



HAL
open science

A l'écoute de sa voix : apports du spectrogramme comme rétrocontrôle visuel en rééducation vocale

Florence Parmentier, Isabelle Marié-Bailly, Claire Pillot-Loiseau

► To cite this version:

Florence Parmentier, Isabelle Marié-Bailly, Claire Pillot-Loiseau. A l'écoute de sa voix : apports du spectrogramme comme rétrocontrôle visuel en rééducation vocale. *Glossa*, 2014, *Glossa*, 116, pp.18 - 32. hal-01099451

HAL Id: hal-01099451

<https://hal.science/hal-01099451>

Submitted on 3 Jan 2015

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.

A l'écoute de sa voix : apports du spectrogramme comme rétrocontrôle visuel en rééducation vocale

Florence Parmentier*, Isabelle Marié-Bailly**, Claire Pillot-Loiseau***

* orthophoniste, 22 rue de la Division Leclerc 92220 Bagneux
f.parmenier.orthophoniste@gmail.com

** médecin phoniatre, service ORL du Centre Hospitalier Régional d'Orléans. 14 avenue de l'hôpital
45100 Orléans La Source
mus.expressions@wanadoo.fr

*** orthophoniste, laboratoire de Phonétique et Phonologie (LPP) UMR 7018 CNRS et Laboratoire
d'Excellence *Empirical Foundations of Linguistics* (EFL) / Université Paris 3 Sorbonne Nouvelle, 19
rue des Bernardins 75005 Paris
pillot@msh-paris.fr

* 2^{ème} prix au concours glossa 2013 du meilleur article issu d'un mémoire d'orthophonie francophone

Résumé :

En rééducation vocale, il est nécessaire de fournir au patient des feedbacks externes renvoyant une image de sa propre voix. Restaurer l'image de soi est également un objectif de cette rééducation pour des patients dysphoniques qui ont souvent une image perturbée de l'altération de leur voix. Le spectrogramme matérialise par un feedback visuel de nombreux paramètres acoustiques vocaux, notamment le timbre et l'attaque. L'utilisation du spectrogramme en rééducation vocale est décrite comme pouvant favoriser la prise de conscience des paramètres de la voix, la motivation et l'autonomisation du patient.

Nous avons mené une étude de cas-témoins incluant quatre patientes travaillant leur voix pendant trois séances d'une heure avec le spectrogramme ainsi qu'une analyse statistique d'exercices d'auto-analyse et un recueil de témoignages sur dix-neuf patients concernant l'utilisation du spectrogramme. Nous concluons que la visualisation du spectrogramme, couplée à l'attitude positive du thérapeute, peut avoir un impact favorable sur la relation thérapeutique et sur l'image qu'a le patient de sa propre voix, notamment de la richesse de son timbre et de sa qualité d'attaque. L'analyse de la voix par l'image spectrographique permet une meilleure connaissance de diverses composantes acoustiques de la voix, même si nous n'avons pas pu montrer une conséquence directe sur une meilleure réalisation du geste vocal.

Nous préconisons l'emploi du spectrogramme au sein d'une rééducation vocale classique, où le thérapeute garde la place la plus importante : conduite de la rééducation, accompagnement, attention au geste vocal du patient, interprétation et valorisation de l'image spectrographique laissée par la voix du patient.

Mots clés : rééducation vocale, spectrogramme, feedback visuel, prise de conscience, auto-évaluation, relation à sa voix.

Listening to one's voice: the impact of spectrogram visual feedback in voice therapy

Summary:

External feedback of the voice of patients is commonly used in voice therapy and one of the aims of voice therapy is to restore the self-perception of the voice and of its alterations, which is often disrupted, in dysphonic patients. With a spectrogram, many acoustical parameters, such as voice onset and voice quality, may be visualized on a screen. Literature indicates that the use of spectrogram in vocal therapy can foster self-awareness of acoustical vocal parameters and increase the patients' motivation and autonomy.

We conducted a case-control study on 4 patients in a series of three one-hour voice training sessions with a spectrogram. We also performed a statistical analysis of self-assessment exercises and reports on the use of the spectrogram in a 19 patients population. Our conclusion is that spectrogram visual feedback associated with the voice therapist's comforting attitude can have a positive impact on the therapeutic relationship and on the image the patient has of his voice, especially quality of resonance and voice onset. Spectrographic voice analysis leads to a better comprehension of the numerous acoustic parameters of the voice even though no systematic impact on the quality of vocal behavior was observed.

Voice therapists play a major role in voice rehabilitation and we recommend the use of spectrogram visual feedback to enhance their efficiency.

Key words: voice therapy, spectrogram, visual feedback, self-awareness, self-assessment, self-perception.

----- ASSISES THEORIQUES -----

1. Dysphonie dysfonctionnelle et rééducation

Une dysphonie dysfonctionnelle se traduit par des altérations acoustiques de la voix. Souvent, ces altérations sont liées au psychisme, que ce soit une cause primaire ou une conséquence du trouble. Le patient a une mauvaise image de sa voix, mais également souvent une mauvaise image de soi (Deary et al., 2003 ; Siupsinskiene et al., 2011).

La rééducation vocale a ainsi de multiples objectifs (Fortin et al., 2007) : l'amélioration des paramètres acoustiques et perceptifs, l'amélioration du geste vocal, mais aussi la diminution du handicap ressenti, qui va de pair avec une meilleure image et/ou une meilleure acceptation de sa propre voix (Estienne, 1998).

