

Analyse acoustique des paroles pathologiques

Kamel FERRAT

C.R.S.T.D.L.A

kamelferrat@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a pour objectif d'apporter une contribution dans le domaine de la pathologie de la parole, en offrant un support technique à la rééducation des patients: l'analyse acoustique. Aussi, elle devrait aider à développer des bases de données acoustico-physiologiques de voix et paroles pathologiques, car il y a un déficit flagrant dans le domaine en Algérie.

En analyse acoustique, des enregistrements de paroles pathologiques sont réalisés puis comparés à des enregistrements de paroles de locuteurs normaux. Plusieurs indices acoustiques sont ensuite estimés pour caractériser la parole produite par les patients présentant des troubles de la parole. En plus des paramètres acoustiques classiques tels que l'évolution de la fréquence fondamentale, le suivi des formants, la durée de prononciation et l'intensité, d'autres indices sont également pris en compte car ils permettent une meilleure appréciation du degré de perturbation de la parole pathologique. Parmi ces indices acoustiques, nous avons: Le Jitter (mesure du degré de perturbation de la fréquence fondamentale), le Shimmer (mesure du degré de perturbation de l'amplitude) et le HNR (mesure du rapport harmoniques/bruit pour estimer le degré d'altération de la qualité de la voix).

De façon générale, l'objectif de cette présentation est de montrer que l'analyse acoustique pourra appuyer la rééducation d'un patient et évaluer, de façon objective, l'évolution de cette rééducation au cours du temps. L'analyse acoustique ne pourra remplacer la voie classique de rééducation, mise en place par l'orthophoniste au milieu hospitalier, mais elle pourra l'aider dans l'amélioration de sa technique de rééducation et surtout l'évaluation périodique de l'amélioration de la qualité de la voix et de la parole obtenues après une période de rééducation. De même, elle renforce et appuie le message auditif et rend objectif ce qui pourra échapper à l'oreille de l'orthophoniste rééducateur. Il reste que le travail que nous avons mené sur le terrain, montre un manque flagrant de coopération entre l'orthophoniste praticien en milieu hospitalier, l'ingénieur ou chercheur phonéticien ou acousticien au laboratoire de recherche et enfin l'orthophoniste enseignant au milieu universitaire.

Mots clés : analyse acoustique, parole pathologique, voix, pathologie, Jitter, Shimmer, Pitch, HNR, formants.

1. Introduction

L'objet d'étude de la phonétique acoustique est l'onde sonore et l'extraction de ses caractéristiques physiques (hauteur, intensité,..) en faisant abstraction des traits physiologiques et de la description des organes de l'appareil phonatoire, intervenant dans la production du son (relevant de la phonétique articulatoire), ainsi que la description des organes de l'appareil auditif ou de l'oreille et leurs rôles dans la perception des sons (relevant de la phonétique auditive).

Dans le domaine de la Pathologie de la Parole (PP), l'analyse acoustique présente plusieurs avantages, tels que la caractérisation des troubles de la voix par des données concrètes, et le développement de méthodes d'évaluation objectives et fiables permettant de mesurer et comparer les performances des différentes techniques de rééducation développées, à partir d'un ensemble d'indices acoustiques représentatifs du signal de parole.

Aujourd'hui, il est admis que les orthophonistes ressentent de plus en plus l'utilité de visualiser la parole afin de corréler une analyse auditive souvent subjective avec des données concrètes et objectives. Cette utilité est accentuée par l'évolution des nouvelles technologies informatiques et la présence croissant d'un nombre important de logiciels d'analyse de la parole sur internet. Les logiciels d'analyse de la parole offrent aujourd'hui des outils d'extraction de paramètres acoustiques pertinents qui permettent de nous renseigner, de façon assez précise, sur la nature et le degré du trouble de la parole. Il reste néanmoins beaucoup de controverses au sujet de l'estimation du seuil normal/pathologique et de l'appréciation globale de la qualité de la voix :

- A quel niveau d'altération pourrions-nous parler de voix ou parole pathologique ?
- L'analyse devra-t-elle se réaliser sur des voyelles soutenues ou au contraire sur une parole continue ?
- Sur quels indices acoustiques se fonder pour identifier, de façon précise, une voix et une parole normale par rapport à une parole pathologique ?
- Comment développer des bases de données représentatives et équilibrées pour les paroles normales et pathologiques ? En d'autres termes, comment choisir des corpus d'enregistrements qui nous permettent de nous renseigner qualitativement et quantitativement sur les voix et paroles pathologiques à analyser ?

2. Le choix d'une telle présentation

Cette étude a pour origine une expérience vécue entre le Centre de Recherche CRSTDLA, mon organisme employeur, et l'Université d'Alger². Au CRSTDLA, mon travail de recherche porte sur le traitement automatique de la parole, plus précisément, la synthèse et la reconnaissance vocales appliquées à l'Arabe Standard. Nous exploitons des outils d'analyse, notamment le sonagraphe, pour extraire les paramètres acoustiques des consonnes et voyelles de l'Arabe nécessaires à l'élaboration de nos systèmes de synthèse et de reconnaissance.

