



**HAL**  
open science

# Parole pathologique et orthophonie -Un point sur les recherches dans l'équipe ERU46 du laboratoire LURCO

Etienne Sicard

► **To cite this version:**

Etienne Sicard. Parole pathologique et orthophonie -Un point sur les recherches dans l'équipe ERU46 du laboratoire LURCO. 2023. hal-04031513

**HAL Id: hal-04031513**

**<https://hal.science/hal-04031513v1>**

Submitted on 16 Mar 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.

## Parole pathologique et orthophonie - Un point sur les recherches dans l'équipe ERU46 du laboratoire LURCO

Etienne Sicard<sup>1,2</sup>

(1) Laboratoire LURCO/UNADREO, équipe de recherche ERU 15

(2) INSA-GEI, 135 Avenue de Rangueil, 31077 Toulouse

**Résumé :** Nous proposons dans ce document une vue d'ensemble des travaux de recherche de l'équipe « Parole Pathologique » du laboratoire LURCO de l'UNADREO. Après avoir donné un bref historique de la genèse de l'équipe et des objectifs scientifiques, nous montrons en quoi l'évidence basée sur la pratique, le prototypage rapide et la publication en archives ouvertes permettent d'espérer une meilleure reproductibilité des résultats et un transfert plus rapide des résultats de recherche vers la clinique. Nous décrivons les outils utilisés, présentons les principaux résultats d'où nous extrayons des propositions de repères, notamment en lien avec le débit de parole, l'intonation et l'acquisition des phonèmes. Le projet de publication d'une centaine de cas de prise en soin de pathologies de la parole est aussi décrit, ainsi que des perspectives sur les axes de recherche futurs.

*Mots-clés :* orthophonie, évidence par la pratique, méthode agile, reproductibilité, archives ouvertes, spectrogramme, triangle vocalique, profil moyen, diadococinésie, temps phonatoire, acquisition des phonèmes, bilan de la parole, prise en soin, ERU 15, ERU 46, DIADOLAB, LURCO, UNADREO.

### Introduction

L'ERU 46 a été créée en Janvier 2019 au laboratoire LURCO<sup>1</sup> de la société savante des orthophonistes UNADREO sur le thème de la parole altérée et pathologique. L'objectif est de doter les orthophonistes d'outils de mesures objectives de la parole permettant de contribuer à la validation des pratiques cliniques. Le projet de recherches de l'ERU 46 porte plus précisément sur le développement, la fiabilisation et la validation d'outils de mesures de l'intelligibilité et de la fluence. Les outils concernent notamment la précision articulatoire, la détection des disfluences, l'analyse de la prosodie et l'altération de la diadococinésie. Les pathologies ciblées incluent les immaturités phonologiques, les troubles sévères de la parole, les dysarthries, le bégaiement, les troubles de la nasalisation ou encore le dépistage précoce des troubles du langage.

L'objectif opérationnel de l'ERU 46 est d'aider les orthophonistes à affiner l'évaluation objective de la parole afin de mieux orienter le projet thérapeutique, limitant ainsi de façon significative les biais de l'évaluation perceptive auditive seule, qui peut s'avérer subjective et imprécise. Un autre objectif est de chiffrer de manière fiable les progrès au fil des séances de prise en soin, à l'aide d'un nombre restreint d'indicateurs pertinents et reproductibles.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons rassemblé, grâce à la contribution des orthophonistes de l'ERU 46 et des étudiants en mémoire de fin d'études, un ensemble de cas de parole normale et pathologique d'enfants et d'adultes. Nous avons développé des outils d'analyses statistiques ciblés pour dégager

---

<sup>1</sup> <https://www.unadreo.org/lurco/presentation-du-lurco/>

des tendances et proposer des repères permettant de séparer la parole normale, altérée et pathologique.

Ce rapport synthétise cinq années de recherches (2019-2023) dans le domaine de la parole et ses pathologies. Nous donnons au 1<sup>er</sup> chapitre un historique des actions de recherche de l'ERU 15 (voix) puis de l'ERU 46 (parole), puis nous illustrons en quoi notre démarche de recherche et développement se démarque des approches traditionnelles de conduite de projets de recherche (partie 2). Nous abordons ensuite la description de la méthode et des outils utilisés (partie 3). Les méta-analyses et l'extraction des valeurs de référence font l'objet de la partie 4. Nous décrivons ensuite le projet à moyen terme de publication en archives ouvertes d'une centaine de cas de prise en soin de pathologies de la parole (Partie V) et une prospective sur les axes de recherche futurs.

## I - De la voix à la parole

Nos premiers travaux de recherche pour l'orthophonie ont concerné la voix et ses pathologies. Nous avons sollicité la société savante UNADREO pour créer une équipe de recherche avec comme objectif initial la validation du logiciel VOCALAB, notamment en sollicitant des orthophonistes pour enregistrer un protocole et comparer les mesures objectives (fo, intonation) avec le logiciel Audiosculpt<sup>2</sup> de l'IRCAM. Les travaux de l'ERU15 se sont poursuivis en 2012 par la mise au point d'indicateurs d'altération du /a:/ tenu [Sicard 2013], avec la mise en ligne progressive d'une centaine de fiches de cas de prise en soin des pathologies de la voix. La base de données et les fiches sont hébergées sur le site du LURCO<sup>3</sup>.

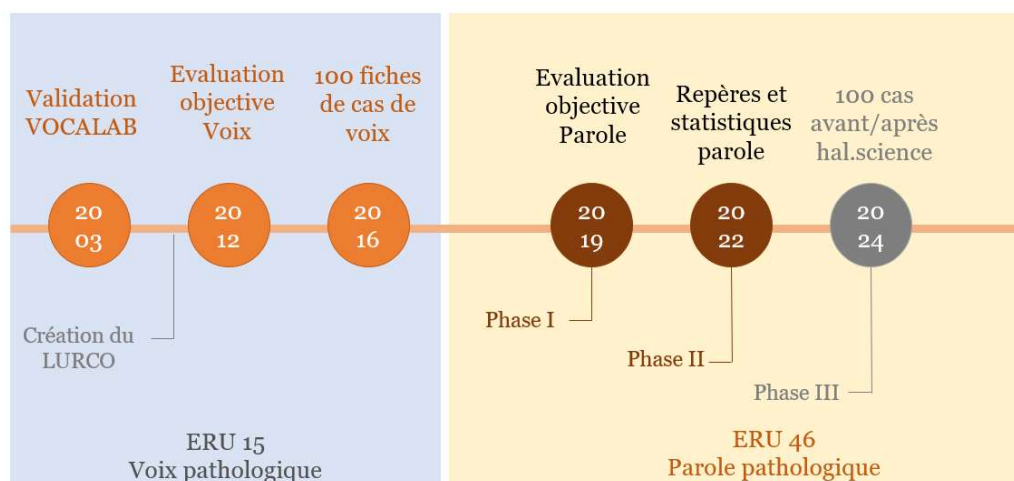


Figure 1 : Structuration de la recherche en voix pathologique (ERU15) puis en parole pathologique (ERU46)

En 2018 nous avons soumis au comité directeur du LURCO/UNADREO un projet de création d'une équipe de recherche sur la parole et ses pathologies. La première phase (2019-2021) a concerné la mise au point d'un protocole de bilan objectif de la parole sur la base de 2 épreuves courtes [Menin-Sicard 2019]. La phase II démarrée en 2022 pour une durée de 3 ans concerne l'approfondissement des repères grâce à une base de données de cas de parole dépassant les 1000 cas, des études statistiques sur certaines pathologies telles que la dysarthrie, le bégaiement, l'hyper nasalisation ou la dyspraxie verbale.

<sup>2</sup> <http://anasynth.ircam.fr/home/software/audiosculpt>

<sup>3</sup> <https://www.unadreo.org/lurco/les-erus-en-detail/eru-15-nouveaux-outils-danalyse-de-la-qualite-de-la-voix/eru-15-projet-base-de-donnees-de-voix/>

Une phase III est envisagée de 2024 à 2026 pour compléter un projet de mise en archives ouvertes de 100 études de cas de prise en soin des pathologies de la voix et de la parole sur hal.science.

En 2022, le laboratoire LURCO<sup>4</sup> était composé de 16 équipes de recherche actives, avec 15 membres titulaires, 46 chercheurs associés et une vingtaine d'étudiants rattachés, en grande majorité dans le cadre de leur mémoire d'orthophonie. Concernant l'ERU 46<sup>5</sup>, l'équipe se composait en 2022 d'un directeur de recherches (Etienne SICARD), 3 orthophonistes cliniciennes (Anne MENIN-SICARD, Sandrine MICHEL, Océane BARBERA), un médecin phoniatre (Gabriel ROUSTEAU) et 3 étudiantes en master d'orthophonie (Louise RIQUART, Pauline BLANDIN, Sophie AVRIL LEYDIER).