La rééducation vocale classique utilise de nombreux rétro-contrôles (feedbacks) naturels : les feedbacks proprioceptifs (Giovanni et al., 2012) et auditifs (Nair, 1999), qui sont ceux utilisés intuitivement. Ce sont ces feedbacks que la rééducation vocale a pour but de restaurer.

Les professeurs de chant et les orthophonistes utilisent aussi des feedbacks externes différés : le feedback verbal (commentaires faits par l'accompagnateur après une production vocale), l'imitation, voire la caricature du geste vocal du patient. Miller (2008) souligne que les termes utilisés lors des leçons de chant manquent d'objectivité. L'expression des perceptions subjectives du chant constitue un défi pour le langage (Welch et al., 2005).

Notre travail s'est attaché à étudier les conséquences objectives et subjectives de l'utilisation d'un outil de feedback visuel : le spectrogramme.

2. Spectrogramme

Le spectrogramme permet des feedbacks externes auditif (réécouter sa voix) et visuel, simultanés (en temps réel) ou différés. Selon Verdolini et Krebs (1999), l'analyse spectrale complète le feedback auditif naturel, déformé par la conduction osseuse, et le feedback verbal instable du professeur. L'analyse spectrale est, elle, fiable, reproductible et extrêmement rapide.

Le spectrogramme est représenté sur un graphique temps / fréquences. Selon les logiciels, l'intensité des différentes fréquences est représentée par la couleur du trait ou son degré de noirceur.

Le spectrogramme reproduit de nombreuses caractéristiques du son émis : les phonéticiens l'utilisent pour l'étude de la parole. On peut aussi y reconnaître des paramètres du timbre vocalique (caractéristique d'une voyelle) (Miller, 2008) ou extra-vocalique (brillance, clarté, raucité, souffle,... : McCoy, 2004 ; Welch et al., 2005). Les spectrogrammes à bande étroite permettent de bien visualiser les harmoniques, mais masquent certains phénomènes très courts

dans le temps, tandis que les spectrogrammes à bande large reflètent mieux les formants. Nous avons utilisé le spectrogramme en bande étroite, qui est mieux adapté pour l'étude de la voix.

Dans la littérature, on trouve des classifications et des analyses de spectrogrammes (stabilité des harmoniques, début et fin du son, nuages entre les harmoniques, etc.). L'échelle d'analyse de Yanagihara (1967) classant la raucité vocale en quatre degrés, a été reprise et enrichie par différents auteurs (Remacle, Morsomme, 2009).

Peu d'utilisations du spectrogramme pour la rééducation vocale sont relatées, exception faite du mémoire de Coudière (2003), et du manuel de Vocalab (Menin-Sicard, Sicard, 2006). Le spectrogramme est davantage cité pour l'accompagnement des personnes sourdes ou dysarthriques. C'est dans la pédagogie du chant qu'il recueille le plus d'intérêt (Nair, 1999 ; McCoy, 2004 ; Laukkanen et al., 2004 ; Welch et al., 2005 ; Miller, 2008).

Les avantages les plus souvent cités sont : une meilleure prise de conscience de la part du patient (Howard et al., 2012 ; Coudière, 2003 ; Nair, 1999) grâce à une image concrète des difficultés et des objectifs, qui améliore de ce fait la motivation. La possibilité d'échanger sur un support visuel soutient le feedback verbal du professeur (Welch et al., 2005).

La limite la plus évidente est la difficulté d'interprétation de l'image (Verdolini, Krebs, 1999 ; Miller, Schutte, 1999 ; Hoppe et al., 2006 ; Lamesch, 2012), notamment en ce qui concerne le timbre.

Nous avons relevé différents points ambivalents : pour les auteurs, le feedback doit être immédiat, alors que le spectrogramme est utilisable en temps réel comme en temps différé. De plus, selon les cas, il n'est pas toujours pertinent de faire une analyse fine et objective de la production vocale (Estienne, 1998). Enfin, les auteurs insistent sur la nécessité (et la difficulté) de faire le lien entre ce feedback additionnel visuel et les feedbacks auditifs et proprioceptifs naturels qu'on cherche à restaurer (Miller, Schutte, 1999).

Le thérapeute ou le professeur de chant restent indispensables au processus d'apprentissage ou de rééducation.

----- HYPOTHESES -----

Cette étude a pour but de tester les hypothèses suivantes (Parmentier, 2013a) :

1. Le feedback visuel permet une meilleure prise de conscience des paramètres de la voix (intensité, hauteur, mais surtout attaque, clarté, richesse du timbre et geste vocal).
2. L'auto-contrôle de la voix est amélioré par l'outil spectrogramme.
3. Le spectrogramme modifie l'image de sa propre voix par le patient.
4. L'outil spectrographique a un impact positif sur la relation thérapeutique.

----- METHODOLOGIE -----

La méthodologie pour le recueil des données est décrite sur la figure 1.

