evidence based medicine : what it is and what it isn't. *BMJ*, 312(7023), 71-72. <https://doi.org/10.1136/bmj.312.7023.71>
- Stelzle, F., Knipfer, C., Schuster, M. W., Bocklet, T., Nöth, E., Adler, W., Schempf, L., Vieler, P., Riemann, M., Neukam, F., & Nkenke, E. (2013). Factors influencing relative speech intelligibility in patients with oral squamous cell carcinoma : a prospective study using automatic, computer-based speech analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(11), 1377-1384. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.05.021>
- 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>
- Vaysse, R., Farinas, J., Astésano, C., & André-Obrecht, R. (2021). *Automatic Extraction of Speech Rhythm Descriptors for Speech Intelligibility Assessment in the Context of Head and Neck Cancers*. <https://doi.org/10.21437/interspeech.2021-1736>
- Wilson, I. B. (1995). Linking clinical variables with health-related quality of life. A conceptual model of patient outcomes. *JAMA*, 273(1), 59-65. <https://doi.org/10.1001/jama.273.1.59>
- Yorkston, K. M., Strand, E. A., & Kennedy, M. B. (1996). Comprehensibility of Dysarthric Speech. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 5(1), 55-66. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0501.55>
- Zanello, A., Rouget, B. W., Gex-Fabry, M., Maercker, A., & Guimón, 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. *L'Encéphale*, 32(1), 45-59. [https://doi.org/10.1016/s0013-7006\(06\)76136-x](https://doi.org/10.1016/s0013-7006(06)76136-x)
- Zigmond, A., & Snalth, R. (1983). The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361–370. <https://doi.org/10.1093/ocmed/kqu02>