



**HAL**  
open science

## De l'altération de la parole en cancérologie aux solutions

Florent Espitalier, Mathieu Balaguer

► **To cite this version:**

Florent Espitalier, Mathieu Balaguer. De l'altération de la parole en cancérologie aux solutions. Congrès 2023 de la SFPL (Société Française de Phoniatrie et Laryngologie), SFPL : Société Française de Phoniatrie et Laryngologie, Jun 2023, Sète, France. hal-04320325

**HAL Id: hal-04320325**

**<https://hal.science/hal-04320325>**

Submitted on 4 Dec 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



# DE L'ALTÉRATION DE LA PAROLE EN CANCÉROLOGIE AUX SOLUTIONS

Société Française  
& Phoniatrie  
de Laryngologie



**Florent Espitalier**

Service ORL & CCF  
CHU Nantes  
Nantes Université

**Mathieu Balaguer**

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





# Société Française de Phoniatrie & de Laryngologie



## PLAN

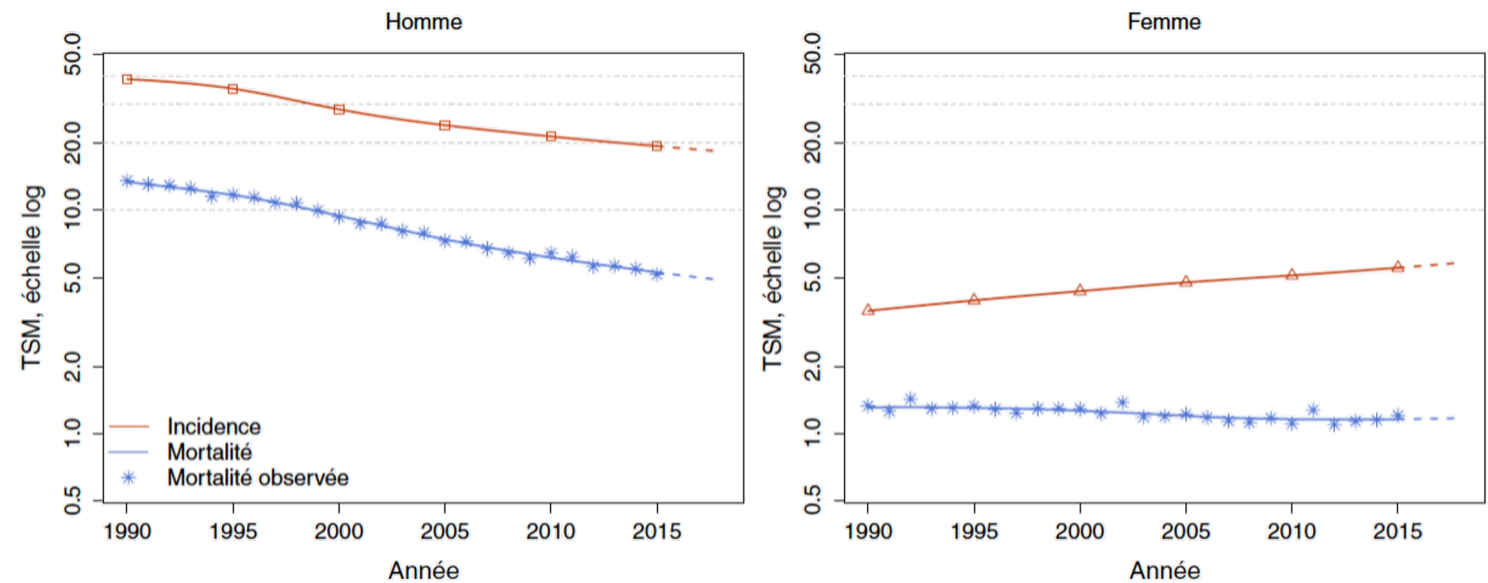
Les cancers de la cavité buccale et de l'oropharynx

Avancées chirurgicales

La technologie aux côtés du clinicien  
dans le suivi des troubles de parole

## ■ Santé Publique France 2019

- **3<sup>ème</sup> cancer en termes de prévalence chez les hommes** (taux standardisé monde)
- **Augmentation de l'incidence chez les femmes**
- **Diminution de la mortalité**



- 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>



# Société Française de Phoniatrie & de Laryngologie

## AVANCÉES CHIRURGICALES







Société Française  
de Phoniatrye  
& de Laryngologie

**LA TECHNOLOGIE  
AUX CÔTÉS DU CLINICIEN  
DANS LE SUIVI  
DES TROUBLES DE PAROLE**



## Bilan préopératoire / pré-traitement

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

## Bilan postopératoire immédiat

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

## Bilan de suivi



# ÉVALUATION CLINIQUE DU TROUBLE DE PAROLE

Evidence Based Practice (Sackett et al., 1996)

1

- **Champ de recherche** en plein essor : C2SI, RUGBI, DAPADAF-E, consortium européen TAPAS...
- Outils d'évaluation : **peu** sont disponibles pour la **parole**, surtout en **cancérologie**
- **Mesures** très largement **perceptives** (Middag et al., 2014; Pommée et al., 2021)
  - **Manque d'études** sur l'analyse acoustique / automatique de la parole **en cancérologie** (Balaguer et al., 2019)

2

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

- **119** réponses de cliniciens (ORL / phoniatres 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