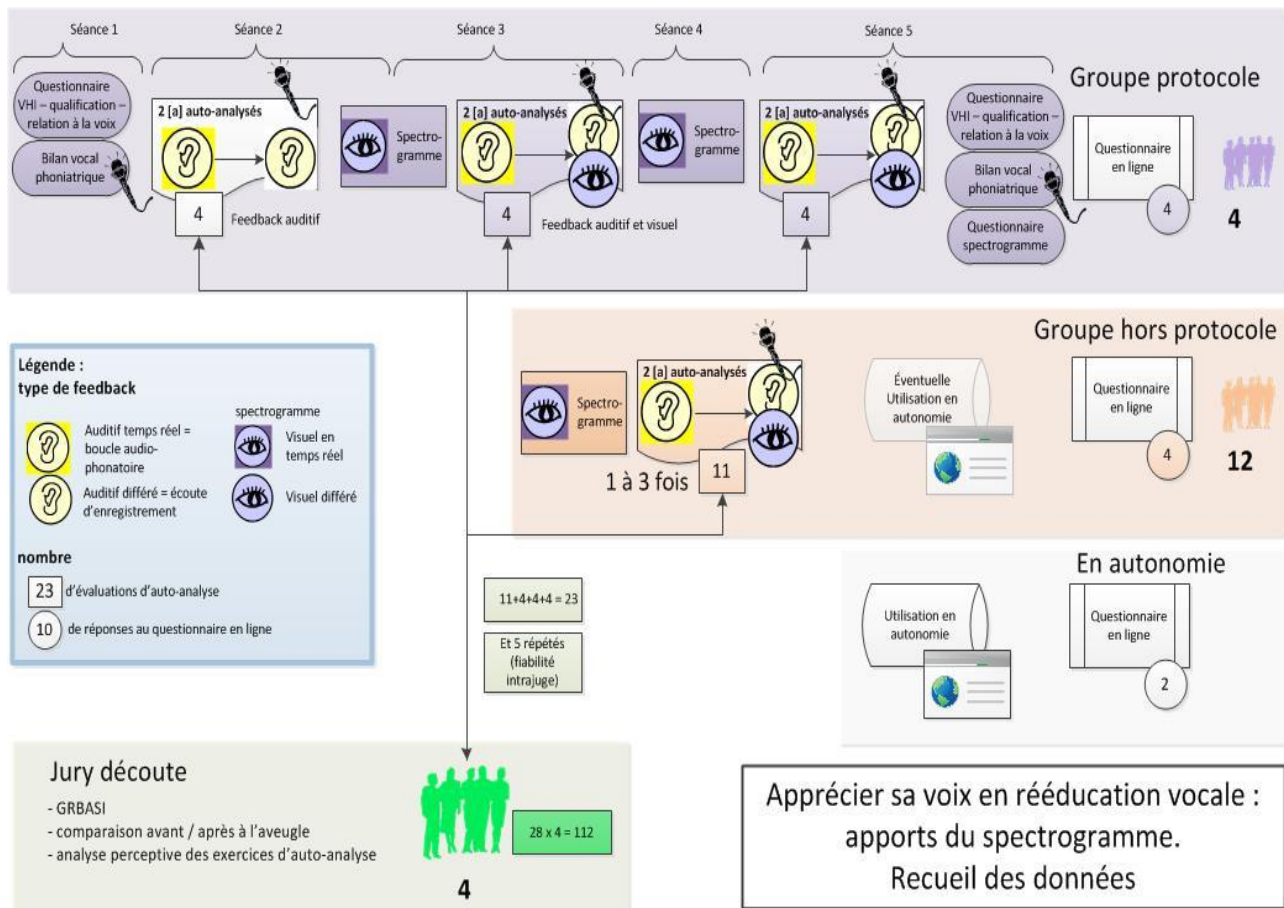


Figure 1. Méthodologie - recueil des données.

Un groupe « patients du protocole » (quatre patientes) a suivi le protocole complet : cinq séances d'une heure, à domicile. Il comprend des questionnaires avant et après trois séances avec spectrogramme, et trois exercices d'auto-évaluation où le patient doit émettre deux sons, puis auto-évaluer sa prestation sur des échelles visuelles analogiques selon les différents paramètres vocaux retenus (intensité, hauteur, attaque, clarté, richesse, geste), avec feedback naturel, puis avec feedback externe, auditif ou visuel et auditif (spectrogramme) suivant les cas.

Un groupe « hors protocole » (douze patients principalement suivis en consultation de phoniatry) a effectué également ces exercices d'auto-évaluation.

Nous avons effectué une étude statistique sur 23 auto-évaluations et 112 évaluations perceptives, par quatre auditeurs d'un jury d'écoute, de ces auto-évaluations.

Les exercices proposés lors des séances avec spectrogramme (tableau 1) ont pour objectif l'amélioration de la voix, mais également la prise de conscience des différents paramètres de la voix et leur visualisation sur le spectrogramme. Nous avons choisi de privilégier les exercices ayant pour matériel des phonèmes tenus (recto tono). En effet, ces exercices sont souvent utilisés en rééducation et ils permettent plus facilement que la parole continue d'apprendre à observer sur le spectrogramme les paramètres étudiés : attaque et timbre.

Catégorie		Matériel	Objectif
Attaque et clarté du timbre	Consonnes voisées + voyelles	[ʃ ɜ], [f v], [s z]	Equilibre des pressions sous- et sus-glottiques Transitions douces vers le voisement
		[ʃ ɜ u], [f v o/y], [s z i]	
		[m n ŋ a]	
	Consonnes non voisées + voyelles	[ʃ ʃ ʃ]	Souffle
		[f s ʃ]	Précision de la consonne
		[fi fa fe fy], [pa pe], [ti te ta]...	Formants voyelliques : précision de la voyelle
		[s] dans la forme du [i], [s] dans la forme du [y]: « s-i, s-u »	
	Attaques	Dure/équilibrée/soufflée	Auto-contrôle de l'accolement des plis vocaux
		Attaques piquées	
	Fry	Fry et voisement alterné	Formants voyelliques : précision de la voyelle
Puff d'air			
Fry sur [a o i], [a o u], [i e a]...			
Richesse harmonique	Sirène	[a] chuchoté / voisé	Formants, formant du chanteur
		Sur une voyelle, sur [ɜ], battement de lèvres ou à la paille	
	Voyelles	Transitions vocaliques	
		Transitions nasales / orales	
Voix chantée	Extrait chanté	Vibrato, serrage, précision des phonèmes...	

