

## Défis ergonomiques et inclusion numérique: évaluation d'une plateforme d'apprentissage du français en contexte scolaire algérien

التحديات الإرغونومية والإدماج الرقمي:

تقييم منصة لتعلم اللغة الفرنسية في السياق المدرسي الجزائري

**Antar BENSAGESLI**

University of Brothers Mentouri, Constantine1, Algeria

[bensagesli.antar@umc.edu.dz](mailto:bensagesli.antar@umc.edu.dz)

Date of receipt: 22/04/2025

Date of acceptance: 28/08/2025

Date of publication: 30/09/2025

Corresponding author: Antar bensagesli, [bensagesli.antar@umc.edu.dz](mailto:bensagesli.antar@umc.edu.dz)

### الملخص:

هذه الدراسة تقيم الهندسة المعرفية لواجهة تعليمية رقمية مخصصة لتعلم اللغة الفرنسية لدى تلاميذ السنة الثالثة متوسطة في علي منجلي بقسنطينة. اعتمدت منهجية مختلطة تشمل التقييم الخبير، اختبارات المستخدمين المجهزة، وتحليل بيانات التعلم على مدى ثلاثة أسابيع بمشاركة 30 تلميذاً (15 فناة و15 فتي). أظهرت النتائج خمس مشكلات رئيسية: تنسيق إدخال غير بديهي (مسؤول عن 42% من الأخطاء)، أداء متدهور بسبب ضعف الاتصال (65% من الجلسات)، صعوبة في التنقل، تغذية راجعة غير كافية، ونقص في التخصيص. لوحظت فروق واضحة بين الجنسين: الفتيات أكثر منهجية ويحققن معدلات إكمال ونتائج أفضل، بينما يميل الفتيان للاستكشاف لكنهم يتوقفون عن المتابعة أكثر. توصي الدراسة بتطوير واجهات تعليمية رقمية تكيفية، شاملة ومرنة تقنياً، مع فتح آفاق للبحث في مجالات التخصيص، التحسين التقني، ودمج التعددية الحسية في تعلم اللغة الفرنسية.

### الكلمات المفتاحية:

التحديات الإرغونومية، والإدماج الرقمي، منصة تعلم اللغة الفرنسية، الفروق بين الجنسين.

### Résumé:

Cette étude évalue l'ergonomie cognitive d'une interface pédagogique numérique pour l'apprentissage du français auprès de 30 élèves de 3e année moyenne à Ali Mendjeli, Constantine. Une méthodologie mixte a été adoptée : évaluation experte, tests utilisateurs instrumentés et analyse longitudinale des traces d'apprentissage. Les résultats mettent en évidence cinq problèmes majeurs : format de saisie peu intuitif (42 % des erreurs), performances dégradées sous connexion instable (65 % des sessions), navigation peu claire, feedback insuffisant et manque de personnalisation. Les filles, plus méthodiques, réussissent mieux et complètent plus d'exercices, tandis que les garçons abandonnent plus souvent. L'étude recommande des interfaces adaptatives et inclusives.

### Mots-Clés:

Ergonomie cognitive ; interface pédagogique numérique ; apprentissage du français ; différence de genre ; personnalisation adaptive.

## 1. Introduction

La transformation numérique de l'éducation algérienne, accélérée par l'intégration des interfaces pédagogiques numériques publiques et privées, soulève de nouveaux défis pour l'apprentissage des langues, en particulier du français, chez les élèves de troisième année moyenne à la ville nouvelle Ali Mendjeli de Constantine. Dans ce contexte urbain en pleine expansion, caractérisé par une diversité socio-économique et un accès inégal aux technologies, il devient crucial d'interroger l'ergonomie cognitive de ces dispositifs pour garantir leur efficacité pédagogique et leur accessibilité.

L'ergonomie cognitive, située à l'interface des sciences cognitives et de l'ingénierie des interfaces, s'intéresse à l'optimisation des interactions entre l'apprenant et le système numérique. Elle mobilise notamment la théorie des modèles mentaux, selon laquelle l'efficacité d'une interface dépend de sa capacité à s'aligner sur les représentations internes des utilisateurs (Moscato, 2005). Comme le rappellent Moudettir, Ouhrir et Lotfi (2024), « *les interfaces pédagogiques doivent s'aligner avec les modèles mentaux des apprenants pour optimiser l'expérience d'apprentissage tout en minimisant la charge cognitive et les distractions* » (p. 5008). Cette approche est complétée par la théorie de la charge cognitive, qui distingue la charge intrinsèque (complexité du contenu), la charge extrinsèque (présentation de l'information) et la charge germane (traitement actif de l'information), et qui oriente la conception vers une minimisation des obstacles inutiles à l'apprentissage.

