

DOI : 10.5281/zenodo.14512172

CARACTÉRISTIQUES D'UN LOGICIEL INTERACTIF AVEC SPECTROGRAMME POUR LA CORRECTION PHONÉTIQUE AU SERVICE DES APPRENANTS ALGÉRIANOPHONES¹

Résumé : Cette étude met en avant un nouveau logiciel interactif avec spectrogramme pour la correction phonétique auprès des apprenants algérienophones. L'objectif est de remédier aux difficultés liées à l'articulation de certains sons problématiques du français, en particulier les voyelles orales absentes du vocalisme arabe. Le logiciel permet aux enseignants de créer des exercices personnalisés, d'enregistrer les productions des élèves, et de comparer visuellement leurs spectrogrammes à la prononciation cible au moyen d'une superposition. Une étude comparative avec les logiciels Praat et Phon montre les avantages de cet outil en ce qui concerne la facilité d'utilisation, de rapidité, d'individualisation et d'aspect ludique. Les résultats auprès d'une classe de dix élèves algériens soulignent l'intérêt pédagogique pour une évaluation objective de leur progression, une analyse fine des erreurs de production orale, et une remédiation phonétique collaborative. Le logiciel offre ainsi un outil précieux pour la correction phonétique en classe de FLE, en répondant aux besoins spécifiques des enseignants et de leurs apprenants.

Mots clés : correction phonétique, spectrogramme, logiciel interactif, apprenants algérienophones, prononciation du français, superposition de spectrogrammes

CHARACTERISTICS OF AN INTERACTIVE SOFTWARE WITH SPECTROGRAM FOR PHONETIC CORRECTION IN THE SERVICE OF ALGERIAN ARABIC-SPEAKING LEARNERS

Abstract: This study highlights a new interactive software with a spectrogram for phonetic correction aimed at Algerian learners. The objective is to address the difficulties related to the articulation of certain problematic French sounds, particularly the oral vowels absent from the Arabic vowel system. The software allows teachers to create personalized exercises, record students' productions, and visually compare their spectrograms to the target pronunciation through superimposition. A comparative study with the software Praat and Phon demonstrates the advantages of this tool in terms of ease of use, speed, individualization, and gamification. The results from a class of ten Algerian students underscore the pedagogical value for objectively assessing their progress, conducting a detailed analysis of oral production errors, and enabling collaborative phonetic remediation. Thus, the software provides a valuable tool for phonetic correction in French as a Foreign Language (FLE) classes, addressing the specific needs of teachers and their learners.

Keywords: phonetic correction, spectrogram, interactive software, Algerian Arabic-speaking learners, French pronunciation, spectrogram overlay

Introduction

L'enseignement du FLE a évolué de la grammaire traditionnelle et de la traduction des textes vers une approche plus axée sur l'oral, accordant au fil du temps de plus en plus d'importance à la phonétique (Callamand, 1981, p. 18). Cette évolution témoigne d'une prise de conscience

¹ Ilias **Brahim**, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, ilias.brahim@univ-mosta.dz
Soufiane **Bengoua**, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, soufiane.bengoua@univ-mosta.dz

Received: August 10, 2024 | Revised: October 4, 2024 | Accepted: December 4, 2024 | Published: December 20, 2024



croissante de l'intérêt pour cette discipline dans l'apprentissage de la langue. L'avènement des outils d'enregistrements analogiques puis numériques et l'augmentation exponentielle de la puissance de calcul des ordinateurs permettent de dessiner des spectrogrammes par la transformation rapide de Fourier (sigle anglais : FFT ou Fast Fourier Transform) pour visualiser les ondes acoustiques de la parole d'une manière objective (Meynadier, Nguyen, & Adda-Decker, 2013). L'intégration de ces technologies au sein de l'espace classe a profondément transformé les modalités d'enseignement des langues ; toutefois, l'enjeu réside dans l'élaboration de stratégies efficaces de correction phonétique destinées à l'expression verbale.

Aujourd'hui, il y a un engouement grandissant pour l'intégration de la phonétique dans les nouvelles méthodes de FLE. Mais cela pose un problème. Comment peut-on évaluer de manière efficace la progression phonétique dans l'apprentissage du français langue étrangère ? Les apprenants sont-ils capables de juger objectivement leurs performances ? Comment adapter cette évaluation à la nature évanescence et abstraite de la parole ? Sylvain Detey avance que malgré les avancées technologiques et l'augmentation des recherches sur le traitement automatique de la parole en langue seconde (L2), l'intégration de ces technologies dans l'enseignement reste limitée (Detey, 2021, p. 35). Cela pourrait s'expliquer par :

La formation des enseignants est généralement pauvre en matière de compétences phonétiques. Ces derniers font des cours de phonétique articulatoire, mais pas plus (Sauvage & Billières, 2019, p. 5). En outre, le contexte dans lequel ils travaillent est aussi difficile pour traiter des problèmes phonétiques avec les élèves dans des classes en sureffectif. En définitive, « il est impératif de revoir les stratégies d'enseignement actuelles et de réfléchir à des approches empiriques issues d'une réelle linguistique favorable à une maîtrise du français dit standard. » (Bengoua, 2023, p.192). Néanmoins, les enseignants ne sont pas formés à l'utilisation de l'outil informatique et des logiciels de correction phonétique dont l'apprentissage leur est laborieux. Certains de ces logiciels ne sont pas adaptés à l'usage de la correction en classe.

