



**HAL**  
open science

## La laryngophoniatrie du futur

Alain Ghio, Jérôme Farinas

► **To cite this version:**

Alain Ghio, Jérôme Farinas. La laryngophoniatrie du futur. 127ème Congrès National de la Société Française d'ORL (SFORL 2021), 2021, Paris, France. hal-03365266v2

**HAL Id: hal-03365266**

**<https://hal.science/hal-03365266v2>**

Submitted on 8 Oct 2021 (v2), last revised 9 Oct 2021 (v3)

**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.

# LA LARYNGOPHONIATRIE DU FUTUR

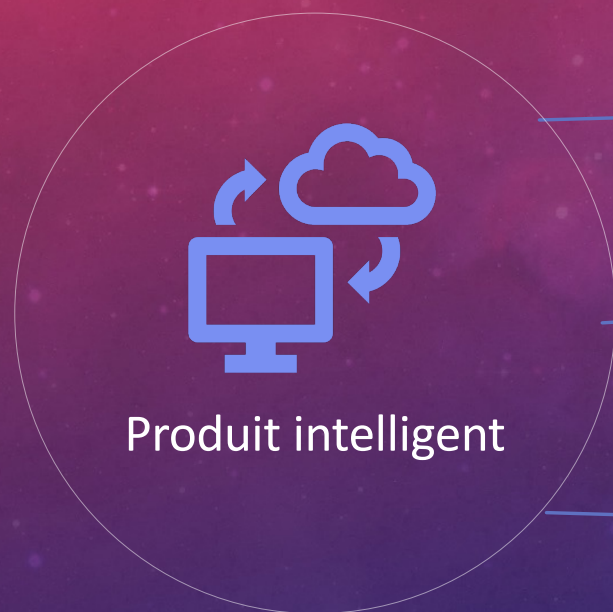


JÉROME FARINAS, INSTITUT DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE DE TOULOUSE,  
UNIVERSITE PAUL SABATIER



ALAIN GHIO, LABORATOIRE PAROLE ET LANGAGE, CNRS, AIX-MARSEILLE UNIVERSITE

# TECHNOLOGIE MONDIALE



Reconnaissance  
vocale



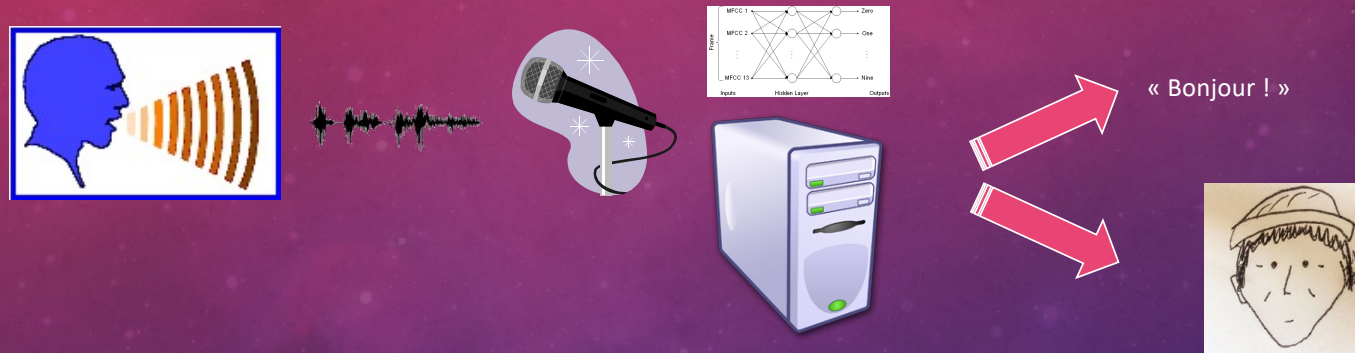
Intelligence  
artificielle



Réalité  
virtuelle



# TRAITEMENTS AUTOMATIQUES DE LA PAROLE



- Reconnaissance Automatique de la Parole
  - Décodage du contenu audio
  - Adapté pour la mesure de l'intelligibilité
- Reconnaissance automatique du locuteur