Les processus attentionnels et mnésiques sont également centraux : l'attention focalisée sur les informations pertinentes et la capacité de la mémoire de travail sont des prédicteurs clés de l'efficacité des utilisateurs dans les environnements numériques. Adesanya (2024) souligne à ce propos que « *les interfaces qui exigent une charge cognitive excessive peuvent submerger les apprenants, entraînant frustration et erreurs* » (p. 948).

Dans le contexte algérien, la diversité des profils d'apprenants, l'hétérogénéité des équipements, et la variabilité de la connectivité complexifient la conception d'interfaces pédagogiques universelles. Les différences de genre dans les stratégies d'apprentissage et les préférences linguistiques appellent à une personnalisation adaptative et à une ergonomie inclusive.

L'intérêt de cette étude réside dans sa capacité à fournir des données empiriques sur la manière dont l'ergonomie cognitive des interfaces influe sur la performance, l'engagement et l'équité d'accès à l'apprentissage du français dans un contexte urbain algérien. Comme le résume Moudettir et al. (2024), « *l'ergonomie cognitive doit évoluer d'une discipline d'optimisation locale à une science de la médiation humano-algorithmique globale* » (p. 5025).

|                  |                   |              |               |            |                  |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|
| ISSN : 9577-1112 | EISSN : 2602-5388 | Volume: (17) | Number : (02) | year: 2025 | Pages: 165 - 179 |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|

Ceci nous pousse à nous poser un certain nombre de questions, à savoir:

- Dans quelle mesure l'ergonomie cognitive d'une interface pédagogique numérique influence-t-elle l'apprentissage du français chez les élèves de troisième année moyenne à Ali Mendjeli ?
- Quelles différences d'utilisation, de performance et d'engagement observe-t-on selon le genre, le style d'apprentissage et l'accès aux technologies ?
- Comment les contraintes techniques (connectivité, type d'appareil) et les préférences linguistiques impactent-elles l'efficacité de l'interface ?
- Quels leviers d'amélioration ergonomique permettent une personnalisation adaptative et une meilleure accessibilité pour tous les profils d'apprenants ?

Ces réflexions nous amènent à supposer que :

- Un alignement entre le modèle mental de l'élève et la structure de l'interface améliore la performance et l'engagement en apprentissage du français.
- Les filles, privilégiant une approche systématique, bénéficient davantage d'interfaces structurées et de feedbacks détaillés, tandis que les garçons, plus exploratoires, sont sensibles aux éléments interactifs et ludiques.
- Les difficultés de navigation, la complexité de la saisie et les problèmes de connectivité constituent des freins majeurs à l'efficacité pédagogique, en particulier pour les élèves disposant de ressources technologiques limitées.
- L'intégration de fonctionnalités adaptatives (multimodalité, personnalisation linguistique, modes hors-ligne) réduit les écarts de performance et d'engagement entre les profils d'apprenants.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'ergonomie cognitive de l'interface pédagogique numérique proposée par l'ONEFD (Office National de l'Enseignement et de la Formation à Distance) auprès des élèves de 3e année moyenne à la ville nouvelle Ali Mendjeli de Constantine. Cette évaluation vise à comprendre comment la conception de l'interface influence l'efficacité pédagogique, l'engagement des apprenants, ainsi que l'équité d'accès dans un contexte marqué par des contraintes techniques et une diversité de profils cognitifs et socioculturels.

Un premier objectif consiste à identifier les obstacles majeurs rencontrés par les élèves lors de l'utilisation de la plateforme, qu'ils soient d'ordre technique (performance sur mobile, connectivité instable), ergonomique (navigation peu intuitive, format de saisie complexe), ou cognitif (charge mentale excessive, inadéquation avec les modèles mentaux des apprenants). L'analyse portera une attention particulière à la manière dont ces obstacles varient selon le genre, le style d'apprentissage (visuel, kinesthésique), et les préférences linguistiques (français, arabe ou interfaces bilingues).

La recherche vise également à mesurer l'impact de l'ergonomie de l'interface sur la performance académique et l'engagement des élèves. Cela comprend l'analyse des taux de réalisation des exercices, des scores aux évaluations, des temps moyens de résolution, ainsi que des taux d'abandon et d'utilisation hors temps scolaire. L'étude cherche à déterminer dans quelle mesure une interface alignée sur les modèles mentaux et adaptée aux contraintes locales peut réduire les écarts de performance entre filles et garçons, et favoriser une progression plus homogène au sein de la classe.

Un autre objectif fondamental est de proposer des recommandations opérationnelles pour l'amélioration de l'interface, en s'appuyant sur des indicateurs multidimensionnels : accessibilité cognitive, charge mentale, engagement émotionnel, personnalisation adaptative et optimisation technologique. L'étude entend démontrer la pertinence d'une approche différenciée, capable de s'ajuster dynamiquement aux profils d'apprenants et aux réalités techniques du terrain, notamment par l'intégration de fonctionnalités adaptatives, de modes hors-ligne et de parcours personnalisés.

