

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Saida Dr. MOULAY Tahar
Faculté des lettres, des Langues et des Arts
Département des Lettres et Langue Française



Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Langue Française.

Option : Sciences du langage

Intitulé

***Les pratiques de l'intelligence artificielle devant
les difficultés d'articulation chez les apprenants
du FLE. Cas des apprenants de 1 re année LMD
du département des lettres et langue française.***

Réalisé et présenté par :

Arabi Sabrina Elmalika

Sous la direction de :

Benbakreti Houcine

Devant le jury composé de :

Mme.MEKHLOUF Lilya

Présidente

Université de Saida

Mme REKRAK Leila

Examinatrice

Université de Saida

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Je tiens à remercier Monsieur Benbekriti pour la qualité de l'encadrement qu'il m'a apporté, ainsi que pour les corrections et les orientations dont j'ai pu bénéficier tout au long de ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude à Monsieur Sayeh qui m'a donné l'opportunité précieuse de participer à deux colloques, l'un national et l'autre international, me permettant ainsi de découvrir concrètement le monde de la recherche et de vivre l'honneur de voir mon article publié dans un ouvrage collectif international. Ce fut une expérience des plus formatrices et enrichissantes.

Je remercie vivement Madame Mokdad Karima pour la confiance qu'elle a placée en moi et pour l'opportunité qu'elle m'a offerte de participer à ces colloques de grande importance. Grâce à elle, j'ai pu élargir mes horizons, enrichir mon parcours et gagner en assurance dans le domaine de la recherche scientifique.

Ma reconnaissance va également à Monsieur Ouali, grâce à qui j'ai découvert l'univers passionnant des projets startups. C'est sous son impulsion et grâce à la confiance qu'il m'a accordée que j'ai pu intégrer ce domaine dès le Master 1, ce qui a donné une orientation décisive à mon projet et ouvert des perspectives prometteuses.

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à Monsieur Benzai Yacine, Directeur de l'incubateur, pour son encadrement attentif, ses orientations avisées, sa disponibilité et son soutien constant. Je remercie également chaleureusement Monsieur Meziane ainsi que l'ensemble des enseignants formateurs du projet startup, pour leurs conseils précieux et leur engagement, qui m'ont permis de concrétiser et de structurer mon idée de manière rigoureuse.

Je souhaite exprimer un remerciement tout particulier à Madame Rekrak pour son accompagnement exemplaire depuis le premier jour. Elle a pris la peine de corriger minutieusement mon travail, de m'orienter pas à pas, de partager avec moi une documentation riche et pertinente, et de me mettre en relation avec des spécialistes du traitement automatique de la parole en France. Pour tout cela, je lui exprime ici une reconnaissance sincère et émue, qui mériterait à elle seule plusieurs pages.

J'adresse également mes vifs remerciements à Madame la Vice-Doyenne Mekhlouf Lyliya ainsi qu'à Madame la Cheffe de Département Zinai Souhila pour leur soutien bienveillant, leur disponibilité et leurs encouragements tout au long de ce parcours.

Je n'oublie pas de remercier l'ensemble de mes enseignants du département de langue française, ainsi que tous ceux qui m'ont formée durant mon cursus universitaire. Leur enseignement de qualité, leur passion pour la transmission du savoir et leur engagement constant ont largement contribué à façonner mes compétences et à nourrir ma curiosité scientifique.

Enfin, j'exprime ma sincère gratitude à tout le staff administratif pour leur professionnalisme et leur précieuse assistance au quotidien, qui ont facilité chacune de mes démarches.

À toutes ces personnes qui, chacune à leur manière, ont cru en moi, m'ont accompagnée, guidée, soutenue et encouragée, j'adresse ici ma reconnaissance la plus profonde et la plus sincère.

Dédicaces

À mes **parents**, qui sont les racines et les ailes de ma vie,
Sans vous, je n'aurais jamais connu la force d'espérer, ni la sagesse de croire en moi.
Votre amour a sculpté mon âme, et vos sacrifices ont tracé ma voie.
À chaque souffle, à chaque sourire, à chaque geste, vous êtes la lumière de mon existence.
Je vous dédie ce travail, et tout ce que je suis devenue grâce à vous.

À toi, mon **papa**,
Tu es l'essence même de ma vie, la force silencieuse qui m'a permis d'aller plus loin.
Sans toi, je n'aurais jamais eu la moindre chance d'arriver jusqu'ici.
Tu as porté mes rêves avant même que je ne les formule,
Tu as construit, avec tes mains et ton cœur, le chemin sur lequel je marche aujourd'hui.
Ton amour est mon héritage, ta sagesse mon guide.
Merci, papa, pour ton regard fier, pour tes sacrifices qui n'ont jamais eu de fin,
Et pour m'avoir appris à rêver grand, avec courage et dignité.
C'est à toi que je dois cette réussite, et c'est à toi que je dédie chaque étape franchie.

À toi, ma **mère**,
Ma douce, ma tendre, ma lumière.
Tu es le port d'attache de mon âme, celle qui m'a montré le véritable sens de l'amour.
Sans toi, je ne serais jamais allée aussi loin.
Ton soutien, ta foi inébranlable en moi, ont été mon bouclier et mon inspiration.
Ton amour est la mélodie douce qui me guide à chaque instant.

À mes **sœurs**, à leurs **maris**, et à mes **neveux et nièces**,
Vous êtes les joyaux de mon cœur, l'amour qui me rappelle chaque jour pourquoi je me bats.
Grâce à vous, je ne me sens jamais seule, et vos sourires sont mes plus précieux trésors.

Résumé

Ce mémoire s'intéresse aux difficultés articulatoires rencontrées par les apprenants de FLE, notamment la production des consonnes fricatives, des voyelles nasales et la maîtrise de la prosodie, souvent freinées par l'anxiété de mal prononcer. Afin d'apporter une solution innovante, nous avons conçu et expérimenté Profonetik, une application basée sur le traitement automatique de la parole et l'IA. Un corpus poétique riche en fricatives et voyelles nasales a servi de support pour analyser les performances phonétiques d'apprenants francophones non natifs.

Les résultats des analyses automatisées et qualitatives montrent une nette amélioration entre les deux évaluations : le score global est passé de 61 % à plus de 80 % pour la majorité des mots, les erreurs liées aux voyelles ouvertes/fermées et aux fricatives se sont réduites, tandis que la prosodie a gagné en fluidité. Ces avancées confirment l'hypothèse selon laquelle un outil intelligent, offrant des retours immédiats et des conseils ciblés, favorise la prise de conscience des erreurs et l'auto-correction. Ce travail ouvre la voie à la création d'un écosystème numérique complet pour l'apprentissage de la phonétique du français, intégrant reconnaissance vocale, réalité augmentée et interfaces adaptatives.

Abstract in English

This thesis focuses on the articulatory difficulties faced by learners of French as a foreign language (FLE), notably in the production of fricative consonants, nasal vowels, and mastery of prosody, which are often hindered by anxiety about mispronunciation.

To offer an innovative solution, we designed and tested **Profonetik**, an application based on automatic speech processing and AI.

A poetic corpus rich in fricatives and nasal vowels was used to analyze the phonetic performances of non-native French learners.

The results of automated and qualitative analyses show a clear improvement between the two assessments: the overall score rose from 61% to over 80% for the majority of words, errors linked to open/closed vowels and fricatives decreased, while prosody gained in fluency.

These advances confirm the hypothesis that an intelligent tool, providing immediate feedback and targeted advice, enhances error awareness and self-correction.

This work paves the way for the creation of a complete digital ecosystem for learning French phonetics, integrating speech recognition, augmented reality, and adaptive interfaces.

الملخص بالعربية

يهتم هذا البحث بالصعوبات النطقية التي يواجهها متعلمو اللغة الفرنسية كلغة أجنبية، ولا سيما في إنتاج الصوامت الاحتكاكية (الاحتكاكيات)، والأنفية، وإتقان التنغيم (الإيقاع)، والتي غالباً ما تعرقلها مخاوف النطق الخاطئ.

ومن أجل تقديم حل مبتكر، قمنا بتصميم وتجربة تطبيق **Profonetik**، المبني على معالجة الكلام الآلية والذكاء الاصطناعي. استُخدم corpus شعري غني بالصوامت الاحتكاكية والحروف المتحركة الأنفية كدعم لتحليل الأداء الصوتي للمتعلمين غير الناطقين بالفرنسية كلغة أم.

أظهرت نتائج التحليلات الآلية والكيفية تحسناً ملحوظاً بين التقييمين: فقد ارتفعت النتيجة الإجمالية من 61% إلى أكثر من 80% بالنسبة لغالبية الكلمات، وانخفضت الأخطاء المتعلقة بالحروف المتحركة المفتوحة/المغلقة والاحتكاكيات، في حين أصبح التنغيم أكثر سلاسة. تؤكد هذه النتائج الفرضية التي تقول إن أداة ذكية توفر تغذية راجعة فورية ونصائح موجهة تعزز الوعي بالأخطاء والتصحيح الذاتي. ويفتح هذا العمل الباب أمام إنشاء منظومة رقمية متكاملة لتعلم صوتيات اللغة الفرنسية، تدمج التعرف الصوتي، والواقع المعزز، والواجهات التكيفية.

Mots-clés : intelligence artificielle – profonetik – traitement automatique de la parole – phonétique.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction _____ 1

Chapitre 01 :

L'apprentissage du FLE pour les étudiants du LMD : cas de l'oral

1.1. L'acquisition des compétences orales chez les étudiants du LMD _____ 6

1.2. La compétence du l'oral _____ 7

1.3. Les difficultés par les étudiants lors de l'apprentissage de l'expression orale du français : 9

1.4 Causes des difficultés d'expression orale en Français _____ 9

Chapitre 02 :

Le rôle de la phonétique dans le développement de l'expression orale et la correction des problèmes d'articulation

2.1. La phonétique : définitions _____ 12

2.2. Les branches de la phonétique _____ 14

2.2.1. La phonétique articulatoire _____ 15

2.2.2. La phonétique acoustique _____ 15

2.2.3. La phonétique auditive _____ 16

2.3. La phonétique corrective _____ 16

2.4. Description des différents sons en français standard _____ 18

2.5. Phénomènes syntaxiques : cas de la liaison en FLE _____ 20

Chapitre 03 :

L'intelligence artificielle au service de la prononciation du français: l'application PROFONETIK

3.1 Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ? _____ 24

3.2 Qu'est-ce que le traitement automatique de la parole ? _____ 25

Le Processus de Conversion de la Parole : De l'Analogique au Numérique dans Profonetik _ 29

Le processus de conversion de la parole en texte _____ 30

3.3 Le rapport de l'intelligence artificielle avec le traitement automatique de la parole _____ 30

3.4 Présentation de Profonetik : outil pour corriger les difficultés de prononciation en FLE (version enrichie)	31
3.5 La contribution de Profonetik à l'amélioration de la prononciation chez les apprenants de FLE	32

Chapitre 04 :

Cadre méthodologique

4.1. Objectifs de l'étude	36
4.2. Hypothèses du travail :	37
4.3. Démarche générale	37
4.3.1. Instruments de collecte et d'analyse	37
4.3.2. Constitution du corpus	38
4.3.2.1. Séance de lecture littéraire : contexte d'enregistrement	38
4.4. Échantillon	38
4.5. Corpus utilisé	38

Chapitre 05 :

Résultats & perspectives

5. Résultats chiffrés	43
5.1. Analyse de la performance phonétique à la première évaluation	43
5.1.1. Score global	46
5.1.2. Types d'erreurs phonétiques fréquentes	47
5.1.3. Forces observées	47
5.1.4. Conseils ciblés	47
5.1.5. Répartition des scores par catégorie	47
5.1.5.1. Mots avec prononciation faible (score < 50 %)	47
5.1.6. Analyse qualitative	48
5.1.7. Mots correctement prononcés (score > 85 %)	48
5.1.8. Bilan des erreurs principales par type phonétique	49
5.1.9. Interprétation pédagogique	49
Recommandations	49
5.2. Analyse académique de la deuxième évaluation de la prononciation	51
5.2.1. Score global et premières observations	51
5.2.2. Réussites phonétiques remarquables	52
5.2.3. Phénomènes phonétiques problématiques observés	53
5.2.4. Recommandations pédagogiques à ce stade	54
5.2.5. Conclusion partielle	54
5.3. Analyse comparative des résultats d'évaluation phonétique	54
5.3.1. Résultats globaux et convergences principales	54
5.3.2. Analyse des erreurs phonétiques communes	55
5.3.3. Divergences méthodologiques et recommandations pédagogiques	57

5.4. Synthèse et perspectives	57
6. Analyse des difficultés de prononciation liées à l'appareil phonatoire chez les étudiants et implications pour l'apprentissage	59
6.1. Difficultés phonétiques observées chez les étudiants	59
6.1.1 Les fricatives sourdes et sonores	59
6.1.2 Les voyelles nasales	59
6.1.3 Les voyelles ouvertes et fermées	60
6.1.4 Les liaisons et enchaînements	60
6.2. Rôle de l'appareil phonatoire dans la production des sons	60
6.2.1 Anatomie et fonctions des organes articulatoires	60
6.2.2 Mécanismes de production des sons fricatifs et nasaux	60
6.3. Liens entre difficultés phonétiques et fonctionnement de l'appareil phonatoire	61
6.4. Implications pédagogiques et pistes d'amélioration	61
6.4.1 Exercices articulatoires ciblés	61
6.4.2 Travail sur la respiration et la prosodie	61
6.4.3 Utilisation d'outils technologiques	61
6.5. Conclusion	62
7. Analyse des relations entre les mécanismes phonatoires, les difficultés articulatoires et les perspectives d'amélioration	62
7.1. Analyse physiologique des difficultés phonétiques observées	62
7.2. Conséquences des troubles articulatoires sur la qualité de la prononciation	62
7.3. Propositions d'interventions adaptées aux résultats de l'étude	62
7.4. Limites méthodologiques et axes pour approfondir la recherche	63
7.5. Perspectives technologiques pour l'innovation en rééducation phonatoire	63
7.6. Exploration des facteurs biologiques influençant la production vocale	63
7.7. Conséquences des dysfonctionnements articulatoires sur la clarté du langage	63
7.8. Approches thérapeutiques innovantes et personnalisées	64
7.9. Analyse critique des contraintes méthodologiques et pistes d'amélioration	64
7.10. Intégration des nouvelles technologies dans la prise en charge phonatoire	64
Conclusion Générale et Perspectives	65
Références Bibliographiques	68
Annexes	71

Liste des tableaux

Tableau 5.1: Analyse des résultats produit par premier étudiant	48
Tableau 5.2 : Bilan des erreurs principales par type phonétique	49
Tableau 5.3 : score global et premières observation	52
Tableau 5.4 : analyse des erreurs phonétiques communes	55

Liste des figures

Figure 3.1: chaîne de traitements classique de compréhension du langage	25
Figure 3.2: Comment fonctionne la technologie ASR	28
Figure 3.3: Échantillonnage du signal	29
Figure 4.1 : interface du prototype profonetik	36
Figure 4.2 : Exemple d'un audio convertit vers texte	38
Figure 5.1 : Les résultats de prononciation d'un étudiant via Profonetik	43
Figure 5.2 : Segmentation des erreurs de prononciation en phonème et en monème cas du premier étudiant.	46

Introduction

Introduction

Dans le domaine de l'apprentissage des langues étrangères, notamment le FLE, on assiste actuellement à l'essor de l'intelligence artificielle avec toutes ses techniques et théories. Compte tenu de ses progrès significatifs et notables dans de nombreux domaines, les possibilités sont désormais ouvertes à leur application pour assurer l'obtention des compétences linguistiques en évitant et ou en éliminant les diverses erreurs de prononciation, principalement avec des personnes ayant des problèmes articulatoires.

Il est absolument clair que posséder un lexique phonétique et grammatical ne constitue pas la seule exigence pour la maîtrise des compétences orales en français langue étrangère (FLE). La maîtrise orale inclut une prononciation correcte et une production sonore articulée, en particulier les segments phonétiques de la langue cible (dans notre cas, le FLE) qui doivent respecter les normes phonétiques.

Dans le cadre de mes responsabilités lors des sessions d'observation avec des étudiants en première année de licence LMD, j'ai remarqué que certains problèmes de prononciation, notamment liés à certains sons spécifiques et parfois à la prosodie ainsi qu'à des caractéristiques de la parole plus générales, peuvent se produire même chez des apprenants adultes considérés comme doués, par exemple, en écriture. Cependant, ces individus ont tendance à être bloqués du côté de l'expression orale par des blocages articulatoires ou de l'anxiété résultant de la peur de mal prononcer. Ces défis sont souvent dus à des caractéristiques de conception de l'enseignement/apprentissage qui n'accordent pas suffisamment d'attention à la phonétique corrective de la prosodie et de l'oralité.

Par ailleurs, parmi les nombreux impacts fascinants de l'intelligence artificielle, celle-ci permet de considérer les erreurs de prononciation d'une manière tout à fait nouvelle, c'est à dire non seulement pour repérer les erreurs, mais aussi pour les corriger avec un niveau de minutie et d'adaptation sans précédent. Il s'agit, la phonétique qui a toujours relevé de méthodes, parfois sans doute fastidieuses et subjectives, s'efforce actuellement d'être éclairée par l'intelligence artificielle qui, à travers ses algorithmes, analyse et guide l'apprenant vers une insertion dans le discours plus fluide et plus exacte.

Ainsi, Profonetik est un projet que nous avons développé, une plate-forme utilisant l'intelligence artificielle à des fins d'apporter une aide aux compétences articulatoires et prosodiques des apprenants de langue, Profonetik offre des outils performants permettant l'intégration de stratégies interactives dans l'analyse et la correction des problèmes deviants dans la gestion des phonèmes, prosodie, l'intonation du rythme ou la fluidité dans le langage. Ce projet

Introduction

est une illustration du potentiel de l'IA dans la refonte effective de l'apprentissage et la prononciation pour des solutions personnalisées.

Dans ce contexte, l'IA pourrait-elle s'attaquer au problème de l'enseignement de la prononciation en corrigeant divers problèmes de prononciation des apprenants ? Et quelles erreurs phonétiques pourraient être détectées automatiquement par l'IA ?

Pour Jean-Pierre Cuq, la définition de la prononciation est : un acte qui est lié à l'articulation et à l'audition (capacité perceptive de l'oreille) et à la compréhension (comment la réalité est interprétée), ce qui signifie que la prononciation repose sur le cadre articulatoire des formes de discours et l'écoute pour permettre à l'apprenant d'identifier des schémas sonores distincts. (Aziza, 2020/2021)

La prononciation est essentielle pour apprendre une langue étrangère, et en particulier pour le français langue étrangère (FLE), car pour ce dernier, la communication orale reste un aspect fondamental et l'un des plus difficiles à maîtriser. Avec des apprenants de niveau universitaire, en particulier, en première année LMD.

Prendre la parole engendre beaucoup de problèmes : erreurs d'articulation, troubles de la phonation, du rythme, un débit peu naturel ... Ce sont là des difficultés a priori « cachées », séquelles d'un enseignement traditionnel peu adapté. Elles portent atteinte non seulement à la qualité de la communication orale, mais également à la confiance en soi de l'apprenant.

Étonnamment, même les étudiants les plus brillants en danse rencontrent un blocage majeur à l'oral.

Ce travail de recherche se propose de résoudre ces problématiques par le biais du développement d'une application mobile dédiée à l'amélioration de la prononciation adaptée aux besoins spécifiques des apprenants en FLE (Français Langue Étrangère). La question centrale de cette recherche est la suivante : Profonetik peut-elle avoir un impact suffisant sur l'apprentissage du FLE, spécialement en termes de localisation, classement, et correction des difficultés phoniques des apprenants ? Quelles solutions à ce problème peut-elle proposer ? Ce mémoire se propose de trouver des réponses à ces interrogations à travers le développement et l'expérimentation de l'application Profonetik, un outil intelligent d'aide à la correction phonétique, conçu pour des apprenants en FLE.

Introduction

L'objectif de ce travail est de démontrer que l'intelligence artificielle, loin d'être un simple outil technique, pourrait transformer l'apprentissage de la prononciation en une expérience interactive, personnalisée et accessible, offrant ainsi une réponse adaptée à chacun des apprenants.