Tableau 1. Activités proposées (après introduction et lecture du spectrogramme).

Certains de ces exercices sont cités dans la littérature pour l'intérêt que le spectrogramme leur apporte (Nair, 1999 ; Volin, 1999 ; Miller, Schutte, 1999 ; Howard et al., 2004 ; Heinrich, 2012), d'autres prennent leur source dans la rééducation orthophonique classique. La plupart des exercices se basent sur la voix chantée. Ils sont différenciés suivant les patients et proposés selon les besoins et les découvertes du patient.

Nous avons aussi proposé d'utiliser le spectrogramme en autonomie ; pour cela un tutoriel sur un site internet a été développé (Parmentier, 2013b).

Enfin, chacun a été invité à répondre à un questionnaire en ligne s'intéressant aux liens entre l'image spectrographique et les sensations des patients, aux paramètres vocaux observés, aux gênes que les patients pouvaient ressentir, etc. Nous avons eu 10 réponses, dont 2 de personnes extérieures aux groupes précédents.

Nous avons également demandé au jury d'écoute (constitué de trois orthophonistes et une phoniatre) une cotation du GRBASI pour les quatre patientes du protocole, et une

comparaison avant / après, à l'aveugle, de trois réalisations de ces patientes (voix d'appel, trois attaques, sirène). Les mesures objectives (dB moyen, fréquence fondamentale moyenne, jitter (instabilité à court terme de la f_0 , fréquence fondamentale), shimmer (instabilité à court terme de l'amplitude), HNR (Harmonic to Noise Ratio = rapport entre l'énergie du bruit et l'énergie de l'onde moyennée), et différence d'énergie dans la bande de fréquences 60 Hz - 2000 Hz par rapport à la bande de fréquences 2000 Hz – 5000 Hz) ont été mesurées avec Praat sur chacun des extraits vocaux.

Les ressentis face au spectrogramme ont été recueillis :

- lors de l'utilisation du spectrogramme et des exercices d'auto-évaluation,
- par les commentaires écrits spontanés,
- par l'entretien final pour les patients protocole,
- par le questionnaire en ligne.

----- RESULTATS ET DISCUSSION -----

1. Hypothèse 1 : prise de conscience des paramètres vocaux

L'étude statistique des corrélations (figure 2) entre les différents paramètres vocaux montre que les jugements par les patients de la richesse, du geste, de la clarté et de l'attaque sont décorrélés grâce au spectrogramme : la visualisation du spectrogramme permet de mieux distinguer ces différents paramètres.

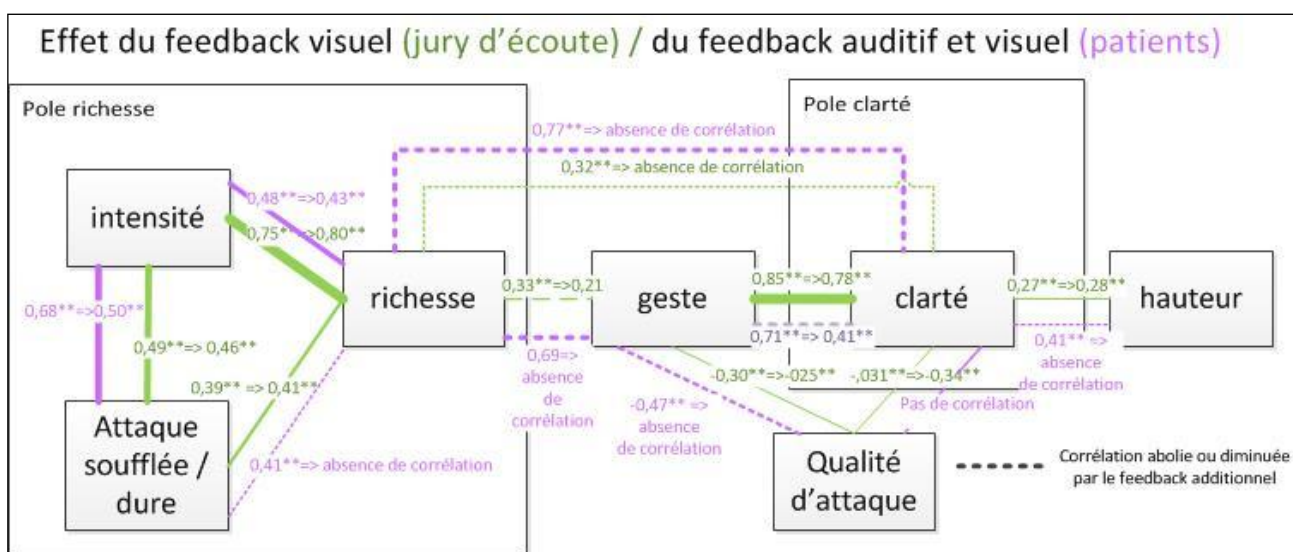


Figure 2. Effet du feedback additionnel sur les corrélations (Pearson) en fonction du groupe. (** : corrélations significatives).

