



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique



Université Mohamed Khider – Biskra

Faculté des lettres et des langues

Département de Langue et littérature Françaises

Mémoire élaboré pour l'obtention du diplôme de Master

Option : Didactique des langues-cultures

**La neuropédagogie au service de la perception-production des
voyelles nasales en classe de FLE à l'air numérique.**

**Cas des étudiants de 2^{ème} année licence de Langue et Littérature
françaises Université de Biskra.**

Sous la direction de :

Dre. ZERARI Siham

Présenté par :

YAKOUBI Dikra

Année universitaire:

2024/2025

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier Allah Tout-Puissant de m'avoir accordé le courage, la force pour accomplir ce modeste travail.

*J'adresse mes respectueux remerciements à ma directrice de recherche Madame **ZERARI Siham** d'avoir accepté de me guider dans ce chemin scientifique, pour ses conseils, et ses orientations.*

*Mes remerciements chaleureux vont également à **ma mère** pour son amour et encouragement, **mon frère** pour son aide, **mes sœurs** pour leur présence dans ma vie et leur aide.*

*Je remercie **un membre de ma famille** qui ne m'a pas laissé perdu dans l'obscurité. Je n'oublierais jamais ses mots qui m'ont poussée à achever ce travail et atteindre mon objectif. Des mots qui étaient un remède à mon âme.*

*Je remercie encore **Khadija** la sœur que j'ai gagnée à l'université et qui était toujours avec moi dans les bons et les mauvais moments, et à **tous les membres de la famille** pour leurs conseils et leurs encouragements.*

*Je tiens également à exprimer mes vifs respects et mes remerciements aux **membres du jury** d'avoir accepté d'évaluer mon travail.*

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire d'abord À mon père bien-aimé, qui nous a quittés, et qui m'a toujours encouragée à poursuivre mes études. Si tu pouvais me voir aujourd'hui, j'aimerais lire dans tes yeux ta fierté. Je veux te dire que ta fille a grandi et mûri.

À ma mère qui était toujours mon soutien inébranlable et dont l'amour qui m'a guidé à chaque étape de ce parcours, m'aidant à persévérer malgré les défis rencontrés. Merci beaucoup maman.

À ma sœur Yousra pour ses encouragements constants.

À mon frère Ishak pour sa présence à mes côtés.

À ma petite sœur Maroua.

Table des matières

REMERCIEMENT

DÉDICACE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

CHAPITRE I : L'INNOVATION PÉDAGOGIQUE

INTRODUCTION:	14
1. Le numérique	15
1.1. Le numérique : élément de définition	15
1.2. L'historique et évolution du numérique dans l'enseignement / apprentissage	16
1.3. Le rôle du numérique dans les pratiques pédagogiques en Algérie	16
1.4. L'intégration des outils numériques dans l'enseignement/ apprentissage	18
1.4.1. Les plateformes d'apprentissage en ligne	18
1.4.2. Les applications et logiciels pédagogiques	19
2. La neuropédagogie	21
2.1. La neuropédagogie : élément de définition	22
2.2. Les Principes de la neuropédagogie	23
2.3. La neurosciences cognitives et l'apprentissage	26
2.4. L'applications de la neuropédagogie en classe	27
2.4.1. Les techniques d'enseignement basées sur les neuropédagogie	27
2.5. Le rapport de la neuropédagogie avec les outils numérique	28
2.5.1. L'impact des outils numériques sur les approches neuropédagogiques	28

CHAPITRE II : PERCEPTION-PRODUCTION DES VOYELLES NASALES

INTRODUCTION	32
1. La déffinition de la phonétique	33
2. Les branches de la phonétique	33
2.1. La phonétique articulatoire	33
2.2. La phonétique acoustique	34
2.3. La phonétique auditive	35
3. La production des sons	35

3.1. Les consonnes	35
3.2. Les voyelles	Erreur ! Signet non défini.
3.2.1. Les voyelles nasales	38
4. La neuropédagogie et l'apprentissage des sons de FLE	40
4.1. La perception	42
4.2. L'imitation-production	44
4.3. La mémorisation	45
4.4. La répétition et l'autocorrection	45
5. La neuropédagogie et outils numériques pour l'enseignement/ apprentissage du FLE	45
5.1. L'apports des neurosciences	46
5.1.1. La mémoire phonologique	46
5.1.2. La plasticité cérébrale	46
6. Les outils numériques pour la correction	47
6.1. Les défis d'utiliser le numérique pour la phonétique en FLE en Algérie	48
CONCLUSION	49

CHAPITRE III : MIS EN ŒUVRE DE L'EXPÉRIMENTATION, ANALYSE ET TRAITEMENT DES RÉSULTATS RECUEILLIS

INTRODUCTION :	51
1. Le protocole expérimentale	52
1.1. Le terrain de l'expérimentation	52
1.2. L'échantillon	52
1.3. Le corpus	52
1.4. L'application « LingQ »	53
2. Le déroulement de l'expérimentation	53
2.1. Le pré-écoute :	53
2.2. L'écoute :	54
2.3. Le post-écoute :	55
3. L'analyse et les commentaires des données collectées	56
3.1. La méthodologie :	56
3.2. L'analyse des grilles et commentaires	56
3.2.1. La grille d'auto-évaluation (écoute)	56
3.2.2. L'interprétation des résultats	57

3.3.	La première grille d'évaluation (pré-test)	58
3.4.	La deuxième grille d'évaluation (post- écoute)	60
3.5.	La comparaison des grilles d'évaluation	61
3.6.	L'interprétation générale des résultats:	62
CONCLUSION		63
CONCLUSION GÉNÉRALE		64
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES		68
ANNEXES		
RÉSUMÉ		

Liste des figures

Figure 1 : Trapèze articulatoire des voyelles françaises	37
Figure 2 :The generic three-level production-perception model assumed by the Speech Learning model	40
Figure 3 : Le processus de perception-production du son.	41
Figure 4 : le processus de perception	43
Figure 5 :le système auditif.	43
Figure 6 : le processus de production	44
Figure 7 : la plasticité cérébrale	47
Figure 8 : graphique explique l'état émotionnelle des étudiants	58
Figure 9 :pourcentage de notes d'étudiants (pré-écoute)	59
Figure 10 : pourcentages de notes des étudiants (Post-écoute)	60
Figure 11 : graphique comparative de l'évolution de notes des étudiants.	61

Liste des tableaux

Tableau 1: traits distinctifs des consonnes du français (Léon, 1996 : 68-69).....	36
Tableau 2 : représentation du système vocalique du français selon les traits distinctifs	38
Tableau 3: représentation des voyelles nasales du français selon leurs traits articulatoires distinctifs	39
Tableau 4: grille d'évaluation (pré-écoute)	54
Tableau 5: grille d'auto-évaluation émotionnelle	55
Tableau 6: grille d'évaluation (post-test)	55
Tableau 7: les réponses de l'auto-évaluation	57
Tableau 8: suivi de prononciation des voyelles nasales (pré-écoute)	59
Tableau 9: tableau de suivi de prononciation des voyelles nasales (post-écoute).....	60

Introduction générale

La langue française est enseignée dans plusieurs pays comme langue étrangère où les apprenants trouvent toujours des difficultés au niveau de la prononciation de certains sons surtout les apprenants non-francophones. L'enseignement de la phonétique en FLE, souvent négligé au profit de compétences écrites, constitue un enjeu majeur pour le développement de l'aisance orale. En effet, une prononciation défailante peut entraver la communication, même chez des apprenants qui maîtrisent la grammaire et le lexique. Avec l'avènement du numérique, de nouvelles approches d'enseignement fondées sur la neuropédagogie permettent d'améliorer l'acquisition phonétique.

La phonétique, en tant que composante essentielle de la compétence orale, joue un rôle fondamental dans la maîtrise d'une langue étrangère, notamment le français. En effet, une bonne prononciation permet non seulement de faciliter la compréhension mutuelle entre locuteurs, mais aussi de renforcer la confiance en soi des apprenants lorsqu'ils interagissent dans diverses situations de communication. Cependant, l'enseignement de la phonétique reste un défi majeur en raison des spécificités de la langue française et des difficultés rencontrées par les apprenants, telles que Les sons distinctifs, les intonations et les liaisons.

Avec l'ère numérique, l'émergence d'outils technologiques et de ressources interactives a ouvert de nouvelles perspectives dans ce domaine. La neuropédagogie, qui repose sur les progrès scientifiques concernant le fonctionnement du cerveau et les mécanismes de l'apprentissage, offre des stratégies innovantes pour optimiser l'enseignement et l'apprentissage de la phonétique. En s'appuyant sur des principes tels que la plasticité neuronale, l'attention soutenue et la répétition espacée, cette approche permet de mieux ancrer les connaissances et de favoriser un apprentissage durable.

Notre motivation pour ce sujet est double : d'une part, l'enthousiasme des sciences et des technologies et en tant qu'étudiante chercheuse. En appliquant les connaissances neuroscientifiques aux méthodes pédagogiques et en exploitant les outils numériques, nous assistons à une véritable effervescence des savoirs qui suscite un intérêt croissant, ouvrant la voie à une infinité de possibilités éducatives. Et d'autre coté, lors de la séance de la phonétique articulatoire chez les 2^{èmes} année licence.

Nous avons constaté que malgré l'évolution technologique actuel et surtout dans le cadre éducatif, leur utilisation demeure sous-exploitée dans l'enseignement de la phonétique. De plus, les étudiants jusqu'à maintenant continuent de rencontrer des difficultés significatives au niveau de la maîtrise des aspects phonétiques du français. Ces

observations expliquent la nécessité de recherches approfondies et d'innovations pédagogiques pour intégrer efficacement la neuropédagogie et les technologies numériques, visant à améliorer les résultats d'apprentissage et à rendre l'expérience éducative plus enrichissante et interactive.

Cette étude vise à explorer comment les découvertes en neuropédagogie et les outils numériques peuvent améliorer l'enseignement de la phonétique en FLE, en particulier pour des étudiants de niveau universitaire. Plus précisément :

- d'analyser comment les principes de la neuropédagogie (mémoire, attention, plasticité cérébrale) peuvent faciliter l'apprentissage des sons nasales du français.
- d'explorer les outils numériques (applications, logiciels, plates-formes) utilisés pour la phonétique, en examinant leur pertinence pour un public de langue 2.
- l'objectif final est de proposer des pistes pratiques pour intégrer ces approches dans les cours de phonétique, en tenant compte des besoins spécifiques des étudiants en licence de français.

L'enseignement des voyelles nasales en FLE (/ã/, /õ/, /ẽ/, /æ̃/) représente un défi pour les apprenants non-francophones. Malgré l'essor des outils numériques et des avancées en neuropédagogie, leur intégration dans les cours de phonétique reste limitée, notamment dans les universités algériennes. Ce qui nous mène à penser aux questions suivantes :

- Comment les mécanismes attentionnels et de plasticité cérébrale (neuropédagogie) favorisent-ils la discrimination et la production des nasales ?
- Quels sont les atouts et limites de « LingQ » comme outil d'apprentissage phonétique pour un public arabophone ?
- Comment mesurer objectivement les progrès des apprenants après une exposition à cette méthode ?

Et passer vers la problématique principale :

Dans quelle mesure l'application « LingQ », intégrant des principes neuropédagogiques (mémoire procédurale et répétition espacée), permet-elle d'améliorer l'acquisition des voyelles nasales chez les étudiants de 2ème année licence de FLE à l'UMKh à Biskra ?

Ainsi, nous tentons de répondre à notre problématique en formulant l'hypothèse suivante :

- L'utilisation régulière de l'application « LingQ » via ses fonctionnalités fondées sur des principes de la neuropédagogie (exercices adaptatifs, feed-back audio

immédiat, entraînement en contexte multimédia), pourrait optimiser la perception et la production des voyelles nasales chez les étudiants de deuxième année licence en FLE à l'Université de Biskra.

Notre recherche scientifique adopte une démarche expérimentale, nous avons choisi d'utiliser l'application « **LingQ** », avec des tests de prononciation lors des séances de phonétique.

L'objectif de notre recherche est d'évaluer l'effet des fondements neuropédagogiques via l'application choisi sur l'acquisition des voyelles nasales. L'étude portera sur un échantillon ciblé : des étudiants de 2^e année de licence FLE à l'Université de Biskra, un groupe de 15 étudiants en raison d'un absentéisme récurrent et d'une désaffection croissante pour les études de français, phénomène observable dans la diminution progressive des inscriptions au département. Le corpus comprendra des tests phonétiques (pré-écoute et post-écoute) pour mesurer les progrès, des observations en contexte d'apprentissage (interactions, utilisation de « **LingQ** »). Une analyse quantitative et qualitative des données recueillies avant/après l'expérimentation.

Le choix de cette application s'appuie sur sa capacité à personnaliser l'apprentissage (suivi des progrès, exercices adaptatifs) et à intégrer des supports multimédias favorisant la discrimination auditive des voyelles nasales.

Cette étude s'articule autour deux parties principales; la partie théorique de la recherche qui contient deux chapitres, et la seconde partie est consacrée à l'expérimentation menée dans le but de répondre à notre problématique et de vérifier notre hypothèse.

En ce qui concerne *la partie théorique*, elle se compose de deux chapitres : Le premier chapitre établit un cadre conceptuel autour de la neuropédagogie et du numérique, analysant leur convergence dans les apprentissages. Le deuxième chapitre approfondit le processus de perception-production des sons nasales à travers l'empreinte numérique dans leur acquisition. *La partie pratique*, quant à elle, se concentre sur un chapitre unique dédié à la description de notre expérimentation où nous allons détailler tout le processus, depuis la collecte des données jusqu'à leur analyse. Nous concluons notre travail par une synthèse générale dans laquelle nous discuterons les résultats obtenus puis vérifier l'hypothèse élaborée en prenant en compte les confirmations et les infirmations.

Chapitre I : L'innovation Pédagogique

« Ce que je sais, c'est que je ne sais rien »

Socrate

Introduction

Aujourd'hui, Dans une époque marquée par une évolution technologique rapide ainsi que l'émergence et les avancées significatives en neurosciences, l'innovation pédagogique apparaît comme un enjeu majeur pour transformer les pratiques éducatives qui redéfinisse tous ce qui est éducatif.

Le terme "numérique" charge une place très importante dans le cursus de l'enseignement/apprentissage a profondément transformé le domaine de l'éducation, offrant des opportunités inédites tout en posant de nouveaux défis, sans oublier les impacts de cette révolution digitale. L'intégration des technologies numériques dans les pratiques pédagogiques a facilité beaucoup de tâches. Les outils numériques utilisés, les plateformes d'apprentissage en ligne aux logiciels pédagogiques posent une liste d'avantages et d'obstacles qu'ils représentent pour l'enseignement moderne.

En parallèle, la neuropédagogie, un champ interdisciplinaire émergent qui combine d'une façon étroite les avancées des neurosciences, la psychologie et les pratiques éducatives pour faire des changements, des modifications et pourquoi pas des améliorations au niveau des techniques, stratégies pédagogiques et des méthodes d'enseignement les plus efficaces et les programmes scolaires, concernant la mémoire, l'apprentissage et le langage. A cet égard, il est important de voir comment les outils numériques peuvent soutenir ces approches, en facilitant leur mise en œuvre et en illustrant, par des études de cas, leur efficacité en contexte scolaire, offrant ainsi des solutions complémentaires aux défis actuels de l'éducation.

Dans ce chapitre, nous allons donner une aperçu globale sur l'innovation pédagogique, en discutant les définitions, leurs impacts et intégrations dans le processus d'enseignement / apprentissage. Et la motivation à réfléchir sur la manière dont ces deux dimensions, en se complétant. Et même de reconnaître à la fois les bienfaits et les limites de ces innovations qui peuvent transformer durablement l'expérience d'apprentissage et contribuer à la modernisation des pratiques éducatives.

1. Le Numérique

Les technologies numérique sont révolutionné les pratiques éducatives à l'échelle mondiale, ouvrant de nouvelles perspectives pédagogiques. Dans le contexte éducatif, l'adoption des technologies digitales permet d'améliorer les processus d'enseignement-apprentissage, de développer l'autonomie des élèves et diversifier les méthodes éducatives. Ces technologies éducatives, particulièrement les plates-formes d'apprentissage en ligne et les applications pédagogiques spécialisées sont devenues des éléments centraux des écosystèmes éducatifs innovants en représentant aujourd'hui des piliers de cette transformation.

L'intégration des outils numériques, constitue un point essentiel pour améliorer la qualité de l'enseignement. Toutefois, leur usage nécessite une réflexion pédagogique approfondie, une formation adaptée des enseignants à ces nouveaux outils, qui est essentielle pour une exploitation optimale en classe. Ainsi qu'un accès équitable aux technologies pour garantir l'inclusion de tous les apprenants quels que soient leur origine sociale ou leur situation géographique, afin de ne pas creuser les inégalités éducatives existantes.

1.1. Numérique : élément de définition

D'après LAROUSSE (en ligne), Le numérique est un adjectif et un nom masculin vient du mot latin « numerus » qui veut dire nombre. Qui relève des nombres ; qui se fait avec des nombres, est représenté par un nombre.¹

C'est un concept français qui réside dans le contexte des technologies de l'information et de la communication est unique à la langue française qui, semble-t-il, est la seule à utiliser la racine latine « numerus » nombre, alors que les autres langues, même latines (espagnol, italien ou portugais), utilisent, comme l'allemand, l'anglais, le néerlandais et la plupart des langues européennes, une autre racine latine, digitus («doigt» – c'est avec les doigts que l'on compte les nombres).²

Donc, le mot 'numérique' est un terme qui est venu et évolué pour englober l'univers des technologies de l'information et de la communication (TIC) ; c'est une affaire de calcul, de données et une spécificité française liée à la modernité technologique.

¹Larousse.fr, «numérique», consulté le 10 avril 2025, <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/num%C3%A9rique/55253>.

²Moatti. A, « le Numérique, adjectif substantivé », in le Débat, n°170 Gallimard, France, mai -juin 2012.

Guichon.N, et Soubrié.T définissent le numérique comme une formule qui « *Fonctionne à la fois comme un substantif désignant une palette d'outils reliés à l'Internet et à des contenus disponibles en ligne et comme un adjectif qualifiant des pratiques dépendant peu ou prou de la Toile.* »³

Cela veut dire que le numérique n'est pas seulement une technologie « matériel et ressources numériques », mais aussi une culture d'usage « comportements sociaux influencés par le numérique ». Il désigne à la fois des outils et des façons de faire dans un monde de plus en plus connecté.

1.2. L'historique et évolution du numérique dans l'enseignement / apprentissage

L'intégration du numérique en éducation s'inscrit dans une dynamique historique marquée par plusieurs étapes. Dès les années 1960, les premiers tutoriels informatisés (Bush, 1945; Suppes, 1966) posent les bases de l'EAO (enseignement assisté par ordinateur). Les années 1990, avec l'avènement d'Internet voient émerger les environnements virtuels d'apprentissage (Tardif 1998), tandis que les années 2000 démocratisent les TBI et les ressources numériques interactive (Karsenti, 2012). Aujourd'hui, l'IA et l'adaptive Learning (Baker, 2016) redéfinissent les frontières de la personnalisation pédagogique. Cette évolution reflète à la fois des opportunités (accessibilités interactivité) et des défis (fracture numérique, formation des enseignants).