Afin de pouvoir répondre à ces questions, il est important de poser une série d'hypothèses qui seront confirmées ou infirmées après l'obtention et l'analyse des résultats.

- ✓ L'intelligence artificielle, lorsqu'elle est intégrée à une application éducative adaptée, pourrait améliorer significativement la prononciation des apprenants de FLE, en leur offrant un accompagnement individualisé et un retour immédiat sur leurs productions orales.
- ✓ L'utilisation de l'application **Profonetik** permettrait de diagnostiquer avec précision les difficultés phonétiques (articulatoires, prosodiques et phonatoires) des apprenants, et de proposer des stratégies de correction ciblées et personnalisées.
- ✓ Les apprenants utilisant Profoneik développeraient non seulement une meilleure maîtrise phonétique, mais aussi une plus grande confiance en leur prise de parole, réduisant ainsi l'anxiété liée à la peur de mal prononcer.

Chapitre 01 :

L'apprentissage du FLE pour les étudiants du LMD : cas de l'oral

1.1. L'acquisition des compétences orales chez les étudiants du LMD

L'oral constitue la compétence initiale dans l'acquisition d'une langue étrangère, Les étudiants de première année LMD sont face un défi afin qu'ils puissent produire un discours en interaction avec autrui, et d'exprimer leurs idées en justifiant des opinions, en outre la maîtrise de l'orale se réside sur la capacité à établir une communication fluide.

En science du langage, L'orale c'est un acte de production linguistique qui mobilise plusieurs niveaux d'analyse, phonétique, phonologique, morphosyntaxique, lexicale et pragmatique, L'oral ne se réduit pas à la parole mais il constitue un système organisé.

Dans le contexte universitaire algérien, l'acquisition de la compétence orale en français langue étrangère(FLE) constitue un enjeu majeur pour les étudiants du système LMD sur le plan linguistique que pédagogique comme le montre Ouhab(2003), L'oral ne se limite pas à une capacité isolée, mais mobilise des compétences complexe qui englobe la compréhension, la production et la capacité à transposer des idées entre l'oral et l'écrit et adaptation aux contextes d'interaction, loin d'être une priorité dans les méthodes traditionnelles, Aujourd'hui avec les nouvelles orientations pédagogiques, telles que l'approche communicative et surtout l'approche actionnelle, remplaçant l'oral au cœur de formation, elles valorisant l'apprenant en tant qu'acteur social, capable d'agir de s'exprimer et de construire du sens ces derniers visant à favoriser une expression authentique, adaptée à des besoins langagières de freins psychologiques souvent rencontré par les étudiants.

C'est dans cette perspective que la méthode audio-orale s'est imposée, accordent une place centrale à la pratique orale répétitive et à la correction phonétique.

La méthode audio-orale accorde toute la priorité à la langue orale et à la prononciation qui devient un objectif majeur, en proposant des dialogues de langues courantes enregistrés pour le compte de l'apprenant et élaborés de façon rigoureuse. Ce dernier devait les mémoriser en dépit du fonctionnement grammatical des phrases qui les composaient. Néanmoins, l'enseignement des langues étrangères n'a guère apporté ses soins quant à un véritable apprentissage de la compréhension et expression orales étant donné que le développement des compétences exprime le résultat d'un entraînement répétitif des comportements. (OUAHAB, 2023)

1.2. La compétence du l'oral

La compétence se définit comme une combinaison, ou des savoir-faire (capacités pratiques), des aptitudes physiques, Elle se manifeste concrètement dans l'exercice d'une activité ou d'une fonction, en vue d'accomplir les tâches attendues, contrairement au potentiel, qui représente une compétence en devenir, la compétence est observable et mesurable dans l'action.

La compétence d'expression orale est difficile à acquérir car elle fait appel à plusieurs composantes à la fois (phonétique, lexicale, grammaticale), discursive, socioculturelle et stratégique. En effet, pour formuler un message dans une situation de communication, l'émetteur doit avoir un lexique suffisant et adéquat, utiliser des phrases correctes du point de vue syntaxique et faire preuve d'une bonne expression au niveau de la prononciation, du rythme et de l'intonation. La compétence de l'expression orale s'exerce individuellement ou en interaction. (Ghouli Mohammed lamine1, 2018)

Selon Mercier : *“L'expression orale est une compétence que les apprenants doivent progressivement acquérir, qui consiste à s'exprimer dans les situations les plus diverses, en français. Il s'agit d'un rapport interactif entre un émetteur et un destinataire, qui fait appel également à la capacité de comprendre l'autre. L'objectif se résume en la production d'énoncés à l'oral dans toute situation communicative. Il s'agit d'une compétence qu'il faut travailler avec rigueur, et qui nécessite de surmonter des problèmes liés à la prononciation, au rythme et à l'intonation, mais également des problèmes liés à la compréhension, à la grammaire de l'oral...”*

L'expression orale peut donc englober le non-verbal (sous forme de gestes, de signes, de sourires, d'expressions gestuelles diverses adaptées à la situation de communication), la voix (volume, articulation des sons, débit de la voix ou de l'intonation pour que la communication soit faite de manière expressive), les pauses, les silences, les regards (pour vérifier le niveau de la compréhension du message verbal). L'expression orale, c'est transmettre des messages à l'aide d'un langage en utilisant sa voix et son corps pour communiquer. (Méthodologie II^{ème} année ST)

Les composantes linguistiques de l'orale se manifestent comme suit :

- ❖ Vocabulaire : Ensemble des mots, des vocables d'une langue.
- ❖ Phonologie : Science qui étudie les sons d'une langue quant à leur fonction, à leurs oppositions ([phonème](#)).
- ❖ Syntaxe : Étude des règles grammaticales d'une langue ; ces règles.
- ❖ Morphologie : Étude de la configuration et de la structure externe (d'un organe ou d'un être vivant, d'un objet naturel).
- ❖ Pragmatique : Qui est adapté à l'action concrète, qui concerne la pratique (Larousse).

- ❖ Connaissances lexicales et grammaticales et phonologiques.
- ❖ Cohérences et cohésions relativement liée au discours et l'argumentation qui représentent un pilier majeur de chaque communication orale dans son contexte énonciative.

Outre les composantes linguistiques, il convient également de prendre en compte les composantes prosodiques qui jouent un rôle crucial dans l'intangibilité, la fluidité et l'expressivité de la parole.

Les composantes prosodiques

Il existe plusieurs **éléments prosodiques** dont il faut tenir compte lors de la production orale :

- ❖ **La prononciation** est la façon que nous avons de dire et d'articuler les mots. Elle est caractérisée par le contexte d'apprentissage de notre langue : l'époque, l'endroit où l'on est né, où l'on vit, notre classe sociale et notre éducation. Lors d'un exposé oral, il faut s'assurer de bien prononcer les mots afin que l'auditoire comprenne bien ce que l'on veut dire.
- ❖ **L'accent** est une mise en relief d'une syllabe ou d'un son (souvent d'une voyelle). On en distingue deux types : l'accent tonique (relatif à la durée, au rythme et à l'intensité de l'articulation) et l'accent expressif (ou accent d'insistance).
- ❖ **Le rythme** est l'alternance plus ou moins régulière des syllabes accentuées, des syllabes inaccentuées et des pauses. Il peut être caractérisé de calme, posé, rapide, dynamique, saccadé, nerveux, etc. Les pauses servent à laisser le temps à l'auditoire d'assimiler le message. On s'en sert également pour marquer les grandes parties de la présentation et pour mettre en évidence ce que l'on considère important. (L'évaluation de l'oral, 2025)
- ❖ **L'intonation** désigne les variations de hauteur de la voix (la "mélodie" du langage) utilisées pour exprimer différents types de phrases (déclaratives, interrogatives, etc.) et pour marquer l'expressivité ou l'importance de certains mots ou groupes de mots. Elle se distingue de l'accentuation, qui porte sur l'intensité de la voix pour mettre en relief des syllabes.

La prosodie comporte plusieurs composantes, parmi lesquelles la hauteur, le débit et la durée, dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de nous concentrer uniquement sur la prononciation, c'est la principale lacune qui cible notre problématique.

En somme, la compréhension fine de la compétence orale dans toute sa complexité permet de mieux cerner les difficultés spécifiques rencontrées par les étudiants du département de français notamment les premières années, cette approche globale servira de point d'appui pour analyser la section suivante, les obstacles identifiées et pouvoir les remédier avec l'intelligence artificielle.

1.3. Les difficultés par les étudiants lors de l'apprentissage de l'expression orale du français :

Les apprenants du FLE rencontrent fréquemment à des difficultés quand il s'agit de parler. Celles-ci se manifestent tant sur le plan linguistique (concernant le vocabulaire, la syntaxe et la phonétique), mais aussi psychologique, socioculturel, sociolinguistique et communicatif (au niveau du discours). Tous ces facteurs nuisent à la communication et réduisent la participation des apprenants en classe. Nous mettons ici en évidence les éléments qui provoquent le silence et le blocage, que ce soit lors de leurs interactions formel dans un contexte académique ou informelles entre pairs. (DUHAIR, 2023)

Ce phénomène montre explicitement le manque de confiance en soi, souvent par crainte d'être discriminé à cause d'un jugement d'une mauvaise prononciation.

1.4 Causes des difficultés d'expression orale en Français

1.4.1. L'influence des déterminants socioculturels

L'environnement socioculturel de l'apprenant influe sur son apprentissage, et plus précisément sur sa compétence à produire oralement en langue française. Le milieu familial, les normes culturelles et les expériences passées peuvent, selon les cas, stimuler ou freiner la motivation, la confiance en soi et la capacité à s'exprimer oralement dans une langue étrangère. (Chaharazade, 2020/2021)

Toutefois, la problématique de la diversité culturelle parmi les étudiants en contexte de FLE constitue un enjeu majeur, appelant à l'élaboration de stratégies pédagogiques ciblées pour dépasser cet obstacle. Selon Zarate G., le recours aux « *mécanismes de l'identité* » apparaît ainsi indispensable afin de réduire les écarts et de favoriser une meilleure intégration des apprenants.

1.4.2. Les problèmes de phonétique

La maîtrise d'une langue quelconque, à l'oral comme à l'écrit, nécessite une première phase d'entraînement dans laquelle l'enseignant a un rôle primordial pour corriger et orienter l'apprenant à une production conforme à la norme. C'est à cette étape que nous pouvons remarquer l'importance de la phonétique dite corrective.

Une mauvaise maîtrise de la phonétique en français peut entraîner des **difficultés de compréhension mutuelle** et des malentendus fréquents. Par exemple, confondre les voyelles nasales /*ɑ̃*/ and /*ɔ̃*/ peut changer complètement le sens d'un mot, comme dans « vent » et « vont ». Cela peut également affecter l'**intégration sociale et professionnelle** des apprenants, en limitant leur capacité à communiquer efficacement avec des locuteurs natifs.

Les erreurs phonétiques varient souvent selon la **langue maternelle** de l'apprenant. Par exemple, les anglophones ont tendance à prononcer le « u » français comme un « ou », ce qui peut transformer « lune » en « loun ». De même, les hispanophones peuvent avoir des difficultés avec les **liaisons**, un aspect essentiel de la fluidité en français. Ces erreurs, bien que courantes, peuvent être corrigées grâce à une **pratique ciblée** et un accompagnement adapté. (<https://www.ccfs-sorbonne.fr/les-conferences-de-civilisation-francaise-a-la-sorbonne-atout-majeur-pour-la-langue-et-la-culture/>, 2025)

En effet, Il apparaît que les apprenants de FLE éprouvent fréquemment des difficultés d'ordre phonétique, se manifestant notamment dans la maîtrise de la prononciation, de l'intonation, des liaisons, du rythme et des phénomènes d'élision. Ces difficultés trouvent en partie leur origine dans l'absence, en langue arabe, de certains phonèmes propres au français. De surcroît, l'insuffisance d'un entraînement systématique aux composantes phonétiques et phonologiques contribue à entretenir, chez certains étudiants, des erreurs persistantes lors de la production orale.

Maîtriser la **prononciation française**, c'est aussi surmonter un obstacle psychologique fréquent : la crainte de mal parler, de ne pas être compris ou d'avoir un accent trop marqué. En travaillant la phonétique, les apprenants acquièrent une plus grande assurance dans leurs échanges oraux. La prononciation revêt une importance particulière à plusieurs égards :

- ❖ Une articulation correcte permet d'aboutir à une transcription écrite fiable, réduisant ainsi le risque de fautes orthographiques.
- ❖ La maîtrise des composantes phonétiques contribue à renforcer la confiance en soi et à stimuler la capacité à s'exprimer oralement.
- ❖ Une prononciation appropriée favorise l'interaction entre locuteurs et facilite la compréhension mutuelle.

Comme l'indique Ferdinand Buisson, « *la prononciation consiste à attribuer aux voyelles, consonnes et syllabes l'articulation et l'intonation qui leur sont propres dans la langue utilisée* ».

Chapitre 02 :

Le rôle de la phonétique dans le développement de l'expression orale et la correction des problèmes d'articulation

Le perfectionnement de l'expression orale constitue un objectif majeur dans l'enseignement/apprentissage du français langue étrangère (FLE). Cependant, la maîtrise de la prononciation ne peut être réduite à la seule répétition mécanique : elle s'enracine dans la compréhension précise des mécanismes phonétiques qui sous-tendent la production et la perception des sons. La phonétique occupe donc une place centrale en didactique des langues, en permettant d'identifier et de corriger les déviations articulatoires et prosodiques susceptibles d'entraver la communication.

Ce chapitre se propose d'explorer le rôle déterminant de la phonétique dans le développement de l'expression orale et la remédiation des difficultés articulatoires. Après avoir défini la phonétique et présenté ses principales branches (articulatoire, acoustique, auditive), nous aborderons la phonétique corrective et la description systématique des sons du français standard. Enfin, un éclairage particulier sera consacré à la question de la liaison, phénomène à l'interface de la phonétique et de la syntaxe, dont la maîtrise est indispensable à une prononciation fluide et crédible.

En dressant ce panorama, il s'agira de montrer que la connaissance phonétique ne constitue pas un savoir accessoire, mais bien le socle indispensable sur lequel viennent ensuite s'articuler les approches technologiques décrites dans le chapitre suivant. Ainsi, la modélisation phonétique et l'intégration des outils d'intelligence artificielle, qui seront développées dans le troisième chapitre, trouvent leur légitimité et leur efficacité dans la compréhension approfondie des processus physiologiques et perceptifs de la parole.

2.1. La phonétique : définitions

La phonétique est la discipline linguistique qui étudie les **sons du langage humain**, de leur production à leur perception. Elle constitue l'un des piliers de l'apprentissage et de l'enseignement des langues, notamment lorsqu'il s'agit de développer des compétences orales précises et d'améliorer la prononciation.

♦ Origine et évolution du concept

Le terme *phonétique* provient du grec ancien *phōnētikós*, qui signifie « relatif à la voix » (*phōnē* = son).

Historiquement, la phonétique apparaît comme une branche distincte au XIX^e siècle avec les travaux de linguistes tels que **Henry Sweet**, **Paul Passy** (fondateur de l'Association Phonétique Internationale, API, en 1886), et **Daniel Jones**, qui posent les bases de la transcription phonétique et de l'analyse scientifique des sons.

Ces pionniers visaient d'abord :

- La **description des sons** des langues du monde.
- Leur **classification**.
- Leur **notation rigoureuse** (l'alphabet phonétique international, API).

♦ Définition contemporaine

La phonétique se définit aujourd'hui comme :

« L'étude scientifique des sons du langage humain, incluant leur production physique (articulatoire), leurs propriétés acoustiques (acoustique) et leur perception par l'auditeur (auditive) »

(Ladefoged & Johnson, 2014).

En d'autres termes, elle analyse :

- **Comment les sons sont produits** par les organes vocaux.
- **Comment ils se propagent dans l'air** sous forme d'ondes acoustiques.
- **Comment ils sont entendus et interprétés** par le cerveau.

Ces trois dimensions complémentaires (production, transmission, perception) font de la phonétique une science interdisciplinaire, à la croisée de :

- La linguistique.
- La physiologie.
- La physique acoustique.
- La psychologie cognitive.

♦ Importance en didactique du FLE

En français langue étrangère, la phonétique est essentielle pour :

- Faciliter la compréhension orale et l'intelligibilité.
- Réduire les interférences liées à la langue maternelle.
- Installer des habitudes articulatoires correctes dès les premiers apprentissages.
- Travailler la prosodie : intonation, rythme, accentuation.

Les enseignants de FLE l'utilisent notamment :

- Pour **diagnostiquer les erreurs phonétiques**.
- Pour **mettre en place des activités correctives ciblées**.
- Pour **outiller les apprenants dans leur autonomie phonétique**.

♦ Positionnement par rapport à la phonologie

Il est fondamental de distinguer la phonétique de la phonologie :

- **La phonétique** : étude des sons **concrets**, tels qu'ils sont réellement produits et perçus.

- **La phonologie** : étude des sons **dans leur fonction linguistique**, c'est-à-dire leur rôle distinctif dans une langue donnée (les phonèmes).

Exemple :

- En phonétique, on décrit la réalisation précise du [r] uvulaire français.
- En phonologie, on s'intéresse au fait que /r/ est un phonème distinctif qui oppose *rue* et *lue*.

Ces deux approches sont complémentaires : la phonétique décrit *comment* les sons se manifestent, la phonologie explique *pourquoi* ils sont importants pour distinguer le sens.

♦ **Vers une phonétique technologique**

Aujourd'hui, la phonétique s'est enrichie grâce aux avancées technologiques :

- Logiciels de visualisation spectrographique.
- Applications d'intelligence artificielle (cf. Chapitre 3).
- Analyse assistée par ordinateur (par ex. Praat).

Ces outils permettent :

- Une **visualisation précise des productions orales**.
- Des **feedbacks immédiats et individualisés**.
- Une **évaluation objective** des progrès.

♦ **Définition synthétique pour le mémoire**

Pour clore cette section, voici une **définition synthétique** que tu peux insérer telle quelle :

« La phonétique est l'étude scientifique et systématique des sons du langage humain, englobant leur production articulaire, leur transmission acoustique et leur perception auditive. Elle constitue un socle indispensable à l'enseignement et l'apprentissage des langues, notamment pour l'amélioration de la prononciation et la compréhension orale. »

2.2. Les branches de la phonétique

La phonétique, en tant que discipline scientifique de l'étude des sons du langage, se divise en trois branches principales : la phonétique articulaire, la phonétique acoustique et la phonétique auditive. Chacune d'elles éclaire un aspect spécifique de la production, de la transmission et de la perception des sons. Ces approches complémentaires permettent de comprendre la nature complexe de la communication orale et d'outiller efficacement l'enseignement/apprentissage des langues.

2.2.1. La phonétique articulatoire

La phonétique articulatoire étudie la manière dont les sons sont produits par les organes de la parole. Elle s'intéresse principalement aux mouvements et aux positions des articulateurs : lèvres, langue, palais, voile du palais, cordes vocales, etc.

Selon Ladefoged (2001), cette branche vise à décrire les gestes articulatoires responsables de chaque son, en précisant leur point d'articulation (l'endroit où le contact se produit dans le conduit vocal) et leur mode d'articulation (la façon dont l'air est modifié).

Par exemple, le son [p] est une consonne occlusive bilabiale sourde :

- Occlusive parce que le flux d'air est bloqué puis libéré brusquement.
- Bilabiale car les deux lèvres se ferment.
- Sourde car les cordes vocales ne vibrent pas.

L'étude articulatoire est essentielle pour identifier les difficultés typiques des apprenants. Ainsi, les arabophones ont souvent tendance à remplacer le [v] par [f], faute de ce phonème dans leur système, ce qui nécessite un travail spécifique sur la vibration des cordes vocales et le rapprochement des incisives.

Des schémas explicatifs (ex. : coupes sagittales du conduit vocal) sont souvent utilisés pour montrer la configuration articulatoire des voyelles et des consonnes. Ces représentations visuelles constituent un support didactique précieux.