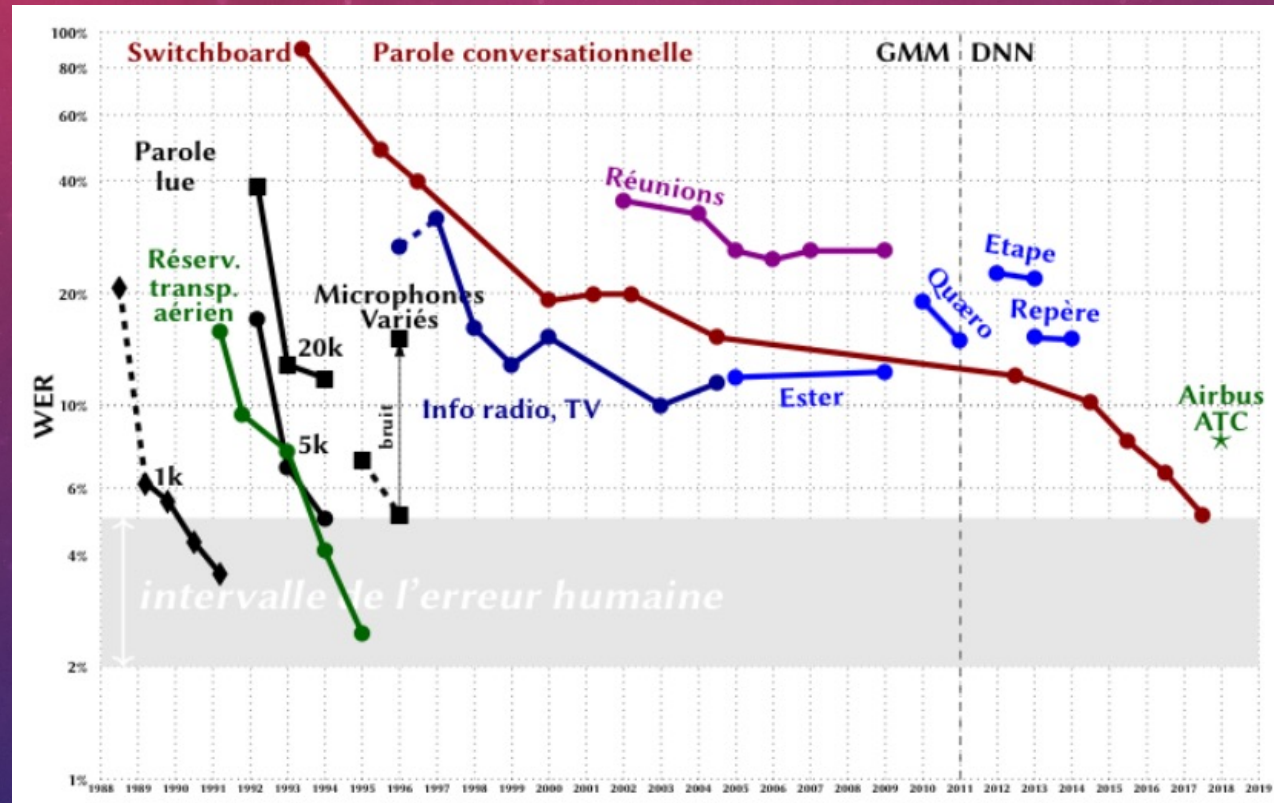
# POURQUOI LE TAP?

- Simple
  - Un microphone
  - Traitements automatiques
- Parole spontanée
- Peut analyser des relations complexes entre
  - Entrée (locuteur, parole)
  - Sortie

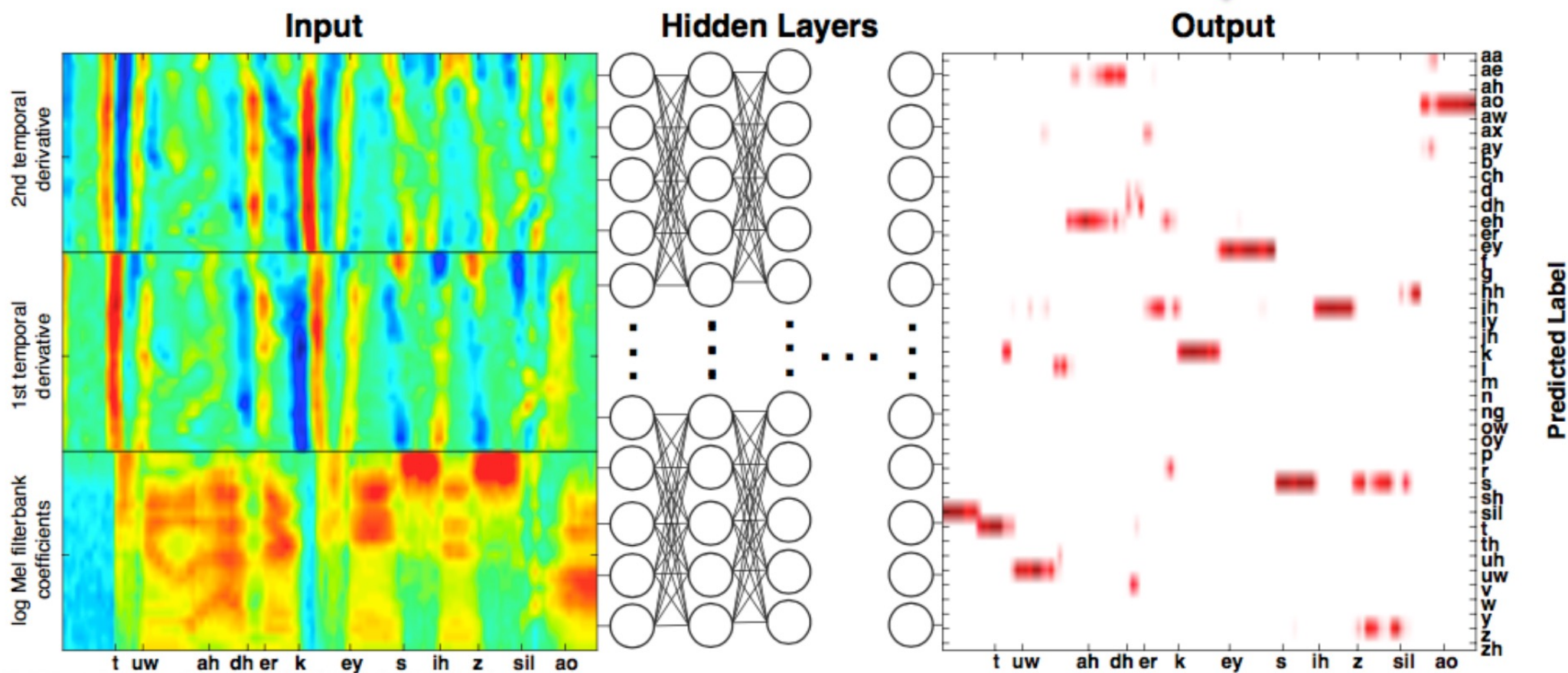
# RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE DE LA PAROLE