PHASE DE L'ERU 46	PERIODE	ACTIONS	MEMOIRES	PUBLICATIONS
<b>PHASE I</b>	2019-2021	Définition du protocole de bilan de la parole <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition de phrases type /Bonjour Monsieur Tralipau/</li> <li>• Tâche de diadococinésie : /Pataka/</li> <li>• Construction d'une base de données de cas : 150 cas</li> </ul>	A. Papazian, T. Bardelang, M. Lemaitre, C. Grenier	Qualité des phrases, segmentation, diadococinésie, triangle vocalique, spectrogramme, nasalisation
<b>PHASE II</b>	2022-2024	Bilan de la parole et adaptation aux pathologies <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disfluences</li> <li>• Dysarthrie</li> <li>• Dyspraxie verbale</li> <li>• Dépistage précoce</li> <li>• Extension de la base de données de cas : 1000 cas</li> </ul>	A. Segalowitch, L. Riquart, P. Blandin, S. Avril Leydier	prosodie, dyspraxie, dysarthrie, nasalisation, acquisition des phonèmes et processus, dépistage précoce des retards de parole

Tableau 1 : Principales actions de recherche dans le cadre des phases I et II de l'ERU46 du LURCO/UNADREO

## II - Practice-Based Evidence

Selon [Green 2008], il faut 17 ans aux Etats-Unis pour que 14% de la recherche trouve une application utile aux cliniciens. Il est possible qu'en France la capacité à exploiter la recherche soit encore plus faible, ne serait-ce que par la plus grande difficulté d'accès aux financements nationaux et Européens (20% de taux d'acceptation en 2022 pour les projets émanant de grandes structures, beaucoup moins pour les « petits » laboratoires tels que le LURCO) et le fossé historique qui sépare le monde universitaire et le monde industriel.

Une mouvance de pratique basée sur les preuves (*Evidence-Based Practice*, EBP) s'est imposée comme la méthode de référence pour décider si une approche thérapeutique peut être ou non considérée comme probante. Cependant, les approches thérapeutiques utilisées en pratique clinique ne reposent pas toujours sur des fondements théoriques prouvés et des études cliniques validées, mais sont plutôt issues d'une pratique empirique, voire intuitive [Gatignol 2017], ce qui est loin d'être une spécificité Française [Chan 2013]. Pourtant, les cliniciens peuvent constater des progrès significatifs, comme détaillé par [Lemoncello 2013], où la question de la pertinence d'une pratique basée sur l'évidence clinique se pose, pouvant être considérée comme estimable et complémentaire de l'EBP [Green 2008].

<sup>4</sup> <https://www.unadreo.org/lurco/presentation-du-lurco/>

<sup>5</sup> <https://www.unadreo.org/lurco/les-erus-en-detail/eru-46-parole/eru-46-presentation-generale/>

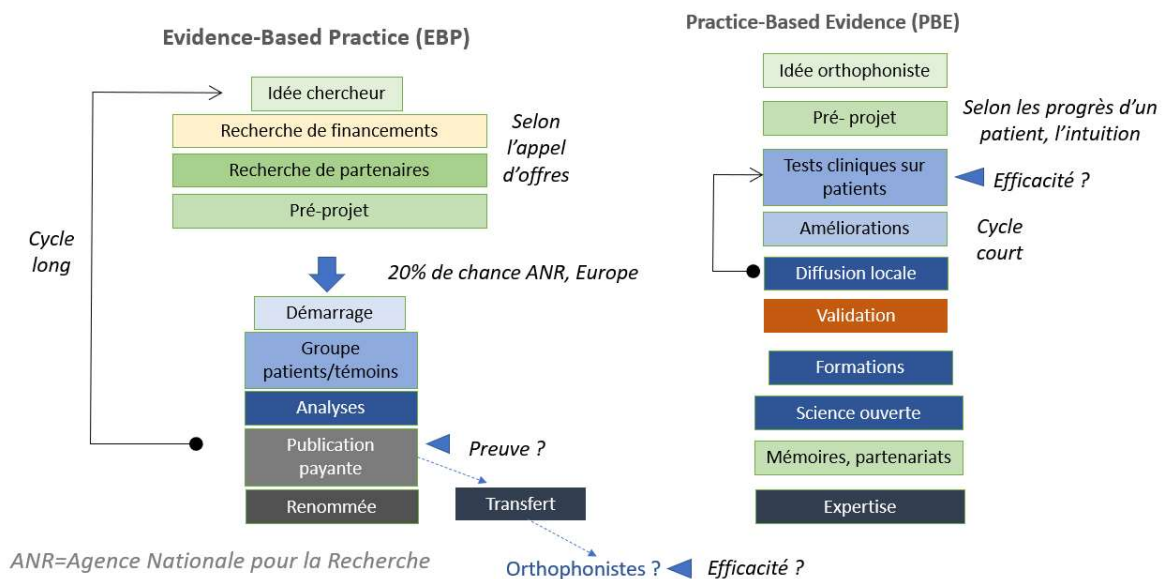


Figure 2 : Comparaison entre l'approche de conduite de projet ciblant les financements ANR et Européen (gauche) et approche agile utilisée dans l'ERU 46

Nous illustrons en Figure 2 deux approches de conduite de projets de recherche, puisées dans notre propre expérience de chercheur. Dans la partie gauche de la figure, nous retrouvons le même mécanisme de « pipeline » que celui décrit par [Green 2008]. L'une des étapes clé du financement de la recherche est de se conformer aux contraintes des appels d'offre, soit de l'Agence Nationale de la Recherche<sup>6</sup>, soit de la Commission Européenne via Horizon Europe<sup>7</sup>, en apportant beaucoup de soin à respecter les requêtes de ces appels pour ne pas compromettre les chances d'acceptation qui, bien qu'en hausse ces dernières années, sont autour de 20%, soit 1 seul projet sur 5 financé en moyenne, autant au niveau national qu'au niveau Européen. Ces chances diminuent drastiquement si le laboratoire porteur du projet ne bénéficie pas du soutien méthodologique au montage du projet, ce qui est malheureusement le cas pour les laboratoires de petite taille, peu structurés et peu financés, dont le LURCO fait partie. Nous soulignons l'effort louable de l'ANR pour favoriser la "Recherche-Action" avec des appels d'offre un peu plus proche de l'application, mais qui restent toujours dans le paradigme de la coopération universitaire dont la recherche ruisselle vers la clinique.

L'applicabilité de la recherche se pose en général en fin de cycle, soit grâce à une structure de transfert accolée aux laboratoires, soit par dépôt et exploitation de brevets. Certains financements sont conditionnés par la présence d'entreprises ou de représentants de la société civile dès le début du projet, dans le but d'augmenter les chances de transfert. L'une des métriques du succès des projets de recherche reste cependant les publications au meilleur niveau international (donc en Anglais), les indicateurs de renommée (médailles, prix, distinctions dans des sociétés savantes par exemple), le tout contribuant à plus grande visibilité des structures de recherche elles-mêmes (Comme le classement de Shanghai des universités par exemple<sup>8</sup>), où le seul représentant Français sur les 30 premiers était en 2022 l'Université Paris-Saclay.

Dans l'approche suivie au sein de l'ERU46, ce sont les besoins exprimés par les orthophonistes, liés à leur pratique clinique, qui ont initié les actions de recherche. Cela veut dire qu'au lieu d'être en bout

<sup>6</sup> <https://anr.fr/fr/appels/>

<sup>7</sup> [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en)

<sup>8</sup> <https://www.shanghairanking.com/rankings/arwu/2022>

de la chaîne et considérés comme les « utilisateurs finaux », les cliniciens sont partie intégrante du processus de recherche et développement, dans une démarche de méthode agile, impliquant un circuit court et des itérations fréquentes.

Dans le domaine de la parole pathologique, cela suppose un cercle d'orthophonistes de confiance, proches de la clinique, mais aussi des chercheurs pouvant réaliser les analyses bibliographiques nécessaires à l'identification, l'évaluation et à la sélection des approches et outils les plus pertinents, des ingénieurs proche de la technique pour implémenter les prototypes, et de longues étapes itératives de validation pour améliorer la robustesse des preuves de concept. L'interaction avec les experts des différents domaines, notamment les phoniâtres, chirurgiens et acousticiens, au niveau national et international, permet de monter rapidement en compétence et identifier les points de vigilance. Le risque subsiste cependant de devoir abandonner des approches si elles se révèlent impossible à transférer dans la pratique clinique. Dans ce type d'approche, la publication au plus haut niveau et la notoriété internationale ne sont plus des objectifs prioritaires. Au contraire, nous privilégions la publication en archives ouvertes grâce à hal.science<sup>9</sup>, essentiellement en Français, en y associant quand c'est possible les données source pour faciliter l'évaluation comparative par d'autres experts du domaine.

### III – Méthode et outils

#### Prototypage rapide

Le prototypage rapide nous paraît indissociable de l'évidence basée sur la pratique, qui est notre fil conducteur. Ceci suppose une capacité à développer des prototypes et les améliorer en cycles courts selon le retour de cliniciens en charge du test. Cette approche, très utilisée dans l'industrie du logiciel, est formalisée sous le nom de méthode agile<sup>10</sup>. Dans le cadre qui nous intéresse, elle consiste à cultiver une collaboration étroite entre chercheurs, développeurs, médecins et orthophonistes, avec une structure légère, favorisant les échanges, les coopérations sur objectifs à court terme, les publications à échéance rapide et non contrainte, en allégeant au strict nécessaire les aspects administratifs qui entravent les processus de transfert.

La généralisation des outils de partage d'écran de type Zoom <sup>™</sup> a grandement facilité les échanges scientifiques, tout en réduisant drastiquement les coûts. La possibilité de publier en archives ouvertes sur hal.science permet de fédérer les équipes sur un objectif commun, sans être pénalisé par les délais et cycle d'adaptation aux requêtes des revues scientifiques, tout en garantissant un facteur d'impact et une promotion des avancées de la recherche significative.