Pour pallier ce problème, nous mettons en pratique un logiciel que nous avons conçu spécialement pour corriger les écarts liés à l'articulation de certains sons problématiques et à leur prononciation auprès des apprenants algérienophones. L'enseignant pourra ainsi demander aux apprenants d'enregistrer des séries de mots proposés dans des exercices de correction phonétique d'articulation et de discrimination des sons. Il peut par la suite comparer automatiquement les spectrogrammes de l'enregistrement de l'apprenant avec l'audio de la prononciation cible. Cet exercice est répété jusqu'à ce que les deux spectrogrammes correspondent au modèle standard (pour n'importe quelle variété de français voulue) préalablement enregistré (Candea & Gasquet-Cyrus, 2023).

L'objectif de ce travail est de faire la démonstration du logiciel interactif doté de superposition de spectrogrammes et d'encourager les enseignants à utiliser les spectrogrammes comme outil objectif pour évaluer la correction phonétique. Ce logiciel intuitif présente de nombreux avantages : il est gratuit, il est simple à utiliser, car il est uniquement dédié à la correction en classe. Il permet une utilisation en temps réel, en classe, en passant rapidement de l'enregistrement au spectrogramme offrant la superposition des spectrogrammes afin de comparer les formants et l'intonation entre l'apprenant et la cible.

Nous avons dû développer notre propre logiciel à l'instar de (Vocalab, Diadolib, Praat, Elan, Audacity, WinPitch, Phon...) qui, selon nous, sont complexes à utiliser et surcroît payants (Sicard & Menin-Sicard, 2021, p. 1). Par ailleurs, l'utilisation de l'intelligence artificielle (désormais IA) pour répondre à ces besoins se heurte à plusieurs obstacles. La critique de l'IA réside dans les coûts élevés en ressources, notamment en matière d'énergie et de puissance de calcul des machines requises. De plus, les modèles d'IA, souvent de grandes tailles, peuvent être instables et véhiculent des biais et des stéréotypes linguistiques, ce qui compromet leur fiabilité et leur utilisation dans des contextes éducatifs. En outre, ces modèles peuvent refléter des travers sociaux et culturels, ce qui soulève des

préoccupations éthiques et pratiques dans le domaine de la variation phonétique et phonologique.

Méthodologie

Il n'est plus question de démontrer l'importance de l'utilisation de l'outil informatique en général et le spectrogramme en particulier pour la remédiation phonétique (Fulop & Fitz, 2006). Par contre, leur utilisation en classe requiert des spécificités que ne comportent ni Praat ni Phon.

Nous allons, par conséquent, montrer les limites objectives de Praat et de Phon quant à leur utilisation en classe. Ces deux logiciels de traitement de la parole ont été choisis parce qu'ils sont gratuits et peuvent dessiner des spectrogrammes. Ils seront par la suite comparés à notre logiciel. En deuxième lieu, nous allons essayer notre logiciel in situ, dans une classe afin d'observer son efficacité.

Idéalement, et afin d'utiliser les spectrogrammes en classe de phonétique l'enseignant commence par la création d'une liste d'exercices phonétiques. Ensuite, il enregistre la réalisation de chaque élève en contraste avec la prononciation de l'élève même à travers sa progression ou une autre prononciation cible comme celle d'un enseignant ou un autre standard préenregistré. Les deux spectrogrammes ainsi obtenus peuvent être superposés afin de les comparer en classe. Ce processus offre un retour à l'enseignant qui peut ensuite personnaliser les exercices ultérieurs suivant la prononciation précédente de l'étudiant permettant une expérience pédagogique personnalisée pour l'étudiant. Ce processus est schématisé sur la Figure 14.

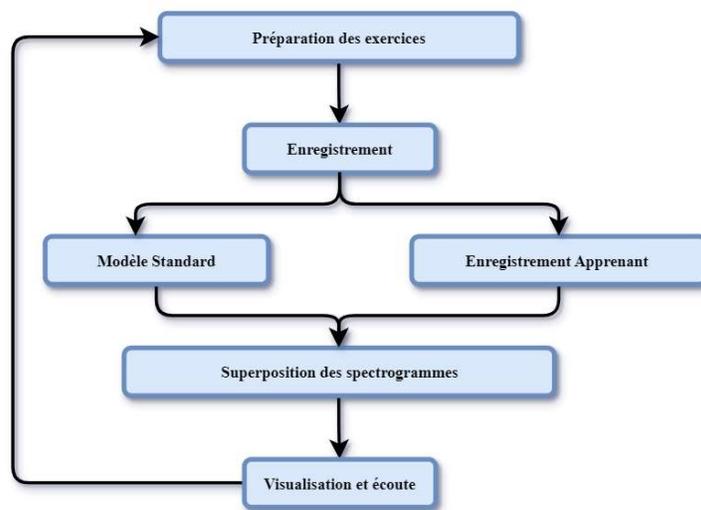


Figure 14 Schéma montrant le déroulement d'une séance de classe avec notre logiciel

Pour l'évaluation de notre logiciel et en comparaison avec Praat et Phon, les critères suivants ont été retenus, à noter que nous utilisons des ordinateurs sous le système d'exploitation Windows 10 parce que c'est de loin le plus populaire en Algérie, mais notre propos tiendra même sous Mac ou Linux.

D'abord, la possibilité d'enregistrement. Ce paramètre désigne si le logiciel permet de faire un enregistrement sonore au format WAV nécessaire pour dessiner un spectrogramme nativement ou bien s'il faut passer par un logiciel tiers ce qui nécessitera plus d'étapes pour ouvrir un autre logiciel d'enregistrement comme Audacity ou Microsoft Voice

Recorder. L'évaluation se fera sur le nombre d'étapes nécessaires et le temps en secondes. Combien de temps et d'étapes faut-il pour commencer un enregistrement pour un apprenant ou un enseignant et l'enregistrer sur l'ordinateur d'une manière organisée? Ensuite, comment les enregistrements et les exercices sont-ils organisés par l'apprenant ou l'enseignant? Est-ce transparent pour l'utilisateur ou doit-il le faire consciemment, donc renommer chaque enregistrement dépendamment du locuteur et de l'exercice?

