



HAL
open science

Etude de cas de voix dans le cadre de la prise en soin orthophonique -Volume III

Etienne Sicard, Anne MENIN SICARD, Elisabeth Mauger, Aurélie Ravéra-Lassale, Cécile Roiron, Sophie Avril-Leydier, Agnès Thibault, Corinne Rabaneda, Marion Beaud, Nathalie Henrich Bernardoni, et al.

► To cite this version:

Etienne Sicard, Anne MENIN SICARD, Elisabeth Mauger, Aurélie Ravéra-Lassale, Cécile Roiron, et al.. Etude de cas de voix dans le cadre de la prise en soin orthophonique -Volume III. 2024. hal-04618718

HAL Id: hal-04618718

<https://hal.science/hal-04618718>

Submitted on 20 Jun 2024

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.

Etude de cas de voix dans le cadre de la prise en soin orthophonique – Volume III

Etienne Sicard^{1,2}, Anne Menin-Sicard¹, Elisabeth Mauger³, Aurélie Ravéra-Lassale⁴, Cécile Roiron⁵, Sophie Avril-Leydier⁶, Agnès Thibault⁷, Corinne Rabaneda⁸, Marion Beaud⁹, Nathalie Henrich Bernardoni¹⁰, Claire Pillot-Loiseau¹¹, Benoit Amy de la Bretèque¹², Silvain Gerber¹³

- (1) Laboratoire LURCO/UNADREO, équipe de recherche ERU 46
- (2) INSA-GEI, 135 Avenue de Rangueil, 31077 TOULOUSE
- (3) Orthophoniste, 10 rue Delambre, 77400 LAGNY SUR MARNE
- (4) Orthophoniste, 685 Av Jean Delmas, 13090 AIX EN PROVENCE
- (5) Orthophoniste, 272 route St Jean, 38500 COUBLEVIE
- (6) Orthophoniste, 4 place des 4 routes, 07370, SARRAS
- (7) Orthophoniste, Avenue du 19 mars 1962, 19240 VARETZ
- (8) Orthophoniste, 43 route du Moufia Apt 2, 97490 STE CLOTILDE
- (9) Orthophoniste, 5 rue de Villefranche, 34090 MONTPELLIER
- (10) Directrice de Recherche CNRS, GIPSA-lab, GRENOBLE
- (11) Orthophoniste, Professeure des Universités en Phonétique, Université Sorbonne Nouvelle, ILPGA, PARIS
- (12) Praticien Hospitalier, Hospital Gui de Chauliac, MONTPELLIER
- (13) Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, GIPSA-lab, GRENOBLE

Résumé : Dans cet article, nous analysons les caractéristiques de la voix de neuf patients de pathologies différentes, pris en charge dans le cadre de la clinique orthophonique, en comparant les performances avant et après rééducation. Pour chaque cas, nous donnons des éléments d'anamnèse et d'auto-évaluation, les indicateurs d'altération de la voyelle /a:/ tenue, le fondamental usuel moyen (FUM), l'intonation ainsi que l'étendue vocale. Des mesures complémentaires incluent notamment l'aire dynamique vocale ou les paramètres aérodynamiques tels que le débit d'air. Nous précisons les axes thérapeutiques et, par comparaison avant/après prise en soin, nous illustrons les évolutions des caractéristiques de la voix. Différentes pathologies de la voix sont abordées : Reflux Gastro-Œsophagien (RGO), dysphonie dysfonctionnelle, granulome, polype, lésion des cordes vocales, accident vasculaire cérébral (AVC), aphonie post CoVid.

Mots-clés : orthophonie, voix, analyse objective, analyse instrumentale, indicateurs, fondamental usuel moyen, intonation, étendue vocale, aire dynamique vocale, ERU 15, LURCO, UNADREO, prise en soin, orthophonie, bilan, bilan d'évolution.

Introduction

Nous compilons dans cet article une troisième série de cas de prise en soin orthophonique de la voix, faisant suite aux deux premières séries de cas publiées en 2021 [Menin-Sicard 2021] et 2023 [Sicard 2023]. Le but commun de ces articles est d'illustrer de manière objective et factuelle l'évolution du rendement et de la flexibilité vocale pour des patients atteints de diverses pathologies de la voix, en comparant à chaque fois les performances avant et après prise en soin orthophonique.

Ces publications s’inscrivent dans la continuité des travaux de recherche sur la voix et ses pathologies de l’équipe [ERU15] du laboratoire de recherche en orthophonie clinique LURCO¹, affilié à la société savante UNADREO².

Pour chaque cas, nous avons demandé aux orthophonistes cliniciennes d’expliciter les axes thérapeutiques, les objectifs, les exercices et outils utilisés en vue d’une prise en soin efficace du patient. Ces éléments, ainsi que les mesures instrumentales qui les accompagnent, nous semblent représenter une base de connaissances intéressante et une source d’idées d’axes thérapeutiques pour les orthophonistes ayant des patients dans des situations similaires. Cette approche se situe dans l’esprit des 50 cas de thérapie de la voix et de la parole décrits dans l’ouvrage [Stemple 2021]. L’objectif de cette série d’articles est de publier 50 cas de prise en soin de pathologies de la voix, en plus de 50 autres cas concernant la parole qui font l’objet d’une autre série de publications. L’état d’avancement de ce projet est résumé à la table 1.

Table 1 : Publication en 10 volumes de 100 cas de prise en soin de la voix et de la parole – Etat d’avancement en 2024

PATHO.	VOL.	NOMBRE DE CAS	CLINICIENS	LIEN HAL	ANNEE
VOIX	I	12	A. Menin-Sicard.	hal-03186341	2021
VOIX	II	9	E. Mauger, C. Roiron, S. Michel, D. Dimitrova-Saadoun, A. Menin-Sicard, C. Coudière.	hal-04206295	2023
VOIX	III	9	A. Menin-Sicard, E. Mauger, A. Ravéra-Lassale, C. Roiron, S. Avril-Leydier, A. Thibault, C. Rabaneda, M. Beaud	Cette publication	2024
VOIX	IV	10			2025
VOIX	V	10			2026
PAROLE	I	7	A. Menin-Sicard, S. Michel, O. Barbera, C. Simon.	hal-03568182	2022
PAROLE	II	10	A. Menin-Sicard, G. Besse, A. Layani, E. Baroche, A. Gaufroy Jamain, C. Rieutord, D. Saadoun.	hal-04187385	2023
PAROLE	III	8	A. Menin-Sicard, S. Avril-Leydier, P. Blandin, C. Rieutord, S. Michel, M. Germain, A. Gaufroy-Jamain, M. Astudillo.	hal-04497896	2024
PAROLE	IV	10			2025
PAROLE	V	10			2026

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

² <https://www.unadreo.org>

Table 2 : Voix volume I – hal.science/hal-03186341 [Menin-Sicard 2021]

Orthophoniste	Cas	Pathologie
Anne MENIN-SICARD	AS009 Femme 46 ans	Dysphonie dysfonctionnelle
	AS039 Garçon 10 ans	Dysphonie Par Hypertension Musculaire
	AS031 Homme 73 ans	Dysphonie Après Thyroïdectomie
	AS051 Fille 9 ans	Kyste
	AS035 Femme 23 ans	Fatigue vocale
	AS033 Femme 61 ans	Lésion du nerf laryngé
	AS049 Homme 20 ans	Mue faussée
	AS022 Femme 56 ans	Nodules
	AS048 Femme 48 ans	Nodule et RGO
AS036 Femme 28 ans	Immobilité laryngée	

Table 3 : 9 cas de voix décrits dans le volume II – hal.science/hal-04206295 [Sicard 2023]

Orthophoniste	Cas	Pathologie
Elisabeth MAUGER	EM001 Homme 34 ans	Angiome
Sandrine MICHEL	SM120 Femme 67 ans	Œdème de Reinke
Caroline COUDIERE TROUILHET	CCT005 Fille 8 ans	Kissing nodules
Diana DIMITROVA-SAADOUN	DS008 Femme 65 ans	Dysarthrie suite AVC
Elisabeth MAUGER	EM005 Femme 46 ans	Paralysie récurrentielle
	EM004 Femme 17 ans	Aphonie psychogène
Cécile ROIRON	CR006 Homme 68 ans	Dysphonie
	CR004 Homme 82 ans	Kyste épidermoïde
Anne MENIN-SICARD	S408 Garçon 12 ans	Séquence Pierre Robin

Table 3 : Pris en soin de pathologies de la voix, volume III – cette publication

Orthophoniste	Cas	Pathologie
Elisabeth MAUGER	EM002 Femme 77 ans	Reflux Gastro-Cœsophagien
	EM003 Femme 35 ans	Dysphonie dysfonctionnelle
Aurélien RAVERA-LASSALE	ARL003 Homme 59 ans	Granulome
	ARL006 Homme 70 ans	Polype
Cécile ROIRON	CR007 Femme 38 ans	Lésion des cordes vocales
Sophie AVRIL-LEYDIER	SAL003 Femme 80 ans	AVC
Agnès THIBAUT	Femme 44 ans	Aphonie post CoVid
Corinne RABANEDA	Femme 46 ans	Dysphonie par hypert. musculaire
Marion BEAUD ³	Femme 55 ans	Fuite ovalaire

Nous rappelons en première partie le matériel, le protocole d'enregistrement de la voix ainsi que la méthode d'analyse, puis nous traitons successivement les neuf cas de prise en soin orthophonique, suivi d'une conclusion.

Matériel et méthode

Les enregistrements sont effectués en cabinet d'orthophonie ou en service hospitalier, le plus souvent avec un microphone unidirectionnel de bonne qualité pour s'affranchir du bruit ambiant. Les réglages ont été effectués afin d'optimiser la prise de son, avec une distance bouche-micro contrôlée, en suivant

³ Cas extrait de la thèse de Marion BEAUD, encadrée par Nathalie HENRICH BERNARDONI et Claire PILLOT-LOISEAU

le même protocole d'enregistrement avant et après prise en soin, dans le but d'une comparaison la plus objective possible.

Le protocole de bilan de la voix, basé sur [Menin-Sicard 2016] inclut notamment :

- La production du /a:/ tenu, sur lequel sont calculés les indicateurs d'altération de la voix [Sicard 2013]
- Un échantillon de voix conversationnelle de type « Bonjour je m'appelle... », afin d'extraire le fondamental usuel moyen et l'intonation [Sicard 2023b],
- Des sirènes, en général sur /ou:/, ascendantes puis descendantes, fortes et faibles [Sicard 2021]
- D'autres modalités de voix ou de parole selon les cas : voix impliquée, voix d'appel, comptage, description d'images, etc.

Les enregistrements sont ensuite analysés afin de calculer différents indicateurs, incluant par exemple l'altération de l'attaque, l'instabilité en hauteur, en puissance, la pauvreté harmonique, le rapport bruit/signal, ainsi que le fondamental, l'intonation, l'étendue vocale et l'aire dynamique vocale. Les cas de prise en soin de la voix dans le cadre de la clinique orthophonique utilisent principalement VOCALAB⁴. Avec l'aide des outils de bilan de VOCALAB, nous évaluons deux macro-compétences :

- **La flexibilité vocale** : elle regroupe six indicateurs en lien avec le positionnement du FUM, l'étendue vocale, l'intonation, l'Aire Dynamique Vocale, l'instabilité en hauteur, et l'instabilité en intensité. Elle comporte trois degrés de sévérité : flexibilité vocale normale, altérée ou pathologique.
- **Le rendement vocal** : ce paramètre regroupe six indicateurs en lien avec l'altération de l'attaque, la pauvreté harmonique, le rapport bruit/signal, la durée du /a:/, le rapport S/Z et le rapport A/Z. comporte trois degrés de sévérité : rendement vocal normal, altéré ou pathologique.

Nous disposons aussi dans la plupart des cas d'informations d'auto-évaluation du patient [Menin-Sicard 2013] sur des critères de *Confort, Endurance, Performance, Qualité, Adaptation*.

Le cas de Marion BEAUD (N°9) est analysé en utilisant les logiciels EVA2© et MATLAB™. Il est issu d'un projet de recherche mené lors de sa thèse de doctorat [Beaud 2023]. Le système EVA2 permet en particulier des mesures aérodynamiques. L'outil généraliste MATLAB™ permet au moyen d'un langage de programmation relativement simple de faire des traitements mathématiques sophistiqués, notamment du traitement du signal ainsi que des statistiques.

Nous illustrons l'impact de la prise en soin en comparant les données objectives du bilan initial avec celles obtenues après un certain nombre de séances. Nous complétons ces métriques par des observations cliniques ou des précisions sur le ressenti du patient, notamment grâce à l'auto-évaluation avant/après prise en soin.

⁴ www.vocalab.org

Classification des axes thérapeutiques

Les axes thérapeutiques proposés par les orthophonistes dans la prise en soin de différents cas de voix et de parole [Menin-Sicard 2021][Sicard 2023] peuvent être regroupés en 7 macro-compétences listées ci-dessous :

- Les macro-compétences générales :
 - 100 – AJUSTEMENT
 - 200 – HYGIENE PHONATOIRE
 - 300 – PRAXIES
- Les compétences en lien avec la voix
 - 400 – RENDEMENT VOCAL
 - 500 – FLEXIBILITE VOCALE
- Les compétences en lien avec la parole
 - 600 – INTELLIGIBILITE
 - 700 – FLUENCE

Table 4 : Axes thérapeutiques selon les 7 macro-compétences principales de l'outil VOCALAB et DIADOLAB

CLASSE	MACRO-COMPETENCE	AXES THERAPEUTIQUES
100	AJUSTEMENT	110 Réciprocité sociale 120 Gestion des émotions 130 Régulation des échanges 140 Posture
200	HYGIENE PHONATOIRE	210 Hygiène alimentaire 220 Economie vocale 230 Echauffement et récupération 240 Exercices spécifiques
300	PRAXIES	310 Proprioception articulaire 320 Praxies simples 330 Praxies coordonnées
400	RENDEMENT VOCAL	410 Respiration 420 Respiration avancée 430 Tonicité labiale 440 Tonicité vélaire 450 Tonicité linguale 460 Tonicité laryngée
500	FLEXIBILITE VOCALE	510 Contrôle de la hauteur 520 Passages de mécanismes 530 Contrôle de l'intensité 540 Dissociation des paramètres 550 Dynamique vocale
600	INTELLIGIBILITE	610 Travail des voyelles 620 Travail des consonnes 630 Syllabes & processus 640 Prosodie
700	FLUENCE	710 Diadococinésies consonantiques 720 Diadococinésies vocaliques 730 Diadococinésies coordonnées 740 Diadococinésies sur mots 750 Phrases fonctionnelles

Dans chaque macro-compétence, nous avons regroupé un certain nombre d'axes thérapeutiques sur la base de l'expérience clinique des orthophonistes, et notamment ceux cités dans les cinquante cas de prise en soin de pathologies de la voix et de la parole publiés sur hal.science. Le principe de la nomenclature, inspirée de la classification des pathologies de la voix de Verdolini (2005), est de décliner chaque macro-compétence en axes thérapeutiques ciblés (Table 4).

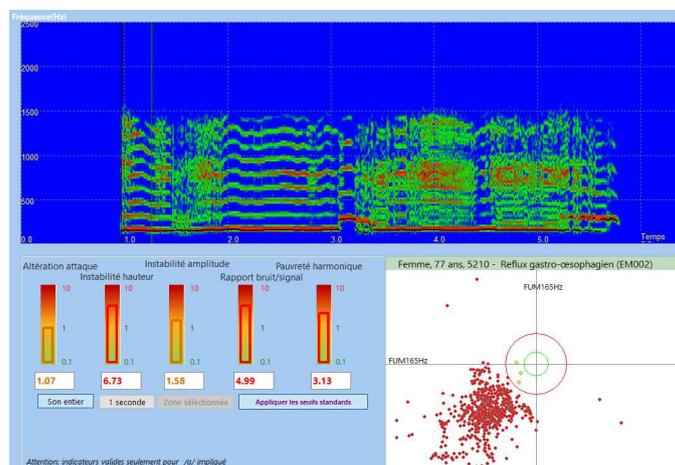
Cas n° 1 – EM002 ADAN - RGO

Anamnèse

Mme ADAN, retraitée, 77 ans, consulte Mme Elisabeth MAUGER, orthophoniste dans un contexte de trouble de la phonation, avec des pertes vocales soudaines, et un inconfort récurrent dans certaines situations comme celle de chanter avec ses petits-enfants. L'examen ORL/phoniatrice n'a pas montré de lésion des cordes vocales, à part une légère raideur jugée sans gravité ainsi qu'un décalage de l'aryténoïde gauche plus basse que la droite. Concernant les troubles associés, on note que la patiente a été traitée pendant plusieurs mois pour un RGO. Une fibroscopie a mis en évidence deux ulcères. La patiente a aussi des antécédents de cancer du sein soigné il y a plus de 10 ans, avec récurrence il y a 3 ans. Mme ADAN a été traitée avec du Létrozole™ qui ont des effets secondaires très gênants, puis de l'Ibrance™ et Faslodex™ qui ne lui provoquent pas d'inconfort mais pourraient avoir une incidence sur la voix. Nous avons classé la pathologie 5210 - Reflux gastro-œsophagien

Bilan initial

Le spectrogramme du /a:/ tenu est clairement pathologique, avec une attaque bruitée, des déstructurations harmoniques majoritaires, des sauts brusques de la fréquence d'oscillation comme au temps 3.1s, et de l'éraillure associée à un niveau de bruit très élevé. Seule la portion 2-3 s est structurée. Les indicateurs sont très élevés, 3 étant considérés comme pathologiques (instabilité en hauteur, rapport bruit signal et pauvreté harmonique).



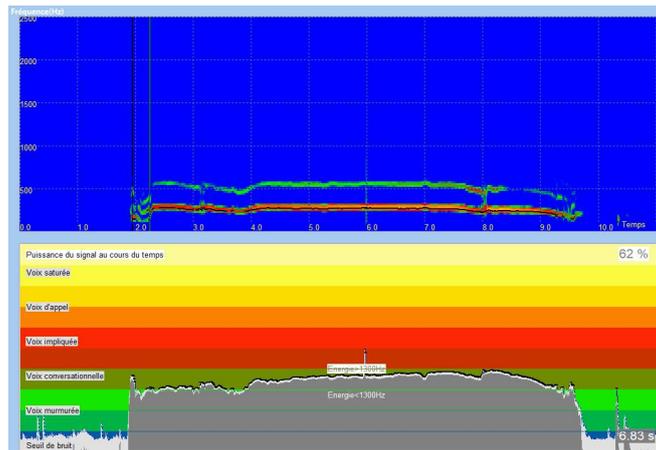


Figure 2 : Cas EM002 ADAN, sirène avant prise en soin

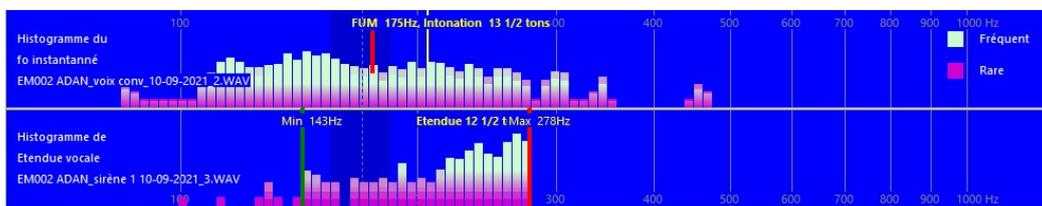


Figure 3 : Histogramme de la fréquence d'oscillation en voix conversationnelle et étendue vocale, EM002 ADAN, avant prise en soin

On note une sirène d'ambitus très réduit (Figures 2 et 3), sans pouvoir passer au mécanisme II, tandis que l'intonation est aggravée vers la zone correspondant au genre masculin, bien que particulièrement étendue d'après l'analyse de la voix conversationnelle.