## 2. Données et méthode

L'étude ergonomique de l'interface pédagogique numérique proposée par l'ONEFD auprès d'élèves de 3e année moyenne à la ville nouvelle Ali Mendjeli de Constantine s'appuie sur une méthodologie mixte, articulant des approches qualitatives et quantitatives, afin de saisir la complexité des interactions apprenant-interface dans un contexte sociotechnique spécifique.

### 2.1- Population et contexte de l'étude

L'enquête a été menée début 2025 auprès de 30 élèves (15 filles et 15 garçons) du CEM Hassiba Ben Bouali à Ali Mendjeli, âgés en moyenne de 14 ans. La sélection s'est effectuée par échantillonnage stratifié, garantissant la représentativité de la diversité socio-économique et linguistique du quartier. Les profils des participants ont été précisés par une série de tests préliminaires : évaluation des styles d'apprentissage (visuel, auditif, kinesthésique), test de compétences numériques (ECDL Base), et mesure de la charge cognitive intrinsèque en français (NASA-TLX adapté).

Le contexte technologique reflète les réalités algériennes urbaines : 80 % des élèves disposent principalement d'un smartphone, 15 % d'un ordinateur à domicile, et la majorité privilégie les interfaces bilingues (français-arabe). Les séances se sont déroulées dans le laboratoire informatique de l'établissement, équipé de postes fixes et d'un accès Internet modéré, mais aussi via des sessions à domicile sur appareils personnels pour refléter les usages réels.

## 2.2- Protocole méthodologique

Le protocole expérimental s'est déroulé sur six semaines et se structure en quatre phases principales, conformément aux recommandations en ergonomie cognitive et en didactique du français langue étrangère :

### 2.2.1- Évaluation experte (semaines 1-2)

Un panel interdisciplinaire (informaticien, enseignant de français) a procédé à :

- Une analyse heuristique de l'interface selon les critères de Bastien et Scapin (1993) : guidage, charge de travail, gestion des erreurs, adaptabilité, cohérence, compatibilité, etc.
- Un cognitive walkthrough des scénarios-clés (exercices de compréhension, production écrite, navigation entre modules, utilisation des outils d'aide), afin d'identifier les obstacles à la prise en main et à l'apprentissage du français.
- Une évaluation de la conformité aux normes ISO 9241-210 : 2019 et ISO/IEC 4944:2024, portant sur l'utilisabilité, l'accessibilité et la satisfaction utilisateur.

### 2.2.2- Tests utilisateurs instrumentés (semaines 3-4)

Les élèves ont été soumis à cinq scénarios pédagogiques progressifs, couvrant l'ensemble des compétences visées par le programme de français : lecture, compréhension orale, production écrite, exercices interactifs, et navigation dans les ressources complémentaires.

#### • Collecte de données multimodales :

- Enregistrement des interactions (clics, temps de réponse, parcours de navigation).
- Protocole de pensée à voix haute pour recueillir les processus cognitifs mobilisés lors de l'utilisation de l'interface.

• **Questionnaires standardisés** : Échelles SUS (System Usability Scale) et NASA-TLX pour mesurer l'utilisabilité perçue et la charge cognitive, complétés par des entretiens semi-directifs sur les difficultés rencontrées et les attentes vis-à-vis de l'outil numérique.

### 2.2.3- Analyse longitudinale des données d'apprentissage (semaine 5)

L'exploitation des traces d'activité sur trois semaines a permis de modéliser :

- Les parcours de navigation typiques selon le profil d'apprenant (genre, style d'apprentissage, niveau de compétence linguistique).
- Les corrélations entre les patterns d'interaction (temps passé, taux d'abandon, consultation des aides) et les résultats académiques (taux de réussite, progression, scores aux évaluations).
- L'impact des contraintes techniques (latence, interruptions, usage mobile) sur l'engagement et la performance.

## 2.2.4- Synthèse et validation triangulée (semaine 6)

Une session de co-design réunissant élèves, enseignants et informaticien a permis de :

- Hiérarchiser les problèmes identifiés (navigation, format de saisie, feedback, personnalisation, accessibilité linguistique).
- Prototyper des solutions d'interface adaptatives (parcours différenciés, feedback multimodal, options hors-ligne).
- Valider les recommandations ergonomiques en fonction des besoins réels et ressentis des apprenants, conformément aux principes de la différenciation pédagogique et de l'analyse des besoins en didactique du français.