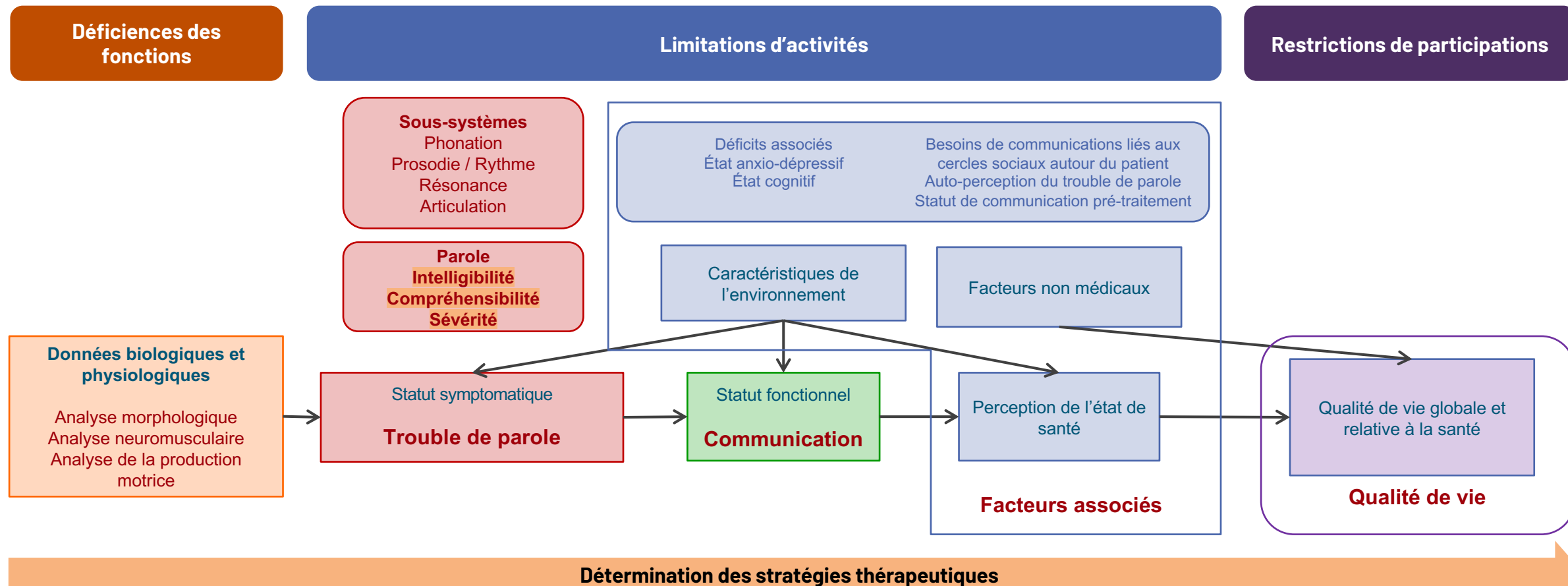


3

- **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)



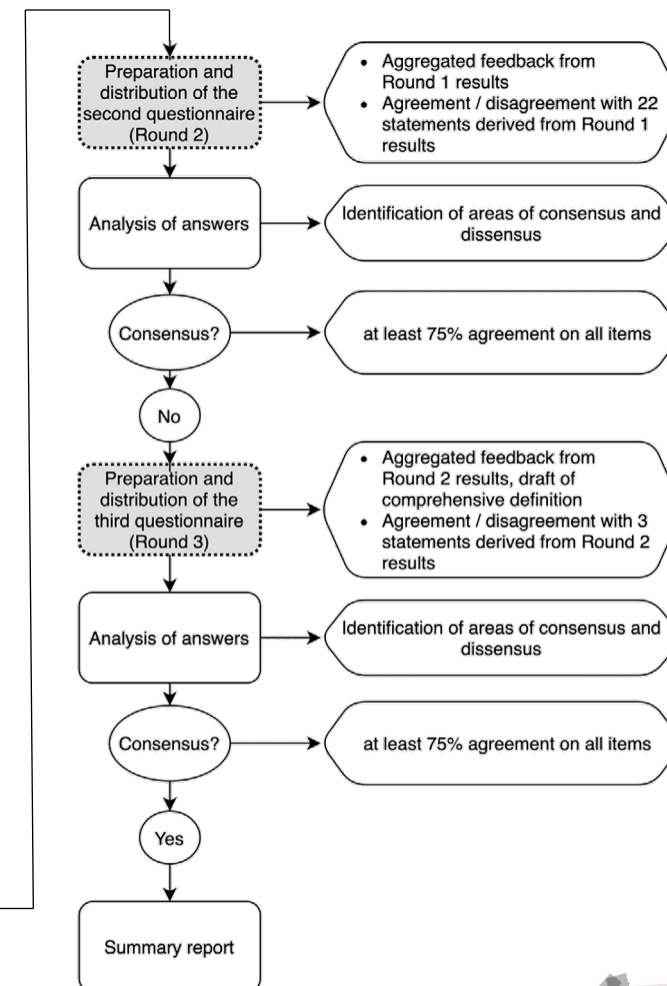
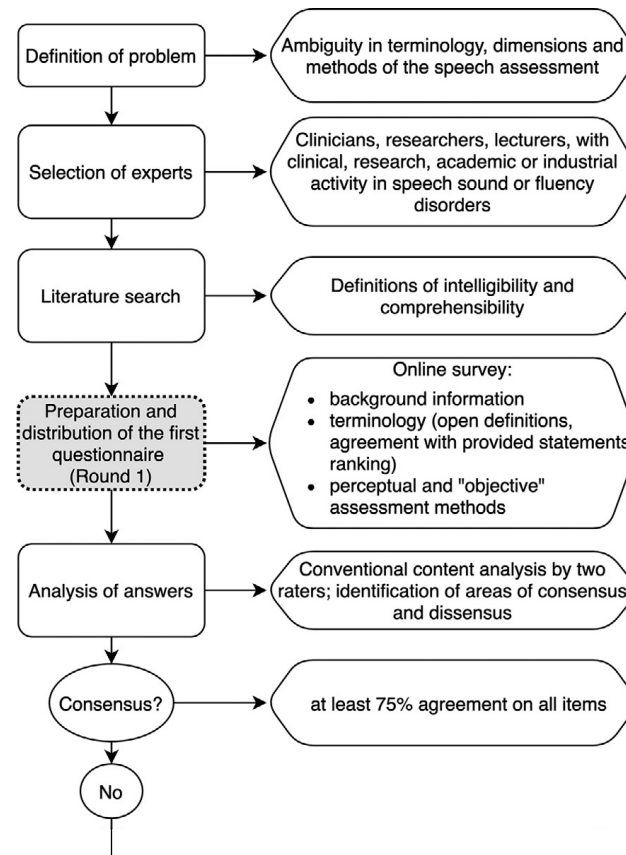
# ÉVALUATION CLINIQUE DU TROUBLE DE PAROLE