1.3. Le rôle du numérique dans les pratiques pédagogiques en Algérie

En Algérie, l'intégration du numérique dans l'éducation se présente comme un levier de modernisation des méthodes d'enseignement, bien que son étalage reste inégal selon les régions. « *Durant la situation pandémique de la Covid 19, l'université algérienne a fait face à l'urgence de la situation et mettre en place des dispositifs visant à assurer une continuité pédagogique* »⁴. Le secteur éducatif algérien a connu quand même une accélération notable dans l'adoption des technologies éducatives suite à la pandémie de COVID-19, avec le lancement par le ministère de l'Éducation nationale de plates-formes

³Guichon.N, &Soubrié.T, (2013). Manuel de FLE et numérique : le mariage annoncé n'a pas (encore ?) eu lieu. Cité in : BOUREBRAB, Mohamed Chemseddine, (2023), L'utilisation des moyens TIC dans l'enseignement de FLE en Algérie, Numéro Varia, Contextes Didactiques, Linguistiques et Culturels [En ligne], 1(1), 68-101.

⁴ZERARI. S, BENSALAH.S, « Le modèle E-Learning en contexte universitaire Cas de l'enseignement/apprentissage de la phonétique en FLE » in *afak Des Sciences*, N°: 02 Volume: 08, institution : Université Ziane Achour de Djelfa, Algérie, 2023, P 125.

comme EDU. « *La tutelle a recommandé d'adopter un système hybride de dispensation des cours où l'année universitaire 2020/2021 a été placée sous le thème de l'enseignement à distance* ». ⁵Les cours ont été dispensés en alternance, tantôt en présentiel tantôt à distance. Ces solutions numériques ont joué un rôle crucial dans le maintien des activités pédagogiques, particulièrement dans les grandes villes et zones urbaines mieux équipées. Cependant, dans les régions rurales, wilayas du Sud ou zones montagneuses, souffrent du manque d'infrastructures (internet, électricité) ce qui limite cet essor.

Les enseignants peuvent utiliser plusieurs solutions, comme des groupes WhatsApp / Telegram pour partager des cours audio ou des PDF, illustrant une adaptation pragmatique aux contraintes locales. Ils essaient d'intégrer les outils numériques dans leurs pratiques pédagogiques. Bien que l'usage de ces technologies en contexte éducatif présente de nombreux bienfaits, il suscite également des méfiances. En effet, l'accès constant à un flux infini de notifications et de contenus divertissants peut présenter une source de distraction pour les étudiants.

Toutefois, lorsque l'intégration du numérique est bien définies, encadrée, régulièrement évaluées et adaptées aux objectifs d'apprentissage. « *L'intégration de technologies simples (Power Point, jeux, devoirs en ligne ou système de notation en ligne) peut faire toute la différence dans la progression des élèves en classe* »⁶. Nous pouvons ajouter selon DREXEL University School of Education :

- Maintenir l'engagement des étudiants qui est un élément important dans le déroulement des séances. L'utilisation de la technologie les motive grâce à son caractère interactif.
- Aide les étudiants ayant différents styles d'apprentissage ; c'est à dire l'hétérogénéité des étudiants. La technologie donne aux enseignants l'occasion de différencier l'enseignement et d'adapter l'information aux capacités d'apprentissage de leurs étudiants.
- Préparer les étudiants avec des compétences de vie La technologie est devenue une forme d'alphabétisation à part entière en raison de son utilisation fréquente au quotidien. Par exemple beaucoup de professionnels utilisent Microsoft Office ou de Google Drive au quotidien au moins un aspect de: gérer des budgets sur des

⁵ Ibid.

⁶DREXEL University School of Education, <https://drexel.edu/soe/resources/student-teaching/advice/how-to-use-technology-in-the-classroom/#:~:text=Integration%20of%20technology%20in%20education,actively%20engaged%20with%20learning%20objectives,> 12/04/2025.

feuilles de calcul, créer des présentations ou des diaporamas, ou joindre des documents à des courriels pour communiquer des informations importantes.⁷

1.4. L'intégration des outils numériques dans l'enseignement/apprentissage

Dans l'éducation, l'utilisation des technologies est pour améliorer l'expérience d'apprentissage des étudiants. L'utilisation de différents types de technologies en classe, mène à avoir des apprenants engagés et plus actifs surtout dans la réalisation des objectifs d'apprentissage. La mise en œuvre des technologies ouvre également la voie à une pédagogie différenciée ce qui aide à répondre aux besoins spécifiques de chaque apprenant, dans un contexte pédagogique plus large.

Les apprenants n'ont pas nécessairement besoin de leurs propres tablettes ou ordinateurs portables pour maîtriser les technologies, mais l'utilisation des technologies en classe entière peut favoriser leur engagement, qu'ils soient auditifs ou visuels. L'intégration de technologies simples peut faire toute la différence dans la progression des apprenants en classe.

Pour les plus jeunes, la technologie peut servir à développer les compétences fondamentales et à les préparer à un futur apprentissage autonome. Les élèves peuvent utiliser des jeux interactifs pour renforcer leurs compétences en mathématiques, en orthographe, en phonétique et en lecture. Des sites comme Spelling Training permettent aux élèves et aux enseignants de télécharger leurs propres listes de mots pour s'entraîner à la prononciation et créer des jeux interactifs. Les parents peuvent également utiliser ces sites pour développer les compétences fondamentales au-delà des murs de la classe.⁸

1.4.1. Les plates-formes d'apprentissage en ligne

Aujourd'hui, l'éducation essaie encore d'être au courant du développement par l'ajout des plates-formes d'apprentissage en ligne, comme Moodle, Google Classroom, Canvas ou encore Microsoft Teams, afin de fournir un espace numérique où les enseignants et leurs apprenants peuvent interagir de manière asynchrone ou synchrone, accéder à des formations et des cours en lignes, collaborer avec leurs pairs et suivre leur progression. Ces environnements virtuels permettent la mise à disposition de contenus pédagogiques comme les documents, vidéos et quiz interactifs etc. Aussi, la gestion du suivi des apprentissages

⁷ Ibid, 12/04/2025.

⁸Ibid. consulté le 12/04/2025.

(devoirs, évaluations, feed-back), le développement de compétences numériques chez les élèves.

Ces plates-formes comme Moodle, Google Classroom ou la plate-forme nationale EDU en Algérie facilitent la continuité pédagogique et rendent possible un enseignement hybride combinant présentiel et distanciel surtout dans les cas très sensible (pandémie, absence prolongée, etc.). L'enseignant peut y créer des parcours différenciés adaptés aux besoins spécifiques de chaque apprenant, tout en gardant une vision globale des progrès de la classe.

L'apprentissage ne se limite donc plus aujourd'hui aux salles de classe traditionnelles ou aux séminaires de formation en présentiel. Désormais, les plateformes de formation en ligne ont un rôle essentiel pour les entreprises, les universités, les éducateurs et les apprenants.⁹

1.4.2. Les applications et logiciels pédagogiques

Parallèlement aux plates-formes, un large éventail d'applications et de logiciels pédagogiques contribue à rendre l'apprentissage plus interactif, amusant et différencié. Par exemple nous citons : Kahoot! / Quizlet pour les quiz ludiques et la mémorisation active; GeoGebra en mathématiques pour visualiser des concepts abstraits; Book Creator, Padlet, ou Canevas pour stimuler la créativité et les productions collaboratives.

En classe, les logiciels éducatifs peuvent offrir des fonctionnalités telles que la correction automatique des devoirs à choix multiples à l'aide de fiches formatées, ou la possibilité pour les élèves de soumettre des devoirs numériques depuis chez eux via un système de gestion de l'apprentissage. Les enseignants peuvent également évaluer et suivre les devoirs remis et calculer automatiquement une note finale. Les logiciels éducatifs permettent à la classe de fonctionner plus efficacement et de faciliter l'apprentissage.

Pour le cas de notre étude des voyelles nasales, des applications comme Elsa Speak, Pronunciation Power ou des logiciels d'analyse acoustique comme Praat fournissent un retour immédiat et visuel sur la production des sons. Les exercices sous forme de jeux sérieux (jeux de discrimination auditive, défis de prononciation) augmentent la motivation des apprenants tout en renforçant les compétences phonologiques.

⁹<https://www.beedeez.com/fr/blog/quest-ce-quune-plateforme-de-formation-en-ligne>, consulté le 11/04/2025.

1.5. L'impact du numérique sur les pratiques pédagogiques

Le numérique a profondément transformé les pratiques pédagogiques, offrant des opportunités mais aussi des défis. D'une part, il facilite l'accès à une multitude de ressources éducatives en ligne, et permet de diversifier des méthodes d'enseignement tout en personnalisant l'apprentissage. Les outils numériques favorisent l'interactivité et peuvent accroître la motivation des apprenants. D'autre part, une utilisation excessive des écrans peut générer des risques sanitaires, tels que des troubles du sommeil et de la concentration. De plus, l'intégration du numérique nécessite une formation adéquate des enseignants pour éviter une surcharge de travail liée à la gestion de ces nouveaux outils.

Mesurer l'impact de l'usage des TIC sur les pratiques d'enseignement et d'apprentissage demande de pouvoir jauger les effets[...] (usages, utilisation et pratiques effectives, les perceptions et représentations des enseignants sur l'outil, la distribution de l'outil, les modifications structurelles et comportementales et son influence sur les pratiques d'enseignement et d'apprentissage ainsi que les dimensions humaines et matériel dans le processus d'intégration de diffusion et de généralisation de l'outil). Il est difficile de comprendre l'impact des TIC sur l'enseignement et l'apprentissage, de nombreux travaux de recherche portés sur ce sujet, font apparaître des résultats nuancés sur l'efficacité des TIC, voire même contradictoires dans certains cas, car tant les contextes et les situations sont variés.¹⁰

N'dede Bosoma Florence (2014) prévoyait dans une recherche menée en Côte d'Ivoire de déterminer l'effet de l'usage des TIC sur l'apprentissage et l'accès à la connaissance des apprenants du niveau lycée. Les objectifs fixés par cette étude étaient de « Déterminer l'impact des TIC sur l'apprentissage ; Identifier les conséquences de l'usage des TIC sur l'accès à la connaissance des apprenants ; et Évaluer la documentation produite à l'aide des TIC par les apprenants. ». Les résultats ont révélé qu'en situation de classe les outils numériques ont un impact positif sur les apprenants car ils permettent

D'anticiper sur la préparation cours, d'améliorer les possibilités d'approfondissement des cours, de mieux se préparer aux évaluations, d'accroître l'aptitude à la recherche chez les apprenants, de moderniser les moyens de communication, de réduire le temps de travail, de réduire le temps d'enseignement, de faciliter les apprentissages, de consolider les acquis scolaires, de faciliter l'accès aux informations et à la documentation, permettre l'universalisation de l'accès à la connaissance et la modification de l'accès à la connaissance.¹¹

¹⁰ Poyet. F, (2009), Impact des TIC dans l'enseignement : une alternative pour l'individualisation ? Dossier d'actualité n° 41 – janvier 2009. Service de Veille scientifique et technologique

¹¹ N'dede Bosoma, F. (2014). Impact de l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'apprentissage dans le secondaire en cote d'ivoire, **citéin**:Jean Bernard Bakonga. Usages pédagogiques des outils numériques en classe, compétences technologiques et motivation scolaire dans l'enseignement secondaire au Cameroun : Étude comparée des caractéristiques institutionnelles et individuelles. Education. CY Cergy Paris Université, 2021. Français. FfNNT : 2021CYUN1061ff. fftel-03633583,

Cette citation met en évidence les multiples bénéfices du numérique dans le domaine éducatif. Il permet de mieux préparer les cours, de renforcer les apprentissages et de développer l'autonomie des apprenants. En facilitant l'accès à l'information, il modernise les pratiques pédagogiques. Le numérique réduit aussi certain contrainte de temps et d'espace. Enfin, il favorise une diffusion plus équitable et universelle du savoir.

2. La Neuropédagogie

La neuropédagogie, en tant qu'un champ disciplinaire émergent, structuré à partir des années 1980-2000 en lien avec les avancées technologiques majeures en imagerie médicale, telles que l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et l'électroencéphalographie (EEG), permettant l'observation du cerveau en activité. Elle est née de la rencontre entre chercheurs en neurosciences et praticiens de l'éducation, dans un contexte d'essor des neurosciences cognitives appliquées aux processus d'apprentissage.

Cette discipline s'appuie sur des travaux scientifiques de référence, parmi lesquels ceux de Stanislas Dehaene, dont l'ouvrage « *Les Neurones de la lecture* » (2007) a apporté un éclairage novateur sur les mécanismes cérébraux de l'apprentissage, ceux de Steve Masson, spécialisé dans la formation des enseignants (2004), ainsi que ceux d'Eric Kandel, lauréat du Prix Nobel en 2000, pour ses recherches fondamentales sur la mémoire.

En outre, des institutions renommées tels que le Collège de France, le Massachusetts Institute of Technology (MIT) ou encore l'Université de Genève qui ont également contribué de manière significative au développement de ce champ. En mobilisant les outils de l'imagerie cérébrale et les apports des sciences cognitives, la neuropédagogie vise à décrypter les processus mentaux impliqués dans l'apprentissage – tels que la mémorisation, l'attention, la motivation ou encore la plasticité neuronale – afin d'optimiser les pratiques pédagogiques. Elle propose ainsi de fonder l'action éducative sur des données scientifiques, dans une perspective d'adaptation aux besoins cognitifs des apprenants.

À cet égard, il convient de souligner que :

les neurosciences sont fondamentales pour comprendre les mécanismes de l'apprentissage, le fonctionnement de la mémoire, de l'attention et de l'inhibition cognitive, les réactions biologiques et cognitives face au stress, pour déterminer dans quelle mesure une hygiène de vie favorise le fonctionnement cérébral. »¹²

¹²TOSCANI, Pascale, sous la dir. de (2017). Les neurosciences au cœur de la classe, quatrième édition, Lyon, Chronique sociale.

Cependant, selon les spécialistes, le cerveau est considéré comme l'organe le plus complexe du corps humain. À ce jour, les découvertes se poursuivent, apportant de nouvelles réponses et innovations, ce qui permet de lever peu à peu le voile sur l'inconnu-point de départ essentiel vers l'acquisition du savoir.

2.1. La neuropédagogie : élément de définition

Les humains ont tendance à être curieux de connaître et d'apprendre de nombreuses choses qui semblent intéressantes, parmi lesquelles le cerveau humain, qui représente un miracle divin en raison de la précision de sa création. À partir de là, nous commençons à définir les neurosciences, y compris la neuropédagogie. Selon Jean-Pierre CUQ dans son dictionnaire de didactique du français langues étrangère et seconde:

On appelle neurosciences l'ensemble des recherches et des connaissances portant sur le système nerveux, et dont l'objectif est de localiser les fonctions cérébrales et de mettre en évidence l'organisation et le fonctionnement du cerveau jusqu'à la compréhension de ses propriétés fonctionnelles les plus intégrées, les fonctions cognitives.¹³

Selon Tiberghien, Les neurosciences cognitives se définissent comme l'« *ensemble des disciplines qui ont pour objet d'établir la nature des relations entre la cognition et le cerveau* ». ¹⁴Autrement dit, les neurosciences cognitives comme un champ scientifique interdisciplinaire; cherchent à comprendre comment les activités mentales (comme la mémoire, l'attention, la perception ou la prise de décision) sont liées au fonctionnement du cerveau. Alors que nous cherchons des méthodes d'apprentissage toujours plus efficaces, les neurosciences apparaissent comme un outil majeur pour révolutionner ce domaine. En révélant les mécanismes cérébraux mobilisés lors de l'acquisition de connaissances, elles offrent des pistes concrètes pour améliorer et développer nos pratiques.

Le vocable neuropédagogie fut forgé par Trocme Fabre en 1987. La neuropédagogie représente un domaine d'investigation à part entière pour mieux comprendre les fonctionnements de l'apprentissage. L'appellation neuropédagogie désigne les recherches en éducation fondées sur les sciences cognitives (neurosciences, psychologie cognitive, comportementale, linguistique).

D'après BORST.G et MASSON. S, la neuro-éducation est la discipline qui cherche à approfondir la compréhension du cerveau en analysant l'impact de l'éducation sur son fonctionnement. Grâce à des outils issus des neurosciences, comme l'imagerie cérébrale,

¹³CUQ, Jean Pierre, *Dictionnaire de didactique du français, langue étrangère et seconde*, ASDIFL, CLE international, Paris, 2003, p.174

¹⁴Tiberghien Guy (dir.) (2002). *Dictionnaire des sciences cognitives*. Paris : Armand Colin.

elle vise également à mieux cerner certains problèmes éducatifs -notamment les difficultés d'apprentissage ou l'inefficacité de certaines pratiques pédagogiques et à évaluer si une approche fondée sur le fonctionnement cérébral peut contribuer à élaborer des solutions adaptées.¹⁵

Donc, « *La neuropédagogie est le mélange entre l'étude des neurosciences, du comportement et de l'apprentissage. Dans cette discipline on se concentre sur le fonctionnement du cerveau d'un individu lorsqu'il suit une formation.* »¹⁶

Nous considérons « *aujourd'hui, qu'il n'existe pas de structure mentale spécifique de l'apprentissage* ». ¹⁷Cette activité essentielle mobilise les différentes capacités du cerveau humain à traiter l'information-discriminer, identifier, mémoriser, récupérer, associer ou encore inférer -, compétences également sollicitées dans d'autres fonctions intellectuelles comme le raisonnement, l'évaluation ou la résolution de problèmes. Autrement dit, du point de vue des neurosciences, la forme la plus simple de l'apprentissage correspond à la réponse cérébrale d'un individu face à un stimulus : l'information est alors perçue, analysée, puis enregistrée.

En fait, nous pouvons dire que les neurosciences sont croisées avec le domaine de l'éducation ce qui mène à la naissance du terme 'neuropédagogie' ; Qui est une discipline qui applique les recherches des neurosciences cognitives à l'éducation, ou par étudier comment le cerveau apprend, mémorise et traite l'information pour améliorer les méthodes pédagogiques.

2.2. Les Principes de la neuropédagogie

➤ La plasticité cérébrale

Jean -Luc BERTHIER et ses collaborateurs confirment que :

«*La plasticité cérébrale permet ainsi l'apprentissage sous toutes ses formes, mais également la récupération post-traumatique après un accident vasculaire cérébrale par exemple* ». ¹⁸Le cerveau est capable de se modifier/ reconfigurer et de créer de nouvelles connexions neuronales tout au long de la vie, en particulier lorsqu'il est stimulé par

¹⁵BORST. G, MASSON. S, *Méthodes de recherche en neuroéducation*, Presses de l'université du Québec, Québec, 2018.

¹⁶<https://smartcanal.com/la-neuropedagogie-quest-ce-que-cest/#:~:text=La%20neurop%C3%A9dagogie%20est%20le%20m%C3%A9lange,lorsqu'il%20suit%20une%20formation,20/03/2025>.

¹⁷BERNARD Jean-Louis, REYES Pierre, Apprendre en médecine (1re partie), Pédagogie Médicale 2001, 2 :163-169

¹⁸ BERTHIER Jean –Luc et al, op. Cit, p. 41.

l'apprentissage. Ce principe soutient l'idée que chacun peut progresser, quel que soit son niveau de départ. Par conséquent, notre cerveau s'améliore à chaque instant en fonction des expériences et de l'environnement.

➤ L'attention comme porte d'entrée de l'apprentissage

Stanislas Dehaene postulent d'ailleurs que l'attention comme étant « *un des quatre piliers fondamentaux des apprentissages* ». ¹⁹ L'attention est une fonction cognitive essentielle. La neuropédagogie insiste sur l'importance de capter et de maintenir l'attention des apprenants.