Une autre point déterminant est le processus inspiré de DevOps<sup>11</sup> (*Development & Operations*) qui vise à rompre la séparation entre cliniciens (en demande d'outils), les développeurs chargés de l'implémentation, les administrateurs responsables du déploiement, et les utilisateurs en charge de la validation. Le flux de développement et de mise à jour devient continu, mais nécessite des itérations fréquentes, comme en témoignent les 60 versions intermédiaires de DIADOLAB entre la version 3.1 (Fin 2019) et 3.5 (Mi 2023). On peut considérer *DevOps* comme une extension de la méthode agile, avec un cycle court et permanent de prise en compte des suggestions des orthophonistes cliniciennes impliquées, dans le but d'atteindre le plus haut niveau possible de robustesse et d'applicabilité, le tout dans le temps le plus court possible. Cette démarche permet d'espérer un haut niveau d'acceptabilité

---

<sup>9</sup> <https://hal.science>

<sup>10</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Méthode\\_agile](https://fr.wikipedia.org/wiki/Méthode_agile)

<sup>11</sup> <https://fr.wikipedia.org/wiki/Devops>



des outils et la satisfaction des utilisateurs dont les remarques les plus pertinentes sont prises en compte.

### Publications en continu sur hal.science

En tant que chercheurs français, nous sommes encouragés à publier en Anglais dans des revues à abonnement payant, principalement aux USA, sous l'égide soit d'éditeurs privés (*Elsevier, Karger, Taylor & Francis, etc.*), soit de sociétés savantes (telles que l'ASHA) pour lesquelles l'inscription est aussi payante, et dont l'accès futur sera payant pour les orthophonistes désirant télécharger le PDF de la publication. De grands éditeurs privés occupent une bonne part de l'espace des publications scientifiques, comme reporté figure 3. Certaines publications sont en archives ouvertes (PDF gratuit pour les orthophonistes) mais le coût de publication à la charge de l'auteur (*Article Publishing Charge - APC*) est souvent élevé, voire très élevé (1000-9000 EUR par article), que seul un laboratoire disposant de moyens importants peut financer. Il existe une corrélation entre un faible APC et un fort taux d'acceptation, comme indiqué par Taylor & Francis<sup>12</sup>.

Column1	Column4	Column5	Column7
AMERICAN JOURNAL OF AUDIOLOGY	AMER SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOC	USA	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
AMERICAN JOURNAL OF SPEECH-LANGUAGE PATH	AMER SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOC	USA	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
APHASIOLOGY	ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD	ENGLAND	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
AUDIOLOGY AND NEURO-OTOLOGY	KARGER	SUISSE	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
AUGMENTATIVE AND ALTERNATIVE COMMUNICA	TAYLOR & FRANCIS LTD	ENGLAND	Audiology & Speech-Language Pathology
BRAIN AND LANGUAGE	ACADEMIC PRESS INC ELSEVIER SCIENCE	USA	Audiology & Speech-Language Pathology   Neuro
CLINICAL LINGUISTICS & PHONETICS	TAYLOR & FRANCIS INC	USA	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
EAR AND HEARING	LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS	USA	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
FOLIA PHONIATRICA ET LOGOPAEDICA	KARGER	SUISSE	Otorhinolaryngology   Rehabilitation   Audiology
HEARING RESEARCH	ELSEVIER	HOLLANDE	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
INTERNATIONAL JOURNAL OF AUDIOLOGY	TAYLOR & FRANCIS LTD	ENGLAND	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
INTERNATIONAL JOURNAL OF LANGUAGE & COMI	WILEY	USA	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
INTERNATIONAL JOURNAL OF SPEECH-LANGUAGE	TAYLOR & FRANCIS LTD	ENGLAND	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
JOURNAL OF COMMUNICATION DISORDERS	ELSEVIER SCIENCE INC	USA	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
JOURNAL OF FLUENCY DISORDERS	ELSEVIER SCIENCE INC	USA	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
JOURNAL OF SPEECH LANGUAGE AND HEARING RI	AMER SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOC	USA	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERI	ACOUSTICAL SOC AMER AMER INST PHYSICS	USA	Acoustics   Audiology & Speech-Language Pathol
JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF AUDIO	THIEME MEDICAL PUBL INC	USA	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
JOURNAL OF VOICE	MOSBY-ELSEVIER	USA	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
LANGUAGE AND SPEECH	SAGE PUBLICATIONS LTD	ENGLAND	Audiology & Speech-Language Pathology
LANGUAGE COGNITION AND NEUROSCIENCE	ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD	ENGLAND	Audiology & Speech-Language Pathology   Behav
LANGUAGE SPEECH AND HEARING SERVICES IN SC	AMER SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOC	USA	Audiology & Speech-Language Pathology
LOGOPEDICS PHONIATRICS VOCOLOGY	TAYLOR & FRANCIS LTD	ENGLAND	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu
NOISE & HEALTH	WOLTERS KLUWER MEDKNOW PUBLICATIONS	CANADA	Audiology & Speech-Language Pathology   Public
PHONETICA	DE GRUYTER MOUTON	Allemagne	Acoustics   Audiology & Speech-Language Pathol
SEMINARS IN SPEECH AND LANGUAGE	THIEME MEDICAL PUBL INC	USA	Rehabilitation   Audiology & Speech-Language Pa
TRENDS IN HEARING	SAGE PUBLICATIONS INC	USA	Otorhinolaryngology   Audiology & Speech-Langu

Figure 3 : Sélection de revues avec un facteur d'impact important, éditeur, pays d'origine avec le mot-clé « Speech », d'après Science Citation Index Expanded, 2022

Le reviewing scientifique des articles soumis dans les revues à haut facteur d'impact et bonne réputation est en général exigeant, tout en étant exercé par les scientifiques eux-mêmes à titre gracieux, ce que l'on appelle le « *reviewing par les pairs* ». Publier dans ce type de revue est favorable pour le facteur d'impact du chercheur, tel que le H-Index<sup>13</sup>, ainsi que pour sa carrière scientifique. « *Publier ou périr* » est la traduction d'un adage « *Publish or Perish* » qui consiste à considérer qu'il faut, même pour un chercheur français, publier dans une revue internationale (donc en Anglais), au risque de disparaître. En France, le statut d'enseignant/chercheur fait que l'on ne disparaît pas si l'on ne publie pas à haut niveau, par contre, cela compromet les chances de promotion et d'accès aux primes en lien avec la recherche. Au concept de publication de haut niveau peut être associé celui de « *Publication salami* » qui consiste à étaler les résultats scientifiques sur plusieurs publications au lieu d'une, afin d'augmenter le total des publications, dans une approche plutôt comptable.

<sup>12</sup> <https://taylorandfrancis.com/our-policies/open-access-pricing/>

<sup>13</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice\\_h](https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_h)

Depuis 2022, l'ANR<sup>14</sup> demande aux bénéficiaires des projets qu'elle finance de rendre disponibles les publications scientifiques et ouvrages sur hal.science. Elle recommande aussi la mise à disposition des codes source des logiciels développés dans le cadre de ces mêmes projets.

Notre approche consiste à publier fréquemment, au fil des résultats de la recherche, en Français et en archives ouvertes sur hal.science. L'accès est gratuit, sans code d'accès, ni droits de mise en ligne. Le délai de publication est très court, de l'ordre de 1 semaine à 1 mois, à comparer aux 2 ans d'une publication dans *Glossa* par exemple. Peu ou non reconnu par les instances d'évaluation scientifique, la publication sur hal.science est en revanche favorable aux orthophonistes. L'impact se mesure alors au nombre de téléchargements, qui dans le cas des travaux de l'ERU 15 et ERU 46, s'approche de 20.000, un chiffre considérable en regard des taux habituels de téléchargement des publications sur les sites des éditeurs privés. Grâce à l'avènement des réseaux sociaux recherche tels que *Academia* ou *ResearchGate*, le paradigme « *Publish or Perish* » évolue vers « *Promote or Perish* » dans lequel l'accès aux archives ouvertes devient un moteur de promotion stratégique pour certains chercheurs.

### Reproductibilité de la science

L'une des critiques faite au processus de publication en archives ouvertes est la faible exigence de reviewing, voir l'absence de reviewing dans le cas d'une publication sur hal.science. Il est fort possible que l'article que vous lisez en ce moment comporte des erreurs, malgré le soin apporté à sa rédaction et la relecture attentive effectuée par des personnes de confiance. Mais publier dans un journal international est-il pour autant le garant de résultats de recherche probants ? Dans un sondage publié par la revue *Nature* en 2017 qui a créé une véritable onde de choc, plus de 70% des chercheurs ont indiqué avoir échoué à reproduire les expériences d'un autre scientifique. Plus étonnant encore, plus de 50% des chercheurs ont indiqué ne pas avoir réussi à reproduire leurs propres expériences<sup>15</sup>.

L'une des exigences les plus fortes dans la mise au point de plateformes logicielles à finalité clinique telles que VOCALAB ou DIADOLAB, est que les résultats promis doivent être réels et reproductibles, et ce malgré la variabilité des matériels, des conditions d'utilisation et de l'expertise des cliniciens sur le maniement des logiciels. Il nous semble plus facile de laisser place au hasard, à la chance, voire à la manipulation des données pour rehausser l'acceptabilité d'une publication (Sur le lien supposé entre vaccination et autisme paru dans la mythique revue médicale *The Lancet*<sup>16</sup>), que dans le cadre d'une diffusion large d'un logiciel à usage professionnel utilisé quotidiennement par les cliniciens auprès des patients. C'est pour contrer ce manque de garantie de qualité et de probité que des approches concertées d'évaluation des publications sont nées, comme la librairie *Cochrane*<sup>17</sup> ou le site spécialisé sur la voix et la parole pour les orthophonistes *SpeechBite*<sup>18</sup>.