- Écueils terminologiques : étude de consensus **Delphi** (Pommée et al., 2022)

## 1 Sélection des experts

## 2 Analyse de la littérature

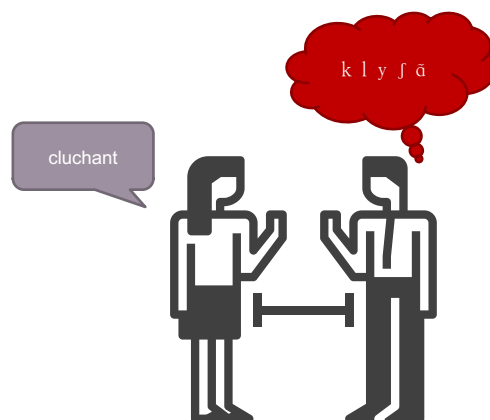
## 3 Recherche de consensus en 3 rounds



## 1

### Intelligibilité

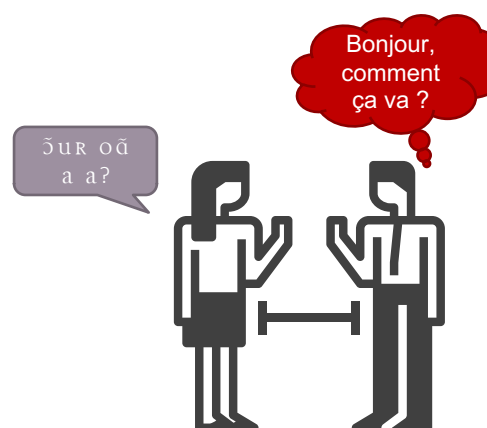
- Reconstruction d'un énoncé au **niveau acoustico-phonétique** depuis le **signal acoustique**



## 2

### Compréhensibilité

- Reconstruction d'un message au **niveau sémantico-discursif**, consécutif à la **reconstruction acoustico-phonétique**



## 3

### Sévérité

- Degré d'altération globale** du signal sonore (Kent, 1989 ; Yorkston, 1996), selon
  - Qualité du décodage acoustico-phonétique,
  - Débit de parole,
  - Qualité vocale,
  - Autres paramètres temporels et/ou prosodiques

## ▪ Limites de l'évaluation perceptive

- Mesures **pas toujours représentatives** de la perception qu'ont les patients de leur trouble de parole et de leurs capacités de communication (*Gray et al., 2012*)
- **Variabilité** inter et intra-juge(s) (*Kuo & Tjaden, 2016; Van Nuffelen et al., 2009; Fex, 1992*)

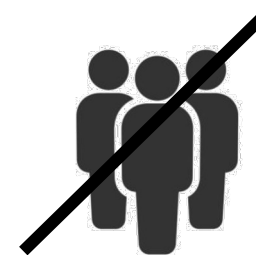
## ▪ Fiabilité / reproductibilité des mesures automatiques

- **Déterminisme** : les mêmes entrées produisent toujours exactement les mêmes sorties (résultats)

- Parole : **donnée identifiante**

- 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 (26/05/2023) : 70 sujets (pseudo-mots uniquement)



- **Majeurs**

- **Francophones natifs**

- **Traités pour un cancer de la cavité buccale ou de l'oropharynx depuis au moins 6 mois**

- Patients avec d'**autres pathologies chroniques** potentiellement responsables d'un **trouble de la parole**



# L'ÉVALUATION AUTOMATIQUE DE LA PAROLE

- **Parolothèque (GIS)** : <https://www.irit.fr/parolothèque/>
  - Créée en 2021
  - Principe
    - **Banque d'échantillons** biographiques (parole) obtenus à partir de bilans de trouble de la parole
      - Transfert des données entre CHUs (bases de données cliniques) et support OSIRIM (bases de données recherche) : **pseudoanonymisé** et **sécurisé**
    - **Conservation** des échantillons
      - Format numérique sur un serveur dédié au stockage d'enregistrements sonores
    - **Mise à disposition** des échantillons auprès de la communauté scientifique
    - **Enrichissement** de la base de données par **analyses automatiques**



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)

- “Validité d’une tâche de Décodage Acoustico-Phonétique Automatisée sur les Déficits Anatomo-Fonctionnels dans l’Évaluation paramédicale des troubles de la parole des patients traités pour un cancer de la cavité buccale ou de l’oropharynx”

- Contexte initial

- Faible corrélation entre scores perceptifs fonctionnels d’intelligibilité et scores analytiques moteurs (*Lazarus et al., 2013*)



# 1

## Mesure des déficits neuromusculaires et fonctionnels

### Données biologiques et physiologiques

Analyse morphologique  
Analyse neuromusculaire  
Analyse de la production motrice

	<b>116 sujets</b> recrutés <i>(CHU Toulouse, APHM)</i>
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Bilan orthophonique</b> analytique et fonctionnel</li></ul>
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 2 listes de <b>pseudo-mots</b> (tâche de décodage acoustico-phonétique, DAP, LPL)<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Enregistrement</b></li><li>▪ <b>Transcription</b> en temps réel par l'examineur</li></ul></li></ul>