Exemples de lecture du graphique : pour les patients, le feedback interne naturel conduit à une corrélation de 0,71** entre geste et clarté, tandis qu'avec un feedback externe auditif et visuel, cette corrélation diminue à 0,41**. Pour le jury d'écoute, la corrélation de 0,32** entre richesse et clarté avec un feedback auditif seul est abolie avec l'ajout du feedback visuel.

Pour les patients du groupe protocole, la visualisation du spectrogramme amène une meilleure

corrélation (tableau 2) entre paramètres objectifs (mesure du rapport signal sur bruit (HNR) et du singing formant) et leur auto-évaluation (respectivement clarté et richesse du timbre).

	HNR / clarté		Singing formant / richesse	
	Feedback naturel	Feedback externe	Feedback naturel	Feedback externe
Feedback auditif et visuel	0,4603	0,7607 p=0,0006**	0,5151	0,7479 P=0,0009**
Feedback auditif	p=0,0236*	Pas de corrélation	p=0,01**	Pas de corrélation

Tableau 2. Corrélations entre les auto-évaluations de clarté et de richesse et les mesures objectives pour les patientes du protocole.

feedback naturel : évaluation du patient juste après avoir réalisé l'exercice.

feedback externe : évaluation du patient après avoir réentendu (feedback auditif) ou réentendu et visualisé le spectrogramme (feedback auditif et visuel).

A l'exception du geste vocal, la visualisation du spectrogramme rapproche les évaluations des patients de celles du jury d'écoute pour tous les paramètres étudiés (tableau 3).

	Aidant ou gênant		Gratifiant ou dévalorisant	
	Hors protocole	Protocole	Hors protocole	Protocole
Autocontrôle de l'intensité	++	+	--	--
Autocontrôle de la hauteur	++	0	-	0
Caractère (soufflé / dur) de l'attaque	+	(+)		
Qualité de l'attaque	(+)	(+)	++	+
Clarté	0	0	++	-
Richesse	0	0	+	(+)
Geste vocal	-	--	++	0

Tableau 3. Impact du feedback additionnel.

Pour un critère, la visualisation du spectrogramme est aidante (+ ou ++) si l'auto-évaluation du patient se rapproche de celle du jury d'écoute. Elle est gênante (- ou --) si elle s'en éloigne.

La visualisation du spectrogramme est gratifiante (+ ou ++) si le patient juge qu'il a mieux réussi l'exercice lorsqu'il utilise le spectrogramme pour évaluer sa production. Elle est dévalorisante (- ou --) dans le cas contraire.

Les témoignages indiquent une meilleure prise de conscience des éléments de la dysphonie, des attaques (dures notamment : en coup de glotte) et des éléments de la structure de la voix (le timbre vocalique, la qualité du son, le singing formant au travers des harmoniques) grâce au spectrogramme. Exemples : « *je trouve que pour les attaques c'est super clair, pour les gens qui pourraient mal sentir ou mal doser ça se voit* », « *[on a travaillé] la prise de conscience de la qualité du son sur les harmoniques, j'ai vraiment découvert des trucs* ».

Pour certains patients, le lien entre ce qu'ils visualisent sur le spectrogramme et le geste vocal est évident. « *Quand les harmoniques sont apparues, pour moi je sentais que le son était bien accroché [...] ça correspond exactement dans la sensation* ».

Selon les réponses au questionnaire en ligne, le spectrogramme objective les sensations subjectives.

Dans le cadre de notre étude, la visualisation du spectrogramme permet une meilleure prise de conscience des paramètres vocaux (attaque et richesse du timbre notamment).

Discussion de l'hypothèse 1

D'après Hammarberg et Kreiman (cités par Revis, 2004), « *les auditeurs candides tendent à fonder leurs impressions sur la hauteur et la puissance davantage que sur les notions de souffle et de raucité* ». Notre étude permet d'observer que grâce au spectrogramme, les paramètres du timbre sont mieux appréhendés.

Dans l'étude de Eadie et al. (2010), la corrélation entre les deux échelles « sévérité globale » et « effort vocal » est moindre lors des auto-évaluations que lors des évaluations par un jury d'écoute. Les résultats de notre étude sont conformes : geste vocal, clarté et attaque corrélés pour le jury d'écoute, geste vocal dé-corrélé de la clarté et de la richesse pour l'auto-évaluation des patients.

Différents auteurs (Behrman et al., 2004 ; Lee et al., 2005) soulignent que les sensations d'effort vocal et d'inconfort musculaire conduisent les patients à évaluer leur voix différemment des thérapeutes de la voix, qui, eux, ne jugent du comportement vocal qu'à partir de ce qu'ils peuvent entendre et voir. Dans notre étude, le feedback visuel spectrographique semble éloigner l'attention des patients de leur geste vocal et dans le même temps, leur permet d'avoir des évaluations plus proches de celles des auditeurs du jury d'écoute. Dans le cadre d'une thérapie vocale, on pourrait se demander si l'évaluation première des patients, tenant apparemment plus fortement compte de leur geste vocal, n'est pas justement à valoriser, au contraire de l'évaluation perceptive et acoustique externe. Le thérapeute aura à équilibrer le caractère valorisant du feedback visuel et la recherche des sensations proprioceptives et de la conscience du geste vocal. Les indications sont évidemment diverses selon les patients et selon leurs évolutions en rééducation, sur le plan de la qualité subjective, objective, perceptive de leur voix, et sur le plan motivationnel et relationnel.