### Données ouvertes

Le but des données ouvertes est de mettre à disposition de la communauté scientifique les données chiffrées dans le but d'améliorer la reproductibilité, extraire des tendances plus fiables, faciliter le partage des connaissances et au final, accélérer la diffusion du savoir vers les cliniciens.

---

<sup>14</sup> <https://anr.hal.science/index/index>

<sup>15</sup> <https://www.nature.com/articles/533452a>

<sup>16</sup> <https://professionnels.vaccination-info-service.fr/Aspects-sociologiques/Controverses/Autisme>

<sup>17</sup> <https://www.cochranelibrary.com/?contentLanguage=fr>

<sup>18</sup> <https://speechbite.com/>



Age	Sexe	N	Mean	SD	Source
5	M/F	12	3,43		1
6	M/F	10	3,8		1
8	M/F	8	3,85		1
9	M	10	4,3	0,68	4
9	F	10	4,8	0,72	4
10	M	10	5	0,8	4
10	F	10	5,3	0,47	4
11	M	10	5	0,54	4
11	F	10	5,3	0,58	4
11	M/F	20	6,12	1,11	16a
11	M/F	20	5,98	1,23	16b
16	M/F	5	6,25	0,21	[Icht 2014] Age 15-18
21	M/F	40	6,3	0,36	[Icht 2014] Age 19-28
23	M/F	24	6,55	0,94	[Icht 2014] Age 20-29
30	M	28	5,8	1	7 Age 18-39
30	F	31	6,3	0,9	7 Age 18-38
31	M/F	62	6,05	0,98	[Icht 2014] Age 18-39
32	M/F	10	6,15	1,03	[Icht 2014] Age 20-43
52	M/F	20	6,9	0,9	13
58	M/F	23	7,16	0,73	[Rusz 2011] Age SD 13yr
59		22	7,74	0,75	[Novotny 20] Age STD 5,6
62	M/F	9	6,13	1,1	[Ben-David 2] Age 60-64
66	M/F	77	6,5	0,7	[Kikatuni 20] Age 65-69
68	F	26	5,9	1,09	[Pierce 2013] Age 66-73
70	M/F	41	5,6	0,74	[Ben-David 2] Age 65-74
70	M	14	6,1	1,41	[Pierce 2013] Age 65-74
72	M/F	86	6,5	0,8	[Kikatuni 20] Age 70-74

Figure 4 : Exemple de données ouvertes associées à la publication sur les repères de diadococinésie [Sicard 2020b]

Nous avons débuté le processus de données ouvertes en mettant à disposition les tableaux de valeurs issues notamment de nos recherches bibliographiques, afin que d'autres chercheurs puissent étayer les tendances observées, et au fil de l'avancée de la science, permettre d'affiner les repères proposés aux cliniciens. Un exemple de données ouvertes associé à nos analyses sur la diadococinésie [Sicard 2020] est reporté figure 4.

## Outils de traitement de la parole

### Le spectrogramme

Le spectrogramme convertit le signal issu de l'enregistrement de la parole du patient en une représentation décrivant l'évolution des composantes fréquentielles au cours du temps. De par sa précision incomparable, notamment par rapport à l'oreille humaine, le spectrogramme est un outil incontournable des logiciels de traitement de la voix et de la parole [Sicard 2021].

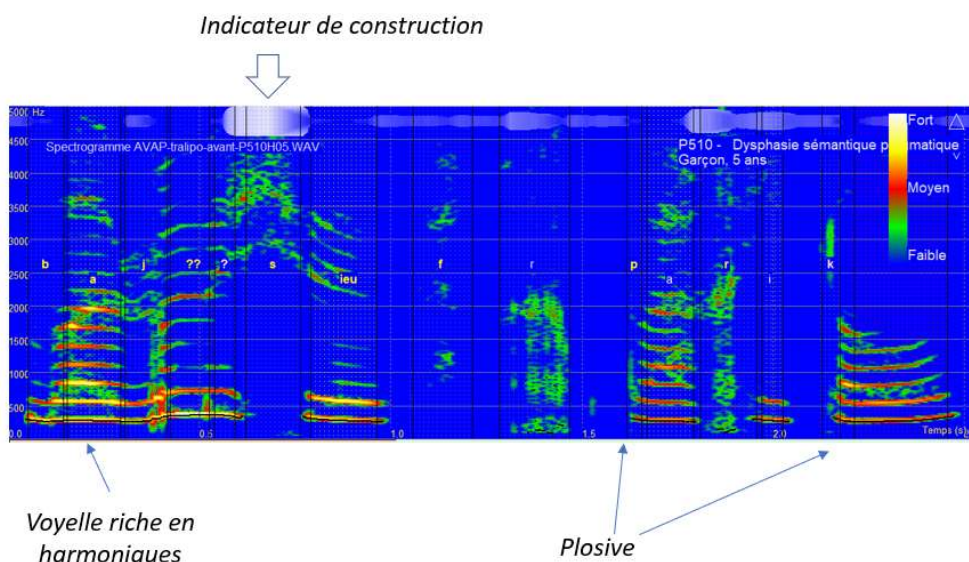


Figure 5 : Utilisation du spectrogramme pour l'aide à la segmentation de la parole, cas AVAP, phrase /Bonjour Monsieur Tralipo/, enfant de 5 ans avec dysphasie

Le spectrogramme permet notamment de séparer les zones voisées, les bruits, l'explosion, de visualiser les contours intonatives, la vibration laryngée, et les disfluences. Cet outil est peu sensible aux variantes algorithmiques, et relativement reproductible d'un logiciel à l'autre, à condition toutefois d'utiliser une fréquence d'échantillonnage comparable (ici 22 KHz), et des étapes de traitement du signal similaires (pré-filtrage, fenêtrage, etc.). La détection de la fréquence fondamentale  $f_0$  ou la détection des formants sont par contre beaucoup plus sensibles aux approches choisies. Nous avons enrichi le spectrogramme d'une indication concernant le bruit qui se superpose en haut du spectrogramme sous forme d'une tâche blanche, permettant par exemple de faciliter l'identification des fricatives (Figure 5).

L'allure temporelle est complémentaire de l'analyse fréquentielle. Elle permet de visualiser avec précision les instants de changements entre phonèmes grâce aux contrastes d'amplitude et de forme. La représentation temporelle est précieuse pour ajuster les frontières des phonèmes lors de la segmentation de la parole [Menin-Sicard 2021].

### Le triangle vocalique

Le triangle vocalique est basé sur la détection des zones de résonance dans les bandes F1 (bouche) et F2 (langue), comme illustré figure 6. Les valeurs considérées pour F1 et F2 sont variables selon le genre. La représentation F1 en fonction de F2 est assez sensible aux algorithmes de détection. Bien que très utilisée en recherche [Sicard 2020], elle est à notre connaissance peu utilisée en clinique. Nous l'avons utilisée pour l'étude des oppositions orales/nasales [Sicard 2021b].

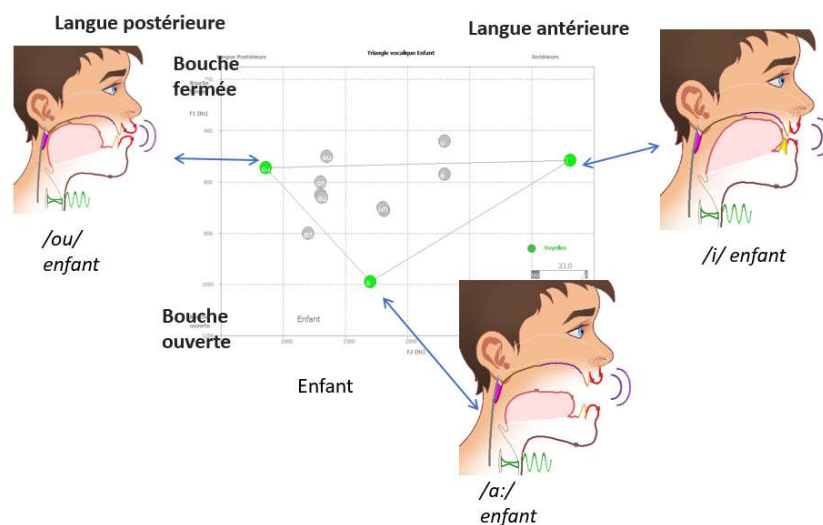


Figure 6 : Le triangle vocalique et la représentation selon les formants F1 et F2 des voyelles, corrélés avec la position de la langue et l'ouverture de la bouche

### Le profil moyen

Basé sur le spectrogramme et la segmentation de la parole, le profil moyen correspond à la moyenne du spectre dans un segment donné. Il permet de bien repérer les formants dans les différentes bandes cible (F1, F2 et F3). Doté d'une métrique plus précise que le jeu de couleurs du spectrogramme, c'est un outil bien adapté aux comparaisons, par exemple les oppositions orales nasales [Sicard 2022] telles que /è-in/ (Figure 7), les consonnes voisées/non voisées comme f/v, ou encore les plosives orales/nasales b/m.