Il sera question de rapidité d'utilisation, de gestion et d'optimisation du temps. Le processus doit être fluide et l'interaction entre enseignant et élève ne devra pas comporter de temps mort entre chaque interaction.

D'autre part, sur la facilité d'utilisation du logiciel, est-il possible d'individualiser les exercices? Le logiciel permet-il de modifier les exercices rapidement afin d'adapter au retour de la réalisation phonétique de l'étudiant, car en effet, chaque élève est unique ainsi que sa réalisation? L'évaluation se fera sur la simplicité de création des exercices en nombre d'étapes et en temps et l'adaptation aux besoins des apprenants.

Pour les enseignants, il est pertinent d'évaluer l'apport de ces logiciels à formation des enseignants en phonétique. Ils doivent acquérir une compréhension des éléments de base du spectrogramme pour avoir une certaine connaissance après une durée de temps très limitée sachant qu'ils ne sont pas spécialistes et la formation dans ce domaine est limitée même en France (Sauvage & Billières, 2019).

Pour les apprenants, l'approche doit être intéressante et l'utilisation des spectrogrammes utile pour apprendre à lire les éléments de base du spectrogramme qui les aiderait à s'améliorer sur le plan de la prononciation et qui sera une méthode d'évaluation pour juger objectivement leurs performances.

Il est à noter que pour tous les paramètres temporels nous avons utilisé un chronomètre sauf lorsque la mesure de l'interactivité pouvait se faire à travers les enregistrements sonores du corpus ultérieurement en dehors de l'espace classe pour économiser le temps des élèves.

Notre logiciel ainsi conçu, il reste à le tester sur le terrain, à cet égard nous avons réalisé une étude auprès de 10 élèves qui étudient à l'école primaire les Huit Martyrs à Bou Yakour située à 27,1 km et 27 minutes en voiture à l'ouest d'Oran. Ce choix est justifié par la proximité géographique de l'école et la nature d'une région rurale où la principale activité de la région est l'agriculture. Alors, les élèves sont issus d'un milieu défavorisé par rapport au centre-ville d'Oran où le français est plus parlé. Les parents de nos enquêtés sont issus de l'exode des villes du sud d'Oran vers la métropole où le français n'est pas aussi bien parlé qu'à Oran.

Le choix des élèves s'est porté sur une classe de 3^e année primaire en vue de la remédiation pédagogique en phonétique du FLE pour la prononciation des voyelles. La classe compte 34 élèves. Nous avons décidé de choisir les élèves qui ont le plus de difficultés à prononcer certaines voyelles. Nous avons demandé à l'enseignante d'utiliser notre logiciel pour passer rapidement au crible les 34 élèves et leur demander de prononcer les mots et les phrases dans les exercices proposés. Ainsi le choix de l'enseignante s'est porté sur 10 élèves qui avaient des difficultés à prononcer les voyelles qui n'existent pas dans leur langue maternelle : le parler algérien. Nous avons confectionné une série d'exercices pour mettre l'accent sur les voyelles orales qui posent le plus de difficultés aux apprenants. Notamment, les voyelles [œ] [e] [ɛ] [y] et [u]. Lors d'une séance de coordination avec l'enseignante de la classe, nous nous sommes mis d'accord sur le protocole de l'étude et nous avons passé en revue l'utilisation des logiciels en question. L'enseignante a utilisé notre logiciel pour six séances de remédiation sur un intervalle d'un mois et demi à raison d'une séance de remédiation par semaine. Ces séances de 45 minutes ont vu l'utilisation de notre logiciel en classe. Durant chaque séance, l'enseignante a préparé une liste d'exercices phonétiques pour cibler certaines voyelles problématiques. Le matériel utilisé est le suivant : un ordinateur portable connecté à un projecteur qui affiche notre logiciel sur l'écran du PC pour l'enseignant et sur le tableau, le même affichage projeté et dupliqué pour tous les apprenants et un microphone de table. À noter que l'école primaire en question ne dispose pas de

laboratoires de langue d'où la nécessité du projecteur et d'un hautparleur pour tous les apprenants.

Résultats et Discussion

Durant cette séance de coordination avec l'enseignante de la classe de 3e année primaire, il nous a fallu cinq minutes pour présenter l'interface de notre logiciel et faire le tour des différentes fonctionnalités possibles. Au bout de 20 minutes, l'enseignante a pu maîtriser notre logiciel de l'ajout des exercices à l'enregistrement des audios parce qu'il a été conçu pour être intuitif.



Figure 2 Image illustrant l'interface de notre logiciel.

Notre logiciel a deux fenêtres principales. La première est pour enregistrer les sons et lire les spectrogrammes. La deuxième est un document texte pour ajouter les exercices. D'abord, l'enseignant ouvre le document texte et copie-colle les exercices phonétiques. Ensuite, pour l'interface du logiciel (voir Figure), il y a une barre de navigation qui permet de choisir le numéro de l'apprenant et de naviguer dans la liste des exercices que l'apprenant doit prononcer. Il y a également un bouton Réinitialiser pour recommencer à tout instant.

Sur la barre des enregistrements, on peut cliquer sur le bouton Enregistrer pour enregistrer l'apprenant puis sur le bouton-STOP pour arrêter. Si l'on clique sur le bouton-STOP en haut, on visualise le spectrogramme de l'enregistrement de l'élève, et si l'on clique sur le bouton-STOP en bas, on visualise le spectrogramme de l'enregistrement de l'enseignant.