➤ L'importance de la mémoire

« *Les études de neuro-imagerie mettent l'accent sur l'existence d'une grande réorganisation entre les différents circuits neuronaux chez l'enfant et l'adolescent, et notamment dans les parties du cerveau impliquées dans le fonctionnement de la mémoire* ». ²⁰ L'apprentissage repose en grande partie sur des processus de mémorisation. Il est essentiel de connaître les différents types de mémoire (de travail, à long terme, procédurale...) et de savoir comment les mobiliser efficacement dans un cadre pédagogique.

➤ L'engagement actif de l'apprenant

Le cerveau apprend mieux lorsqu'il est actif. Cela signifie que l'apprenant doit être impliqué dans ses apprentissages, manipuler, questionner, résoudre des problèmes, et non pas rester passif.

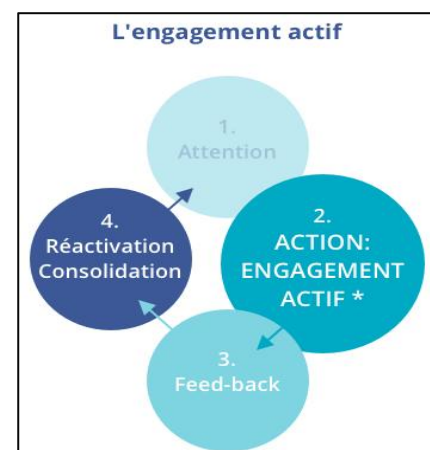


Figure 1: l'engagement actif

➤ Le rôle des émotions dans l'apprentissage

Dehaene souligne également que « *L'importance de l'enrichissement du milieu dans les apprentissages ainsi que le rôle favorable des émotions positives (motivation, plaisir*

¹⁹ Dehaene. S, « *Les grands principes de l'apprentissage* ». Collège de France, 2012.

²⁰ SAOULI Sonia, thèse de doctorat, *Cartes conceptuelles et pratiques scripturales en FLE*, université Mohamed Khider, Biskra, 2021.

d'apprendre) par rapport à la peur ou le stress, d'où le regain d'actualité des thématiques du bien-être et des émotions.»²¹

Les émotions influencent directement l'attention, la mémorisation et la motivation. Un climat scolaire bienveillant, sécurisant et stimulant est donc essentiel pour favoriser les apprentissages.

➤ L'erreur comme levier d'apprentissage

Contrairement à certaines représentations scolaires traditionnelles, l'erreur n'est pas un échec mais c'est le commencement d'apprentissage. Le cerveau apprend par ajustement : identifier et comprendre ses erreurs permet de progresser.

Dit A. Lamy (1981), « *L'erreur, est le tremplin vers l'expression juste.* ». L'erreur n'est que la manifestation de l'interlangue, c'est-à-dire la maîtrise provisoire de la langue cible en train de se construire. L'erreur fait donc partie intégrante de cette langue intermédiaire, entre les balbutiements du début de l'apprentissage et l'état de relative maîtrise final.

C'est par ses erreurs que l'apprenant progresse, en testant des hypothèses de fonctionnement du nouveau système qu'il est en train de se créer. On se gardera donc d'interrompre un apprenant, qui, dans une activité de simulation de communication, fait des erreurs. En revanche, on fera fréquemment des pauses-grammaire, des conceptualisations, des activités de systématisation et de réemploi, soit à partir des erreurs relevées, soit à partir de structures nouvelles. Tout est question de dosage.²²

➤ L'importance du sommeil, de l'alimentation et de l'activité physique

Il est important de connaître qu'il y a des conditions qu'influencent fortement le fonctionnement cérébral. La neuropédagogie rappelle que de bonnes conditions de vie sont nécessaires pour un apprentissage efficace. Selon Callimedia, les éléments qui permettent d'activer plus facilement les circuits d'apprentissage: « *Bien manger, spécifiquement le matin, Pratiquer une activité physique régulière, Oxygéner le cerveau, Éviter les différents stress, ses temps de sommeil.* »²³

²¹ Fabre. M, (2021), *La pédagogie saisie par la neuroéducation : espoir ou imposture ?* Annuel de la Recherche en Philosophie de l'Éducation, 1, 168-183. P171

²² MEKHNAÏCHE.M, cours en ligne « *Méthodologies d'enseignement du FLE et Pratiques de classe* », université de Biskra.

²³ <https://www.callimedia.fr/le-learning-lab/blog/perfectionner-lapprentissage-les-defis-de-la-neuropedagogie/#:~:text=Pratiquer%20une%20activit%C3%A9%20physique%20r%C3%A9guli%C3%A8re,s'agit%20d'apprendre>, 11/04/2025.

2.3. Neurosciences cognitives et l'apprentissage

Les neurosciences cognitives étudient le fonctionnement du cerveau lors des processus d'apprentissage. Les études en imagerie cérébrale montrent que certaines zones du cerveau s'activent lors de la résolution de problèmes ou de la mémorisation. En combinant les approches biologiques et psychologiques, elles permettent de mieux comprendre comment l'être humain acquiert, traite et utilise les connaissances. Les neurosciences explorent l'organisation complexe du cerveau, des molécules aux réseaux neuronaux, pour expliquer les différentes fonctions cognitives. L'objectif est de comprendre comment ces mécanismes influencent nos comportements et nos capacités d'apprentissage.

Le cognitivisme considère l'apprentissage comme un traitement actif de l'information par le cerveau. Selon cette théorie, l'apprenant filtre les informations ce que nous appelons (attention), Les relie à ses connaissances antérieures dans la (mémoire) et Construit de nouveaux savoirs (stratégies métacognitives).

Les neurosciences cognitives offrent des pistes pour améliorer l'enseignement en révélant les mécanismes cérébraux de l'apprentissage. Cependant, leur application nécessite une collaboration entre chercheurs et enseignants pour des méthodes scientifiquement validées et pédagogiquement pertinentes.

Les neurosciences cognitives et l'approche cognitive de l'apprentissage révèlent que le cerveau traite les informations de manière active et structurée. Comme l'explique Jacques Tardif:

L'enseignant traite constamment un grand nombre d'informations: il traite des informations sur le champ de connaissances retenues à des fins d'enseignement; il traite des informations sur les composantes affectives de l'élève; il traite des informations sur les composantes cognitives de l'élève; il traite également des informations relatives à la gestion de la classe. L'élève traite également une multitude d'informations. Il traite des informations affectives qui viennent plus particulièrement de ses expériences scolaires antérieures (...); il traite des informations cognitives; il met les nouvelles informations en relations avec ses connaissances antérieures, choisit les stratégies jugées les plus appropriées pour réussir la tâche, il traite aussi des informations métacognitives (prise de conscience constante de ses stratégies, de son engagement personnel et de sa persistance au travail).²⁴

Cette perspective montre que l'apprentissage repose sur des mécanismes complexes, où l'attention, la mémoire et les stratégies métacognitives jouent un rôle central. Les neurosciences confirment cette interdépendance, notamment avec les travaux de Damasio (1995) et Varela et al. (1991), qui soulignent le lien entre émotions et cognition. Ainsi,

²⁴ TARDIF Jacques, Pour un enseignement stratégique, L'apport de la psychologie cognitive Logiques, 1992.

comprendre ces processus permet d'adapter les méthodes pédagogiques, notamment face aux troubles des apprentissages, comme ceux étudiés par l'INSERM (2007).

2.4. L'application de la neuropsychopédagogie en classe

Reprenons l'exemple de l'apprentissage par mémorisation active. Une autre discipline, la psychologie cognitive étudie la manière dont nous percevons, analysons et mémorisons des informations de notre environnement. Plusieurs études de cette discipline se sont penchées sur l'apprentissage par mémorisation active dont nous avons parlé précédemment.

Une première a comparé l'efficacité de deux manières de mettre les apprenant·e·s en activité : en leur faisant faire une carte mentale des concepts contenus dans le support pédagogique (qui était toujours disponible) ou en leur faisant passer un quizz sur les notions vues (sans support pédagogique disponible).

A priori, ces deux activités exigent des efforts de la part des apprenant·e·s. Pourtant, il s'avère que la réalisation de mindmap était équivalente à une méthode d'apprentissage passif, alors que l'utilisation de quizz comme évaluation formative était plus efficace aussi bien pour les questions de mémorisation pure que pour des questions où l'apprenant·e doit transférer ce qu'il a appris à de nouvelles situations.²⁵

2.4.1. Les techniques d'enseignement basées sur la neuropsychopédagogie

- Enseignement multisensoriel : Intégrer des éléments visuels, auditifs et kinesthésiques dans les sessions de formation pour engager différents systèmes sensoriels du cerveau et faciliter une compréhension approfondie.
- Feed-back constructif : Fournir un feed-back précis et constructif qui active les mécanismes de rétroaction et renforce les circuits neuronaux associés à l'amélioration des performances.
- Micro-learning : Diviser les contenus complexes en petites unités digests pour optimiser l'assimilation des informations et maintenir l'attention sur de courtes périodes.²⁶

²⁵<https://www.didask.com/post/neuropsychopedagogie>, 05/04-2025.

²⁶https://africa-project-management1.odoo.com/blog/e-learning-8/la-formation-et-la-neuropsychopedagogie-optimiser-l-apprentissage-a-travers-la-science-du-cerveau-17?utm_source=chatgpt.com&fbclid=IwY2xjawJpgjBleHRuA2FlbQIxMAABHu0aQwINT3IQSkHCbpoVF9bTvLmaP_VcsckgTdMWQQJsulYwogC8jGgGXCRt_aem_9b92MY059WwgFnuJcYFhEg, 10/04/2025.

2.5. Le rapport de la neuropédagogie avec les outils numériques

Les neuro-scientistes trouvent que l'intégration des outils numériques peut faciliter les approches neuropédagogiques. En ce qui concerne le rapport entre la neuropédagogie et les outils numériques, il semble que ce sont complémentaires, en premier lieu. Les neurosciences cognitives montrent que les outils numériques renforcent l'apprentissage en optimisant l'attention, l'engagement actif, le retour d'information et la consolidation des savoirs. Grâce à leur interactivité et leur adaptabilité. De plus, les TICE (comme les tablettes ou les serious games) captivent les élèves, individualisent les parcours et facilitent la mémorisation. Cependant, ils ne remplacent pas les interactions sociales et les méthodes pédagogiques traditionnelles, mais les complètent pour un enseignement plus efficace et durable. Si nous parlons du côté positif bien sûr, il y en a la condition de l'intégration de ces outils de façon équilibrée dans une démarche pédagogique globale.

Les neurosciences cognitives, vulgarisées par le blog "Mon cerveau à l'école" (équipe du Pr. Dehaene), identifient quatre facteurs clés pour un apprentissage efficace : L'attention, l'engagement actif, le retour d'information, Normaliser l'erreur comme étape essentielle de l'apprentissage, la consolidation.²⁷ **L'attention** est cruciale pour traiter et mémoriser les informations d'une façon correcte. Ensuite, **l'engagement actif** de l'élève est indispensable pour construire des connaissances durables. Le **retour d'information** joue également un rôle clé, car il permet à l'élève de comprendre ses erreurs, d'ajuster ses stratégies et de progresser. Par ailleurs, ces travaux insistent sur l'importance de **normaliser l'erreur** parce qu'elle n'est pas considérée comme un échec, mais comme une étape naturelle et nécessaire dans le processus d'apprentissage. Enfin, la **consolidation**, souvent facilitée par le sommeil et la répétition, permet de stabiliser les acquis dans la mémoire à long terme.

2.5.1. L'impact des outils numériques sur les approches neuropédagogiques

Grâce à l'intelligence artificielle et aux algorithmes adaptatifs, les approches neuropédagogiques ont vu des transformations profondes qui ont assuré une personnalisation inédite des apprentissages. Certaines plates-formes ajustent leur contenu

²⁷https://educavox.fr/innovation/pedagogie/neurosciences-et-numerique-pour-une-pedagogie-du-succes?fbclid=IwY2xjawJsx-hleHRuA2FlbQIxMAABHkjpjeUcB19J6QKPBtDh-y2ZhXz9ry5062wA14lSasQIMkgdsx6HIKtpYqR_aem_a5x6HBNBQsgcvxQTrJvFQw, 14/04/2025.

en fonction des besoins cognitifs de chaque utilisateur, renforçant ainsi l'efficacité de la rétention mnésique et de l'engagement.

La neuropédagogie a montré que l'apprentissage est optimisé par la répétition espacée et le feed-back immédiat, deux principes que les applications éducatives exploitent avec succès. Cependant, cette révolution numérique n'est pas sans risques : la surcharge cognitive due aux interfaces surchargées, les distractions liées aux notifications ou encore la fracture numérique posent des défis majeurs. Pour exploiter pleinement ces outils, il est essentiel d'adopter une approche centrée sur l'apprenant, s'appuyant sur les découvertes en neurosciences, tout en garantissant un accès équitable à tous. La neuropédagogie vise à

Renforcer l'efficacité de l'apprentissage qu'il soit intellectuel ou manuel. Grâce à des tests, il est aujourd'hui possible de savoir quelles sont les techniques qui fonctionnent le mieux et celles qui fonctionnent moins bien. Celles qui nous stimulent et celles qui, au contraire, nous ennuiant. Mais cela permet également de mettre le doigt sur les erreurs qui reviennent souvent, de comprendre les rythmes d'apprentissage, le rôle du repos ou encore des jeux dans l'apprentissage.²⁸

²⁸<https://www.cp-formation.com/actualite/neuropedagogie-digital-learning-mix-booste-apprentissage/>, 14/04/2025.

Conclusion

Ce chapitre a exploré deux leviers majeurs de la modernisation pédagogique : le numérique et la neuropédagogie. L'analyse a révélé que les technologies numériques, bien qu'elles présentent des défis comme fracture digitale et formation des enseignants, offrent des opportunités inédites pour personnaliser l'apprentissage, renforcer l'engagement et faciliter l'accès aux savoirs. Parallèlement, la neuropédagogie, en s'appuyant sur les neurosciences cognitives, éclaire les mécanismes cérébraux de l'apprentissage (plasticité neuronale, rôle de l'attention, des émotions et de la mémoire), permettant d'optimiser les méthodes d'enseignement.

La synergie entre ces deux approches apparaît particulièrement prometteuse : les outils numériques (plates-formes adaptatives, feed-back immédiat, exercices interactifs) matérialisent les principes neuropédagogiques, tandis que les neurosciences guident une intégration raisonnée du digital, évitant la surcharge cognitive. En Algérie, où le contexte éducatif combine potentialités et contraintes logistiques, cette complémentarité pourrait inspirer des stratégies pédagogiques innovantes, équilibrant innovation technologique et fondements scientifiques de l'apprentissage.

Cette réflexion ouvre la voie au chapitre suivant, qui analysera l'application concrète de ces concepts dans l'enseignement de la phonétique, en interrogeant leur impact sur la perception et la production des sons chez les apprenants.

Chapitre II : Perception-production des voyelles nasales

Introduction

L'enseignement-apprentissage de la phonétique en FLE joue un grand rôle afin d'assurer une maîtrise et fluidité dans la pratique de cette langue qui est avant tout « *une matière sonore, (...) est une composante essentielle du langage avec le lexique, la grammaire et le code orthographique et (...) la sensibilisation aux phénomènes phonétique (...) favorise la compréhension et la production de la langue étrangère* ». ²⁹

Nous nous intéressons à cette discipline qui représente un obstacle chez les apprenants et entrave le processus d'enseignement-apprentissage. L'apprentissage des voyelles nasales constituent l'une des particularités les plus fascinantes de l'apprentissage du FLE qui est toujours représenté comme un vrai défi pour les non-francophones. Ces sons, absents dans de nombreuses langues, exigent une coordination subtile entre le flux d'air, la position de la langue et la résonance nasale, autant d'étapes que le cerveau et l'appareil phonatoire doivent assimiler. Donc, nous ne pouvons pas négliger la primordialité du cerveau en perception, traitement et la production des sons surtout 'nasales'. **Mais comment passe-t-on de la simple écoute à une reproduction fidèle ?**

Dans ce chapitre, nous commençons par définir la phonétique avec ses branches, passant à expliquer le processus de perception-production des sons sans oublier l'empreinte numérique dans cette optique. Nous découvrirons pourquoi ces sons fascinent autant qu'ils déroutent et comment les nouvelles technologies tentent de révolutionner leur enseignement, partant des premiers contacts auditifs jusqu'à leur intégration naturelle dans la parole ce qui mène vers une production maîtrisée, entre mécanismes physiologiques, pièges perceptifs et astuces pédagogiques, *Pourquoi ces phonèmes posent-ils tant de difficultés aux apprenants étrangers ? Comment notre cerveau parvient-il à apprivoiser ces sons qui n'existent pas dans notre langue maternelle ?*

²⁹AbryDominique et Chalaron Marie-Laure, « *Les 500 Exercices de Phonétique A1 A2* », Hachette, Paris, 2010.

1. La définition de la phonétique

La phonétique est une branche de la linguistique qui se focalise sur la production et la classification des sons du langage. La production de la parole étudie l'interaction de différents organes vocaux, comme les lèvres, la langue et les dents, pour produire des sons particuliers. La classification de la parole se concentre sur le classement des sons en catégories, telles qu'elles sont définies dans l'Alphabet Phonétique International (API). Troubetzkoy voit que, la phonétique est *«la science de la face matérielle des sons du langage humain.»*³⁰

D'ailleurs, il s'agit de *« l'étude de la substance et de la forme sonore du langage »*³¹, ce qui veut dire que la phonétique étudie les sons du langage ; comment nous les produisons (articulation), leurs propriétés physiques (acoustique) et comment nous les percevons (audition). Par exemple, le cas de "b" et "p", elle explique pourquoi ils se distinguent par la vibration des cordes vocales.

En somme, C'est la science des sons parlés du langage humain, de leur production (articulation) à leur perception (l'écoute), elle met en exergue les sons dans leur réalité physique, sans tenir compte de leur sens ou de leur rôle dans une langue. Elle analyse la façon de produire les sons, leurs propriétés acoustiques et Comment l'oreille les perçoit.

2. Les branches de la phonétique

En tant que science dérivée d'une autre discipline, la phonétique elle-même se divise en 3 branches essentielles :

2.1. La phonétique articulatoire

La phonétique articulatoire s'intéresse *«à la description et au fonctionnement de l'appareil phonateur humain lors de l'émission du message vocal, à la façon dont se réalisent les sons par les organes de la parole et à leur classement.»*³². C'est-à-dire, l'étude de l'agencement des organes de l'appareil phonatoire qui entrent en jeu lors de la production des sons ainsi que les mouvements et les rôles de ces organes au moment de la prononciation.

³⁰Troubetzkoy Nicolas Sergueevitch, *« Principes de phonologie »*, Klincksieck, Paris, 1938, Page11.

³¹Vaissière jacqueline, la phonétique *« que sais-je ? »*, presses universitaires de France, Paris, 2006.

³²DUBOIS, J et al, *Dictionnaire de linguistique*, Librairie Larousse, Paris, 1973, p.50.

Nous posons la question "comment nous produisons les sons ?" Donc la façon de produire chaque son. Par exemple, le son [m] dans "maman" :

- **Position des lèvres** : sont complètement fermées
- **Respiration** : l'air des poumons monte vers la bouche.
- **Blocage** : les lèvres sont fermées, l'air ne peut pas sortir par la bouche.
- **Solution** : l'air est obligé de sortir par le nez (pincez le nez en disant [m], cela ne se réalise pas).
- **Vibration** : les cordes vocales vibrent (mettez la main sur la gorge, vous sentez les vibrations).