Les patients, surtout ceux répondant au questionnaire en ligne, pensent que le spectrogramme affine leurs sensations proprioceptives : ceci est infirmé par les résultats de l'analyse des exercices d'auto-évaluation. On peut penser que suivant l'utilisation qui est faite du spectrogramme (en temps réel ou non, et selon les types d'exercices, la durée d'entraînement et d'autonomie par exemple), des réafférences peuvent s'établir, ou non, entre les sensations

proprioceptives et les sensations auditives. Des études complémentaires seraient nécessaires pour analyser ces phénomènes.

2. Hypothèse 2 : auto-contrôle de la voix

L'évaluation perceptive (GRBASI) des patientes du protocole n'a pas évolué ; cependant certaines caractéristiques acoustiques (mesurées par Praat) se sont améliorées (tableau 4).

	Patiente A	Patiente B	Patiente C	Patiente D
Dynamique d'intensité	-	--	--	-
Etendue vocale	++	+	+	++
Jitter	+	+	++	+
Shimmer	0	0	-	-
Rapport signal sur bruit	0	0	+	+
Evaluation du singing formant	-	+	++	+
Rapport des TMP z / s	-	0	-	-
TMP sur [a]	-	-	+	+

Tableau 4. Evolution de l'évaluation objective des patients du groupe protocole.

Le feedback auditif et visuel est souvent ressenti comme un moyen d'affiner les sensations auditives et proprioceptives, qui permettent seulement indirectement d'adapter le geste vocal.

Discussion de l'hypothèse 2

Comme Laukkanen et al. (2004), nous constatons que certains sujets peuvent être plus à l'aise avec le feedback auditif, et que dans ce cas ils auront de moins bons résultats avec un feedback visuel, tandis que certains autres sujets, ne disposant pas d'une perception auditive suffisamment fine, auront au contraire absolument besoin du feedback visuel.

On note également, comme Coudière (2003), que l'utilisation du spectrogramme peut induire des comportements vocaux inadaptés (posture, stress...) du fait du matériel lui-même (gêne due au micro, dysfonctionnements informatiques...) ou de sa mauvaise utilisation (vouloir « faire une belle image »).

Cette deuxième hypothèse nécessiterait des études complémentaires afin de déterminer dans quelles conditions cette aide à la prise de conscience des paramètres de sa voix peut effectivement améliorer son auto-contrôle.

3. Hypothèse 3 : construction d'une image plus positive

Lorsqu'on travaille avec le spectrogramme, si l'interprétation de l'image par le thérapeute est bienveillante, on observe le plus souvent une amélioration de l'image de sa propre voix par le patient. Au fil des séances, nous avons enregistré de nombreuses réactions positives : enthousiasme, satisfaction, prise de conscience, soulagement, plaisir et jeu. Les spectrogrammes induisant des réactions négatives (inquiétude, étonnement, agacement, insatisfaction, déception) sont réinterprétés par le thérapeute pour faire ressortir les caractéristiques positives de la voix du patient ou expliciter le cheminement de la rééducation.

Par exemple il est souvent nécessaire de rappeler que la voyelle /i/ ne peut pas remplir l'image d'harmoniques entre 500 et 1500 Hz.

Les témoignages montrent que la mise à distance du problème de voix est un des aspects les plus bénéfiques de l'outil. De même, pour certains patients, rendre les difficultés concrètes et visibles est une étape paradoxalement rassurante et indispensable. Par exemple, « *le spectrogramme a été pour moi une révélation en ce sens qu'il permet de tracer objectivement les défauts à combattre* ».

L'analyse statistique des auto-évaluations a montré que les patients se jugent meilleurs (pour le timbre, la clarté, le geste vocal) lorsqu'ils voient leur production vocale sur le spectrogramme.

Le résultat le plus spectaculaire réside dans les évolutions des évaluations subjectives des patientes du protocole : en 3 séances, le VHI-10 a diminué de 3,5 points en moyenne (sur 40), et surtout, dans le questionnaire demandant de caractériser dans une liste d'adjectifs sa voix telle qu'elle est et telle qu'on voudrait qu'elle soit, on peut mettre en évidence le choix par les patientes de davantage d'adjectifs positifs et moins de frustration de la voix qu'on voudrait avoir (tableau 5).

	Caractéristique gagnée (donnée à l'évaluation de fin alors qu'elle n'était pas donnée à l'évaluation de début de protocole)	Caractéristique perdue (donnée à l'évaluation de début, mais pas à l'évaluation de fin de protocole)	Caractéristique gagnée par une personne et perdue par une autre
Positive	Energique, ronde, nuancée claire, douée, agréable, ample, riche, émouvante, assurée, sonore, sucrée, chantée, régulière, ferme, forte, spontanée, animée	Gaie , moelleuse, chaude, caressante, attirante, belle, apaisante, douce, éclatante	puissante, musicale, calme
Négative	agitée, effrayante, saccadée, voilée, âpre	Atone, blanche , insipide, angoissée, chuchotée, discordante, étouffée, irrégulière, mielleuse, râpeuse, enrouée, mal posée, serrée, désagréable	tendue
Neutre	métallique	grave, haute, moyenne, mordante, pointue, humble	

Tableau 5. Evolution des caractéristiques citées dans la liste d'adjectifs.

Caractéristique citée par deux, par trois personnes. Pour les caractéristiques gagnées : souhaitée par la personne qui l'a gagnée, par au moins une autre personne.

Discussion de l'hypothèse 3

La possibilité offerte par le spectrogramme de se référer à un modèle visuel positif plutôt qu'à un feedback verbal négatif (Pearson et al., 2011) est un facteur permettant au patient la restauration d'une meilleure image de lui-même.

