TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION POUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES DES FILLES AU SECONDAIRE

RÉSUMÉ

Afin d'évaluer l'impact de l'utilisation des TICE sur un échantillon de 68 filles du premier cycle du secondaire de l'enseignement général réparti de manière équilibrée entre deux sections d'un même établissement de la DRE-KARA dans l'enseignement des mathématiques au cours du temps ainsi que les différences entre groupes, les variables catégorielles TRAITEMENT, GROUPE, PERIODE et SCORE_EV ont été calculées sur la base des notes d'évaluation des élèves. Les résultats des tests ont révélé un effet positif hautement significatif du traitement sur les scores d'évaluation. Ce qui signifie que, toutes choses égales par ailleurs, l'utilisation de l'outil pédagogique (TICE) multiplie les chances pour un apprenant d'obtenir un score appartenant à une catégorie supérieure par rapport à la condition sans outil. Ce résultat met en évidence un effet important de l'utilisation des TICE sur l'amélioration des performances des filles en mathématiques puisque les TICE ont contribué de manière significative à améliorer l'implication des filles dans le cours de mathématiques et par ricochet leurs performances. Au regard de ces résultats, l'article cherche à vulgariser l'utilisation de ce didacticiel qui a assurément un impact positif tant sur l'enseignement que sur l'apprentissage des mathématiques.

Mots clés : Enseignement des mathématiques, TICE et mathématiques, filles en mathématiques, réussite des filles en mathématiques

Abstract

This study aims to assess the impact of Information and Communication Technologies (ICTs) on mathematics teaching and learning over time, as well as the differences between groups. The study involved a sample of 68 lower secondary school girls enrolled in general education, equally distributed between two classes within the same school under the Regional Directorate of Education of Kara (DRE-KARA). To this end, the categorical variables TREATMENT, GROUP, PERIOD, and ASSESSMENT SCORE were computed based on the students' assessment results. The statistical test results revealed a highly significant positive effect of the treatment on assessment scores. This indicates that, all other factors being equal, the use of the educational tool (ICTs) increases the likelihood of a learner achieving a score in a higher performance category compared with the condition in which no such tool is used. This finding highlights the substantial impact of ICT integration on improving girls' mathematics performance, as ICTs significantly contributed to enhancing their engagement in mathematics lessons and, consequently, their academic achievement. In light of these findings, the article seeks to promote the wider adoption of this educational software, which undoubtedly has a positive impact on both mathematics teaching and learning.

Keywords: Mathematics teaching, ICTs in mathematics education, girls in mathematics, girls' academic achievement in mathematics.

INTRODUCTION

Il y a encore quelques années, étudier jusqu'au lycée au Togo était quasi impossible pour les jeunes filles. Beaucoup de barrières ou de facteurs décourageants, entre autres, l'influence familiale, l'éducation familiale, le poids des enseignants qui existaient et rendaient les choses compliquées.

UNDER PEER REVIEW IN IJVR

Aujourd'hui, conformément aux Objectifs de développement durable (ODD) 4 et 5 qui œuvrent pour une éducation inclusive et de qualité ; une égalité de genre et l'autonomisation des filles, le pays a pris des mesures phares qui facilitent l'accès à l'école à la fille. Ainsi, en faveur de la cible, un nombre incalculable de programmes sont initiés pour supprimer les actions discriminatoires qui empêchent les filles d'étudier tout en rendant l'école gratuite et exempte des frais d'inscription aux examens. L'école togolaise s'est davantage ouverte pour encourager et octroyer les mêmes chances de réussite à la fille lycéenne.

De cette démarche, il ressort des fruits évidents. Au lycée, le taux d'accès des filles est monté de « 26 % en 2020-2021 à 26,8 % en 2021-2022 », représentant une hausse de « 0,8 point » sur la période. Pour l'enseignement technique et professionnel, les officiels renseignent que le pourcentage des filles dans les filières industrielles a quitté « 9,28 % en 2020-2021 pour venir à 10,41 % en 2022-2023 ». Par ailleurs, on estime le pourcentage des filles dans les filières agro-sylvo-pastorales à « 28,57 % en 2022-2023, contre 19,24 % en 2020-2021 ».

Malgré ces avancées susmentionnées, les statistiques au baccalauréat 2021-2022 indiquent que le taux de réussite est de « 70,9 % pour les filles, contre 83,5 % pour les garçons en série C ». Ce taux est pour la même période de 64,22 % contre 69,52 % en D. En série A, « il y a eu 74,9 % de filles admises contre 73,5 % de garçons ». De cette façon, les inégalités de réussite en séries scientifiques selon les sexes sont fortes. Les filles, volontiers décrites comme moins douées pour ces études, subissent doublement cette sélection excessive du fait de la stigmatisation dont elles sont victimes et qui renvoie leurs échecs scolaires aux stéréotypes culturels définissant le sexe féminin.