Avec l'ère de l'informatique et la disponibilité de l'Internet à la portée de tous, des étudiants en orthophonie, en phase finale de soutenance, viennent au laboratoire du traitement automatique de la parole du CRSTDLA, pour demander la possibilité d'appuyer leurs études par des analyses techniques, à partir de logiciels et appareils spécialisés. En présentant quelques outils existants sur Internet, j'ai noté une déconnection presque totale des étudiants et un déphasage perceptible avec l'analyse acoustique de la parole, et notamment les outils d'analyse, pourtant très répandus sur Internet et facilement téléchargeables.

Ayant eu l'opportunité ensuite, d'enseigner le module de phonétique acoustique à l'université d'Alger², je me rends compte que ces étudiants ne pourront jamais exploiter ces outils d'analyse, du moins durant leur cursus universitaires car leurs propres enseignants exploitent peu ou rarement ces outils dans le cadre de leurs travaux de recherche et encore moins pour appuyer leurs cours pédagogiques. Le module de phonétique acoustique est quasiment négligé, notamment dans le nouveau système LMD. Ces étudiants en majorité de formation littéraire ne maîtrisent pas les notions de physique ou d'acoustique. L'idée m'est donc venue d'exposer mon expérience de chercheur en traitement automatique de la parole dans cette conférence, afin d'apporter quelques éclaircissements que je juge utiles pour montrer l'importance de l'exploitation des outils d'analyse en orthophonie et de façon générale dans l'apprentissage des langues.

3. Etat de l'art

L'un des premiers à mettre en valeur l'importance de la phonétique acoustique est l'abbé Jean Pierre Rousselot, dans son ouvrage «Principes de Phonétique

Expérimentale», dont deux volumes sont respectivement publiés en 1897 et en 1901 [1]. Dans le volume I, l'abbé Rousselot présenta tout un chapitre sur les éléments acoustiques de la parole [2]. Ses Travaux donneront une nouvelle dimension à la phonétique expérimentale, comme science d'observation et d'expérimentation, débouchant naturellement sur des applications pédagogiques et thérapeutiques, telles que l'enseignement des langues, la correction des erreurs de prononciation et la rééducation des sourds, etc. Ainsi, en 1902, l'Abbé Rousselot imagina la possibilité d'une parole synthétique, en publiant « la parole avec un larynx artificiel » [3]. Une année après, en 1903, il publia un article portant sur « l'éducation de l'oreille et la surdité » [4].

En suède, les travaux de Gunnar Fant ont contribué énormément à la mise en place de systèmes de synthèse de la parole, dès le début des années soixante. G. Fant s'est spécialisé dans la mise au point des paramètres acoustiques d'analyse de la voix humaine, notamment les formants [5]. Il a pris l'initiative de créer un département de communication vocale à l'Institut royal de technologie de Stockholm KTH, inhabituel à l'époque. Les travaux de G. Fant ont conduit à la naissance d'une nouvelle ère de la synthèse de la parole avec l'introduction de synthétiseurs formants assez puissants et configurables.

En France, l'analyse acoustique a connu une progression remarquable grâce aux travaux de Fourier (1768-1830). Ses derniers ont jeté les bases de beaucoup de disciplines actuelles dans le monde, tels que le traitement numérique du signal, l'analyse harmonique en mathématiques, les ondelettes, etc. Aujourd'hui, un des outils les plus importants en phonétique acoustique, le Sonagraphe, a également pour principes de bases la Transformée de Fourier. D'autres outils en analyse spectrale ont également pour base les travaux de Fourier.

Aux Etats-Unis, des chercheurs tels que, Alexander Graham Bell (ingénieur dont les recherches sur l'audition et la parole l'ont conduit à construire des appareils auditifs pour malentendants), Edward Scripture (psychologue, physicien et scientifique de la parole, ayant reçu, dès 1902, la première subvention pour la psychologie expérimentale de l'Institution Carnegie pour étudier les sons de la parole humaine ayant aboutit à des recherches pertinentes sur la rééducation du bégaiement), Carl Seashore (psychologue et musicologue qui mena beaucoup de travaux sur l'audiologie, la psychologie de la musique, la psychologie de la parole et le bégaiement) sont considérés comme les pionniers dans la recherche en phonétique

clinique. Ces chercheurs appartenaient à l'association dénommée « American Speech, Hearing and Language Association » (ASHA), qui a vu le jour en 1925. Cette association a contribué à un fort développement des technologies informatiques et des systèmes d'acquisition acoustique au service de la phonétique clinique. Enfin, Harvey Fletcher, physicien, spécialiste de la théorie de la perception de la parole et inventeur de l'audioprothèse et du sonomètre, a mené des travaux importants et des publications sur la phonétique acoustique. Il fut le premier à démontrer que les éléments de la parole se répartissent habituellement sur une large plage de fréquence, imaginant ainsi un indice permettant de quantifier la perte d'audition. Il dirigea pendant une trentaine d'années à partir de la fin des années 20, une unité de recherche sur la parole aux Laboratoires Bell.

Le premier numéro d'un journal scientifique dédié à la phonétique clinique, "Journal of Speech Hearing Disorders", a été lancé en 1936 à l'université d'Ohio (USA). En 1991, ce journal a fusionné avec le "Journal of Speech Hearing Research (JSHR)" lancé en 1958, et devient "Journal of Speech, Language and Hearing Research (JSLHR)". Depuis, d'autres journaux sont publiés, comme "The Journal of Communication Disorders", "Journal of the Acoustical Society of America JASA", "American Journal of Speech-Language Pathology", "The Journal of Fluency Disorders", etc.