Concernant le temps phonatoire, les valeurs sont insuffisantes par rapport à la norme pour l'âge (Au moins 8 secondes à 77 ans, comme illustré figure 4), établie d'après une analyse bibliographique [Sicard 2022]. Le /s:/ est particulièrement court, les rapports s/z et a/z sont assez équilibrés.

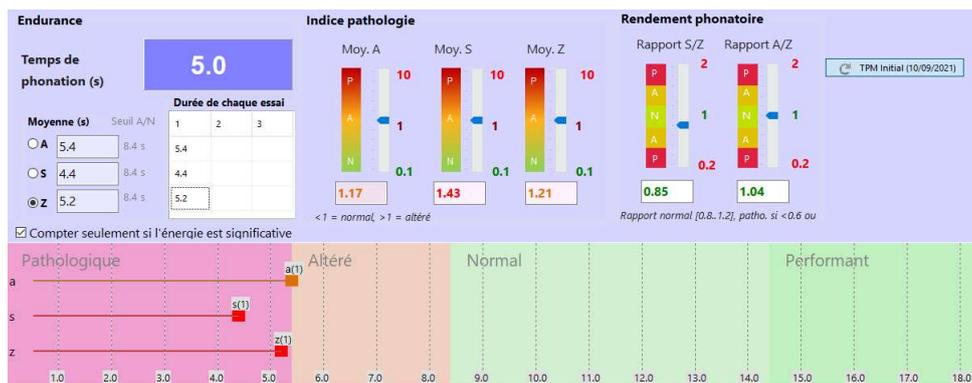


Figure 4 : Temps phonatoire sur /a:/, /s:/ et /z:/, EM002 ADAN, avant prise en soin

Axes thérapeutiques

Les axes thérapeutiques ont été centrés sur le travail de prise de conscience de la respiration abdominale et l'adoucissement de l'attaque dans une première série de 6 séances. Nous avons aussi proposé une série de séances avec application du système Nostrafon™ pour débloquer le serrage ventriculaire et activer la corde vocale gauche.

Après prise en soin

La restructuration harmonique est spectaculaire, d'après le spectrogramme de la figure 5 dont les indicateurs sont maintenant normaux ou proche de la normale pour l'âge. Seule l'attaque reste instable avec un décrochement en hauteur.

Le fondamental usuel moyen est redevenu conforme à une voix de femme, et la sirène s'étend maintenant jusqu'au mécanisme II, avec une valeur conforme à la normale (22 ½ tons soit proche de 2 octaves, figure 6). Concernant le temps phonatoire, les durées du /a:/ et du /z:/ sont considérées comme normales pour l'âge, avec un rapport a/z proche de 1, mais la durée du /s:/ est courte, amenant un déséquilibre du rapport s/z (Figure 7).

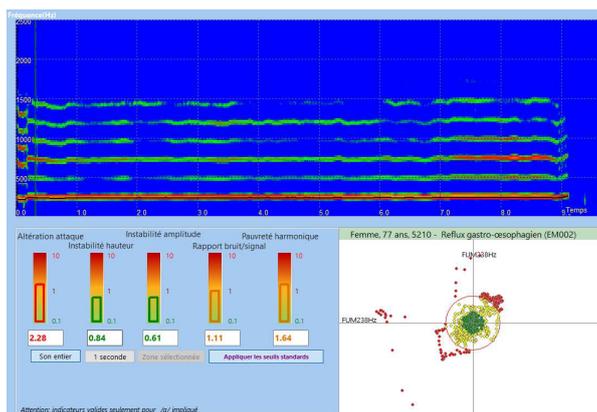


Figure 5 : Cas EM002 ADAN, /a:/ tenu après prise en soin

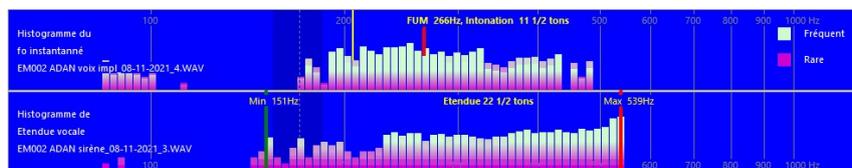


Figure 6 : Histogramme de la voix conversationnelle et de la sirène, cas EM002 ADAN, après prise en soin

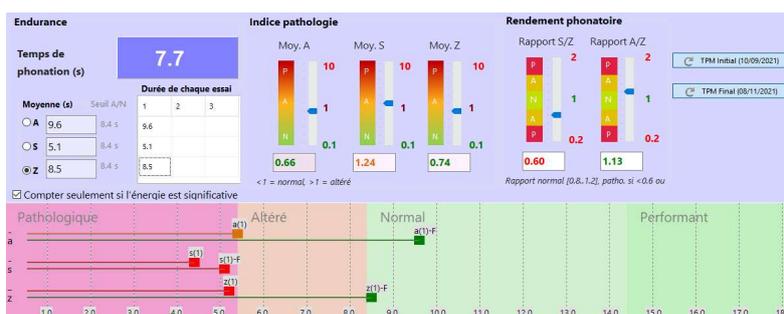


Figure 7 : Temps phonatoire sur /a:/, /s:/ et /z:/, cas EM002 ADAN, avant et après prise en soin

Bilan

De gros progrès ont été observés sur l'ensemble des indicateurs (Figure 8). Les macro-compétences flexibilité vocale et rendement vocal sont maintenant dans les valeurs normales.

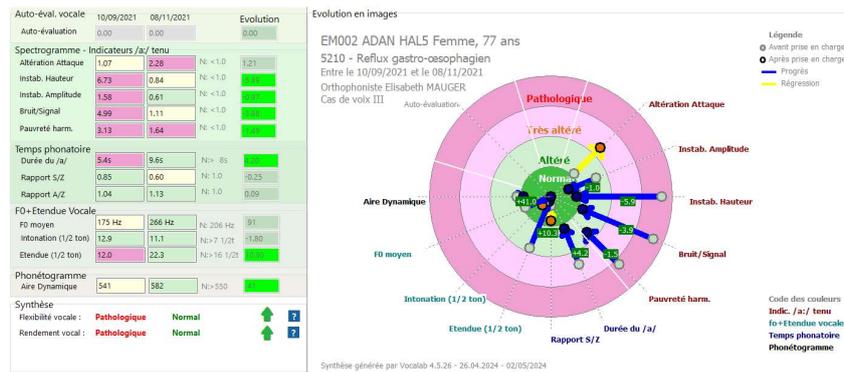


Figure 8 : Evolution des indicateurs d'altération de la flexibilité vocale et du rendement phonatoire, cas EM002 ADAN

Cas n° 2 – EM003 ELKE – Dysphonie disfonctionnelle

Anamnèse

La plainte de la patiente EM003 ELKE, femme de 35 ans, mère au foyer de 4 enfants, concerne sa voix qui se brise à chaque essai de voix forte et est perçue comme éraillée le reste du temps. En été, dans des espaces climatisés, la patiente s'est retrouvée sans voix. Elle a l'habitude d'utiliser la voix projetée dont elle pense avoir besoin pour se faire obéir de ses enfants. Elle se décrit comme nerveuse. En période d'aphonie, la patiente tente de chuchoter.

Mme Elisabeth MAUGER, orthophoniste, a classé sa pathologie comme dysphonie dysfonctionnelle (8100). L'auto-évaluation de la patiente (figure 9) révèle une gêne marquée.



Figure 9 : gêne marquée 8/25 avant prise en soin

Avant prise en soin

Les indicateurs les plus élevés concernent la pauvreté harmonique et le rapport bruit/signal. Le spectrogramme se déstructure, notamment au temps 4 et 7s (Figure 10). La voix est relativement stable et la durée de phonation de 9 s, un peu en dessous de la limite normal/altéré pour une femme.

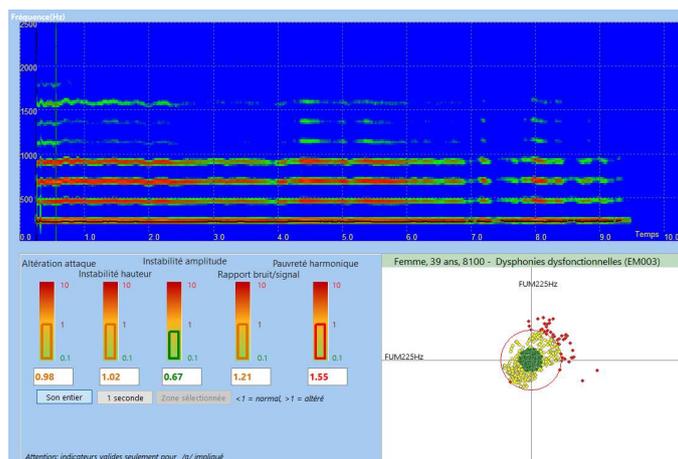


Figure 10 : Spectrogramme et indicateurs d'altération du /a:/ tenu, cas EM003 ELKE avant prise en soin

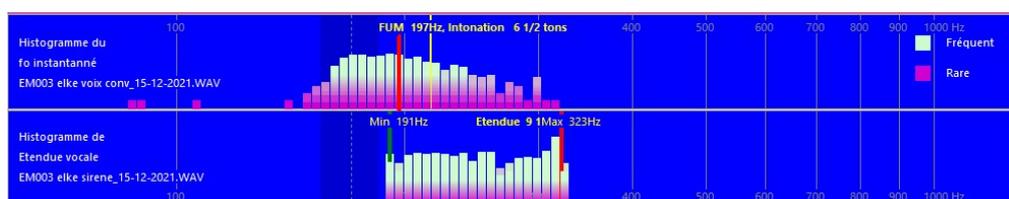


Figure 11 : Histogramme de fo en modalités voix conversationnelle et sirène, avant prise en soin, cas EM003 ELKE

Le projet thérapeutique consiste principalement à stimuler l'accolement et la vibration.

Bilan intermédiaire

La patiente a eu six semaines de stimulations par application du système Novafon [Serritella 2020] [Ben Barsties 2021] tous les jours, le système ayant été prêté par l'orthophoniste. L'application a eu lieu en séance et chez la patiente en suivant une progression :

- Deux semaines en appliquant l'appareil au moment de l'émission du /a/ chuchoté.
- Deux semaines au moment de l'émission du /a:/ en voix de fry
- Deux semaines au moment de l'émission du /a:/ émis avec la voix.

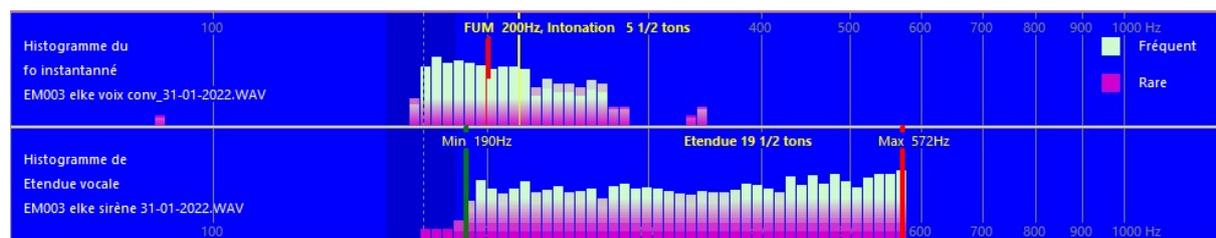


Figure 12 : Histogramme de fo en modalités voix conversationnelle et sirène après 6 semaines de stimulation Novafon, cas EM003 ELKE

A l'issue de cette première phase, la patiente a répondu au questionnaire d'auto-évaluation, ce qui donne 15/25: Gêne modérée, avec un gain de 7 points. La patiente peut s'exprimer relativement clairement, mais toujours avec une certaine fatigabilité. La principale amélioration concerne l'étendue vocale avec un mécanisme II fonctionnelpost.

Après prise en soin

Le projet de poursuite du suivi est établi pour favoriser la bonne coordination pneumo phonatoire et la prise de conscience de la puissance de voix utilisée. Nous avons effectué 10 séances supplémentaires entre janvier 2022 et avril 2022. L'étendue vocale s'est encore améliorée (Figure 13), de même que

l'intonation. L'auto-évaluation passe de 15/25 à 25/25. La patiente se sentait heureuse et à l'aise avec sa voix. Le /a:/ tenu a retrouvé toutes les caractéristiques d'une voix normale (figure 14).

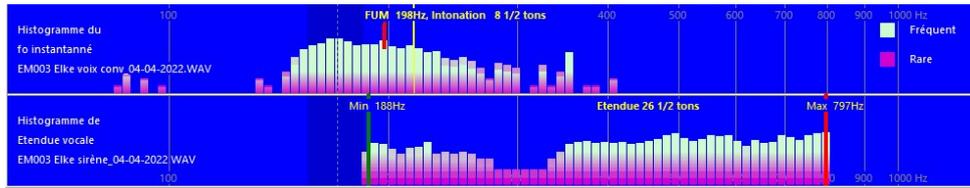


Figure 13 : Histogramme de fo en modalités voix conversationnelle et sirène en fin de prise en soin, cas EM003 ELKE

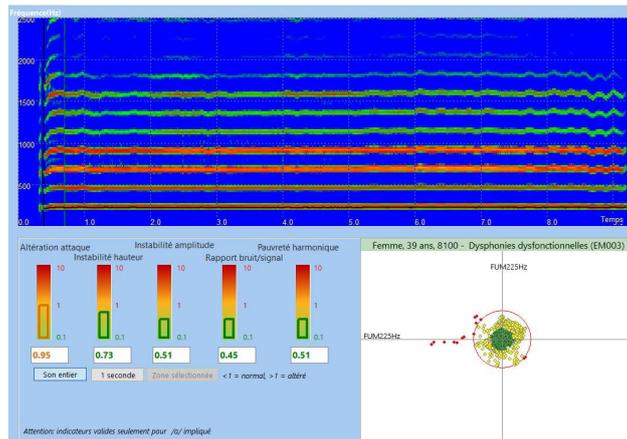


Figure 14 : Indicateurs d'altération du /a:/ tenu, cas EM003 ELKE après prise en soin

Synthèse

Sur l'ensemble des séances, l'ensemble des indicateurs s'est amélioré, les progrès les plus importants se situant sur la macro-compétence de flexibilité vocale (Figure 15). Le rapport bruit/signal est redevenu normal, et la voix s'est considérablement enrichie. Les performances de la patiente au cours des 3 étapes de bilan se situent dans la zone normale, en bas à gauche de la Figure 16.

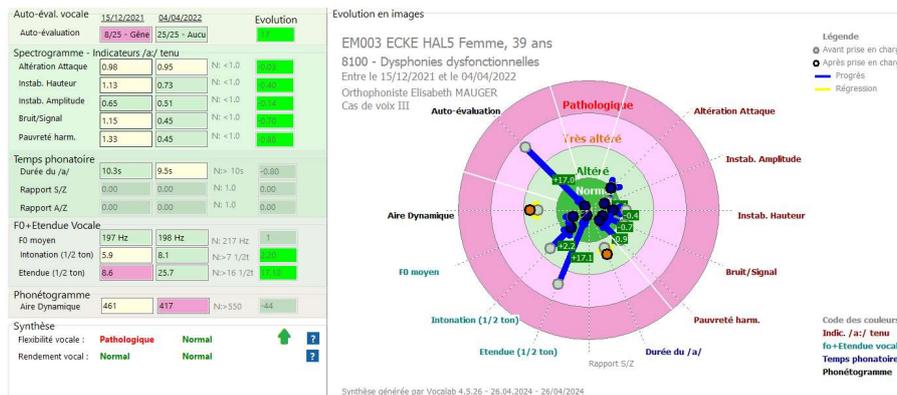


Figure 15 : Synthèse de l'évolution du cas EM003 ELKE

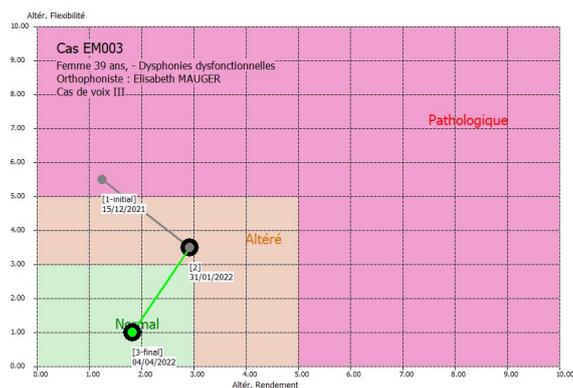


Figure 16 : Evolution de l'altération de la flexibilité vocale et du rendement phonatoire lors des 3 bilans, cas EM003 ELKE

Cas n° 3 - ARL003 - Granulome

Anamnèse

Mr MRCA, homme de 59 ans, se présente au cabinet d'Aurélie RAVERA-LASALLE suite à une récurrence de granulome pédiculé et sessile sur l'apophyse de la corde vocale gauche. Le patient ne présente pas d'antécédents vocaux. Il subit une fibroscopie gastrique qui met en évidence une hernie hiatale. Il souffre par la suite d'une gêne à la phonation persistante, il est opéré d'un granulome non défini sur le compte rendu du médecin ORL (pédiculé ou sessile ?). Il souffre d'une douleur importante en post-opératoire liée à l'intubation. Une endoscopie laryngée met en évidence un granulome de l'apophyse vocale gauche. Un traitement du reflux gastrique (RGO) et une rééducation vocale lui sont proposés.

Le bilan orthophonique met en évidence une dysphonie modérée (la vibration des cordes vocales se passent bien puisque la lésion touche la partie non vibratoire des cordes) avec une voix légèrement éraillée surtout en cas de conversation prolongée. Le patient a une voix peu puissante depuis toujours et les épreuves ont tendance à le mettre en situation de forçage vocal avec une fatigabilité à la phonation.

Avant rééducation

Spectrogramme /a/

La voix stable en hauteur, le fondamental est bien centré sur sa valeur moyenne (portrait de phase en bas à droite de la figure 17), indiquant une bonne maîtrise de la hauteur de la voix. L'indicateur de pauvreté harmonique est élevé, du fait de l'absence d'harmoniques dans la zone 2500-3500 Hz. La valeur de fo est dans la norme pour les hommes.

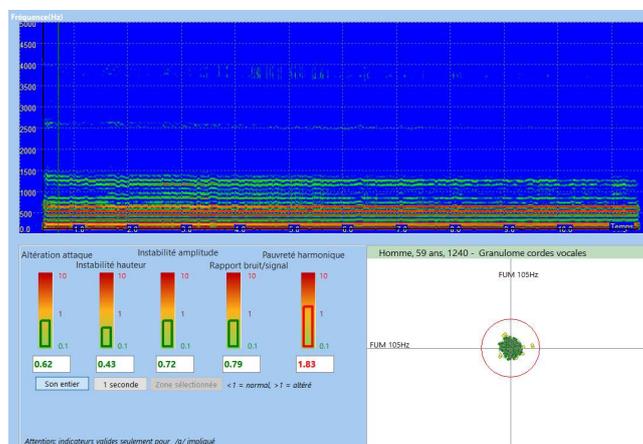


Figure 17 : spectrogramme du /a:/, cas ARL003, avant prise en soin

Sirène avant rééducation

La pression expiratoire est mal contrôlée, se traduisant par d'importantes variations de puissance. La mise en vibration instable, avec une phase descendante de la sirène par paliers avec des irrégularités, comme illustré figure 18.

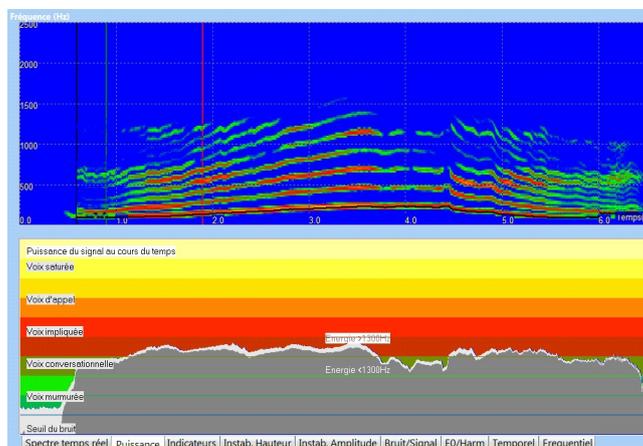


Figure 18 : spectrogramme de la sirène, cas ARL003, avant prise en soin



Figure 19 : Etendue vocale du cas ARL003 d'après une sirène avant prise en soin

L'étendue vocale évaluée sur une sirène montante et descendante est limitée à 14 ½ tons, significativement inférieur à la norme de 24 ½ tons (Figure 19).