Par ailleurs, plusieurs cibles de l'objectif de développement durable prônent le droit fondamental à une éducation de qualité dans des conditions d'équité. C'est le cas par exemple de la cible 4.2 qui stipule que

> *D'ici à 2030, faire en sorte que toutes les filles et tous les garçons aient accès à des activités de développement et de soins de la petite enfance et à une éducation préscolaire de qualité qui les préparent à suivre un enseignement primaire»*, et plus encore de la cible 4.3 *« D'ici à 2030, faire en sorte que les femmes et les hommes aient tous accès dans des conditions d'égalité à un enseignement technique, professionnel ou tertiaire, y compris universitaire, de qualité et d'un coût abordable ».*

I- EFFET DE L'UTILISATION DES TICE DANS L'ENSEIGNEMENT DES FILLES EN MATHEMATIQUES

De nombreuses études se sont fixées pour objectif de prouver l'existence d'une relation entre les TICE et l'amélioration des compétences des élèves en mathématiques. Yorganci (2014) relevait que l'utilisation des TICE accompagnée de méthodes pédagogiques appropriées permet l'amélioration et l'enrichissement du processus pédagogique des mathématiques. Bien avant lui, Kılıç (2007) avait conclu après utilisation de trois approches pédagogiques (l'approche d'enseignement traditionnel, l'approche basée sur un apprentissage coopératif et l'approche coopérative assistée par les TICE) dans l'enseignement des mathématiques, que la réussite et les attitudes des élèves ayant suivi leur enseignement coopératif assisté par les TICE étaient significativement meilleures que celles des élèves qui ont reçu un enseignement à l'aide des méthodes d'apprentissage traditionnelles ou coopératives sans usage des TICE.

Dans une étude de Mastafi (2020), les TICE ont été déclarées par trois cinquièmes (59 %) des enseignants interrogés, comme outils facilitateurs pour atteindre les objectifs du programme d'études. Pour eux, la réussite de l'acte d'enseignement nécessite, en premier lieu, de prendre en considération les niveaux de compétences des élèves et de s'assurer de leurs acquis. De plus, elles aident les enseignants à adapter l'apprentissage au niveau et au rythme de chaque élève, en concevant des activités variées permettant aussi de rappeler certaines connaissances requises.

(Karsenti et Larose (2005) précisent que, parmi les résultats saillants de leur étude réalisée en 2005, figure en première place l'impact positif des TICE sur l'augmentation de la motivation générale des élèves.

Il ressort des travaux de Mounet (2008) réalisés auprès des enseignants européens et présentés dans le rapport de la mission e-Éduc intitulé « Pour le développement du numérique à l'école » sur l'efficacité des TICE sur la compétence et le sentiment d'autodétermination, deux composantes essentielles de la motivation (p. 6).

De même, on note d'une analyse de 45 publications par Armendone et Le Roy (2014) sur l'impact de l'iPad sur l'apprentissage des élèves dans l'enseignement obligatoire que l'utilisation de cet instrument offre une multitude d'opportunités pour apprendre, notamment grâce au renforcement de la motivation, de l'autonomie des élèves et de la persévérance scolaire.

Pour Tessa (2011) par exemple, l'intégration pédagogique des TICE satisfait deux exigences psychologiques fondamentales, qui sont entre autres, « le sentiment de compétence et le sentiment d'autodétermination, deux composantes essentielles de la motivation selon la théorie de l'autodétermination » (p. 6).

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

Il ressort de l'analyse des résultats de Mastafi (2020) que l'usage des TICE en tant qu'outil didactique, stimule la motivation et rend les attitudes des élèves plus positives vis-à-vis de leur apprentissage tout en stimulant et favorisant en eux le développement du sens de la créativité et l'imagination. Aussi, ajoute-t-il qu'utiliser la technologie engage activement les élèves dans une démarche de recherche des solutions pertinentes à des problèmes plus ou moins complexes.

Pour les enseignants interrogés, elles apportent un soutien très important dans la préparation de leurs cours tout en améliorant l'acte d'enseignement en trois axes, à savoir les contenus des cours, les possibilités de diversification des stratégies d'enseignement et enfin l'atteinte des objectifs des programmes scolaires qui s'adapte au niveau et au rythme de l'apprentissage des élèves.