2.2. La phonétique acoustique

La branche étudie la transmission et la configuration des ondes vibratoires dans l'espace et dans le temps. Cette branche traite «la nature physique du message vocal indépendamment de ses conditions de production et de réception.»³³

Les paramètres physiques auxquels s'intéresse cette partie de la phonétique sont les suivants :

- La durée d'un son est «son extension dans le temps. »³⁴, elle dépend du débit par rapport aux autres sons.
- L'amplitude de l'onde vocale est «l'écart entre le point de repos des particules d'air vibrant et le point extrême qu'elles atteignent dans leur mouvement. »³⁵
- La hauteur permet de «distinguer un son aigu d'un son grave. »³⁶
- L'intensité ; donne la possibilité de «distinguer les syllabes plus fortes (accentuées) des syllabes plus faibles (atones).»³⁷ nous pouvons dire la force avec laquelle l'air est émis des poumons.
- La fréquence d'un son, qui est «le nombre de cycles accomplis par l'unité de temps.»³⁸

Donc, nous parlons sur les traits acoustique d'un son sa fréquence et sa force dans le processus de l'articulation. Par exemple, dans la production du son [s], cela veut dire qu'il y a un sifflement, un bruit aigu comme un vent fort comme dans "serpent" au contraire pour le son [z] où il y a un bourdonnement, il est plus grave car les cordes vocales vibrent comme dans "zèbre".

³³ Ibid., p.7

³⁴ Ibid., p.169

³⁵ Ibid, p.29

³⁶ Dictionnaire Le Nouveau Petit Robert, 1995, p.1077.

³⁷ DUBOIS, J et al, *Dictionnaire de linguistique*, Librairie Larousse, Paris, 1973, p. 264.

³⁸ Ibid., p.223

2.3. La phonétique auditive

Elle étudie l'appareil auditif et plus exactement la perception par l'oreille et les centres nerveux de l'onde sonore. C'est-à-dire l'étude des modalités de la perception des sons. Et ce qui nous mène à s'interroger **Comment notre cerveau comprend les sons ?**, Par exemple, la distinction entre [b]/ [p], après l'écoute des sons vient la perception et la réflexion où notre oreille est très sensible à ce petit détail. Pour le son [b] la vibration commence en même temps que l'ouverture des lèvres mais pour [p] la vibration commence après l'ouverture. Après, vient le tour de la production du son [b] : les lèvres s'ouvrent et les cordes vocales vibrent en même temps. Mais le [p] : Les lèvres s'ouvrent d'abord, puis les cordes vibrent après.

3. La production des sons

La production des sons joue un grand rôle dans le langage, si nous voulons une communication claire et compréhensible il faut bien savoir comment prononcer pour que le message passe facilement et sans ambiguïté. L'étude de la production des sons constitue la base de l'apprentissage phonétique en français. Elle permet de comprendre les mécanismes articulatoires distincts entre les consonnes produites par une obstruction partielle ou totale du flux d'air, et les voyelles caractérisées par une vibration libre. Parmi ces dernières, les voyelles nasales présentent un défi majeur pour les apprenants de FLE, notamment arabophones, en raison de leur articulation spécifique (voile du palais abaissé) et de leur absence dans leur langue maternelle (arabe).

3.1. Les consonnes

La consonne est *«un son comportant une obstruction, totale ou partielle, en un ou plusieurs points du conduit vocal.»*³⁹

Les consonnes sont classées en fonction du mode et du point d'articulation.

➤ Le mode d'articulation :

C'est la façon dont se réalise une consonne. Il concerne, en premier lieu, la sonorité "voisées" ou "non-voisées", en deuxième lieu, la voie d'échappement du souffle

³⁹Ibid, p116.

expiratoire : "orale" ou "nasale" et en troisième lieu, la façon dont le passage de l'air est obstrué : « occlusive » ou « constructive ».⁴⁰

➤ **Le point d'articulation :**

Il permet de localiser exactement la zone où s'effectue la réalisation d'une consonne.

Le français comporte 17 consonnes, représentées au moyen des symboles de l'alphabet phonétique international. Pour décrire et classer les consonnes du français, on utilise différents traits articulatoires que l'on ramène, à des fins d'analyse, au nombre de trois : le voisement, le mode d'articulation et le point d'articulation.

Le système consonantique du français se caractérise par deux critères de base qui sont le mode et le lieu d'articulation. Nous pouvons les voir dans le tableau explicatif suivant :

Tableau 1: traits distinctifs des consonnes du français (Léon, 1996 : 68-69).

Lieu \ Mode	Non voisées (Sourdes)	Voisées (sonores)	Nasales	
Bi-labiales	P	b	m	Occlusives
Apico-dentales	T	d	n	
Médio-dorso-palatale	/	/	ɲ	
Dorso-vélaire	K	g	ŋ	
Labio-dentales	f	v	/	Constructives
Pré-dorso-alvéolaires	S	z	/	
Pré-dorso-pré-palatales-labiales	ʃ	ʒ	/	
Apico-alvéolaire (latérale)	/	l	/	
Dorso-uvulaire	/	r	/	

Ce phénomène ne fonctionne pas tout seul il a besoin d'une voyelle pour avoir un sens dans la parole. C'est ça ce que nous allons voir en suivant : « les voyelles ».

3.2. Les voyelles

La voyelle est «un son sonore, dont la production est accompagnée de vibration des cordes vocales. De plus, on parle d'un son pur car lors de sa réalisation, l'air ne

⁴⁰ M. BOUSSEBAT Omar, « Cours de Phonétique articulatoire Master 1 », Université Les Frères MENTOURI-Constantine 1, 2018/2019.

rencontre aucun obstacle sur son passage dans la cavité buccales et les fosses nasales.»⁴¹

Le système vocalique du français standard compte seize voyelles phonétiques, à savoir : [a, ɑ, e, ɛ, i, o, ɔ, u, y, ə, œ, ø, ã, õ, ẽ, œ̃].⁴² dont 12 orales ([y], [u], [i], [e], [o], [ø], [ə], [ɛ], [ɔ], [œ], [a] et [ɑ]). Et 4 nasales ([ĩ], [ẽ], [œ̃] et [ã]).

La production des voyelles se distingue de celle des consonnes par des particularités articulatoires et physiologiques spécifiques. Leur production repose principalement sur l'action des résonateurs vocaux, dont la position, la forme et le volume varient. Qui donnent les critères de classement suivants :

- Ouverts / fermés : « l'aperture de la voyelle est alors définie par rapport au degré plus ou moins écarté de la mâchoire et à l'élévation plus ou moins importante de la langue »⁴³
- Antérieurs / postérieurs : le lieu d'articulation du palais (vers l'avant ou l'arrière).
- Oral / nasal : par l'action du résonateur nasal et du voile du palais.
- Labial / non labial : selon la forme plus ou moins arrondie / étirée des lèvres⁴⁴.

Les critères de description des voyelles du français se basent ainsi sur les oppositions orale / nasale ; ouverte / fermée ; antérieure / postérieure ; arrondie / non arrondie.

Nous pouvons schématiser ces composantes vocaliques par le trapèze articulatoire suivant :

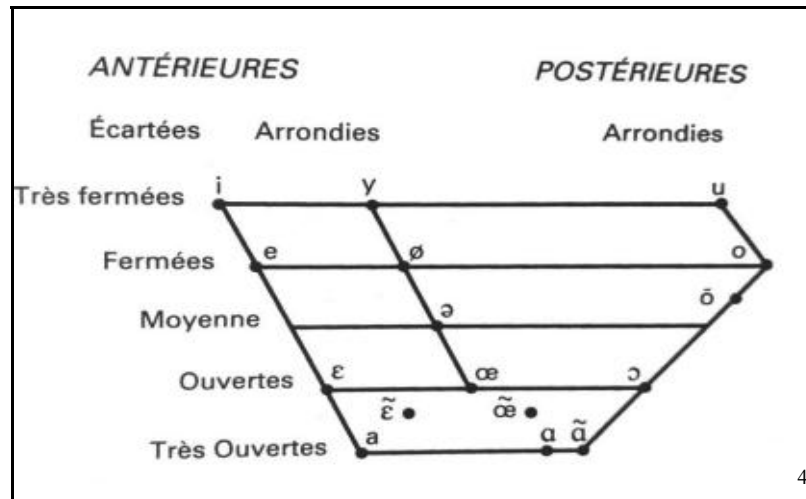


Figure 1 : Trapèze articulatoire des voyelles françaises

⁴¹GARDES-TAMINE. J, « Phonologie, morphologie, lexicologie. Méthode et exercices corrigés », Armand Colin, Paris, 2008, p 9.

⁴²ZERARI Siham, *cour de phonétique articulatoire*2LMD. L'université de Mohamed Khider Biskra.

⁴³Léon Pierre, *Phonétisme et prononciations du français : avec des travaux pratiques d'application et leurs corrigés*.1ère éd, Nathan Université, Paris, 1996.

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Léon Pierre, « *Phonétisme et prononciations du français : avec des travaux pratiques d'application et leurs corrigés* ».1ère éd, Nathan Université, Paris, 1996,p 82.

Selon Pierre Léon, nous pouvons voir la répartition des voyelles orales selon leurs traits distinctifs :

Tableau 2 : représentation du système vocalique du français selon les traits distinctifs (Léon, 1996 :82).

	Voyelles antérieures		Voyelles postérieures	
	Ecartées	Arrondies	Ecartées	Arrondies
Très fermées	i (si)	y (su)		u (sous)
Fermées	e (ces)	ø (ceux)		o (sceau)
Moyenne		ə (ce)		
Ouverte	ɛ (sel)	œ (seul)		ɔ (sol)
Très ouverte	a (patte)		ɑ (pâte)	

3.2.1. Voyelles nasales

Selon Dre. ZERARI Siham (enseignante de phonétique), Les voyelles nasales du français [ɛ̃], [ɔ̃], [ɑ̃] et [œ̃] sont absentes du système phonologique de l'arabe. Donc Il faut montrer comment la nasalité est produite. Lors de l'émission du son, l'air passe à la fois par les fosses nasales et la cavité buccale⁴⁶. Donc nous pouvons les appeler « *des voyelles oralonasales ou, au moins, des voyelles nasalisées* »⁴⁷.

En français, les voyelles nasales sont des voyelles pures (...). Quand on prononce une voyelle nasale, il faut faire attention à la nasalisation au bon moment, autrement dit il faut remettre le voile du palais dans sa position normale avant de commencer à mettre en place la consonne qui va suivre. Quand par exemple on prononce un [ɑ̃] suivi d'un [t] (comme dans entier), si on ne referme pas le passage nasal en remontant le voile du palais avant de placer la pointe de langue contre les alvéoles pour faire [t], on obtient pendant un moment une consonne qui est apico-alvéolaire et nasale, ce qui est exactement la définition de [n] ! Au lieu de [ɑ̃ t j e], on obtient ainsi [ɑ̃ n t j e]. Il faut donc justement s'appliquer à prononcer des voyelles nasales absolument pures.⁴⁸

D'après le site (www.francaisavecpierre.com), Pour former ces voyelles nasales à l'écrit, il faut une lettre voyelle suivie de la lettre « N » ou « M » (devant B ou P). Mais après le N ou le M, il ne faut pas qu'il y ait une autre voyelle, sinon la nasale est éliminée, exemple : *matin* [m a t ɛ̃] / *matinée* [m a t i n e].⁴⁹

⁴⁶ZERARI Siham, *Phonétique contrastive et correction phonétique* 1^{ère} Master didactique, l'université de MKhB, 2023/2024.

⁴⁷ZERARI Siham, *cour de phonétique articulatoire* 2LMD. L'université de Mohamed Khider Biskra.

⁴⁸ Ibid.

⁴⁹<https://www.francaisavecpierre.com/les-voyelles-nasales-en-francais/>, consulté le 01/05/2025.

- [ɔ̃] comme “on”

Pour produire cette voyelle qui est “la plus nasale” des quatre, il faut partir de la lettre O puis faire vibrer davantage le nez (comme pour l’avion) : O [o]/ [ɔ] -> ON [ɔ̃] (l’air sort un peu du nez). En général, le son [ɔ̃] s’écrit “on”. Mais s’il est suivi d’un “p” ou d’un “b”, il s’écrit “om” (sauf pour “bonbon”).⁵⁰



Figure 2: [ɔ̃]

- [ɑ̃] comme “an”

Pour faire le son [ɑ̃], il faut partir de la lettre A (le son [a] est commun à beaucoup de langues) : A [a] -> AN [ɑ̃]. La langue va un petit peu vers l’arrière et on baisse le voile du palais pour laisser passer de l’air par le nez. On l’écrit “en”, “an”, “em”, “am”, “aon” (cas très particulier).⁵¹



Figure 3: [ɑ̃]

- [ɛ̃] comme “in”

Afin de produire le son [ɛ̃], il est plus facile de partir de la voyelle È = [ɛ] : È [ɛ] -> IN [ɛ̃]. Les différentes façons de l’écrire sont : in, im, en, ain, aim, ein, yn, ym.⁵²



Figure 4: [ɛ̃]

- [œ̃] comme “un”

Comme on a pu l’évoquer, cette quatrième voyelle disparaît au profit de la précédente! Contrairement au son [ɛ̃] où la bouche s’étire davantage en longueur, pour le son [œ̃], la partie supérieure de la bouche va vers l’avant. On peut l’écrire “un” ou “um”.⁵³



Figure 5: [œ̃]

Le son [œ̃] = un a tendance à disparaître au profit du son [ɛ̃] = in.

Selon Pierre Léon, le classement des voyelles nasales du point de vue phonologique est présenté ci-dessous.

Tableau 3: représentation des voyelles nasales du français selon leurs traits articulatoires distinctifs.

Antérieures		Postérieures
Ecartées	ɛ̃ (vin)	ɑ̃ (vent)
Arrondies	œ̃ (un)	ɔ̃ (vont) ⁵⁴

⁵⁰ Ibid., consulté le 01/05/2025.

⁵¹ Ibid., consulté le 01/05/2025.

⁵² Ibid., consulté le 01/05/2025.

⁵³ Ibid., consulté le 01/05/2025.

⁵⁴ (Léon Pierre, « Phonétisme et prononciations du français : avec des travaux pratiques d’application et leurs corrigés ». 1ère éd, Nathan Université, Paris, 1996.

4. La neuropédagogie et l'apprentissage des sons de FLE

La neuropédagogie au niveau de l'apprentissage des sons (les voyelles nasales), éclaire les mécanismes cérébraux. Elle s'appuie sur les découvertes en neurosciences pour optimiser l'enseignement. Par exemple, la mémoire phonologique (essentielle pour discriminer et reproduire les sons) dépend fortement de l'activité du cortex auditif et de l'aire de Broca.

Parmi les recherches ceux de Golestani des études en imagerie cérébrale montrent que l'exposition répétée à des contrastes phonétiques (comme / $\tilde{\epsilon}$ / vs / $\tilde{\alpha}$ /) renforce les connexions neuronales, facilitant ainsi leur acquisition.⁵⁵ Cette plasticité cérébrale est au cœur de la neuropédagogie : en structurant l'apprentissage autour de boucles de feed-back rapides et d'une répétition espacée, et en maximisant l'engagement des réseaux neuronaux dédiés à la perception et à la production des sons.

Le modèle de Flege suppose qu'au début du contact avec la L2, l'apprenant crée des associations entre les sons de la L1 et de la L2, et perçoit ces derniers comme des exemplaires plus ou moins justes des catégories de son inventaire phonétique maternel⁵⁶. Le schéma ci-dessous illustre le flux d'information phonétique qui lie la perception à la production :

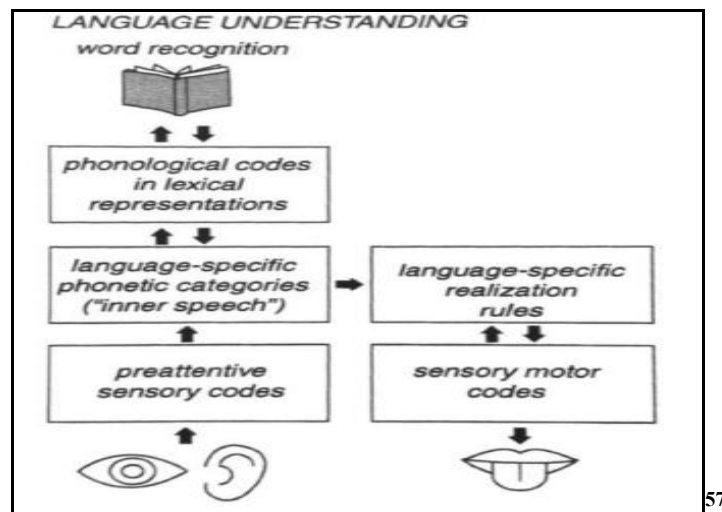


Figure 2: The generic three-level production-perception model assumed by the Speech Learning model

⁵⁵Golestani N et al, *Brain structure predicts the learning of foreign speech sounds*. Cerebral Cortex, 2007, 17(3), 575–82. doi:10.1093/cercor/bhk001.

⁵⁶Flege, James Emil, op.cit, 1995, P. 241

⁵⁷Bohn, Ocke-Schwen ET James Emil Flege, « *The Revised Speech Learning Model (SLM-r)* », in *Second Language Speech Learning: Theoretical and Empirical Progress*, édité par R. Wayland. Cambridge: Cambridge University Press, 2021, P. 3-83.

Le schéma ci-dessous, que nous avons conçu dans le cadre de notre recherche, illustre le parcours complexe du son, depuis sa perception auditive jusqu'à sa production articulée.

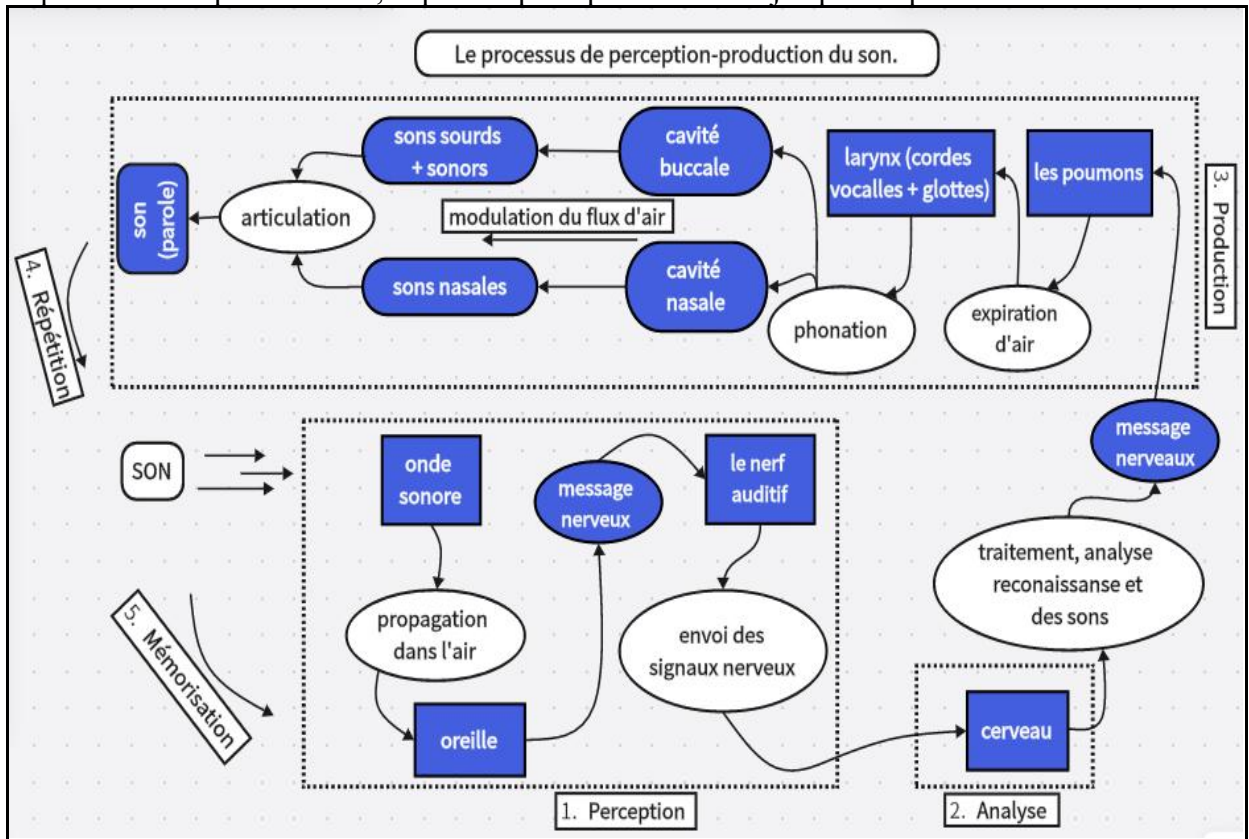


Figure 3 : Le processus de perception-production du son.