4. Hypothèse 4 : amélioration de la relation thérapeutique

L'entretien de fin de protocole a permis de mettre en évidence un effet bénéfique de l'utilisation du spectrogramme dans la relation thérapeutique.

Objectiver la présence ou non d'un problème apaise la relation thérapeutique, notamment dans le cas où le patient a une image déformée de sa propre voix. Cette notion d'objectivité peut consolider la relation de confiance avec le thérapeute.

Cet outil d'analyse est particulièrement adapté pour les patients qui sont en attente d'informations objectives sur leur voix. Cependant il peut également être adapté à des patients dont la sensibilité est toute autre : « *Le dessin [donné par le spectrogramme], comme la voix, le chant, utilise certes la technique, mais la dépasse* ».

L'image spectrographique permet d'attirer l'attention sur une partie précise du son. Elle permet au thérapeute de pointer, notamment en différé, ce qui s'améliore et ce qui reste à travailler. Un témoignage écrit d'un patient explicite que l'utilisation du spectrogramme « *met en évidence les explications parfois imagées des professeurs de chant ou orthophonistes, qui peuvent induire en erreur. Sans le spectrogramme, l'élève ou le patient ne peut faire confiance qu'au sens de l'observation (développé ou non) du praticien* ».

L'accompagnement par le thérapeute (interprétation de l'image, objectifs de rééducation, encouragements, idées d'exercices...) est ressentie comme indispensable par les patients, même si le travail en semi-autonomie est possible.

Discussion de l'hypothèse 4

Comme le notent différents auteurs (Coudière, 2003 ; Menin-Sicard, Sicard, 2006), l'introduction d'un outil informatique modifie la position du thérapeute ; dans certains cas cette relation à trois est très bénéfique, le patient n'étant plus directement sous le regard scrutateur du thérapeute. La machine ne juge pas, elle ne fait que restituer. « *Le rééducateur n'est plus celui qui corrige, juge ou évalue les productions, il devient celui qui "aide" l'enfant face à la machine, qui conseille et surveille les manipulations.[...] C'est l'ordinateur qui est investi des éléments de jugement, non plus l'adulte* » (Peloux, 1993).

La relation au patient et l'attention à ses réactions, à son geste vocal, et l'adaptation constante du thérapeute à son patient restent indispensables. L'outil informatique, après un temps de familiarisation, n'empêche pas cette présence au patient. (Welch et al., 2005).

----- LIMITES -----

Nous n'avons pas pu trouver des patients suivis par des orthophonistes pour constituer la population du protocole. Nous avons donc un biais de recrutement important, puisque les 4 patientes du protocole étaient chanteuses avec un handicap vocal discret.

En outre, notre exercice d'auto-évaluation ne sépare pas clairement les apports du feedback visuel de ceux du feedback auditif.

Notre protocole prévoyait un temps de travail avec le spectrogramme guidé par le cheminement du patient et non un protocole d'exercices systématiques, nous n'avons donc pas contrôlé strictement la façon dont le spectrogramme a été utilisé.

Enfin, l'exercice d'auto-évaluation ne s'intéressait qu'à certaines caractéristiques de la voix, sur une voyelle tenue. Il était pourtant déjà bien complexe, posant parfois des soucis de compréhension de consigne.

----- PERSPECTIVES -----

Nous connaissons à ce jour peu d'études s'intéressant à ce sujet, ce qui ouvre les perspectives suivantes :

- Préciser le rôle du feedback en temps réel et différé, notamment ses liens avec le feedback proprioceptif.
- Etudier la faisabilité d'un travail en autonomie, notamment à partir du tutoriel qui a été construit pour cette étude.
- Aménager ce tutoriel pour la formation des orthophonistes qui ne connaissent pas l'outil spectrogramme.
- Etendre cette étude chez des patients présentant d'autres troubles (acouphènes, hyperacousie, maladie d'Alzheimer...)

----- REFERENCES -----

Behrman, A., Sulica, L., He, T. (2004). Factors predicting patient perception of dysphonia caused by benign vocal fold lesions. *Laryngoscope*, 114(10), 1693–1700. DOI:10.1097/00005537-200410000-00004

Coudière, C. (2003). *De l'utilité des logiciels pour la voix en rééducation de dysphonies dysfonctionnelles*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste (non publié). Toulouse : Université Paul Sabatier. Consulté le 10.10.2014 de ccoudiere : <http://ccoudiere.free.fr/memoire/M%E9moire%20complet.pdf>

Deary, I.J., Wilson, J.A., Carding, P. N., Mackenzie, K. (2003). The dysphonic voice heard by me, you and it: differential associations with personality and psychological distress. *Clinical Otolaryngology & Allied Sciences*, 28(4), 374–378. DOI:10.1046/j.1365-2273.2003.00730.x

Eadie, T.L., Kapsner, M., Rosenzweig, J., Waugh, P., Hillel, A., Merati, A. (2010). The role of experience on judgments of dysphonia. *Journal of Voice*, 24(5), 564–573. DOI:10.1016/j.jvoice.2008.12.005

Estienne, F. (1998). *Voix parlée, voix chantée : examen et thérapie*. Paris : Masson.

Fortin, E., Guth, P., Tain, L. (2007). Entre “parler droit” et “sonner juste” : les arrangements entre orthophonistes et patientèle au cours d'une rééducation vocale. In L. Tain (Ed). *Le métier d'orthophoniste : langage, genre et profession* (pp. 235–243). Rennes : Éd. de l'École nationale de la santé publique.