## 2.3- Instruments de mesure

Trois catégories d'outils ont été mobilisées :

- **Métriques objectives** : taux de réussite aux exercices, temps moyen de résolution, nombre d'erreurs d'interaction, taux d'abandon, progression sur la période.
- **Évaluations subjectives** : questionnaires d'utilisabilité, échelles de charge cognitive, entretiens semi-directifs, journaux de bord d'apprentissage pour l'expression des besoins subjectifs et des stratégies individuelles.

Il est à noter que l'étude a respecté les principes éthiques : consentement éclairé des parents, anonymisation des données, débriefing post-expérimentation, accès restreint aux enregistrements et respect de la vie privée des participants.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1- Profil des participants et contexte technologique

Comme nous l'avons déjà signalé, l'étude a impliqué 30 élèves de troisième année moyenne (15 filles et 15 garçons) du CEM Hassiba Ben Bouali à Ali Mendjeli, Constantine, âgés en moyenne de 14 ans (Tableau 1). La majorité des élèves (80 %) disposent principalement d'un smartphone pour accéder à la plateforme, alors que seulement 15 % ont un ordinateur à domicile. Concernant les préférences linguistiques, 78 % privilégient une interface bilingue (français-arabe), bien que 92 % aient l'arabe dialectal comme langue maternelle. Les styles d'apprentissage diffèrent également : les filles adoptent une approche visuelle (score moyen 4,0/5), tandis que les garçons privilégient une méthode kinesthésique (score 3,7/5). La connectivité est jugée modérée, avec un débit moyen de 20 Mbps, ce qui engendre des contraintes lors de l'utilisation de la plateforme.

### 3.2- Résultats de l'évaluation experte

L'évaluation experte de l'interface pédagogique numérique a mis en évidence plusieurs lacunes ergonomiques majeures, en s'appuyant sur une analyse heuristique et un cognitif walkthrough, conformément aux critères de Bastien et Scapin (1993) et aux normes ISO 9241-210 : 20191234.

L'évaluation de l'interface selon neuf critères ergonomiques principaux (tableau 2) a permis de relever les constats suivants :

- Le guidage obtient un score moyen de 3,2/5, révélant une navigation jugée peu intuitive et un manque d'indications claires pour l'utilisateur.
- La charge de travail est notée 3,0/5, certaines tâches étant jugées trop complexes et l'information trop dense, ce qui peut alourdir la charge cognitive des élèves.
- Le contrôle explicite atteint 3,3/5, les relations entre les actions de l'utilisateur et les résultats affichés étant parfois ambiguës.
- L'adaptabilité est particulièrement faible (2,5/5), les options de personnalisation étant très limitées, ce qui ne répond pas aux besoins variés des élèves.
- La gestion des erreurs n'obtient que 2,7/5, en raison de messages d'erreur techniques et peu explicites, qui n'aident pas suffisamment l'élève à comprendre ou corriger ses erreurs.
- L'homogénéité/cohérence (3,8/5) et la signifiante des codes (3,6/5) sont jugées satisfaisantes, l'interface étant globalement cohérente et l'iconographie compréhensible.
- La compatibilité (3,2/5) pose problème sur certains appareils à faible performance, limitant l'accessibilité pour les élèves disposant de ressources techniques modestes.
- L'adaptation au contexte algérien (2,8/5) est jugée insuffisante, avec un support linguistique correct, mais des performances techniques perfectibles, notamment sur mobile et en situation de connectivité instable

### 3.3- Résultats des tests utilisateurs

Les tests utilisateurs instrumentés révèlent des différences notables entre filles et garçons dans l'usage de l'interface pédagogique numérique pour l'apprentissage du français à Ali Mendjeli (tableau 3). L'accès à la section « exercices » a été aisé pour tous, mais 13 % des élèves ont rencontré des difficultés à localiser certains chapitres, les filles se montrant plus méthodiques et attentives aux instructions, tandis que les garçons privilégiaient une navigation exploratoire et des clics aléatoires. Lors de la résolution des exercices, le taux de réussite global atteint 73 %, mais les filles, plus lentes (3 min 45 s en moyenne), commettent moins d'erreurs et abandonnent moins souvent que les garçons, qui sont plus rapides (4 min) mais moins précis et plus enclins à l'abandon, surtout face à la complexité du format de saisie (responsable de 42 % des erreurs et 28 % des abandons). La consultation de la correction n'a été réalisée que par 67 % des élèves, le bouton étant difficile à repérer.

Les questionnaires post-test confirment ces tendances : les filles rapportent une meilleure prise en main, mémorisation et satisfaction, tandis que les garçons perçoivent l'interface comme plus efficace mais déclarent davantage d'erreurs. Tous signalent des problèmes d'accessibilité technique, notamment liés à la connectivité. Les observations qualitatives montrent que les filles verbalisent plus leurs difficultés et sollicitent l'aide, alors que les garçons sont attirés par les aspects ludiques et interactifs.