II- MÉTHODOLOGIE

Afin d'évaluer l'impact de l'utilisation des TICE sur les participants (filles) dans l'enseignement des mathématiques au cours du temps ainsi que les différences entre groupes, les variables catégorielles traitement, groupe, période et SCORE_EV ont été calculées sur la base des notes d'évaluation des élèves. La variable SCORE_EV est la combinaison des scores d'évaluation avant et après l'utilisation des TICE, elle est ordinale dont les modalités vont de 1 à 5. La variable traitement (Sans outil/ Avec outil) est binaire dont la modalité Traitement=1 correspond à la phase de mesure sans l'usage des TICE et le Traitement=2 à celle après l'usage des TICE pour chaque participant. De même, la variable groupe est binaire dont le Groupe=1 correspond aux élèves de 5eA dont le traitement suit la séquence « Sans outil → Avec outil→ » et le Groupe=2 à ceux de 5eB dont le traitement suit la séquence inverse « Avec outil → Sans outil→ ». Aussi, la variable période binaire est générée avec les modalités correspondant aux phases d'étude ; Période=1 représente la première phase d'administration et Période=2 la seconde, toutes deux sanctionnées par des évaluations dont les scores sont les modalités de SCORE_EV.

Ainsi, la variation des scores des évaluations (SCORE_EV) a-t-elle été analysée à l'aide d'un modèle ordinal mixte à liens cumulatifs (Cumulative Link Mixed Model, CLMM) en utilisant la fonction **clmm** sous le logiciel R intégrant les effets fixes du traitement (sans outil vs avec outil), de la séquence d'administration groupe (groupe 1 : sans outil → avec outil ; groupe 2 : avec outil → sans outil) et de la période (Période 1 vs Période 2), ainsi qu'un intercept aléatoire pour tenir compte de la dépendance des mesures répétées chez les mêmes sujets (ID_Ind). Ce modèle est donné par :

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

$$SCORE_EVALUATION \sim TRAITEMENT + GROUPE + PERIODE + (1|\, ID_Ind)$$

Caractéristique des dispositifs expérimentaux à effets croisés.

III- RÉSULTATS

La planche ci-dessous expose les résultats de cette étude consacrée à l'analyse de l'impact de l'utilisation des TICE sur les filles dans l'enseignement des mathématiques dans les établissements secondaires de la DRE-KARA (TOGO).

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

Planche des résultats de l'utilisation des TICE dans l'enseignement des filles en mathématiques

……

Soit le tableau 1 de la planche ci-dessus, l'analyse comparative des notes avant et après l'usage des Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

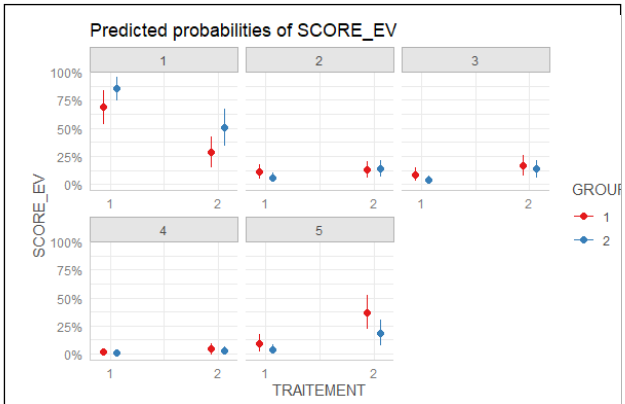
Variable	Modalités	Effectif (Pourcentage)
Niveau et groupe de l'élève	5eA	33 (48,5%)
	5eB	35 (51,5%)
Âge de l'élève	11-12 ans	21 (30,9%)
	13-14 ans	41 (60,3%)
	15-16 ans	6 (8,8%)
Note d'évaluation de l'élève en Mathématiques avant usage des TICE	Inférieur à 10	44 (64,7%)
	Entre 10 et 11	10 (14,7%)
	Entre 12 et 13	6 (8,8%)
	Entre 14 et 15	1 (1,5%)
	16 et plus	7 (10,3%)
Note d'évaluation de l'élève en Mathématiques après usage des TICE	Inférieur à 10	37 (54,4%)
	Entre 10 et 11	4 (5,9%)
	Entre 12 et 13	7 (10,3%)
	Entre 14 et 15	2 (2,9%)
	16 et plus	18 (26,5%)
TICE facilite ma compréhension du cours	Vrai	46 (67,6%)
	Faux	22 (32,4%)
La méthode suivie du professeur a amélioré ma note de Mathématiques	Oui	43 (63,2%)
	Non	25 (36,8%)
Les TICE améliorent les compétences en Mathématiques	Oui	43 (63,2%)
	Non	25 (36,8%)