### a

## Automatisation 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

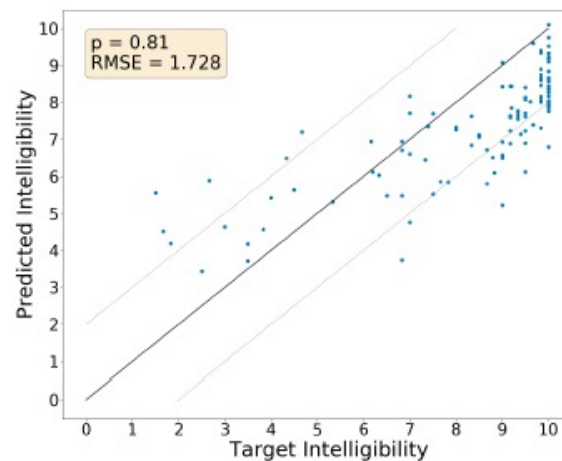
- Présentation de notre patiente-test : **Mme V.**
- 70 ans
- **Lésion de la base de langue gauche et du sillon amygdalogue classé T2 N0 M0**
- Traitement par **oropharyngectomie, reconstruction par lambeau libre gauche puis radiochimiothérapie**
- Autoévaluations fonctionnelles
  - PHI : 23/60
  - CHI – domaine phonation : 3/16

## 2 Mesure du trouble de parole : intelligibilité

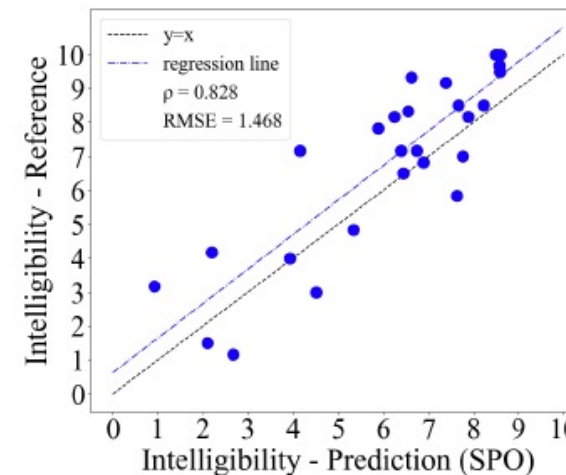
Parole  
Intelligibilité  
Compréhensibilité  
Sévérité

### ▪ Outils automatiques

- **Mesures d'écart** entre une référence (lecture d'un texte par sujets sains) et les scores automatiques issus de la lecture de texte par des patients (Roger, 2022)
- Utilisation de représentations fixes du locuteur issus de **réseaux de neurones** (speaker embeddings, **x-vectors**) (Quintas et al., 2020 ; Quintas et al., en préparation)



$r = 0,81$   
Lecture de texte  
Corpus C2S1



$r = 0,83$   
Parole spontanée  
Corpus SpeeCOMco

## 2 Mesure du trouble de parole : intelligibilité

Parole  
Intelligibilité  
Compréhensibilité  
Sévérité

### ■ Métriques issues de **systèmes de reconnaissance automatique de la parole (RAP)**

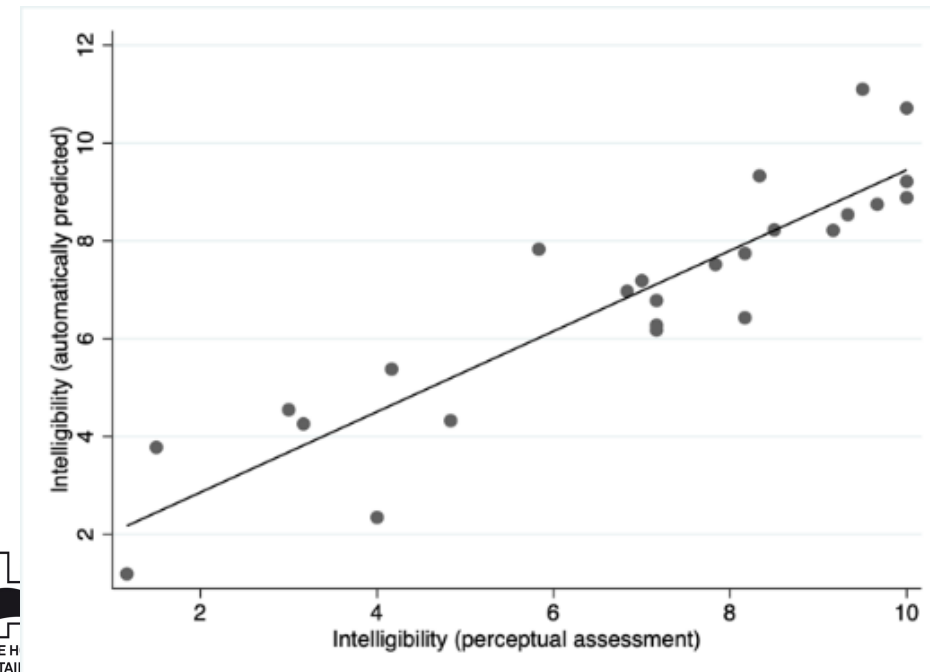
#### ■ Transcription d'un enregistrement audio en texte par

- Extraction de caractéristiques (paramètres) sur une succession de fenêtres temporelles
- Décodage acoustico-phonétique sur la fenêtre traitée

#### ■ Métriques issues de systèmes de RAP utilisés **au niveau phonémique** (Balaguer et al., 2021 ; Gelin et al., 2021)