Commençant par **la perception** : L'onde sonore se propage dans l'air jusqu'à l'**oreille** qui est divisé en 3 parties : l'**oreille externe**, l'**oreille moyenne** et l'**oreille interne**. L'onde sonore passe et se transforme en un **message nerveux** par le **nerf auditif**. Ce dernier transmet des **signaux nerveux** au **cerveau**.

Puis vient la deuxième étape qui est **l'analyse** : Le **cerveau** traite les sons, les reconnaît, les comprend et même cherche les émotions liées à la voix. Après, cette **boîte noire** va transmettre des **signaux nerveux** aux organes du corps -précisément **les poumons**-pour se préparer à la production des sons.

Ensuite, la Production du son : Les **poumons** expulsent l'air, qui passe par le **larynx** où les **cordes vocales** vibrent pour créer des sons (voix) ou restent ouvertes pour les bruits (respiration, consonnes sourdes). Les **cavités buccale et nasale** modulent le flux d'air selon le choix du son soit nasal ou sourd ou sonore. Et le son est articulé !

Vient après **la mémorisation** et **la répétition** qui sont des phases très importantes pour l'acquisition des sons d'une langue.

Le perception-production s'organise selon une progression phonétique précise, se déployant en plusieurs phases distinctes.

4.1. La perception

L'apprentissage des sons commence par une phase principale qui est la perception. Cette phase est effectuée grâce au sens de l'ouïe. L'oreille transforme le son en informations sensorielles transmises au cerveau par l'intermédiaire du système auditif.

Dès le 5ème mois de grossesse, le fœtus « *perçoit aussi les bruits et les voix* »⁵⁸, surtout la voix maternelle et les fréquences graves, à travers les vibrations corporelles. Cette exposition précoce influence son développement phonétique ultérieur, car le nouveau-né reconnaît déjà les patterns prosodiques entendus in utero. En neuropédagogie, cela souligne l'importance des stimuli sonores dans la plasticité cérébrale, préparant le cerveau à la production des sons après la naissance. Ainsi, la perception prénatale pourrait jouer un rôle dans l'acquisition du langage, en créant des réseaux neuronaux sensibles aux caractéristiques acoustiques de la langue maternelle.⁵⁹ Donc la perception est un acte inné est inconsciemment fait.

Selon le modèle SLM (The Speech Learning Model) la langue maternelle influence sur la perception des sons de la langue cible en faisant référence à l'image du crible phonologique.⁶⁰ Ce qui exprime que les non-natifs ne perçoivent pas les sons de la Langue cible de la même façon que les natifs de cette langue.⁶¹ La perception de ces sons permettra la création de catégories phonétiques qui seront ensuite nécessaires pour la production.

Notre cerveau doit d'abord apprendre à distinguer les sons spécifiques du français, particulièrement les voyelles nasales qui n'existent pas en arabe. Des études en neurosciences montrent que cette discrimination auditive active principalement le cortex temporal supérieur.

Pour les apprenants algériens, la distinction entre /*ɛ̃*/ "pain" et /*œ̃*/ "un" représente souvent un défi majeur, au lieu de dire [*p a r f œ̃*] ils disent [*p a r f ɛ̃*] à cause de l'absence de nasalisation en arabe

Nous pouvons comprendre le chemin des sons perçus et comment ils transforment en partant de l'oreille jusqu'au cerveau comme suit :

⁵⁸<https://naitreetgrandir.com/fr/grossesse/trimestre3/grossesse-developpement-foetus-3e-trimestre/>, consulté le 29/04/2025.

⁵⁹ Lecanuet Jean-Pierre et al, op.cit.

⁶⁰ Troubetzkoy Nicolas Sergueevitch, op.cit, 1938.

⁶¹ Flege, James Emil, op.cit.

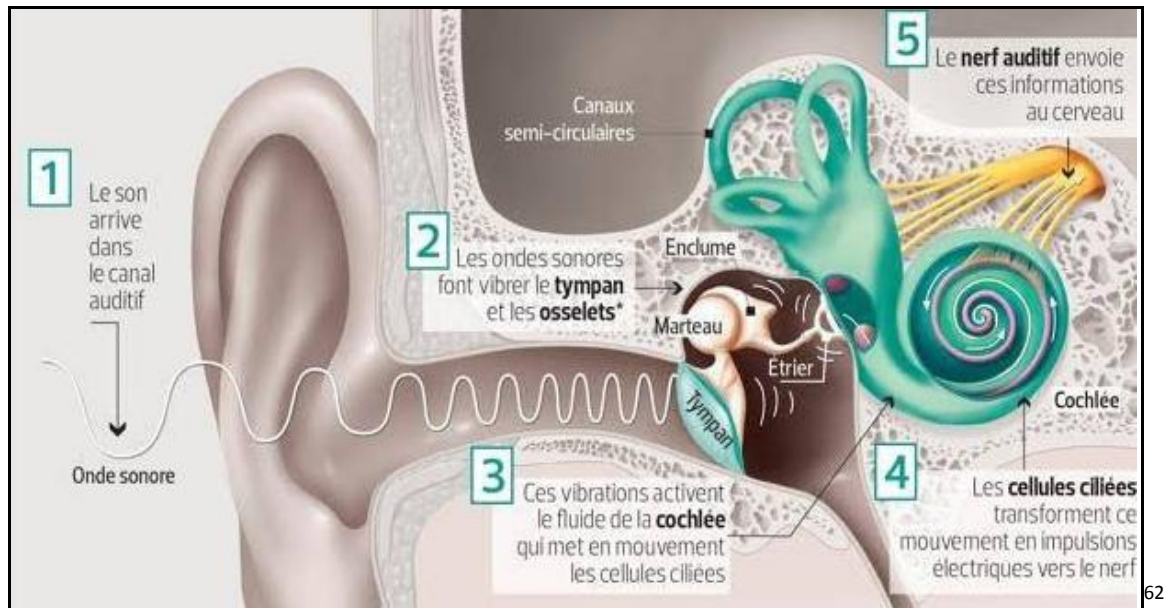


Figure 4 : le processus de perception

Selon la figure 8, l'onde sonore arrive dans le **canal auditif** ce qu'on appelle **l'oreille externe** qui va trouver le **tympan** et les **osselets** (**l'oreille moyenne**) et les font vibrer, puis ces vibrations transforment en mouvements et transmettent par **la cochlée** vers les **cellules ciliées**, qui les traduisent en **impulsions électriques** donc **un message nerveux** arrive au **cerveau** par le **nerf auditif** nerf.

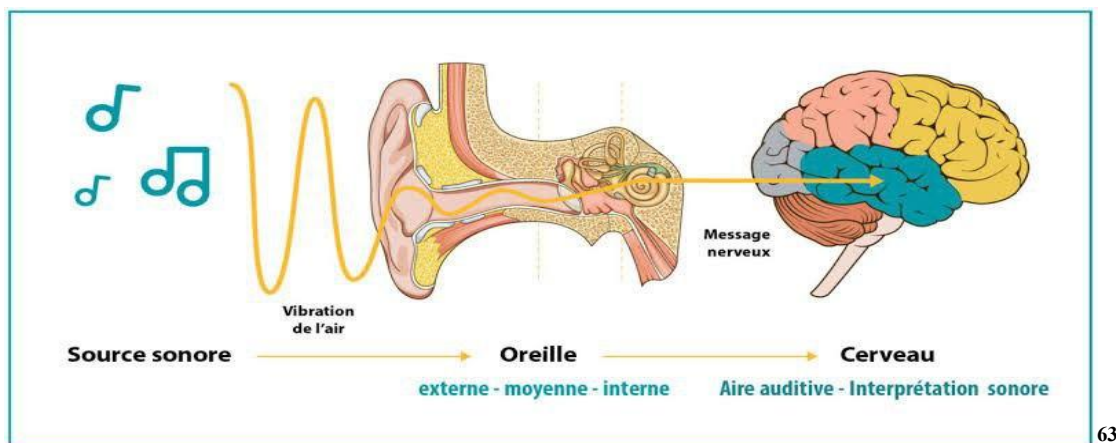


Figure 5: le système auditif.

Par ailleurs, selon la figure 9, le système auditif présente un système complexe qui relie l'oreille, le système nerveux et les aires spécifiques du cerveau. Le message nerveux auditif est conduit jusqu'à une région précise du cortex cérébral localisée dans le lobe temporal : l'aire auditive primaire. Cette zone corticale, interconnectée avec d'autres aires

⁶²<https://sante.lefigaro.fr/actualite/2016/02/02/24566-meilleurs-resultats-dans-traitement-precoce-surdite>, consulté le 01/05/2025.

⁶³<https://auditionsaintgermain.fr/audition/>, consulté le 01/05/2025.

spécialisées, assure le traitement des informations véhiculées par le signal nerveux. Ce processus complexe permet l'analyse et l'interprétation complète de l'environnement sonore, constituant ainsi le fondement de la perception auditive. Grâce à ce mécanisme, nous pouvons distinguer et reconnaître divers éléments sonores. Ce qui nous permet de donner du sens aux sons qui nous entourent⁶⁴.

4.2. L'imitation-production

Une fois les sons perçus, vient l'étape de la production et le schéma ci-dessous explique le chemin de l'air pendant la production du son :

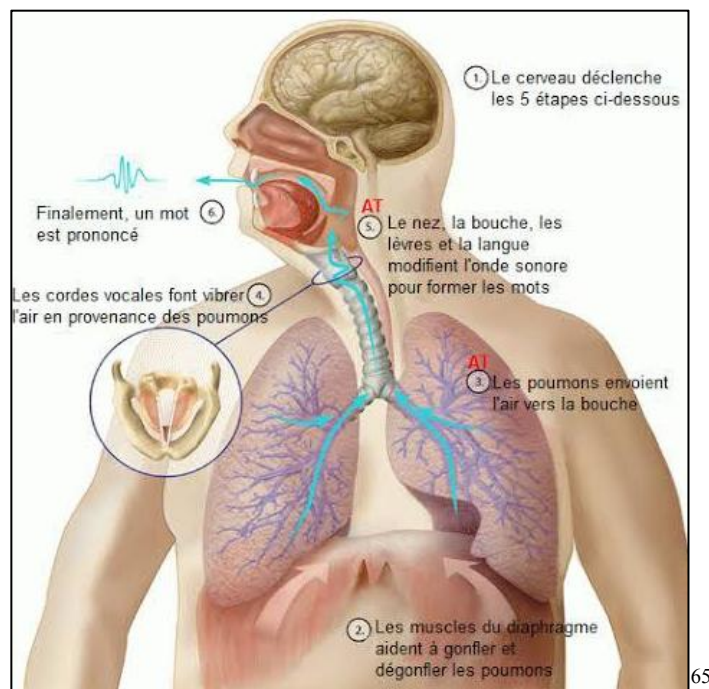


Figure 6: le processus de production

Ce processus de la production implique plusieurs zones cérébrales. **Le message nerveux** part du **cerveau** aux **muscles du diaphragme** qui aident à gonfler les **poumons**. Ces derniers expulsent l'air passant de la **trachée** puis le **larynx** où nous trouvons les **cordes vocales** qui vibrent par l'air arrivé puis les sons (nasales/ sourds/ sonores) sortis par les **cavités buccale** et **nasale** sous forme de mots, phrases et paroles.⁶⁶

⁶⁴Ibid.

⁶⁵<https://www.ateurope.org/component/content/article/20-la-parole?catid=18:atteintes-neurologiques&Itemid=157&format=html>, consulté le 01/05/2025.

⁶⁶Ibid, consulté le 01/05/2025.

4.3. La mémorisation

Si nous disons le cerveau, c'est-à-dire nous ne négligeons pas la mémoire. « *Il est intéressant de noter que les étapes que sont l'encodage, le stockage, le rappel et la reconnaissance sont intimement liées au processus d'apprentissage. Les désordres de l'une vont toujours de pair avec les désordres de l'autre.* »⁶⁷ La mémoire permet de réutiliser les connaissances et les compétences dans le futur. Donc, c'est la preuve que le processus d'intégration de l'information a atteint son but.⁶⁸ La mémorisation à long terme des sons requiert une consolidation neuronale qui se produit principalement pendant le sommeil.

4.4. La répétition et l'autocorrection

La phase ultime du processus est le développement de la capacité d'autocorrection qui est acquise par la répétition. Cela implique une conscience métacognitive de sa propre prononciation. Des recherches récentes montrent que la pratique espacée c'est à dire la répétition, est particulièrement efficace pour acquies la phonétique d'une façon remarquable mais - si nous parlons de l'intégration des outils numériques - il suffit de bien choisir l'application, le logiciel ou le site convenable.

5. La neuropédagogie et outils numériques pour l'enseignement / apprentissage du FLE

Les outils numériques ont pris une place remarquable dans le processus d'enseignement-apprentissage spécifiquement dans le FLE grâce à l'évolution continue, les découvertes et le désir d'être toujours au courant des nouveautés dans l'enseignement-apprentissage. Plusieurs recherches ont montré que dès la première intégration de ces outils dans ce processus en classe, mène les apprenants à être actives et motivés pour apprendre.

T. Karsenti confirme que « *Les outils technologiques semblent plus stimulants et concrets pour les élèves. Leur utilisation accroît leur intérêt [...]. Ces outils sont une source de motivation supplémentaire* »⁶⁹.

⁶⁷Trocme-Fabre, H. « J'apprends, donc je suis », Éditions d'Organisation, Paris, 1992, p.74.
In <https://journals.openedition.org/rdlc/2249?lang=en#tocto3n5>, consulté le 03/05/2025.

⁶⁸<https://www.enseignants.hachette-education.com/actualite/comprendre-la-memorisation-pour-ameliorer-lapprentissage/>, consulté le 02/05/2025.

⁶⁹ T. Karsenti, Le numérique dans nos écoles : usage, impacts et charge de travail. CRIFPE, Montréal, 2018, p 18.

Ce qui les guide à s'engager activement dans leur apprentissage, de trouver le plaisir et de s'intéresser au contenu.

L'usage du numérique transforme également profondément la posture de l'enseignant. Ce dernier ne se limite plus à un simple transmetteur de savoir, mais devient un médiateur et accompagnateur dans le parcours d'apprentissage. Les outils numériques lui permettent de diversifier ses méthodes pédagogiques, de proposer des contenus interactifs, adaptés au rythme et aux besoins des apprenants. Grâce à ces technologies, l'enseignant peut aussi mieux suivre les progrès, proposer des retours personnalisés et favoriser un apprentissage plus autonome. En intégrant ces outils de manière réfléchie, l'enseignant contribue ainsi à rendre l'apprentissage du FLE plus dynamique, individualisé et centré sur l'apprenant.

5.1. L'apports des neurosciences

Les recherches en neuropédagogie montrent que l'apprentissage des voyelles nasales repose sur deux mécanismes clés :

5.1.1. La mémoire phonologique

(Impliquant principalement l'aire temporale gauche) joue un rôle central dans le stockage et le rappel des "empreintes" sonores. Cette zone cérébrale permet de distinguer finement les traits acoustiques spécifiques aux voyelles nasales (comme la résonance nasale et la fréquence des formants). Chez les apprenants algériens, dont la langue maternelle (l'arabe) ne comporte pas de nasalisation vocalique, cette capacité doit être spécialement entraînée pour éviter les confusions fréquentes entre / $\tilde{\epsilon}$ / et / $\tilde{\alpha}$ /.

5.1.2. La plasticité cérébrale

Jean -Luc BERTHIER et ses collaborateurs confirment que : «*La plasticité cérébrale permet ainsi l'apprentissage sous toutes ses formes*». ⁷⁰

La plasticité cérébrale renforce les connexions entre les neurones, offrant ainsi aux apprenants la possibilité de consolider leurs connaissances.

Elle rend possible l'adaptation neuronale à ces nouveaux sons. Des études en imagerie cérébrale démontrent que l'exposition répétée aux voyelles nasales entraîne une réorganisation des réseaux neuronaux, avec un renforcement des connexions dans les aires auditives et motrices.

⁷⁰ BERTHIER Jean-Luc et al, op. Citée, p.41

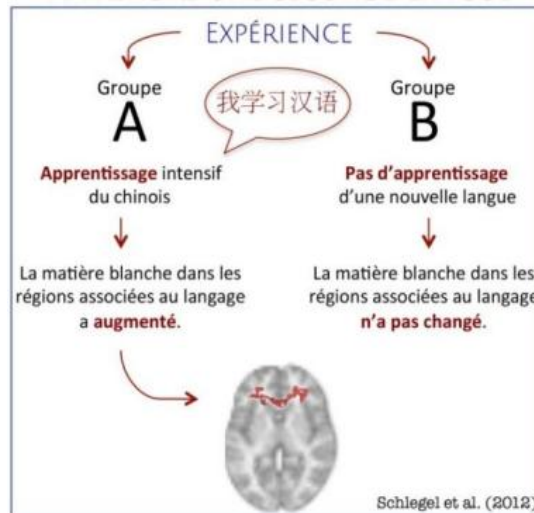


Figure 7: la plasticité cérébrale

Apprendre c'est créer des réseaux synaptiques, donc se souvenir réactive et renforce ces réseaux: « Plus les réseaux sont consolidés, moins les éléments d'apprentissages correspondant sont oubliés. »⁷¹

Le cerveau humain possède un nombre fixe de neurones. Mais une remarquable plasticité synaptique. Lorsqu'il reçoit un stimulus, ces neurones établissent de nouvelles connexions - les synapses - un processus dynamique qui se poursuit tout au long de la vie. Cette plasticité neuronale se manifeste par : La formation de nouvelles synapses, La réorganisation des connexions existantes et L'élimination des synapses inutilisées et donc le remodelage des réseaux neuronaux. Cette capacité naturelle du cerveau explique comment nous acquérons et consolidons de nouvelles apprentissages.

6. Les outils numériques pour la correction

Si les neurosciences éclairent les mécanismes d'apprentissage, les outils numériques offrent des moyens concrets pour les exploiter en classe. L'Algérie accorde beaucoup d'intérêt à l'intégration des technologies dans le système éducatif. D'ailleurs, «e-Education» est un dossier que le ministère de l'éducation nationale a entrepris. Pour exploiter efficacement les technologies éducatives, « Le ministère a introduit l'enseignement de l'informatique dans le cursus des élèves. Cet enseignement constitue, en Algérie, un objectif stratégique visant la maîtrise de l'outil informatique mais les compétences visées diffèrent d'un cycle à un autre. »⁷²

⁷¹Ibid. p 41.

⁷² Loi n° 08-04 du 15 MOHARRAM 1429 correspondant au 23 janvier 2008 portant loi d'orientation sur l'éducation nationale.