2.2.2. La phonétique acoustique

La phonétique acoustique se concentre sur les propriétés physiques des sons une fois qu'ils ont été produits : leur transmission sous forme d'ondes sonores. Elle décrit les sons à partir de leurs caractéristiques mesurables : fréquence, amplitude, durée et timbre.

Un des concepts fondamentaux de cette approche est la notion de formant, c'est-à-dire les zones de concentration de l'énergie acoustique qui caractérisent chaque voyelle. Par exemple, la distinction entre [i] et [u] repose sur des formants bien distincts que l'on peut observer sur un spectrogramme.

Les technologies modernes, comme Praat, permettent de visualiser ces propriétés sous forme de spectres et de spectrogrammes. Ces outils jouent un rôle crucial dans la phonétique corrective, car ils offrent aux apprenants une représentation graphique de leur production et facilitent la prise de conscience des écarts.

Dans l'enseignement, des séquences pédagogiques intègrent l'analyse acoustique :

- Enregistrement d'un mot-clé (ex. : « ville »)
- Visualisation des formants

- Comparaison avec le modèle natif
- Ajustement articulatoire ciblé

Cette approche scientifique confère à la correction phonétique un caractère rigoureux et objectif.

2.2.3. La phonétique auditive

La phonétique auditive s'intéresse à la façon dont les sons sont perçus et traités par le système auditif humain. Elle se penche sur les mécanismes neurophysiologiques et psychologiques qui interviennent entre la réception des ondes sonores et leur interprétation.

Elle étudie notamment :

- La sensibilité différentielle aux variations de fréquence (perception des hauteurs)
- La perception des contrastes phonétiques (ex. : différence /p/ - /b/)
- La perception prosodique (rythme, intonation)

D'après Abry et Veldeman-Abry (2007), la perception phonétique précède et conditionne l'apprentissage articulatoire. Un apprenant incapable de percevoir correctement un contraste sonore (par exemple /y/ - /u/) ne pourra pas le produire de façon fiable.

C'est pourquoi les méthodes modernes de phonétique corrective adoptent un cycle perception–production–correction :

1. Discrimination auditive des sons cibles
2. Production contrôlée et imitation
3. Vérification perceptive et réajustement

Dans la pratique, des exercices spécifiques, comme les tests de discrimination minimal pairs (« peur » / « peu ») ou les écoutes contrastives, favorisent le développement de la conscience phonologique indispensable à la prononciation correcte.

Ces trois perspectives articulatoire, acoustique et auditive ne sont pas cloisonnées : elles s'enrichissent mutuellement et constituent ensemble le socle théorique de toute démarche de correction phonétique. Leur complémentarité permet de passer de la description scientifique des sons à des applications pédagogiques concrètes.

2.3. La phonétique corrective

2.3.1. Origines et fondements

La phonétique corrective constitue la branche appliquée de la phonétique qui vise à remédier aux écarts de prononciation chez les apprenants d'une langue étrangère. Son émergence remonte aux travaux des pionniers de la phonétique et de l'enseignement des langues, tels que Paul Passy, Wilhelm Viëtor et les premiers membres de l'Association phonétique internationale, fondée à la

fin du XIX^e siècle. Ces chercheurs ont démontré que les erreurs articulatoires relèvent d'interférences systématiques entre la langue maternelle et la langue cible, ce que l'on appelle parfois le filtre phonologique. C'est sur cette base qu'ont été élaborés les premiers outils et démarches de correction.

2.3.2. Objectifs principaux

Les objectifs de la phonétique corrective se structurent autour de quatre axes. Elle vise tout d'abord à corriger les écarts articulatoires afin de rapprocher la production phonétique de l'apprenant des normes d'intelligibilité attendues. Elle cherche ensuite à renforcer la perception phonétique, par exemple en entraînant la capacité à différencier des contrastes comme /y/ et /u/ ou /e/ et /ɛ/. La stabilisation des automatismes articulatoires constitue un autre objectif essentiel, qui suppose des exercices fréquents et contextualisés. Enfin, la phonétique corrective contribue à renforcer la confiance communicative des apprenants, en réduisant la peur du jugement et la gêne lors de la prise de parole.

2.3.3. Méthodes et techniques

Historiquement, plusieurs méthodologies ont jalonné l'évolution de la phonétique corrective. La méthode directe insistait sur la répétition intensive et l'imitation du modèle natif. Plus tard, la méthode verbo-tonale a proposé une approche articulant perception et production au sein d'un même processus pédagogique. Cette méthode repose sur la conviction que la perception déformée du son est la cause principale des erreurs de prononciation. Elle préconise donc un travail de discrimination et de correction progressive, souvent en exagérant les traits prosodiques.

Aujourd'hui, de nombreuses pratiques s'appuient sur des supports technologiques. Par exemple, une séquence de correction peut inclure :

- **Phase de perception** : identification des sons cibles grâce à un entraînement auditif avec des enregistrements contrastifs.
- **Phase de production contrôlée** : répétition de mots et de phrases en exagérant l'articulation.
- **Phase de production autonome** : intégration des sons corrigés dans des dialogues simulés.
- **Feedback immédiat** : visualisation de spectrogrammes et retour oral de l'enseignant ou du logiciel.

Un schéma couramment utilisé pour illustrer cette dynamique est celui du **cycle perception – production – correction**, qui montre comment l'oreille et l'organe phonatoire interagissent pour renforcer la précision articulatoire.

Schéma 2.1 – Le cycle perception – production – correction

[Perception] → [Production] → [Évaluation] → [Réajustement]

2.3.4. Enjeux didactiques spécifiques au FLE

L'enseignement du français langue étrangère présente des défis particuliers en phonétique corrective. Le système vocalique complexe, notamment les voyelles nasales (/ã/, /ẽ/, /œ/) et la distinction voyelles ouvertes/fermées, ainsi que la prosodie syllabique spécifique, engendrent de nombreuses erreurs. À cela s'ajoutent les phénomènes de liaison, d'enchaînement et de réduction vocalique, qui rendent le repérage des unités phonétiques plus délicat.

Par exemple, un hispanophone tendra à confondre /y/ et /i/, tandis qu'un arabophone éprouvera des difficultés à percevoir et produire les voyelles nasales. C'est pourquoi la phonétique corrective moderne combine des phases d'écoute comparative, des exercices d'imitation et des productions contextualisées dans des activités communicatives.

2.3.5. Perspectives actuelles

Les perspectives actuelles placent la phonétique corrective au cœur de démarches intégratives, où perception, production et communication ne sont plus cloisonnées. L'essor des technologies et de l'intelligence artificielle favorise un accompagnement plus personnalisé et adaptatif. Ainsi, des applications comme **Profonetik** permettent de visualiser en temps réel les écarts articulatoires et d'entendre des modèles natifs.

De plus, l'usage de plateformes collaboratives offre la possibilité de comparer sa production avec celle d'autres apprenants, de recevoir des retours instantanés et de progresser de façon autonome. Ces avancées témoignent d'un changement de paradigme : la correction phonétique est désormais conçue comme un processus global, mobilisant la conscience corporelle, l'écoute active et les outils numériques au service de la confiance et de la fluidité orale.

2.4. Description des différents sons en français standard

Le français standard se caractérise par un système phonétique relativement stable, composé d'un inventaire précis de sons vocaliques et consonantiques. Cette section présente les principaux traits distinctifs des sons du français, afin de fournir une base de référence indispensable à l'enseignement et à la correction phonétique en contexte FLE.

Les voyelles du français se distinguent par leur timbre, leur aperture et leur arrondissement. On compte 16 voyelles orales et nasales :

- **Voyelles orales (12) :**
 - *Antérieures non arrondies* : [i] (vie), [e] (été), [ɛ] (mère), [a] (patte)
 - *Antérieures arrondies* : [y] (lune), [ø] (peu), [œ] (sœur)

- *Postérieures arrondies* : [u] (fou), [o] (eau), [ɔ] (porte)
- *Centrale* : [ə] (le, parfois muet)
- **Voyelles nasales (4)** :
 - [ɑ̃] (sans)
 - [ɛ̃] (pain)
 - [ɔ̃] (nom)
 - [œ̃] (un)

Les **consonnes** françaises comprennent des occlusives, fricatives, liquides et nasales. Parmi elles:

- **Occlusives** : [p], [b], [t], [d], [k], [g]
- **Fricatives** : [f], [v], [s], [z], [ʃ] (chat), [ʒ] (je)
- **Nasales** : [m], [n], [ɲ] (montagne), [ŋ] (camping)
- **Liquides** : [l], [ʁ] (r uvulaire)

Le tableau suivant résume ces sons (présentation simplifiée) :

Mode d'articulation	Lieu d'articulation	Exemples
Occlusive sourde	Bilabiale	[p] papa
Occlusive sonore	Alvéolaire	[d] dent
Fricative sourde	Post-alvéolaire	[ʃ] chat
Nasale	Palatale	[ɲ] montagne
Liquide vibrante	Uvulaire	[ʁ] rose

Les **semi-voyelles** complètent le système : [j] (fille), [ɥ] (lui), [w] (oui).

Exemple de séquence pédagogique :

Pour introduire ces sons, on peut concevoir une séance en trois étapes :

1. **Perception** : écoute et identification des sons voyelles/consonnes avec discrimination minimale (ex. : [i] vs [y]).
2. **Production guidée** : répétition et enregistrement de mots-clés (vie, vue, fou, feu...).
3. **Visualisation** : observation des spectrogrammes et comparaison avec des modèles natifs.

Schéma du cycle perception-production-correction appliqué aux voyelles :

CSS

[Écoute ciblée] → [Identification] → [Production contrôlée] → [Feedback audio/visuel] → [Auto-correction]

En FLE, ce type de description précise est indispensable car beaucoup d'apprenants ont des difficultés spécifiques selon leur langue maternelle :

- Confusion [y]/[u] chez les hispanophones.
- Non-prononciation des nasales chez les arabophones.
- Remplacement de [ʁ] par [r] apical chez de nombreux locuteurs.

Enfin, la maîtrise de ces sons ne se limite pas à la production isolée : elle doit s'accompagner d'une **automatisation en contexte**, par exemple en travaillant des phrases courantes où ces phonèmes sont fréquents.

2.5. Phénomènes syntaxiques : cas de la liaison en FLE

La **liaison** est un phénomène caractéristique du français oral, qui consiste à prononcer une consonne normalement muette en fin de mot, lorsqu'elle est suivie d'un mot commençant par une voyelle ou un *h* dit « muet ». Elle relève autant de la phonétique que de la syntaxe, car elle dépend des rapports grammaticaux entre les mots.

Exemple :

- « Les amis » se prononce [lez_ami], avec la liaison [z].
- « Ils ont » se prononce [ilz_ɔ̃], avec la liaison [z].

La liaison joue un rôle essentiel dans la **cohésion prosodique** de l'énoncé et participe à la fluidité de l'expression orale. Son absence ou sa réalisation inappropriée peut être perçue comme un indice d'oral non natif.

Typologie des liaisons

On distingue classiquement **trois catégories de liaisons** (Encrevé, 1988 ; Durand, 2007) :

1. Les liaisons obligatoires

Elles sont systématiques dans le français standard, notamment :

- Entre un déterminant et un nom : « un ami » [œ̃n_ami]
- Entre un pronom et un verbe : « ils arrivent » [ilz_aʁiv]
- Entre un adjectif et un nom : « petit enfant » [pəti t_ɑ̃fɑ̃]

2. Les liaisons facultatives

Elles dépendent du registre de langue (soutenu vs. familier) et du débit.

- Après un mot pluriel : « des enfants intelligents » [dez_ɑ̃fɑ̃ ɛ̃teliʒɑ̃] (fréquent à l'oral formel)
- Après certains verbes : « il prend un avion » [il pʁɑ̃ n_avjɑ̃]

3. Les liaisons interdites

Elles sont prosrites et leur emploi peut être stigmatisé.

- Après un nom singulier : « le chat_est parti » (incorrect)

- Après *et* : « *un homme et une femme* » (incorrect)

Ces distinctions doivent être expliquées aux apprenants, car elles ne sont pas intuitives.

La liaison et la compétence phonopragmatique

La liaison relève non seulement de la production phonétique mais également de la compétence pragmatique : savoir quand la réaliser ou non selon la situation de communication et le registre.

Exemple de variation pragmatique :

- En contexte formel : « Nous avons étudié... » [nuz_avõz_etydje]
- En contexte familier : « On a vu... » [õna vy] (pas de liaison)

Exemple de séquence pédagogique sur la liaison

Une séquence peut être organisée en quatre temps :

1. **Perception et discrimination**
 - Écoute d'énoncés avec et sans liaison.
 - Identification des liaisons obligatoires et facultatives.
2. **Production contrôlée**
 - Lecture à voix haute de listes de syntagmes.
 - Mise en relief de la consonne de liaison.
3. **Production intégrée**
 - Jeux de rôle avec dialogues contextualisés.
 - Exercice de reformulation d'énoncés en style plus soutenu.
4. **Réinvestissement**
 - Présentation orale préparée incluant des liaisons.
 - Enregistrement et auto-correction à l'aide d'un logiciel.

Schéma simplifié du processus perception-production-correction pour la liaison :

CSS

[Écoute ciblée]



[Identification de la liaison]



[Production guidée]



[Feedback et correction]



[Automatisation]

Enjeux didactiques

Chez les apprenants de FLE, la liaison représente un défi :

- Elle nécessite une **conscience phonologique fine** (repérer la consonne latente).
- Elle implique la **compétence morphosyntaxique** (identifier les groupes grammaticaux).
- Elle est fortement liée au **niveau de formalité**.

C'est pourquoi l'intégration de la liaison dans les parcours d'enseignement doit être progressive et contextualisée. L'usage de supports audio authentiques et d'outils numériques peut grandement faciliter cet apprentissage.

Conclusion partielle du Chapitre 2

À l'issue de cette exploration, il apparaît clairement que la phonétique joue un rôle transversal : elle relie l'anatomie de l'appareil phonatoire, la perception auditive et la structuration cognitive du langage. Sa contribution à la correction des problèmes d'articulation est essentielle, car elle permet d'objectiver les écarts phonétiques et de proposer des stratégies ciblées de remédiation.

Par ailleurs, la prise en compte des phénomènes syntaxiques tels que la liaison confirme que l'oralité ne relève pas uniquement de l'articulation des sons isolés, mais d'une compétence plus globale et intégrée. Cette perspective met en lumière la nécessité d'une approche combinant observation fine, pratique guidée et retour immédiat, conditions que les technologies d'intelligence artificielle contribuent à renforcer de manière innovante.

C'est précisément cette articulation entre fondements phonétiques traditionnels et solutions technologiques d'assistance à la prononciation que le chapitre suivant approfondira. L'intelligence artificielle, loin de remplacer la réflexion phonétique, s'en nourrit et la prolonge : elle constitue un levier puissant pour automatiser l'analyse, offrir des feedbacks individualisés et accompagner les apprenants dans une démarche autonome de perfectionnement vocal.

Chapitre 03 :

**L'intelligence artificielle au service de
la prononciation du français:
l'application PROFONETIK**

Introduction

L'évolution rapide de l'intelligence artificielle (IA) a profondément transformé de nombreux domaines, y compris l'enseignement et l'apprentissage des langues étrangères. La prononciation, composante fondamentale de la compétence communicative, représente un défi majeur pour les apprenants de français langue étrangère (FLE). Les difficultés articulatoires, les interférences phonologiques et la variabilité individuelle rendent complexe la maîtrise d'une prononciation intelligible et authentique.

Dans ce contexte, l'IA, conjuguée aux avancées du traitement automatique de la parole, offre des perspectives inédites pour l'accompagnement pédagogique et l'auto-apprentissage. Ces technologies permettent de développer des outils capables de reconnaître, d'évaluer et de corriger la production orale avec une précision croissante. Parmi ces dispositifs innovants figure l'application Profonetik, conçue spécifiquement pour répondre aux besoins des apprenants en FLE.

Ce chapitre se propose d'explorer les fondements conceptuels et technologiques de l'intelligence artificielle appliquée à la prononciation, de définir les principes du traitement automatique de la parole, et de présenter de façon détaillée l'outil Profonetik ainsi que sa contribution à l'amélioration des compétences phonétiques. La section suivante présentera une étude pratique du projet Profonetik, afin d'illustrer de manière empirique son fonctionnement et ses effets auprès d'un public réel d'apprenants.

3.1 Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

Le terme « intelligence artificielle » a été inventé en 1950 par John McCarthy et Marvin Lee Minsky, deux pionniers de la recherche en data science. Près de 63 ans après, l'IA fait aujourd'hui partie intégrante de notre quotidien et elle ne cesse de se développer. (School.IA, 2025)

L'intelligence artificielle (IA) désigne l'ensemble des théories, des méthodes et des techniques visant à reproduire artificiellement certaines capacités cognitives humaines au moyen de systèmes informatiques. Selon Russell et Norvig (2016), l'IA peut être définie comme « la conception d'agents capables d'observer leur environnement et d'agir de manière à maximiser leurs chances de succès ». Elle regroupe diverses approches, dont l'apprentissage automatique (*machine learning*), l'apprentissage profond (*deep learning*), ainsi que la programmation symbolique et probabiliste.

Le concept d'IA s'est progressivement développé à partir des années 1950, période marquée par les travaux pionniers d'Alan Turing qui, dans son article fondateur « Computing Machinery and Intelligence », proposait le célèbre test de Turing comme critère permettant d'évaluer la capacité

d'une machine à produire une forme d'intelligence comparable à celle de l'homme (Turing, 1950). Par la suite, l'IA s'est structurée en disciplines spécialisées, notamment la vision par ordinateur, le traitement automatique du langage naturel et la reconnaissance vocale.

Dans le domaine éducatif, l'IA est employée pour analyser des données d'apprentissage, personnaliser les parcours pédagogiques et assister les enseignants. En phonétique et en acquisition des langues, elle contribue notamment à la modélisation et à l'évaluation automatisées de la prononciation, ouvrant la voie à des applications innovantes comme Profonetik.

3.2 Qu'est-ce que le traitement automatique de la parole ?

Le Traitement Automatique des Langues (TAL) est une discipline technologique qui vise à doter les systèmes informatiques de la capacité à traiter la langue naturelle de manière automatisée. Il combine les approches linguistiques formelles avec des méthodes informatiques et statistiques pour développer des outils performants d'analyse, de génération et de compréhension du langage. Le TAL est à la base de nombreuses solutions innovantes telles que les systèmes de transcription automatique, les interfaces vocales intelligentes, la traduction neuronale, ou encore les correcteurs contextuels. Sa transversalité le rend indispensable dans le développement de technologies de la parole, où l'interprétation fine des données linguistiques joue un rôle central. (CNRS – Institut des sciences humaines et sociales. (s.d.). Traitement automatique de la langue. INSHS – CNRS., s.d.) Dans leur ouvrage *Data Feminism* (2018), Bender et Friedman affirment que ; « *le traitement automatique des langues naturelles ne se résume pas à une simple tâche algorithmique, mais vise également à concilier l'intuition humaine avec la précision des machines* ».

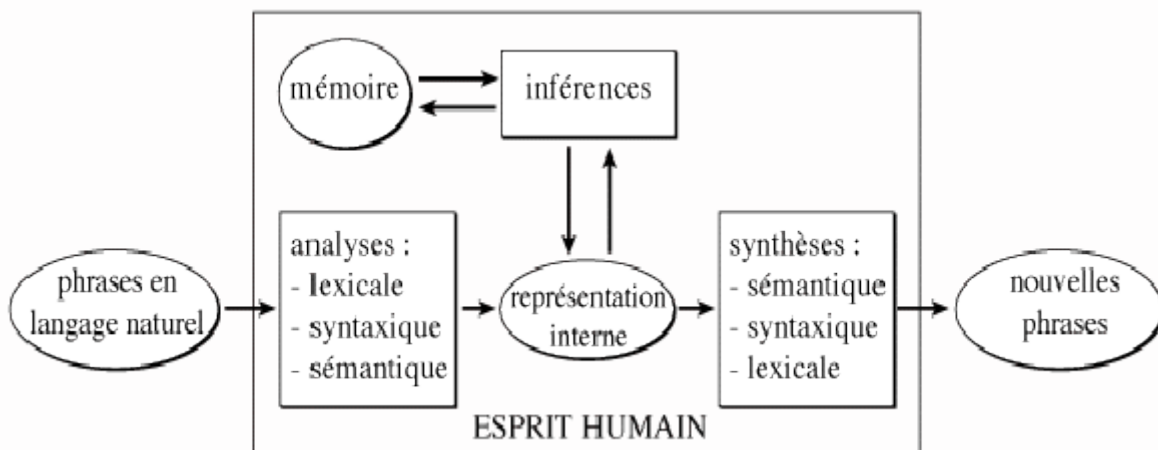


Figure 3.1: chaîne de traitements classique de compréhension du langage

Le schéma proposé illustre, de façon simplifiée, les deux fonctions essentielles du traitement du langage : **analyser** un énoncé pour en construire une représentation interne, et **synthétiser** cette

représentation pour produire un énoncé. Cette distinction repose sur des observations cliniques de patients atteints de troubles du langage.