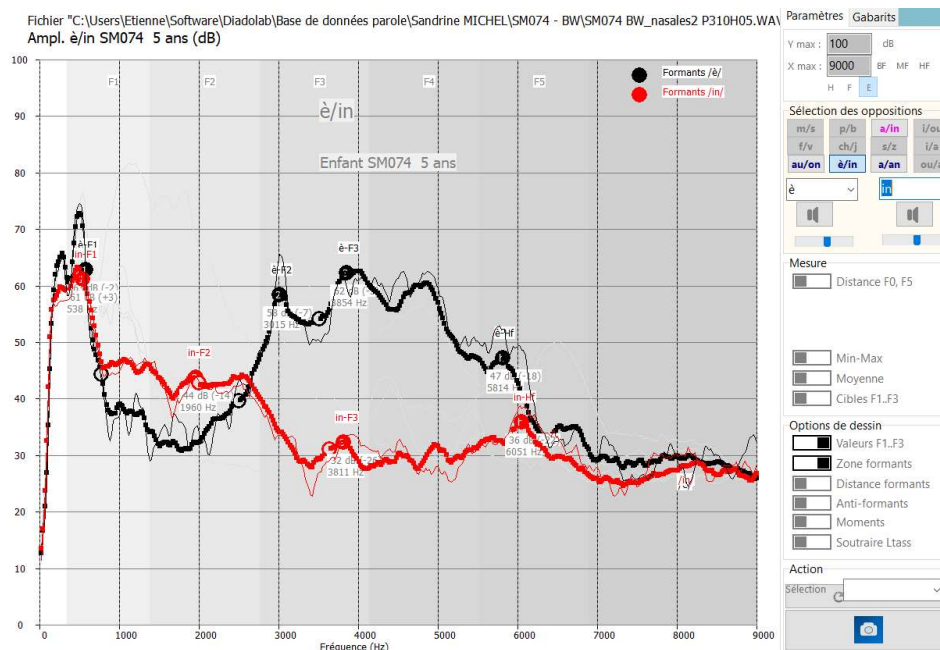


Figure 7 : Comparaison du profil moyen de deux phonèmes /è-in/

Le profil moyen constitue un terrain de jeu privilégié pour les calculs (centre de gravité, pente, étalement, différence entre haute et basse fréquence, distances extrêmes, etc.). C'est aussi une boîte à outils importante en vue de la reconnaissance vocale et de la mesure de l'altération de la parole.

Le calcul du spectre moyen peut porter sur un long segment de parole, on parle alors de *Long-Term Average Speech Spectrum* (LTASS) que nous avons utilisé dans le cadre du projet C2SI en lien avec la parole de patients ayant été opérés d'un cancer ORL [Sicard 2017].

## IV – Résultats

### Repères de diadococinésie

L'étude bibliographique [Sicard 2020b] sur les valeurs de débit de syllabes pour une répétition rapide de /Pataka/ (diadococinésie) a permis de dessiner une courbe de tendance reportée figure 8. Malgré la diversité des sources accessibles, les données sont relativement homogènes et cohérentes, à l'exception de deux valeurs extrêmes. Les données sources ayant permis de construire la courbe de la figure 6 sont aussi disponibles sur hal.science. Nous avons considéré la limite normal/altéré à un écart type en dessous de la courbe de tendance, soit moins de 15% des témoins, et la limite altéré pathologique à environ deux écarts type. La valeur de l'écart type est en général donnée dans les publications (colonne SD des données source), et sa moyenne est autour de 1 syllabe/seconde pour les adultes.

L'indicateur d'altération du débit du module Diadococinésie de DIADOLAB utilise un modèle simplifié de la courbe de tendance, avec un seuil autour de 5.5 syl./s de 20 à 65 ans, et deux pentes descendantes, l'une pour les enfants, l'autre pour les personnes âgées au-delà de 65 ans.

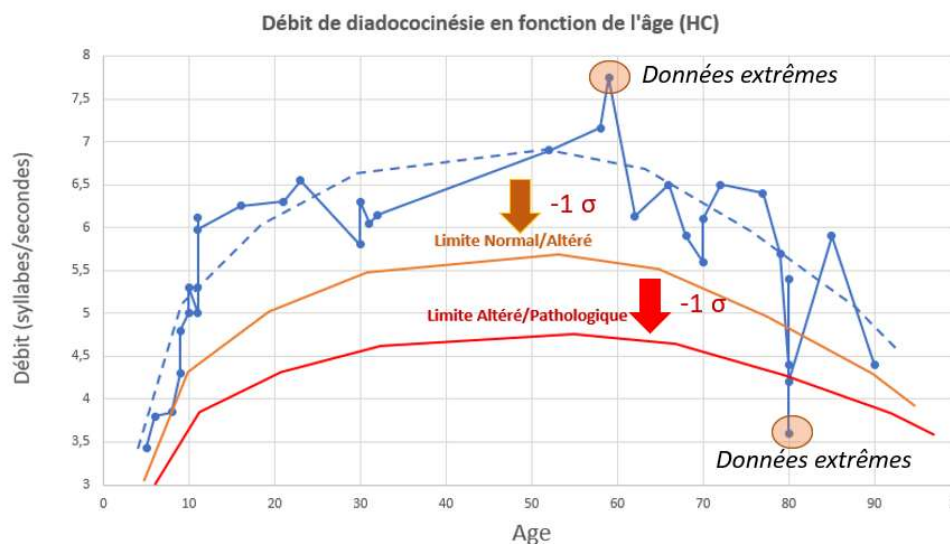


Figure 8 : Courbe de tendance extraite des études bibliographiques sur une tâche de répétition de /Pataka/ par des témoins pour différents âges

### Repères de temps phonatoire, rapports s/z et a/z

Une autre étude bibliographique a concerné l'évaluation du temps phonatoire maximum, principalement sur un /a:/ tenu, et les repères de rapports entre la durée du /s:/ et du /z:/, ainsi que la durée du /a:/ et du /z:/ [Sicard 2022b]. On note sur la figure 9 une variabilité très importante des données de la littérature, probablement due à des protocoles très différents en ce qui concerne le nombre d'essais (de 1 à plus de 10), le mode opératoire (avec pause, sans pause entre les essais) ou encore le type de calcul (moyenne, meilleur essai). Dans VOCALAB [Sicard 2023], nous utilisons un repère qui peut sembler assez bas, mais notre protocole oblige à enchaîner les 3 réalisations du /a:/ dont nous calculons la moyenne des durées, une approche plutôt défavorable en termes de valeur de durée. Ce protocole permettant de mesurer la fatigabilité ainsi que la qualité des reprises inspiratoires.

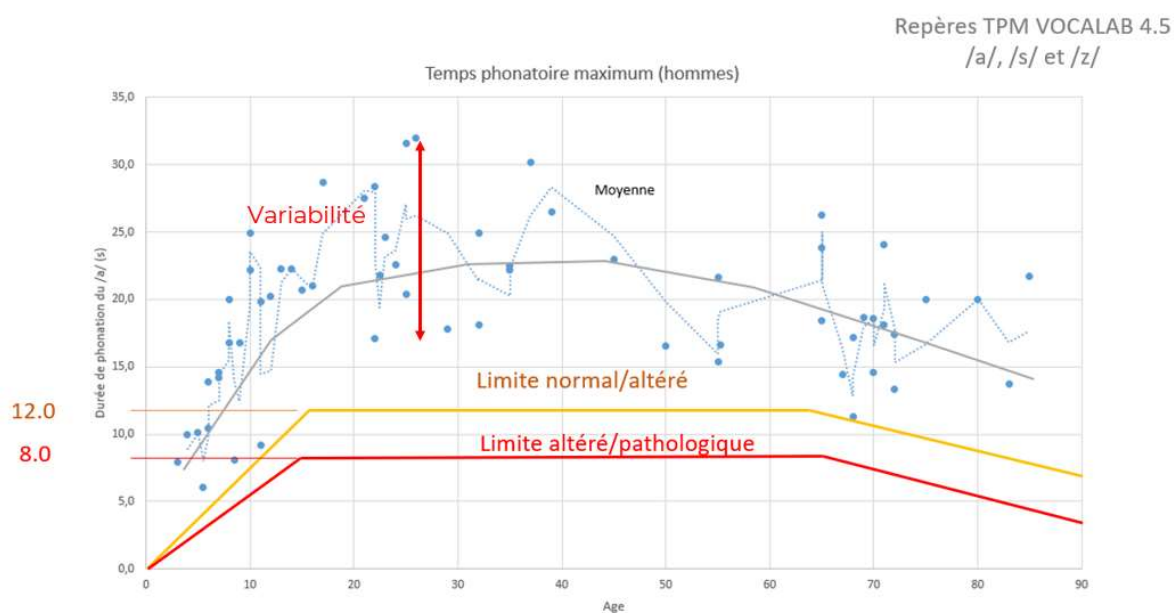


Figure 9 : Courbe de tendance extraite des études bibliographiques sur une tâche de temps phonatoire maximum sur une voyelle /a:/ tenue, et limites proposées entre TPM normal/altéré et altéré/pathologique dans le logiciel VOCALAB

## Repères d'acquisition des phonèmes

Nous avons cherché à identifier l'âge de maîtrise des phonèmes de la langue Française, d'après les références telles que [Rondal 2000], [McLeod 2018], croisées avec nos propres études statistiques sur un corpus d'une centaine de témoins enfants. Nous avons compilé différentes sources, dont certaines sont parfois anciennes. La principale difficulté a été d'homogénéiser le critère de maîtrise d'un phonème, que nous avons fixé à moins de 15% d'erreur résiduelle. Nous avons aussi étudié l'âge d'acquisition des clusters et des diphtongues [Kehoe 2008]. Notre synthèse reportée figure 10 a été éditée sous forme d'une fiche repère à destination des orthophonistes [Menin-Sicard 2022].