Aux USA et en Europe, le développement de la phonétique clinique a pu se développer grâce aux liens qui se sont établis entre, d'une part, les spécialités médicales comme l'ORL et la neurologie, et d'autre part, les grands laboratoires de phonétique et de traitement automatique de la parole et le monde de l'ingénierie et de l'industrie.

En Algérie, nous sommes encore très loin de cette échange interdisciplinaire, de cette coopération entre les milieux hospitalo-universitaires et les centres de recherches. Pour faire des enregistrements ou simplement discuter avec les patients, c'est à un parcours de combattant que sont confrontés les étudiants et chercheurs dans le domaine de l'analyse acoustique des paroles pathologiques [6]. Nous tenons comme même à relever les mérites du Professeur A. Hadj Salah, qui avait dès les années quatre vingt créé l'Institut de Linguistique et de Phonétique ILP d'Alger, favorisant la recherche pluridisciplinaire dans les domaines des sciences du langage. Un laboratoire de phonétique et traitement automatique de la parole a vu le jour en 1992, au sein du CRSTDLA, successeur de l'ILP.

4. Analyse acoustique de la Parole Pathologique (PP)

L'analyse acoustique de la parole est un domaine très important de la phonétique. Sa fonction essentielle est de trouver puis d'extraire les paramètres acoustiques qui reflètent le mieux les différents processus physiologiques ou articulatoires qui rentrent dans la production d'un son quelconque de parole. Ainsi, les paramètres acoustiques permettent de traiter, mesurer et analyser les différents phénomènes physiologiques entrant dans la production d'un acte de parole, depuis l'émission d'air par les poumons jusqu'à la sortie du son émis à l'extérieur de l'appareil phonatoire (Figure 1).

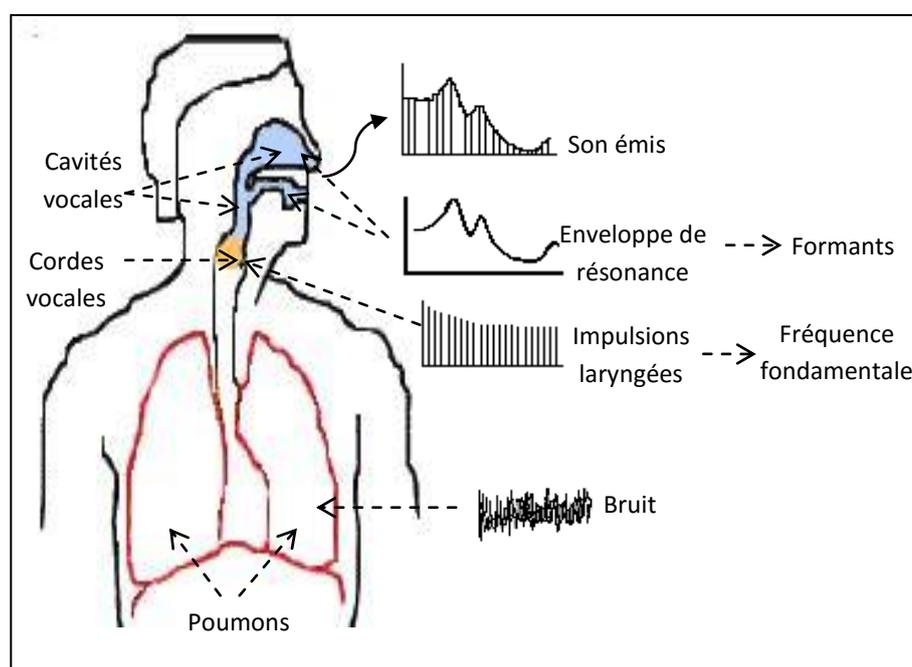


Figure 1. Différents processus physico-acoustiques de production d'un acte de parole.

Dans le domaine de la PP, l'analyse acoustique propose à l'orthophoniste plusieurs paramètres permettant d'évaluer instrumentalement et expérimentalement l'altération de la voix et de la parole, de façon fiable, à partir de données concrètes sur les caractéristiques de la parole: hauteur, intensité, durée, timbre, ...

La recherche de techniques objectives d'analyse de la PP est certes difficile. En premier lieu parce que c'est toujours par notre oreille que nous entendons naturellement et analysons la production vocale. L'analyse perceptive reste donc la référence, bien qu'elle soit subjective. Aujourd'hui avec le développement d'outils et de logiciels informatiques assez performants, l'analyse acoustique tente d'apporter

cette objectivité qui a toujours fait défaut dans la caractérisation de la voix et de la parole humaines. Ceci est d'autant plus important car cette analyse nous offre des données concrètes qui nous permettent:

- De mettre en évidence de petites différences ou perturbations légères de la voix ou de la parole ;
- d'estimer le degré d'une éventuelle détérioration par rapport à la norme ;
- d'apporter ainsi les solutions nécessaires pour y remédier, et de contribuer au développement de techniques de rééducation appropriées.

Comme outils d'analyse de la parole, nous pouvons spécifier le plus important d'entre eux, à savoir le sonographe (Figure 2). Ce dernier représente l'instrument le plus utilisé pour l'extraction des paramètres acoustiques de la parole. Il permet de relever l'ensemble des valeurs acoustiques du signal de parole et de visualiser les courbes respectives sur une même fenêtre.