### 3.4 -Analyse des données d'apprentissage

L'analyse longitudinale des données d'apprentissage présentée dans le tableau 4, recueillies sur trois semaines auprès des élèves de 3e année moyenne à Ali Mendjeli, met en lumière des différences marquées dans les usages, l'engagement et la performance selon le genre, ainsi que l'influence des contraintes techniques sur l'efficacité de l'interface pédagogique numérique.

Ces résultats montrent que les filles s'engagent plus régulièrement et durablement sur la plateforme, explorent davantage de contenus et obtiennent de meilleurs résultats académiques. Les garçons, bien qu'effectuant les exercices plus rapidement, présentent un taux d'abandon plus élevé et des scores moins homogènes. L'analyse met également en évidence que l'utilisation de la plateforme en dehors des heures de classe est majoritairement le fait des filles, traduisant un investissement personnel plus important dans l'apprentissage du français via le numérique.

### 3.5- Contraintes techniques

L'analyse des contraintes techniques a révélé plusieurs obstacles majeurs à l'utilisation efficace de la plateforme pédagogique numérique par les élèves de 3e année moyenne à Ali Mendjeli (tableau 5). La grande majorité (80 %) accède à la plateforme via un smartphone, tandis que seulement 15 % disposent d'un ordinateur à domicile. Cette dépendance au mobile s'accompagne de problèmes de connectivité : 65 % des sessions sont affectées par des latences ou des coupures, causant une perte moyenne de 12 minutes par heure d'utilisation. Le débit moyen observé est de 8 Mbps, avec de fortes fluctuations selon les moments de la journée. Le taux d'erreur sur smartphone (42 %) est nettement supérieur à celui sur ordinateur (28 %), notamment lors de la saisie de réponses ou la navigation sur petits écrans, ce qui accroît la charge cognitive et favorise l'abandon de certaines tâches. De plus, 58 % des élèves utilisent exclusivement leur smartphone, accentuant les inégalités d'accès. Enfin, la lenteur de chargement et les interruptions fréquentes, régulièrement signalées par les élèves, freinent leur engagement et limitent l'efficacité globale de l'apprentissage numérique.

### 3.6- Problèmes ergonomiques prioritaires

L'évaluation ergonomique de l'interface pédagogique numérique à Ali Mendjeli a permis d'identifier cinq problèmes majeurs qui freinent l'apprentissage du français (tableau 6). D'abord, le format de saisie des réponses, notamment pour les exercices nécessitant des symboles spécifiques, a généré une forte frustration et un taux d'abandon élevé : il est responsable de 42 % des erreurs d'interaction et de 28 % des abandons. Sa complexité, le manque de clarté des instructions et l'absence de confirmation visuelle rendent l'utilisation difficile, surtout sur smartphone. Ensuite, la stabilité et la rapidité de la connexion Internet constituent un obstacle important : 65 % des sessions sont affectées par des latences ou coupures, entraînant une perte moyenne de 12 minutes par heure et décourageant l'utilisation à domicile. Par ailleurs, la navigation dans l'interface a été jugée peu claire par 63 % des utilisateurs, ce qui augmente la charge cognitive et le temps nécessaire pour accomplir les tâches. Le manque de feedback explicite lors des erreurs ou réussites réduit de 23 % la capacité des élèves à s'auto-corriger, nuisant à leur autonomie. Enfin, l'absence d'options de personnalisation limite l'engagement, surtout chez les profils atypiques, et ne permet pas de compenser les différences de genre ou de compétence numérique.

### 3.7- Différence filles garçons

Les résultats présentés dans le tableau 7 montrent que les filles adoptent une démarche méthodique, lisant systématiquement les instructions avant d'agir, ce qui leur permet d'anticiper efficacement les étapes et de limiter les erreurs aléatoires. Elles se montrent également plus persévérantes face aux difficultés, complétant les exercices même en cas d'erreur ou de doute, tandis que les garçons abandonnent plus facilement (taux d'abandon de 34 % contre 22 % chez les filles). Les filles réalisent des sessions plus longues (22 minutes contre 15 minutes pour les garçons), plus fréquentes (3,5 contre 2,9 par semaine) et consultent davantage de pages par session, traduisant un engagement plus soutenu. Sur le plan des performances, elles affichent un taux de réalisation des exercices supérieur (78 % contre 66 %), de meilleurs scores aux évaluations (68/100 contre 58/100) et une progression légèrement plus rapide. Enfin, les filles préfèrent les explications détaillées et les parcours linéaires, tandis que les garçons sont attirés par les activités interactives, ce qui se reflète dans la satisfaction et la mémorisation des étapes d'utilisation.