Axes thérapeutiques

- Si granulome pédiculé, travailler sur le pied du granulome
- Travailler sur le pied du granulome (staccato, mouvement de tête et respiration à 4 temps) pour le faire tomber.
- Travailler sur la glotte postérieure (chuchotement profond, résistance faible, sons en gouttes et sirènes) pour éviter le martèlement postérieur et sur la tension sus hyoïdienne postérieure (son /n/-/in/, /z/-/i/) afin d'éviter une récurrence si on arrive à faire tomber la lésion ou à la diminuer.
- Proposer une adaptation au RGO (alimentaire, posturale) en plus du traitement médicamenteux
- Rythme de la prise en soin: une séance par semaine

Après rééducation

Spectrogramme /a/

Le patient produit un /a/ plus fort, plus long et plus riche, avec une apparition nette d'énergie dans la zone 2500-3500 Hz, bien structurée en 2^{ème} partie de phonation, et une disparition des parasites transitoires. La baisse de l'indicateur de pauvreté harmonique ne traduit que partiellement l'apparition de la zone de résonance (Figure 20).

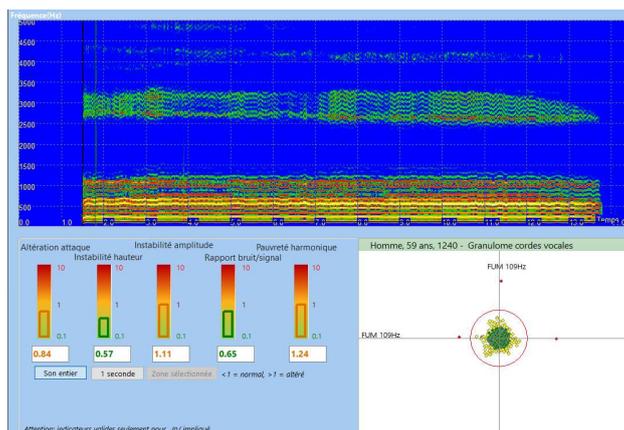


Figure 20 : spectrogramme du /a:/, cas ARL003, après prise en soin

Sirène après rééducation

Le contrôle de la puissance est très bien maîtrisé sur toute la durée de la sirène, avec une grande richesse harmonique. L'étendue vocale reste limitée à 14 ½ tons, significativement en dessous de la norme (Figure 21).

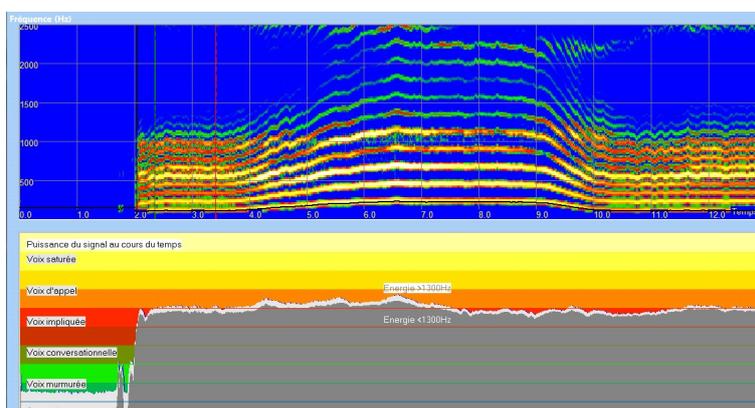


Figure 21 : spectrogramme de la sirène, cas ARL003, après prise en soin



Figure 22 : Histogramme de la sirène, cas ARL003, après prise en soin

Synthèse

Les progrès les plus remarquables se situent dans l'amélioration du timbre avec la réduction de la pauvreté harmonique, la suppression des effets transitoires et le contrôle retrouvé de la puissance dans les sirènes. On note aussi un allongement de la durée de phonation sur le /a:/. La synthèse des indicateurs avant/après montre des progrès en lien avec le rendement vocal (Figure 23).

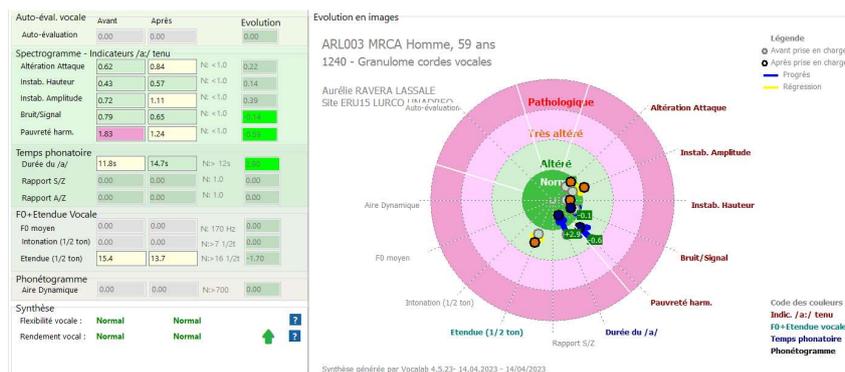


Figure 23 : Synthèse des progrès du cas ARL003

Cas N°4 - ARL006 - Polype

Anamnèse

Mr MRCA, retraité actif de 70 ans, a été opéré d'un polype de la corde vocale droite. Il n'a pas observé de repos vocal après l'opération et a souffert d'une affection ORL dans les jours qui ont suivi avec une toux importante. Cependant, la reprise vocale a été possible ce qui lui a permis de continuer ses activités. Il entreprend une prise en soin orthophonique un mois après l'opération et effectue 12 séances. Il trouve que sa voix n'a cependant pas totalement récupéré et se plaint d'un manque de puissance et d'endurance. Il prend un deuxième avis ORL, l'endoscopie montre une corde vocale un peu tendue qui manque de souplesse mais aucune indication de rééducation orthophonique n'est proposée. Le patient souhaite cependant essayer la méthode de la paille dans l'espoir d'obtenir un meilleur gain vocal. Il me consulte à la demande de son médecin traitant.

Le bilan orthophonique met en évidence :

- Au niveau postural : un axe de courbure globalement préservé, le patient est bien ancré au sol, il ne présente pas de comportement de forçage vocal en voix conversationnelle mais on note une tendance à avancer un peu le centre de gravité en voix forte même s'il reste dans le polygone. De plus, si les essais à forte intensité perdurent, on note une mise en tension au fil des essais avec élévation des épaules et du thorax, contraction des sterno-cléido-mastoïdiens et respiration costo-diaphragmatique à tendance haute. Ce qui laisse penser que le patient peut utiliser un geste vocal excessif et peu confortable dans les situations de parole en public.
- Au niveau respiratoire : on note une respiration costo-diaphragmatique à tendance haute. Le temps phonatoire est limite (13s contre 15s en norme).
- Au niveau vocal : une voix légèrement éraillée et soufflée avec des désonorisations et une variation des compétences vocales au fil de la journée. On note un comportement de forçage vocal sur les épreuves de voix forte et de voix aiguë et une incapacité à produire des sons à faible intensité. La production du mécanisme de tête est difficile mais possible car la dynamique de fréquence est préservée mais le passage entre les deux mécanismes est marqué et on note une instabilité fréquentielle au moment du passage.

Avant rééducation

Spectrogramme /a/

La voix est stable en hauteur et en amplitude, avec un fondamental bien centré sur le portrait de phase, sur une réalisation particulièrement longue (15 secondes, figure 24).

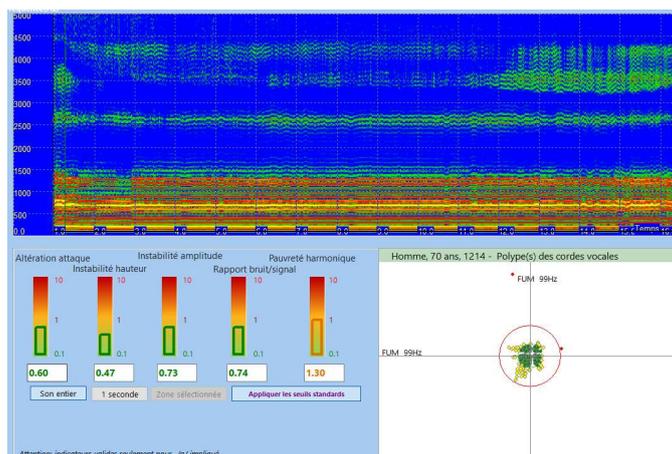


Figure 24 : spectrogramme du /a:/, cas ARL006, avant prise en soin

Le rapport bruit/signal est un peu élevé, ce qui n'est pas véritablement confirmé à l'audition. L'indicateur de pauvreté harmonique est un peu élevé, du fait d'harmoniques peu énergétiques au-dessus de 1500 Hz.

Etendue vocale avant rééducation

On note un passage de mécanismes brusque, avec cependant un bon contrôle de la puissance et une bonne richesse harmonique dans le formant du chanteur. L'étendue vocale est de 12 ½ tons sur la partie inférieure (Figure 25).

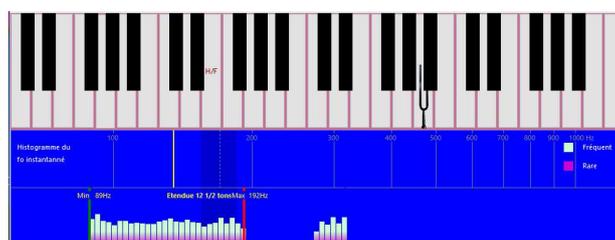


Figure 25 : Etendue vocale d'après une sirène, cas ARL006, avant prise en soin

Axes thérapeutiques

- Travail de pose de voix afin d'améliorer l'accolement glottique (résistance faible à moyenne, travail sur constrictives guide /ch-j/ avec travail sur sirènes montantes et gouttes d'eau, travail langue tirée pour favoriser l'aigu...),
- Travail postural (ancrage au sol, rétablissement et souplesse des courbures physiologiques, travail sur les tensions musculaires),
- Travail respiratoire (apprentissage d'une respiration adaptée à la fonction vocale et de la détente inspiratoire),
- Rythme de la prise en soin : une séance par semaine.

Après rééducation

Spectrogramme /a/

Le patient produit un /a :/ d'une grande richesse harmonique, stable en hauteur, mais avec en fin de production une éraillure sanctionnée par l'indicateur bruit/signal élevé et une instabilité en amplitude. On note aussi une légère instabilité en hauteur lors de l'attaque (Figure 26).

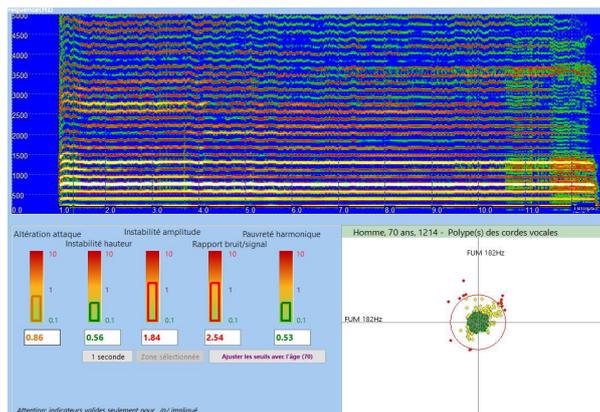


Figure 26 : spectrogramme du /a:/, cas ARL006, après prise en soin

Etendue vocale après rééducation

Le contrôle de la puissance est bien maîtrisé dans la phase montante de la sirène, avec une étendue vocale particulièrement large (27 ½ tons soit plus de 2 octaves) grâce au mécanisme II. Le retour au mécanisme I est assez brusque (temps 7 s) et se traduit par une modification notable du spectrogramme.

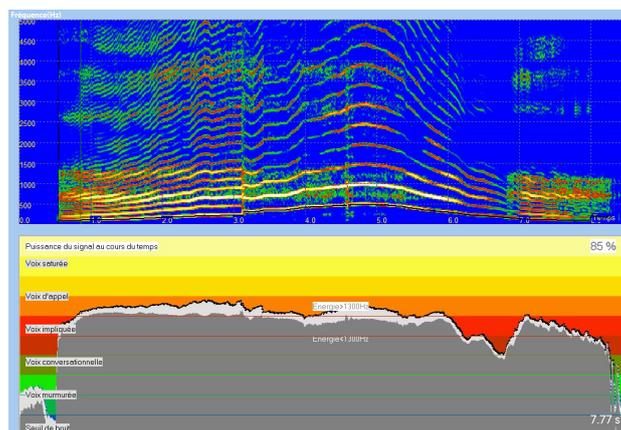


Figure 26 : spectrogramme de la sirène, cas ARL006, après prise en soin

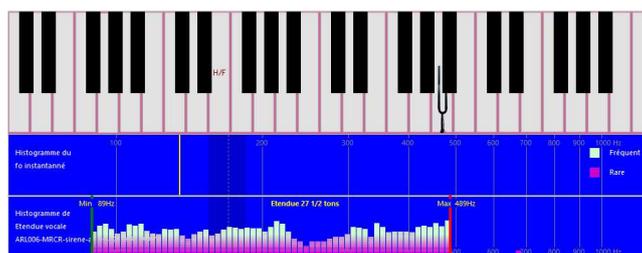


Figure 27 : histogramme de fo sur la sirène, cas ARL006, après prise en soin

Synthèse

Nous avons observé un renforcement de la richesse harmonique, une extension de l'étendue vocale et une augmentation du temps phonatoire. Au final, la flexibilité vocale a progressé (Figure 28).



Figure 28 : Synthèse du cas ARL006

Cas N°5 – CR007 FANG - Lésion des cordes vocales

Madame FANG est adressée en bilan orthophonique chez Mme Cécile ROIRON, suite à une consultation phoniatrique qui met en évidence un épaississement muqueux des tiers moyens des cordes vocales avec état inflammatoire. Agée de 38 ans, la patiente fait des épisodes d'aphonie (environ 3 par an). Son métier l'amène à utiliser sa voix de façon intensive avec une nécessité de puissance, du fait d'interventions dans des groupes, sous forme d'animations et d'atelier, ou sur des stands. Elle intervient également dans des écoles. La patiente sent qu'elle est souvent en forçage vocal dans la journée et ne parle plus lorsqu'elle rentre chez elle afin de reposer sa voix.

Autoévaluation

L'auto-évaluation détaillée figure 29 montre une gêne modérée, avec de l'inconfort et une voix mal adaptée aux besoins professionnels.



Figure 29 : Auto-évaluation du cas CR007 avant prise en soin – Gêne modérée

La patiente est prise en soin pour forçage vocal et fatigabilité, en vue d'une rééducation orthophonique. La pathologie est codée « 1210 - Lésions bénignes de la lame de la corde vocale » selon la classification de [Verdolini 2005].

Avant prise en soin

ENDURANCE			
INDICATEURS		NORME	BILAN
TEMPS PHONATOIRE MAXIMUM	/a/ tenu	Durée > 10 s	9.1s l'efficacité glottique est réduite avec un temps phonatoire un peu inférieur à ce qui est attendu
	/s/ tenu	Durée > 10 s	14.1s
	/z/ tenu	Durée > 10 s	11.2s
RAPPORT S/Z	/s/ et /z/ tenus	$0.5 < Rapport < 1.5$	1.26 le rendement articulo-phonatoire est bon, la constriction étant un bon soutien
RAPPORT A/Z	/a/ et /z/ tenus	$0.5 < Rapport < 1.5$	0.81 donne le rendement glotto phonatoire est correct

Table 5 : Endurance du cas CR007 avant prise en soin – Gêne modérée

La durée du /a:/ de 9.1s montre que l'efficacité glottique est réduite avec un temps phonatoire un peu inférieur à ce qui est attendu (limite altéré/normal :10 secondes). Les temps sur /s:/ et /z:/ sont conformes. Le rapport s/z est à 1.26, ce qui est conforme, le rendement articulo-phonatoire est bon, la constriction étant un bon soutien. De même le rapport a/z de 0.81 démontre un rendement glotto phonatoire correct.

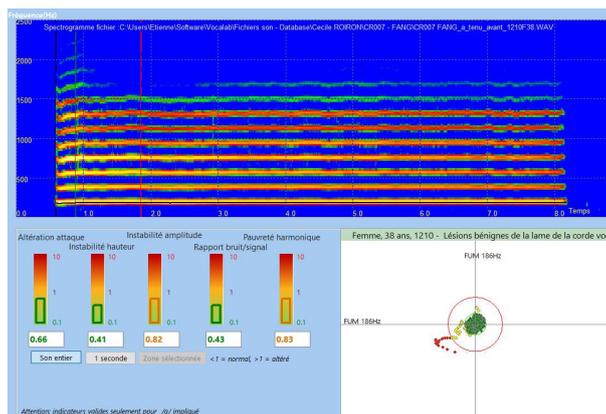


Figure 30 : Spectrogramme du /a:/ tenu, cas CR007 avant prise en soin, avec les indicateurs d'altération correspondant

D'après les indicateurs calculés sur le /a:/ tenu :

- L'attaque est conforme, les modalités d'accolement glottique permettent une attaque en douceur,
- La stabilité en hauteur très bonne, avec un portait de phase bien centré sur la valeur moyenne fo de 186 Hz (un peu basse pour une femme),
- On note une légère instabilité en amplitude (0.82), la pression expiratoire ne permettant pas de maintenir l'intensité de façon constante,
- Le rapport bruit/signal est très bas (0.43), la qualité de la vibration est correcte,
- La richesse harmonique conforme, le son produit montrant de bonnes qualités résonnantes.

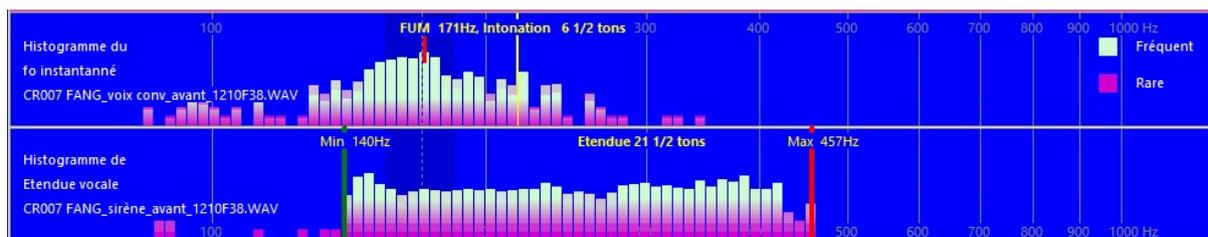


Figure 31 : Histogramme de la voix conversationnelle et de l'étendue vocale, cas CR007 avant prise en soin

En résumé, l'analyse du /a:/ tenu indique un timbre riche et une bonne stabilité, sauf pour l'intensité qui se maintient difficilement.

Le fo moyen à 172 Hz sur la voix conversationnelle est assez bas, situé notablement dans la zone de transition H/F (Figure 31). La norme attendue pour une femme de 38 ans est à 220 Hz, plus de 2 écarts-type au-dessous de la norme [Sicard 2023]. La prosodie de seulement 6 ½ tons (N : > 8) montre que l'étendue vocale est réduite, ce qui ne permet pas d'utiliser au mieux l'expressivité et la voix impliquée. La sirène sur un /ou/ est d'amplitude confortable (20.6 ½ tons) avec cependant un inconfort pour passer du M1 au M2.

Le phonétogramme de la voix mesure la capacité du sujet à disposer de modalités de voix variées du plus faible (voix murmurée) au plus fort (voix d'appel) en évaluant la dynamique en fonction des fréquences. L'aire dynamique vocale (ADV) fait apparaître dans le cas de cette patiente des aires différenciables, donc une utilisation assez fonctionnelle de la voix, même si cela s'accompagne de tensions et de forçage, et de postures (au niveau cervical) peu adaptées. L'ADV est évaluée à 500 dB.1/2 tons, un peu en dessous de la norme attendue (550).