- Recherche à transcrire en texte un enregistrement audio
- Principe
  - Extraction de caractéristiques à partir d'un enregistrement audio
  - Décodage acoustico-phonétique
  - Modélisation du langage

# QUOI DE NEUF EN RAP ?

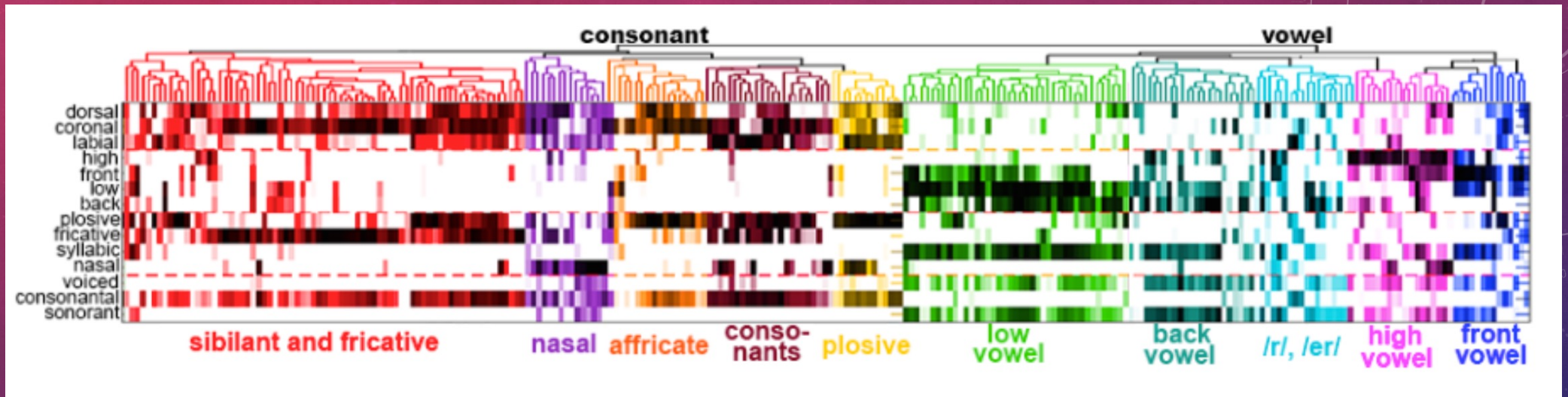


# APPRENTISSAGE PROFOND EN RAP





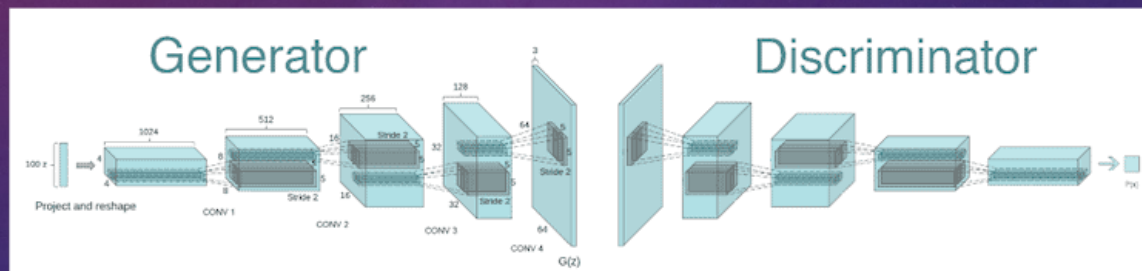
# APPRENTISSAGE PROFOND EN TAP



- Réseaux de neurones profonds (Deep Neural Networks)
  - Modèles complexes
  - Grande quantité d'information pour l'apprentissage
  - Organisation interne proche de l'organisation du cerveau humain (Nagamine, 2015; Chang, 2016)