Beaucoup de logiciels, applications et même des sites d'internet offrent un feed-back visuel et immédiat particulièrement efficace pour l'apprentissage des voyelles nasales en FLE. Ces outils comme « **Praat** » ou l'application « **ElsaSpeak** » permettent (avec l'utilisation de l'IA) de:

◆ **Visualisation et analyse acoustique:**

Ces outils peuvent donner des représentations graphiques des formants (F1, F2), essentiels pour identifier les caractéristiques des voyelles nasales où les apprenants peuvent comparer leurs productions avec des modèles de référence natifs.

◆ **Correction précise des erreurs:**

La Détection de la nasalisation se fait par exemple n'est pas insuffisante ([$\tilde{\text{ɔ}}$] réalisé comme[o]). Puis ces outils Identifier les confusions fréquentes (/ε/ vs /œ/)

◆ **Approche interactive:**

Donner un score de prononciation en temps réel, proposer des exercices ciblés sur les difficultés individuelles et offrir une correction phonétique immédiate.

6.1. Les défis d'utiliser le numérique pour la phonétique en FLE en Algérie

L'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'enseignement en Algérie a commencé modestement, limitée à certains secteurs comme la finance, avant de s'étendre progressivement au domaine éducatif. Ce développement a permis aux enseignants d'enrichir leurs méthodes pédagogiques, bien que cette intégration rencontre de nombreux obstacles : manque de formation des enseignants, inégalités d'accès à Internet entre les zones urbaines et rurales, et insuffisance de matériel informatique (comme un ordinateur pour 40 élèves au primaire). Malgré le lancement officiel du projet en 2003 et les efforts du gouvernement pour équiper les établissements, la mise en œuvre reste inégale et souvent centrée sur une simple alphabétisation numérique, sans réelle maîtrise des outils.

Le rôle de l'enseignant demeure central, mais le manque de motivation, la distance des centres de formation et les difficultés logistiques freinent le processus. Des organisations internationales comme l'UNESCO et la Banque mondiale soutiennent ces initiatives, mais les résultats ne répondent pas encore aux attentes.⁷³

⁷³ Saad eddine Boutebal et Azzeddine Madani, « L'utilisation des TIC dans le développement de l'enseignement en Algérie : Enjeux et obstacles », *des chemins de connaissance pour les sciences sociales et humaines*, Volume 4, n° 10, Janvier 2020, p. 279-290.

Conclusion

Ce chapitre a exploré en profondeur les mécanismes de perception et de production des voyelles nasales en français, mettant en lumière les défis spécifiques qu'elles posent aux apprenants non francophones, notamment ceux dont la langue maternelle, comme l'arabe, ne comporte pas ces sons. Nous avons vu que la phonétique, avec ses trois branches - articulatoire, acoustique et auditive -, offre des outils essentiels pour comprendre et enseigner ces phénomènes complexes. Les voyelles nasales [ẽ], [õ], [ã], et [œ], exigent une coordination précise entre les organes vocaux et une sensibilisation accrue à la nasalisation, ce qui en fait un obstacle majeur pour les apprenants.

L'approche neuropédagogique a permis de souligner l'importance des mécanismes cérébraux dans l'apprentissage des sons, en particulier le rôle de la mémoire phonologique et de la plasticité cérébrale. Ces processus, renforcés par différents outils numériques qui offrent des possibilités innovantes pour la correction et l'amélioration de la prononciation. Cependant, l'intégration de ces technologies en Algérie se heurte à des défis matériels et pédagogiques, tels que la fracture numérique, le manque de formation des enseignants et surtout le manque de matériels.

En somme, ce chapitre a montré que l'apprentissage des voyelles nasales repose sur une combinaison de compétences perceptives, articulatoires et cognitives. Pour surmonter ces difficultés, une approche multidimensionnelle — alliant théorie phonétique, neurosciences et outils technologiques — s'avère indispensable. Cela ouvre la voie à des méthodes pédagogiques plus efficaces, adaptées aux besoins spécifiques des apprenants, et contribue à une maîtrise plus naturelle et précise de la prononciation française.

***Chapitre III : Mis en œuvre de
l'expérimentation, analyse et traitement des
résultats recueillis***

Introduction

Dans le contexte de notre recherche basée sur l'effet du numérique précisément l'application « LingQ », en intégrant des principes neuropédagogiques dans le processus enseignement-apprentissages des voyelles nasales françaises, présentons la méthodologie adoptée (méthode expérimentale) pour répondre à notre question de recherche: **Dans quelle mesure l'application «LingQ», intégrant des principes neuropédagogiques (mémoire procédurale et répétition espacée), permet-elle d'améliorer l'acquisition des voyelles nasales chez les étudiants de 2ème année licence de FLE à l'UMKh Biskra ?**

L'objectif central de Cette recherche est de savoir comment les découvertes en neuropédagogie et les outils numériques peuvent améliorer l'enseignement de la phonétique en FLE, en particulier pour des étudiants de niveau universitaire.

Nous devons préciser les sous-objectifs qui vont faciliter la recherche :

- Analyser comment les principes de la neuropédagogie peut faciliter l'apprentissage des sons nasales du français.
- Explorer les outils numériques utilisés pour la phonétique, en examinant leur pertinence pour un public de langue 2.

L'objectif final est de proposer des pistes pratiques pour intégrer ces approches dans les cours de phonétique, en tenant compte des besoins spécifiques des étudiants en licence de français.

Nous avons l'hypothèse suivante qui va être soit confirmer ou infirmer à la fin de la recherche : L'utilisation régulière de l'application « *LingQ* » via ses fonctionnalités fondées sur des principes de la neuropédagogie (exercices adaptatifs, feed-back audio immédiat, entraînement en contexte multimédia), pourrait optimiser la perception et la production des voyelles nasales chez les étudiants de deuxième année licence en FLE à l'Université de Biskra. À travers l'analyse des réponses collectées, nous tenterons de vérifier cette hypothèse et voir si la fusion du numérique et la neuropédagogie a un effet notable dans l'enseignement/apprentissage du FLE ou pas.

Nous présentons la méthodologie expérimentale de Notre recherche qui est structurée autour de l'observation d'un seul groupe participant à cette expérimentation plus l'analyse des enregistrements audio par des grilles d'évaluation ; une méthodologie d'analyse mixte (qualitative et quantitative). Cette approche nous permet de voir le niveau et la façon de prononciation des étudiants et leur degré de compréhension lors des séances du module de

la phonétique. Nous décrirons d'abord le protocole expérimental mis en place, puis les résultats obtenus, avant de les analyser à la lumière de notre cadre théorique.

1. Le protocole expérimentale

1.1. Le terrain de l'expérimentation

Ce travail scientifique s'inscrit dans le domaine de la didactique des langues étrangères et cultures, examinant l'empreinte de la neuropédagogie et les outils numériques dans le processus de perception-production des voyelles nasales chez les étudiants de 2^{ème} année licence en française.

Nous avons eu l'occasion de mener notre recherche dans la faculté des lettres et des langues étrangères, département de Langue et de Littérature Françaises de l'Université de Mohamed Khider, qui se situe à El Alia dans la ville de Biskra dans le sud-est de l'Algérie pendant l'année universitaire 2024/2025. En effet, notre expérimentation s'est déroulée en deux séances, la première séance pour le pré-test, et la seconde pour le test.

1.2. L'échantillon

Nous avons choisi comme échantillon d'étude les étudiants de la 2^{ème} année licence de FLE afin de réaliser notre expérimentation. Ce choix est justifié par les mêmes raisons depuis des années ; la difficulté d'apprendre une nouvelle langue étrangère chez les apprenants arabophones précisément sa prononciation et aussi ils sont encore nouveaux par rapport au contexte universitaire. Et nous avons choisi aussi comme module celui de phonétique articulatoire qui est selon nous le plus approprié.

La mise en œuvre de cette étude s'est heurtée à d'importantes contraintes pratiques, principalement liées à l'assiduité des étudiants. Initialement prévue avec un échantillon de 25 étudiants, l'expérimentation a dû être réduite à seulement 14 participantes en raison d'un absentéisme récurrent qui est remarqué dès le début du 2^{ème} semestre, et d'une désaffection croissante pour les études de français, phénomène observable dans la diminution progressive des inscriptions au département.

1.3. Le corpus

Dans cette étude, nous avons choisi de faire des enregistrements audio, des activités d'articulation en classe de français langue étrangère (FLE) et l'utilisation de l'application « LingQ » Lors des séances de la phonétique. Ces enregistrements ont été utilisés comme

source primaire de données pour analyser la prononciation des étudiants. Ils ont été analysés pour identifier la façon d'articuler et de voir les erreurs commises.

1.4. L'application « LingQ »

Nous avons choisi cette application car elle repose sur une approche immersive et personnalisée de l'apprentissage des langues, en accord avec les principes des neurosciences cognitives. « LingQ » favorise l'exposition authentique à la langue (via des textes, audio et vidéos variés), stimule l'attention et l'engagement actif grâce à un apprentissage basé sur les centres d'intérêt de l'utilisateur, et propose un suivi individualisé des progrès, permettant un retour d'information régulier. De plus, l'application intègre une pédagogie de l'erreur, en autorisant les essais et la répétition, et facilite la consolidation des acquis par un entraînement progressif de la mémoire à long terme. Enfin, cette application illustre concrètement l'intégration du numérique dans l'apprentissage autonome et contextualisé des langues, ce qui en fait un outil pertinent pour mon sujet.

2. Le déroulement de l'expérimentation :

2.1. Le pré-écoute :

- **Module** : phonétique
- **Séance 1** : observation + test de prononciation
- **Durée** : 40 minutes (9:40-10:20)
- **La date** : lundi 14 avril 2025

L'**objectif** est d'évaluer la prononciation initiale des voyelles nasales, sans aide préalable. Et avant l'utilisation de l'application «**LingQ**».

Nous avons observé comment les apprenants interagissent avec l'enseignante et comment elles essaient de prononcer correctement pendant 20 minutes. L'enseignante a souligné que ses apprenants interagissent avec le module. Lors de cette séance, nous avons proposé une série de phrases qui contient des voyelles nasales :

- **On attend un instant.**
[ã] [õ] [œ] [ɛ] [ĩ]
- **Un grand garçon vient.**
[œ] [ã] [õ] [ɛ]
- **Simplement bon.**
[ɛ] [ã] [õ]

- **On vend un lapin.**
[ɔ̃] [ɑ̃] [œ̃] [ɛ̃]
- **Ton parfum sent bon.**
[ɔ̃] [œ̃] [ɑ̃] [ɔ̃]
- **Ils s'en vont ce matin.**
[ɑ̃] [ɔ̃] [ɛ̃]
- **Jean éteint la lampe.**
[ɑ̃] [ɛ̃] [ɑ̃]
- **Un Coréen attend.**
[œ̃] [ɛ̃] [ɑ̃]
- **Un bon vin blanc.**
[œ̃] [ɔ̃] [ɛ̃] [ɑ̃]

Après 5 minutes de lecture silencieuse des phrases données nous avons enregistré les 14 étudiantes quand elles lisent les phrases et cela nous a pris 15 minutes (test de prononciation).

Par la suite, nous avons fait la grille suivante pour évaluer les enregistrements des étudiantes et voir leurs niveaux primaires en prononciation des voyelles nasales.

Tableau 4: grille d'évaluation (pré-écoute)

Étudiants	Prononciation correcte				Nasalité				Remarques		Note /8
	[ɑ̃]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	[ɑ̃]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	Confusion	Dénasalisation	
1											
2											
⋮											
14											

2.2. L'écoute :

- **Module** : phonétique
- **Séance 2** : utilisation de l'application « **LingQ** » (visionnage de la vidéo explicative) + répétition et explication (comment prononcer).
- **Durée** : 1 heure (9:40-10:40)
- **La date** : lundi 21 avril 2025

L'objectif est de permettre aux étudiants d'améliorer leur perception et production des voyelles nasales. Nous avons utilisé l'application « **LingQ** » et pratiquer les mots et les

Chapitre III : Mis en œuvre de l'expérimentation, analyse et traitement des résultats recueillis

phrases qui contiennent des sons nasaux et de répéter ces sons par la suite. Cette application permet de voir des vidéos sur les voyelles nasales, et explique bien comment prononcer ; en précisant la forme des lèvres et la place du voile du palais.

Après le visionnage de la vidéo et les explications, nous avons distribué la grille d'auto-évaluation suivante afin de voir l'état émotionnelle des étudiantes et leur effet dans cet apprentissage:

Tableau 5: grille d'auto-évaluation émotionnelle

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.					
Je me sens motivé(e) à bien faire.					
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.					
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.					
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					

2.3. Le post-écoute :

- **Module :** phonétique
- **Séance 3 :** test de prononciation (le même test de pré-test)
- **Durée :** 15minutes (**11:25-11:40**)
- **La date :** (même jour) lundi 21 avril 2025

L'objectif de cette phase est de mesurer l'évolution de la prononciation après avoir exposé les apprenants à la vidéo et à la pratique des voyelles nasales.

Nous avons refait la même activité de prononciation des phrases qu'au pré-test pour voir l'évolution. Nous avons rempli une autre grille semble de la première phase (pré-test), mais contient une autre colonne « évolution » pour comparer les notes et les remarques avec celles du pré-test.

Tableau 6: grille d'évaluation (post-écoute)

Étudiants	Prononciation correcte				Nasalité				Remarques		Note /8	Évolution (pré/post)
	[ã]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	[ã]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	Confusion	Dénasalisation		
1												
2												
⋮												
14												

3. L'analyses et les commentaires des données collectées :

3.1. La méthodologie :

Nous présentons la méthodologie expérimentale de ce travail employée pour analyser les données collectées. Notre méthodologie d'analyse repose sur une analyse qualitative, permettant de mesurer les écarts entre pré-écoute et post-écoute et d'interpréter les commentaires issus de la grille d'auto-évaluation émotionnelle. Les données collectées sont des enregistrements audio enregistrées dans des conditions standardisées par un Smartphone, traités par des grilles d'évaluation. Chaque participant a lu un corpus de [10] phrases cibles.

Les enregistrements ont été écoutés à plusieurs reprises pour remplir des grilles d'évaluation préétablies, centrées sur les voyelles nasales. Les grilles sont basées sur l'attribution des notes pour chaque voyelle bien prononcé et bien nasalisé, et des remarques données sur les confusions et la dénasalisation. Les résultats ont ensuite été comparés via un tableau comparatif.

3.2. L'analyse des grilles et commentaires

Cette section présente les résultats des évaluations de la prononciation des voyelles nasales chez les étudiants, avant et après une séance d'écoute. Les grilles pré-écoute et post-écoute permettent de mesurer les progrès réalisés, en évaluant la prononciation correcte et la nasalité pour chaque voyelle ([ã], [ẽ], [œ], [õ]). Les remarques notent les confusions fréquentes et les éventuelles dénasalisations.

3.2.1. La grille d'auto-évaluation (écoute)

Nous avons combiné les réponses des étudiants, cette grille permet aux étudiants d'évaluer leur état émotionnel et leur perception de leurs compétences avant le test de prononciation. Elle mesure des aspects tels que le stress, la motivation, la confiance en soi, et la compréhension des voyelles nasales. Les résultats aideront à identifier d'éventuels blocages psychologiques pouvant influencer la performance.

Clé du tableau : Pas du tout (pt)/ un peu (p)/ moyennement (m)/ beaucoup (b)/ énormément (é).

Tableau 7: les réponses de l'auto-évaluation

Enoncé Etudiant	Je me sens stressé avant de faire le test.					Je me sens motivé à bien faire.					Je me sens confiant dans ma capacité à bien prononcer les sons.					Je connais comment prononcer les voyelles nasales.					J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.				
	p t	p	m	B	É	p t	P	m	b	é	p t	p	m	b	é	p t	p	m	b	é	p t	p	m	b	é
1				x				x					x				x								x
2				x					x				x				x								x
3			x						x			x					x							x	
4					x					x		x				x									x
5					x			x					x				x							x	
6			x						x			x					x						x		
7	x									x					x				x						x
8			x						x						x				x						x
9				x					x			x					x							x	
10				x				x					x					x							x
11			x							x	x						x							x	
12					x				x			x				x								x	
13					x				x				x				x								x
14					x	x					x								x						x

3.2.2. L'interprétation des résultats

Les réponses à cette grille révèlent souvent des liens entre l'état émotionnel et la performance.

- **Stress élevé** : **64.3%** des étudiants (**9/14**) déclarent un stress "beaucoup" ou "énormément". Cela pourrait influencer négativement leur performance, comme le suggèrent des études sur l'anxiété langagière.
- **Motivation vs Confiance** : Alors que **71.4%** (**10/14**) sont "beaucoup" ou "énormément" motivés, seulement **14.3%** (**2/14**) ont une confiance élevée en leur prononciation. Ce décalage indique que la motivation ne suffit pas à elle seule à garantir la confiance en soi.
- **Impact de la vidéo** : **92.9%** (**13/14**) estiment avoir "beaucoup" ou "énormément" compris les voyelles nasales grâce à la vidéo. Cela valide l'efficacité des supports visuels pour l'apprentissage phonétique.
- **Connaissance théorique limitée** : Seuls **21.4%** (**3/14**) maîtrisent "beaucoup" la prononciation des voyelles nasales. Cela corrobore les difficultés techniques observées dans les grilles de prononciation.

Un graphique explique l'état émotionnel des étudiants représenté par des pourcentages.

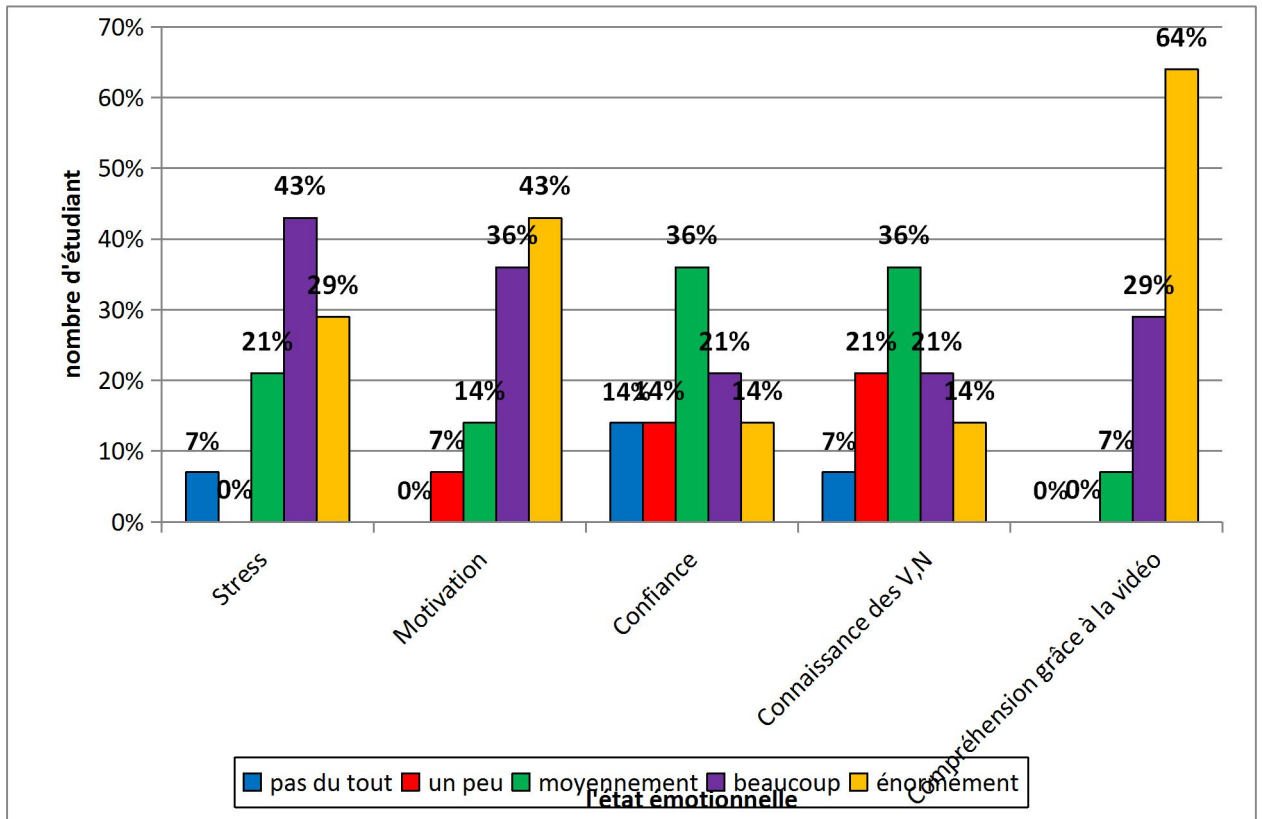


Figure 8: graphique explique l'état émotionnelle des étudiants

Cette analyse montre comment les facteurs émotionnels interagissent avec l'apprentissage, en s'appuyant sur des théories pédagogiques et des données quantifiables. Ces données seront croisées avec les scores du pré-test pour une analyse plus approfondie.