Figure 2. Image du sonographe CSL 3700, Kay Elemetrics.

Le premier sonographe a été mis au point vers les années quarante, aux Bells Labs. Cet outil a connu ensuite une grande évolution telle qu'il nous permet d'avoir aujourd'hui pratiquement la majorité des paramètres acoustiques, à savoir, la valeur des formants, les transitions formantiques, la représentation temporelle du signal parole, l'étude du spectre du signal, le taux de passage par zéro.... Il nous permet également d'étudier le timbre de la parole, dépendant de la position, dans l'échelle des fréquences, des formants liés aux résonances du conduit vocal.

Actuellement, il y a un développement croissant de logiciels d'analyse de la parole assez puissants et utilisant le principe du sonographe et que l'on retrouve sur le

marché (Kay Elemetrics) et aussi des logiciels intéressants mais moins puissants pouvant être téléchargés sur le Web (Praat, Vocalab, WinSnoori, Dr. Speech, Speech Analyzer, WinPitch, ...). Sur le plan de l'analyse acoustique de la parole pathologique, le logiciel Praat est l'un des plus importants logiciels téléchargeables gratuitement sur internet [7]. Il offre des données concrètes nous permettant de mesurer le degré de perturbation de la parole (Jitter, Shimmer, HNR, ...).

5. Paramètres acoustiques de la PP

Une Parole Normale (PN) est analysée essentiellement par l'observation des paramètres principaux: La fréquence fondamentale F_0 qui permet de mesurer les vibrations des cordes vocales; les formants qui permettent d'étudier les effets que subissent les sons de parole lors de leurs passages à travers les cavités vocales; la durée des sons pour étudier le débit d'air et la fluidité de la parole et l'intensité qui permet de distinguer un son fort d'un son faible.

Cependant, l'analyse d'une Parole Pathologique (PP) fait appel, en addition, à d'autres paramètres aussi importants tels que le Jitter et le Shimmer, qui sont très exploités pour la caractérisation de la qualité de la PP [8-11]. Ces deux paramètres sont habituellement mesurés sur les voyelles soutenues, et leurs valeurs au-dessus d'un certain seuil sont considérées comme étant liées à des PP. Le Jitter correspond au degré de perturbation de la fréquence fondamentale (F_0), donc aux troubles de vibrations des cordes vocales de l'appareil phonatoire; le Shimmer correspond au degré de perturbation de l'intensité, donc aux passages brusques et anormales d'une voix forte à une voix faible lors d'un acte de parole et vice-versa.

Notant tout de même qu'il est difficile de mesurer les seuils de normalité, tant la variabilité interlocuteur est grande. Nous nous comptons donc des seuils choisis par le concepteur du logiciel (Praat, dans le cas de nos études). Ainsi, le Jitter augmente en cas de pathologie vocale, et une valeur supérieure à 1.04 % correspond à une parole pathologique [12]. Le Shimmer augmente également en cas de pathologie vocale, et une valeur supérieure à 3.81% correspond à une parole pathologique. En décibel, ce seuil correspond à 0.35 dB [12]. D'autres paramètres sont également exploités en parole pathologique, tels que le pourcentage de trames non voisées à l'intérieur du signal de parole ou Degree of Unvoiced Frames (DUF), le rapport Harmoniques/bruit

HNR (Harmonics to Noise Ratio) qui permet d'évaluer l'influence du bruit sur les harmoniques du signal, donc d'évaluer le timbre de la parole, c'est-à-dire sa qualité.

En pathologie vocale, nous nous intéressons également au Temps Maximum de Phonation (TMP) qui représente la mesure du temps maximal d'émission vocale sur un [a] tenu, à une hauteur et une intensité confortables. En d'autres termes, il s'agit de la tenue d'un son le plus longtemps possible, après une inspiration maximale. La longueur du TMP dépend à la fois de la capacité pulmonaire et de la qualité d'accolement des cordes vocales. C'est un bon indicateur du rendement de la source vocale, car plus la fuite glottique est conséquente et plus le TMP est court. Dans un cas normal, la durée moyenne d'un [a] tenu varie entre 15 et 25 secondes.

6. Exemples d'application à l'évaluation des PP

6.1. Laryngectomie Totale (LT)

Par LT, nous entendons l'ablation totale de la glotte, et donc des cordes vocales, après un cancer du larynx. Une étude que nous avons menée dans le cadre de la prise en charge des patients laryngectomisés algériens [13] montre une confusion perceptible des consonnes postérieures de l'arabe (pharyngales [ɛ] (ع) / [H] (ح) et uvulaires [ʁ] (ع) / [χ] (خ)) contrairement aux consonnes antérieures (vélares [g] / [k] et dentales [d] / [t]).

L'analyse acoustique nous montre une absence totale de voisement avant rééducation (les voyelles sont prononcées comme bruits) et une présence d'un pseudo voisement après une période de 11 mois de rééducation. Les valeurs des paramètres acoustiques étudiés nous montrent principalement une voix accompagnée d'un bruit assez important, une faible capacité de voisement et surtout une énergie moins importante comparées à l'état normal.