# FUTUR RAP ?

- Architectures de bout en bout (End2End)
  - Connectionist Temporal Classification (CTC)
  - Modèle de l'attention
  - Transducteurs
  - Transformeur
- Réseaux Antagonistes Génératifs (GAN)



# TAP EN CLINIQUE

(Balaguer, 2021)

- Évaluation en clinique courante : aide aux choix des stratégies thérapeutiques
- Evidence Based Practice (Sackett et al., 1996)

- Outils d'évaluation
  - Peu sont disponibles pour la parole, surtout en cancérologie
  - Mesure très largement perceptive (Middag et al., 2014; Pommée et al., 2021)
- Intérêt d'analyses acoustiques et automatiques pour pallier les biais perceptifs (Van Nuffelen et al., 2009; Fex, 1992)
- Champ de recherche en plein essor : C2SI, RUGBI, DAPADAF-E, consortium TAPAS...

- État des lieux (Pommée et al., 2021)
  - ¼ des experts cliniciens n'évaluent pas l'impact fonctionnel du trouble de parole
  - Inadéquation des questionnaires utilisés (VHI = 70 %)

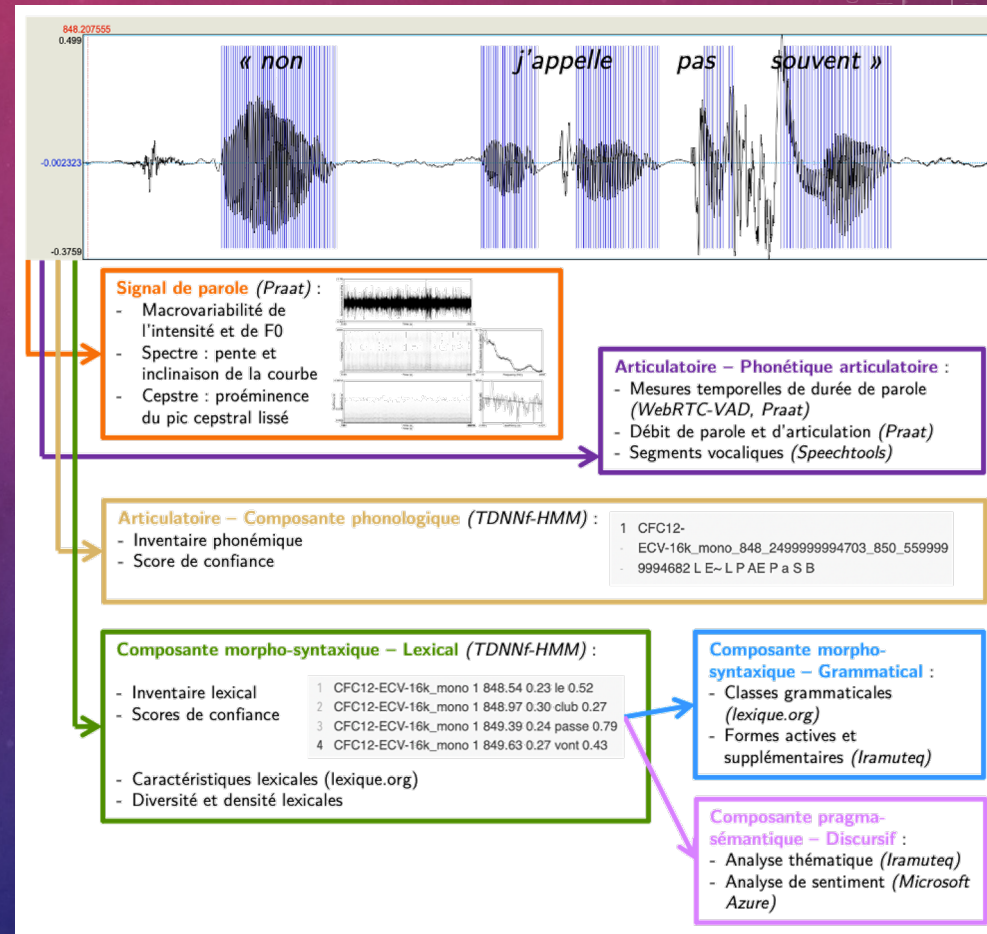
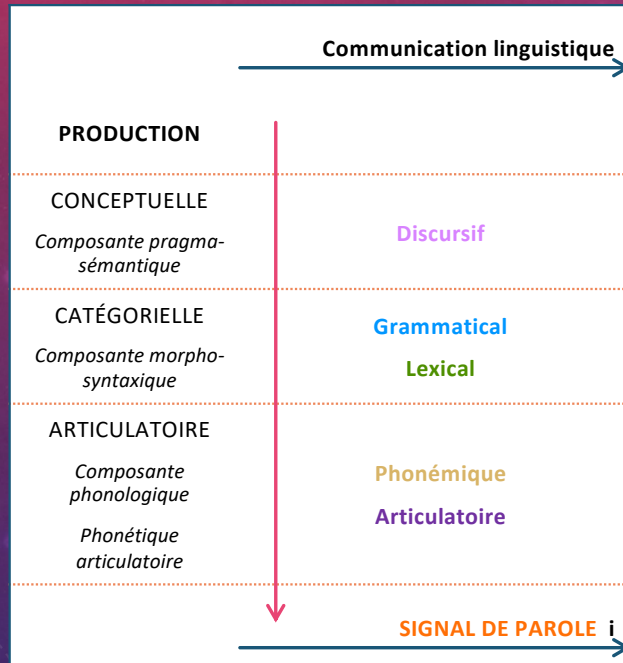