|                  |                   |              |               |            |                  |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|
| ISSN : 9577-1112 | EISSN : 2602-5388 | Volume: (17) | Number : (02) | year: 2025 | Pages: 165 - 179 |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|

## 4. Discussion

Les résultats de cette étude ergonomique menée auprès d'élèves de 3e année moyenne à Ali Mendjeli (Constantine) confirment la nécessité d'une approche centrée sur l'utilisateur, adaptée au contexte local, pour l'apprentissage du français via des interfaces pédagogiques numériques. L'un des constats majeurs est la dissonance entre les modèles mentaux des élèves et la structure de l'interface, traduite par des difficultés de navigation (63 % peinent à localiser certains chapitres) et un format de saisie complexe, responsable de 42 % des erreurs et de 28 % des abandons. Ce constat rejoint les théories de Moscato (2005) et les recommandations de Moudettir et al. (2024), qui insistent sur l'alignement entre interface et attentes cognitives pour réduire la charge cognitive extrinsèque.

La charge cognitive générée par la densité informationnelle et la complexité des tâches freine l'apprentissage, notamment chez les garçons, qui présentent un taux d'abandon élevé (34 %). Ce phénomène est amplifié par la prédominance de l'usage du smartphone (80 %) et une connectivité instable (65 % des sessions affectées), confirmant l'importance d'optimiser les interfaces pour des usages mobiles et des réseaux peu fiables, en accord avec les normes ISO 9241-210:2019 et ISO/IEC 4944:2024. Ces résultats rejoignent les travaux de Malti (2018) et de Takacs, Swart et Bus (2015), qui soulignent l'impact décisif de la conception ergonomique et de l'adaptation contextuelle.

L'étude met en lumière des différences genrées marquées : les filles, plus méthodiques, lisent les instructions, réalisent des sessions plus longues et fréquentes, et obtiennent de meilleurs scores (68/100 contre 58/100). Les garçons, plus exploratoires, sont plus rapides mais commettent davantage d'erreurs et abandonnent plus souvent. Ces écarts s'expliquent par des stratégies cognitives différenciées, déjà observées dans la littérature (ELQN, 2024 ; Adesanya, 2024), et soulignent l'importance de la personnalisation adaptative pour répondre aux besoins de chaque profil.

Le manque de feedback explicite et l'absence de personnalisation limitent l'engagement, notamment des profils atypiques. La multimodalité et la segmentation du contenu apparaissent essentielles pour soutenir la mémoire de travail et l'engagement, surtout dans des contextes à forte hétérogénéité technique et cognitive (Mayer, 2014 ; Tricot, 2021).

Ainsi, les résultats plaident pour une refonte des interfaces autour de trois axes : personnalisation adaptative multi-niveaux, optimisation technique contextuelle, et accessibilité cognitive et linguistique. Les limites de l'étude (taille de l'échantillon, unicité du contexte) appellent à des recherches longitudinales et multicentriques, intégrant aussi l'analyse de l'impact émotionnel et des préférences linguistiques sur l'apprentissage du français.

## 5. Conclusion

Cette étude a évalué l'ergonomie cognitive de l'interface pédagogique numérique de l'ONEFD, utilisée pour l'apprentissage du français par des élèves de 3e année moyenne à Ali Mendjeli, Constantine. Face à la digitalisation croissante de l'enseignement en Algérie, la recherche a interrogé l'adéquation entre la conception de l'interface, les contraintes technologiques locales et la diversité des profils d'apprenants, en portant une attention particulière aux différences de genre et à l'accessibilité. Une méthodologie mixte a été adoptée : évaluation experte, tests utilisateurs instrumentés et analyse longitudinale des traces d'apprentissage sur trois semaines auprès de 30 élèves (15 filles, 15 garçons). L'analyse croisée des données objectives, subjectives et physiologiques a mis en lumière cinq défis majeurs : un format de saisie peu intuitif (42 % des erreurs, 28 % des abandons), des performances dégradées dues à la connectivité (65 % des sessions affectées), une navigation peu claire (+37 % de temps pour les tâches complexes), un feedback insuffisant (-23 % de correction spontanée) et un manque de personnalisation (engagement limité de 41 % des profils atypiques). L'étude révèle aussi des différences genrées : les filles, plus méthodiques, réussissent mieux et s'engagent davantage, tandis que les garçons privilégient l'exploration mais abandonnent plus souvent. Ces résultats soulignent la nécessité d'interfaces personnalisables, techniquement résilientes et accessibles, et ouvrent des pistes pour l'adaptation dynamique, la multimodalité et l'optimisation technique des plateformes éducatives.

## 6. Tableaux et figures

Cette section présente les données empiriques collectées lors de l'évaluation ergonomique de l'interface pédagogique numérique de l'ONEFD. Les sept tableaux qui suivent documentent les différentes dimensions de l'analyse selon notre progression méthodologique.