- Inventaire phonémique
- Prédiction de l'intelligibilité sur la parole spontanée (entretien semi-dirigé) :  $r_s = 0,91$

$$\begin{aligned} \text{Intelligibilité} = & \\ & -0,073 \\ & + (4,982 \times \text{nb sonants } p.\text{sec}) \\ & + (6,188 \times \text{prop. occlusives}) \\ & + (0,851 \times \text{score confiance sur fricatives}) \end{aligned}$$





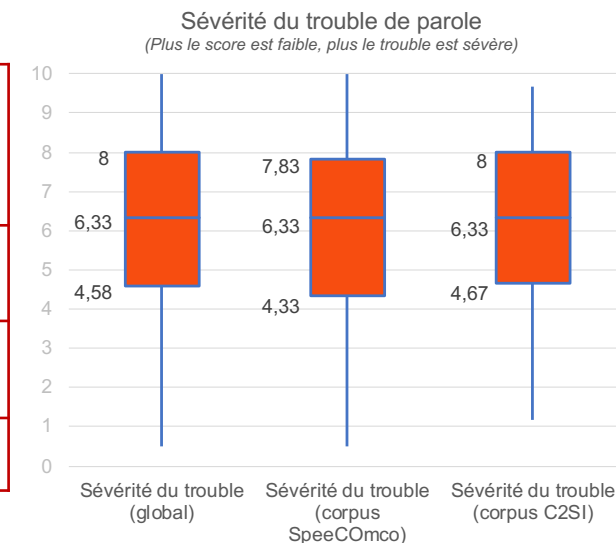
## 2

### Mesure du trouble de parole : sévérité

Parole  
Intelligibilité  
Compréhensibilité  
Sévérité

- Métriques issues de **systèmes de reconnaissance automatique de la parole (RAP)**
  - + **Modélisation du langage** pour reconstituer les mots et énoncés

Systeme	Architecture	Corpus d'entraînement (heures)	WER sur parole typique (set de test)	WER Lecture de texte (C2SI + SpeeCOMco)	WER Parole spontanée (SpeeCOMco)
Whisper (Open AI)	Transformer Seq2seq [1]	Multilingue (117 113 h)	8,3 %	41,56 %	67,25 %
SpeechBrain 1	Wav2vec 2.0 avec CTC / attention [2]	Multilingue + Français (7 600 h)	9,96 %	42,23 %	71,09 %
SpeechBrain 2	CRDNN avec CTC / attention [3]	Français (477 h)	17,70 %	106,55 %	94,04 %



[1] Openai. (s. d.). GitHub - openai/whisper : Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. GitHub. <https://github.com/openai/whisper>

[2] speechbrain/asr-wav2vec2-commonvoice-fr · Hugging Face. (s. d.). <https://huggingface.co/speechbrain/asr-wav2vec2-commonvoice-fr>

[3] speechbrain/asr-crdnn-commonvoice-fr · Hugging Face. (2001, 13 février). <https://huggingface.co/speechbrain/asr-crdnn-commonvoice-fr>

## 2

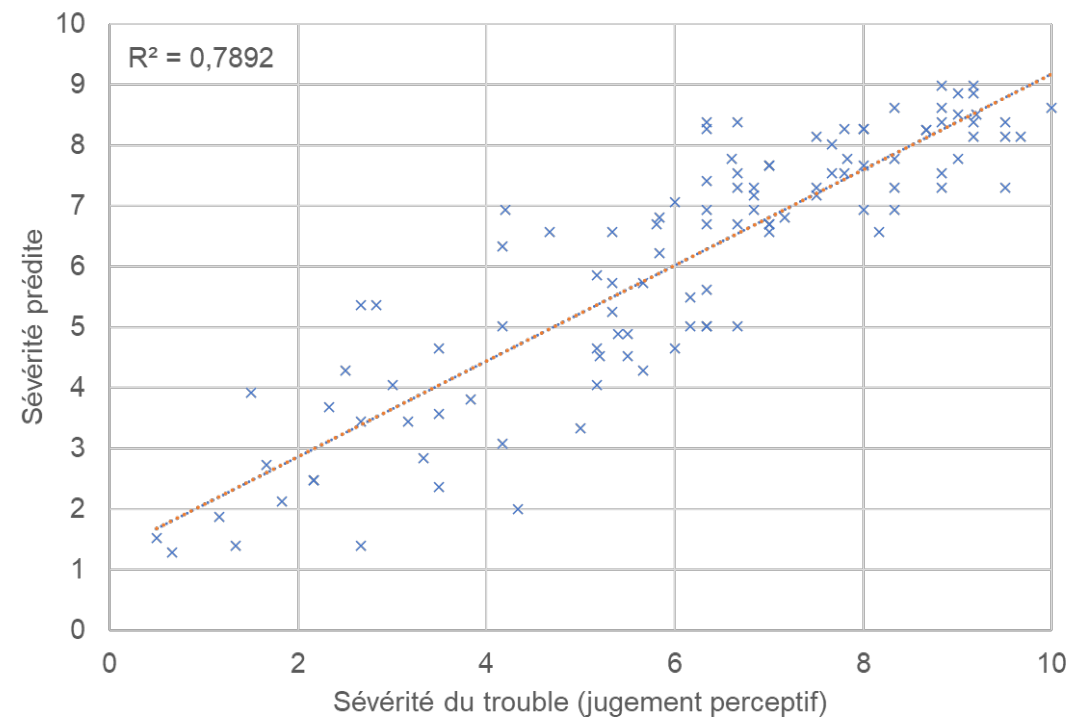
### Mesure du trouble de parole : sévérité