Figure 10 : Repères d'acquisition des phonèmes de la langue Française

## Proposition de bilan de la parole

Le point de départ du bilan court et objectif de la parole est l'analyse de la production de la phrase /Bonjour Monsieur Tralipau/ et d'une répétition rapide de /Pataka/. Ces choix sont justifiés notamment dans les publications listées à la figure 11, concernant plus particulièrement la méthodologie de segmentation [Menin-Sicard 2021], la qualité des phrases [Sicard 2019], l'intérêt d'une phrase type [Sicard 2020c] et la diadococinésie [Sicard 2020b].

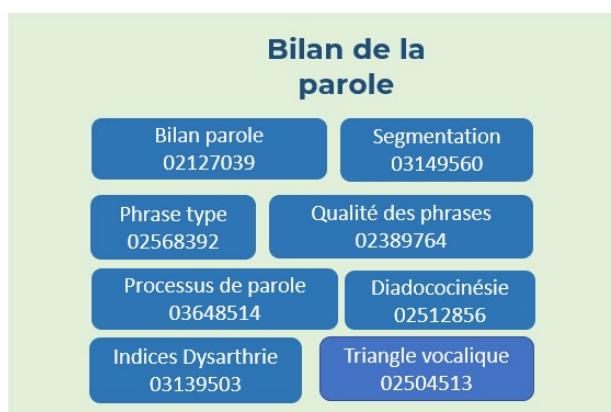


Figure 11 : publications en lien avec le bilan de la parole



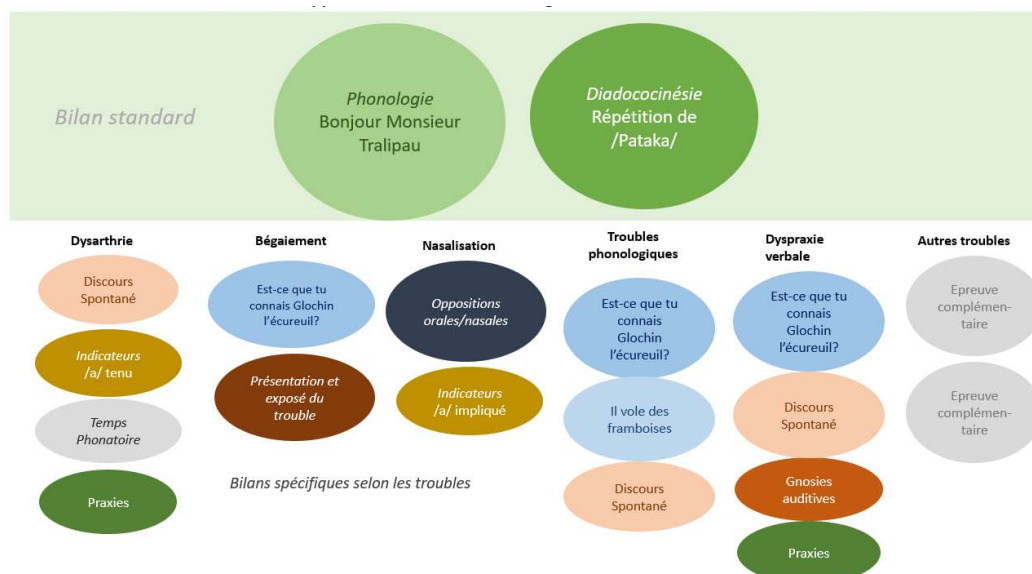


Figure 12 : Proposition de bilan de la parole et suggestions d'épreuves complémentaires pour des pathologies cible

Les études spécifiques sur des pathologies telles que la dysarthrie, le bégaiement, la nasalisation ou la dyspraxie verbale nous ont amené à suggérer des épreuves complémentaires à haute valeur ajoutée, selon le diagramme de la figure 12. La figure 13 donne les liens vers les publications spécifiques selon les pathologies étudiées, avec le numéro hal.science associé.

Pathologies		
Dyspraxie Verbale 03663252	Dysarthrie 02396136	Bilan Bégaiement 03298456
Dépist. Ret. Parole 03999850	Cancer ORL 01510418	Nasalisation 03131029

Figure 13 : Publications en lien avec une pathologie spécifique

### Synthèse des publications

Une vue d'ensemble des publications de l'ERU 15 « Voix pathologique » et de l'ERU 46 « Parole pathologique » est reportée figure 14. L'apport des publications les plus significatives de l'ERU 46 est décrite à la table 2.



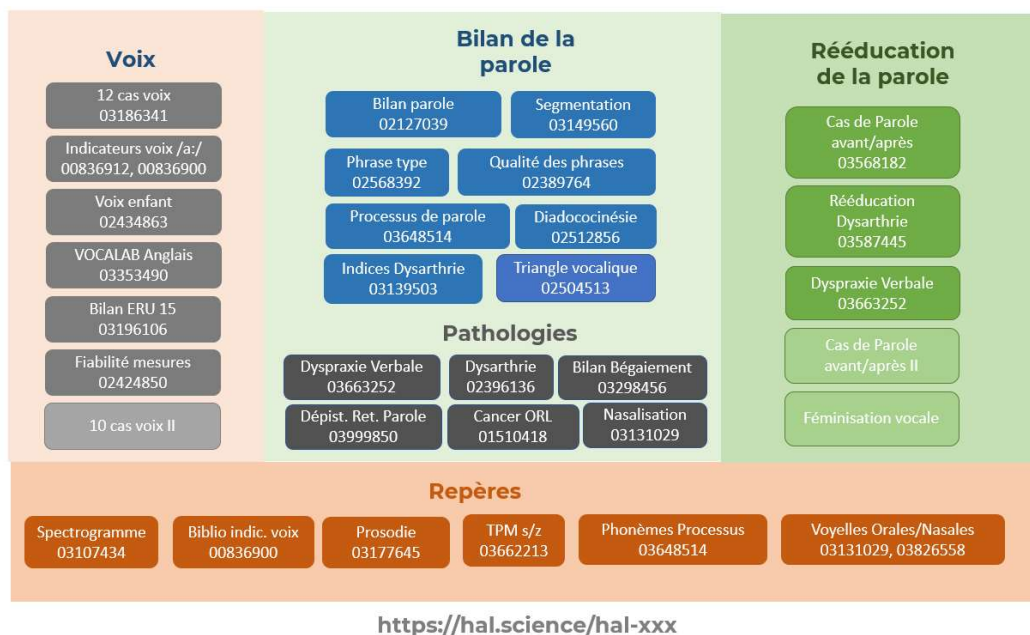


Figure 14 : Bilan des publications en lien avec l'étude de la voix (ERU 15) et l'étude de la parole (ERU 46)

PUBLICATION	LIEN HAL.SCIENCE OU REVUE	GROUPES	BIBLIO	VALIDATION
<b>ANALYSE D'UNE PHRASE TYPE DANS LE CADRE DU BILAN ORTHOPHONIQUE DE LA PAROLE</b>	hal-02568392	80 enfants témoins	30	Valeurs repère de la phrase type
<b>LA DIADOCOCINESIE ET SON APPLICATION EN ORTHOPHONIQUE CLINIQUE</b>	hal-02512856	120 témoins	15	Indicateurs d'altération de la diadococinésie et valeurs repère
<b>OUTILS DE MESURES ET D'EVALUATION OBJECTIVE DE LA PHONOLOGIE, DE LA FLUENCE ET DE LA PROSODIE AVEC DIADOLAB3</b>	RO 281	139 patients	20	Architecture du bilan de la parole. Macro-compétences intelligibilité et fluence
<b>ANALYSE DE LA NASALISATION</b>	hal-03131029	380 témoins et patients	25	Indicateurs d'altération de la phonologie et de la diadococinésie. Compléments de protocole orientés hyper-nasalisation
<b>INDICES ACOUSTIQUES DE LA PAROLE DYSARTHRIQUE</b>	hal-03139503	113 + 124 contrôle & patients	76	Indices facilitant le diagnostic différentiel des syndromes Parkinsoniens
<b>ANALYSE ACOUSTIQUE DE LA PROSODIE</b>	hal-03177645	93 témoins	65	Valeurs repères de f0, intonation & prosodie
<b>EVALUATION DU BEGAIEMENT</b>	hal-03298456	20 témoins, 32 patients	65	Valeurs repères pour les disfluences
<b>IMPRECISION PHONEMIQUE ET ALTERATION DES PROCESSUS DE PAROLE</b>	hal-03648514	140 enfants	44	Valeurs repères d'âge d'acquisition des phonèmes, clusters et diptongues, ainsi que des processus de parole

<b>EVALUATION ET PRISE EN CHARGE ORTHOPHONIQUE DE LA DYSPRAXIE VERBALE</b>	hal-03663252	14 enfants (patients)	59	Analyse de l'altération des données de bilan : fluence et intelligibilité
<b>ETUDE DE CAS DE PATHOLOGIES DE LA PAROLE DANS LE CADRE DE LA PRISE EN CHARGE ORTHOPHONIQUE</b>	hal-03568182	7 patients	12	Evaluation objective avant/après prise en charge orthophonique

Table 2 : apport des publications de l'ERU 46 en lien avec la parole et ses pathologies

## V- 100 cas de prise en soin

Nous avons démarré la publication de cas de prise en charge de pathologies de la parole, grâce notamment aux orthophonistes de l'ERU 46, avec l'objectif d'évaluer de manière objective l'impact de la rééducation orthophonique, en comparant les performances du patient entre le bilan initial et le bilan d'évolution. Les cliniciens et cliniciennes participant à ce projet ont fourni des données d'autoévaluation du patient, d'anamnèse, ont aussi précisé les axes thérapeutiques et commenté les résultats obtenus. Il s'agit d'une œuvre collective inspirée de l'ouvrage [Stemple 2019]. Nous avons édité un premier groupe d'étude de cas de parole [Sicard 2022d] (tableau 3) et préparons une publication sur un deuxième groupe de patients [Sicard 2023b]. En parallèle, nous avons déjà collecté une dizaine de cas de voix [Menin-Sicard 2021b] et préparons une deuxième collection de cas [Sicard 2023c]. Notre objectif à 5 ans est de publier une centaine de cas de voix et parole pathologique.