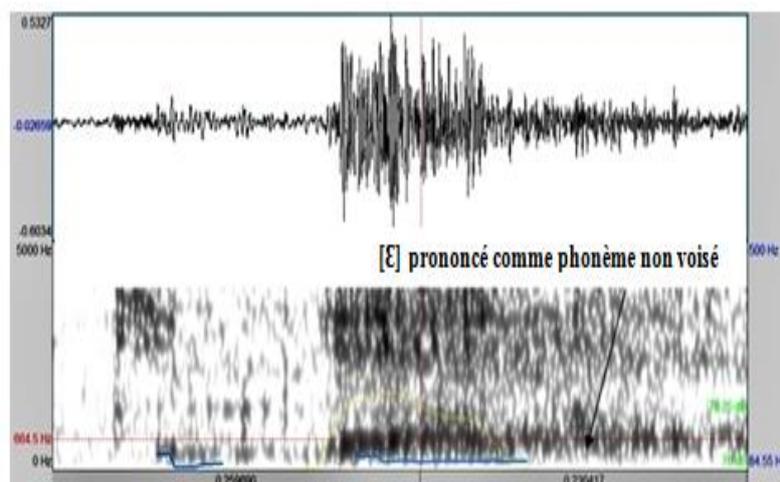


Figure 3. Prononciation du [ɛ] dans le mot [tbiɛ] (Elle vend)

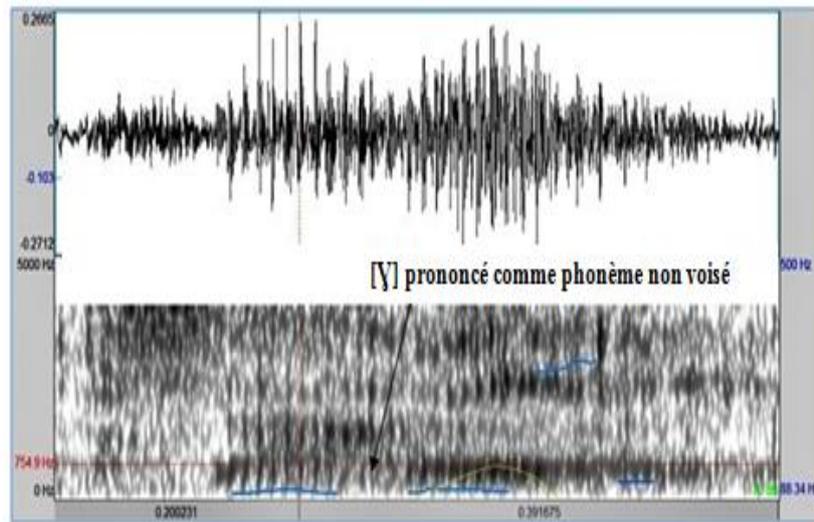


Figure 4. Prononciation du [ʏ] dans le mot [saʏiR] (Petit).

6.2. Maladie de Parkinson (MP)

La MP est une maladie neurodégénérative (MND) chronique et progressive du système nerveux central. Il en résulte de cette dégénérescence de neurones, un ensemble de troubles de motricité tels que des tremblements au repos, une rigidité, une lenteur des mouvements, qui se traduisent par des troubles de la voix et de la parole (figure 5).

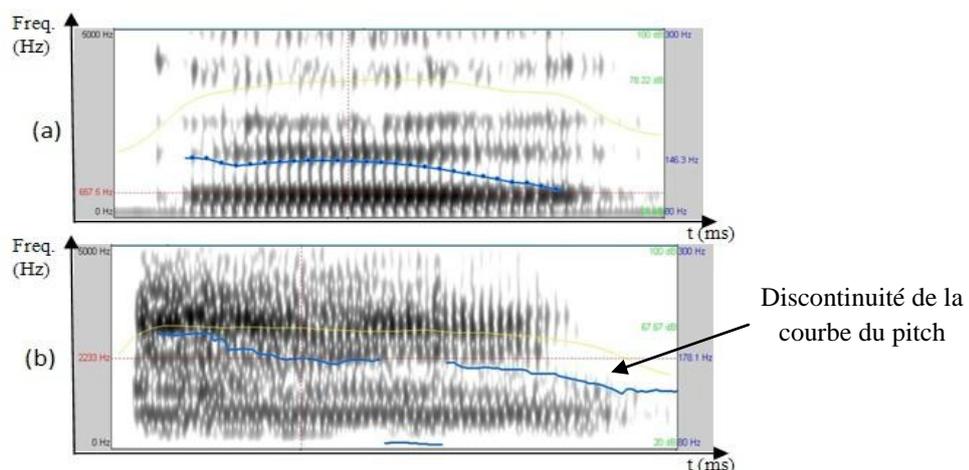


Figure 5. La voyelle [a] en voix normale (a) et en voix parkinsonienne (b).