Puis, avec le curseur d'ajustement d'opacité en haut à droite, on peut ajuster la transparence lors de la superposition des spectrogrammes. C'est la fonctionnalité phare de notre logiciel, qui n'existe ni sur Praat ni sur Phon. D'autre part, à l'aide du curseur d'ajustement horizontal, on peut ajuster la superposition des deux spectrogrammes. Enfin, la barre d'état indique le temps en secondes et la fréquence en Hertz en mettant le curseur n'importe où sur la fenêtre d'affichage du spectrogramme pour caractériser les formants sur le spectrogramme.

Nous avons décidé de baser notre comparaison davantage sur Praat que sur Phon. En effet, Praat est plus direct et plus simple que Phon (Hedlund & Rose, 2020), notamment du point de vue de l'enseignant débutant en logiciels de phonétique qui souhaite enregistrer des audios et afficher des spectrogrammes de base. Ainsi, nous allons comparer Praat à notre logiciel selon les critères établis dans la méthodologie. Pour cela, nous partirons du processus

de remédiation illustré sur la partie gauche de la Figure , qui montre un schéma idéal pour l'utilisation d'un logiciel de phonétique en classe de FLE.

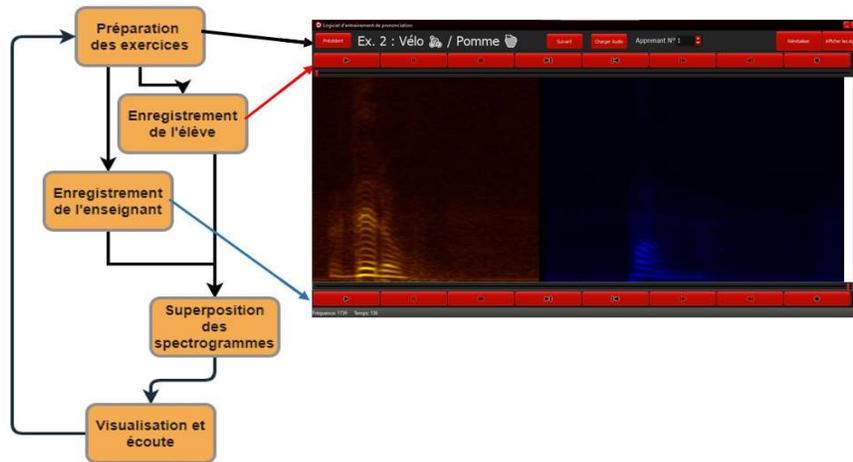


Figure 3 Corrélation entre le processus cible de correction et notre logiciel

Ici, nous nous heurtons au premier obstacle à l'utilisation de Phon et Praat dans une classe, en effet ils ne permettent pas de suivre notre processus cible. En contraste, notre logiciel est conçu avec ce processus en tête, cela devient évident en mettant notre logiciel et le processus en question côte à côte comme sur la Figure **Error! Reference source not found.** L'enseignant, en allant de haut en bas de l'interface, suit systématiquement toutes les étapes de notre processus.

Premièrement, bien que des annotations puissent être créées dans ces deux logiciels, ce ne sont pas des exercices, car ils sont faits après l'enregistrement. Notre logiciel, comme le montre la Figure , permet d'utiliser un simple fichier texte pour lister des exercices ce qui facilite et accélère la tâche de l'enseignant qui peut ainsi même importer des exercices à partir de sources diverses (copier et coller). Cela est d'autant plus efficace quand cela s'applique à l'étape du retour, étant fait à la volée en classe.

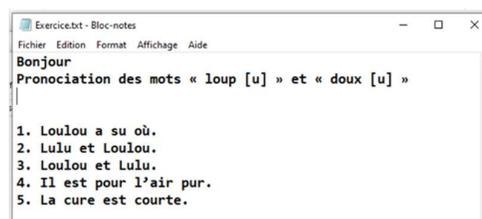


Figure 4 Fichier texte contenant des exercices de prononciation pour notre logiciel.

Deuxièmement, la difficulté d'enregistrer dans ces deux logiciels constitue une barrière qui n'est surmontable qu'avec l'utilisation d'un logiciel tiers comme Audacity (format WAV natif) ou Microsoft Voice Recorder (format .m4a), la conversion vers le format WAV devra se faire sur un autre logiciel ou en ligne qui fait perdre du temps et empêche l'interaction en direct entre l'apprenant et le professeur. Par exemple, sur Praat, pour enregistrer une piste audio, il faudrait environ 16 étapes sur cinq fenêtres différentes. Ce qui prend en moyenne

36 secondes (voir : **Error! Reference source not found.**) (Boersma & Weenink, 2024). Il est à noter que sur Praat il y a un risque de confusion entre le bouton « Close » et « Save to list » encerclés sur la Figure 515. Par contre, sur notre logiciel, cette fonctionnalité est native et prend environ 3 secondes, nécessitant seulement deux clics. De plus, le système pour organiser et nommer les fichiers audios est automatique.