- Giovanni, A., Robieux, C., Santini, L. (2012). Physiologie de la phonation. In R. Garrel, B. Amy de la Bretèque, V. Brun (Ed), *La voix parlée et la voix chantée* (pp. 9-16). Montpellier : Sauramps médical.
- Heinrich, N. (2012). Physiologie de la voix chantée : vibrations laryngées et adaptations phono-résonantielles. In R. Garrel, B. Amy de la Bretèque, V. Brun (Ed), *La voix parlée et la voix chantée* (pp. 17–32). Montpellier : Sauramps médical.
- Hoppe, D., Sadakata, M., Desain, P. (2006). Development of real-time visual feedback assistance in singing training : a review. *Journal of computer assisted learning*, 22(4), 308–316. DOI:10.1111/j.1365-2729.2006.00178.x
- Howard, D.M., Welch, G.F., Brereton, J., Himonides, E., DeCosta, M., Williams, J., Howard, A.W. (2004). WinSingad : a real-time display for the singing studio. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 29(3), 135–144. Consulté le 10.10.2014 de International Music Education Research Centre (iMerc.org): <http://www.imerc.org/papers/voxed/lpv04.pdf>
- Howard, D.M., Abberton, E., Fourcin, A. (2012). Disordered voice measurement and auditory analysis. *Speech Communication*, 54(5), 611–621. DOI:10.1016/j.specom.2011.03.008
- Lamesch, S. (2012). Les ressources du numérique dans l'enseignement du chant. *Journal de l'AFPC*, 19, 61–65.
- Laukkanen, A.M., Syrjä, T., Laitala, M., Leino, T. (2004). Effects of two-month vocal exercising with and without spectral biofeedback on student actors' speaking voice. *Logopedics, phoniatics, vocology*, 29(2), 66–76. DOI:10.1080/14015430410034479
- Lee, M., Drinnan, M., Carding, P. (2005). The reliability and validity of patient self-rating of their own voice quality. *Clinical Otolaryngology*, 30(4), 357–361. DOI:10.1111/j.1365-2273.2005.01022.x
- McCoy, S.J. (2004). *Your voice, an inside view : multimedia voice science and pedagogy*. Princeton, NJ: Inside View Press.
- Menin-Sicard, A., Sicard, É. (2006). *Vocalab : aide à l'évaluation et à la rééducation de la voix et de la parole : de la théorie à la pratique*. Isbergues : Ortho édition
- Miller, D.G. (2008). *Resonance in singing : voice building through acoustic feedback*. Princeton, NJ: Inside View Press.
- Miller, D.G., Schutte, H.K. (1999). The use of spectrum analysis in the voice studio. In G. Nair (Ed). *Voice-tradition and technology : a state-of-the-art studio* (pp. 189–210). San Diego, CA: Singular Publishing.
- Nair, G. (1999). *Voice-tradition and technology : a state-of-the-art studio*. San Diego, CA : Singular Publishing.
- Parmentier, F. (2013a). *Apprécier sa voix en rééducation vocale : apports du spectrogramme. Etude de cas*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste (non publié). Paris : Université Pierre et Marie Curie. Consulté le 10.10.2014 de dumas : <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00873952/document>

Parmentier, F. (2013b). Consulté le 10.10.2014 de florencia.parmentier.free.fr/acoustique/spectrogramme/

Pearson, P., Pickering, L., Da Silva, R. (2011). The impact of computer assisted pronunciation training on the improvement of Vietnamese learner production of English syllable margins. In J. Levis, K. LeVelle (Eds), *Proceedings of the 2nd pronunciation in second language learning and teaching conference* (pp. 169–180). Ames, IA: Iowa State University,

Peloux, V. (1993). *Outil informatique et rééducation : intérêt de Speech Viewer*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste (non publié). Montpellier : Université de Montpellier I.

Remacle, M., Morsomme, D. (2009). Evaluation objective de la voix. In M. Remacle, P. Dulquerov (Eds), *Précis d'audiophonologie et de déglutition. Tome II, Les voies aéro-digestives supérieures* (pp. 121–134). Marseille : Solal.

Revis, J. (2004). L'analyse perceptive des dysphonies. In A. Giovanni (Ed), *Le bilan d'une dysphonie : état actuel et perspectives* (pp. 67-104). Marseille : Solal.

Siupsinskiene, N., Razbadauskas, A., Dubosas, L. (2011). Psychological distress in patients with benign voice disorders. *Folia phoniatica et logopaedica*, 63(6), 281–288. DOI:10.1159/000324641

Verdolini, K., Krebs, D.E. (1999). Some considerations on the science of special challenges in voice training. In G. Nair (Ed). *Voice-tradition and technology : a state-of-the-art studio* (pp. 227–239). San Diego, CA: Singular Publishing.

Volin, R.A. (1999). Applying gram to common speech pathology and voice therapy techniques. In G. Nair (Ed). *Voice-tradition and technology : a state-of-the-art studio* (pp. 241–258). San Diego, CA: Singular Publishing.

Welch, G.F., Howard, D.M., Himonides, E., Brereton, J. (2005). Real-time feedback in the singing studio: an innovatory action-research project using new voice technology. *Music Education Research*, 7(2), 225–249. Consulté le 10.10.2014 de International Music Education Research Centre (iMerc.org): <http://www.imerc.org/papers/voxed/mer05.pdf>

Yanagihara, N. (1967). Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 10(3), 531–541.