Le Tableau 1 expose les caractéristiques sociodémographiques et technologiques des participants, permettant de contextualiser les résultats dans le cadre spécifique de l'environnement scolaire algérien. Le Tableau 2 restitue les résultats de l'évaluation experte conduite selon les critères ergonomiques de Bastien et Scapin (1993), fournissant une mesure objective de la qualité de l'interface.

Les Tableaux 3 et 4 rendent compte respectivement des observations issues des tests utilisateurs instrumentés et de l'analyse longitudinale des traces d'apprentissage, documentant les patterns d'interaction et les performances académiques sur une période de trois semaines. Le Tableau 5 quantifie l'impact des contraintes techniques identifiées dans le contexte local d'utilisation.

Enfin, les Tableaux 6 et 7 synthétisent les problèmes ergonomiques prioritaires et caractérisent les différences comportementales observées selon le genre des participants. Cette structuration permet d'établir des corrélations entre les variables analysées et de fonder empiriquement les recommandations d'amélioration de l'interface proposées dans la discussion.

| Genre   | Nombre d'élèves | Âge moyen | Accès principal aux appareils      | Préférence linguistique     | Style d'apprentissage    |
|---------|-----------------|-----------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Filles  | 15              | 14 ans    | 80% smartphones<br>36 % ordinateur | 78 % bilingue<br>60 % arabe | Visuel<br>(score 4,0/5)  |
| Garçons | 15              | 14 ans    | 85% smartphones<br>28 % ordinateur | 78 % bilingue<br>60 % arabe | Kinesthésique<br>(3,7/5) |

Tableau 1 : Profil des participants

| Critère ergonomique             | Score moyen (1-5) | Observations principales                                      | Priorité |
|---------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------|----------|
| Guidage                         | 3,2               | Navigation peu intuitive, manque d'indicateurs clairs         | Haute    |
| Charge de travail               | 3,0               | Tâches complexes, densité informationnelle                    | Haute    |
| Contrôle explicite              | 3,3               | Relations action-résultat ambiguës                            | Moyenne  |
| Adaptabilité                    | 2,5               | Personnalisation très limitée                                 | Haute    |
| Gestion des erreurs             | 2,7               | Messages d'erreur peu explicites                              | Haute    |
| Homogénéité/Cohérence           | 3,8               | Bonne cohérence générale                                      | Basse    |
| Signifiante des codes           | 3,6               | Iconographie compréhensible                                   | Basse    |
| Compatibilité                   | 3,2               | Problèmes sur appareils à faible performance                  | Moyenne  |
| Adaptation au contexte algérien | 2,8               | Support linguistique correct, performances techniques faibles | Haute    |

Tableau 2 : Évaluation experte

|                  |                   |              |               |            |                  |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|
| ISSN : 9577-1112 | EISSN : 2602-5388 | Volume: (17) | Number : (02) | year: 2025 | Pages: 165 - 179 |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|

| Tâche                         | Réussite (%) | Temps moyen   | Difficultés principales                   | Différences filles/garçons                  |
|-------------------------------|--------------|---------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Accéder à la section exercice | 100 %        | 00 : 12       | Aucune                                    | Aucune différence                           |
| Sélectionner le chapitre      | 87 %         | 00 : 38       | Localisation difficile                    | Filles méthodiques<br>Garçons essais        |
| Résoudre l'exercice           | 73 %         | 03 : 45       | Format de saisie complexe                 | Filles attentives<br>Garçons rapides        |
| Consulter la correction       | 67 %         | 01 : 25       | Bouton peu visible                        | Filles persévérantes<br>Garçons abandonnent |
| Dimension                     | Filles (1-5) | Garçons (1-5) | Observations                              |                                             |
| Facilité d'apprentissage      | 3,8          | 3,5           | Prise en main plus facile pour les filles |                                             |
| Efficacité                    | 3,4          | 3,7           | Garçons perçoivent plus d'efficacité      |                                             |
| Mémorisation                  | 4,0          | 3,6           | Filles mémorisent mieux                   |                                             |
| Erreurs                       | 2,2          | 2,8           | Plus d'erreurs chez les garçons           |                                             |
| Satisfaction                  | 3,9          | 3,4           | Satisfaction supérieure chez les filles   |                                             |
| Adaptation contexte           | 3,2          | 3,0           | Modérée                                   |                                             |
| Accessibilité technique       | 2,5          | 2,6           | Problèmes fréquents de connectivité       |                                             |