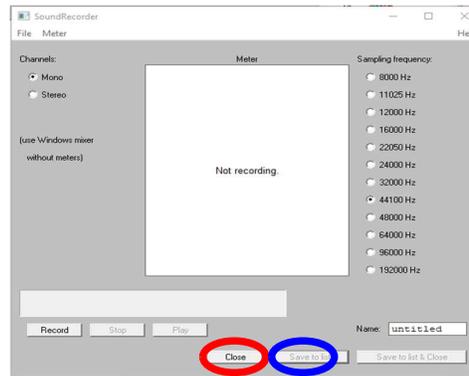


Figure 515 Menu d'enregistrement audio de Praat

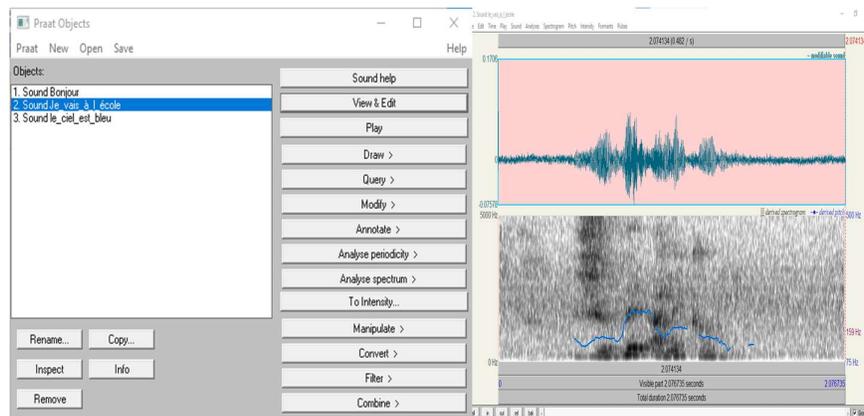


Figure 6 Illustrations de la fenêtre des objets à gauche et celle des sons à droite sur Praat

Troisièmement, ces deux logiciels ne permettent pas de superposer les spectrogrammes. À notre connaissance, il n'existe aucun logiciel sur le marché capable de superposer des spectrogrammes. Non pas par extrême difficulté, car écrire un tel code pour logiciel n'est pas compliqué pour les programmeurs, mais parce que personne n'aurait vu la pertinence de fonctionnalité avant notre logiciel. En effet, sur notre logiciel (voir Figure 716), grâce au curseur d'ajustement horizontal, on peut faire glisser les fenêtres d'affichage des deux spectrogrammes prononcés par l'apprenant à gauche en jaune et par le modèle standard à droite en bleu. En glissant celui de droite vers la gauche, on obtient une superposition des deux spectrogrammes (voir Figure 17), et grâce au curseur d'ajustement d'opacité, on peut faire varier la transparence pour laisser plus ou moins de détails du deuxième spectrogramme selon l'amplitude du signal acoustique.

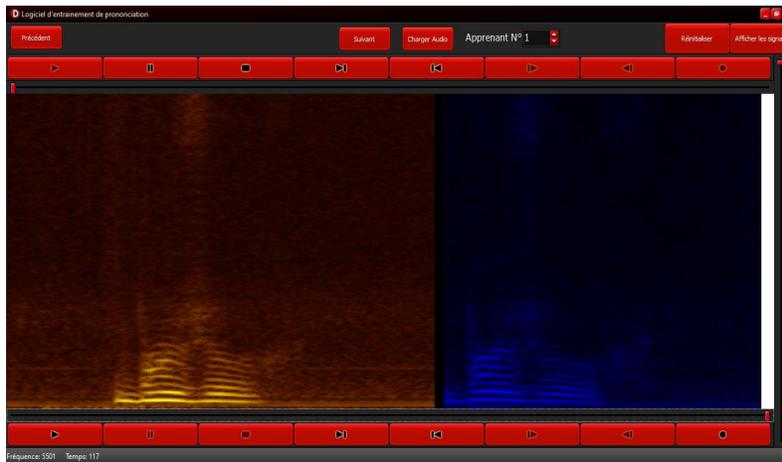


Figure 716 Deux spectrogrammes du mot « bonjour » sont affichés dans notre logiciel : celui de l'apprenant à gauche en jaune, et celui du modèle standard à droite en bleu.

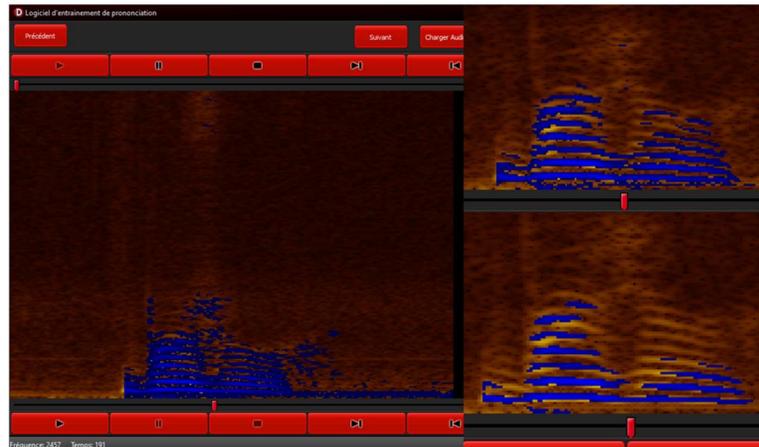


Figure 17 Superposition des deux spectrogrammes : apprenant en jaune et modèle en bleu selon différents niveaux de transparence

Finalement, il est vrai que l'écoute d'un enregistrement est possible sur les deux logiciels, mais d'avoir deux enregistrements différents afin de les contraster à l'écoute est cependant difficile sur Praat. Dans notre logiciel, les enregistrements audios sont automatiquement nommés avec le préfixe S ou T pour étudiant ou enseignant respectivement. Ensuite, deux numéros séparés par un tiret indiquent le numéro d'étudiant ainsi que le numéro d'exercice. Cela permet d'importer des enregistrements audios rapidement dans le logiciel en changeant simplement le nom des enregistrements. Sur Praat, il faut naviguer entre trois fenêtres : Figure Praat Objects, Figure 515 SoundRecorder, et la boîte de dialogue enregistrer sous.