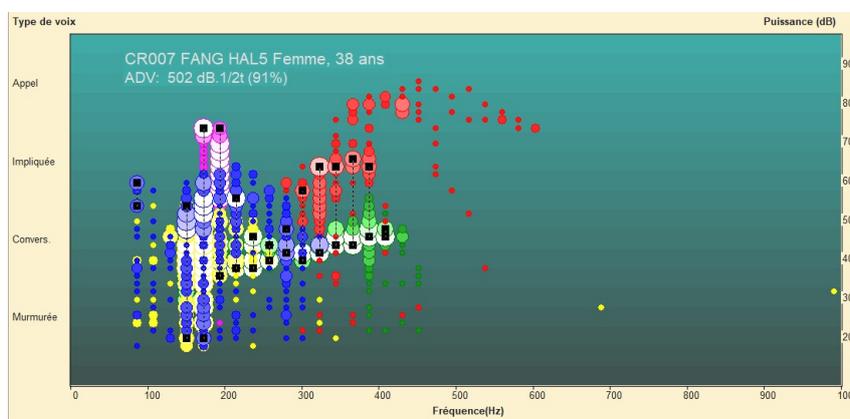


Figure 32 : Phonétogramme cumulant les différentes modalités de la voix du cas CR007, avant prise en soin (/a:/ tenu, voix conversationnelle, sirène, voix impliquée, déclamée, etc.)

En résumé, on note une étendue vocale hypo-fonctionnelle, un rendement limité et une pression expiratoire ne permettant de garder une intensité égale. La patiente utilise sa voix avec efforts, perçoit rapidement des douleurs et sent qu'elle doit forcer pour parler longtemps, et notamment lorsqu'elle doit utiliser une voix impliquée.

Axes thérapeutiques

Afin de limiter le forçage, la rééducation aura pour objectif d'améliorer l'accolement glottique et développer l'étendue vocale, tout en prenant en compte la régulation respiratoire. Il sera important en parallèle de travailler sur la prise de conscience et l'utilisation des résonateurs afin d'augmenter le confort et d'alléger le travail laryngé. Cela permettra d'utiliser avec plus d'aisance une voix impliquée et l'expressivité.

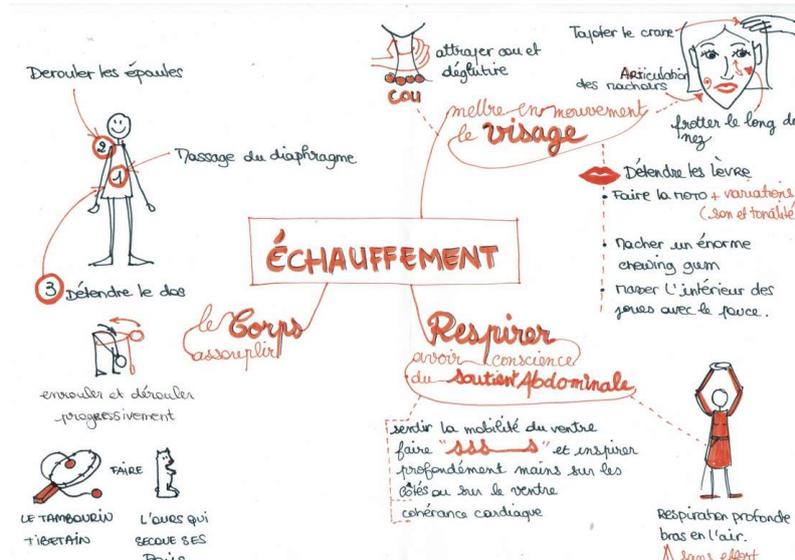


Figure 33 : Illustration des exercices d'échauffement, d'assouplissement de mise en mouvement et de respiration



Figure 34 : Illustration des exercices d'amélioration de la phonation, notamment au travers de la résonance, du souffle, de la constriction et du voisement

Suite au travail effectué, tant au cabinet que régulièrement à la maison, madame Fang a synthétisé les différents axes thérapeutiques. Elle a affiché la fiche « échauffement » (Figure 33) dans la salle de repos à son travail et s'en sert comme aide-mémoire et récapitulatif, ainsi que ses collègues, avant leurs interventions auprès de groupes, dans des environnements souvent bruyants. Le deuxième graphique (Figure 34) lui permet de se souvenir et de reprendre les différents exercices à la maison en sachant sur quels paramètres cela joue.

La patiente a bénéficié de 25 séances d'orthophonie à raison de 1 fois par semaine entre Février et juillet 2023 puis ensuite une fois toutes les trois semaines jusqu'à aujourd'hui. Les exercices ont été repris régulièrement à la maison.

Après prise en soin

L'auto-évaluation est passée de gêne modérée 14/25 à gêne discrète 18/25.

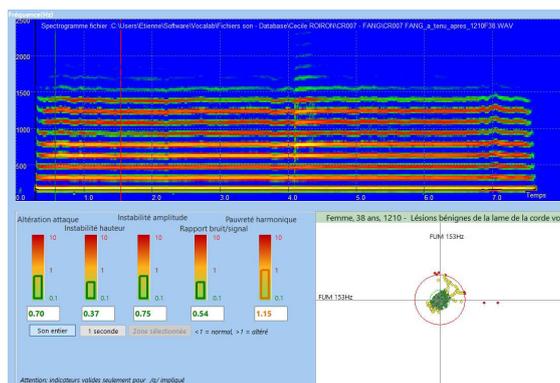


Figure 35 : Spectrogramme et indicateurs d'altération du /a:/ tenu, cas CR007, après prise en soin

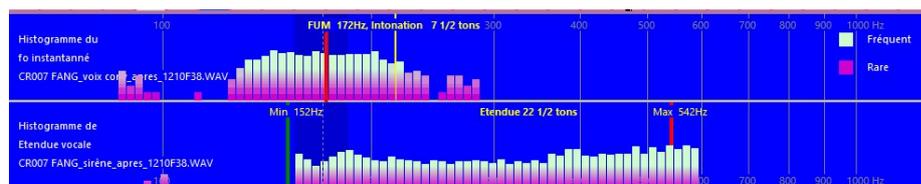


Figure 36 : Histogramme de la voix conversationnelle et de la sirène, cas CR007, après prise en soin

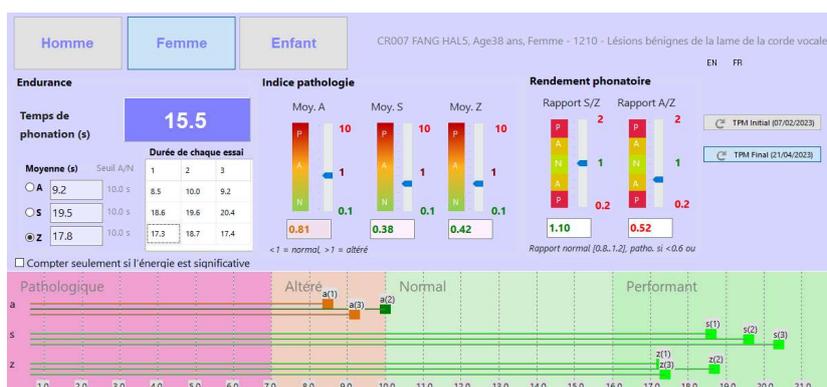


Figure 37 : Temps phonatoire montrant un déséquilibre entre le temps de phonation altéré sur /a:/ par rapport aux temps sur /s:/ et /z:/ considérés comme performants, cas CR007, après prise en soin

Les indicateurs d'altération du /a:/ sont normaux (Figure 35), avec une légère pauvreté harmonique et une fréquence fondamentale particulièrement basse pour une femme (153 Hz en moyenne).

L'histogramme de fo (Figure 36) est légèrement plus large qu'avant prise en soin, et la sirène est significativement décalée vers les hautes fréquences, s'approchant de 600 Hz, et a gagné 2 ½ tons. Concernant le temps phonatoire, les performances sur /s:/ et /z:/ se sont bien améliorées, tandis que celles sur le /a:/ restent insuffisantes (figure 37), en décalage encore par rapport aux constrictives. De ce fait, le rapport a/z est faible, ce qui constitue un indicateur d'altération de l'efficacité glotto-vélaire [Sicard 2022]. Concernant la proprioception, la patiente est plus consciente de sa respiration et du rôle des reprises inspiratoires.

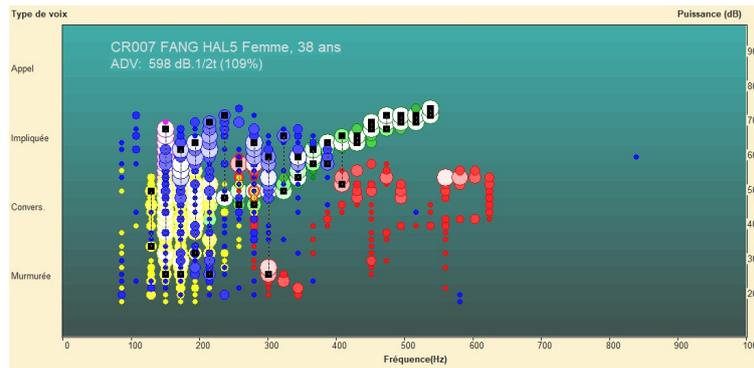


Figure 38 : Phonétogramme cumulant les différentes modalités de la voix du cas CR007, après prise en soin (/a:/ tenu, voix conversationnelle, sirène, voix impliquée, déclamée, etc.)

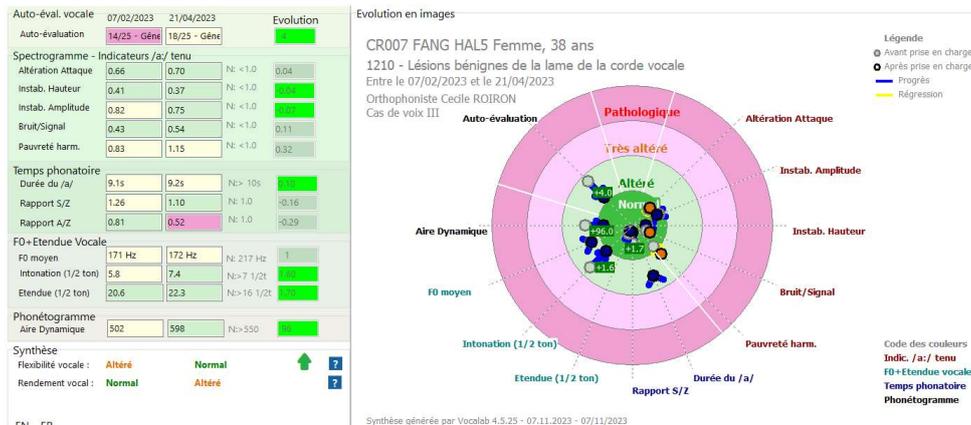


Figure 39 : Evolution de la flexibilité et du rendement vocal, cas CR007, au cours de la prise en soin

L'ADV est au-dessus de la norme attendue (Figure 38), avec une large étendue fréquentielle ainsi que de fortes variations dynamiques autant à basse qu'à haute fréquence.

Bilan d'évolution

Les performances de la patiente vont dans le sens d'une amélioration de la flexibilité vocale (Figure 39). Le rendement vocal reste un peu élevé notamment du fait d'un temps de phonation limite sur le /a:/ tenu, mais performant sur le /s:/ et /z:/. La poursuite de la prise en soin a été décidée en concertation avec la patiente, plus particulièrement focalisée sur la détente et le souffle, ainsi que la vigilance lors des situations professionnelles risquées (anticipation pour trouver des parades et viser une écologie vocale).

Cas N°6 – SAL003 - AVC

Dans le cadre de son mémoire d'orthophonie, Sophie AVRIL-LEYDIER (2023) a analysé la voix et la parole d'une patiente âgée de 80 ans hospitalisée suite à un AVC ischémique. Une thérapie vocale intensive a été appliquée à la patiente avec dysarthrie post-AVC au rythme de 4 séances hebdomadaires pendant 3 semaines. Les résultats présentés ici concernent le bilan initial (pré), le bilan en cours de thérapie (mid), puis le bilan en fin de thérapie (post).

Intérêt d'une thérapie vocale intensive

Suite à un AVC, la dysarthrie peut revêtir diverses symptomatologies en fonction des zones lésées. Dans la majorité des cas, le trouble est discret et l'évolution favorable (Auzou 2007).

Les prises en soin de la dysarthrie sont construites sur une intervention ciblant principalement la respiration, la résonance, l'articulation et la prosodie. En cas d'un trouble massif perturbant l'intelligibilité, la mise en place d'une communication augmentée et alternative peut être envisagée (Sabadell 2022).

Les thérapies en voix chantée ont montré des résultats statistiquement significatifs dans le cadre de la rééducation d'une dysarthrie post-AVC:

- 1) Utilisation d'éléments mélodiques et rythmiques de phrases chantées (Thaut 2019). Le principe consiste à mettre en jeu des zones cérébrales préservées, afin de stimuler la neuroplasticité cérébrale. Le débit en voix chantée ralenti et les syllabes allongées permettent en effet une restructuration de la production de sons articulés.
- 2) Thérapie par l'accent (Kim 2013). Ce programme se focalise sur un entraînement respiratoire et une vocalisation sur la base de chants traditionnels avec tambour.
- 3) Chant en groupe : Selon (Coste, 2012), cette approche aurait un effet levier sur le partage émotionnel, la création d'un sentiment d'appartenance et d'un espace de communication privilégié.

Des effets positifs d'une thérapie musicale sont soulignés dans la littérature scientifique notamment concernant l'intelligibilité de la parole, la prosodie, le souffle, l'articulation et le débit de parole. Une meilleure régulation de la respiration est aussi notée, ainsi qu'un niveau de qualité de vie majoré, d'après la revue de [Avril-Leydier 2023].

Méthode d'intervention

Le protocole de prise en soin vocale proposé à la patiente a consisté aux exercices suivants :

- **Travail du souffle** : travail de la respiration sans, puis avec phonation afin d'obtenir un bon contrôle expiratoire ;
- **Travail à la paille** sans phonation puis avec phonation (Amy de La Bretèque, 2014) ;
- **Travail de force** pour retrouver de la capacité musculaire en phonation : « cigale », en enchaînant rapidement la répétition de la syllabe /ks/ ;
- **Proprioception de la respiration abdominale** et costale. Maintenir l'ouverture costale sur la phase d'expiration le mieux possible. Aider la patiente à percevoir l'abaissement de la paroi abdominale ;
- **Proprioception posturale**. Travail postural à son domicile avec miroir, soit debout, soit assis les deux pieds ancrés au sol ;
- **Travail du voile du palais**. La patiente enchaîne deux sons ascendants : l'un sur /an/, voyelle nasale pour laquelle l'ouverture vélopharyngée est la plus importante et l'autre sur /i/, son vocalique le plus tendu et le plus fermé ;
- **Travail mélodique**. Enchaîner deux sons sur la syllabe /vu/ dont l'intervalle en hauteur (fo) augmente progressivement de séance en séance (d'un ton à la quinte soit 4 tons et demi), la note de base évoluant vers le haut puis vers le bas afin d'augmenter l'ambitus vocal ;
- **Travail en chanson**. Chansons choisies par la patiente en langue maternelle. Le rythme était tapoté sur l'avant-bras de la patiente dans un premier temps, puis marqué de manière externe (frappe des mains ou des pieds).

Nous avons suivi la patiente au rythme de 4 séances hebdomadaires pendant 3 semaines.

Résultats

Temps phonatoire, rapports s/z et a/z

Nous partons sur l'hypothèse que la thérapie en voix chantée améliore le rendement vocal. Cette macro-compétence comprend le contrôle et l'efficacité respiratoire en phonation et en constriction sur une consonne sourde. Afin de confirmer cette hypothèse, nous avons enregistré 3 /a:/ tenus successifs, suivi d'un /s:/ et d'un /z:/ afin d'évaluer les rapports s/z et a/z.

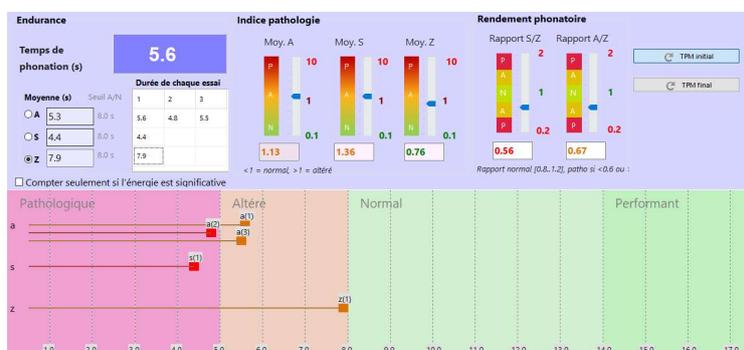


Figure 40 : temps phonatoires, rapports s/z et a/z avant prise en soin (pré, cas SAL003)

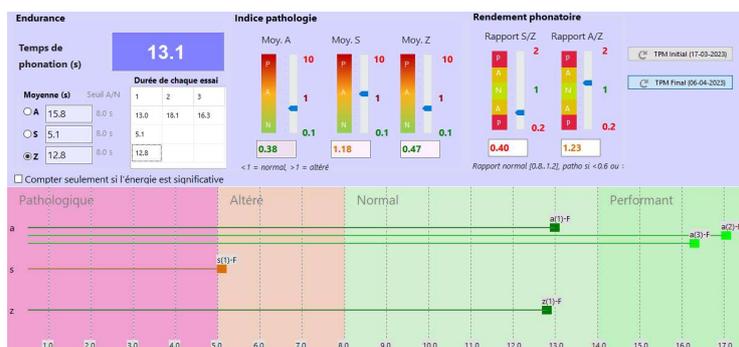


Figure 41 : temps phonatoires, rapports s/z et a/z après prise en soin (post, cas SAL003)

Le TPM moyen sur l'ensemble des essais est passé de 6 secondes (pré, figure 40) à 13 secondes (post-figure 41), ce qui correspond à une durée normale attendue pour le genre et l'âge [Sicard 2022]. L'entraînement respiratoire est similaire pour certains axes à l'approche de (Kim 2013) comme la proprioception de la respiration abdominale, mais différent concernant les exercices à la paille, ou la "cigale", exercice qui tend à remuscler le diaphragme. Nous avons aussi pratiqué des exercices de vocalisation. Kim (2013) a utilisé le chant traditionnel et un indicage rythmique avec tambour, tandis que nous avons utilisé des chansons contemporaines dans la langue maternelle de la patiente, mais aussi des chansons en langue française, en frappant des mains ou faisant du tapping sur l'avant-bras du sujet. L'augmentation du temps phonatoire grâce à la thérapie vocale est aussi soulignée par (Thaut 2019).

Le TMP du /s:/ reste cependant très en-dessous de la limite altéré/normal (8 secondes pour une femme). La thérapie vocale n'a pas permis de progresser sur cet indicateur. Ce faible score peut être expliqué par la mauvaise position et la faible tonicité linguale ainsi que les faiblesses labiale et vélaire. Toutes ces altérations entraînent des déperditions d'air qui compromettent le rendement et la qualité de la constriction linguale. Si le rapport a/z n'est pas très éloigné de la norme, le rapport s/z pathologique peut être révélateur d'une déperdition d'air liée à une insuffisance vélaire ou une mauvaise qualité de constriction, avec une position de langue non optimale. Cela pourrait être une conséquence de l'AVC avec un impact sur le contrôle moteur de la langue.

Les rapports a/z et a/z sont considérés comme normaux dans l'intervalle 0.8-1.2, altérés de 0.6 à 1.4 et pathologiques si <0.4 ou >1.4 [Sicard 2022]. Si le rapport a/z de la patiente SAL003 est proche de la normale, le rapport s/z, en revanche, reste pathologique à cause d'une incapacité persistante à produire une constrictive /s/ longue.