Dans le domaine du **traitement automatique du langage naturel (TALN)**, ce modèle a inspiré de nombreuses recherches, visant à transposer ces fonctions humaines en programmes informatiques. Cependant, aucun système ne reproduit l'ensemble du schéma ; les applications informatiques se limitent souvent à des modules partiels.

Une évolution récente s'éloigne de la modélisation du raisonnement humain au profit d'approches plus **pragmatiques et statistiques**, centrées sur l'efficacité, comme en **fouille de textes**. Les chapitres suivants exploreront ces niveaux d'analyse, de la théorie linguistique aux outils numériques, jusqu'à leurs applications concrètes. (Vaufreydaz)

Après avoir exploré les principes fondamentaux du Traitement Automatique des Langues (TAL), il convient désormais de se tourner vers une de ses applications majeures le Traitement Automatique de la Parole (TAP). Le TAL permet aux machines de comprendre et de générer des structures linguistiques à partir de textes, en utilisant des modèles computationnels avancés. Cependant, l'extension de ces capacités au domaine de la parole soulève des défis supplémentaires, liés à la variabilité acoustique, aux phénomènes prosodiques et aux particularités articulatoires. Le TAP, en s'appuyant sur les avancées du TAL, intègre des données audios pour analyser, transcrire et traiter la parole humaine, ouvrant ainsi la voie à des systèmes de reconnaissance vocale, de synthèse vocale et d'interfaces vocales intelligentes. Ce passage du texte à l'oral nécessite une approche multimodale, où la linguistique computationnelle et l'ingénierie du signal se croisent pour offrir des solutions fiables et performantes. ((AFIA)., 2025)

Le traitement automatique de la parole (TAP) est un domaine de recherche qui étudie, à partir d'un enregistrement audio de parole, des modélisations et des systèmes afin de pouvoir reconnaître automatiquement par ordinateur de nombreuses informations.

Selon **Jérôme Farinas** « *Le traitement automatique de la parole est un domaine de recherche qui étudie, à partir d'un enregistrement audio de parole, des modélisations et des systèmes afin de pouvoir reconnaître automatiquement par ordinateur de nombreuses informations. Ces dernières concernent les conditions d'enregistrement de l'extrait audio, la langue qui a été utilisée, le texte qui a été prononcé, les caractéristiques du locuteur, les intonations et les émotions présentes, entre autres. C'est un domaine de recherche multidisciplinaire qui manipule des signaux acoustiques et qui demande des compétences en traitement du signal, en mathématiques, en informatique (en particulier en Intelligence Artificielle), en linguistique, voire en neurosciences, quand il est*

nécessaire de comprendre le fonctionnement du cerveau humain pour créer des modélisations sur ordinateur¹ » (Farinas, s.d.).

De nombreuses applications et de nombreux dispositifs de reconnaissance vocale sont disponibles, mais les solutions les plus avancées utilisent l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique. Elles intègrent la grammaire, la syntaxe, la structure et la composition des signaux audios et vocaux pour comprendre et traiter le discours humain. Idéalement, elles apprennent progressivement, en faisant évoluer leurs réponses à chaque interaction.

La Reconnaissance Automatique de la Parole (RAP)

Le traitement automatique de la parole (TAP), ou reconnaissance automatique de la parole (*Automatic Speech Recognition*, ASR), désigne l'ensemble des méthodes permettant de convertir un signal sonore en une représentation numérique et symbolique exploitable par des systèmes intelligents. Autrement dit, il s'agit de permettre à une intelligence artificielle de capter, segmenter et interpréter la parole humaine de manière autonome.

Le processus technique débute par l'enregistrement du signal acoustique via un microphone, suivi d'une étape de numérisation et de normalisation des données. Ces données sont ensuite analysées afin d'extraire des *features* acoustiques pertinentes, telles que les coefficients cepstraux en fréquence mél (*MFCC*), qui décrivent les caractéristiques spectrales de la voix. Ces paramètres constituent la base de la reconnaissance phonétique et lexicale.

Historiquement, les premiers systèmes étaient principalement fondés sur des approches déterministes et sur des règles explicites (*rule-based systems*). L'avènement des modèles de Markov cachés (HMM) a marqué un tournant majeur en permettant une modélisation probabiliste plus robuste de la variabilité du signal vocal. À partir des années 2010, l'essor de l'apprentissage profond a transformé le domaine. Les réseaux neuronaux profonds (*Deep Neural Networks*, DNN) et les réseaux neuronaux récurrents (*Recurrent Neural Networks*, RNN) ont permis d'augmenter la précision des modèles en capturant la dynamique temporelle de la parole. Plus récemment, les architectures de type Transformer (par exemple Wav2Vec 2.0 de Facebook AI Research) ont montré des performances supérieures, en s'appuyant sur de vastes corpus non supervisés et une puissance de calcul accrue (Baevski et al., 2020).

Au-delà de la simple transcription, le traitement automatique de la parole est aujourd'hui étroitement associé à l'intelligence artificielle. Les systèmes actuels s'appuient sur l'IA pour réaliser des tâches complexes : détection de l'intonation, évaluation automatique de la prononciation, identification du locuteur et même reconnaissance des émotions. Cette intégration

<https://sonix.ai/resources/fr/quest-ce-que-lasr/>

progressive a permis de développer des applications pédagogiques capables de fournir un retour individualisé aux apprenants, favorisant leur autonomie et leur motivation.

Dans l'enseignement du français langue étrangère (FLE), l'IA constitue ainsi le véritable moteur des dispositifs de correction et de remédiation phonétique. Des études récentes soulignent l'impact positif de ces technologies sur l'amélioration de la prononciation et la réduction de l'anxiété langagière (Li et al., 2022 ; Wang & Lake, 2021). Ces recherches confirment que l'IA ne se limite plus à une simple automatisation : elle participe activement à la co-construction des compétences linguistiques et phonologiques.

Fonctionnement technique du traitement automatique de la parole

Le système de RAP commence par l'enregistrement du signal vocal. Ce signal est ensuite nettoyé (suppression du bruit de fond), découpé en unités pertinentes (phonèmes ou mots), puis comparé à des modèles linguistiques pour être retranscrit sous forme textuelle. Ce processus repose sur la capacité du système à reconnaître les structures phonétiques spécifiques, d'où son intérêt pour le diagnostic des erreurs de prononciation en didactique. (Heba, 2021)

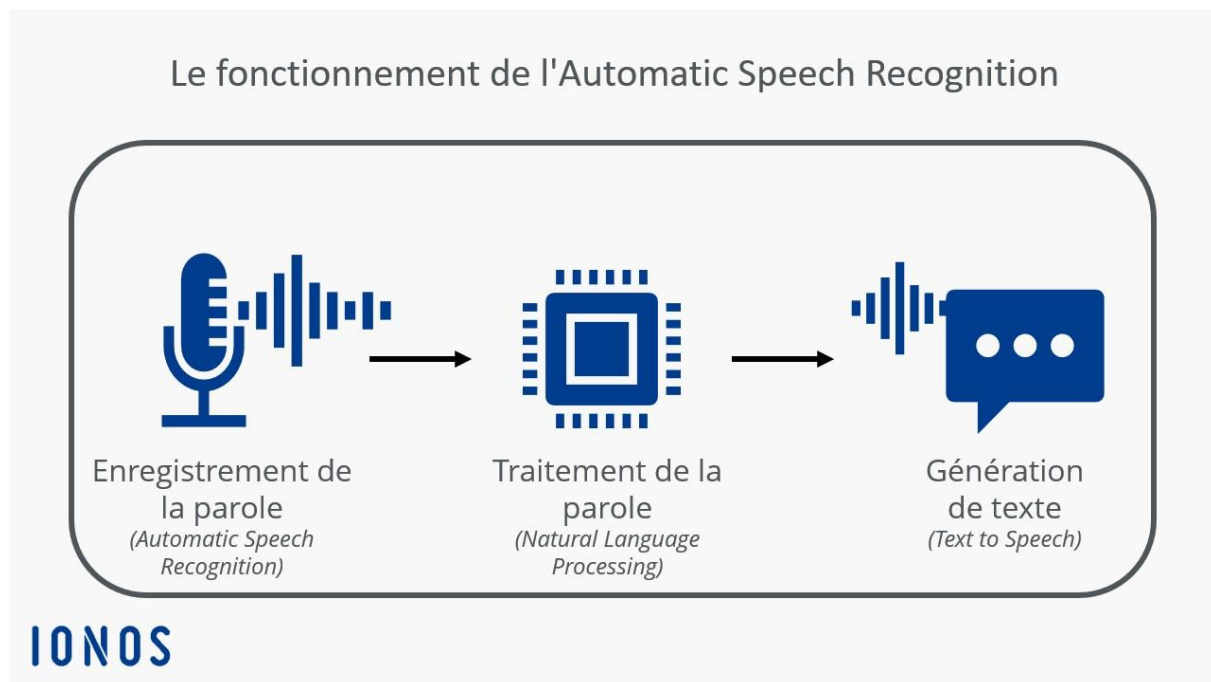


Figure 3.2: Comment fonctionne la technologie ASR

Au cœur de la technologie de reconnaissance automatique de la parole se trouve un processus sophistiqué qui permet de transformer la voix en texte. Cette procédure fascinante commence par un modèle acoustique qui établit une correspondance entre les signaux audio et les morphèmes et phonèmes, transformant ainsi les ondes sonores en données numériques.

Le Processus de Conversion de la Parole : De l'Analogique au Numérique dans Profonetik

Le schéma illustre le processus de conversion du son analogique en signal numérique, un élément clé dans les systèmes de reconnaissance et d'analyse de la parole tels que *Profonetik*. La voix humaine, naturellement analogique, est captée par un microphone qui la transforme en signal électrique. Ce signal est ensuite numérisé par un convertisseur analogique-numérique (ADC), permettant son traitement par des outils d'intelligence artificielle spécialisés dans l'analyse phonétique. Après traitement (comme l'analyse des sons fricatifs ou des erreurs de prononciation), le signal peut être reconverti en son grâce à un convertisseur numérique-analogique (DAC), restitué ensuite par un haut-parleur.

Dans le domaine de la reconnaissance automatique de la parole (RAS), comprendre les distinctions entre le son analogique et numérique est fondamental. Le son analogique, qui est une reproduction continue des vibrations sonores, est caractérisé par une richesse infinie d'informations, ce qui le rend très fidèle à la source sonore. Cependant, lorsqu'il est converti en format numérique pour être traité par des systèmes informatiques, il subit une quantification qui peut entraîner une perte de détails.

Le son numérique, en revanche, repose sur des échantillons discrets, ce qui permet de le stocker, de le manipuler et de le traiter plus facilement par des systèmes automatisés, comme ceux utilisés dans les technologies de RAS. Cette conversion est essentielle, car elle permet aux systèmes de traitement du langage naturel de gérer efficacement la parole humaine tout en éliminant certains bruits parasites et en réduisant les erreurs de transcription. (Quelle est la différence entre un son analogique et numérique ? , 2024)

Ce processus technique s'inscrit parfaitement dans le cadre de la linguistique appliquée, notamment en phonétique et phonologie. Il permet d'analyser la parole humaine avec une grande précision, d'identifier les écarts entre la production phonétique de l'apprenant et les normes linguistiques attendues, et d'apporter des rétroactions ciblées. Ainsi, *Profonetik* se positionne comme une approche interdisciplinaire, où la technologie devient un levier pour améliorer la compétence orale des apprenants et la maîtrise des sons du français, tout en tenant compte des spécificités linguistiques et sociolinguistiques de chaque utilisateur.

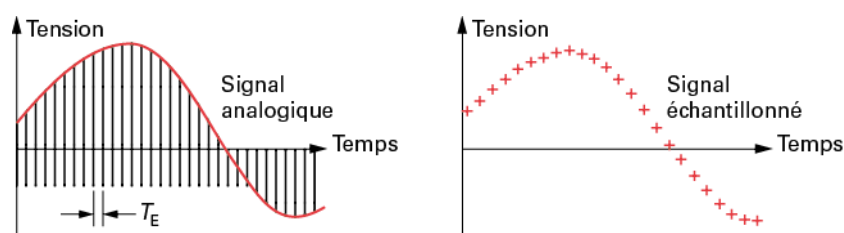


Figure 3.3: Échantillonnage du signal

Le processus de conversion de la parole en texte

Le processus de transformation de la parole en texte repose sur une succession d'étapes complexes, allant de la capture du signal vocal à sa transcription intelligible et fidèle. Ce mécanisme, au cœur de la reconnaissance automatique de la parole (RAP), constitue une base essentielle du fonctionnement de l'application *Profonetik*.

Dans un premier temps, le système capte le signal acoustique (sous forme d'un fichier audio, souvent au format MP3) et procède à une analyse approfondie en éliminant les bruits parasites. Grâce à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage automatique, le système interprète les données vocales, en tenant compte de la structure syntaxique, de la grammaire, ainsi que des caractéristiques acoustiques du locuteur.

3.3 Le rapport de l'intelligence artificielle avec le traitement automatique de la parole

Le lien entre l'intelligence artificielle et le traitement automatique de la parole est étroit et structurant. L'IA fournit en effet les fondements méthodologiques et algorithmiques qui permettent d'implémenter, d'optimiser et de généraliser les processus de reconnaissance et d'analyse de la parole humaine.

Historiquement, le traitement automatique de la parole reposait sur des approches statistiques et des modélisations acoustico-phonétiques classiques. Toutefois, ces méthodes montraient rapidement leurs limites en termes de précision et de flexibilité face à la variabilité naturelle du langage oral (accents, débit, intonations, bruits de fond). L'intégration progressive de l'IA, notamment sous la forme de l'apprentissage automatique supervisé et non supervisé, a permis de dépasser ces contraintes.

Concrètement, les systèmes actuels de traitement automatique de la parole s'appuient principalement sur trois grands apports de l'intelligence artificielle :

- **L'apprentissage automatique (machine learning)**, qui consiste à entraîner des modèles statistiques sur de vastes ensembles de données orales afin qu'ils apprennent à reconnaître des patrons acoustiques et lexicaux.
- **L'apprentissage profond (deep learning)**, qui exploite des architectures neuronales multicouches capables de représenter des relations complexes et non linéaires entre le signal acoustique et les unités linguistiques.
- **Le traitement du langage naturel (NLP)**, qui intervient après la reconnaissance acoustique afin de contextualiser et interpréter les séquences reconnues.

Grâce à ces avancées, les systèmes de reconnaissance de la parole atteignent aujourd'hui des niveaux de performance inégalés, avec des taux d'erreur de transcription en chute libre, notamment dans les corpus standardisés tels que Switchboard ou LibriSpeech. Des recherches récentes démontrent qu'en combinant les architectures de type Transformer avec de grandes quantités de données, les modèles sont capables de rivaliser avec des transcriptions humaines dans certaines situations (Xiong et al., 2018 ; Baeviski et al., 2020).

Dans le domaine de la prononciation en FLE, l'IA ne se contente pas de convertir la parole en texte : elle évalue la précision articulatoire, compare les productions orales des apprenants aux modèles natifs et propose un retour personnalisé. L'IA devient ainsi un véritable médiateur pédagogique qui soutient le développement des compétences phonétiques et facilite l'apprentissage autonome. C'est cette dynamique novatrice qui est au cœur de l'application Profonetik, conçue pour exploiter ces technologies afin d'améliorer la qualité de la prononciation du français langue étrangère.

3.4 Présentation de Profonetik : outil pour corriger les difficultés de prononciation en FLE (version enrichie)

Profonetik est une application spécialisée qui s'inscrit dans la convergence entre intelligence artificielle et didactique des langues. Développée dans le but d'accompagner les apprenants du français langue étrangère (FLE) dans l'amélioration de leur prononciation, Profonetik mobilise des technologies avancées de traitement automatique de la parole et d'évaluation phonétique assistée par ordinateur.

Concrètement, Profonetik propose aux utilisateurs une interface intuitive qui leur permet d'enregistrer des productions orales à partir de listes de mots, de phrases ou de textes calibrés en fonction de leur niveau. Le système compare ensuite ces enregistrements à des modèles de référence natifs, à l'aide d'algorithmes de reconnaissance vocale et d'analyse acoustique. Les résultats sont présentés sous la forme de rétroactions détaillées : score global de précision articulatoire, indicateurs prosodiques (intonation, rythme, durée), et visualisations spectrales permettant de repérer les écarts phonétiques. Par exemple, après l'enregistrement d'un mot, l'application peut indiquer : « *Votre production présente une voyelle nasale raccourcie* » ou « *Le rythme global est légèrement plus rapide que celui du modèle natif* ».

L'architecture de Profonetik repose sur plusieurs modules complémentaires :

- Module de reconnaissance automatique de la parole (RAP) : convertit le signal vocal en transcriptions phonétiques et orthographiques.

- Moteur d'analyse articulatoire et prosodique : identifie les écarts entre les productions apprenantes et les modèles natifs.
- Système de retour personnalisé : génère des conseils de correction adaptés au profil phonétique de l'utilisateur.
- Tableau de suivi des progrès : enregistre l'évolution des performances afin de renforcer la motivation et l'autonomie.

L'originalité de Profonetik réside dans son ancrage pédagogique. Contrairement aux outils généralistes de reconnaissance vocale, son objectif premier n'est pas la simple transcription, mais la prise en compte des spécificités phonétiques de l'apprenant et la valorisation des progrès. De plus, l'application s'appuie sur des corpus authentiques de locuteurs natifs variés, ce qui favorise une exposition aux différentes nuances de la prononciation du français.

Enfin, Profonetik est conçu pour être intégré dans des dispositifs hybrides : en classe, comme support complémentaire des séances de correction phonétique collective, ou à distance, comme outil d'auto-apprentissage. Son approche innovante s'aligne avec les recommandations contemporaines en matière de pédagogie différenciée et d'usage raisonné de l'IA dans l'enseignement des langues.

3.5 La contribution de Profonetik à l'amélioration de la prononciation chez les apprenants de FLE

L'application Profonetik joue un rôle structurant dans le développement des compétences phonétiques des apprenants de français langue étrangère. Son impact pédagogique peut être analysé à travers plusieurs dimensions complémentaires : la précision articulatoire, la conscience phonologique, l'autonomie dans l'apprentissage et la motivation.

Sur le plan de la précision articulatoire, Profonetik permet aux utilisateurs d'identifier de manière ciblée les écarts entre leur production et celle d'un locuteur natif. Les feedbacks fournis, qu'il s'agisse de représentations spectrogrammes ou de scores de similarité phonétique, offrent un retour immédiat et précis, difficilement réalisable dans un cadre strictement humain. Des recherches récentes indiquent que l'accès à des retours détaillés et individualisés favorise une amélioration plus rapide de la qualité de la prononciation (Li et al., 2022).

Concernant la conscience phonologique, l'utilisation répétée de Profonetik contribue à renforcer la capacité de l'apprenant à percevoir et discriminer les sons spécifiques du français. La comparaison des enregistrements personnels avec des modèles natifs nourrit un processus réflexif qui consolide l'auto-évaluation et affine la perception auditive, étape essentielle pour progresser en production orale.