- Étude préliminaire (11 patients) :
  - 6/11 auraient aimé que les conséquences du trouble de parole soient davantage prises en compte
  - 2/11 considèrent qu'elles n'ont pas assez été prises en compte

# EXEMPLE TAP

(Balaguer, 2021)

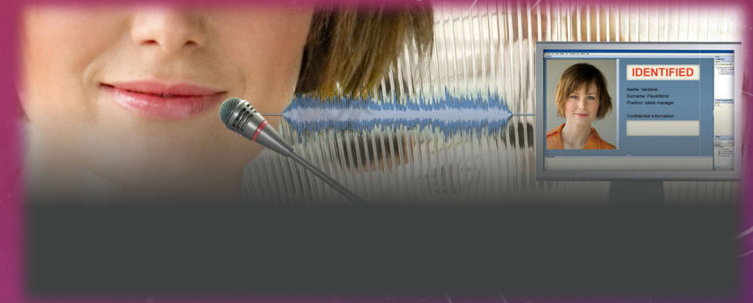
(Caron, 1989)





# DE LA RECONNAISSANCE DE LA PAROLE À LA RECONNAISSANCE DU LOCUTEUR

# LA RECONNAISSANCE DU LOCUTEUR



- Recherche à identifier les caractéristiques particulières d'un locuteur
- Activité orthogonale à la reconnaissance de la parole
- Principe
  - ✓ Extraction de paramètres acoustiques à partir de la voix du locuteur
  - ✓ Apprentissage et modélisation de ces caractéristiques
  - ✓ Identification, vérification :  
on confronte les caractéristiques d'une nouvelle voix aux modèles des locuteurs appris

# L'IDENTIFICATION VOCALE DANS UN CADRE CRIMINALISTIQUE

- Utilisation de techniques de reconnaissance du locuteur dans le cadre d'affaires criminelles
- La police scientifique possède un enregistrement du criminel (inconnu) + des enregistrements d'un ou plusieurs suspects : l'identification de la personne est-elle possible ?
  - ✓ Par des humains ?
  - ✓ Par des machines ?
- Principe de précaution :
  - ✓ la voix n'est ni une empreinte digitale (~~empreinte vocale~~), ni stable comme l'ADN
  - ✓ La voix est instable à court terme, à long terme, sujette au contexte...
  - ✓ La voix est modifiable



# COMPARAISON DE VOIX APPLIQUÉE À LA CRIMINALISTIQUE : LE PROJET voxcrim

- Projet financé par l'Agence Nationale de la Recherche
- Interdisciplinaire
  - ✓ Laboratoire d'informatique (LIA, Avignon)
  - ✓ Laboratoire de phonétique (LPL, Aix ; LPP, Paris)
  - ✓ Laboratoire de police technique et scientifique ; Institut de recherche criminelle de la Gendarmerie nationale
  - ✓ Laboratoire National d'Essai
- Objectifs :
  - ✓ Étudier les performances et limites de la perception humaine
  - ✓ Étudier les performances et limites de l'identification par ordinateur
  - ✓ Proposer un cadre méthodologique
  - ✓ Mettre en place une accréditation liée à une formation





# UNE ANALOGIE A FAIRE AVEC LA LARYNGOPHONIATRIE ?

- Les limites de la perception humaine ?

- ✓ La perception de la voix est fiable dans certaines conditions mais elle peut nous induire en erreur
- ✓ « on entend ce qu'on s'attend à entendre, à ce qu'on veut entendre »
- ✓ Nécessité de blind test

- Un cadre méthodologique

- ✓ La notion de prélèvement de voix
  - Aspects techniques (microphone, enregistreur...), linguistiques (quel corpus ? Quelles consignes ?)
  - Si le prélèvement n'est pas bien fait, il ne peut être reçu comme un élément de preuve

- Formation et accréditation

- ✓ Seul un personnel formé et accrédité est autorisé à faire un prélèvement et une analyse
- ✓ Seules les méthodologies testées et éprouvées sont autorisées à être utilisées

> J Voice. 2013 Jul;27(4):481-5. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.03.015. [CR](#)

## Top-down mechanisms in dysphonia perception: the need for blind tests

Alain Ghio<sup>1</sup>, Joana Révis, Sabine Merienne, Antoine Giovanni

Affiliations + expand

PMID: 23809570 [CR](#) DOI: 10.1016/j.jvoice.2013.03.015 [CR](#)