3.3. La première grille d'évaluation (pré-test)

Le tableau ci-dessous résulte de l'évaluation initiale des étudiants avant toute intervention pédagogique. Il met en évidence les difficultés initiales et sert de référence pour mesurer les progrès.

Tableau 8: suivi de prononciation des voyelles nasales (pré-écoute)

Étudiants	Prononciation correcte				Nasalité				Remarques		Note /8
	[ã]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	[ã]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	Confusion	Dénasalisation	
1	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	[O]→[ɔ̃] [ɛ̃]→[œ̃]	Oui	5/8
2	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	[O]→[ɔ̃] [ɛ̃]→[ɔ̃] [ɛ̃]→[œ̃]	Oui	3/8
3	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	[ɛ̃]→[œ̃]	Oui	2/8
4	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	[œ̃]→[ɛ̃]	Non	6/8
5	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	[ã]→[ɔ̃]	Oui	2/8
6	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	O→[ɔ̃]	Non	5/8
7	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	[ɛ̃]→[œ̃]	Oui	4/8
8	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	Toutes	Oui	0/8
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Aucune	Non	8/8
10	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	[œ̃]→[ɛ̃]	Oui	4/8
11	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	[ã]→[œ̃]	Oui	3/8
12	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	[œ̃]→[ɛ̃]	Non	2/8
13	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	[œ̃]→[ɛ̃]	Oui	4/8
14	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	[ã]→[ɔ̃]	Non	3/8

Un secteur explique les pourcentages de notes des étudiants (pré-écoute)

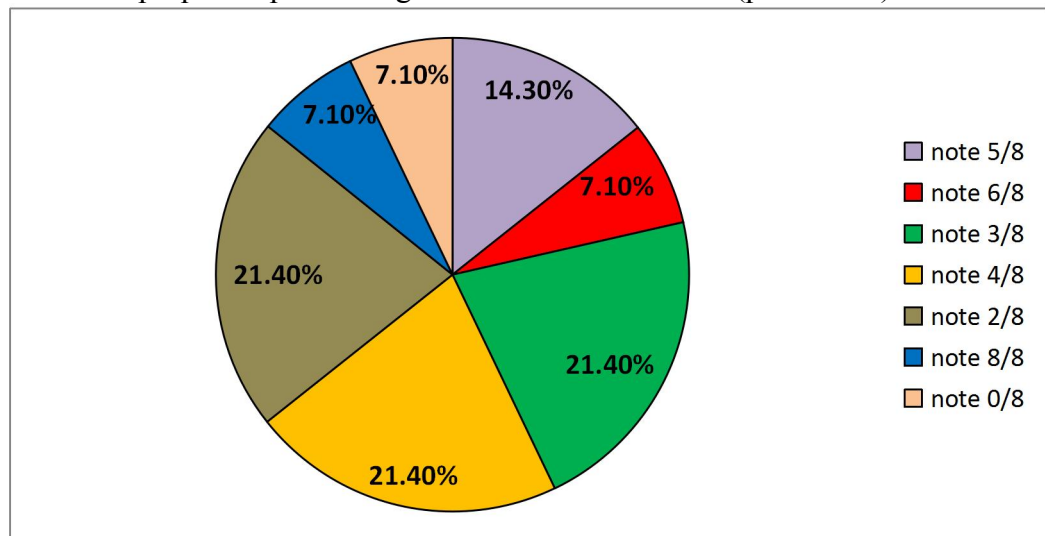


Figure 9: pourcentage de notes d'étudiants (pré-écoute)

Les données du pré-test révèlent que les étudiants éprouvent des difficultés marquées, sur les voyelles [ɔ̃] (confondue avec "O" chez 8 étudiants) et [œ̃] (souvent remplacée par [ɛ̃]). La dénasalisation (ajout audible de "m/n") affecte 64.3% des étudiants, notamment pour [ɔ̃] et [œ̃]. Les notes sont polarisées : 1 étudiants excellents (8/8), mais 4 en grande difficulté (2/8 ≤). Ces résultats soulignent la nécessité d'un travail ciblé sur la nasalité et les paires minimales.

3.4. La deuxième grille d'évaluation (post- écoute)

Le tableau suivant montre les résultats après la séance d'écoute. La colonne 'Évolution' compare directement les scores avec ceux du pré-test, mettant en lumière les améliorations ou les stagnations.

Tableau 9: tableau de suivi de prononciation des voyelles nasales (Post-écoute).

Étudiants	Prononciation correcte				Nasalité				Remarques		Note /8	Évolution (pré/post)
	[ã]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	[ã]	[ɛ̃]	[œ̃]	[ɔ̃]	Confusion	Dénasalisation		
1	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	[ɛ̃]→[œ̃]	Non	6/8	+1
2	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	[œ̃]→[ɛ̃]	Oui	4/8	+1
3	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	[ɛ̃]→[œ̃]	Non	4/8	+2
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Aucune	Non	8/8	+2
5	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	[ã]→[ɔ̃]	Oui	3/8	+1
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Aucune	Non	8/8	+3
7	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	[ɛ̃]→[œ̃]	Non	6/8	+2
8	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	[ɛ̃]→[œ̃]	Oui	2/8	+2
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Aucune	Non	8/8	0
10	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	[œ̃]→[ɛ̃]	Non	6/8	+2
11	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	[ã]→[œ̃]	Non	5/8	+2
12	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	[ɛ̃]→[ɔ̃]	Non	4/8	+2
13	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	[œ̃]→[ɛ̃]	Non	6/8	+2
14	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	[ã]→[ɔ̃]	Non	4/8	+1

Un secteur explique les pourcentages de notes des étudiants (Post-écoute)

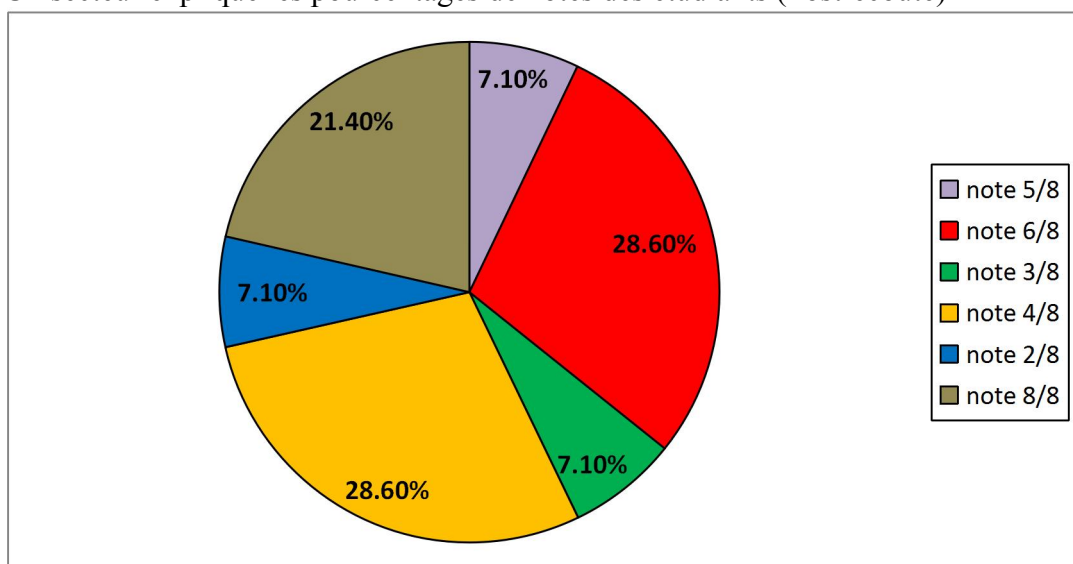


Figure 10: pourcentages de notes des étudiants (Post-écoute)

Le Post-écoute montre une légère amélioration pour certains étudiants, notamment sur la nasalité, et une dénasalisation réduite : Seuls 3 étudiants ajoutent encore "m/n".

Cependant, les confusions entre [œ̃] et [ɛ̃] persistent (7 étudiants), suggérant la nécessité d'un entraînement plus ciblé sur ces voyelles. Évolution positive : 13 étudiants progressent (de +1 à +3 points).

3.5. La comparaison des grilles d'évaluation

La comparaison des deux grilles révèle que l'écoute active a permis des progrès modestes, mais des exercices supplémentaires sur les paires minimales ([ɛ̃]/ [œ̃]) et des activités de discrimination auditive pourraient renforcer ces acquis. Une attention particulière devrait être portée à la nasalité de [ɔ̃], souvent négligée

Un graphique explique l'évolution de notes des étudiants (pré-écoute et Post-écoute).

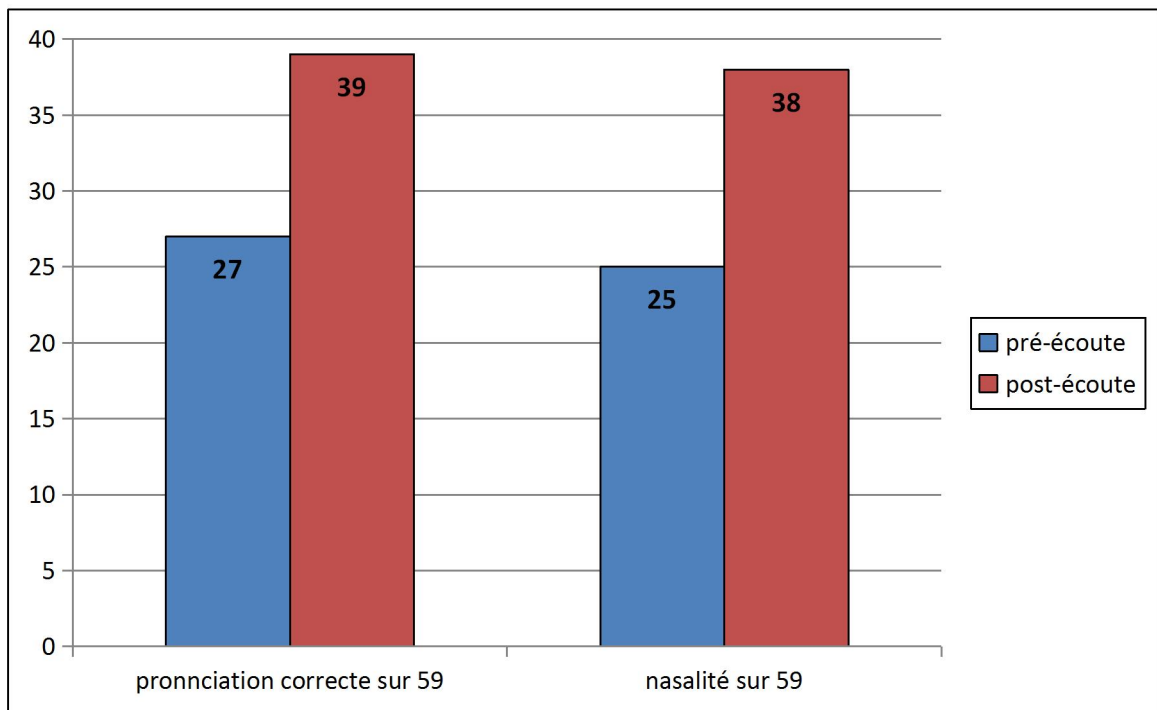


Figure 11: graphique comparative de l'évolution de notes des étudiants.

Nous observons dans Ces données collectées que dans la phase pré-écoute la somme de notes des étudiants concernant la prononciation correcte est 27 points. En revanche dans la phase de Post-écoute la totalité à augmenter jusqu'à 39 points ; une augmentation de 12 points. Même chose pour la nasalité, le total en pré-écoute est 25 points, mais dans le Post-écoute, c'est 38 points ; une augmentation de 13 points.

Cette évolution des notes justifie par (l'explication, la pratique répétée des sons nasales et l'usage de « LingQ »), et de là nous avons un résultat positif.

3.6. L'interprétation générale des résultats:

L'interprétation globale des résultats permet de constater que l'apprentissage des voyelles nasales en français présente des défis spécifiques qui nécessitent une approche pédagogique adaptée. Les données recueillies montrent que si les étudiants progressent généralement dans leur maîtrise de la prononciation après une intervention ciblée, certaines difficultés persistent de manière significative, particulièrement pour la distinction entre les sons [ẽ] et [œ], qui semblent résister aux méthodes d'enseignement traditionnelles. L'analyse révèle également que les facteurs psychologiques jouent un rôle non négligeable dans l'acquisition phonétique, avec un impact notable du stress sur les performances, même chez les apprenants motivés.

Les supports audiovisuels apparaissent comme particulièrement efficaces pour faciliter la perception et la production des voyelles nasales, suggérant que l'intégration de technologies éducatives pourrait renforcer l'efficacité de l'enseignement. Ces observations mettent en lumière la complexité de l'apprentissage phonétique, qui ne se limite pas à une simple reproduction mécanique des sons, mais implique également des dimensions perceptives, cognitives et affectives. La variabilité des résultats entre individus souligne par ailleurs l'importance d'une approche personnalisée, capable de s'adapter aux besoins spécifiques de chaque apprenant. Ces constats ouvrent des perspectives intéressantes pour repenser les stratégies d'enseignement de la prononciation du français, en intégrant davantage les apports des neurosciences cognitives et des technologies éducatives pour optimiser le processus d'apprentissage.

Conclusion

Dans le cadre de notre étude sur l'enseignement de la phonétique, nous avons mené notre expérimentation en trois séances, afin d'observer l'impact des outils numériques, en particulier l'application « LingQ », sur la prononciation des voyelles nasales chez les apprenantes. Une première séance de pré-écoute a permis d'observer et de tester les apprenants sans aide. Lors de la deuxième séance, les étudiantes ont visionné une vidéo explicative et pratiqué les sons nasales à l'aide de l'application. Une grille d'auto-évaluation émotionnelle a été remplie pour mesurer leur ressenti. Enfin, une séance Post-écoute a permis de comparer les progrès réalisés en prononciation à l'aide d'une seconde grille d'évaluation.

Nous avons adopté une méthodologie expérimentale utilisant une approche qualitative pour analyser les effets de l'apprentissage sur la prononciation des voyelles nasales. Les données ont été collectées à travers des enregistrements audio réalisés via un Smartphone, où chaque participante a lu dix phrases cibles. Ces enregistrements ont été évalués à l'aide de grilles centrées sur la justesse et la nasalité des voyelles. Les observations ont permis d'identifier les confusions et dénasalisations, puis de comparer les résultats entre le pré-écoute et le Post-écoute.

Les résultats analysés dans ce chapitre montrent une nette amélioration de la prononciation des voyelles nasales après l'intervention pédagogique, avec une progression moyenne de 1,5 point sur 8. Les voyelles [ɔ̃] et [ɑ̃] ont été particulièrement bien maîtrisées, tandis que les confusions entre [ẽ] et [œ] persistent chez de nombreux étudiants, ce qui révèle la nécessité d'un travail plus approfondi sur ces sons proches. L'auto-évaluation a mis en évidence l'impact significatif du stress sur la performance, malgré une motivation générale élevée.

Les supports vidéo se sont avérés très efficaces, comme en témoignent les retours positifs des étudiants. Ces constats soulignent l'importance d'une approche pédagogique combinant renforcement technique des sons difficiles, gestion du stress et utilisation de supports multimédias adaptés. Ils ouvrent également des perspectives intéressantes pour de futures recherches sur l'optimisation des méthodes d'enseignement de la phonétique française, en particulier concernant l'interaction entre facteurs émotionnels et apprentissage linguistique. Ces éléments seront essentiels pour élaborer des stratégies d'enseignement encore plus efficaces et personnalisées.

Conclusion générale

L'enseignement de la phonétique en FLE, et plus particulièrement celui des voyelles nasales, représente un défi majeur pour les apprenants non-francophones, notamment ceux dont la langue maternelle, comme l'arabe, ne comporte pas ces sons. Ce travail de recherche qui est menée au sein de l'université de Mohamed Khider à BISKRA a exploré l'impact de la neuropédagogie et des outils numériques, notamment l'application LingQ, sur l'apprentissage des voyelles nasales en français langue étrangère (FLE) chez les étudiants algériens de 2ème année licence. La problématique centrale visait à déterminer : ***Dans quelle mesure l'application « LingQ », intégrant des principes neuropédagogiques (mémoire procédurale et répétition espacée), permet-elle d'améliorer l'acquisition des voyelles nasales chez les étudiants de 2ème année licence de FLE à l'université Mohamed Khider Biskra ?***

Nos objectifs étaient d'analyser les mécanismes neuropédagogiques concernant le processus de perception-production des voyelles nasales, d'explorer les outils numériques pertinents, et de proposer des pistes pratiques pour intégrer ces approches en classe. Ainsi notre défi est de mettre en exergue les obstacles rencontrés qui entravent cet apprentissage en FLE chez les étudiants algériens, en explorant leurs difficultés perceptives et articulatoires. Ces objectifs se traduisent par L'hypothèse formulée qui ***supposait que l'utilisation régulière de l'application« LingQ » optimiserait la perception et la production des voyelles nasales grâce à ses fonctionnalités adaptatives et son feed-back immédiat.***

Nous avons adopté une **démarche expérimentale**, combinant une analyse théorique et une étude de terrain. L'étude théorique où **Le premier chapitre** a montré que la neuropédagogie, en s'appuyant sur les mécanismes cérébraux, offre des pistes pour optimiser l'apprentissage des sons complexes. Parallèlement, les outils numériques comme (*LingQ*) permettent un feed-back immédiat et une personnalisation des parcours, renforçant ainsi l'efficacité des méthodes traditionnelles. **Le deuxième chapitre** a mis en lumière les spécificités articulatoires et perceptives des voyelles nasales françaises (/ã/, /õ/, /ẽ/, /œ/), ainsi que les obstacles rencontrés par les apprenants algériens en raison de l'absence de ces sons en arabe.

L' étude de terrain où nous avons utilisé l'application « **LingQ** » qui a démontré une amélioration notable dans la discrimination et la production des voyelles nasales chez les participants. Les fonctionnalités telles que les exercices adaptatifs et les corrections audio

ont favorisé une acquisition plus intuitive et durable. Cependant, nous ne pouvons pas négliger les limites qui persistent notamment liées aux contraintes matérielles (accès inégal aux technologies, connexion internet instable) et au besoin d'une formation plus poussée des enseignants pour intégrer ces outils en classe.