Parole  
Intelligibilité  
Compréhensibilité  
Sévérité

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

- Formule de prédiction

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



## 3

### Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

Communication

- Mesure de l'altération de la communication en cancérologie (*Balaguer, 2022*)
  - Peu d'outils pour évaluer l'impact fonctionnel des troubles de parole sur les **capacités de communication** (*Bolt et al., 2016 ; Meyer et al., 2004*)
  - Construction du score holistique de communication (SHC ou HoCoS) en 3 étapes

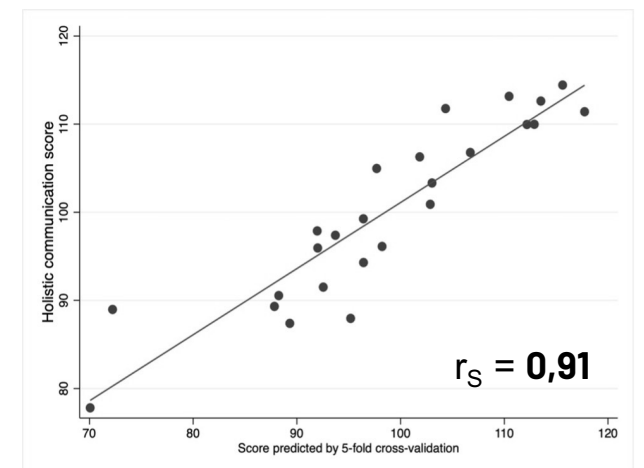
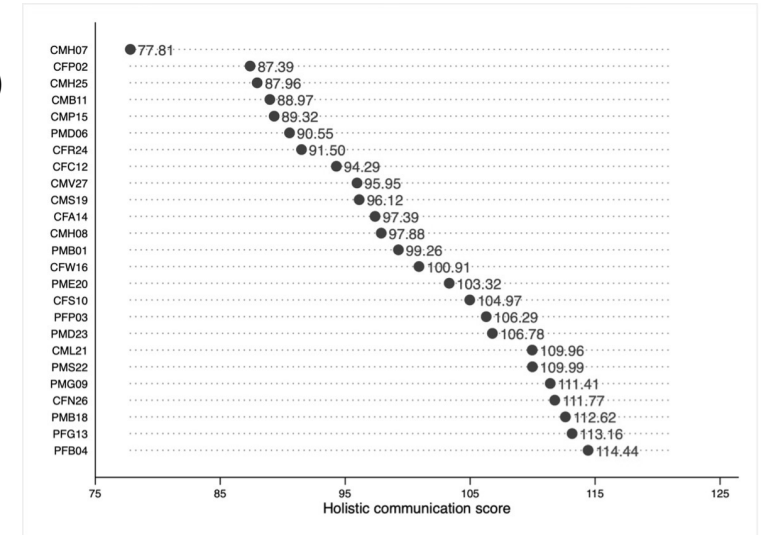
#### a Sélection des questionnaires

#### b Construction du score

- Validité de contenu par jury d'experts
- Élimination des items redondants et insuffisamment variables

#### c Élaboration du score

- Analyse factorielle PCF
- Validation par validation croisée et analyse en profils latents



## 3

### Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

Communication

- La question de l'**étude de la parole spontanée**
  - Situation la plus écologique (*Bastiaanse & Prins, 2004*)
  - Parole **non préparée** (*Shriberg, 2005 ; Dufour, 2010 ; Veiga, 2012 ; Llisterri, 1992*)
  - Challenges automatiques

#### a Absence de référence

#### b Variabilité liée à la situation de communication (interlocuteur, captation de l'audio, lieu de l'interaction)

#### c Variabilité liée à la parole hors laboratoire

- Plus d'un locuteur avec tours de parole et overlaps (*Shriberg, 2005*)
- Disfluences (*Shriberg, 2005*)
- Agrammalité (*Dufour, 2010*)
- Débit de parole (*Adda-Decker et al., 2012*)
- Intonation prosodique (*Dufour, 2010*) et état émotionnel du locuteur
- Modification de l'articulation (*Lindblom, 1963*)

## 3

### Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

Communication

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

## a

### Extraction des paramètres acoustiques et automatiques

- Selon les **niveaux linguistiques** définis dans le modèle psycholinguistique de Caron (François & Nespoulous, 2011)

Niveau analysé	Catégorie de paramètre	Logiciel ou système utilisé
Signal de parole	F0 et intensité	Praat
	Paramètres spectraux	
	Paramètre cepstral	
Niveau articulaire	Durée	Détecteur d'activité vocale (WebRTC-VAD)
	Débit de parole	Praat
	Segments vocaliques, non vocaliques et pauses	SpeechTools
	Inventaire phonémique	Système de reconnaissance automatique de la parole (TDNNf-HMM) « phonémique »
	Scores de confiance	
Niveau morphosyntaxique	Inventaire lexical	TDNNf-HMM « lexical » + base « Lexique 3.83 »
	Scores de confiance	TDNNf-HMM « lexical »
	Diversité et densité lexicales	
	Aspects grammaticaux	
	Formes grammaticales	Iramuteq
Niveau pragma-sémantique et discursif	Thèmes	Microsoft Azure
	Sentiment	