Caractéristique	Praat	Notre logiciel
Acquisition de données audios	Entre 10 et 16 cliques	En deux cliques

Débit d'acquisition	Lent, 36 secondes par opération	Rapide, deux secondes par opération
Gestion des fichiers audios	Il faut les nommer et les organiser manuellement	Automatiques, ils sont organisés par le logiciel
Personnalisation des exercices	Manuelle, sur l'explorateur de fichiers	Automatiquement sur un fichier texte
Facilité de création d'exercices	Manuelle, sur l'explorateur de fichiers	Intuitive, interface utilisateur simplifiée
Adaptation pédagogique	Conçu pour un travail en différé	Conçu pour une utilisation en classe, en temps réel
Optimisation du temps	Non prioritaire	Prioritaire, conçu pour une utilisation efficace en classe
Interactivité	Limité, pas d'interaction directe	Élevée, interactions en temps réel possibles
Ergonomie	Peu intuitive, nécessite des connaissances en phonétique	Intuitive, conçue pour une utilisation par des non-spécialistes
Fonctionnalités	En Centaine, très complet	En dizaine, très basique

Tableau 1 Résumé des résultats de comparaisons entre Praat et notre logiciel

Le Tableau 1 compare Praat, un outil de référence en phonétique (Boersma & Weenink, 2024), avec notre nouveau logiciel destiné à la remédiation phonétique en classe avec superposition de spectrogrammes. Notre logiciel se distingue par une intégration native et rapide de l'enregistrement audio, une organisation automatique des fichiers, et une personnalisation intuitive des exercices, contrairement à Praat qui nécessite une gestion manuelle des enregistrements. Conçu pour une utilisation en direct en classe, notre logiciel optimise la gestion du temps et favorise une interaction fluide et ludique entre l'apprenant et l'enseignant. Bien que Praat soit très complet et personnalisable pour des analyses phonétiques fines, son interface est moins intuitive et il est moins adapté à un usage dynamique en classe. Notre logiciel, avec son interface intuitive et son aspect interactif, présente un potentiel significatif pour transformer la remédiation à l'aide de spectrogramme en phonétique du FLE. Toutefois, les besoins spécifiques des utilisateurs peuvent justifier une complémentarité entre les deux logiciels, Praat étant utilisé pour des analyses approfondies et notre logiciel pour les activités en classe. Des évaluations supplémentaires et le développement d'une communauté d'utilisateurs seront essentiels pour maximiser l'adoption et l'efficacité de notre logiciel.

Durant l'étude de remédiation en classe, il s'est avéré que notre logiciel se démarque de Praat par une personnalisation des exercices. Comme montré sur la **Error! Reference source not found.**, l'enseignant peut ajouter les exercices à afficher dans le logiciel sous forme de mots ou de phrases dans un simple fichier texte. Cette simplicité vise à rendre notre logiciel facile d'accès à tous les publics, pas seulement les orthophonistes de spécialités contrairement à Praat et à Phon. Durant la séance en classe, il suffit de choisir le numéro de l'apprenant. Ensuite, il suffit de cliquer sur suivant ou précédent pour naviguer à travers les exercices. En fin, cliquer sur le bouton enregistrer sur la barre d'enregistrement de partie apprenant et puis stop. Ceci déclenche le système de nommage (l'attribution d'un nom à un fichier électronique) automatique des fichiers comme sur la Figure . Où on a S ou T pour 'Student' étudiant ou 'Teacher' enseignant. Ajouter à cela le numéro de l'apprenant dans la liste et le numéro de l'exercice par exemple S3-5 pour étudiant numéro trois et exercice numéro cinq. Pour chaque phrase, il est demandé à l'apprenant de prononcer la phrase modèle. L'enseignante le corrige en s'aidant du spectrogramme généré et enregistré automatiquement.

Cela nous amène à la question de l'éphémérité de la prononciation de l'élève qui est captée par le spectrogramme. De plus, le nommage bénéficie automatiquement de l'ajout de

la date, l'heure, la minute et la seconde de la prise d'enregistrement. Cela crée directement une base de données servant de trace écrite au progrès de l'apprenant. Ce qui permet, en effet, l'organisation individualisée des exercices et une adaptation précise aux besoins spécifiques de chaque apprenant, tandis que la conservation d'un historique des productions orales et visuelles favorise un suivi rigoureux de leur progression et une évaluation objective de l'efficacité des interventions.

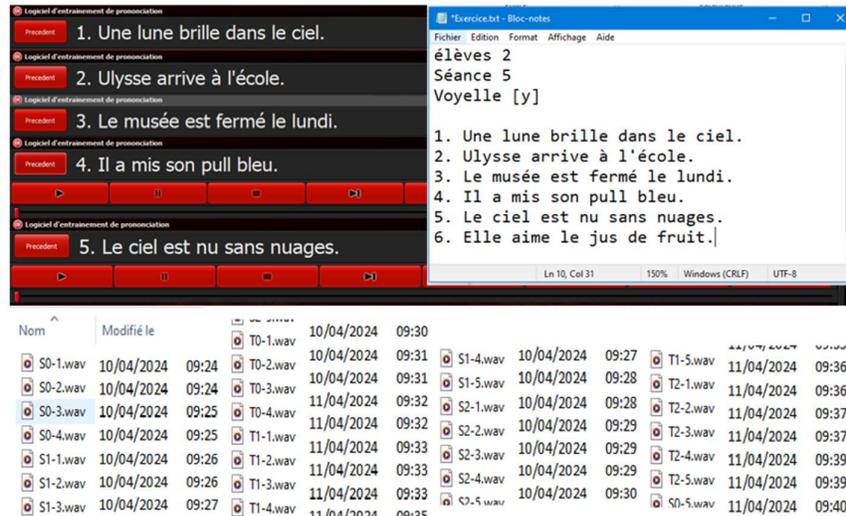


Figure 9 Personnalisations des exercices est traçabilité de la remédiation

Pour les séances de remédiation, notre logiciel a guidé l'enseignante tout au long des 45 minutes de chaque séance. Le système d'insertion d'exercices fait office d'une feuille de route à suivre au côté de la fiche pédagogique de l'enseignant. Il offre une gestion optimisée du temps parce qu'il s'adonne bien à ce jeu de prise de parole dynamique entre l'enseignant et l'apprenant.