Source : Données de l'enquête dans les établissements publics de la DRE-KARA, 2025

Tableau 2 : Test des coefficients des effets fixes

Prédicteur	β (SE)	OR (IC95%)	Z	p
Traitement	**1,743** (0,429)	**5,71** (2,46–13,25)	4,06	**<0,001**
Groupe	**−0,957** (0,413)	**0,38** (0,17–0,86)	−2,32	**0,021**
Période	**0,628** (0,387)	**1,87** (0,88–4,00)	1,62	**0,105**

Note : **β**=coefficient estimé du modèle CLMM **; SE** = erreur standard ; **z** = **statistique** de Wald **; OR** = odds ratio, obtenu par e^{β} **; IC95 %** = intervalle de confiance à 95 % de l'odds ratio, calculé à partir de l'intervalle de confiance des coefficients **; p** = probabilité.
Source : Données de l'enquête dans les établissements



Graphique : *Probabilités prédites des différentes catégories du score d'évaluation (SCORE_EV) selon le traitement (sans outil vs avec outil) et la séquence d'administration, estimées à partir du modèle ordinal mixte à liens cumulatifs. Les points représentent les probabilités prédites et les barres d'erreur les intervalles de confiance à 95 %.*

(TICE) révèle une amélioration notable. En effet, avant l'intégration des TICE, l'évaluation

montre que 64,7 % des élèves ont une note inférieure à 10/20 contre 10,3 % qui ont 16 et plus et les élèves avec des notes supérieures à 14 représentent seulement 11,8 %. Ce qui suggère que la majorité des élèves filles était en situation d'échec ou d'inaptitude en mathématiques. En revanche, après l'usage des TICE, les notes d'évaluation inférieures à 10 passent de 64,7 % à 54,4 % soit une baisse de 10,3 points de pourcentage. Cependant, les notes 16 et plus augmentent fortement, c'est-à-dire, passent de 10,3 % à 26,5 % et par conséquent les notes supérieures à 14 passent de 11,8 % à 29,4 %. Cette augmentation marquée des performances élevées et la baisse des faibles performances montre que l'intégration des TICE semble associée à une amélioration globale du rendement académique en mathématiques. À cet effet, l'analyse des perceptions des élèves sur l'usage des TICE indique d'une part que 67,6 % estiment que les TICE facilitent leur compréhension du cours contre 32,4 % qui ne partagent pas cet avis. D'autre part, 63,2 % déclarent que la méthode du professeur a amélioré leur note en mathématiques ou leurs compétences contre 36,8 % qui ne perçoivent pas d'amélioration. Par conséquent, les perceptions subjectives semblent concorder avec l'évolution objective des notes d'évaluation après usage des TICE.

En somme, ces résultats montrent une amélioration notable des performances en mathématiques après l'usage des TICE, accompagnée d'une perception majoritairement positive de leur efficacité. Cependant, l'importance persistante des faibles performances invite à justifier ces tendances par une étude des effets différentiels selon le niveau initial.

Soit le tableau 2, représentant l'estimation du modèle mixte généralisé donnée par : "logit"(P(Y≤k)) =α_k+β_1 " " TRAITEMENT+β_2 " " GROUPE+β_3 PERIODE+ε_i où les coefficients α_k (terme constant), β_1, β_2 et β_3 sont les paramètres estimés et ε_i le terme résiduel. Les paramètres ayant été estimés sur 136 observations provenant de 68 participants, chacun ayant été évalué à deux reprises.

Les résultats d'analyse des effets fixes consignés dans le tableau 2 révèlent un effet positif hautement significatif du traitement sur les scores d'évaluation observés ($\beta = 1{,}743$; $z = 4{,}063$; $p < 0{,}001$). L'odds ratio associé est de 5,71 (IC95 % : 2,46–13,25), ce qui signifie que, toutes choses égales par ailleurs, l'utilisation de l'outil pédagogique (TICE) multiplie par environ 5,7 les chances pour une apprenante d'obtenir un score appartenant à une catégorie supérieure par rapport à la condition sans outil. Ce résultat met en évidence un effet important de l'utilisation des TICE sur l'amélioration des performances des filles en mathématiques. De même, un effet significatif de la séquence d'administration est également observé ($\beta = -0{,}957$; $z = -2{,}316$; $p = 0{,}021$). L'odds ratio correspondant est de 0,384 (IC95 % : 0,17–0,86), signifiant que les participantes appartenant à la seconde séquence (groupe 2) présentent une