# LA RECONNAISSANCE DU LOCUTEUR EN LARYNGOPHONIATRIE

- On modélise non pas un locuteur mais un groupe de locuteurs
  - ✓ Ex : G0= voix normale, G1 = dysphonies légères, G2 = dysphonies moyennes, G3= dysphonies sévères
- La voix d'un nouveau patient est comparée aux modèles via un système automatique
- Le système automatique désigne un groupe avec des probabilités d'appartenance
  - *M. Wester, Automatic classification of voice quality: Comparing regression models and hidden markov models, in: VOICEDATA98, Symposium on Databases in VoiceQuality Research and Education, 1998, pp. 92–97*
  - *Fredouille, Pouchoulin, Bonastre, Azzarello, Giovanni, Ghio. Application of Automatic Speaker Recognition techniques to pathological voice assessment (dysphonia). Interspeech, 2005, Lisboa, France. pp.149-152.*
- Besoin d'importantes bases de données
- Données bien catégorisées

Test Gr.	Classification system Response			
	0	1	2	3
0	<b>19</b>	1	0	0
1	3	<b>14</b>	2	1
2	2	7	<b>9</b>	2
3	0	0	7	<b>13</b>

# DU DECODAGE À L'ENCODAGE

QUID DE LA SYNTHÈSE VOCALE ?

# LA SYNTHÈSE VOCALE ET LA LARYNGOPHONIATRIE

- Pour un usage en voix de substitution
  - ✓ Patients laryngectomisés, paralysés...
- La synthèse text-to-speech est une question résolue de façon générale
  - ✓ Exemple : [www.acapela-group.com](http://www.acapela-group.com), [voxygen.fr](http://voxygen.fr)
  - ✓ Fondée sur de l'apprentissage par l'exemple
- Possibilité de personnalisation
- Quid sur des patients atteints de troubles de la parole ?
  - ✓ il faut enregistrer la voix du patient en bonne santé pour l'utiliser en synthèse
  - ✓ Précaution rarement appliquée

# LA PROSODIE, TALON D'ACHILLE DE LA SYNTHÈSE

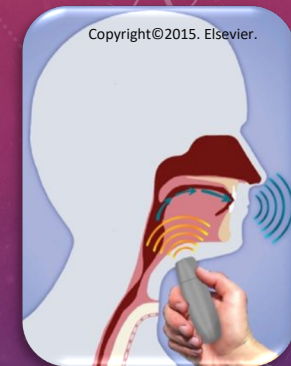
- La prosodie = mélodie et rythme de la parole
- Actuellement, pas toujours bien synthétisée
  - ✓ Accentue l'effet artificiel
  - ✓ Une limite à la transmission des émotions, de la personnalité...
- Un vrai problème dans les langues à tons comme le chinois
  - ✓ Perte d'intelligibilité si les tons ne sont pas produits



<http://www.phonetics.ucla.edu/vowels/chapter2/cantonese>

CANTONESE si			
Chinese Character	Tone symbol	Tone description	English gloss
詩	˥ 55	high level	'poem'
試	˨˨ 33	mid level	'to try'
事	˨˨ 22	low level	'matter'
時	˨˨˨ 21	low falling	'time'
使	˨˨˨ 24	low high	'to cause'
市	˨˨˨ 23	low mid	'city'

# LES VOIX PROTHÉTIQUES, ELECTROLARYNX



- Electrolarynx classique
  - ✓ Monotone
  - ✓ Et donc robotique
- Electrolarynx à fréquence vibratoire ajustable
- Permet de produire des variations de fréquence fondamentale

Case Reports > Med Biol Eng Comput. 2017 Aug;55(8):1463-1472.

doi: 10.1007/s11517-016-1606-6.  Epub 2016 Dec 24.

## Development and evaluation of wheel-controlled pitch-adjustable electrolarynx

Li Wang <sup>1</sup>, Yijun Feng <sup>1</sup>, Ze Yang <sup>1</sup>, Haijun Niu <sup>2</sup>

Affiliations + expand

PMID: 28013472  DOI: 10.1007/s11517-016-1606-6 

# NOS PROJETS TECHNOLOGIQUES

## • ANR RUGBI (2019-2023)

Lang Resources & Evaluation  
<https://doi.org/10.1007/s10579-020-09496-3>

**ORIGINAL PAPER**

**C2SI corpus: a database of speech disorder productions to assess intelligibility and quality of life in head and neck cancers**

https://doi.org/10.1044/2020\_JSLHR19-00088

Virginie Woisard<sup>1</sup>, Jérôme Farinas<sup>2</sup>, Alain Ghio<sup>3</sup>, Laurence Giusti<sup>3</sup>, Danièle Robert<sup>3</sup>, Corinne Fredouille<sup>1</sup> and Virginie Woisard<sup>1</sup>

Corinne Fredouille<sup>1</sup>, Jérôme Farinas<sup>2</sup>, Alain Ghio<sup>3</sup>, Laurence Giusti<sup>3</sup>, Danièle Robert<sup>3</sup>, Virginie Woisard<sup>1</sup>