Profonetik soutient également l'autonomie et la motivation. Grâce à son interface conviviale et à son système de suivi individualisé, l'application encourage l'auto-apprentissage et la responsabilisation. Les apprenants peuvent s'exercer à leur rythme, mesurer leurs progrès et identifier leurs priorités de travail. Ce mode de fonctionnement favorise une approche formative et non stigmatisante de la correction phonétique, ce qui contribue à réduire l'anxiété fréquemment observée lors de la production orale en langue étrangère.

Enfin, la dimension adaptative de Profonetik, rendue possible par l'intelligence artificielle, permet de personnaliser les contenus et les objectifs d'entraînement. L'IA ajuste automatiquement la difficulté des exercices en fonction du niveau et des besoins spécifiques de l'utilisateur. Ce principe de différenciation pédagogique s'inscrit pleinement dans les recommandations didactiques contemporaines en FLE, qui valorisent la prise en compte des profils individuels et la flexibilité des parcours d'apprentissage.

Ainsi, Profonetik se positionne comme un outil innovant et efficace, capable de transformer en profondeur l'expérience d'apprentissage de la prononciation. Son intégration raisonnée dans les dispositifs pédagogiques offre une opportunité unique d'associer les avancées technologiques de l'IA à une approche humaniste de l'enseignement des langues.

Conclusion partielle du Chapitre 3

L'intégration de l'intelligence artificielle dans le domaine de la correction phonétique constitue une avancée majeure tant sur le plan technologique que didactique. Grâce à la combinaison de la reconnaissance automatique de la parole, de l'analyse articulatoire et de l'adaptation individualisée, des applications telles que Profonetik offrent des opportunités concrètes pour renforcer la précision et la confiance des apprenants de FLE.

L'IA, en qualité de moteur intelligent, ne se limite plus à l'automatisation de la transcription ; elle devient un partenaire pédagogique capable de dialoguer avec l'utilisateur, de diagnostiquer ses difficultés et de proposer des parcours de remédiation différenciés. Il convient néanmoins de souligner que l'IA ne se substitue pas à l'expertise humaine ; elle agit comme un levier complémentaire au jugement professionnel des enseignants, qui conservent un rôle central d'accompagnement, de médiation et de contextualisation des apprentissages.

Dans la section suivante, l'étude pratique du projet Profonetik permettra d'illustrer de manière empirique l'efficacité et les limites de cette technologie appliquée à un public réel d'apprenants.

Chapitre 04 :

Cadre méthodologique

Introduction

Après avoir exploré les fondements théoriques qui sous-tendent la prononciation en FLE, les enjeux de la correction phonétique, et les apports récents de l'intelligence artificielle dans le domaine du traitement automatique de la parole, il est temps désormais de donner corps à cette réflexion par une immersion dans le terrain.

Fruit d'une recherche alliant la phonétique et l'intelligence artificielle, un espace où la voix se façonne, s'affine, créée dans le cadre d'un projet startup, Profonetik est une application expérimentale conçue pour accompagner les apprenants dans la maîtrise de la prononciation du français, elle détecte les glissements phonétiques, ou particulier car elle respire automatiquement les erreurs liées à certains sons difficiles du français.

Profonetik exploite les principes du traitement automatique de la parole en partant du fonctionnement naturel de l'appareil phonatoire humain. La parole émise résulte de la production d'un signal acoustique analogique généré par la vibration des cordes vocales, modulée par les mouvements des organes articulatoires (langue, lèvres, palais, etc.). Ce signal sonore est capté et converti en un signal numérique, permettant à l'outil informatique de traiter les informations phonétiques.

L'analyse phonétique automatique se décompose en plusieurs étapes : d'abord, la reconnaissance des phonèmes articulatoires produits par l'apprenant, puis l'analyse acoustique des caractéristiques sonores (fréquences, intensité, durée), enfin la comparaison avec une base de données de modèles natifs. Ce traitement intègre à la fois la phonétique articulatoire (comment les sons sont produits), la phonétique acoustique (comment les sons se propagent) et la phonétique auditive (comment les sons sont perçus et interprétés).

Grâce à cette conversion audio-texte, Profonetik transpose le signal vocal en données textuelles, ce qui facilite le traitement linguistique et la détection précise des écarts de prononciation. L'interface intuitive propose un feedback automatisé, clair et adapté, qui aide aussi bien l'apprenant que l'enseignant à comprendre les difficultés liées à chaque type de phonème (voyelles, consonnes, nasales, fricatives) et à suivre l'évolution de la maîtrise orale.

Le projet Profonetik s'inscrit dans le cadre des projet start-up innovant, il est issu d'une collaboration étroite entre linguistes et informaticiens, chacun apportant son expertise spécifique pour répondre à un double constat : d'une part, la difficulté persistante des apprenants à articuler certaines consonnes complexes, et d'autre part, le manque d'outils pédagogiques interactifs adaptés à cette problématique. S'inscrivant dans une dynamique de startup innovante, ce projet

visée à développer une solution technologique exploitant pleinement les capacités de l'intelligence artificielle pour enrichir et personnaliser l'apprentissage de la prononciation orale.

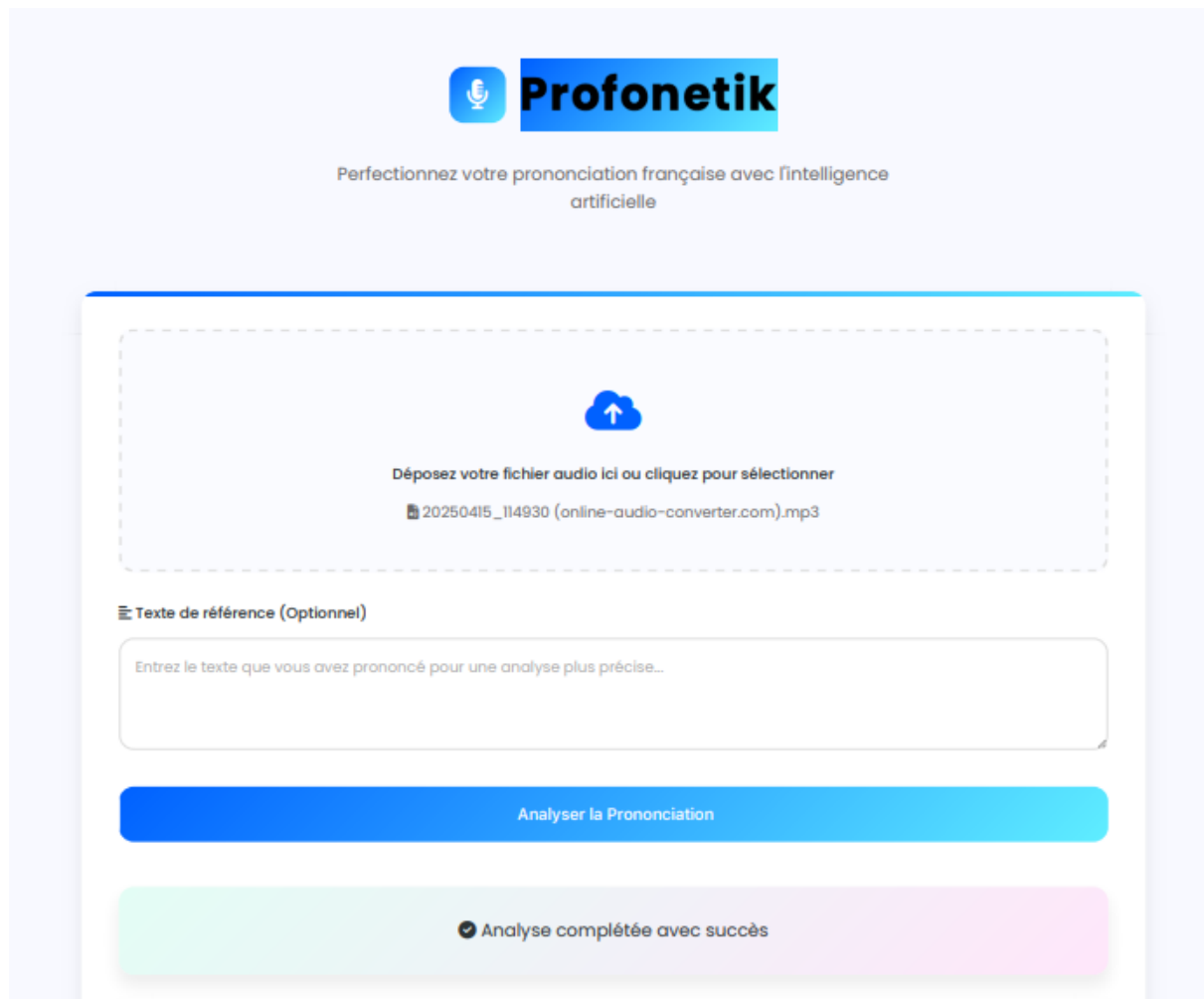


Figure 4.1 : interface du prototype profonetik

4.1. Objectifs de l'étude

A ce stade de son développement, l'application assure plusieurs fonctions essentielles dans le cadre de l'analyse phonétique automatisée. Elle enregistre les productions orales de l'utilisateur, ensuite à un traitement automatisé par le moteur de reconnaissance vocale capable de segmenter et de transcrire le signal vocal.

Le système effectue une transcription automatique, convertissant ainsi l'audio en texte, ce qui permet de réaliser une comparaison entre la prononciation de l'apprenant et les modèles phonétiques natifs stockés dans une base de données. Cette conversion audio-texte facilite l'application de techniques de traitement du langage naturel, permettant de détecter précisément les écarts phonétiques et les erreurs.

L'interface utilisateur de Profonetik est conçue pour être intuitive et accessible, offrant un retour automatisé clair et précis, aussi bien pour l'enseignant que pour l'apprenant. Ce feedback interactif permet d'identifier facilement les points faibles de la prononciation et de suivre les progrès au fil du temps.

4.2. Hypothèses du travail :

La présente recherche est structurée autour des hypothèses suivantes.

- ✓ Les étudiants de première année LMD présentent des erreurs récurrentes dans la production des consonnes fricatives et des voyelles nasales ainsi en prosodie, intonation et l'acutuation.
- ✓ Un dispositif de détection automatisée de ces erreurs peut améliorer leur prise de conscience phonologique.
- ✓ L'outil Profonetik, même à un stade expérimental, peut constituer un support pertinent à la rééducation phonétique.

4.3. Démarche générale

Cette étude s'inscrit dans une démarche méthodologique mixte, combinant une approche qualitative, fondée sur l'analyse fine des erreurs phonétiques produites par les apprenants, et une approche quantitative, visant à mesurer la fréquence de ces erreurs ainsi que l'évolution des performances au fil du temps. Le corpus analysé est constitué d'enregistrements audio recueillis en situation de classe, reflétant des interactions authentiques. Les productions orales sont soumises à une analyse assistée par le prototype Profonetik, avant d'être confrontées à un modèle de référence natif, en vue d'évaluer les écarts phonétiques et de documenter les phénomènes d'apprentissage.

4.3.1. Instruments de collecte et d'analyse

Les outils mobilisés comprennent :

- ✓ Des enregistrements audio/vidéo des séances de lecture
- ✓ Le prototype de l'application Profonetik
- ✓ Un moteur de reconnaissance phonétique pour le traitement automatique
- ✓ Des grilles d'évaluation phonétique pour l'analyse humaine.

4.3.2.1. Séance de lecture littéraire : contexte d'enregistrement

4.4. Échantillon

Les apprenants ont été sélectionnés selon deux critères :

- ✓ Des blocages récurrents en expression orale.
- ✓ Une mauvaise prononciation,

[illegible]

Figure 4.2 : Exemple d'un audio convertit vers texte

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons constitué un corpus oral composé d'enregistrements d'un même texte poétique prononcé par un apprenant francophone non natif. L'objectif est d'évaluer la qualité de la prononciation, en particulier des consonnes fricatives, et d'identifier les difficultés phonétiques rencontrées à travers une analyse automatisée.

L'outil utilisé pour cette évaluation est **Profonetik**, une application d'intelligence artificielle conçue pour analyser la prononciation des locuteurs et fournir un retour détaillé mot par mot. Ce logiciel permet de mesurer la qualité de la production phonétique en attribuant un score de prononciation, ainsi que des conseils personnalisés.

Texte littéraire : extrait de "Le Horla" de Maupassant

Auteur : Guy de Maupassant

Référence : *Le Horla*, 1887

"Il fait si chaud que mes os me semblent mous, que mes nerfs sont tendus comme des cordes prêtes à vibrer. Une sueur fine, persistante, invisible, coule sur ma peau. Je frissonne au souffle d'un vent frais venu de la fenêtre ouverte."

Pourquoi ce texte ?

- ✓ Fricatives : /f/ (fais, frais, fenêtre), /s/ (sueurs, si, semble), /z/ (invisible, os, frissonne), /ʃ/ (chaud, cherche, frisson).
- ✓ Prosodie : forte charge émotionnelle, rythme descriptif, intonation descendante sur les constats, montante sur les sensations.

Objectif

Observer comment l'étudiant articule des fricatives dans un contexte narratif anxiogène. Évaluer la justesse prosodique dans une lecture expressive.

Poème : « Le vase brisé » de Sully Prudhomme

Auteur : Sully Prudhomme

Référence : *Les Solitudes*, 1865

*"Le vase où meurt cette fleur parfumée
D'un coup d'éventail fut fêlé ;
Le coup dut effleurer la porcelaine,
Nul n'y toucha pourtant. Mais la fêlure y va,
De son pas lent, invisible et sûr."*

Pourquoi ce poème ?

- ✓ Fricatives riches : /f/ (fleur, parfumée, fêlé, effleurer), /v/ (va, invisible), /s/ (vase, sûr), /ʃ/ (toucha), /z/ (fleur, vase).
- ✓ Prosodie : poème mélancolique, pauses longues, intonation descendante, musicalité douce.

Objectif

Tester la capacité à exprimer la fragilité à travers la voix : variation d'intensité, rythme lent, articulation des fricatives dans un cadre poétique.

Titre : *Le souffle fragile du souvenir*

Inspiré par le style de Paul Éluard et Andrée Chedid

Sous le vent furtif, les feuilles frémissent.

Elles se froissent, se frottent, et le silence se fissure.

Une voix venue d'hier
traverse l'espace flou,
laisse sur mes lèvres
un souffle de passé perdu.

Sifflement léger, souffle fidèle,
frissons et phrases inachevées,
ce sont mes souvenirs...
qui se frayent un chemin jusqu'à toi.

Cibles fricatives : /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/

Prosodie : pauses marquées, rythme lyrique, intonation émotionnelle montante/descendante.

Chapitre 05 :

Résultats & perspectives

Présentation de l'outil Profonitik

Origine et cadre conceptuel du projet

Le projet Profonitik est né d'un double constat : la difficulté persistante des apprenants à articuler certaines consonnes, voyelles, la prosodie, l'intonation, et l'absence d'outils pédagogiques interactifs ciblant cette problématique. Il s'inscrit dans une volonté d'innovation pédagogique en exploitant les potentialités de l'IA pour enrichir l'apprentissage de l'oral.

Fonctionnalités principales

L'outil permet de :

- ✓ Enregistrer et analyser la voix de l'utilisateur
- ✓ Comparer automatiquement les productions avec un modèle natif
- ✓ Identifier les écarts phonétiques
- ✓ Générer un retour visuel sous forme de tableau ou de rapport

Le corpus audio

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons constitué un corpus oral composé d'enregistrements d'un même texte poétique prononcé par un apprenant francophone non natif. L'objectif est d'évaluer la qualité de la prononciation, en particulier des consonnes fricatives, et d'identifier les difficultés phonétiques rencontrées à travers une analyse automatisée.

L'outil utilisé pour cette évaluation est **Profonetik**, une application d'intelligence artificielle conçue pour analyser la prononciation des locuteurs et fournir un retour détaillé mot par mot. Ce logiciel permet de mesurer la qualité de la production phonétique en attribuant un score de prononciation, ainsi que des conseils personnalisés.

L'enregistrement audio intitulé "**20250415_114930**" a été soumis à l'analyse automatisée via la plateforme **Profonetik**, un outil intelligent de diagnostic phonétique. Le texte lu était de nature poétique, riche en sons fricatifs, nasaux et voyelles complexes, représentant un corpus exigeant sur le plan articulatoire.

Analyse individuelle de l'audio "**20250415_114930**"

L'échantillon analysé est un enregistrement audio d'un texte riche en phonèmes ciblés, notamment les fricatives et les voyelles nasales, ainsi que diverses liaisons et enchaînements prosodiques. Le texte, de nature poétique, a été choisi pour son exigence phonétique et sa diversité sonore.

Le locuteur a lu ce texte dans un contexte contrôlé, avec un environnement calme permettant une bonne qualité d'enregistrement. La répétition du texte plusieurs fois dans l'enregistrement a permis de collecter plusieurs mesures sur la consistance de la prononciation.

🗣️ Votre prononciation

Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 ? Oui, bismillah. Tu commences par le texte 1 que mes ondes me semblent moues, que mes nœufs sont tendus comme des cordes prêtes à vibrer. Une sueur fine, persistante, invisible, coule sur ma peau. Je frissonne au souffle d'un vent frais venu de la fenêtre ouverte. Le serpent s'essuie, siffle sur la soie, sans soucier son silence, son foie n'est foie. Il glisse sous les feuilles, frôle les fleurs, semant des frissons dans toutes les heures. La vase où mûrit cette fleur parfumée d'un coup d'éventail fut fûtée, le coup d'effleurir la prochaine. Nul n'y toucha pourtant, mais la fulgure y ava, de son salon invisible issu. sous le vent fourtil, les feuilles frémissant, elles se froissent, se frottent, et le silence se fissure. Une voix venue d'hier traverse l'espace flou, lisse sur mes lèvres, un souffle de passé perdu, soufflements légers, souffles fidèles, frissons et phrases inachevées, ce sont des souvenirs qui se frayant un chemin jusqu'à toi.