En 6 séances de remédiation de 45 minutes, l'enseignante a travaillé avec les 10 élèves sur 60 phrases aux totales. Pour chaque séance, il y avait en moyenne 45 minutes divisé par 10 apprenants. Ce qui fait 270 secondes de jeux de rôles entre le modèle et chaque apprenant. En moyenne, il y avait quatre interactions de 5 secondes par voyelles dans chaque phrase traitée. Alors pour chaque séance, il y avait une vingtaine d'enregistrement et spectrogramme générés par élèves. Le logiciel peut générer une centaine de spectrogrammes par séance, ce qui lui offre une cadence plus rapide que celle de Praat. Il fallait en moyenne 37 secondes pour faire un enregistrement sur Praat, le nommer et l'enregistrer d'un fichier pour 3 à 5 secondes sur notre logiciel.

Cela montre que sur le plan de l'intégration du logiciel en classe, il accélère la cadence de la classe chose que Praat ne peut pas faire. Sur cette masse d'enregistrement, l'enseignante a exploité sur le moment une petite partie de ces spectrogrammes d'où la nécessité de légèrer l'évaluation aux apprenants. Cependant, tout l'historique de tous les enregistrements reste archivé sur la base de données d'apprentissage pour une évaluation ultérieure. À noter que les fichiers bénéficient d'un nommage automatique qui permet de naviguer à travers tous les fichiers audios WAV ou les spectrogrammes facilement par date, apprenant ou exercice.

Nous avons aussi remarqué une dimension ludique à l'opération de la remédiation tant pour l'élève que pour l'enseignant. Le logiciel optimise la gestion du temps en classe en simplifiant la création d'exercices et en facilitant le suivi des progrès individuels. L'aspect ludique de l'activité renforce l'engagement par un effet de nouveauté scientifique pour les

apprenants et rend la remédiation plus motivante. Puisque les élèves ont manifesté un vif enthousiasme à l'idée d'interagir avec un outil technologique nouveau pour eux, s'immergeant avec plaisir dans une expérience d'apprentissage peu commune. Cette étude a stimulé leur intérêt et leur motivation, les poussant à explorer de nouvelles façons d'apprendre. Ensuite, les élèves ne pensaient pas, avant cette expérience, qu'il était possible de représenter leur voix sur un ordinateur autrement que par des mots écrits. Ils ont été fascinés par la représentation visuelle de leur parole sous forme de spectrogramme. Enfin, les élèves ont acquis la capacité de distinguer les différents segments de mots dans le spectrogramme, de repérer les tendances d'intonation montante et descendante, et d'identifier approximativement la position des voyelles en observant les formes des formants.

Selon l'enseignante, notre logiciel apporte un souffle nouveau pour l'apprentissage de la phonétique, l'utilisation des spectrogrammes et leurs investissements en classe. Il permet aux enseignants et aux élèves de visualiser et d'analyser de manière intuitive les spectrogrammes. Grâce à ce nouvel outil, les enseignants pourraient combler leurs lacunes en matière d'interprétation des spectrogrammes, en particulier en ce qui concerne le passage de l'alphabet phonétique international et du trapèze vocalique à leur exploitation sur un spectrogramme en temps réel. Les élèves, quant à eux, ont bénéficié d'une approche plus concrète de concepts abstraits comme les formants. Le logiciel facilite l'identification de caractéristiques clés telles que la tonalité, le rythme, l'amplitude et les pauses, rendant ainsi l'analyse de la parole éphémère par nature plus accessible. L'enseignante a souligné la facilité avec laquelle les élèves peuvent désormais associer les formants à des pics d'intensité sur le spectrogramme, comparables, par analogie, à des cordes de guitare ou échelles d'arc-en-ciel. En somme, ce logiciel constitue un atout majeur pour l'enseignement de la phonétique, en offrant une visualisation claire des phénomènes acoustiques de la parole et en motivant les élèves dans leur apprentissage.

Conclusion

En conclusion, l'introduction de notre logiciel interactif avec spectrogramme dans le processus de correction phonétique des apprenants algérienophones s'avère riche en avantages, tant pour les élèves que pour les enseignants. D'abord, il offre une personnalisation et une traçabilité des progrès. En effet, l'organisation individualisée des exercices permet une adaptation précise aux besoins spécifiques de chaque élève, tandis que la conservation d'un historique des productions orales et visuelles favorise un suivi rigoureux de leur progression et une évaluation objective de l'efficacité des interventions.

Ensuite, il offre une gestion optimisée du temps et une dimension ludique à l'opération tant à l'élève qu'à l'enseignant. Le logiciel optimise la gestion du temps en classe en simplifiant la création d'exercices et en facilitant le suivi des progrès individuels. L'aspect ludique de l'activité renforce l'engagement des élèves et rend l'apprentissage plus motivant. De plus, l'interaction pédagogique devient plus fluide et l'évaluation plus objective. L'interaction rapide entre l'enseignant et l'élève 'ping-pong' permet une adaptation dynamique des exercices à travers un retour visuel et une collaboration étroite pour l'amélioration des compétences orales. L'outil offre une évaluation objective des productions orales permettant à l'élève de visualiser ses progrès et à l'enseignant de cibler ses interventions.

La superposition des voix de l'élève et de l'enseignant sur le spectrogramme permet la quantification et la mesure de leurs productions, facilitant l'entente et la collaboration entre ces deux acteurs du processus d'apprentissage. Ainsi, le logiciel encourage l'enseignant à adopter une posture collaborative plutôt que de se focaliser uniquement sur l'évaluation comme 'un juge', favorisant ainsi un travail en partenariat avec l'élève. L'utilisation du logiciel interactif avec spectrogramme s'étend au-delà de la correction phonétique traditionnelle, car il permet une analyse multidimensionnelle. En effet, le logiciel permet d'évaluer le rythme et le débit de parole des élèves, fournissant des informations précieuses



pour le développement de la dimension suprasegmentale. De plus, il permet d'analyser divers aspects de la production orale comme la mémoire phonétique des élèves et offre une vision globale des compétences orales de l'élève.