Altération du /a:/ tenu

Le /a:/ est une épreuve difficile pour cette patiente, la voix étant déstructurée. Seule la durée de phonation a significativement augmenté. Les indicateurs d'instabilité en hauteur et de rapport bruit/signal sont très élevés du fait d'une présence massive d'éraillure en pré (à partir du temps 1.5s sur la figure 42), et de fréquente déstructuration harmonique en post, ce qui altère la recherche de fo. La voyelle /a:/ n'a pas retrouvé de structure cohérente et les progrès sont difficilement évaluables à l'aide des indicateurs. A noter l'état de fatigue de la patiente lors du bilan « post » (figure 43), qui a été réalisé à la suite du retour à domicile de la patiente, après qu'elle ait échangé de longues heures avec sa famille ce jour-là.

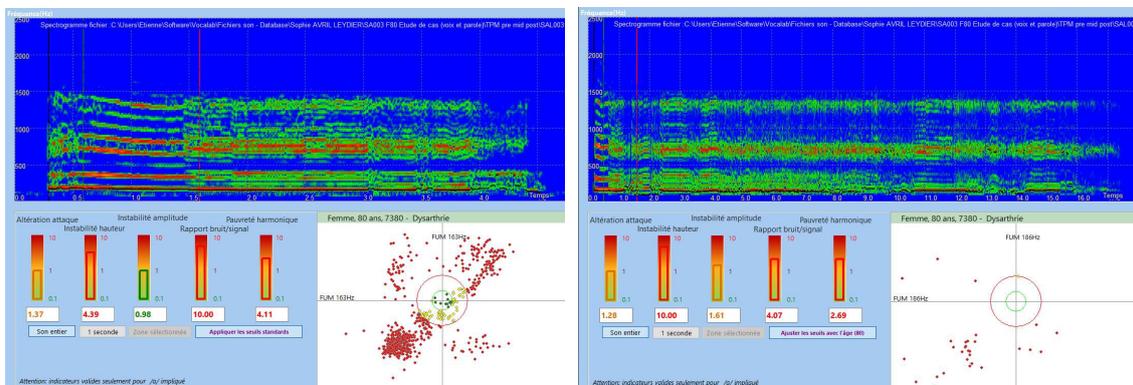


Figure 42 : analyse de /a:/ tenu (pré à gauche, post à droite, cas SAL003)

Sirène

On constate une augmentation significative de l'étendue vocale du sujet sur l'épreuve de sirène, en passant de valeurs pathologiques à des valeurs se rapprochant de la norme pour l'âge. La régression constatée entre mid et post peut être en partie expliquée par l'état de fatigue du patient. On note des zones dans l'histogramme où la patiente est en confort (zones de probabilité élevées, en blanc), d'autres où la patiente a des difficultés de phonation.

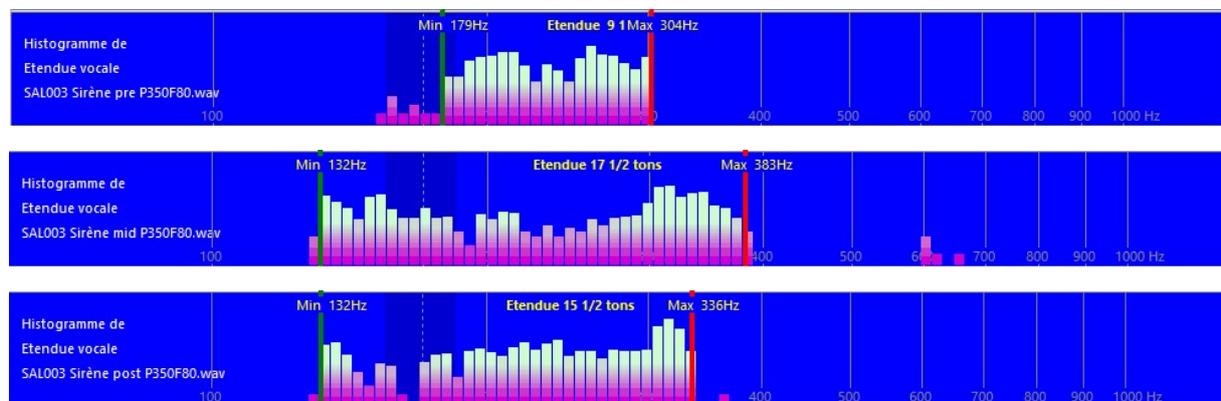


Figure 43 : analyse de la sirène (pré, mid, post cas SAL003)

Analyse de la parole

Les résultats en lien avec l'articulation (répétition de phrases type) et la diadococinésie sont détaillées dans une publication séparée traitant spécifiquement des cas de parole.

Auto-évaluation

Table 6 : évolution de la perception de la patiente sur sa voix, ses aptitudes de communication et sa qualité de vie (Cas SAL003)

Item	Sous-item	Score pré	Score post	Evolution de l'impact
		(0=pas d'impact, 4=impact maximum)		(moins ou plus d'impact)
Impact négatif sur la voix	Fatigabilité	2	1	-1
	Fluence	4	1	-3
	Souffle	4	1	-3
	Fluctuation	2	2	
	Intelligibilité	3	4	+1
	Expressivité	3	2	-1
Aptitudes de communication	Téléphone	2	1	-1
	Relation aux autres	2	1	-1
Qualité de vie		Moyenne-mauvaise	Bonne	Favorable

Nous avons conduit une auto-évaluation de la patiente en pré et post-intervention, sur une grille reportée à la table 6 comportant différents items, notés de 0 (pas d'altération) à 4 (très altéré). Une évolution en progrès se traduit donc par une réduction de l'altération (points négatifs). Selon la patiente, la gestion du souffle a été significativement améliorée (-3), de même que la fluence, entre les évaluations pré et post intervention. Dans une moindre mesure, la fatigabilité s'est un peu résorbée et son expressivité s'est améliorée (-1). Les fluctuations de sa voix restent les mêmes entre les deux évaluations. La patiente a perçu son intelligibilité comme s'étant un peu dégradée (+1) entre le début de la prise en soin et l'évaluation de post intervention. La patiente estime que sa qualité de communication ainsi que sa relation aux autres se sont améliorées. Elle exprime également une nette amélioration de sa qualité de vie.

Synthèse

Les exercices de chant que nous avons proposés à la patiente ont permis d'augmenter son endurance, comme en témoigne la meilleure gestion de l'expiration en phonation avec la suppression de respirations inappropriées et l'augmentation du temps phonatoire. Le travail de la « cigale » a permis renforcer les fibres musculaires au niveau des articulateurs défaillants, se traduisant par une meilleure intelligibilité. La constriction reste un problème majeur, avec une faible durée du /s/. Certains paramètres de la voix et de la parole du sujet ont pu montrer une évolution positive, avec moins de fatigue et plus de fluence. L'auto-évaluation de la patiente montre une tendance favorable, mais la poursuite d'une prise en soin s'impose, car de nombreux indicateurs restent à des seuils pathologiques.

Cas N°7 – AT001 – Aphonie post-CoVid

Mme MF, 44 ans, prend rendez-vous avec Mme Agnès THIBAUT, orthophoniste, en décembre 2022 pour un bilan orthophonique en raison de difficultés vocales majeures qui font suite à un covid long. La patiente a souffert d'une aphonie totale pendant 3 semaines puis d'une dysphonie durant les 3 semaines suivantes. Elle a aussi contracté une surinfection pulmonaire sur un terrain de bronchite asthmatiforme.

Le terrain allergique touche également l'alimentation. En période allergique, la voix et la respiration sont impactées. Par ailleurs la patiente présente un RGO qui, associé aux épisodes de toux s'avère toxique pour le larynx et les poumons.

Mme MF observe un traitement médicamenteux pour les allergies, l’asthme, l’hypothyroïdie et le RGO. Les traitements sont à l’origine d’une charge pondérale fortement augmentée (+30 Kg).

Sur les conseils de son médecin généraliste, Mme MF consulte l’ORL en août 2022, la gêne vocale est toujours importante et elle présente des douleurs et une gêne à la déglutition. L’ORL prescrit le bilan et la rééducation pour dysphonie inflammatoire avec affaissement des muscles péri-laryngés. Les plis vocaux sont sains. Elle attend encore quelques mois avant de prendre contact avec Agnès THIBault, dans l’espoir d’un retour spontané de sa voix.

Mme MF est chef monteuse image et son pour une chaîne de télévision locale. Elle travaille dans un environnement sonore bruyant, elle est gênée par la climatisation l’été, le chauffage l’hiver. L’ambiance de travail est stressante, le montage du journal télévisé s’opère généralement dans l’urgence, à l’arrivée des sujets. L’utilisation de la voix pour la pratique professionnelle correspond à la moitié de son temps de travail.

Par ailleurs, elle a pratiqué le chant choral pendant plusieurs années et exerce la fonction de chanteur pour sa paroisse.

Plainte : La patiente souffre d’une voix qu’elle juge aggravée et rocailleuse. Elle éprouve des difficultés majeures à chanter, avec une impossibilité de monter dans les fréquences aiguës. Des stratégies adaptatives sont mises en place spontanément : repos vocal, diminution des entraînements et répétitions afin de ne pas fatiguer le larynx, abaissement de la tonalité des chants (-3 tons), en accord avec l’organiste. La patiente a le sentiment que ses difficultés sont incomprises ou minorées par son entourage professionnel et paroissial. Elle éprouve aussi une gêne et douleur à la déglutition « comme un œdème qui empêche le passage », associée à une toux récurrente et un essoufflement lors de prises de parole ou d’effort physique.

Bilan initial

L’auto-évaluation montre une gêne marquée (Score de 8/25, figure 44), du fait d’un inconfort vocal, d’une fatigabilité vocale, de difficultés récurrentes à faire monter la voix et/ou à parler fort, une voix désagréable en permanence et souvent mal adaptée.

TMP et rapports : L’endurance est globalement faible, avec un manque d’efficacité glottique et un rendement laryngé faible. On note sur les 3 essais du /a:/ une régression des performances, synonyme de fatigue, une légère amélioration entre les 3 essais du /s:/ avec une durée proche de la limite altéré/normal (10 secondes pour une femme adulte [Sicard 2022]). Les 3 essais du /z:/ sont dans la norme. Le rapport s/z est conforme, tandis que a/z est un peu bas.



Figure 44 : Auto-évaluation avant prise en soin de la patiente AT001 – Femme de 44 ans

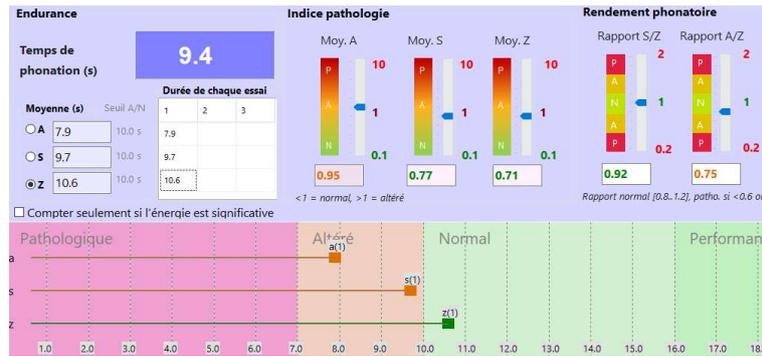


Figure 45 : Temps phonatoire sur /a,s,z/, rapports s/z et a/z avant prise en soin de la patiente AT001 – Femme de 44 ans

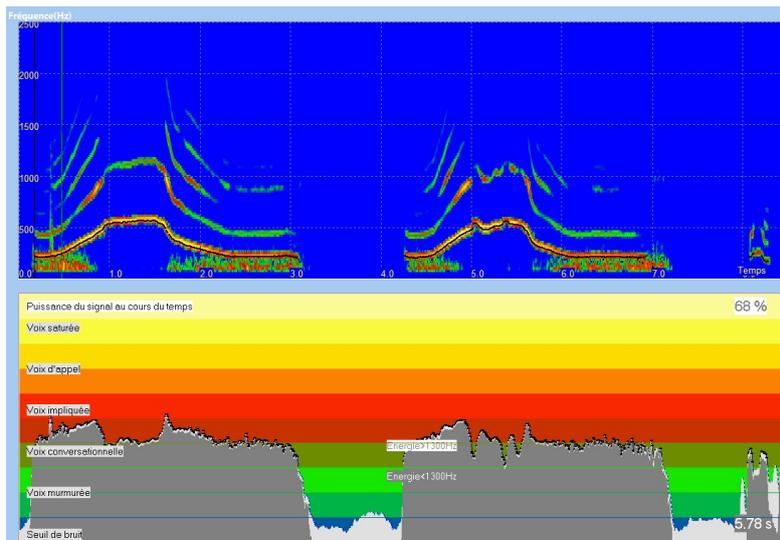


Figure 46 : Sirène sur /ou:/ avant prise en soin de la patiente AT001 – Femme de 44 ans

Le spectrogramme du /a:/ tenu révèle une attaque altérée (1.09), une forte instabilité de la hauteur (2.14), rapport bruit/signal très élevé (4.4) et une grande pauvreté harmonique (2.22). Concernant la sirène (Figure 46), on note un bruit basse fréquence très important, que nous filtrons en spécifiant une limite basse de détection de fo à 160 Hz. L'intonation sur la voix conversationnelle est estimée à 6 ½ tons, avec une fréquence fo de 234 Hz, dans la norme. L'étendue vocale en excluant la zone de bruit correspond à 19 ½ tons, proche de la norme, avec une rupture entre les 2 mécanismes, assez visible sur le 2^{ème} essai de sirène de la figure 47.

En observant le geste vocal, nous notons une posture correcte, des reprises inspiratoires audibles et fréquentes, une respiration mixte avec la mobilisation de la sangle abdominale en phonation. La voix conversationnelle est hypo-prosodique (7 ½ tons au lieu de 9).

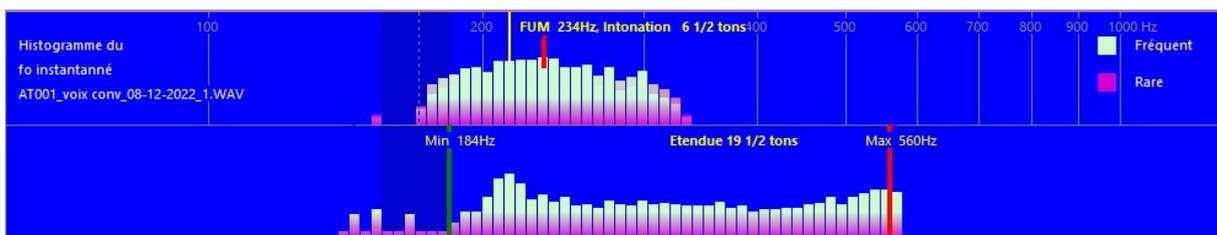


Figure 47 : Histogramme de la voix conversationnelle et de la sirène avant prise en soin de la patiente AT001 – Femme de 44 ans

Axes thérapeutiques

Nos axes thérapeutiques sont les suivants :

- Réduction des conduites de forçage vocal (chant)
- Renforcement musculaire péri-laryngé
- Augmentation du rendement phonatoire par le soutien expiratoire et la coordination pneumo-phonique
- Hygiène vocale afin de réduire le reflux gastro-œsophagien
- Soutien expiratoire
- Qualité de l'accolement
- Pose de voix avec constrictives guides
- Tenues phonatoires douces
- Equilibre des pressions (paille/bouteille).

La prise en soin s'est effectuée au rythme d'une séance par semaine, avec interruption pendant 3 semaines en raison d'une sinusite, infection bronchique, et d'une crise d'asthme. Nous avons pu ensuite effectuer 6 séances avant une nouvelle interruption de 6 semaines pour bronchite infectieuse. La patiente a ensuite bénéficié de 2 séances avant une interruption de 3 semaines, cette fois pour aphonie, grippe infectieuse et infection pulmonaire.

La patiente décrit alors une aggravation de la qualité vocale. Nous procédons à un nouveau bilan qui nous permettra d'ajuster les axes thérapeutiques. La prise en soin est irrégulière du fait des soucis de santé. Ce n'est qu'à partir de mai 2023 que la patiente vient régulièrement en séances. Deux bilans d'évolution sont pratiqués : mai 2023 (évolution 1) et août 2023 (évolution 2).

Bilan d'évolution 1

L'**auto-évaluation** reste inchangée avec une gêne marquée.

TMP et rapports : On note toujours un manque d'endurance, un manque d'efficacité glottique, un rendement laryngé faible et une grande fatigabilité sur le /a:/ dont la durée régresse à 5.1 s (limite normal/altéré à 10.0s), tandis que le /s:/ et le /z:/ ont une durée de phonation normale.

Le rapport s/z est exactement à 1.00, ce qui correspond à la valeur normale, traduisant un rendement constrictivo-phonatoire correct dans la durée. Par contre, le rapport a/z très bas trahit un manque d'efficacité glotto-vélaire, la production de la voyelle /a:/ ouverte étant très fatigante pour la patiente.

Le spectrogramme du /a:/ tenu reporté figure 49 montre une voix un peu bruitée et pauvre en harmoniques. L'altération de l'attaque est liée à un peu d'instabilité, de bruit, en probable hyper-adduction compensatoire. On note une légère instabilité en hauteur, plus marquée en début et fin des productions (dysphonie dysfonctionnelle). L'intensité est en revanche stable. Le rapport bruit/signal reste un peu élevé du fait d'une probable compensation par la paroi pharyngée postérieure, synonyme de serrage. Cependant, l'indicateur a fortement diminué par rapport au bilan initial. La pauvreté harmonique, elle aussi en voie d'amélioration, est toujours marquée.

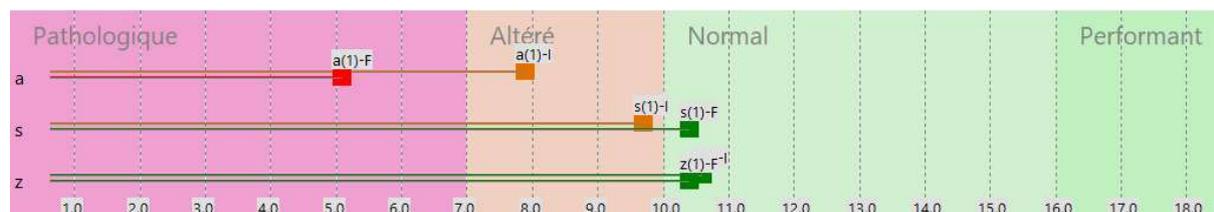


Figure 48 : Evolution du temps phonatoire entre le bilan initial et le premier bilan d'évolution - Cas AT001

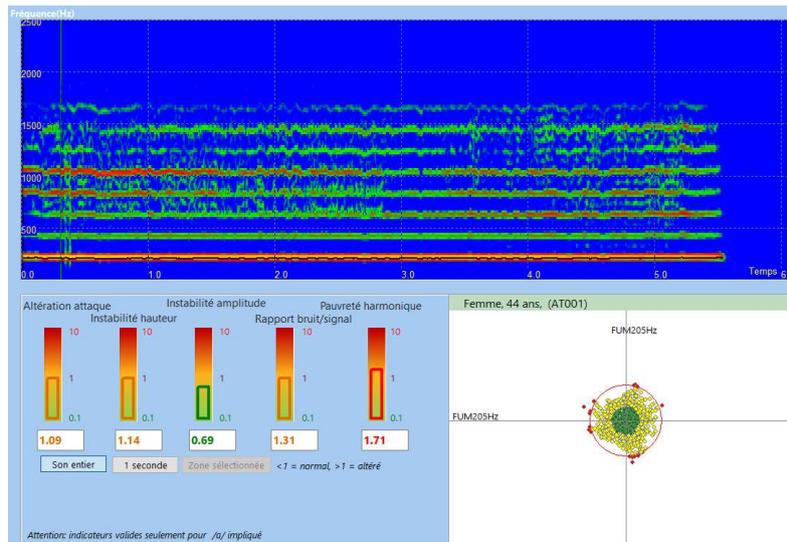


Figure 49 : Indicateurs d'altération du /a:/ tenu lors du 1^{er} bilan d'évolution - Cas AT001

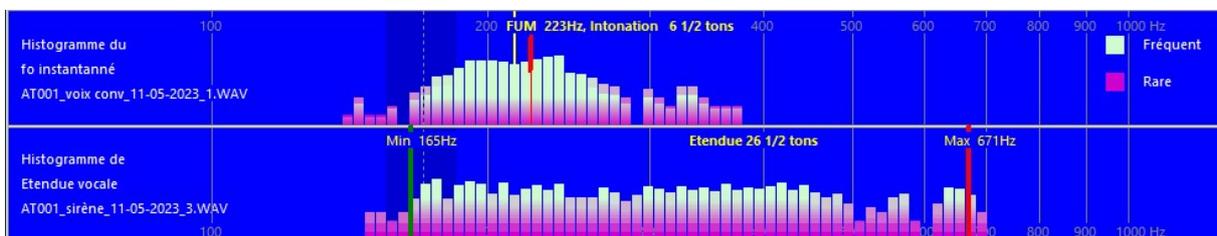


Figure 50 : Histogramme de fo et de la sirène, 1^{er} bilan d'évolution - Cas AT001

L'histogramme de la fréquence fondamentale est assez similaire à celui du bilan initial, avec une étendue vocale qui dépasse la norme (N=24 ½ tons) comme illustré figure 50. L'aire dynamique vocale est évaluée en cumulant l'ensemble des modalités de parole en un même graphique et en évaluation la surface du phonétogramme exprimé en ½ tons (axe horizontal) et dB (axe vertical). La patiente AT001 atteint 100% de la norme soit 550 dB.1/2 ton. On note une dynamique intéressante dans les 2 mécanismes mais la présence d'un « pincement » marqué, voire d'une rupture de sonorisation entre les 2 mécanismes. La dispersibilité des aires en fonction des différentes modalités est bien présente.