3

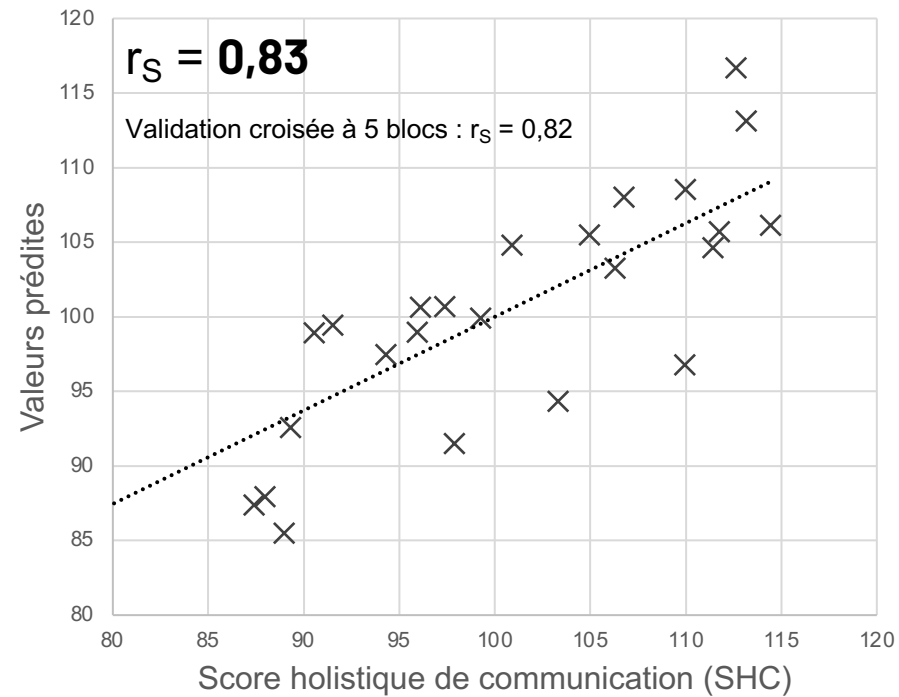
Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

Communication

b

Prédiction avec paramètres acoustiques et automatiques



▪ Formule de prédiction

$$\begin{aligned} \text{Score Holistique de Communication (SHC)} \\ &= 83,672 \\ &+ (10,139 \times \text{nb occlusives p. sec}) \\ &+ (10,891 \times \text{nb sonantes p. sec}) \end{aligned}$$



# L'ÉVALUATION AUTOMATIQUE DE LA PAROLE

3

Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

Communication

C 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 même 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 :  $r_s = 0,70$

3

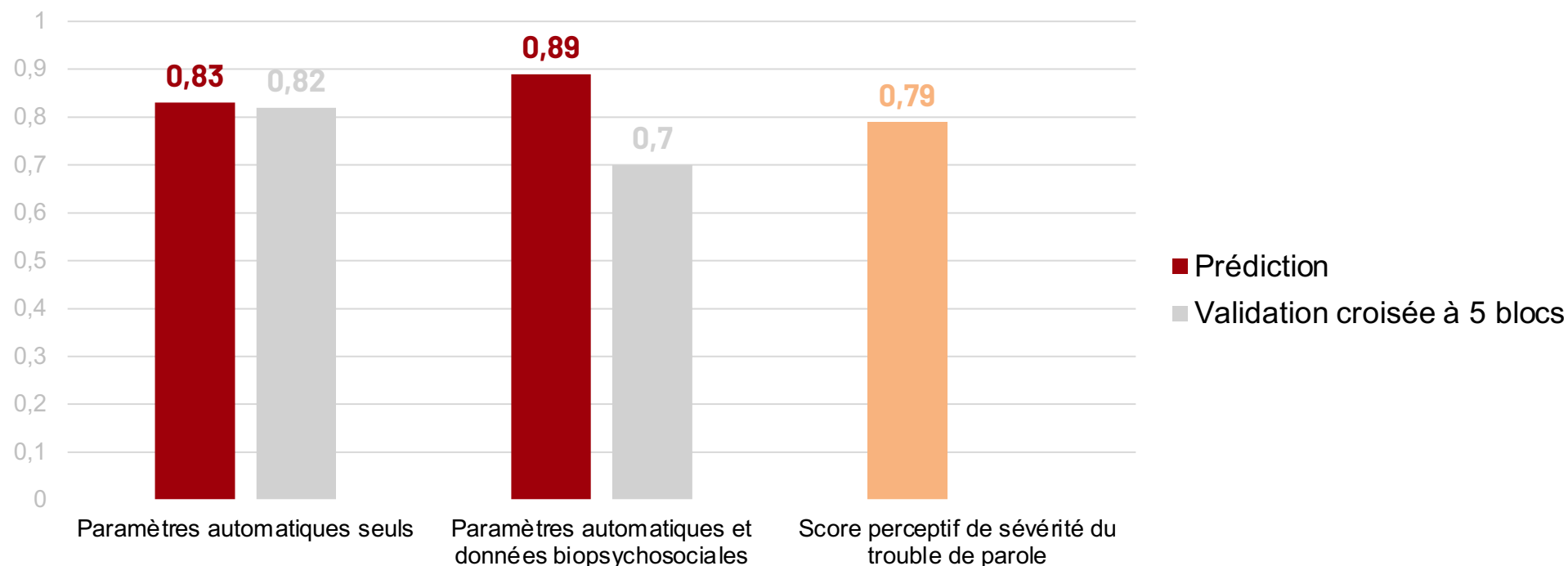
Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