L'analyse acoustique que nous avons menée sur un corpus de sons prononcés par des patients parkinsoniens, nous montrent que ces derniers présentent des troubles de la voix et de la parole assez importants [14]. Nous avons relevé, entre autres, une

confusion entre les sons, une élision de sons de parole lors du discours, une voix bruitée, faible et monotone, des valeurs de formants assez perturbées et donc un timbre sombre et voilé. Le seul patient ayant bénéficié d'une prise en charge présente moins de perturbation des paramètres acoustiques de la parole. Très peu de confusions entre les sons, timbre moins voilé et voix à intensité proche de la normale. Les résultats sont certes insuffisants comparés au cas normal, mais il y a une amélioration de la prosodie et de l'intelligibilité de la parole comparées à celles de les autres qui n'ont pas bénéficié d'une prise en charge orthophonique. Ceci montre l'importance de la prise en charge orthophonique des patients parkinsoniens. Une prise en charge qui fait défaut dans les hôpitaux algériens du fait que dans la majorité des cas, seule une prise en charge neurologique est assurée par des médecins neurologues.

7. Surdité de l'enfant en milieu scolaire

Suivant une étude menée à travers une  cole à la périphérie d'Alger, des élèves présentant une surdité moyenne et portant des prothèses auditives sont évalués au moyen d'un ensemble de tests de lecture et d'écriture, appuyés par une analyse sonographique (permettant l'extraction des paramètres acoustiques des sons). Il a été montré que beaucoup d'erreurs de perception, dues en majorité à leur handicap, empêchent la majorité de ces élèves à avoir une formation scolaire normale. Pour apprendre à écrire, nous pensons souvent que la vue est primordiale, puisqu'elle sert à répéter les lettres. Or, les recherches actuelles montrent que l'ouïe joue un rôle au moins aussi important. C'est elle qui permet d'entendre et de comprendre le son à transcrire. Et justement, beaucoup de ces élèves subissent des échecs scolaires car leur handicap est souvent, pour ne pas dire tout le temps, ignoré.

Nous avons noté que la majorité des consonnes non prononcées sont les consonnes arrières (postérieures) alors que la majorité des consonnes ajoutées à la prononciation des mots sont les consonnes avants (antérieures). Ceci est compréhensible car les consonnes avants sont plus faciles à assimiler vu que leurs lieux d'articulations sont visibles contrairement aux consonnes arrières dont le lieu d'articulation n'est pas visible à l' il et dépendent donc de l'ouïe de l'individu.

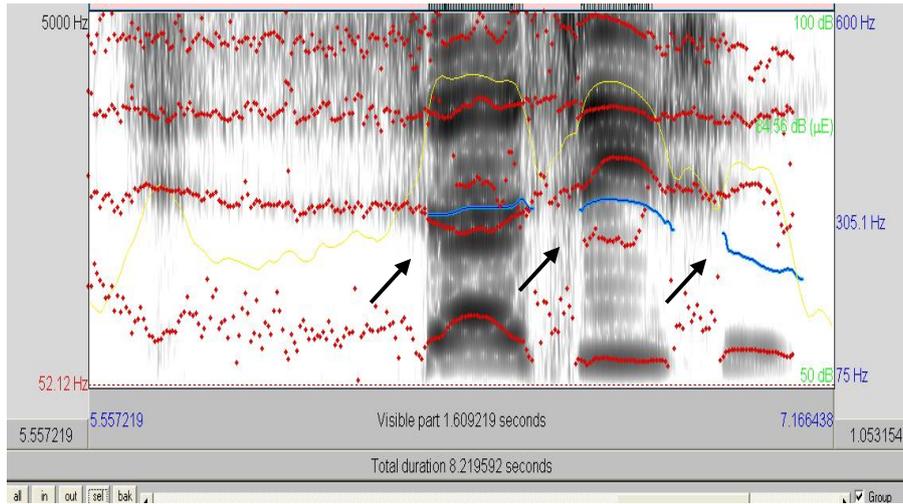


Figure 6. Représentation sonographique de la parole de l'enfant à surdité moyenne

Syllabes [za zu zi] > [sa su si]

Prononciation de la consonne sourde [s] à la place de la consonne voisée [z]

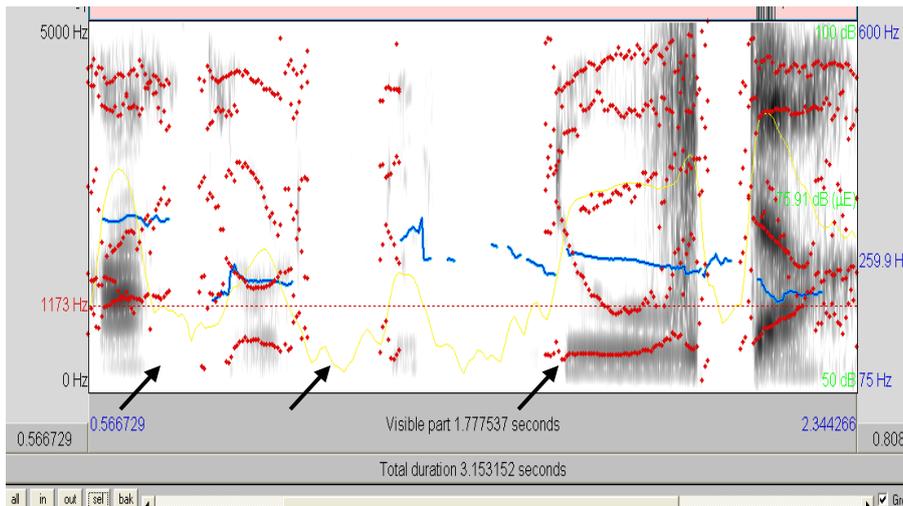


Figure 7. Représentation sonographique de la parole de l'enfant à surdité moyenne