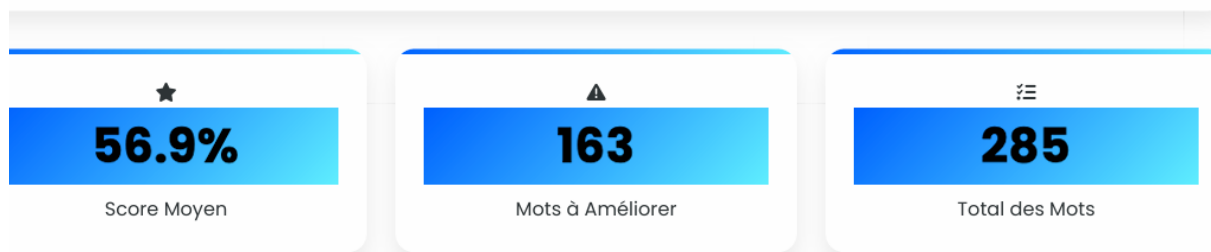


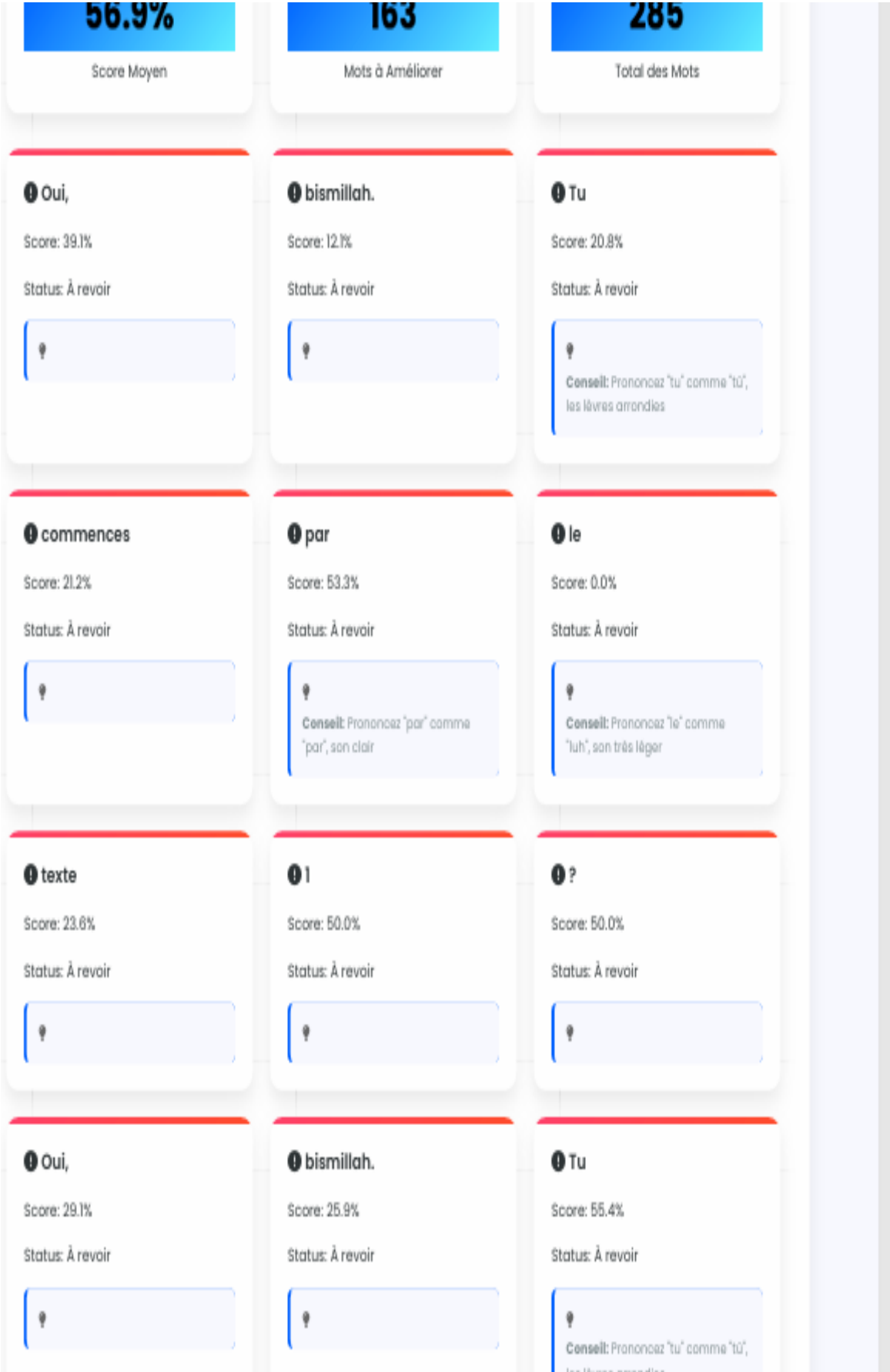
Figure 5.1 : Les résultats de prononciation d'un étudiant via Profonetik

5. Résultats chiffrés

5.1. Analyse de la performance phonétique à la première évaluation

- ✓ Nombre total de mots prononcés : 285
- ✓ Mots mal prononcés ou à améliorer : 163
- ✓ Taux d'erreurs de prononciation : $\approx 57\%$
- ✓ Score moyen de l'oral : 56.9 %

L'analyse de l'audio révèle un total de **285 mots** prononcés, dont **163 mots (soit environ 57 %)** ont été identifiés comme mal prononcés ou à améliorer. Le score moyen global de prononciation s'établit à **56,9 %**, ce qui indique une prononciation perfectible.



commences Score: 71.4% Status: À revoir	par Score: 59.6% Status: À revoir C Conseil: Prononcez "par" comme "par", son clair	le Score: 29.8% Status: À revoir C Conseil: Prononcez "le" comme "luh", son très léger
texte Score: 72.6% Status: À revoir	l Score: 50.0% Status: À revoir	? Score: 50.0% Status: À revoir
Oui, Score: 22.6% Status: À revoir	bismillah. Score: 5.9% Status: À revoir	Tu Score: 1.4% Status: À revoir C Conseil: Prononcez "tu" comme "tū", les lèvres arrondies
commences Score: 12.2% Status: À revoir	par Score: 16.1% Status: À revoir C Conseil: Prononcez "par" comme "par", son clair	le Score: 33.0% Status: À revoir C Conseil: Prononcez "le" comme "luh", son très léger
texte Score: 0.2%	l Score: 50.0%	? Score: 50.0%

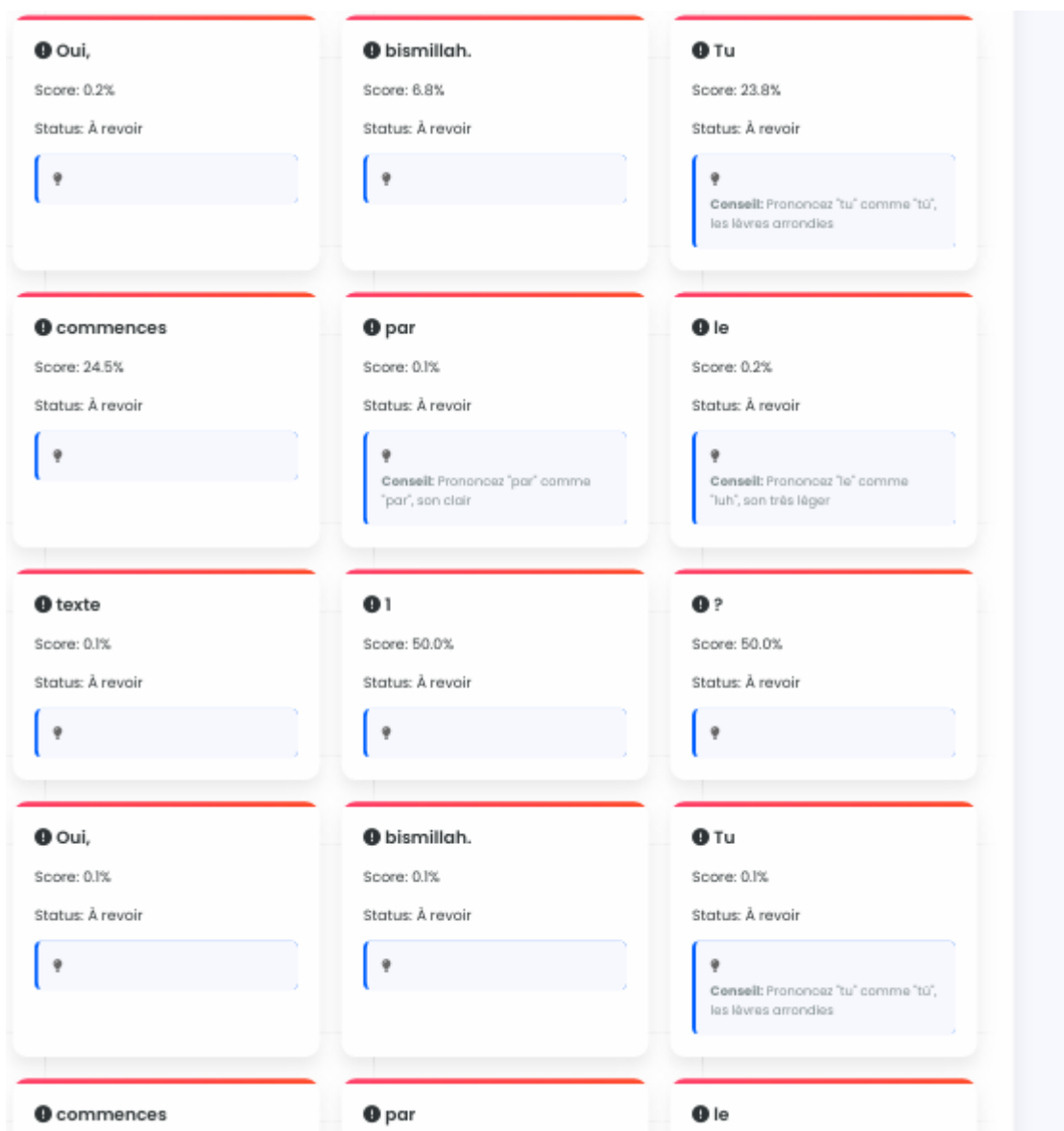


Figure 5.2 : Segmentation des erreurs de prononciation en phonèmes et en monèmes pour le premier étudiant.

5.1.1. Score global

- ✓ **Score moyen de prononciation : 56,9 %**
- ✓ **Mots à améliorer : 163 mots sur 285, soit une majorité**

5.1.2. Types d'erreurs phonétiques fréquentes

- ✓ Mauvaise réalisation des **voyelles arrondies** : ex. le mot "**tu**" noté jusqu'à **0.1 %**, suggérant une absence d'arrondissement des lèvres → il est conseillé de le prononcer comme [ty].
- ✓ Faible maîtrise du [ə] **muet** et des **voyelles centrales faibles** : ex. "**le**" souvent prononcé trop fort ou incorrectement.
- ✓ Erreurs sur les **consonnes fricatives sourdes et sonores** : surtout dans les mots comme "**souffle**", "**frissons**", "**souvenirs**", "**feuilles**", ce qui est cohérent avec le thème de ton mémoire.
- ✓ Faible distinction de **nasales** (ex. "sont", "un", "chemin").
- ✓ Certaines confusions dans les **enchaînements** et **liaisons**, causant une prosodie heurtée et une perte de fluidité.

5.1.3. Forces observées

- ✓ Certains groupes de mots bien prononcés avec un score >90 % : "cordes", "vibre", "fenêtre", "soie", "invisible", "traverse", etc.
- ✓ Maîtrise partielle de la prosodie poétique : rythme détecté, malgré les erreurs segmentales.

5.1.4. Conseils ciblés

- ✓ Travailler les **sons voyelles arrondies** ([y], [ø]) à l'aide de feedback audio-visuel.
- ✓ Faire des **exercices de souffle et de débit** pour améliorer la clarté des fricatives ([f], [v], [s], [z], [ʃ], [ʒ]).
- ✓ Intégrer la lecture rythmée avec pauses naturelles pour renforcer la prosodie.

5.1.5. Répartition des scores par catégorie

5.1.5.1. Mots avec prononciation faible (score < 50 %)

- ✓ Ces mots représentent la majorité des difficultés :
- ✓ "Tu", "commences", "le", "texte", "bismillah", "par", "souffles", "feuilles", "frissons", "souvenirs", etc.
- ✓ **≈ 140 mots** sur 285 ont un score inférieur à 50 %

Exemples extrêmes :

Tableau 5.1: Analyse des résultats produit par premier étudiant

Mot	Score	Type d'erreur
"tu"	0.1 % à 62.6 % selon les répétitions	Non-arrondissement des lèvres
"le"	0.0 % à 64.4 %	Voyelle centrale [ə] mal réalisée
"texte"	0.1 % à 72.6 %	Final mal articulé ou confus
"bismillah"	très variable : 0.1 % à 40 %	Confusion consonantique et prosodique
"souffles"	47.7 %	Fricatives mal articulées

Cela démontre une difficulté globale sur les sons peu maîtrisés ou complexes à articuler, notamment les fricatives continues et les mots à voyelles ouvertes.

5.1.6. Analyse qualitative

Les erreurs de prononciation concernent principalement :

- ✓ La réalisation des **voyelles arrondies** comme dans le mot *tu* ([ty]) qui est souvent déformé ou non arrondi.
- ✓ La prononciation du **schwa** ([ə]) muet, qui est soit trop prononcé, soit absent, affectant la fluidité, notamment dans *le* ou *je*.
- ✓ La difficulté à produire clairement les **consonnes fricatives** sourdes et sonores ([f], [s], [ʃ], [z]), particulièrement présentes dans les mots *souffles*, *frissons*, *feuilles*.
- ✓ Une certaine imprécision dans la nasalisation des voyelles nasales comme dans *sont*, *un*, *chemin*.
- ✓ Des variations dans la fluidité et la prosodie à cause des répétitions et de l'hésitation.

5.1.7. Mots correctement prononcés (score > 85 %)

- ✓ Environ **80 mots** dépassent 85 %, ce qui est encourageant.

- ✓ Exemples réussis : "cordes", "vibre", "invisible", "coule", "fenêtre", "soie", "traverse", "passé", "silence", etc.

5.1.8. Bilan des erreurs principales par type phonétique

Tableau 5.2 : Bilan des erreurs principales par type phonétique

Type d'erreur	Nombre approximatif de mots concernés	Exemples
Voyelles arrondies mal réalisées ([y], [ø])	~25	"tu", "sur", "une", "souffle"
Schwa [ə] muet ou trop marqué	~30	"le", "de", "je"
Consonnes fricatives	~35	"souffles", "frissons", "feuilles"
Nasales ([ã], [ẽ], [œ])	~20	"sont", "un", "chemin"
Prosodie / fluidité générale	Globale	Répétitions, hésitations

5.1.9. Interprétation pédagogique

L'analyse met en lumière une maîtrise partielle des sons du français, avec une tendance à omettre ou mal produire certains phonèmes clés. Le taux d'erreurs élevé confirme la nécessité d'une remédiation ciblée.

L'utilisation d'un outil IA comme Profonetik est un atout majeur dans ce contexte car il permet un diagnostic précis et un retour personnalisé. Ce type d'analyse peut orienter les exercices vers des phonèmes problématiques précis, offrant une aide individualisée.

Recommandations

- ✓ Intégrer des exercices spécifiques pour travailler les **voyelles arrondies**, notamment [y] et [ø].
- ✓ Utiliser des outils comme **Praat** pour visualiser les sons et sensibiliser le locuteur aux erreurs.

- ✓ Proposer des activités de **lecture répétée**, de **rythme** et de **prosodie** pour améliorer la fluidité.
- ✓ Mettre en place un suivi régulier avec feedbacks sonores pour consolider les progrès.

5.1.10. Conclusion

L'étude réalisée avec Profonetik révèle une prononciation perfectible, avec des difficultés significatives sur les fricatives et les voyelles arrondies. L'analyse fine mot par mot permet d'orienter précisément le travail de remédiation.

Cette expérimentation illustre la pertinence de recourir à des outils intelligents pour accompagner l'apprentissage phonétique, en offrant un diagnostic détaillé et des recommandations adaptées.

Analyse comparative de la performance phonétique à la deuxième évaluation
(Fichier audio : « 20250415_115312 (online-audio-converter.com).mp3 » – Analyse générée par Profonetik)

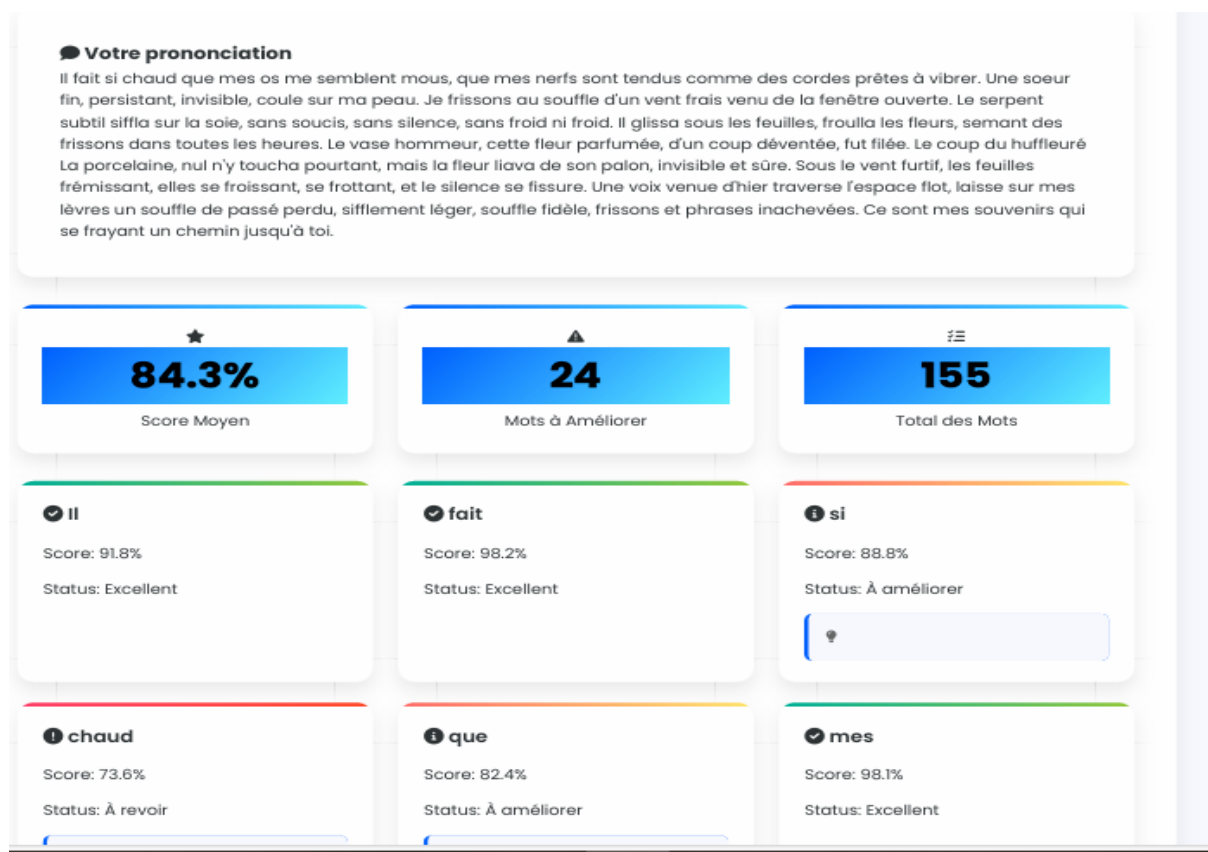


Figure 5.3 : Résultats de la deuxième évaluation de prononciation générés par Profonetik à partir de l'enregistrement audio « 20250415_115312 (online-audio-converter.com).mp3 ».

Le système fournit un score moyen de 84,3 %, identifie 24 mots à améliorer sur 155 analysés, et met en évidence les segments nécessitant une remédiation ciblée, notamment au niveau des fricatives, des voyelles nasales et des enchaînements prosodiques.

5.2. Analyse académique de la deuxième évaluation de la prononciation

Après la première session de test de prononciation, une seconde évaluation a été réalisée afin de mesurer l'évolution des performances phonétiques de l'apprenant, en particulier dans la production des consonnes fricatives, des voyelles nasales et des enchaînements prosodiques. Cette analyse repose sur l'enregistrement intitulé « 20250415_115312 », traité par l'outil **Profonetik**, basé sur l'intelligence artificielle.

5.2.1. Score global et premières observations

L'apprenant a obtenu un **score moyen de 84,3 %**, contre un score plus faible lors de la première évaluation (à rappeler dans la partie précédente du mémoire). Ce progrès témoigne d'une meilleure maîtrise générale de l'articulation, bien que des difficultés persistent au niveau de certains segments spécifiques.

- ✓ **Total des mots analysés** : 155
- ✓ **Nombre de mots à améliorer** : 24
- ✓ **Statut global** : Prononciation satisfaisante avec des fragilités ciblées.

Tableau 5.3 : score global et premières observation

MOT\$*SEGMENT	SCORE	ERREUR PRINCIPALE	CONSEIL SPECIFIQUE
peau	68,4	Voyelle ouverte / confusion phonétique peu	Travail sur la voyelle [o] ouverte vs fermée, répéter “peau” vs “pot”
soeur	61,3	Fricative prononcée [s] mal	Exercice d’attaque sonore, insister sur le souffle initial [s]
frissons	72,8	Fricative finale mal réalisée [s]	Répéter des mots en -ssion en accentuant le [s] final (ex : “frissons”, “missions”)
froid	74,2	Liaison enchaînement faible /	Exercices de phrases avec « froid ni chaud », insister sur l’enchaînement fluide
ni	73,5	Voyelle nasale mal articulée	Exercices sur les voyelles nasales, répéter “vin”, “pain”, “main” en exagérant la nasalité
vent	82,8	Voyelle nasale et consonne finale peu claires	Travail sur l’articulation de la consonne finale [t] et nasalité
froulla (néologisme?)	75,4	Prononciation incertaine, possible invention	Clarifier si c’est un mot à part ; sinon éviter ou remplacer

5.2.2. Réussites phonétiques remarquables

Un grand nombre de mots courants ont été prononcés de manière correcte ou excellente. Les éléments suivants ont été correctement articulés, avec des scores supérieurs à 90 % :

- ✓ Mots grammaticaux : *fait* (98,2 %), *me* (98,0 %), *ma* (99,4 %), *Je* (99,1 %), *la* (99,6 %).
- ✓ Substantifs et verbes : *venu* (94,4 %), *fleur* (91,3 %), *silence* (90,8 %), *frayant* (88,2 %).