Notre outil permet à l'enseignant de prendre conscience de sa performance de remédiation avec les apprenants. Ainsi, il permet une confrontation de l'enseignant avec sa pratique pédagogique à travers les données objectives accumulées, ce qui favorise une analyse critique et une amélioration des méthodes d'enseignement. Le logiciel encourage une approche systématique et rigoureuse de la détection et de la correction des erreurs phonétiques, en permettant une quantification visuelle des pauses et des hésitations dans la parole des élèves. L'analyse des spectrogrammes permet également d'identifier l'influence du contexte phonétique sur la production des élèves, apportant des informations précieuses pour la remédiation. En outre, il permet l'optimisation du moment et des conditions de remédiation par l'observation des élèves qui suggère que la remédiation phonétique est plus efficace le matin, lorsque les élèves sont plus calmes et plus concentrés.

Face à Praat, notre logiciel se positionne comme une solution plus intuitive et pédagogique pour l'enseignement de la phonétique. Si Praat offre une grande puissance d'analyse, il nécessite des compétences techniques que les enseignants ne possèdent pas toujours. Notre objectif est de fournir un outil simple d'utilisation qui permet aux enseignants de découvrir le monde des spectrogrammes en phonétique acoustique et aux élèves de visualiser concrètement leurs productions orales. Il faut rappeler que l'enseignant reste le pivot de l'apprentissage, quel que soit l'outil utilisé. Et enfin, l'environnement sonore des classes n'est généralement pas insonorisé. De ce fait, il est primordial d'éviter les sources d'interférence aux enregistrements sonores par planification horaire pour éviter l'horaire de la récréation, les événements au dehors de l'établissement (les matches, les fêtes, appel à prière, et la météo qui fait du bruit).

Il est nécessaire de faire des évaluations supplémentaires et de constituer une communauté d'utilisateurs composés d'enseignants et d'apprenants et d'avoir leurs retours afin de l'améliorer et surtout de promouvoir l'utilisation des spectrogrammes pour la remédiation phonétique en classe. La voie reste ouverte pour tester une utilisation combinée de Praat et de notre logiciel. Pour ne pas conclure, il serait intéressant de développer une notation scientifique spécifique au logiciel qui pourrait faciliter l'analyse et la communication des résultats, permettant une standardisation et une comparaison efficace des progrès des élèves.

Références bibliographiques

- Bengoua, S., 2023, « L'héritage lexical et son impact sur l'enseignement du français chez le jeune étudiant mostaganémois », *Synergies Algérie*, n°31, p 181-194.
- Boersma, P., & Weenink, D., 2024, *Praat : Doing Phonetics by Computer [Phonetic Sciences]*. Praat: doing phonetics by computer. <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- Callamand, M., 1981, *Méthodologie de l'enseignement de la prononciation : Organisation de la matière phonique du français et correction phonétique*, CLE International. <https://books.google.dz/books?id=CxdqtAEACAAJ>
- Candea, M., & Gasquet-Cyrus, M., 2023, « Et si on éliminait les accents ... de nos façons de penser ? » *The Conversation*, <https://theconversation.com/et-si-on-eliminait-les-accents-de-nos-facons-de-penser-199849>
- Detey, S., 2021, « Que signifie « corriger la prononciation du français » aujourd'hui ? De quatre-vingts ans de crible phonologique aux problématiques contemporaines (glottophobie, Covid-19 et intelligence artificielle) » dans J. Sauvage (Coord.), *Didactique de la phonétique du français : Et maintenant ?* (pp. 15-42). EME, Le Langage et l'Homme (2020-2), 189.
- Fulop, S. A., & Fitz, K., 2006, "A Spectrogram for the Twenty-First Century", *Acoustics Today*, 2(3), 26. <https://doi.org/10.1121/1.2961138>



- Hedlund, G. J., & Rose, Y., 2020, *Phon* (Phon 3.1) [macOS / Windows]. <https://phon.ca>.
- Meynadier, Y., 2013, « Éléments de phonétique acoustique » In N. Nguyen & M. Adda-Decker (Eds.), *Méthodes et outils pour l'analyse phonétique des grands corpus oraux* (pp. 25-83), Hermès, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01212693>
- Sauvage, J., & Billières, M., 2019, « Enseigner la phonétique d'une langue étrangère », *Recherches en didactique des langues et des cultures*, 16(1). Mis en ligne le 30 janvier 2019, consulté le 23 septembre 2020. <https://doi.org/10.4000/rdlc.4234>
- Sicard, E., & Menin-Sicard, A., 2021, *Le spectrogramme et son application en clinique orthophonique*. <https://hal.science/hal-03107434>

Ilias **Brahim**, doctorant en sciences du langage, en 4^e année au département de français de la faculté des langues étrangères de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie. Ses travaux antérieurs portent sur les représentations linguistiques et leur impact sur la motivation dans l'apprentissage du FLE. Sa thèse de doctorat est axée sur la variation phonologique du français oral chez les acteurs des médias francophones en Algérie. Ses intérêts de recherche incluent les sciences du langage, notamment la sociolinguistique, la phonétique, ainsi que le développement d'outils informatiques au service des études linguistiques.

Soufiane **Bengoua** est professeur en sciences du langage au département de français à la faculté des langues étrangères de l'université de Mostaganem en Algérie. Il enseigne la linguistique appliquée et la phonétique articulatoire et corrective du français. Ses derniers travaux portent sur la phonétique du FLE, la sociophonétique et l'anthroponymie.