AUTEURS	CAS	PATHOLOGIE
<b>SANDRINE MICHEL</b>	SM008	Retard de parole
	SM010	Autisme
	SM030	Dyspraxie verbale
	SM011	Dysphasie
<b>CAROLE SIMON</b>	CS001	AVC
	CS002	AVC
<b>OCEANE BARBERA</b>	OB021	Bégaiement

Table 3 : Etude de cas de parole publiée dans [Sicard 2022d]

AUTEURS	CAS	PATHOLOGIE
<b>AUDE GAUFROY JAMAIN</b>	AGJ001	Apraxie de la parole
<b>GINA BESSE</b>	GB003	Dysarthrie
	GB019	AVC
<b>SANDRINE MICHEL</b>	SM024	Dyspraxie
<b>CLAIRE RIEUTORD</b>	CR003	Fente palatine
	CR004	Syndrome Parkinsonien
<b>ALEXANDRA LAYANI</b>	AL001	Asperger, troubles attention
<b>ELOÏSE BAROCHE</b>	EB001	Dyspraxie verbale
<b>DIANA SAADOUN</b>		
<b>ANNE MENIN-SICARD</b>		Dyspraxie verbale

Table 4 : Deuxième groupe d'étude de cas de parole [Sicard 2023b]

## VI – Prospectives

Nous avons développé un outil prototype de segmentation automatisée, supervisé par une séquence de phonèmes connus à l'avance comme /b/on/j/ou/r/m/eu/s/ieu/tr/a/l/p/au/ dans le cas de la phrase type /Bonjour Monsieur Tralipau/. Les essais préliminaires ont porté sur 200 enregistrements de parole normale en Janvier 2023, avec des résultats encourageants (figure 15). Quelques imprécisions de frontières subsistent, notamment pour des fichiers enregistrés dans des conditions du bruit ambiant important. Une fonction de segmentation automatisée semble envisageable sur des phrases connues comportant peu d'erreurs de prononciation et d'imprécision articulatoire.

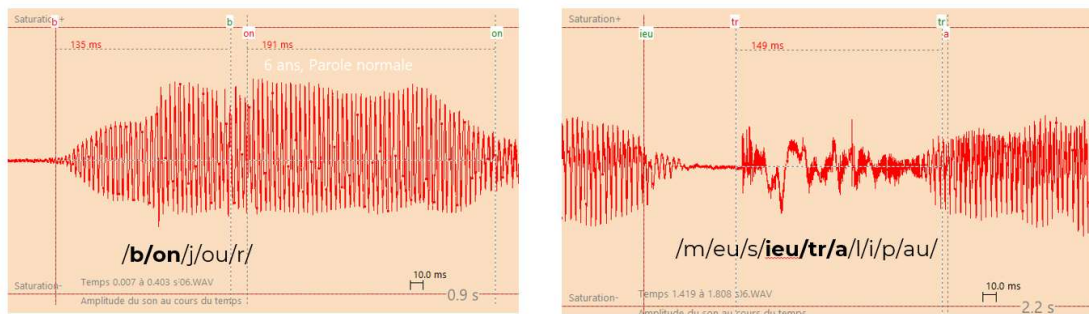


Figure 15 : Expériences de segmentation automatisée sur de la parole normale

Nous pouvons espérer doter le futur outil de segmentation automatique d'une capacité à suggérer une segmentation du phonème le plus probable, dans le cadre limité d'une confusion telles que celles observées le plus fréquemment : /b/ de /bonjour/ confondu en /p/, /on/ en /au/, /j/ en /ch/, /ou/ en /au/, etc. Cette connaissance « à l'avance » des confusions les plus probables, d'après nos propres études statistiques sur plusieurs centaines de cas de parole, devrait permettre de guider l'outil de reconnaissance des phonèmes vers un objectif restreint de classification, avec la sélection de l'algorithme le mieux adapté : détection du voisement dans /p-b/, détection de la nasalisation dans /au-on/, du voisement-constriction dans /ch-j/, du décalage des formants dans /ou-au/. Pour aider à la classification, un espace pertinent pour séparer les consonnes entre elles semble être l'espace constriction/voisement (Figure 16), sans avoir recours pour l'instant à des outils spécifiques de l'intelligence artificielle tels que les réseaux de neurones.

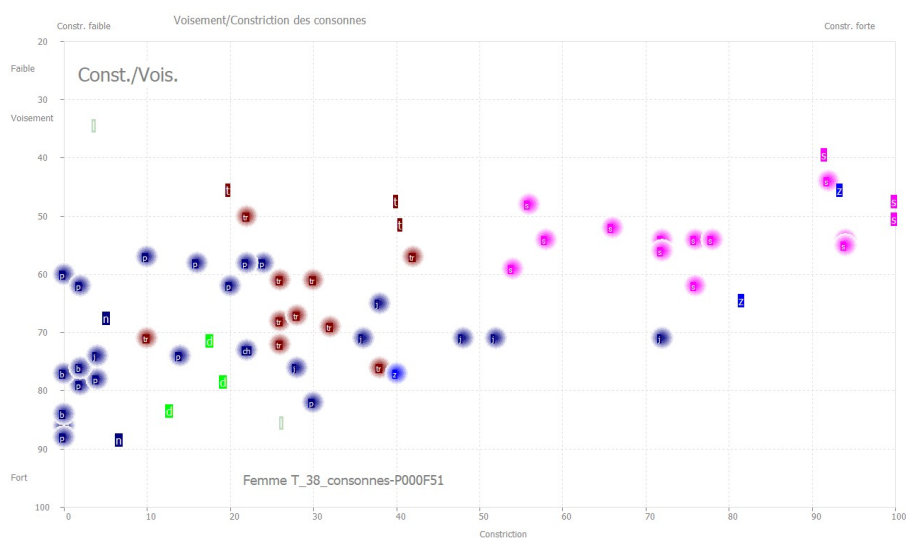


Figure 16 : Espace constriction voisement permettant de séparer les consonnes et aider à la classification

La question qui reste posée est la capacité à mettre au point un outil robuste de segmentation et d'analyse dont la fiabilité soit au moins égale à celle d'un clinicien expert, qui rende un véritable service aux orthophonistes et génère un nombre le plus réduit possible d'erreurs.

Un objectif atteignable à l'échelle de quelques années concerne l'analyse de confusions isolées (/f-v/, /p-b/, /a-an/ par exemple), pour laquelle un prototype est en construction, implémentant notamment des résultats de recherches sur la nasalisation [Sicard 2021b] [Sicard 2022]. L'interface prototype est donnée figure 16. Celle-ci illustre l'analyse du 2<sup>ème</sup> segment d'un fichier pré-enregistré de voyelles isolées (/a,an,au,on,è,in/). Comme il s'agit d'un homme, les formants les plus pertinents pour distinguer /a/ et /an/ sont F1 et F2 [Sicard 2022]. L'analyse fréquentielle correspondante (F1 en jaune, F2 en bleu dans le profil d'énergie en fonction de la fréquence, indiquent tous les deux qu'il s'agit d'un /an/ plutôt qu'un /a/. Des métriques complémentaires telles que le taux de voisement (ici très élevé) et le taux de constriction (ici très faible) donnent des indices permettant de renforcer ou remettre en question la classification.

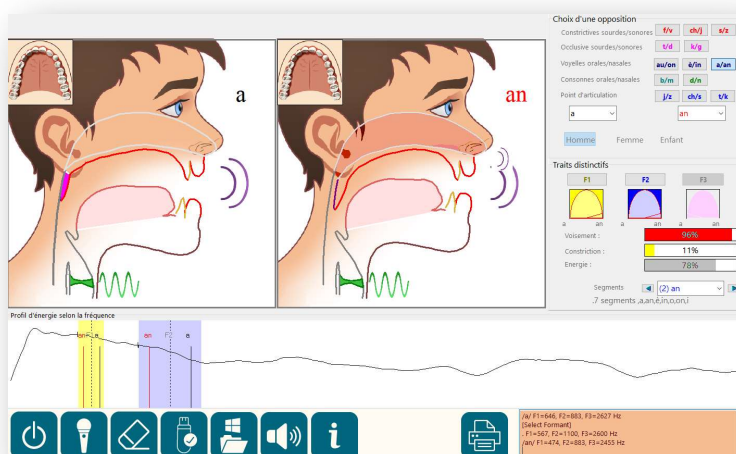


Figure 16 : Prototype d'outil de rééducation des oppositions sourdes/sonores, orales/nasales et des confusions de point d'articulation

Le transfert des outils prototypes dans la pratique clinique n'est envisageable que si le répertoire phonétique complet est maîtrisé, que le taux de classification sur de la parole normale est très élevé (>95%, bien au-delà de l'état de l'art des publications sur le sujet), et que le service rendu corresponde bien au besoin des orthophonistes. Toutes ces étapes cumulées représentent un challenge d'une difficulté rare, que seule une équipe pluridisciplinaire en contact étroit avec la pratique, exploitant les résultats les plus pertinents de la science, pourrait être capable de relever.