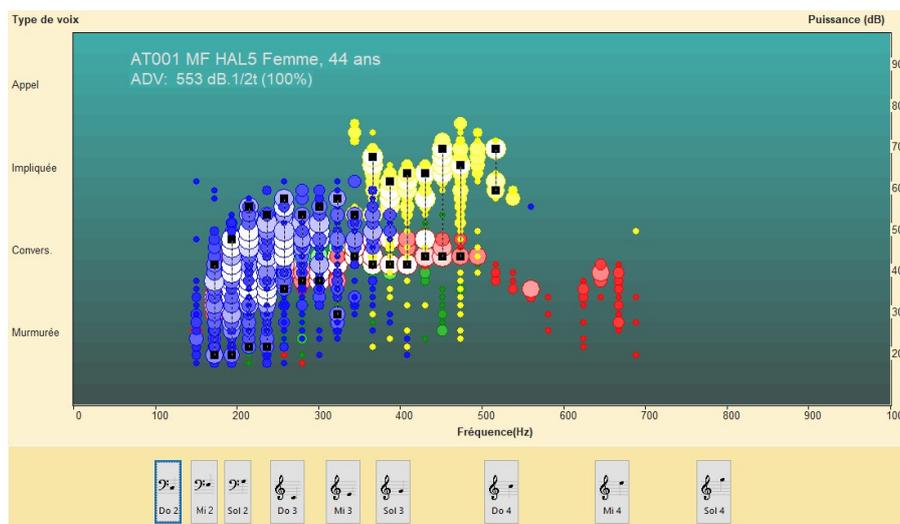


Figure 51 : Aire dynamique vocale, 1^{er} bilan d'évolution - Cas AT001

Axes thérapeutiques

Les nouveaux axes thérapeutiques vont concerner :

- La perception du forçage et du serrage ;
- L’allongement de la durée de phonation en lien avec la qualité de la constriction (langue) ;
- La mobilisation de la réactivité vélaire, des fonctions de sphincter et de résonateur du VP ;
- La dissociation hauteur/intensité/timbre ;
- L’hygiène vocale en vue de réduire le reflux et favoriser l’hydratation des cordes vocales ;
- La mobilisation des articulateurs : tonification du voile du palais, transitions vocaliques, participation labiale et linguale ;
- Différentes hauteurs explorées afin de rechercher le confort vocal ;
- Travail des attaques ;
- Travail de l’accolement des cordes vocales ;
- Gestion de la nasalité.

Nous avons conduit 6 séances avant l’interruption pour les congés d’été, en motivant la patiente à poursuivre le travail en autonomie durant les congés d’été. Nous avons ensuite dispensé 14 séances consécutives, avant un deuxième bilan d’évolution.

Bilan d’évolution 2

L’**auto-évaluation** remonte de 11 points à 19/25 : gêne discrète.

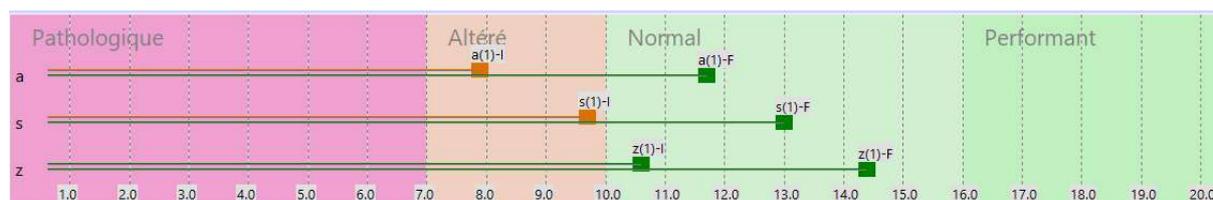


Figure 52 : Comparaison du temps phonatoire entre le bilan initial et le 2^{ème} bilan d’évolution - Cas AT001

La **durée de phonation** sur le /a:/ tenu est de 11.7s, donc au-dessus de la limite normal/altéré. La durée du /s:/ et /z:/ est très satisfaisante, s’approchant d’une voix performante. Les rapports s/z et a/z sont équilibrés, synonymes de rendement constrictivo-phonatoire correct et d’une efficacité glotto-vélo-phonatoire retrouvée, d’où une meilleure endurance.

Concernant le **/a:/ tenu**, tous les indicateurs sont en dessous de 1.0. Le rapport bruit/signal est particulièrement bas, l’enrichissement harmonique est aussi très net. On note aussi une légère augmentation de l’étendue vocale conversationnelle (8.1 ½ tons) et un élargissement de l’étendue vocale. Nous avons poursuivi le travail d’amélioration des transitions et de la hauteur en voix chantée, ainsi que de mobilisation des articulateurs, jusqu’à la fin de la prise en soin en décembre 2023.

La patiente se déclare satisfaite de sa voix parlée. Elle considère sa voix chantée comme suffisamment efficace pour reprendre l’exercice de chant choral. Elle poursuit en autonomie le travail réalisé durant la rééducation.

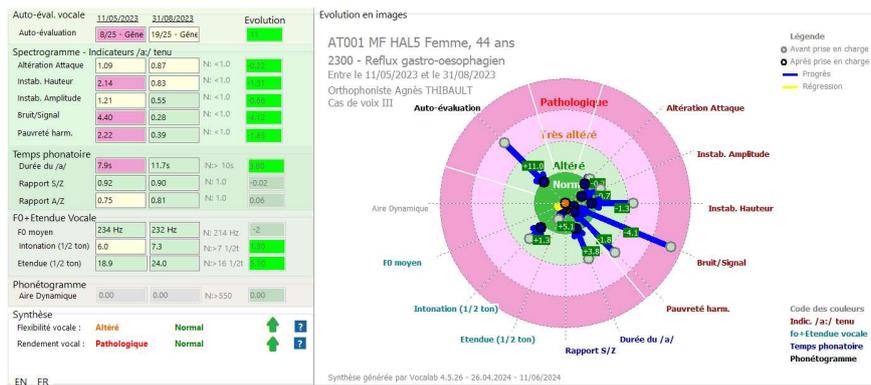


Figure 53 : Evolution de l'ensemble des performances entre le bilan initial et le 2ème bilan d'évolution - Cas AT001

Cas N°8 – CRA104 BICL – Dysphonie

Nous décrivons dans ce chapitre le cas d'une femme de 46 ans, secrétaire administrative dans un centre de formation, qui fait un usage intensif de sa voix, du fait de l'accueil physique et téléphonique, ainsi que de conduite de réunions en grand groupe. L'origine de la plainte de cette patiente est une sensation récurrente de forçage pour sonoriser, avec une perte progressive de la voix au fil de la journée. Cette patiente consulte Mme Corinne RABANEDA, orthophoniste, car elle considère l'impact social de son trouble comme important, avec une perte d'efficacité professionnelle. Lors de l'anamnèse, elle mentionne notamment une gorge sèche, irritée et douloureuse, associée à une fatigue vocale.

Le trouble est apparu au décours d'efforts de toux (rhino-pharyngite, laryngite), l'examen ORL a montré une dysphonie sans lésion, avec serrage vocal excessif, des cordes vocales bien mobiles avec un aspect subnormal, avec un possible œdème de Reinke. Les traitements par aérosols et inhibiteurs de pompe à proton (IPP) n'ont pas eu d'effets positifs sur la phonation. On ne note pas d'antécédents notables, ni troubles associés tels qu'une dyspnée ou une odynophagie.

L'observation du geste vocal met en évidence une mauvaise coordination pneumo-phonique, de fréquentes contractions des muscles du cou, des attaques sonores hyper-adductives, et une voix perçue comme serrée. Les productions entraînent de la toux, des picotements dans la gorge pouvant aller jusqu'à une sensation d'étranglement. Le codage de la pathologie selon la nomenclature de [Verdolini 2005] est « 8111 - Dysphonie par hypertension musculaire, serrage ».

Autoévaluation

L'autoévaluation de cette patiente est reportée figure 54.



Figure 54 : Auto-évaluation du cas CRA104 avant prise en soin – Gêne modérée, score de 13/25

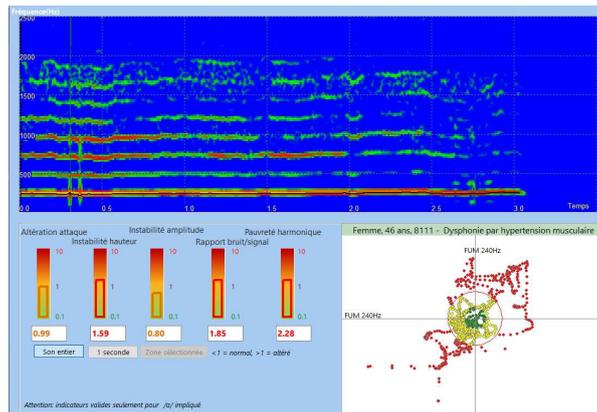


Figure 55 : Spectrogramme du /a:/ tenu, cas CRA104 avant prise en soin, avec les indicateurs d'altération correspondant

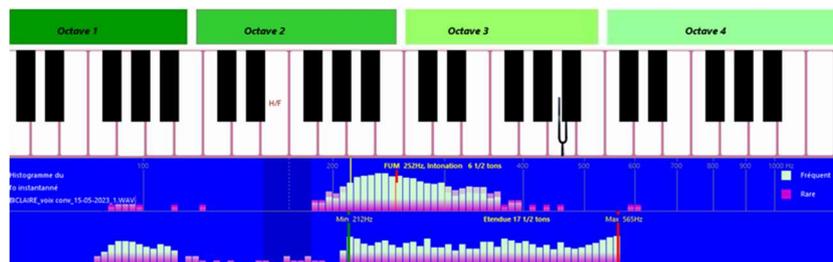


Figure 56 : Histogramme de la voix conversationnelle et de l'étendue vocale, cas CRA104 avant prise en soin

Avant prise en soin

D'après les indicateurs calculés sur le /a:/ tenu, l'attaque est un peu limite, mais non significative ici car l'enregistrement a commencé un peu après le début de phonation, l'instabilité en hauteur est assez marquée, notamment avec un portrait de phase très complexe et excentré, la puissance est relativement stable, le niveau de bruit est important, avec de faibles harmoniques au-delà de 1000 Hz. La durée de phonation n'excède pas 3 secondes, ce qui est très faible. Au total, le /a:/ peut être considéré comme pathologique.

L'histogramme de la voix conversationnelle montre une valeur moyenne de la fréquence fondamentale (FUM) autour de 250 Hz, ce qui est un peu élevé et pourrait être considéré comme une conséquence du forçage. La répartition est conforme, avec une intonation de 6 ½ tons. L'étendue vocale (histogramme du bas de la figure 56) a été réajustée manuellement afin de ne pas tenir compte de la partie basse fréquence qui correspond à du bruit. L'étendue de 17 ½ tons est un peu basse par rapport à la norme mais convenable.

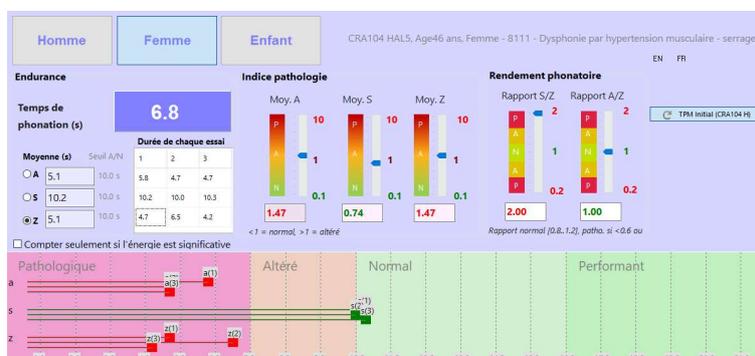


Figure 57 : Temps phonatoire sur /a:/, /s:/ et /z:/, avant prise en soin, cas CRA104

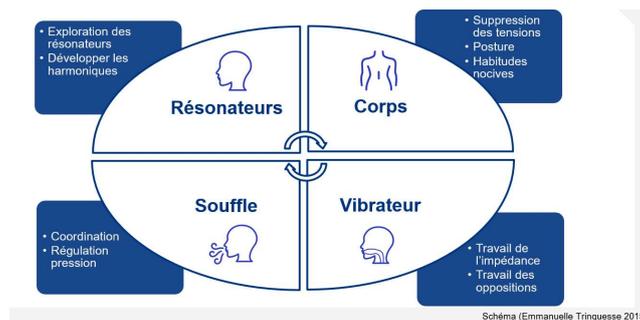


Figure 58 : Illustration des quatre groupes d'axes thérapeutiques, d'après [Trinquesse 2014]

Concernant le temps phonatoire (figure 57), les valeurs sur /a:/ et /z:/ sont particulièrement basses, mais les /s:/ se situent dans les valeurs normales, amenant à un rapport s/z très éloignés de 1.0, mais un rapport a/z conforme. L'explication possible est un déséquilibre des pressions sus et sous glottique.

Axes thérapeutiques

Nous décrivons à la figure 58 les principes généraux de quatre groupes d'axes thérapeutiques, ciblant les résonateurs, le corps, le vibrateur et le souffle, d'après E. Trinquesse (2014).

Table 7 : Illustration des exercices d'amélioration de la phonation, notamment au travers de la résonance, du souffle, de la constriction et du voisement

GROUPE	OBJECTIFS	MOYENS	EXEMPLES D'OUTILS
CORPS	Suppression des tensions Posture Habitudes nocives	Proprioception Massages, détente locale, étirements faciaux Verticalité ancrage, posture mentale Repérer les signes d'alerte du forçage Supprimer le hemmage Hydratation des muqueuses	Miroir, galette à picots Tour du cou chauffant Détente Postures yoga Exercice du sagittaire, exercice du culbuto [Le Huche 2001] Inhalateur
SOUFFLE	Coordination	Respiration costo-diaphragmatique Coordination pneumo-phonique	Vocalab : module souffle, spectrogramme en temps réel Souffle rythmé en chansons
	Régulation de la pression expiratoire Souplesse diaphragmatique	Dissociation débit / pression Reprises inspiratoires	Méthode de la Paille [Amy de la Brèteque 2014]
RESONATEURS	Exploration Développer les harmoniques	Réveil des résonateurs Exploration du conduit vocal, recherche des harmoniques Travail sur les mouvements dissociés des articulateurs, tonification	Son du kazoo à la paille Diadolab - Module Articulation : Praxies, Traits distinctifs. Module Parole : Diado Vocalab - Module Timbre, spectre temps réel
VIBRATEUR	Travail de l'impédance ramenée sur le larynx Travail des oppositions	Travail de la boucle audio phonatoire (feed-back auditif, perceptif, visuel) Modalités des débuts et fins de sons Travail sur les oppositions constriction / voisement Travail sur la hauteur	Vocalab : spectro temps réel, écoute des enregistrements Vocalab – Module Hauteur Diadolab – Module Parole : Prosodie

Nous précisons dans la table 7 les moyens mis en œuvre au fil des séances de prise en soin pour réduire les tensions, améliorer la posture et réduire les habitudes nocives. Le but des exercices est d’améliorer la phonation, la résonance, le souffle, et l’endurance.

Le pronostic d’évolution nous semble favorable, du fait d’indices positifs d’aptitudes et de capacités d’apprentissage, une absence de blocage dans le passage du mécanismes I au mécanisme II, un contexte personnel et professionnel sans problème particulier et une forte motivation de la patiente. Le seul facteur défavorisant est l’état subnormal des cordes vocales.

La patiente a bénéficié de 15 séances d’orthophonie à raison d’une fois par semaine entre Mai et Novembre 2023.

Après prise en soin

L’**auto-évaluation** est passée de gêne modérée 13/25 à gêne discrète 19/25.

Les indicateurs **d’altération du /a:/ tenu** sont tous en diminution, avec notamment une réduction significative du bruit par rapport aux harmoniques, associée à une structuration harmonique beaucoup plus riche. La durée de phonation reste cependant très inférieure à la norme attendue.