© Springer Nature B.V. 2020

**Design and Development of a Speech Intelligibility Test Based on Pseudowords in French: Why and How?**

Muriel Lalain<sup>1</sup>, Alain Ghio<sup>1</sup>, Laurence Giusti<sup>1</sup>, Danièle Robert<sup>1</sup>, Corinne Fredouille<sup>1</sup> and Virginie Woisard<sup>1</sup>

https://doi.org/10.1044/2020\_JSLHR19-00088

**Du recueil à l'exploitation des corpus de parole "pathologique" : comment accéder à la variation physiopathologique ?**

Alain Ghio, Gilles Pouchoulin, François Viallet, Antoine Giovanni, Virginie Woisard, Lise Crevier-Buchman, Fabrice Hirsch, Camille Fauth, Corinne Fredouille

**To cite this version:**  
 Alain Ghio, Gilles Pouchoulin, François Viallet, Antoine Giovanni, Virginie Woisard, et al. Du recueil à l'exploitation des corpus de parole "pathologique" : comment accéder à la variation physiopathologique ?. Corpus, Bases, Corpus, Langage - UMR 7320, 2021, 10-4009/corpus.5677. hal-03145102

**Construction d'un index holistique d'impact sur la communication des troubles de la parole chez des patients traités pour un cancer oral ou oropharyngé**

Mathieu Balaguer<sup>1</sup>, Jérôme Farinas<sup>2</sup>, Alain Ghio<sup>3</sup>, Laurence Giusti<sup>3</sup>, Danièle Robert<sup>3</sup>, Corinne Fredouille<sup>1</sup> and Virginie Woisard<sup>1</sup>

**Introduction**

Plus d'un tiers des patients traités pour un cancer oral ou oropharyngé souffrent de troubles de la parole. Ces troubles ont un impact significatif sur la qualité de vie et la communication.

**Résultats**

200 items issus des questionnaires sont classés à la communication en trois large spectres, avec un score de 0 à 100.

**Discussion**

Bonne fiabilité permettant de valider l'index de communication. L'index est un outil de mesure de l'impact des troubles de la parole sur la communication.

**Conclusion**

Construction d'un index holistique permettant d'évaluer l'impact des troubles de la parole sur la communication.

INTERSPEECH 2020  
 October 25–29, 2020, Shanghai, China

**Towards Interpreting Deep Learning Models to Understand Loss of Speech Intelligibility in Speech Disorders**

**Step 1 : CNN model-based phone classification**

Sondes Abderrazek<sup>1</sup>, Corinne Fredouille<sup>1</sup>, Alain Ghio<sup>2</sup>, Muriel Lalain<sup>2</sup>, Christine Meunier<sup>2</sup>, Virginie Woisard<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LIA, Avignon University, France  
<sup>2</sup>Aix-Marseille Univ, LPL, CNRS, Aix-en-Provence, France  
<sup>3</sup>UTJ2, Octogone-Lordat, Toulouse University & Toulouse Hospital, France  
 (sondes.abderrazek, corinne.fredouille)@univ-avignon.fr

**Automatic extraction of speech rhythm descriptors for speech intelligibility assessment in the context of Head and Neck Cancers**

Robin Vaysse, Jérôme Farinas, Corinne Astésano, Régine André-Obrecht

**To cite this version:**  
 Robin Vaysse, Jérôme Farinas, Corinne Astésano, Régine André-Obrecht. Automatic extraction of speech rhythm descriptors for speech intelligibility assessment in the context of Head and Neck Cancers. INTERSPEECH 2021, ISCA : International Speech and Communication Association, Aug 2021, Brno, Czech Republic. hal-03269227

## • ANR PHLES-NID (2022-2026)

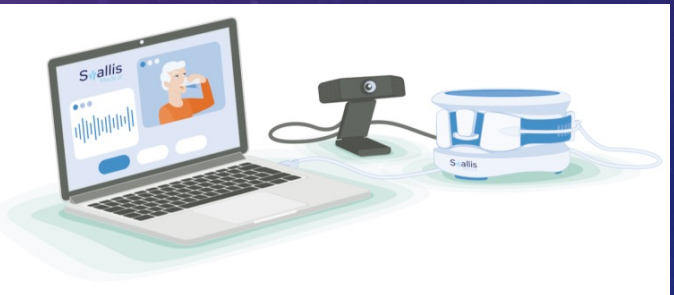
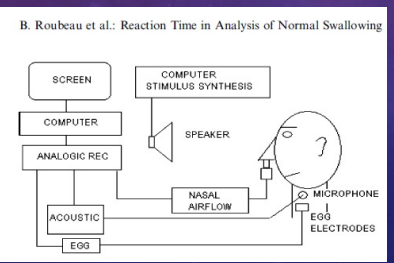
Dysphagia 23:102–109 (2018)  
 DOI: 10.1007/s00455-007-9959-y