[qafazat] > [qaşurtu]

Non prononciation du [f] et [z], ajout du [ş] emphatique
et prononciation du [d] à la place du [h]

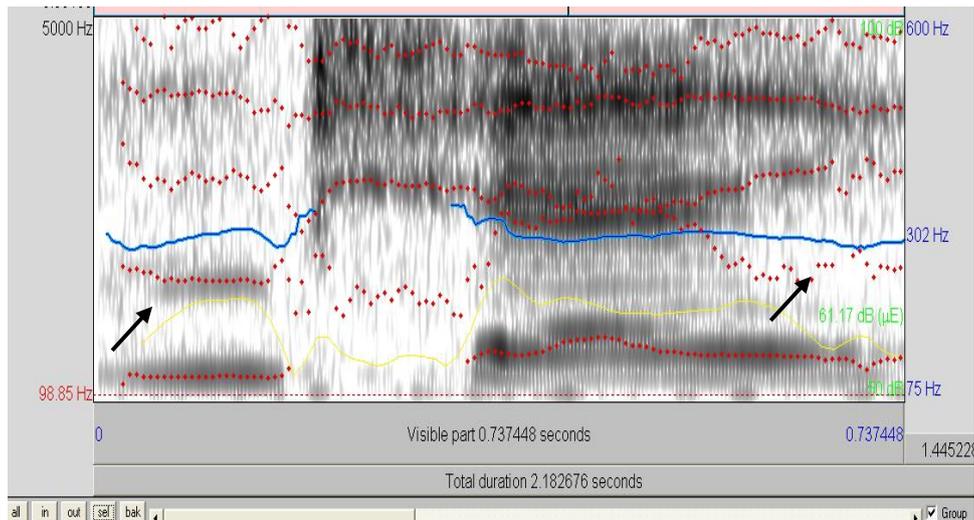


Figure 8. Représentation sonographique de la parole de l'enfant à surdité moyenne

[māšiyun] > [mašīy]

Déformation du mot, absence de la voyelle longue [ā] et du "tanwin" à la fin du mot.

Une autre étude a porté sur l'influence de la surdité légère sur le cursus scolaire de l'enfant [15]. L'un des principaux objectifs de cette étude est de montrer que la surdité légère d'enfants scolarisés passe souvent inaperçue alors qu'elle a des répercussions pouvant être irrémédiables sur la scolarité de l'enfant, à savoir l'échec scolaire et l'exclusion. Pour cela, cette étude vise également à sensibiliser le personnel scolaire à la prise en charge de ce type de handicap, souvent ignoré à l'école et par les parents, en intégrant dans le cursus scolaire des tests obligatoires d'évaluation de la surdité.

Cette étude a montré un trouble dans la perception des sons fricatifs sourds. Les élèves perdent l'intelligibilité de la parole prononcée par l'enseignant et perdent ainsi leur attention. Pourtant de simples mesures préventives peuvent remédier à ces échecs scolaires. Le dépistage précoce de la présence d'une surdité légère dès le préscolaire, un enseignant devant nécessairement parler à voix haute et enfin les enfants à surdité légère devront être placés dans les premières tables.

8. Conclusion

Les recherches en PP ont pour objectif essentiel la conduite de diagnostics automatiques permettant de caractériser de façon fiable les anomalies vocales. Ceci est assez complexe car une bonne rééducation des patients atteints de troubles de la

voix et de la parole nécessite une connaissance précise de l'origine de ces troubles pour pouvoir y remédier en adaptant une technique de rééducation appropriée. A cet effet, l'exploration des voix et paroles pathologiques est un objectif de recherche clinique d'une importance particulière, car elle permet la mise en place de procédures et techniques d'évaluation physico-acoustiques des caractéristiques de la voix et de la parole afin de déterminer de façon objective leur écart par rapport aux valeurs normales.

Aujourd'hui, à l'ère de l'informatique et des nouvelles technologies de l'information, il est plus que primordial de donner une importance à l'apprentissage par l'étudiant des outils d'analyse en traitement de la parole. Lui permettre de manipuler aisément les paramètres acoustico-articulatoires caractéristiques des phonèmes de la langue. Ceci est réalisable grâce à la présence croissante de logiciels d'analyse de la parole sur le marché (Kay Elemetrics) et aussi des logiciels pouvant être téléchargés sur Internet (Praat, WinSnoori, SpeechAnalyzer, etc.). Avec la facilité d'accès à l'Internet et l'accessibilité à l'outil informatique, il devient urgent de former aussi bien les étudiants que les enseignants à la manipulation des outils de phonétique et traitement automatique de la parole sur ordinateur.