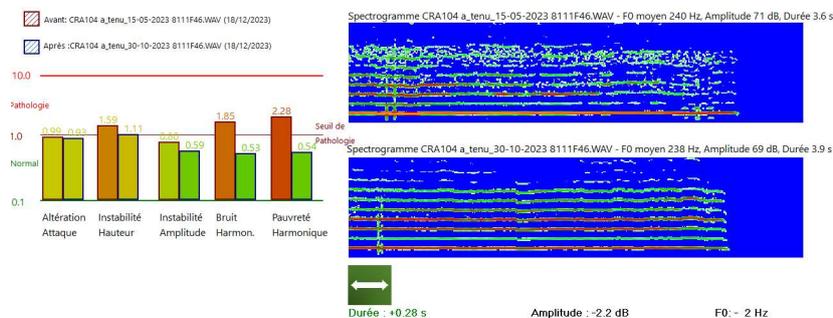


Figure 59 : Comparaison des indicateurs d’altération du /a:/ tenu, cas CRA104, avant et après prise en soin montrant une nette progression

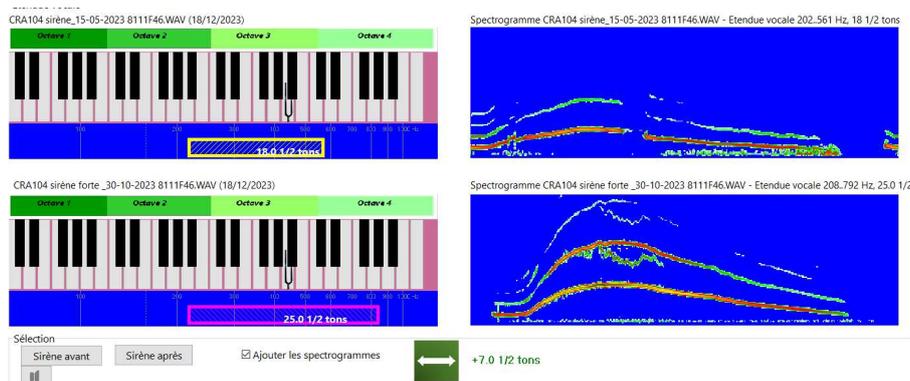


Figure 60 : Comparaison entre sirène avant et après prise en soin, cas CRA104

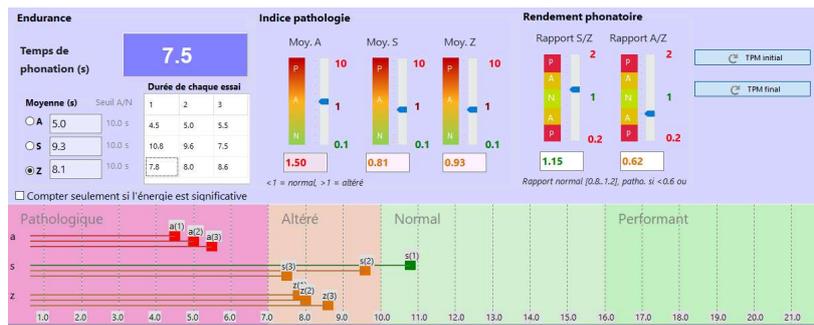


Figure 61 : Temps phonatoire montrant un déséquilibre entre le temps de phonation altéré sur /a:/ par rapport aux temps sur /s:/ et /z:/, cas CRA104, après prise en soin

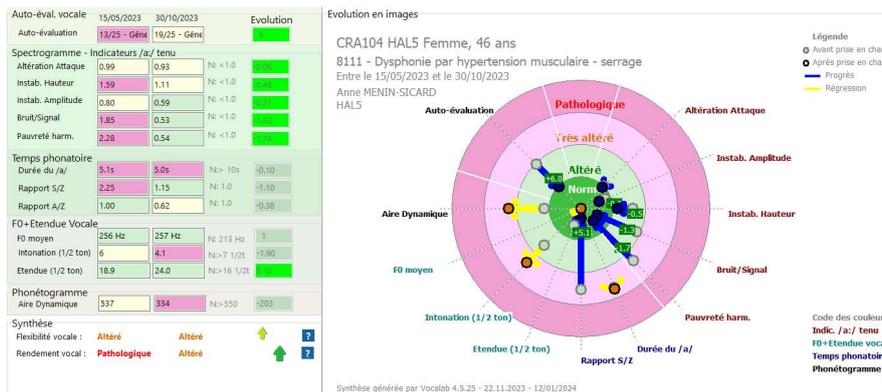


Figure 62 : Evolution de la flexibilité et du rendement vocal, cas CRA104, avant et après prise en soin

L'étendue vocale a significativement augmenté, se retrouvant au-dessus de la moyenne des voix normales (2 octaves soit 24 ½ tons) avec un passage de mécanisme en souplesse. Les progrès les plus nets concernent le temps phonatoire sur /z:/, la durée du /a:/ restant particulièrement courte (Figure 61). Le rapport a/z devient moins favorable, tandis que le rapport s/z est dans la norme (0.8..1.2). L'aire dynamique vocale est construite principalement avec la sirène forte, sirène faible et la voix conversationnelle. La zone couverte est de 334 dB.1/2 tons, ce qui est plus faible que lors du bilan initial.

Bilan d'évolution

Les performances de la patiente vont dans le sens d'une amélioration globale des performances, avec un léger progrès sur la macro-compétence flexibilité vocale, et un progrès significatif sur le rendement, notamment grâce une amélioration de la durée de phonation et de l'étendue vocale (Figure 62).

La flexibilité et le rendement restent altérés malgré les progrès, en particulier avec une aire dynamique un peu faible, et surtout une durée de phonation sur le /a:/ pathologique. Au niveau du geste vocal, on note toujours une inhibition, une appréhension avec une recherche de contrôle délétère. Nous nous posons la question de l'existence d'une fuite glottique et avons suggéré un contrôle ORL.

La patiente s'est déclarée satisfaite des sensations découvertes faites en séances, et considère sa voix comme plus stable, avec des retours positifs de l'entourage. Elle peut parler normalement et plus longtemps avec ses collègues. Elle n'a plus de gêne au téléphone, plus de gêne au niveau physique, les sensations d'étranglement ont disparu. Il existe cependant un décalage entre son ressenti très positif les performances mesurées. La patiente se plaint toutefois d'un manque de puissance en réunion.

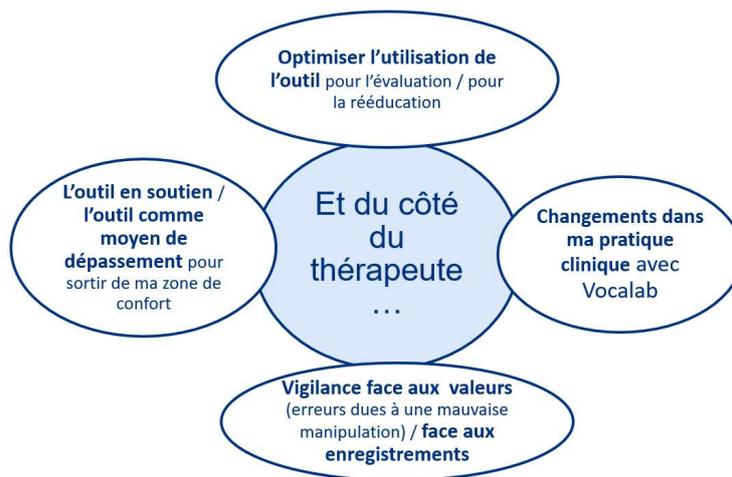


Figure 63 : Avis du thérapeute sur l'apport d'outils d'évaluation objective en bilan et en rééducation

Nous proposons l'ajustement thérapeutique suivant :

- Augmenter le rendement vocal et articulatoire / Endurance à court terme
 - Développer la proprioception laryngée et articulatoire sur différentes modalités de voix, travailler le confort ;
 - Travail de dissociation : articulateurs, vibrateur ;
 - Travail du contrôle de l'attaque.
- Améliorer la flexibilité / Performance
 - Automatiser la résonance et le placement vocal ;
 - Travail de dissociation : intensité / fréquence (feed-back visuel) ;
 - Développer les formants vocaliques ;
 - Travailler les différentes modalités en interaction.

Nous avons synthétisé à la figure 63 notre propre avis de thérapeute en lien avec notre pratique, en lien avec la prise en soin des pathologies de la voix. Un outil d'évaluation objective tel que VOCALAB se révèle très intéressant pour l'évaluation ainsi que pour la rééducation, nous amenant à changer notre pratique clinique, en sortant de notre zone de confort, nous permettant d'optimiser la prise en soin et de cibler précisément les objectifs thérapeutiques. Il nous faut cependant rester vigilante face à de possibles erreurs de manipulation, notamment lors des enregistrements, et disposer des compétences et du recul nécessaire pour la bonne interprétation des valeurs.

Cas N°9 – MB001 – Fuite ovalaire

Ce cas est issu de la thèse de Marion BEAUD [Beaud 2023] encadrée par Nathalie HENRICH BERNARDONI, directrice de recherches au laboratoire GIPSA-Lab, Grenoble, et Claire PILLOT-LOISEAU, professeure des universités, Université Sorbonne Nouvelle, Paris. Dans le cadre de ce doctorat, Marion BEAUD a développé un projet de recherche au CHU de Montpellier en collaboration avec le Dr AMY DE LA BRETEQUE (service ORL). Ce dernier assure les consultations phoniatriques où la patiente (MB001) a été recrutée. Les aspects statistiques de l'étude de cas ont été pris en charge par Silvain Gerber, statisticien au GISPA-Lab.

Introduction

La patiente âgée de 55 ans, reçue par Mme Marion BEAUD, orthophoniste, est une chanteuse professionnelle mezzo-soprano de style jazz, rock, blues et bossa.

Elle chante depuis l'âge de 30 ans. Elle est également professeure de musique (chant, saxophone, éveil musical) et cheffe de chœur ; elle est elle-même saxophoniste mais ne joue plus beaucoup de saxophone depuis 10 ans.

Concernant les cours de chant, elle se dit autodidacte mais déclare avoir fait une formation générale de deux ans en chant/saxophone/piano/batterie. Au moment de l'inclusion, elle chante dans un duo (jazz, rock, bossa) environ 2 heures par semaine. Elle chante aussi en soliste (jazz, rock et blues) environ 3 heures par semaine dans des bars ou des pubs. Elle utilise souvent la voix forte et estime à environ 10 heures le nombre moyen d'utilisation de la voix chantée par semaine et à 24 heures le nombre moyen d'utilisation de la voix parlée par semaine.

Pour s'échauffer, la patiente fait des exercices de souffle et de relaxation suivis d'exercices vocaux portant sur « l'articulation, la résonance, l'assouplissement etc. [et sur la] vibration des cordes (fry). » selon ses dires. Elle utilise rarement la paille et affirme l'avoir utilisée pendant trois mois lors de sa thérapie vocale antérieure. Concernant les antécédents médicaux, elle a eu un choc anaphylactique suivi de 5 jours de coma à 24 ans et elle est traitée pour de l'ostéoporose. Elle présente par ailleurs des acouphènes. La patiente n'a jamais été fumeuse. Elle déclare avoir des signes de ménopause.

Le motif de consultation. La patiente consulte en raison d'une gêne vocale datant d'environ un an. Elle se plaint de « notes qui ne sortent pas que ce soit dans les graves, les médiums ou les aigus ». Elle a bénéficié d'une prise en soin orthophonique quelques mois auparavant sans que la voix n'en soit améliorée. Cette thérapie vocale a duré environ 3 mois à raison d'une séance par semaine. La thérapie a été interrompue par la patiente en raison d'un emploi du temps trop chargé. La paille a été utilisée au cours de cette thérapie. La patiente précise qu'en dehors de cette thérapie elle ne l'utilise pas.

L'examen laryngé montre des plis vocaux normaux sans particularité mais indique une fuite ovalaire en phonation avec des vibrations stroboscopiques d'amplitude diminuée. À l'issue de la consultation, le phoniatre prescrit une nouvelle prise en soin orthophonique.

L'intervention orthophonique. La patiente a réalisé une séance de travail vocal à la paille pendant 10 minutes. Ce temps de travail est certes court mais justifié par le fait que nombre de protocoles d'échauffements vocaux montrent des effets même sur des temps courts [Laukkanen 1995] [Amir 2005]. Cette séance de travail a été précédée et suivie d'un même bilan vocal de 10 minutes centré sur les paramètres aérodynamiques. La session de travail vocal s'est déroulée dans la salle d'évaluation vocale de la consultation phoniatrique du service d'ORL au CHU Gui de Chauliac à Montpellier.

Le bilan vocal comprend uniquement des mesures aérodynamiques. Il s'agit d'une tâche de production en voix chantée. Cette tâche consiste à produire des séries de syllabes chantées /papapapapa/ sur un même souffle et à un rythme assez lent (environ 70 syllabes/min). L'appareillage EVA2© est utilisé, et la patiente chante dans un masque (mesure de débit d'air oral DAO) avec un tube positionné dans la bouche (mesure de la pression d'air intra-orale SPL⁵) et un pince-nez pour éviter les fuites nasales. Les trains syllabiques sont chantés pour six hauteurs différentes étalées sur la tessiture de la patiente : une première fréquence laissée à l'appréciation de la patiente (hauteur confortable et les cinq fréquences du grave à l'aigu de sa tessiture : A3 (220 Hz), E4 (330 Hz), A4 (440 Hz), C#5 (554 Hz), E5 (659 Hz). Pour chaque hauteur, cinq niveaux d'intensité sont demandés successivement : intensité confortable, faible, très faible, forte, très forte [Ghio 2012]. Les consignes ont été présentées oralement avec l'appui d'un support papier. Un entraînement à la tâche a été effectué.

⁵ SPL = *Sound Pressure Level*, en Français niveau de pression acoustique

Tableau 8. Détail des exercices vocaux proposés à la patiente dysodique [Beaud 2023]

Exercices vocaux à la paille (10 minutes)		Temps (minutes)
PATIENTE ASSISE	Vérification de la posture. Explication et démonstration par l'orthophoniste, imitation par la patiente. Correction par la thérapeute si nécessaire lors des exercices.	1'
	Contrôle de la gestion du souffle dans la paille avec une respiration costo-abdominale. Contrôle du comportement moteur si nécessaire. Répétitions : environ 5 fois (à ajuster selon les difficultés de la patiente).	1'
	Produire un son dans la paille à hauteur constante et intensité confortable. Tenir environ 2 secondes. Répéter ce son 5 fois. Contrôle de la réalisation.	1'
	Produire une sirène dans la paille (glissando ascendant et descendant sans hauteur définie) sur une tessiture confortable. Répéter 2-3 fois. Contrôle de la réalisation.	1'
	Produire des quintes dans la paille sur une tessiture confortable en montant par demi-ton du la3 au mi4. Contrôle de la réalisation.	2'
PATIENTE DEBOUT	Vocalises dans la paille sur un arpège simple (do4-mi-sol-do5-sol-mi-do4) à un tempo d'environ 150 battements/minute. Cette mélodie a été demandée à différentes hauteurs en montant et descendant par demi-ton en partant du médium (do4) pour aller vers le grave (jusqu'au la 2) puis en partant du médium (do4) vers l'aigu (jusqu'au mi4).	4'
Total		10'

La patiente disposait d'un retour visuel pour maintenir le rythme syllabique et d'une aide visuelle pour aider au décompte des syllabes produites.

Prise en soin vocale

Déroulé de la séance de travail. Les consignes des exercices vocaux ont été présentées oralement par l'orthophoniste. Nous avons montré l'exemple au piano et vocalement, plusieurs fois si nécessaire selon les besoins de la patiente. La paille a été utilisée au sens où Amy de la Bretèque l'enseigne avec comme singularité de contrôler le débit à la sortie grâce à la paume de main [Amy de la Bretèque 2014] [Pillot-Loiseau 2009]. Le Tableau 8 présente le détail des exercices vocaux à la paille.

À l'issue de la séance de travail vocal, un questionnaire concernant sa biographie vocale a été rempli par la patiente. Lors de la passation, une évaluation subjective du comportement moteur vocal et de la qualité vocale a été faite par l'examineur.

Analyse des données. Les données aérodynamiques ont été traitées sous Matlab®. **La pression sous-glottique (PSGE) a été estimée** sur les trains syllabiques à partir d'une détection du maximum local du signal de pression intra-orale entre le début de la phase d'occlusion de la plosive bilabiale /p/ et la reprise du voisement pour la voyelle qui la suit. La première syllabe a été systématiquement exclue de l'analyse pour ne pas prendre en compte l'attaque du train de syllabes. **Le débit d'air oral** a été recalibré au préalable pour s'assurer qu'il était systématiquement nul au moment de la mesure de pression intra-orale maximale, puisque la bouche est alors fermée. Pour chaque syllabe, une valeur est extraite, il s'agit de la moyenne du débit sur une fenêtre de 50 ms centrée au milieu de la voyelle (plus précisément entre les deux pics de PSGE encadrant la voyelle). **La fréquence fondamentale d'oscillation (f_0)** est également moyennée sur la même fenêtre de 50 ms centrée entre les deux pics de PSGE encadrant la voyelle. **L'intensité vocale** est un signal temporel fourni par la station EVA2© (intégration sur une fenêtre temporelle glissante de 10 ms). Pour chaque syllabe, une valeur moyenne est retenue, correspondant à la moyenne du signal temporel fenêtré (fenêtre de 50 ms centrée entre deux pics de PSGE encadrant la voyelle).

Traitement statistique. Plusieurs modèles statistiques ont été développés pour analyser les trois variables mesurées (PSGE, DAO, SPL) en fonction de la **variable séance** (facteur à deux modalités pré et post) et de la **variable note cible** (variable numérique exprimée en Hz).

Dans un premier temps, chaque variable a été analysée indépendamment pour observer les tendances générales, puis dans un second temps, les liens physiologiques existants entre variables ont été pris en compte dans le modèle. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R. Le détail de la modélisation statistique est présenté dans [Beaud 2023].

Résultats

Evaluation subjective du comportement moteur vocal et de la qualité vocale

Lors de la passation, l'examinatrice a observé visuellement une respiration thoracique supérieure plus marquée dans l'aigu que dans le grave, et des tensions musculaires péri-laryngées dans l'aigu également. La patiente a aussi exprimé une anxiété liée aux troubles vocaux. Les consignes ont dû être répétées plusieurs fois.

Au niveau de la qualité vocale, des érailllements fréquents ont été observés à l'initiation du son, c'est-à-dire au début des trains syllabiques. Par ailleurs, des désonorisations ont été relevées sur certaines intensités. Ces désonorisations ont été systématiques en pré sur les intensités *piano* et *pianissimo* à partir du A4 et sur les notes plus aiguës (C#5 et E5). En revanche, après la séance de travail, les désonorisations ne concernent plus que les *pianissimo* pour les notes A4 et E5 (mais pas pour C#5 où elles concernent toujours les *piano* et les *pianissimo*). Ainsi, pour l'intensité *piano*, la patiente a stabilisé sa phonation.

Observation des tendances générales sur le profil vocal

Une stabilité de l'intensité vocale avant et après la séance de travail à la paille

Comme attendu, l'intensité vocale évolue de façon linéaire et croissante en fonction de la hauteur ($\text{chisq}(1)=62.48, p<0.0001$). Cette relation ne dépend pas de la séance ($\text{chisq}(1)=0.10, p=0.743$) Ainsi, le travail à la paille ne modifie donc pas l'intensité vocale de la patiente, qui n'a ni étendu ses *piano*, ni ses *fortissimo*.

Une adaptation dans la gestion de la pression sous-glottique et du débit d'air glottique

La séance de travail vocal à la paille modifie le comportement de la patiente au niveau de sa gestion de la PSGE en lien avec la note cible (voir Figure 64). L'évolution de la variable PSGE est liée aux valeurs de f_0 ($\text{chisq}(1)=70.25, p<0.0001$), et cette relation est significativement différente selon la séance ($\text{chisq}(1)=14.5, p<0.0001$). Après la séance, la patiente va augmenter sa PSGE lorsqu'elle monte dans les aigus alors qu'elle ne modifie pas l'intensité.

La séance de travail vocal à la paille a également pour effet d'inverser significativement la façon dont la patiente contrôle son débit d'air : la courbe de DAO est croissante avec f_0 après la séance alors qu'elle était décroissante avant la séance de travail à la paille ($\text{chisq}(1)=18.12, p<0.0001$, voir Figure 64). Après la séance, la patiente ne diminue plus son débit lorsqu'elle monte dans l'aigu : au contraire, elle l'augmente légèrement.

Selon les notes le comportement aérodynamique peut varier. Pour la note la plus grave (A3), l'intensité reste constante après la séance, mais la dynamique en PSGE s'accroît et le DAO tend à diminuer. Cette diminution du débit d'air en post séance est également observé pour les notes suivantes (E4, A4, E5) mais pas pour C#5. Pour la note la plus aiguë (E5), on voit nettement que la dynamique en PSGE s'étend après la pratique des exercices à la paille.