- ✓ Groupes prosodiques bien maîtrisés : « *le silence se fissure* », « *une voix venue d'hier* », « *traverse l'espace* ».

Cette performance indique une meilleure prise en charge des enchaînements fluides et une familiarisation croissante avec l'intonation naturelle.

5.2.3. Phénomènes phonétiques problématiques observés

Malgré cette progression, l'apprenant montre encore une instabilité sur plusieurs segments sonores, notamment :

a. Les fricatives :

Plusieurs mots contenant des fricatives [f], [s], [ʃ], [z], [ʒ] présentent des erreurs de réalisation ou d'articulation :

- ✓ *soeur* (61,3 %), *soie* (64,2 %), *frissons* (72,8 %), *froid* (74,2 %), *feuilles* (32,7 %).
- ✓ Problèmes identifiés : **absence de précision dans la friction, altération de la sonorité** (ex. : confusion entre [s] et [ʃ]), ou **insuffisante intensité d'articulation**.

b. Les voyelles nasales :

Certains mots avec voyelles nasales sont imparfaitement réalisés :

- ✓ *dans* (86,1 %), *sont* (78,2 %), *frayant* (88,2 %), *un* (82,9 %).
- ✓ Ces erreurs indiquent des **réductions nasales** ou des **assimilations vocaliques**.

c. Les voyelles ouvertes/fermées et semi-voyelles :

- ✓ *des*, *les*, *le* → nécessitent une **ouverture plus claire** : prononcer *des* comme *dè*.
- ✓ *et*, *une* → doivent être distingués de *é* / *un* (fermé/nasal).
- ✓ *to(i)* : noté à **39,2 % (voir tableau)**, probablement dû à une chute d'intonation ou une articulation incomplète.

d. Instabilité prosodique :

Certaines séquences montrent un **manque de fluidité rythmique**, surtout :

- ✓ « *froulla les fleurs* » : articulation confuse.
- ✓ « *frissons dans toutes les heures* » : accentuation irrégulière.

- ✓ « *souffle de passé perdu* » : chute de volume.

5.2.4. Recommandations pédagogiques à ce stade

Sur la base de cette deuxième évaluation, il est conseillé d’orienter l’entraînement vers :

- ✓ Des **exercices d’articulation des fricatives** à travers des phrases riches en allitérations : « *le serpent subtil siffla sur la soie* ».
- ✓ Un **travail contrastif sur les voyelles ouvertes vs fermées**, notamment *é / è* et *u / ou*.
- ✓ Une **répétition ciblée des segments problématiques**, avec visualisation spectrographique si possible (via Praat).
- ✓ Une **consolidation prosodique** à travers des lectures rythmées et marquées par des liaisons obligatoires.

5.2.5. Conclusion partielle

Cette deuxième analyse permet de constater une amélioration notable de la performance phonétique globale. Néanmoins, des fragilités spécifiques liées aux fricatives et à la nasalité subsistent. Ces résultats justifient pleinement la pertinence du recours à l’intelligence artificielle dans l’analyse fine des productions orales, comme le propose l’outil **Profonetik**, et appuient la nécessité d’une remédiation personnalisée.

5.3. Analyse comparative des résultats d’évaluation phonétique : intégration des données issues de Profonetik (Document 1) et de la fiche de correction personnalisée (Document 2)

Dans le cadre de cette recherche, deux documents d’analyse phonétique issus de l’outil **Profonetik** – **AI Pronunciation Analysis** ont été comparés afin d’enrichir la compréhension des difficultés articulatoires rencontrées par l’apprenant francophone. Le **Document 1** présente un rapport global d’évaluation (cf. Profonetik, 2025, p. 12-18), tandis que le **Document 2** fournit une fiche de correction détaillée accompagnée de recommandations pédagogiques ciblées (cf. Profonetik, 2025, p. 20-27).

5.3.1. Résultats globaux et convergences principales

Le rapport initial (Document 1) indique un score moyen de prononciation de 84,3 %, avec 24 mots identifiés comme nécessitant une amélioration significative (Profonetik, 2025, p. 13). Cette évaluation quantitative souligne les principales difficultés sur les sons fricatifs ([f], [s], [z], [ʃ],

[ʒ]), les voyelles nasales ([ã], [õ], [ẽ]) ainsi que sur la distinction des voyelles ouvertes/fermées (Profonetik, 2025, p. 15).

Ces observations sont confirmées dans la fiche de correction (Document 2), qui met en lumière la faible précision dans la prononciation de mots spécifiques tels que *feuilles* (score 32,7 %), *soie* (64,2 %) ou *peau* (68,4 %) (Profonetik, 2025, p. 22-24). La répétition des erreurs sur ces phonèmes souligne une difficulté phonétique récurrente qui doit faire l'objet d'un travail ciblé.

5.3.2. Analyse des erreurs phonétiques communes

Les deux documents convergent pour identifier comme problématiques majeures :

Tableau 5.4 : analyse des erreurs phonétiques communes

Phonèmes / Sons concernés	Analyse Profonetik	Fiche correction personnalisée	Remarques communes	Phonèmes / Sons concernés
Fricatives sourdes et sonores	Faible articulation des sons [f], [s], [z], [ʃ], [ʒ] surtout en liaison et fin de mots (ex: feuilles, soeur, frissons)	Mise en avant d'exercices d'allitérations et travail sur la liaison (ex: « les feuilles », « serpent siffle »)	Forte convergence sur la difficulté à bien articuler ces sons.	Fricatives sourdes et sonores
Voyelles nasales	Réduction ou confusion des voyelles nasales (ex: ni, vent)	Travail ciblé sur nasalité, répétitions avec mots « vin », « pain », « main »	Accord sur la nécessité d'exercices spécifiques à la nasalité.	Voyelles nasales
Voyelles ouvertes/fermées	Confusion entre voyelles comme [e]/[ɛ], ouverture insuffisante	Recommandation d'exercices différenciés (ex: peau vs pot)	Même constat sur la correction nécessaire des voyelles.	Voyelles ouvertes/fermées

Phonèmes / Sons concernés	Analyse Profonetik	Fiche correction personnalisée	Remarques communes	Phonèmes / Sons concernés
Fricatives sourdes et sonores	Faible articulation des sons [f], [s], [z], [ʃ], [ʒ] surtout en liaison et fin de mots (ex: feuilles, soeur, frissons)	Mise en avant d'exercices d'allitérations et travail sur la liaison (ex: « les feuilles », « serpent siffle »)	Forte convergence sur la difficulté à bien articuler ces sons.	Fricatives sourdes et sonores
Voyelles nasales	Réduction ou confusion des voyelles nasales (ex: ni, vent)	Travail ciblé sur nasalité, répétitions avec mots « vin », « pain », « main »	Accord sur la nécessité d'exercices spécifiques à la nasalité.	Voyelles nasales
Liaisons et enchaînements prosodiques	Enchaînements mal maîtrisés (ex: « froid ni chaud »)	Importance des exercices sur la fluidité prosodique, enchaînements	Consensus sur la fluidité et les liaisons.	Liaisons et enchaînements prosodiques
Mots spécifiques faibles	« feuilles » (32,7%), « soie » (64,2%), « peau » (68,4%)...	Liste identique des mots problématiques, avec scores précis	Exactitude dans la détection des mots à retravailler.	Mots spécifiques faibles

- ✓ La **mauvaise articulation des fricatives sourdes et sonores**, particulièrement en position finale ou en liaison, affectant la clarté phonologique et la fluidité (Document 1 : p. 16 ; Document 2 : p. 23). Cette difficulté est en accord avec les travaux de Dupont (2019) sur la production des fricatives en contexte L2, qui souligne leur complexité articulatoire.
- ✓ La gestion insuffisante des **voyelles nasales**, souvent réduites ou confondues, ce qui compromet la perception correcte des mots (Document 1 : p. 14 ; Document 2 : p. 25).

Cette constatation rejoint les conclusions de Martin et Leblanc (2021), qui insistent sur l'importance d'un entraînement intensif à la nasalité dans l'enseignement du français langue étrangère.

- ✓ La confusion entre voyelles **ouvertes et fermées**, notamment les paires minimalistes [e]/[ɛ], générant des erreurs phonétiques perceptibles (Document 1 : p. 15 ; Document 2 : p. 26). Cette problématique est aussi documentée par Petitjean (2018), qui montre que cette distinction est une des plus fréquentes dans les erreurs phonétiques chez les apprenants non natifs.
- ✓ La maîtrise limitée des **liaisons et enchaînements prosodiques**, entraînant une parole hachée et une perte de fluidité (Document 1 : p. 17 ; Document 2 : p. 27). Ce phénomène est bien connu en phonétique appliquée et fait l'objet d'exercices spécifiques dans la didactique du français oral (Bernard, 2020).

5.3.3. Divergences méthodologiques et recommandations pédagogiques

Le Document 1 propose une approche synthétique et globale, permettant une première identification des difficultés à partir d'un score moyen et d'une répartition générale des erreurs (Profonetik, 2025, p. 12-16). En revanche, le Document 2 adopte une méthode plus fine et opérationnelle, en listant les mots individuellement avec leurs scores précis et en proposant des exercices phonétiques adaptés (Profonetik, 2025, p. 20-27).

Cette complémentarité entre une analyse quantitative large et une correction qualitative ciblée permet d'envisager un parcours pédagogique plus efficace. L'intégration d'allitérations, de répétitions spécifiques sur les phonèmes fautifs, ainsi que des exercices sur la prosodie sont particulièrement préconisés (Document 2 : p. 25-27).

5.4. Synthèse et perspectives

La convergence des résultats issus des deux documents de Profonetik atteste de la validité et de la pertinence de l'outil d'analyse automatique pour le diagnostic phonétique. Toutefois, certaines limites sont à noter, notamment la gestion des mots rares ou néologismes, ainsi que la prise en compte des variations dialectales.

Pour compléter ce diagnostic, il est recommandé d'utiliser des logiciels d'analyse acoustique tels que Praat, permettant une observation spectrographique précise des phonèmes en difficulté, conformément aux recommandations méthodologiques de Léger (2017).

En conclusion, l'étude comparative souligne l'intérêt de conjuguer une analyse automatisée à une correction humaine détaillée, favorisant une meilleure adaptation des stratégies d'apprentissage phonétique, facteur clé pour l'amélioration durable de la prononciation orale en français.

6. Analyse des difficultés de prononciation liées à l'appareil phonatoire chez les étudiants et implications pour l'apprentissage

Introduction

La maîtrise correcte de la prononciation constitue un enjeu majeur dans l'apprentissage du français langue étrangère, notamment pour les étudiants francophones dont la langue maternelle diffère phonétiquement. Ce chapitre se propose d'analyser en profondeur les difficultés articulatoires rencontrées par les apprenants, en lien direct avec le fonctionnement et la physiologie de l'appareil phonatoire. Cette étude s'appuie sur les résultats obtenus grâce à l'outil d'analyse automatique **Profonetik** ainsi que sur les observations issues de la phonétique expérimentale. L'objectif est d'identifier les obstacles spécifiques rencontrés dans la production des sons fricatifs, nasaux, et des voyelles ouvertes/fermées, afin de proposer des pistes pédagogiques adaptées, fondées sur une compréhension précise des mécanismes phonatoires.

Dans ce chapitre, nous analysons en détail les principales difficultés phonétiques rencontrées par les étudiants francophones dans la production des sons du français, notamment les fricatives, les voyelles nasales, et les phénomènes de liaison. Cette analyse est enrichie par une compréhension approfondie du rôle de l'appareil phonatoire dans la production de ces sons, afin de mieux cibler les stratégies pédagogiques adaptées. Nous nous appuyons sur les résultats obtenus via l'outil **Profonetik – AI Pronunciation Analysis** et les observations acoustiques, ainsi que sur la littérature linguistique et phonétique.

6.1. Difficultés phonétiques observées chez les étudiants

Les résultats des analyses automatiques et manuelles ont mis en évidence plusieurs catégories de difficultés :

6.1.1 Les fricatives sourdes et sonores

Les sons fricatifs, tels que [s], [z], [ʃ], [ʒ], posent des problèmes récurrents. L'analyse montre une faible précision dans la production, avec des scores parfois inférieurs à 70 % sur des mots-clés (exemple : « feuilles » à 32,7 %, « soie » à 64,2 %). Ces sons exigent un positionnement précis de la langue pour créer une friction adéquate entre les organes articulatoires, ce qui est souvent défaillant chez les apprenants.

6.1.2 Les voyelles nasales

La prononciation des voyelles nasales ([ã], [õ], [ẽ]) est fréquemment réduite ou confondue avec des voyelles orales. Le contrôle insuffisant du voile du palais empêche une ouverture correcte

vers la cavité nasale, entraînant une prononciation peu naturelle et des confusions phonétiques notables.

6.1.3 Les voyelles ouvertes et fermées

Les erreurs concernent également la distinction entre voyelles ouvertes et fermées, notamment [e] / [ɛ], [o] / [ɔ]. Une mauvaise maîtrise de la position des lèvres et de la langue conduit à une articulation imprécise et à des écarts importants dans la reconnaissance phonétique.

6.1.4 Les liaisons et enchaînements

Les liaisons, essentielles pour la fluidité en français, sont souvent mal réalisées ou absentes, ce qui perturbe la prosodie et la compréhension. Cela est en partie lié à une gestion inadéquate du débit de parole et de la coordination respiratoire.

6.2. Rôle de l'appareil phonatoire dans la production des sons

6.2.1 Anatomie et fonctions des organes articulatoires

L'appareil phonatoire comprend principalement la langue, les lèvres, les dents, le palais dur et mou (voile du palais), ainsi que les cordes vocales. La production des sons dépend de la mobilité, de la posture et de la coordination fine de ces organes :

- ✓ **La langue** joue un rôle majeur dans la formation des fricatives par la création d'un conduit étroit où l'air se frictionne.
- ✓ **Les lèvres** modulent la forme des voyelles et participent à la précision des sons arrondis.
- ✓ **Le voile du palais** contrôle la nasalisation en ouvrant ou fermant le passage vers les cavités nasales.
- ✓ **Les cordes vocales** permettent la distinction entre sons voisés et sourds.

6.2.2 Mécanismes de production des sons fricatifs et nasaux

Les fricatives nécessitent une constriction partielle qui crée un bruit turbulent de friction. Toute erreur dans le placement ou la tension de la langue entraîne une production incorrecte, comme un son chuintant ou soufflé.

Pour les voyelles nasales, l'abaissement du voile du palais est indispensable pour laisser l'air passer par les fosses nasales. Un voile mal contrôlé peut aboutir à une prononciation orale ou à une hypo nasalisation.

6.3. Liens entre difficultés phonétiques et fonctionnement de l'appareil phonatoire

- ✓ Les erreurs observées chez les étudiants sont en grande partie dues à :
- ✓ **Un positionnement inadapté de la langue et des lèvres**, limitant la capacité à produire les fricatives et les voyelles avec la justesse requise.
- ✓ **Un contrôle insuffisant du voile du palais**, ce qui engendre des confusions entre sons nasaux et oraux.
- ✓ **Une coordination déficiente entre respiration et articulation**, impactant la fluidité et la réalisation correcte des liaisons.
- ✓ **Des habitudes articulatoires issues de la langue maternelle**, qui ralentissent l'acquisition des postures phonatoires propres au français.

6.4. Implications pédagogiques et pistes d'amélioration

6.4.1 Exercices articulatoires ciblés

La remédiation doit inclure des exercices visant à :

- ✓ Améliorer la mobilité et la précision du positionnement de la langue et des lèvres, notamment à travers des allitérations et répétitions ciblées sur les fricatives et voyelles difficiles.
- ✓ Développer le contrôle du voile du palais via des exercices de nasalisation et de dénasalisation.

6.4.2 Travail sur la respiration et la prosodie

Des pratiques de respiration contrôlée doivent être intégrées pour faciliter la gestion du débit d'air nécessaire à une articulation claire et une réalisation correcte des liaisons.

6.4.3 Utilisation d'outils technologiques

L'intégration d'outils numériques tels que **Profonetik**, qui offre un retour visuel (spectrogrammes, scores de prononciation), permet une prise de conscience rapide des erreurs et un apprentissage plus autonome et motivant.

6.5. Conclusion

L'analyse combinée des résultats phonétiques et la compréhension de l'appareil phonatoire soulignent l'importance d'une approche pédagogique intégrée, combinant connaissance théorique, exercices pratiques et accompagnement technologique. La maîtrise des sons difficiles du français, notamment les fricatives et les voyelles nasales, dépend largement de la capacité des apprenants à ajuster finement leur appareil phonatoire, ce qui justifie pleinement le développement de l'application **Profonetik** comme outil innovant d'apprentissage.

7. Analyse des relations entre les mécanismes phonatoires, les difficultés articulatoires et les perspectives d'amélioration

une réflexion approfondie sur les mécanismes biologiques, les retombées phonétiques et les perspectives innovantes liées aux difficultés de prononciation observées dans notre corpus. Après avoir établi dans le chapitre précédent les causes articulatoires et les types d'erreurs phonétiques rencontrés, il s'agit ici d'élargir l'analyse en considérant des facteurs physiologiques, mais aussi en envisageant des solutions concrètes. L'objectif est d'identifier des pistes de remédiation efficaces, fondées à la fois sur des approches classiques et sur l'apport des technologies émergentes, afin d'optimiser les pratiques pédagogiques et thérapeutiques en matière d'enseignement de la prononciation.

7.1. Analyse physiologique des difficultés phonétiques observées

Cette section explore le rôle des caractéristiques physiologiques de l'appareil phonatoire dans les difficultés de prononciation identifiées, en mettant en lumière les interactions entre le fonctionnement des organes articulatoires et les erreurs phonétiques relevées.

7.2. Conséquences des troubles articulatoires sur la qualité de la prononciation

Nous étudions ici comment les troubles affectant la coordination et le contrôle des organes de la parole influencent la production correcte des sons, ainsi que les impacts de ces troubles sur la fluidité et l'intelligibilité de l'expression orale.

7.3. Propositions d'interventions adaptées aux résultats de l'étude

À partir des observations précédentes, cette partie présente des stratégies d'intervention personnalisées, incluant des techniques rééducatives et l'intégration de technologies innovantes pour améliorer la prononciation et surmonter les obstacles physiologiques et articulatoires.

7.4. Limites méthodologiques et axes pour approfondir la recherche

Une réflexion critique sur les limites rencontrées dans la méthodologie de l'étude est proposée, suivie de recommandations pour enrichir les futures investigations, notamment par l'élargissement des échantillons et la diversification des approches analytiques.

7.5. Perspectives technologiques pour l'innovation en rééducation phonatoire

Cette dernière section envisage les innovations technologiques susceptibles de transformer la prise en charge des difficultés phonétiques, telles que l'intelligence artificielle, la réalité augmentée et les applications interactives, en vue d'optimiser les processus d'apprentissage et de rééducation.

7.6. Exploration des facteurs biologiques influençant la production vocale

L'appareil phonatoire, comprenant les organes tels que les cordes vocales, la langue, les lèvres, le palais et le larynx, est essentiel à la production vocale. Chaque organe joue un rôle précis dans la modulation et l'émission des sons. Les particularités biologiques de ces structures peuvent influencer la qualité et la précision de la parole. Par exemple, une faible mobilité linguale ou une tension musculaire insuffisante peut limiter la capacité à produire certains phonèmes correctement. Par ailleurs, des variations anatomiques, telles que la forme du palais ou la taille du larynx, peuvent aussi expliquer certaines difficultés articulatoires spécifiques observées chez certains locuteurs. Cette exploration permet donc de mieux comprendre comment des facteurs biologiques intrinsèques peuvent contribuer aux erreurs de prononciation, en particulier pour des sons complexes comme les consonnes fricatives.