## Conclusion

Les travaux de l'équipe de recherche ERU 46 sur la parole pathologique se sont déroulés en 2 phases. La première, démarrée en 2019, a concerné les études bibliographiques sur différents aspects de la production de la parole et la mise au point d'un bilan court et objectif de la parole. La construction d'une base de données de cas de parole normale & pathologiques a aussi été initiée. La deuxième phase, à partir de 2022, s'est focalisée sur l'analyse de la parole de patients ayant des pathologies telles que la dysarthrie, l'hyper-nasalisation, la dyspraxie verbale, le bégaiement ou le retard de parole. Nous avons proposé des valeurs repère pour le temps phonatoire, l'intonation, le débit de syllabes, la diadococinésie et l'acquisition des phonèmes, en fonction du genre et de l'âge. Plusieurs publications

hal.science – Parole pathologique et orthophonie - Un point sur les recherches dans l'équipe ERU46 du laboratoire LURCO

ont été mises en archives ouvertes sur hal.science, avec pour certaines, la mise à disposition des données source.

Nous avons souligné l'intérêt d'une méthodologie de type évidence basée sur la pratique, complémentaire de la pratique basée sur l'évidence. En particulier, nous avons initié un projet de publication sur hal.science d'une centaine de cas de prise en soin de pathologies de la voix et de la parole grâce à la contribution des orthophonistes de l'équipe de recherche ou partenaires de nos projets de recherche.

## Remerciements

Nous saluons les efforts de mise en archive ouvertes d'un très grand nombre de résultats scientifiques, en particulier dans le domaine de la parole, permettant une diffusion large, simple et sans droit d'accès, autorisant de ce fait des analyses comparatives et méta-analyses qui accélèrent leur mise en application clinique.

Nous remercions particulièrement les membres de l'équipe ERU 46 Anne MENIN-SICARD, Sandrine MICHEL, ainsi que Gabriel ROUSTEAU, du laboratoire LURCO de l'UNADREO pour leur aide précieuse à la construction d'une base de données de parole pathologique, ainsi que pour les échanges en lien avec la pratique clinique, notamment dans le domaine de la dysarthrie, du bégaiement, de la nasalisation ou des retards et troubles de la parole chez l'enfant. Merci notamment aux étudiants qui ont conduit leur mémoire d'orthophonie dans l'équipe ERU 46 pour leur contribution déterminante aux avancées de la recherche.

Enfin, nous remercions l'ensemble des orthophonistes, étudiants et chercheurs qui nous ont accordé leur confiance en utilisant nos méthodologies, approches et outils dans le cadre de leur pratique clinique ou de leurs travaux scientifiques.

## A propos de l'auteur



**Etienne SICARD** est professeur à l'INSA Toulouse en électronique, informatique et traitement du signal. Il est directeur de recherches de l'équipe ERU 46 sur la parole pathologique au Laboratoire LURCO de l'UNADREO. Il a été chercheur associé à l'IRIT dans le cadre du projet

ANR C2SI sur la voix de patient ayant eu un cancer ORL, et ANR Voice4PD sur le diagnostic différentiel des Syndromes Parkinsoniens. Etienne SICARD est co-auteur des logiciels VOCALAB et DIADOLAB pour le bilan et la rééducation orthophonique de la voix et la parole. Il a co-écrit une vingtaine d'ouvrages et plus de 250 publications scientifiques, dont 50 sur l'analyse de la voix et 70 sur l'analyse de la parole, les plus significatives étant en archives ouvertes.

Plus d'information : <https://cv.hal.science/etienne-sicard>

Email : [etienne.sicard@insa-toulouse.fr](mailto:etienne.sicard@insa-toulouse.fr)

## Références

[Chan 2013] Chan, A.K., (2013). The implementation of evidence-based practice in the management of adults with functional voice disorders: A national survey of speech-language pathologists, *International Journal of Speech-Language Pathology*, 15:3, 334-344,

- [Gatignol 2017] Gatignol, P., Rousseau, T. (2017). Efficacité des thérapies. Ortho-Editions.
- [Green 2008] Green, L. W. (2008). Making research relevant: if it is an evidence-based practice, where's the practice-based evidence?. *Family practice*, 25(suppl\_1), i20-i24.
- [Kehoe 2008] Kehoe, M., Hilaire-Debove, G., Demuth, K., & Lleó, C. (2008). The structure of branching onsets and rising diphthongs: Evidence from the acquisition of French and Spanish. *Language Acquisition*, 15(1), 5-57.
- [Lemoncello 2013] Lemoncello, R., & Ness, B. (2013). Evidence-based practice & practice-based evidence applied to adult, medical speech-language pathology. *Perspectives on Gerontology*, 18(1).
- [McLeod 2018] McLeod, S., & Crowe, K. (2018). Children's consonant acquisition in 27 languages: A cross-linguistic review. *American journal of speech-language pathology*, 27(4), 1546-1571.
- [Menin-Sicard 2021] Menin-Sicard, A., Sicard, E., Grenier, C., Bardelang, T., Michel, S. (2021). Méthodologie de la segmentation pour l'évaluation objective des compétences phonologiques avec DIADOLAB3. <https://hal.science/hal-03149560>
- [Menin-Sicard 2021b] Menin-Sicard, A., & Sicard, E. (2021). Etude de cas de voix dans le cadre de la prise en charge orthophonique. <https://hal.science/hal-03186341/>
- [Menin-Sicard 2022] Menin-Sicard, A. (2022). Repères de développement de la phonologie en fonction de l'âge. Fiche Repère N°1. <https://www.formationsvoixparole.fr>
- [Rondal 2000] Rondal, J. A., & Seron, X. (Eds.). (2000). *Troubles du langage: bases théoriques, diagnostic et rééducation*. Editions Mardaga.
- [Sicard 2017] Sicard, E., Mauclair, J., Woisard, V. (2017). Etude de paramètres acoustiques des voix de patients traités pour un cancer ORL dans le cadre du projet C2SI, JPC 2017 Paris. <https://hal.science/hal-01510418>
- [Sicard 2019] Sicard, E., & Menin-Sicard, A. (2019). Analyse de la qualité des phrases pour un bilan objectif de la parole. <https://hal.science/hal-02389764>
- [Sicard 2020] Sicard, E., & Menin-Sicard, A. (2020). Le triangle vocalique et son application en contexte orthophonique. <https://hal.science/hal-02504513/>
- [Sicard 2020b] Sicard, E., & Menin-Sicard, A. (2020). La diadococinésie et son application en orthophonie clinique. <https://hal.science/hal-02512856/>
- [Sicard 2020c] Sicard, E., Menin-Sicard, A. Analyse d'une phrase type dans le cadre du bilan orthophonique de la parole. <https://hal.science/hal-02568392>
- [Sicard 2021] Sicard, E., & Menin-Sicard, A. (2021). Le spectrogramme et son application en clinique orthophonique. <https://hal.science/hal-03107434>
- [Sicard 2021b] Sicard, E., Menin-Sicard, A., Rousteau, G., Michel, S. (2021) Profils types des oppositions orales-nasales dans le contexte de la rééducation orthophonique. <https://hal.science/hal-03131029>



hal.science – Parole pathologique et orthophonie - Un point sur les recherches dans l'équipe ERU46 du laboratoire LURCO

[Sicard 2022] Sicard, E., Menin-Sicard, A., Rousteau, G. (2022) Oppositions de voyelles orales et nasales : identification des formants selon le genre. <https://hal.science/hal-03826558>

[Sicard 2022b] Sicard, E., Menin-Sicard, A. (2022). Temps phonatoire, rapport s/z et a/z : repères en lien avec la prise en charge orthophonique. <https://hal.science/hal-03662213>

[Sicard 2022c] Sicard, E., Menin-Sicard, A. (2022). Imprécision phonémique et altération des processus de parole : repères en lien avec la prise en charge orthophonique. <https://hal.science/hal-03648514>

[Sicard 2022] Sicard, E., Menin-Sicard, A., Michel, S., Barbera, O., Simon, C. (2022). Etude de cas de pathologies de la parole dans le cadre de la prise en charge orthophonique. <https://hal.science/hal-03568182>

[Sicard 2023] Sicard, E., Menin-Sicard, A. (2023). DIADOLAB v3.5, GERIP Humensis. [www.diadolab.org](http://www.diadolab.org)

[Sicard 2023b] Sicard, E., Menin-Sicard, A., Besse, G., Layani, A., Baroche, E., Gaufroy Jamain, A., Rieutord, C., Saadoun, D. (2023). Etude de cas de pathologies de la parole dans le cadre de la prise en charge orthophonique – Groupe II. A paraître sur hal.science

[Sicard 2023c] Sicard, E., Mauger, E., Roiron, C., Michel, S., Dimitrova-Saadoun, D., Menin-Sicard, A., Rabenada, C., Coudière, C. (2023). Etude de cas de voix dans le cadre de la prise en charge orthophonique – Volume II. A paraître sur hal.science

[Stemple 2019] Stemple, J. C., & Hapner, E. R. (2019). Voice therapy: clinical case studies. Plural Publishing.