**Dysphagia**  
 © Springer Science+Business Media, LLC 2008

**Use of Reaction Time in the Temporal Analysis of Normal Swallowing**

Bernard Roubeau, PhD<sup>1</sup>, Sylvain Morinière, MD, PhD<sup>2</sup>, Sophie Périé, MD, PhD<sup>1</sup>, Anne Martineau, SLT<sup>1</sup>, Jannie Falières, SLT<sup>1</sup>, and Jean Lacau St Guily, MD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Faculty of Medicine University Pierre & Marie Curie, Tenon Hospital, Paris 6, Paris, France and <sup>2</sup>Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Faculty of Medicine University François Rabelais, Bretonneau Hospital, Tours, France



# NOS PROJETS TECHNOLOGIQUES

- Plateforme de Parole Atypique (<https://paty.irit.fr/demo/>)



- PHRIP DAPADAF-E (2020-2024) : *Validité d'une tâche de Décodage Acoustico Phonétique Automatisée sur les Déficiences Anatomo-Fonctionnelles dans l'Évaluation paramédicale des troubles de la parole des patients traités pour un cancer de la cavité buccale ou de l'oropharynx*
- Réseau européen TAPAS (2017-2021) : Training Network on Automatic Processing of PATHological Speech



# MERCI!

[JEROME.FARINAS@IRIT.FR](mailto:JEROME.FARINAS@IRIT.FR)

[ALAIN.GHIO@LPL-AIX.FR](mailto:ALAIN.GHIO@LPL-AIX.FR)



CORINNE FREDOUILLE  
(LIA, UNIV. AVIGNON)



VIRGINIE WOISARD  
(CHU TOULOUSE, UNIV. TOULOUSE)



GILLES POUCHOULIN  
(LPL, UNIV. AIX MARSEILLE)




MATHIEU BALAGUER  
(IRIT, UNIV. TOULOUSE & CHU)



ANTOINE GIOVANNI  
(CHU MARSEILLE, AIX-MARSEILLE UNIV)

**IRIT**  
Institut de Recherche  
en Informatique de Toulouse



**Mardi 12 Octobre 2021**  
14h00  
UT3 Paul Sabatier, IRIT, Auditorium J. Herbrand

**Mathieu BALAGUER**  
Equipe SAMOVA, IRIT

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

**Jury :**

- Emmanuel Babin, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier, CHU Caen, UNIV. NEMERUS ANTOINE
- Catherine Bessière, Assistante, Université de Grenoble Alpes - Laboratoire
- Raphaël Bredin, Professeur des Universités, Université de Bourgogne, Bourgogne
- Vincent Farinas, Maître de Conférences, Université Toulouse III Paul Sabatier, Co-encadrant de thèse
- Alain Ghio, Maître de Conférences, Université Toulouse III Paul Sabatier, Directeur de thèse
- Virginie Woisard, Praticienne Hospitalière, CHU Toulouse, Laboratoire LPL, Université Jean Jaurès Toulouse II, Co-encadrante de thèse

**Résumé :** Les troubles de parole sont une problématique fréquemment rencontrée après traitement d'un cancer de la cavité buccale ou de l'oropharynx, mais peu d'études s'intéressent à l'heure actuelle aux conséquences de ce trouble sur les capacités de communication des patients ou leur qualité de vie. Or, en contexte clinique, l'optimisation des capacités de communication est un objectif thérapeutique majeur dans le suivi de ces patients. En pratique courante, l'évaluation des troubles de parole est réalisée majoritairement de façon perceptive et donne des scores préjudicant mal l'impact de ces troubles sur la communication. Le développement des outils d'analyse automatique de la parole permet de pallier la variabilité des scores liée au caractère perceptif de l'évaluation classique.

Dans cette thèse, nous avons cherché à mesurer l'altération de la communication au moyen d'analyses automatiques de la parole spontanée.

Nous avons étudié trois aspects : la mesure de l'altération de la communication, l'analyse automatique de la parole spontanée, et la prédiction de l'altération de la communication par les paramètres automatiques. Pour ce faire, nous avons constitué un nouveau corpus de parole après de 28 sujets traités pour un cancer de la cavité buccale ou de l'oropharynx. Il comprend une tâche de parole spontanée, enregistrée au cours d'un entretien semi-dirigé, mais aussi des questionnaires autorisant la mesure de la communication et des facteurs associés à la parole et à la communication.

Concernant le premier aspect, un score de référence, mesurant de façon holistique la communication, a été construit, permettant de combler le manque d'outils disponibles en cancérologie ORL pour cette mesure.

Pour le deuxième aspect, concernant l'analyse automatique de la parole, une revue systématique de littérature nous a conduits à nous intéresser aux outils applicables à l'analyse de la parole spontanée, qui est le contexte de production de parole le plus proche de la communication quotidienne. Puis un processus de sélection a abouti à retenir 75 paramètres automatiques pertinents et non redondants.

05 61 55 85 10  
info@irit.fr  
www.irit.fr