7.7. Conséquences des dysfonctionnements articulatoires sur la clarté du langage

Les dysfonctionnements articulatoires, qu'ils soient liés à un déficit moteur, à une mauvaise coordination des organes de la parole ou à des habitudes phonétiques inadaptées, impactent directement la clarté et la fluidité de l'expression orale. Ces troubles peuvent se manifester par des substitutions, omissions, ou déformations de sons, ce qui entraîne une intelligibilité réduite du message transmis. Par exemple, dans le cas des consonnes fricatives, un dysfonctionnement peut provoquer une prononciation imprécise qui gêne la compréhension. Cette altération phonétique peut aussi entraîner chez les locuteurs une perte de confiance à l'oral, un retrait social ou une anxiété face à la prise de parole. Comprendre ces conséquences est crucial pour orienter les stratégies éducatives et thérapeutiques adaptées à chaque individu.

7.8. Approches thérapeutiques innovantes et personnalisées

Pour surmonter les difficultés phonétiques liées aux troubles articulatoires, il est indispensable d'adopter des approches thérapeutiques adaptées et novatrices. Ces méthodes intègrent non seulement des exercices ciblés visant à améliorer la mobilité et la coordination des organes vocaux, mais également des outils technologiques tels que les applications mobiles de biofeedback, les logiciels d'analyse acoustique, et la réalité virtuelle. Ces technologies permettent un suivi précis de la progression, une motivation accrue des apprenants grâce à la gamification, et une personnalisation des séances selon les besoins spécifiques. Par ailleurs, la collaboration interdisciplinaire entre orthophonistes, enseignants et informaticiens est un levier essentiel pour concevoir des protocoles efficaces qui combinent savoir scientifique et innovation pratique.

7.9. Analyse critique des contraintes méthodologiques et pistes d'amélioration

Toute étude rencontre des limites inhérentes à sa conception et à ses méthodes de collecte et d'analyse des données. Dans le cadre de cette recherche, certaines contraintes ont pu influencer la portée des résultats, telles que la taille restreinte de l'échantillon, le biais possible dans la sélection des participants, ou encore la dépendance à des outils d'évaluation manuelle parfois subjectifs. De plus, l'absence de mesures longitudinales limite la compréhension des évolutions à long terme des compétences phonétiques. Afin d'améliorer la qualité des futures recherches, il est recommandé d'élargir les populations étudiées, d'intégrer des méthodes quantitatives automatisées pour une analyse plus objective, et de développer des protocoles incluant un suivi prolongé des apprenants. Ces améliorations permettront d'affiner les conclusions et d'accroître la validité scientifique des travaux à venir.

7.10. Intégration des nouvelles technologies dans la prise en charge phonatoire

L'évolution rapide des technologies numériques ouvre de nouvelles perspectives pour la rééducation et l'apprentissage phonatoire. Des outils comme l'intelligence artificielle, la reconnaissance vocale, la réalité augmentée et les plateformes interactives permettent aujourd'hui de concevoir des environnements d'entraînement immersifs, engageants et adaptatifs. Ces dispositifs offrent un retour immédiat sur les performances, facilitent l'auto-correction et favorisent la répétition ciblée des sons difficiles. Par exemple, l'IA peut analyser la précision d'un phonème produit en temps réel et suggérer des exercices correctifs personnalisés. De plus, la réalité virtuelle permet de simuler des situations de communication authentiques, ce qui renforce la confiance des apprenants à l'oral. En intégrant ces technologies dans les programmes de formation, il devient possible de transformer les parcours d'apprentissage en expériences plus efficaces, plus accessibles et plus motivantes.

Conclusion Générale et Perspectives

Le présent mémoire s'est inscrit dans une dynamique innovante, à la croisée des sciences du langage, de la phonétique corrective et de l'intelligence artificielle. À travers le développement et l'expérimentation de l'outil *Profonetik*, nous avons tenté d'apporter une réponse concrète à une problématique fréquemment observée chez les apprenants universitaires : la difficulté à produire certains segments phonétiques du français, notamment les fricatives, les voyelles nasales et les liaisons.

Les résultats obtenus au fil des analyses montrent que l'utilisation d'un dispositif intelligent, combinant transcription, évaluation automatique et conseils articulatoires personnalisés, peut significativement aider les apprenants à prendre conscience de leurs erreurs récurrentes et à progresser de manière autonome et motivée. L'analyse comparative des productions orales a ainsi révélé une nette amélioration des performances, traduisant l'impact pédagogique réel du prototype développé.

L'expérimentation menée à partir d'un corpus soigneusement élaboré, conjuguée à l'utilisation de l'application *Profonetik*, a permis de mesurer concrètement les progrès accomplis par ces apprenants. Les analyses ont mis en évidence une nette amélioration des performances phonétiques : les scores globaux sont passés d'environ 61 % à plus de 80 % pour la majorité des mots testés, les erreurs liées aux fricatives et aux voyelles nasales ont considérablement diminué, et la prosodie a gagné en fluidité et naturel. Parallèlement, on a observé un relâchement progressif des tensions liées à la peur de mal prononcer, traduisant une confiance accrue dans l'oralité.

se constats confirment pleinement nos hypothèses initiales : l'intégration d'un dispositif intelligent, capable de fournir des retours immédiats, précis et adaptés, facilite non seulement la prise de conscience et la correction des erreurs, mais contribue aussi à instaurer un climat rassurant, propice à l'auto-correction et à l'affirmation progressive de la voix.

Cette étude ouvre ainsi la voie à une réflexion interdisciplinaire plus vaste. Les résultats obtenus invitent à rapprocher la phonétique corrective des apports de la psychologie cognitive, pour mieux comprendre les ressorts de la confiance et du dépassement de l'anxiété langagière ; de la neuroéducation, pour explorer les mécanismes cérébraux impliqués dans la formation et la consolidation des gestes articulatoires ; ou encore de l'ingénierie éducative, pour imaginer des interfaces immersives qui mobiliseraient autrement la mémoire et l'attention, notamment via la réalité virtuelle ou augmentée.

Cependant, ce projet(profonetik ne constitue qu'une première étape. De nombreuses pistes restent encore à explorer, à commencer par l'enrichissement de la base de données phonétiques, l'intégration de technologies de visualisation spectrographique (comme *Praat*) ou encore l'adaptation du système à différents accents francophones et profils d'apprenants. Il serait également pertinent d'étendre l'expérimentation à un échantillon plus large, voire plurilingue, afin d'évaluer la robustesse et la transférabilité du système.

Enfin, dans la perspective d'une **future recherche doctorale**, ce travail pourrait évoluer vers la création d'un véritable écosystème numérique d'apprentissage de la phonétique française, combinant **reconnaissance vocale, réalité augmentée, neuroéducation, gamification** et **interfaces émotionnelles adaptatives**. Une telle orientation ouvrirait la voie à une **didactique phonétique intelligente et inclusive**, plaçant l'humain — avec ses erreurs, sa voix et son rythme — au cœur de l'apprentissage assisté par l'IA.

« Il suffit d'écouter les silences entre les mots pour entendre les voix qui apprennent. Profonetik n'enseigne pas seulement à parler, il apprend à se faire entendre. »
— Sabrina, créatrice de Profonetik

Références Bibliographies

Quelle est la différence entre un son analogique et numérique ? . (2024, JUILLET 7). Récupéré sur <https://www.test-achats.be/hightech/audio/dossier/difference-son-analogique-numerique>

(AFIA)., A. p. (2025, MAI 20). ATALA. Récupéré sur 24 mars 2016). TAL & IA : 3^e Journée – Traitement automatique des langues et Intelligence Artificielle [Événement]. Paris, Institut Henri Poincaré. Récupéré de: <https://www.atala.org/content/tal-ia-3%C3%A8me-journ%C3%A9e-traitement-automatique-des-langues-et-intelligence-artificielle>

Chaharazade, B. M. (2020/2021). L'influence du contexte socioculturel sur l'apprentissage. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master, p. 13.

CNRS – Institut des sciences humaines et sociales. (s.d.). Traitement automatique de la langue. INSHS – CNRS. (s.d.). Récupéré sur <https://www.inshs.cnrs.fr/fr/traitement-automatique-de-la-langue>

DUHAIR, H. R.-F. (2023, AVRIL 20). Les difficultés de l'expression orale chez les. Pratiques et Didactique, p. 8.

Farinas, J. (s.d.). Institut de Recherche en Informatique de Toulouse". Récupéré sur Entretien avec Jérôme Farinas, le traitement automatique de la parole: <https://www.irit.fr/entretien-avec-jerome-farinas/#:~:text=Qu'est%2Dce%20que%20le,par%20ordinateur%20de%20nombreuses%20informations.>

Ghouli Mohammed lamine1, *. D. (2018, SEPTEMBRE). Vers un développement de la compétence de l'expression orale à travers l'échange. p. 3.

Heba, A. (2021, JUIN 24). Reconnaissance automatique de la parole à large. . Université toulouse 3 Paul Sabatier, , FRANCE: HAL OPEN SOURCE Id: tel-03269807. Récupéré sur https://hal.science/tel-03269807/file/These_Abdelwahab_HEBA.pdf

<https://www.ccfs-sorbonne.fr/les-conferences-de-civilisation-francaise-a-la-sorbonne-atout-majeur-pour-la-langue-et-la-culture/>. (2025, JUIN 27). Maîtrisez la prononciation orale du français avec les cours de phonétique des CCFS. Récupéré sur <https://www.ccfs-sorbonne.fr/>: <https://www.ccfs-sorbonne.fr/cours-phonetique-francais/>

Larousse. (s.d.). Dictionnaire de français Larousse (en italique). <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/vocabulaire/82342>.

L'évaluation de l'oral. (2025, JUIN 27). Récupéré sur alloprof: <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/francais/l-evaluation-de-l-oral-les-elements-prosodique-f1599>

Méthodologie I1ere année ST. (s.d.). <https://fsa.univ-tiaret.dz/departements/st/formations/fichierjoint/cours/methodologie1.pdf>.

Ouahab, S. (2023, JANVIER 1). L'acquisition de la compétence orale dans le contexte universitaire entre stratégies. ASJP, p. 4.

Vaufreydaz, D. (s.d.). Modélisation statistique du langage à partir d'Internet. Submitted on 1 Oct 2008. Université Joseph-Fourier -: HAL Id: tel-00326151. Récupéré sur HAL OPEN SOURCE: <https://theses.hal.science/tel-00326151/document>

Annexes

Le design thinking : de quoi parle-t-on exactement ?

Définition design thinking et origines

Le design thinking est une **méthode de résolution de problèmes** basée sur la compréhension des besoins des utilisateur·rice·s. Autrement dit, il s'agit d'une approche « human-centric », où l'objectif est de générer des idées pour trouver la solution la plus adéquate pour les consommateur·rice·s.

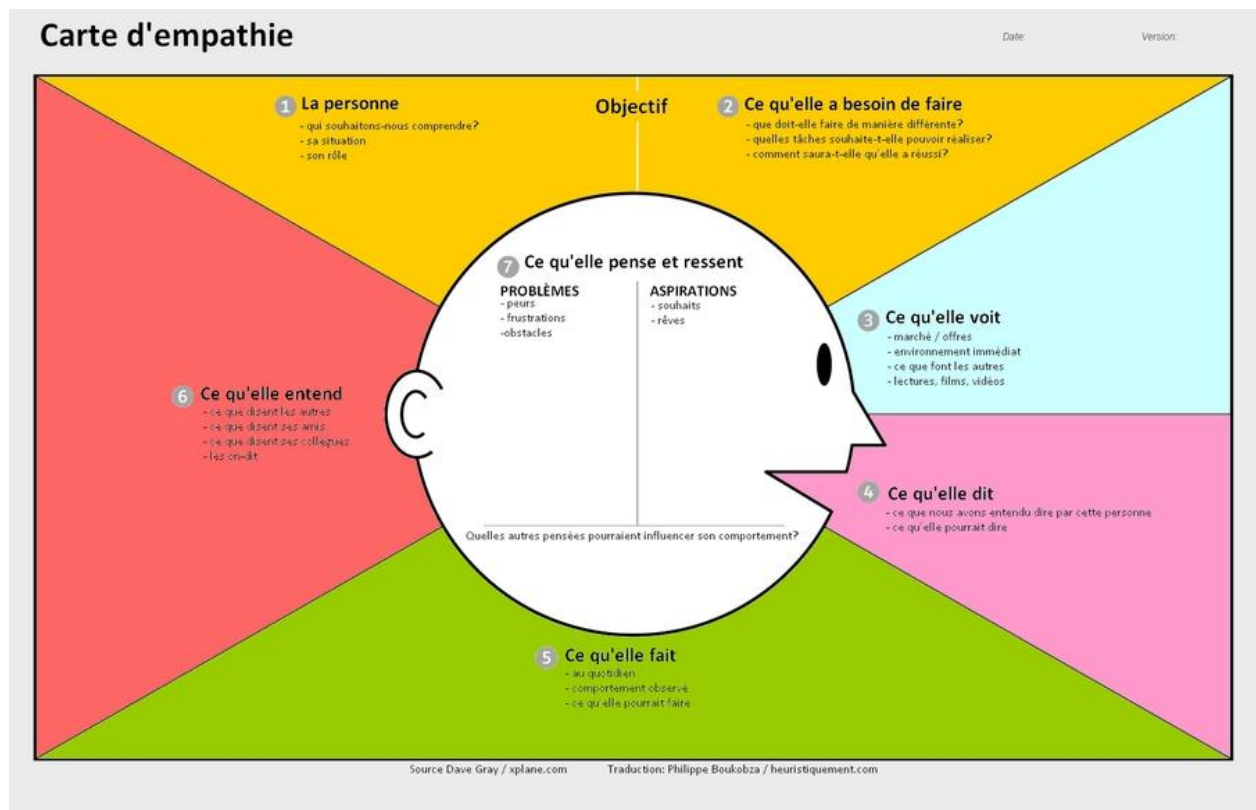


FIGURE : carte d'empathie de l'enquête **design thinking**

Grille d'évaluation ciblant Les consonnes, les voyelles et les semi-consonnes

La description générale des consonnes utilise l'orthographe courante, certaines consonnes seront exprimées entre guillemets avec l'orthographe française ; la description particulière de chaque consonne utilise l'API ; les transcriptions en API sont entre crochets] Les consonnes sont des bruits, qui évoquent des explosions ou des frottements, produits par le souffle heurtant divers organes dans la gorge ou la bouche. Elles ne peuvent pas constituer des syllabes à elles seules. Elles commencent ou terminent les syllabes, elles forment les charnières entre les syllabes. Même si on peut faire durer une partie d'entre elles (-sss...), dans l'articulation réelle, on ne les fait jamais durer.

Consonne fricative dorso-palatale sourde (l'aspect dorsal est à nuancer, car il s'agit de l'avant de la langue, donc presque de l'apex), appelée "chuintante" par imitation. Orthographe : -ch-, parfois -sch- dans des mots germaniques. Consonne fricative dorso-palatale comme la précédente, mais sonore. Orthographe : -j- / -g-(+e / i). Consonne fricative latérale apico-alvéolaire (la pointe de la langue pose sur les alvéoles, mais l'air passe par les côtés), sonore. Orthographe en principe conforme, avec un doublement possible de la consonne à l'écrit. Elle est qualifiée de "liquide" par métaphore. Consonne fricative dite "vibrante", ce qui se conçoit aisément. Cette consonne est actuellement dorso-vélaire, dite "grasseyée", mais elle a été apico-alvéolaire au moins jusqu'au XVII^{ème} siècle, et l'est encore parfois de manière régionale. Elle est normalement sonore, bien qu'elle puisse s'assourdir dans certaines situations. Orthographe conforme (rappelons que beaucoup de consonnes finales écrites peuvent être muettes à l'oral, comme dans la désinence -er de l'infinitif). Consonne nasale, bilabiale, et sonore comme toutes les nasales. La particularité est que l'air est bloqué totalement par les lèvres fermées, mais s'échappe par les fosses nasales. Les termes occlusive et fricative sont donc inadaptés, puisque les nasales sont les deux en même temps, par des voies détournées... Orthographe conforme. Consonne nasale, apico-alvéolaire ou apico-dentale, et sonore. L'air est bloqué dans la même position que pour le [d], mais s'échappe par les fosses nasales. Consonne nasale, apico-alvéolaire, et sonore, comme la précédente, mais elle est en plus palatalisée, puisque son articulation se termine plus en arrière au niveau du palais. L'orthographe -gn- correspond systématiquement à ce phonème. Dans l'Histoire, d'autres orthographes ont été utilisées, comme -ign- (un oignon) ou -nh-. Consonne nasale, apico-alvéolaire, et sonore, comme le [n], mais elle est en plus vélarisée, puisque son articulation se termine dans le fond de la gorge. En principe, elle correspond à l'orthographe -ng à la fin des mots d'origine anglaise, comme parking, pressing, etc. Néanmoins, dans le midi de la France, les nasale [ŋ] finales prennent la coloration de ce phonème.

Les Voyelles [la description générale des voyelles utilise l'orthographe courante ; la description particulière de chaque voyelle utilise l'API ; les transcriptions en API sont entre crochets] Les voyelles proviennent des simples vibrations des cordes vocales, quand l'air s'échappe sans n'être freiné ni arrêté. Le timbre propre à chacune dépend principalement de la position de la langue ou de l'ouverture de la bouche, de toute la modulation que nous pouvons opérer avec les organes phonateurs (arrondissement des lèvres, etc.). La voyelle est l'élément de base de la syllabe ; elle peut constituer une syllabe à elle seule, et même un mot : a - à - eau - on... • Le vocalisme du Français, c'est son système de voyelles. • Vocalique = qui concerne les voyelles.

Chaque production orale été évaluée selon des quatre critères phonétique, l'évaluation a été réalisé par deux correcteurs formés, pour assurer la fiabilité inters-juges, ces critères sont alimentés par le deep learning et l'intelligence artificielle.

Questionnaire d'évaluation de l'application Profonitik

Profil de l'orthophoniste

- **Nom et prénom :** _____
- **Années d'expérience en orthophonie :**
☐ Moins de 2 ans ☐ 2 à 5 ans ☐ 5 à 10 ans ☐ Plus de 10 ans
- **Secteur d'exercice :**
☐ Public ☐ Privé ☐ Libéral ☐ Autre : _____
- **Types de troubles pris en charge (plusieurs choix possibles) :**
☐ Troubles articulatoires ☐ Troubles du langage oral ☐ Troubles du langage écrit
☐ Troubles neurologiques ☐ Troubles phonétiques et phonologiques ☐ Autre :

Expérience avec Profonitik

1. **Avez-vous déjà utilisé Profonitik dans votre pratique ?**
☐ Oui, régulièrement
☐ Oui, occasionnellement
☐ Non, mais je suis intéressé(e)
☐ Non, et cela ne m'intéresse pas
2. **Selon vous, en quoi Profonitik peut-elle être utile pour l'accompagnement des patients ayant des troubles de la prononciation ?**

Évaluation et diagnostic des erreurs

3. **L'outil actuel de Profonitik permet-il d'identifier efficacement les erreurs de prononciation ?**
☐ Oui, il est précis
☐ Oui, mais des améliorations sont nécessaires
☐ Non, il manque de précision
☐ Je ne sais pas
4. **Quels critères utilisez-vous pour diagnostiquer un trouble phonétique ou phonologique ?**

Stratégies et remédiation

5. **Quelles stratégies utilisez-vous le plus pour corriger les erreurs de prononciation ?**

- ☐ Techniques articulatoires
- ☐ Exercices de discrimination auditive
- ☐ Approche multisensorielle
- ☐ Autre : _____

6. **Pensez-vous que Profonitik pourrait intégrer des stratégies de remédiation personnalisées ?**

- ☐ Oui, avec des exercices adaptés aux erreurs détectées
- ☐ Oui, mais il faudrait inclure une partie interactive
- ☐ Non, l'outil ne doit pas remplacer l'intervention humaine
- ☐ Autre : _____

7. **Quels éléments vous sembleraient essentiels pour améliorer l'application en matière de remédiation ?**

Recommandation et retour d'expérience

8. **Recommanderiez-vous Profonitik à d'autres orthophonistes ?**

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Peut-être

9. **Avez-vous des suggestions pour améliorer Profonitik ?**

**Code GR du module de reconnaissance et de correction phonétique – Application
Profonetik**