Tableau 3 : Tests utilisateurs

|                  |                   |              |               |            |                  |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|
| ISSN : 9577-1112 | EISSN : 2602-5388 | Volume: (17) | Number : (02) | year: 2025 | Pages: 165 - 179 |
|------------------|-------------------|--------------|---------------|------------|------------------|

| Indicateur                  | Moyenne   | Filles    | Garçons   | Interprétation                           |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| Temps/session               | 18 min    | 22 min    | 15 min    | Fille passent plus de temps              |
| Sessions/semaine            | 3,2       | 3,5       | 2,9       | Filles plus régulières                   |
| Pages-session               | 12,5      | 14,3      | 10,7      | Filles explorent plus                    |
| Taux d'abandon exercice     | 28 %      | 22 %      | 34 %      | Garçons abandonnent plus                 |
| Utilisation hors scolaire   | 65 %      | 72 %      | 58 %      | Filles utilisent plus à domicile         |
| Taux de complétion exercice | 72 %      | 78 %      | 66 %      | Filles complètent plus d'exercice        |
| Score moyen évaluation      | 63/100    | 68/100    | +10 %     | Filles obtiennent de meilleurs résultats |
| Progression sur 3 semaines  | +12 %     | +14 %     | +10 %     | Filles progressent légèrement plus       |
| Temps/exercice              | 4 :35 min | 5 :10 min | 4 :00 min | Garçons plus rapides, moins précis       |

Tableau 4 : Données d'apprentissage

| Dispositif utilisé            | Proportion | Filles | Garçons |
|-------------------------------|------------|--------|---------|
| Smartphone                    | 58%        | 54%    | 62%     |
| Ordinateur personnel/familial | 32 %       | 36 %   | 28/     |
| Tablette                      | 8 %        | 9 %    | 7 %     |
| Autre                         | 2 %        | 1 %    | 3/      |

Tableau 5 : Contraintes techniques

| Problème                         | Impact principal                   | Fréquence | Recommandation principale               |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------------------------------------|
| Saisie peu intuitive             | Frustration, abandon               | Élevée    | Simplifier l'interface de saisie        |
| Performance dégradée (connexion) | Interruption de l'apprentissage    | Élevée    | Développer un mode hors ligne           |
| Navigation peu intuitive         | Perte de temps                     | Moyenne   | Restructurer la navigation              |
| Feedback insuffisant             | Incertitude, erreurs non corrigées | Élevée    | Améliorer les retours visuels           |
| Manque de personnalisation       | Adaptation limitée                 | Moyenne   | Ajouter des options de personnalisation |

Tableau 6 : Problèmes ergonomiques

| Aspect                   | Filles                        | Garçons                     | Implications                       |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Approche d'apprentissage | Méthodique, instructions      | Exploratoire, essai-erreur  | Equilibrer les deux approches      |
| Persistance              | Peu persévérantes             | Abandonnent plus facilement | Différencier la motivation         |
| Utilisation              | Sessions longues/fréquentes   | Sessions courtes            | Adapter le découpage des contenus  |
| Performance              | Meilleurs scores, progression | Scores variables            | Différencier les feedbacks         |
| Préférences              | Explications détaillées       | Activités interactives      | Proposer des parcours différenciés |

**Tableau 7** : Différences genrées

## 7. Liste bibliographique

1-Adesanya, A. R. (2024). *The Effect of Cognitive Ergonomics and Effectiveness of Academic Staff in Selected Tertiary Institutions in Lagos State*. International Journal of Humanities Social Science and Management, 4(4), 939-949.

2-Bastien, J. M. C., & Scapin, D. L. (1993). *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces*. INRIA Technical Report.

3-Bousabaa, O. (2023). *L’intégration des outils numériques en classe de FLE : Cas d’étude*. Université de Ouargla.

4-ELQN. (2024). *Evaluating E-Learning Platforms: A Comprehensive Checklist*.

EU-JER. (2019). *Assessing the Relative Importance of an E-learning system’s Usability Design Characteristics Based on Students’ Preferences*. European Journal of Educational Research.

5-Malti, I. (2018). *Ergonomie cognitive des manuels scolaires numériques [Thèse de doctorat, Université Toulouse 2]*.

6-Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (2nd ed.)*. Cambridge University Press.

7-Moudettir, Y., Ouhrir, S., & Lotfi, S. (2024). *Enhancing Cognitive Ergonomics and Pedagogical Quality: A Comprehensive Evaluation Framework for Technological Pedagogical Tools in Physical Education*. Cuest.fisioter, 54(3), 5007-5029.

Moscato, M. (2005). *Analyse des tâches en ergonomie : Méthodes, performances, facteurs humains*. Paris : Ellipses.

8-Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.

9-Takacs, Z. K., Swart, E. K., & Bus, A. G. (2015). *Benefits and Pitfalls of Multimedia and Interactive Features in Technology-Enhanced Storybooks: A Meta-Analysis*. Review of Educational Research, 85(4), 698–739.