Communication

Facteurs associés

## Comparaison des performances de prédiction de l'altération de communication



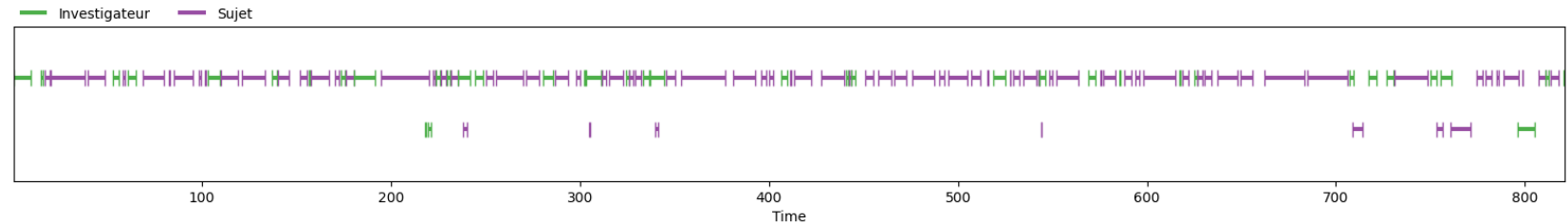
## 3

### Mesure de l'impact sur la communication

Statut fonctionnel

Communication

- La question de la prise en compte de la **situation conversationnelle**



```
0000.5 0009.5 SPEAKER_01 on va discuter un peu de l'impact qu'on accale le trouble de la parole sur votre quotidien en fait en sachant que vous j'ai vu dans vos questionnaires que...
0015.0 0016.0 SPEAKER_01 vous la trouvez différente
0017.1 0019.5 SPEAKER_00 Ah oui...
0020.3 0038.3 SPEAKER_00 J'ai déjà plus, je ne m'entends plus la même voix. J'ai du mal à prononcer certaines syllabes, comme les que, les gue, les troupes, alors là, c'est horrible hein.
0039.9 0048.9 SPEAKER_00 Voilà, donc facément. Et puis, il me faut du temps, je peux parler. Je ne parle plus aussi vite qu'avant.
0053.0 0056.0 SPEAKER_01 marqué rapidement
0058.3 0059.2 SPEAKER_00 ...
0061.0 0065.0 SPEAKER_01 les difficultés là que vous vous décrivez, ça y voulu comment vous trouvez.
0068.9 0079.8 SPEAKER_00 Non, ça s'améliore. D'après, si on me dit, c'est toutefois, les commentaires sont sincères. D'accord. Voilà. Mais n'oubliez pas, 뭐야, les grads?
0082.6 0082.9 SPEAKER_00 Oui.
0085.2 0095.2 SPEAKER_00 Il y a ma fille, mes enfants, petits enfants, des amis, des tignées, des orthophonistes.
0098.3 0099.3 SPEAKER_00 Oui, pas du mal.
0101.7 0102.1 SPEAKER_00
0103.5 0109.3 SPEAKER_01 Je vois que de toute façon, par rapport à votre problème de parole, vous n'avez pas moins envie de parler avec les gens qu'avant.
```

- Gestion des locuteurs multiples
- Combinaison du système de RAP Open AI Whisper, et de pyannote.audio (Bredin et al., 2019)

1

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

- Mesure automatique : mesure fiable et reproductible
- Mesure perceptive : prise en compte de l'interlocuteur humain
- Prise en compte de la communication non-verbale (compréhensibilité)

2

Qualité de vie globale et relative à la santé

**Objectif cible :  
amélioration de la qualité de vie**

- Prédiction de la qualité de vie / fonctionnement social
  - Par les paramètres automatiques de bas niveau :  $r_s = 0,04$
  - Avec l'inclusion des facteurs associés :  $r_s = 0,60$
- Nouvelles perspectives sur des analyses de contenu du discours
  - Possible rôle dans la prédiction de l'altération de la communication ou de la qualité de vie

3

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

- Projet PhLES-NID « Pharyngo-Laryngeal Effectiveness – Non-Invasive Device » (ANR21-CE19-0057-01)

4

**Analyses automatiques des autres fonctions du carrefour aérodigestif**

## 5 Nouveaux supports

### ■ Interfaces Web

- Plateforme PATY <https://paty.irit.fr/demo/>  
(projets PATY, ADAPT : Institut Carnot Cognition)

Choisissez le modèle

Abdel - Grand vocabulaire

Plus d'options

Format de sortie :

Fichier texte

Description du modèle

**SAMOVA**

**IIRIT**  
Institut de Recherche  
en Informatique de Toulouse

institut  
cognition

UMR 8057 CHRS  
PAROLE ET  
LANGAGE

### Plateforme de Parole ATYpique

Choisissez un fichier wav

Drag and drop file here  
Limit 30MB per file • WAV

Browse files

PFG13-PHR-16k\_mono.wav 231.4KB

0:07 / 0:07

Transcription :

spk1 : la voiture s'est arrêté au feu rouge annie s'nuit loin de ses parents

Télécharger

### ■ 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/>



## Optimiser / Adapter / Compenser

### Déficiences

#### ▪ Optimiser

- La mobilité des structures (restantes et reconstruites)
  - Limiter les altérations morphologiques post-traitement
- 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





- 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 Phoniatrica 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 Phoniatrica 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.2004.05.003>
- Bastiaanse, Y., & Prins, R. (2004). Review. *Aphasiology*, 18(12), 1075–1091. <https://doi.org/10.1080/02687030444000534>
- 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>
- Bredin, H., Yin, R., Coria, J. M., Gelly, G., Korshunov, P., Lavechin, M., Fustes, D., Titeux, H., Bouaziz, W., & Gill, M. (2019b). pyannote.audio : neural building blocks for speaker diarization. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1911.01255>
- Dufour, R. (2010). Transcription automatique de la parole spontanée. Thèse de doctorat. Université du Maine.

# RÉFÉRENCES

- 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 réception: 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>
- 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 Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 122(6), 386-397. <https://doi.org/10.1177/000348941312200608>
- Llisteri, J. (1992). Speaking styles in speech research. ELSNET/ESCA/SALT. Workshop on Integrating Speech and Natural Language, Dublin, Ireland
- 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. *7èmes 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>
- Shriberg, E. (2005). *Spontaneous speech : how people really talk and why engineers should care*. <https://doi.org/10.21437/interspeech.2005-3>
- 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>

# RÉFÉRENCES

- 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>
- Veiga, A., Candeias, S., Celorico, D., Proença, J., & Perdigão, F. (2012). Towards Automatic Classification of Speech Styles. Dans *Springer eBooks* (p. 421-426). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-28885-2\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-642-28885-2_47)
- 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/occmed/kqu02>