En Algérie, des dysfonctionnements sont observés dans la prise en charge des patients, avec notamment :

- Une absence de formation des orthophonistes dans la manipulation des logiciels d'analyse acoustique. Il est important de renforcer les compétences et les connaissances de l'orthophoniste dans ce domaine, ce qui lui permet d'adapter sa technique de rééducation en donnant plus de l'importance aux phénomènes pertinents ayant un impact direct dans la parole pathologique du patient. Ainsi, l'étude que nous avons menée dans le cadre de la prise en charge des patients laryngectomisés algériens montre une confusion perceptible des consonnes postérieures de l'arabe. C'est également le cas pour une l'autre étude que nous avons réalisé dans le cadre de l'analyse acoustique de la parole d'enfants scolarisés à surdité moyenne et portants des prothèses auditives. Nous avons noté que la majorité des consonnes non prononcées sont les consonnes arrières (postérieures) alors que la majorité des consonnes ajoutées à la prononciation des mots sont les consonnes avant (antérieures). Toutes ces études sont très importantes à noter car les tests de rééducation orthophoniques exploités dans les hôpitaux algériens sont généralement importés de France et donc plus adaptés aux consonnes antérieures

car la langue française présente peu de consonnes postérieures. Ainsi, une coordination concrète des efforts entre le chercheur au laboratoire de recherche, l'enseignant au milieu universitaire et l'orthophoniste rééducateur au milieu hospitalier, pourra sûrement donner une meilleure approche de rééducation, donc une technique plus appropriée, adaptée au milieu socioculturel algérien.

- Une utilisation exclusive et abusive de l'oreille (ouïe) pour évaluer l'effet de la rééducation vocale dans le milieu hospitalier algérien. L'évaluation de la parole pathologique est essentiellement basée sur la perception subjective des rééducateurs orthophonistes sans aucune analyse acoustique ou articulatoire. Peu d'attention est accordée à l'analyse acoustique dans le cursus universitaire de l'étudiant, future orthophoniste à l'hôpital ;
- Une insuffisance de travaux réalisés dans le domaine de l'analyse acoustique des paroles pathologiques. De même, nous avons noté une insuffisance criarde de statistiques sur les pathologies de la parole en Algérie.
- Une insuffisance de prise en charge orthophonique des troubles de la parole d'ordre neurologique, tel que la maladie de Parkinson. Dans la majorité des hôpitaux algériens, seule une prise en charge neurologique est assurée.
- Le non dépistage précoce, dès le préscolaire, des troubles liés à l'audition (surdités légère et moyenne de l'enfant) et à la vision, pouvant induire à des échecs scolaires.
- Enfin, il reste que l'analyse acoustique ne pourra remplacer la voie classique de rééducation mise en place par l'orthophoniste au milieu hospitalier, mais elle pourra l'aider dans l'amélioration de sa technique de rééducation et surtout l'évaluation périodique et objective de l'acquisition du nouveau mécanisme de phonation par le patient. De même, elle renforce et appuie le message auditif et rend objectif ce qui parfois échappe à l'oreille de l'orthophoniste rééducateur.

9. Références

- [1] Rousselot J.P., "Principes de phonétiques expérimentale", édition revue et corrigée en 2 vol Paris : H. Didier, 1252 p, 1924.
- [2] http://onthesignal.com/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=principe_phonetique.pdf
- [3] Rousselot J.P., "La parole avec un larynx artificiel", La Parole Revue internationale de rhinologie, otologie, laryngologie et phonétique expérimentale,

nouvelle série, t.4, pp. 65-79, 1902.

- [4] Rousselot J.P., "L'éducation de l'oreille dans la surdité", Clermont : impr. De Daix frères, 14 p. (Extrait du Bulletin officiel des Société Médicales d'arrondissement de Paris et de la Seine, n° 5, mars, 1903.
- [5] Fant G., "Acoustic Theory of Speech Production", 1970, Mouton, The Hague.
- [6] Ferrat K., "La recherche orthophonique en Algérie, état des lieux", Séminaire national sur le Handicap. Centre Psychopédagogique de formation pour handicapés à retard mentale, Tizi-Ouzou, 3-4 Décembre 2010.
- [7] <http://www.praat.org>
- [8] Brockmann M., Drinnan M.J., Storck C. and Carding P.N., "Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task", *Journal of Voice*, 25(1), pp. 44-53, 2011.
- [9] Klingholz F. and Martin F., "Quantitative spectral evaluation of shimmer and jitter", *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 28, pp.169-174, 1985.
- [10] Munoz J., Mendoza E., Fresneda M.D., Carballo G. and Lopez P., "Acoustic and perceptual indicators of normal and pathological voice", *Folia phoniatrica et logopaedica*, 55, pp.102-114, 2003.
- [11] Kreiman J. and Gerratt B.R., "Perception of aperiodicity in pathological voice", *Journal of the Acoustical Society of America*, 117, pp.2201-2211, 2005.
- [12] Kay Elemetrics, "Multi-Dimensional Voice Program", Model 5105 Lincoln Park, NJ: Kay Elemetrics Corporation, 2008.
- [13] Ferrat K. and Guerti M., "An Acoustical Study of sounds Produced by Algerian Esophageal Speakers", *African Health Sciences*, ISSN:1680-6905, EISSN: 1729-0503, 2012.
- [14] Ferrat K., "Analyse acoustique et évaluation de la rééducation de la maladie de Parkinson dans le milieu hospitalier algérien", *Revue Al Lisaniyyat, revue Algérienne de linguistique et des Sciences et technologies du langage, CRSTDLA*, Vol. 14-15, pp. 59-77, 2009.
- [15] Ferrat K., "Outils Technologiques et aide à la rééducation scolaire des enfants à surdité légère", Colloque International en «Didactique des Langues Etrangères et Maternelles : TIC, aides et méthodes d'apprentissage », Université Mohamed Premier, Oujda (Maroc), 23-26 mars 2008.