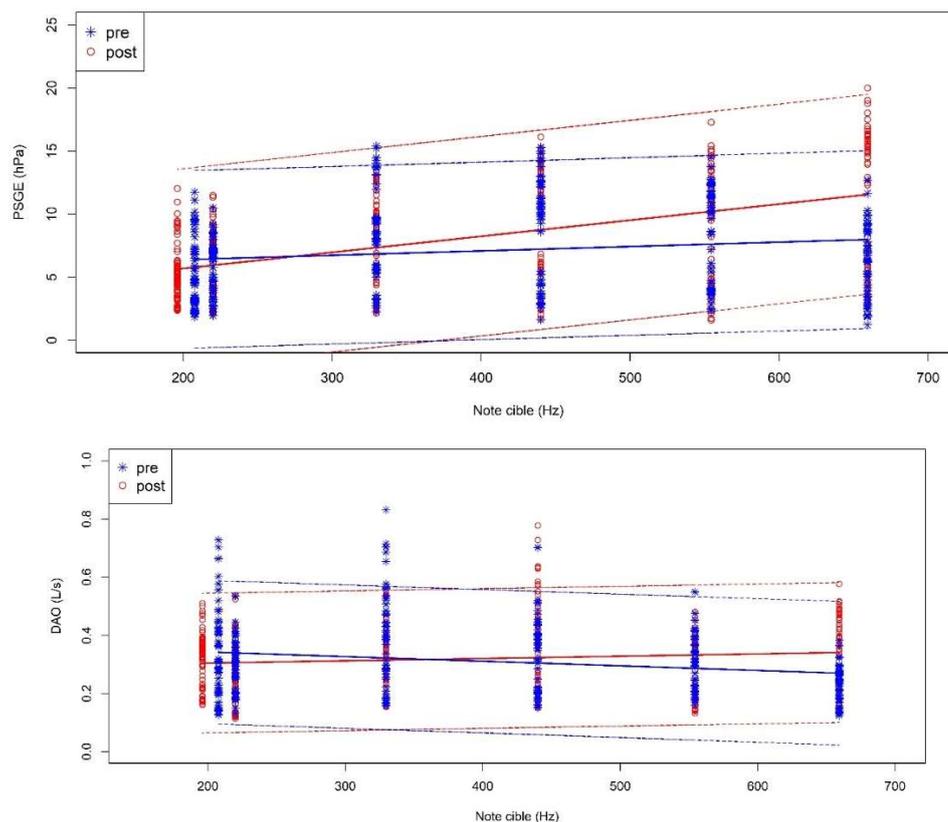


Figure 64. Evolution de la PSGE (haut) et du DAO (bas) en fonction de f_0 et de la séance (intervalle de confiance à 95%)

Discussion

Plus l'on chante aigu, plus l'intensité vocale augmente, en lien avec une augmentation de la pression sous-glottique [Henrich 2012]. Après la séance de travail à la paille, la patiente maintient une gestion équivalente de l'intensité vocale, tout en réajustant son comportement aérodynamique. Elle va chanter avec davantage de pression sous-glottique dans l'aigu et avec un débit d'air géré différemment selon la note chantée. Si avant la séance la patiente présentait un débit d'air élevé dans les graves qui diminuait lorsqu'elle chantait plus aigu, après la séance, le débit est plus constant et augmente même légèrement dans l'aigu. Il est possible que ce résultat découle de la consigne dispensée lors de l'utilisation de la paille, qui est de maintenir un débit constant à la paille en le contrôlant par le souffle ressenti dans la paume de la main.

Nos résultats montrent que le rapport entre pression et débit est complexe comme le rappelaient également Baken & Orlikoff (2000) et De Jong & Schutte (2020) plus récemment. Lorsque les exercices à la paille modifient ces paramètres, il n'est pas évident de savoir quelles sont les stratégies d'apprentissage sous-jacentes qui permettent cela [Apfelbach & Guzman, 2021]. Une courte séance montre déjà des effets : seraient-ils plus marqués si nous avons fait un entraînement plus long ? Se maintiennent-ils sur le long terme ?

Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté l'évolution des paramètres acoustiques et aérodynamiques de la voix avant et après prise en soin orthophonique. Nous nous sommes basés principalement sur l'analyse d'enregistrements de voyelles /a:/ tenue, sirènes et voix conversationnelle, complétés par la parole déclamée et la voix d'appel quand cela était possible. Neuf cas correspondant à des pathologies variées, concernant hommes, femmes et enfants, ont été exposés. Pour chaque cas, nous avons donné

des éléments d'anamnèse, les indicateurs d'altération du /a:/, les caractéristiques de la sirène, et dans la mesure du possible l'aire dynamique vocale. Une représentation synthétique sous forme de cible a permis d'illustrer les tendances de l'ensemble des paramètres d'analyse, avant et après prise en soin, des progrès significatifs. Nous avons pu aussi mettre en avant des résultats issus de mémoires d'orthophonie (Cas N°6) et de thèse (Cas N°9).

Remerciements

Nous tenons à remercier les orthophonistes contributrices à l'ERU 15 « voix pathologique » du laboratoire LURCO ainsi que les orthophonistes qui ont accepté d'enregistrer des témoins et des patients ou de co-encadrer des mémoires en lien avec la voix et ses pathologies.

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 des auteurs



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. Il a été chercheur associé à l'IRIT dans le cadre des ANR C2SI (cancer) et Voice4PD (Parkinson). Etienne SICARD est co-auteur des logiciels VOCALAB et DIADOLAB pour le bilan et la rééducation orthophonique de la voix et de la parole. Il a co-écrit une vingtaine d'ouvrages et plus de 120 publications scientifiques notamment dans le domaine de l'analyse de la voix et de la parole pathologique. Il a été nommé en 2006 *Distinguished Lecturer* de la société savante IEEE.

Email : etienne.sicard@insa-toulouse.fr



Cécile ROIRON est orthophoniste depuis 1983 et exerce actuellement en libéral à Coublevie (Isère). Elle a bénéficié dans l'enfance d'une formation musicale et instrumentale, qui l'a amenée à s'intéresser plus spécifiquement à tout ce qui était musical et voix chantée. Son mémoire de fin d'études pour le CCO a porté sur "la voix chantée de l'enfant dysphonique" encadré par le Dr. CORNU en 1983. En 2004, elle a validé un cursus de formation auprès de l'Institut International de Gestion Mentale (IIGM). Elle a animé des formations et ateliers auprès d'associations et de structures de soins sur le thème de l'apprentissage, et suivi des formations continues autour de l'éducation thérapeutique, de la voix (A. RAVERA-LASSALE), des



Elisabeth MAUGER a été orthophoniste salariée dans un premier temps, elle a commencé par utiliser les plateformes de remédiation orthophonique en centre de soins dans les années 90. A partir de 2009 elle devient orthophoniste en libéral et suit le développement du numérique avec intérêt.

Email : emauger.orthophoniste@gmail.com



Anne MENIN-SICARD est orthophoniste et titulaire d'un master recherche en Sciences du langage de l'université de Grenoble. Elle a exercé en libéral à Toulouse de 1994 à 2015. Anne MENIN-SICARD est co-auteur des logiciels VOCALAB et DIADOLAB. Dans le cadre de AMS Formation, elle organise et anime des formations aux orthophonistes sur le bilan et la prise en soin de la voix et de la parole pathologique. Elle propose depuis 2019 des formations en ligne personnalisées à destination des orthophonistes. Chercheuse associée à l'ERU 46 du LURCO, elle développe des outils de mesures objectives et de rééducation de la parole en lien avec le logiciel DIADOLAB. Elle est auteur d'un ouvrage sur

troubles du tonus des fonctions oro-myo-faciales (I. EYOUM), et des réflexes archaïques (P. LANDON). Elle s'intéresse en parallèle à tout ce qui est du domaine énergétique et du son.

Email : cecile.roiron@orange.fr



Sophie AVRIL-LEYDIER a obtenu le certificat de capacité d'orthophoniste du Centre de Formation Universitaire en Orthophonie de Lyon en 2023. Elle exerce en libéral à Sarras (Ardèche). Son mémoire a porté sur

l'efficacité d'une thérapie en voix chantée dans le cadre d'une dysarthrie mixte survenue après un AVC ischémique. Elle est passionnée par le chant lyrique. Avant ses études d'orthophonie, elle a été assistante administrative et gestion dans les secteurs de l'assurance et de la logistique.

Email : sophieavril@aol.com



Corinne RABANEDA, Orthophoniste à St Denis de la Réunion, est diplômée de l'Université Pierre et Marie Curie Paris VI en 1988. Elle exerce à mi-temps en hospitalier au CHU de la Réunion dans l'Unité

Transversale de Nutrition Clinique et dans le service ORL ainsi qu'en libéral particulièrement dans le domaine de la cancérologie ORL et maxillo-faciale, des troubles de la voix, des troubles neurologiques acquis et dégénératifs.

Email : ortho.rabaneda@gmail.com

l'évaluation objective de la voix ainsi que de nombreuses publications dans le domaine de la voix et de la parole pathologique.

Email : anne.sicard2@orange.fr



Agnès THIBAUT a obtenu un DEUG en sciences humaines mention psychologie 1987 à l'Université Paris V et son certificat d'orthophoniste en 1991 à Paris IV. Elle a suivi différentes formations dans le domaine de la rééducation

vocale, ainsi qu'une formation en psychophonie et chant psychophonique. Elle exerce en libéral depuis 1991, en Isère et Savoie puis à Toulouse et enfin à Varetz (19) depuis 2004. Elle a été directrice des stages puis directrice pédagogique de la filière orthophonie de l'institut ILFOMER (CFUO Limoges), de 2012 à 2021. Elle est chargée d'enseignements au CFUO de Limoges, maître de stage et directrice de mémoires pour les CFUO de Limoges, Poitiers et Toulouse.

Email : thibault.agnes@wanadoo.fr



Aurélie RAVERA-LASSALE est orthophoniste depuis 2001 en libéral et depuis 2015 au centre de rééducation fonctionnelle Les Feuillades à Aix-en-Provence. Certifiée Ostéovox et LSVT, sa pratique

reste grandement influencée par le travail du Dr Benoît Amy de la Bretagne. Elle enrichit sa pratique par le biais de formations en voix chantée comme les formations : Chantvoixetcorps, Estill, CVT, etc.

Son enseignement reçu à l'école d'orthophonie de Marseille et auprès de l'équipe du Pr. Antoine Giovanni motive son envie d'exercer auprès de patients dysphoniques et dysodiques. Depuis 2013, elle est chargée des TD de voix chantée à l'école d'orthophonie de Marseille. Elle exerce une activité de formatrice dans l'organisme qu'elle a créé VoixetFormations au sein duquel elle propose des formations vocales pour les orthophonistes.

En parallèle, elle est chanteuse semi-professionnelle, auteure, compositrice et interprète.

Email : leeloulassalle@yahoo.fr



Marion BEAUD a obtenu un Master d'Orthophonie à Lyon puis un doctorat en Ingénierie de la cognition, de l'interaction, de l'apprentissage et de la création à l'Université Grenoble-Alpes en 2023. Sa thèse a porté sur la prise

en soin orthophonique des troubles de la voix chantée, en partenariat avec le GIPSA-lab de Grenoble et le CHU de Montpellier (Dr. Benoît Amy de la Bretèque). Sa thèse a été encadrée par Nathalie Henrich Bernardoni, directrice de recherche au GIPSA-lab Grenoble, et Claire Pillot-Loiseau, professeure à Sorbonne Université. Elle exerce à Montpellier en cabinet libéral et au CHU (service ORL) et est enseignante vacataire (Département d'orthophonie, Montpellier).

Email : mbeaud.orthophoniste@gmail.com



Claire PILLOT-LOISEAU est Professeure des Universités depuis 2023 à l'Université Sorbonne Nouvelle, maître de Conférences depuis 2008 (Français Langue Étrangère en didactique et en laboratoires de langues, phonétique en licence et Master, phonétique clinique, phonétique et chant en Master, orthophonie) et orthophoniste depuis 1992. Ses sujets de recherche concernent le français oral dans ses diverses variantes de production, la phonétique des voix et paroles atypiques (L2, chant), et les rapports entre voix et parole. Ses recherches concernent également les voix et parole pathologiques en lien avec l'enseignement en phonétique clinique qu'elle dispense aux étudiants en master de science du langage et en orthophonie. Depuis 2023, elle dirige l'École Doctorale de Sciences du Langage de son université où plusieurs orthophonistes se sont inscrites.

Email : claire.pillot@sorbonne-nouvelle.fr



Nathalie HENRICH BERNARDONI est directrice de Recherche au CNRS, rattachée à l'Institut des Sciences Humaines et Sociales du CNRS (INSHS - CNRS). Ses recherches scientifiques explorent la voix humaine à

travers une approche pluridisciplinaire : phonétique expérimentale et clinique, vocologie, physiologie de l'instrument vocal humain, biomécanique du larynx et des plis vocaux, physique des interactions fluide-structure-acoustique au sein du conduit vocal, traitement du signal de parole ou de chant, analyse de la voix et synthèse, voix et respiration, ethnomusicologie. Elle s'intéresse au chant savant occidental de l'adulte, aux styles dans les Musiques Amplifiées Actuelles, aux styles et techniques vocales à travers le monde (chant bulgare féminin, chant polyphonique traditionnel de Sardaigne, chant hoomii mongol, Tahrir iranien, yodel) et au Human Beatbox.

Email : nathalie.henrich@gipsa-lab.fr



Benoit AMY DE LA BRETEQUE est médecin phoniatre au Service ORL et Chirurgie Cervico-Faciale, Hôpital Gui de Chauiac, CHU de Montpellier. Il est aussi Docteur en sciences du langage. Il intervient en tant qu'enseignant aux

Départements Universitaires d'Orthophonie de Montpellier et de Marseille, ainsi qu'au Diplôme Universitaire Voix du Professionnel, Université de Toulouse, Diplôme Interuniversitaire de Déglutition et de Laryngo-phoniatry.

Email : benoit.amydelabreteque@laposte.net



Silvain GERBER est diplômé de l'université de Strasbourg (master de mathématiques spécialité statistiques). Il est ingénieur au CNRS et a rejoint le laboratoire GIPSA-lab en 2013 en tant que statisticien.

Email : silvain.gerber@grenoble-inp.fr

Références

[Amir 2005] Amir, O., Amir, N., & Michaeli, O. (2005). Evaluating the Influence of Warmup on Singing Voice Quality Using Acoustic Measures. *Journal of Voice*, 19(2), 252-260.

<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.02.008>

[Amy de La Bretèque 2014] Amy de La Bretèque, B. (2014). L'aérodynamique de la voix : À propos des exercices de rééducation avec constriction du tractus vocal [Thèse, Université d'Aix-Marseille].

<http://www.theses.fr/2014AIXM3106>

[Apfelbach 2021] Apfelbach, C. S., & Guzmán, M. (2021). Acoustic, Aerodynamic, Morphometric, and Perceptual Changes During and After Semi-Occluded Vocal Tract Exercise : An Integrative Review. *Journal of Voice*.

<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.09.031>

[Auzou 2007] Auzou P, (2007). Les dysarthries. Marseille: Solal.

[Avril-Leydier 2023] Avril Leydier, S. (2023). Efficience d'une thérapie en voix chantée dans le cadre d'une dysarthrie mixte post AVC. Mémoire Master Orthophonie Univ. Lyon.

[Baken 2000] Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical Measurement of Speech and Voice*. Singular Thomson Learning.

[Beaud 2023] Beaud, M. (2023). Prise en soin orthophonique des troubles de la voix chantée. Apport de l'aérodynamique et des exercices vocaux en semi-occlusion. [Thèse, Université Grenoble Alpes].

<https://theses.fr/s175391>

[Ben Barsties 2021] Ben Barsties, L. V., & Watts, C. R. (2021). A Case of Nervus Laryngeus Superior Paresis Treated With Novafon Local Vibration Voice Therapy. *Journal of Voice*, 35(3), 406-410

[Coste 2012] Coste, M. H. (2012). Principes et intérêt d'un programme pluridisciplinaire de rééducation collective dans la maladie de Parkinson. *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, 4, 12-17.

[De Jong 2020] De Jong, F., & Schutte, H. K. (2020). Principles of Physiology and Biomechanics of Voice : Aerodynamics of Voice. In *Phoniatics I - Fundamentals – Voice Disorders – Disorders of Language and Hearing Development* (Springer-Verlag, p. 61-65).

[ERU 15] <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/>

[Ghio 2012] Ghio, A. (2012). Bilan instrumental de la dysphonie. La voix parlée et la voix chantée., 69 104. <http://www.lpl-aix.fr/~ghio/doc/Bib-2012-Montpellier%20Ghio.pdf>

- [Henrich 2012] Henrich, N. (2012). Physiologie de la voix chantée : Vibrations laryngées et adaptations phono-résonantielles. 40èmes Entretiens de Médecine physique et de réadaptation, 17-32. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00680692/>
- [Kim 2013] Kim, S. J., & Jo, U. (2013). Study of accent-based music speech protocol development for improving voice problems in stroke patients with mixed dysarthria. *NeuroRehabilitation*, 32(1), 185-190.
- [Laukkanen 1995] Laukkanen, A.-M., Lindholm, P., & Vilkman, E. (1995). On the Effects of Various Vocal Training Methods on Glottal Resistance and Efficiency. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 47(6), 324-330. <https://doi.org/10.1159/000266370>
- [Le Huche 2001] Le Huche, F. (2001) *La voix – Thérapeutique des troubles vocaux*, Elsevier Masson
- [Menin-Sicard 2013] Menin-Sicard, A., (2013) Approche métacognitive dans le cadre de l'évaluation et la réévaluation de la voix. *Rééducation Orthophonique* N°254, pp.121-134. <https://hal.science/hal-01081646>
- [Menin-Sicard 2016] Menin-Sicard, A., Sicard, E. (2016), "[Evaluation et réhabilitation de la voix - Approche clinique et objective](#)", Chapitre 4 – Etudes de cas. De Boeck Supérieur, Paris. ISBN 9782353273188, 288 pp.
- [Menin-Sicard 2021] Menin-Sicard, A., & Sicard, E. (2021). Etude de cas de voix dans le cadre de la prise en charge orthophonique - Volume I. <https://hal.science/hal-03186341/>
- [Pillot-Loiseau 2009] Pillot-Loiseau, C., Quattrocchi, S., & Amy de La Bretèque, B. (2009). Travail de la voix sur le souffle : Rééducation à la paille, aspects scientifiques et rééducatifs. Méthode du Docteur Benoît Amy de la Bretèque. In *La Voix dans tous ses maux* (Ortho Edition, p. 231-242). Ortho Edition.-
- [Sabadell 2022] Sabadell, V., (2022). Pathologies neurologiques: bilans et interventions orthophoniques. De Boeck Supérieur.
- [Serritella 2020] Serritella, E., (2020). Local vibratory stimulation for temporomandibular disorder myofascial pain treatment: a randomised, double-blind, placebo-controlled preliminary study. *Pain Research and Management*, 2020.
- [Sicard 2013] Sicard, E. Menin-Sicard, A. (2013). Implémentation dans VOCALAB d'indicateurs objectifs de la qualité de la voix dans le cadre de l'évaluation de la voix. *Rééducation orthophonique*, Ortho édition, 2013, pp.23-27. <https://hal.science/hal-00836912>
- [Sicard 2014] Sicard E., Menin-Sicard A., Perriere S., (2014) « Construction d'une base de données de voix pathologiques pour la recherche orthophonique - Recherche en orthophonie et identité professionnelle », *Rééducation Orthophonique* N° 257, pp. 177-202, Mars 2014, <https://hal.science/hal-00968599>
- [Sicard 2021] Sicard, E., Menin-Sicard, A., (2021). Analyse acoustique de la prosodie dans le cadre de la clinique orthophonique. <https://hal.science/hal-03177645>
- [Sicard 2021b] Sicard, E., Menin-Sicard, A. (2021). Le spectrogramme et son application en clinique orthophonique. <https://hal.science/hal-03107434>
- [Sicard 2022] 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 2023] Sicard, E., Mauger, E. Roiron, C., Michel, S., Dimitrova-Saadoun, D., Menin-Sicard, A., Coudière, C. (2023). Etude de cas de voix dans le cadre de la prise en charge orthophonique – Volume II. <https://hal.science/hal-04206295>

[Sicard 2023b] Sicard, E., Menin-Sicard, A. (2023). Fréquence fondamentale de la parole – Repères pour la prise en soin orthophonique. <https://hal.science/hal-04073008>

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

[Thaut 2019] Thaut, M. H., & Hoemberg, V. (2019). Manuel clinique de rééducation par la musique: Comment la musique contribue à soigner le cerveau. De Boeck Supérieur.

[Trinquesse 2014] Trinquesse, E. (2014) L'approche « Chant, corps et voix », Congrès de l'AFROP, 2014

[Verdolini 2005] Verdolini, K., Rosen, C. A., & Branski, R. C. (Eds.). (2005). Classification manual for voice disorders-I. Psychology Press.