La méthodologie a reposé sur des tests de prononciation (pré-écoute et post-écoute) auprès d'un échantillon de 14 étudiants, complétés par des observations en classe et l'utilisation de l'application LingQ. Les données collectées ont été analysées par des grilles d'évaluation à travers une approche mixte, qualitative et quantitative, permettant de mesurer les progrès des apprenants et d'évaluer l'efficacité des outils numériques. Ce choix de la méthodologie expérimentale, nous a permis de voir comment les étudiants perçoivent, comprennent et produisent les sons de la langue française lors des séances du module de la phonétique.

Cette étude révèle une amélioration significative de la prononciation des voyelles nasales après l'intervention pédagogique, avec une progression moyenne de 1,5 point sur 8. Les voyelles [ɔ̃] et [ɑ̃] ont été mieux maîtrisées, tandis que les confusions entre [ɛ̃] et [œ̃] persistent chez de nombreux étudiants, soulignant la nécessité d'un travail plus approfondi sur ces sons. Les supports vidéo se sont avérés très efficaces, comme en témoignent les retours positifs des étudiants (92,9 %) ont déclaré avoir "beaucoup" ou "énormément" appris mieux la manière d'articulation des voyelles nasales grâce à la vidéo. Cependant, le stress a eu un impact notable sur la performance, avec 64,3 % des étudiants déclarant un niveau de stress élevé ("beaucoup" ou "énormément"), malgré une motivation générale élevée (71,4 %).

Ces résultats mettent en évidence l'importance d'une approche pédagogique multidimensionnelle combinant un renforcement technique des sons difficiles, une gestion du stress et l'utilisation de supports multimédias adaptés. La persistance des confusions entre [ɛ̃] et [œ̃] suggère la nécessité d'exercices spécifiques de discrimination auditive et de paires minimales pour ces voyelles.

Par ailleurs, l'impact positif des supports vidéo ouvre des perspectives pour l'intégration accrue des technologies éducatives dans l'enseignement phonétique. Enfin, la variabilité des résultats entre les étudiants souligne l'importance d'une approche personnalisée, adaptée aux besoins individuels, notamment en termes de gestion des émotions et de

confiance en soi. Ces constats offrent des pistes prometteuses pour optimiser les méthodes d'enseignement de la prononciation en français, en intégrant davantage les apports des neurosciences cognitives et des outils innovants.

Nos résultats montrent que l'absence de ces sons en arabe complique leur apprentissage, mais la conjonction de la neuropédagogie avec les technologies numériques peuvent améliorer leur prononciation. Le test et le post-écoute révèlent une réduction des erreurs de prononciation et une meilleure confiance des apprenants à l'oral.

Nous pouvons dire que notre hypothèse est confirmée globalement. Bien que des contraintes méthodologiques et des facteurs contextuels aient pu atténuer certains effets, les données recueillies démontrent une progression significative (+1,5 point en moyenne) et valident l'efficacité des outils déployés. La persistance des confusions entre [ẽ] et [œ], ainsi que l'impact résiduel du stress, n'invalident pas l'hypothèse, mais soulignent la complexité de l'apprentissage phonétique et la nécessité d'approfondir ces aspects dans des recherches ultérieures.

Cependant, cette recherche se heurte à des défis contextuels. La taille réduite de l'échantillon et la durée limitée de l'expérimentation, due à un absentéisme élevé y compris lors de leurs séances régulières. De plus -en ce qui concerne les étudiants - des contraintes matérielles, comme l'accès inégal aux technologies et la connexion internet instable, ont influencé la mise en œuvre de l'étude. Ces limites soulignent la nécessité d'étendre l'expérimentation à d'autres universités algériennes et poursuivre les recherches avec des échantillons plus larges et dans des contextes mieux équipés en outils numériques adaptés, et explorer l'intelligence artificielle afin d'affiner les corrections phonétiques en temps réel.

Notre mémoire n'est que le point de départ pour des études futures qui auront pour objectif l'intégration de la neuropédagogie avec la technologie numérique dans l'enseignement-apprentissage du FLE pour innover et rendre les cours de phonétique de FLE attrayant et motivant tout en tenant compte des spécificités des contextes éducatifs variés.

Références bibliographiques

Ouvrages

- Abry Dominique et Marie-Laure Chalaron, « *Les 500 Exercices de Phonétique A1 A2* », Hachette, Paris, 2010.
- BERNARD Jean-Louis, REYES Pierre, « *Apprendre en médecine* » (1re partie), Pédagogie Médicale 2001, p. 163-169.
- Dehaene.S, « *Les grands principes de l'apprentissage* ». Collège de France, 2012.
- GARDES-TAMINE. J, « Phonologie, morphologie, lexicologie. Méthode et exercices corrigés », Armand Colin, Paris, 2008.
- Léon Pierre, « *Phonétisme et prononciations du français : avec des travaux pratiques d'application et leurs corrigés* ».1ère éd, Nathan Université, Paris, 1996.
- Sami Cherif et G. Gekiere, « *Enseigner autrement avec le numérique* », Dunod, Paris, 2017, P 59.
- TARDIF Jacques, « *Pour un enseignement stratégique, L'apport de la psychologie cognitive Logiques* », 1992.
- T. Karsenti, « *Le numérique dans nos écoles : usage, impacts et charge de travail* ». CRIFPE, Montréal, 2018, p 18.
- Tiberghien Guy, *Dictionnaire des sciences cognitives*, Armand Colin, Paris, 2002.
- TOSCANI, Pascale, *Les neurosciences au cœur de la classe*, quatrième édition, Lyon, Chronique sociale. 2017.
- Trocme-Fabre, H. « *J'apprends, donc je suis* », Éditions d'Organisation, Paris, 1992, p.74. In <https://journals.openedition.org/rdlc/2249?lang=en#tocto3n5>, consulté le 03/05/2025.
- Troubetzkoy Nicolas Sergueevitch, « *Principes de phonologie* », Klincksieck, Paris, 1938.

Articles de revues

- Bohn, Ocke-Schwen ET James Emil Flege, « The Revised Speech Learning Model (SLM-r) », in *Second Language Speech Learning: Theoretical and Empirical Progress*, édité par R. Wayland. Cambridge: Cambridge University Press, 2021, P. 3-83.
- BORST. G, MASSON. S, Méthodes de recherche en neuro-éducation, *Presses de l'université du Québec*, Québec, 2018.
- Fabre. M, « La pédagogie saisie par la neuro-éducation : espoir ou imposture ? » *Annuel de la Recherche en Philosophie de l'Éducation*, 2021, 1, 168-183. P171.
- Flege, James Emil, « Second Language Speech Learning Problems : Theory, Findings and Problems ». 1995, P. 237 in *Speech perception and linguistic experience : Theoretical and methodological issues in cross-language speech research*, édité par W. Strange. Timonium, MD: York Press.
- Golestani N et al, "Brain structure predicts the learning of foreign speech sounds". *Cerebral Cortex*, 2007, 17 (3), 575– 82. doi:10.1093/cercor/bhk001.
- Guichon.N, & Soubrié.T, Manuel de FLE et numérique : « le mariage annoncé n'a pas (encore ?) eu lieu », 2013. Cité in : BOUREBRAB, Mohamed Chemseddine, L'utilisation des moyens TIC dans l'enseignement de FLE en Algérie, Numéro Varia, *Contextes Didactiques, Linguistiques et Culturels* [En ligne], 2023, 1(1) ,68-101.

- Lecanuet, Jean-Pierre et al, « Fetal sensory competencies » *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*, Volume 68, 1 – 23.
- Mangenot. F, « l'intégration des TIC dans une perspective systématique », les langues modernes, n°3, 2000, p38-44.
- Moatti. A, « le Numérique, adjectif substantivé », in *le Débat*, n°170 Gallimard, France, mai -juin 2012.
- Poyet. F, (2009), Impact des TIC dans l'enseignement : une alternative pour l'individualisation ? Dossier d'actualité n° 41 – janvier 2009. Service de Veille scientifique et technologique.
- Saad eddine Boutebal et Azzeddine Madani, « L'utilisation des TIC dans le développement de l'enseignement en Algérie : Enjeux et obstacles », *des chemins de connaissance pour les sciences sociales et humaines*, Volume 4, n° 10, Janvier 2020, p. 279-290.
- Vaissière Jacqueline, la phonétique « que sais-je ? », *presses universitaires de France*, Paris, 2006.
- ZERARI. S, BENSALAH.S, « Le modèle E-Learning en contexte universitaire Cas de l'enseignement/apprentissage de la phonétique en FLE » in *afak Des Sciences*, N°: 02 Volume: 08, Institution : Université Ziane Achour de Djelfa, Algérie, 2023, P 124-133.

Dictionnaires

- CUQ, Jean Pierre, *Dictionnaire de didactique du français, langue étrangère et seconde*, ASDIFL, CLE international, Paris, 2003, p.174.
- *Dictionnaire Le Nouveau Petit Robert*, 1995, p.1077.
- DUBOIS, J et al, *Dictionnaire de linguistique*, Librairie Larousse, Paris, 1973.
- *Larousse.fr(en ligne)*, « numérique », consulté le 10 avril 2025,

Mémoires et thèses

- Hafayed Yousra, *L'APPORT DES ACTIVITES NUMERIQUES INTERACTIVES DANS LE DEVELOPPEMENT DES COMPETENCES ORALES*, Université Mohamed KHIDER Biskra, 2022/2023.
- N'dede Bosoma. F, *Impact de l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'apprentissage dans le secondaire en cote d'ivoire*, 2014, cité in: Jean Bernard Bakonga. *Usages pédagogiques des outils numériques en classe, compétences technologiques et motivation scolaire dans l'enseignement secondaire au Cameroun : Étude comparée des caractéristiques institutionnelles et individuelles*. Education. CY Cergy Paris Université, 2021.
- SAOULI Sonia, thèse de doctorat, *Cartes conceptuelles et pratiques scripturales en FLE*, université Mohamed Khider, Biskra, 2021.

Documents officielles

- Loi n° 08-04 du 15 MOHARRAM 1429 correspondant au 23 janvier 2008 portant loi d'orientation sur l'éducation nationale.

Sitographie :

- <https://drexel.edu/soe/resources/student-teaching/advice/how-to-use-technology-in-the-classroom/#:~:text=Integration%20of%20technology%20in%20education,actively%20engaged%20with%20learning%20objectives>, consulté le 12/04/2025.
- <https://www.beedeez.com/fr/blog/quest-ce-quune-plateforme-de-formation-en-ligne>, consulté le 11/04/2025.
- <https://smartcanal.com/la-neuropedagogie-quest-ce-que-cest/#:~:text=La%20neurop%C3%A9agogie%20est%20le%20m%C3%A9lange,lorsqu'il%20s'agit%20d'une%20formation>, consulté le 20/03/2025.
- <https://www.callimedia.fr/le-learning-lab/blog/perfectionner-lapprentissage-les-defis-de-la-neuropedagogie/#:~:text=Pratiquer%20une%20activit%C3%A9%20physique%20r%C3%A9guli%C3%A8re,s'agit%20d'apprendre>, consulté le 11/04/2025.
- <https://www.didask.com/post/neuropedagogie>, consulté le 05/04/2025.
- https://africa-project-management1.odoo.com/blog/e-learning-8/la-formation-et-la-neuropedagogie-optimiser-lapprentissage-a-travers-la-science-du-cerveau-17?utm_source=chatgpt.com&fbclid=IwY2xjawJpgjBleHRuA2FlbQIxMAABHu0aQwINT3IQSkHCbpoVF9bTvLmaP_VcckgTdMWQQJsulYwogC8jGgGXCRt_aem_9b92MY059WwgFnuJcYFhEg, consulté le 10/04/2025.
- https://educavox.fr/innovation/pedagogie/neurosciences-et-numerique-pour-une-pedagogie-du-succes?fbclid=IwY2xjawJsx-hleHRuA2FlbQIxMAABHkjpjeUcB19J6QKPBtDh-y2ZhXz9ry5062wA14lSasQlMkgdsx6HlKtpYqR_aem_a5x6HBNBQsgcvxQTrJvFQw, consulté le 14/04/2025.
- <https://www.cp-formation.com/actualite/neuropedagogie-digital-learning-mix-booste-apprentissage/>, consulté le 14/04/2025.
- https://www.sheffield-ac-uk.translate.goog/linguistics/home/all-about-linguistics/about-website/branches-linguistics/phonetics?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=rq#:~:text=Phonetics%20is%20a%20branch%20of,teeth%2C%20to%20produce%20particular%20sounds, consulté le 20/04/2025.
- <https://www.francaisavec pierre.com/les-voyelles-nasales-en-francais/>, consulté le 01/05/2025.
- <https://naitreetgrandir.com/fr/grossesse/trimestre3/grossesse-developpement-foetus-3e-trimestre/>, consulté le 29/04/2025.
- <https://sante.lefigaro.fr/actualite/2016/02/02/24566-meilleurs-resultats-dans-traitement-precoce-surdite>, consulté le 01/05/2025.
- <https://auditionsaintgermain.fr/audition/>, consulté le 01/05/2025.
- <https://www.ateurope.org/component/content/article/20-la-parole?catid=18:atteintes-neurologiques&Itemid=157&format=html>, consulté le 01/05/2025.
- <https://www.enseignants.hachette-education.com/actualite/comprendre-la-memorisation-pour-ameliorer-lapprentissage/>, consulté le 02/05/2025.

Cours

- BOUSSEBAT. M, Omar, « *Cours de Phonétique articulatoire Master 1* », Université Les Frères MENTOURI-Constantine 1, 2018/2019.
- Hanane Khelef, *COURS D'INITIATION À LA PHONÉTIQUE CORRECTIVE ET ARTICULATOIRE*, Université HAMMA Lakhdar El-Oued.
- MEKHNACHE.M, cours en ligne « *Méthodologies d'enseignement du FLE et Pratiques de classe* », université de Biskra.
- ZERARI Siham, *Phonétique contrastive et correction phonétique* 1^{ère} Master didactique, l'université de MKhB, 2023/2024.
- ZERARI Siham, *cours de phonétique articulatoire* 2LMD. L'université de Mohamed Khider Biskra.

Guides

- BERTHIER Jean-Luc, GUILLERAY Frédéric, DESNOS Mickaël, *Les neurosciences cognitives dans la classe, Guide pour expérimenter et adapter ses pratiques pédagogiques*, Préface d'HOUDÉ Olivier.

Annexes

1) Enregistrements audio (Pré-écoute) :



2) Enregistrements audio (Post-écoute)



3) Les grilles d'auto-évaluation

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.			x		
Je me sens motivé(e) à bien faire.				x	
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.		x			
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		x			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.				x	

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.				x	
Je me sens motivé(e) à bien faire.			x		
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.				x	
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		x			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					x

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.					✓
Je me sens motivé(e) à bien faire.					✓
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.		✓			
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.	✓				
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					✓

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.				✓	
Je me sens motivé(e) à bien faire.				✓	
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.			✓		
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		✓			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					✓

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.					X
Je me sens motivé(e) à bien faire.			X		
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.			X		
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		X			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.				X	

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.			X		
Je me sens motivé(e) à bien faire.				X	
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.					X
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.				X	
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					X

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.			✓		
Je me sens motivé(e) à bien faire.				✓	
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.		✓			
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		✓			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.			✓		

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.	✓				
Je me sens motivé(e) à bien faire.					✓
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.					✓
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.				✓	
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					✓

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.					✓
Je me sens motivé(e) à bien faire.				✓	
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.		✓			
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.	✓				
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.				✓	

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.				✓	
Je me sens motivé(e) à bien faire.				✓	
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.		✓			
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		✓			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.				✓	

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.			✓		
Je me sens motivé(e) à bien faire.					
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.	✓				✓
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		✓			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.				✓	

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.				✓	
Je me sens motivé(e) à bien faire.			✓		
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.			✓		
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.			✓		
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					✓

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.					✓
Je me sens motivé(e) à bien faire.		✓			
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.	✓				
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.				✓	
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					✓

Énoncé	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Énormément
Je me sens stressé(e) avant de faire le test.					✓
Je me sens motivé(e) à bien faire.				✓	
Je me sens confiant(e) dans ma capacité à bien prononcer les sons.			✓		
Je connais comment prononcer les voyelles nasales.		✓			
J'ai bien compris les voyelles nasales grâce à la vidéo.					✓

Résumé

Résumé

Les recherches en didactique des langues ne cessent d'évoluer, dans le but de découvrir des approches plus efficaces afin d'améliorer l'enseignement et l'apprentissage du français langue étrangère (FLE). Parmi les innovations pédagogiques récentes, la neuropédagogie et l'intégration des outils numériques suscitent un intérêt croissant chez beaucoup de chercheurs. L'usage de l'application "LingQ" - qui combine apprentissage autonome et principes issus des neurosciences - apparaît comme une stratégie prometteuse pour accompagner les apprenants, notamment dans l'acquisition de compétences phonétiques complexes. Dans cette perspective, notre étude s'est intéressée à l'apprentissage des voyelles nasales – absentes du système phonologique arabe – par des étudiants algériens de 2e année licence. Nous avons constaté que l'approche neuropédagogique, associée à des outils numériques, favorise non seulement la mémorisation, mais aussi la motivation et la confiance des apprenants. L'enseignant est ainsi invité à intégrer ces ressources innovantes pour répondre aux besoins spécifiques de ses élèves en phonétique FLE.

Mots-clés : Neuropédagogie, outils numériques, voyelles nasales, FLE, perception, production, Algérie.

المخلص

يتطور البحث في مجال تعليم اللغات باستمرار، بهدف اكتشاف مناهج أكثر فعالية لتحسين تعليم وتعلم اللغة الفرنسية كلغة أجنبية (FLE). من بين الابتكارات التربوية الحديثة، يجذب علم الأعصاب التربوي ودمج الأدوات الرقمية اهتمامًا متزايدًا لدى العديد من الباحثين. و يبدو أن استخدام تطبيق "LingQ" - الذي يجمع بين التعلم الذاتي و مبادئ علم الأعصاب - إستراتيجية واعدة لدعم المتعلمين، لا سيما في اكتساب المهارات الصوتية المعقدة.

ومن هذا المنظور، ركزت دراستنا على تعلم حروف العلة الأنفية – الغائبة عن النظام الصوتي العربي – من قبل طلاب السنة الثانية الجزائرين. وقد وجدنا أن النهج التربوي العصبي، إلى جانب الأدوات الرقمية، لا يعزز الحفظ فحسب، بل يعزز أيضاً تحفيز المتعلمين و ثقتهم بأنفسهم. و لذلك، فإن المعلم مدعو إلى دمج هذه الموارد المبتكرة لتلبية الاحتياجات المحددة لطلابه فيعلم صوتيات تعليم اللغة الفرنسية كلغة أجنبية.

الكلمات المفتاحية: علم الأعصاب، الأدوات الرقمية، الحروف المتحركة الأنفية، اللغة الفرنسية الأجنبية، الإدراك، الإنتاج، الجزائر.

Abstract

Language didactics research continues to evolve, aiming to identify more effective approaches to enhance the teaching and learning of French as a foreign language (FLE). Among recent pedagogical innovations, neuropedagogy and the integration of digital tools have garnered growing interest among researchers. The use of the “**LingQ**” application- which combines autonomous learning with principles derived from neuroscience-, emerges as a promising strategy to support learners, particularly in acquiring complex phonetic skills. In this context, our study focused on the acquisition of nasal vowels -absent from the Arabic phonological system- by second-year Algerian university students. We found that the neuropedagogical approach, combined with digital tools, not only improves memorization but also boosts learners’ motivation and confidence. Consequently, teachers are encouraged to incorporate these innovative resources to meet the specific needs of their students in FLE phonetics.

Keywords: Neuroscience, digital tools, nasal vowels, French as a foreign language, perception, production, Algeria.