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

probabilité plus faible d'obtenir un score élevé que celles de la première séquence (groupe 1), après ajustement sur le traitement et la période. Cet effet suggère que l'ordre d'administration des conditions expérimentales influence les performances observées traduisant ainsi des différences de progression entre les deux groupes. En revanche, l'effet de la période n'est pas statistiquement significatif ($\beta = 0{,}628$; $z = 1{,}623$; $p = 0{,}105$) malgré l'odds ratio estimé 1,87 (IC95 % : 0,88–4,00). Ce résultat signifie qu'après prise en compte du traitement et de la séquence d'administration, aucune différence significative n'est observée entre la première et la deuxième période de mesure. Ce résultat suggère que les variations des performances sont principalement attribuables au traitement plutôt qu'à un simple effet du temps ou de l'apprentissage.

En outre, pour mieux visualiser les différentes variations des scores en fonction du traitement (sans outil vs avec outil) et de la séquence d'administration, les probabilités prédites d'appartenir à chacune des cinq catégories du score d'évaluation (SCORE_EV) ont été estimées à partir du modèle ordinal mixte et présentées sur le graphique.

L'analyse de ce graphique montre que les probabilités prédites mettent en évidence un déplacement de la distribution des scores vers les catégories les plus élevées lorsque les apprenantes utilisent l'outil pédagogique. À l'inverse, en l'absence de cet outil, les probabilités demeurent plus importantes dans les catégories de scores les plus faibles.

En effet, pour la **catégorie 1**, correspondant aux performances les plus faibles, la probabilité prédite est élevée lorsque les apprenantes sont évaluées sans l'outil pédagogique, particulièrement dans le groupe 2. Cette probabilité diminue nettement lorsque l'outil est utilisé, ce qui traduit une réduction du risque d'obtenir les niveaux de performance les plus faibles. En revanche, pour la **catégorie 5**, correspondant aux meilleures performances, l'effet du traitement apparaît particulièrement marqué. Dans les deux groupes, la probabilité prédite d'obtenir cette catégorie augmente lorsque les apprenantes utilisent l'outil pédagogique. Cette augmentation est particulièrement importante dans la séquence « sans outil → avec outil » (groupe 1), alors qu'elle diminue lorsque les participantes passent de la condition « avec outil » à la condition « sans outil » (groupe 2).

Ces résultats graphiques corroborent les estimations du modèle ordinal mixte. En effet, le coefficient positif associé au traitement ($\beta = 1{,}743$; $p < 0{,}001$; OR = 5,71) indique que l'utilisation des TICE accroît significativement la probabilité d'appartenir à une catégorie supérieure de performance. Le graphique montre que cette amélioration se traduit concrètement par une diminution des probabilités d'obtenir la catégorie de performance la

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

plus faible (catégorie 1) et une augmentation des probabilités d'obtenir la catégorie de performance la plus élevée (catégorie 5). Par ailleurs, l'effet significatif du groupe ($\beta = -0{,}957$; $p = 0{,}021$) est également perceptible sur la figure, les deux séquences présentant des niveaux de probabilité légèrement différents pour certaines catégories de scores, surtout les extrêmes. En revanche, l'absence d'effet significatif de la période ($p = 0{,}105$) suggère que les modifications observées sont principalement associées à l'utilisation de l'outil pédagogique plutôt qu'au simple déroulement temporel de l'étude.

En somme, les résultats montrent que l'utilisation de l'outil pédagogique est associée à une amélioration significative du score d'évaluation. Les apprenantes utilisant l'outil présentent une probabilité environ 5,7 fois plus élevée d'atteindre une catégorie supérieure de performance que lorsqu'elles travaillent sans cet outil. L'absence d'effet significatif de la période indique que cette amélioration ne s'explique pas simplement par la progression naturelle des apprenantes entre les deux phases de l'étude. En revanche, l'effet significatif du groupe confirme que la non-utilisation de l'outil dans la deuxième séquence d'administration constitue une potentielle cause de la diminution des performances des élèves.

IV-DISCUSSION

L'amélioration de la scolarisation des filles constitue une avancée importante dans le domaine de l'éducation. Toutefois, leur présence de plus en plus importante dans les établissements scolaires ne garantit pas nécessairement les mêmes chances de réussite que les garçons, particulièrement dans les disciplines scientifiques comme les mathématiques. C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude, qui cherche à comprendre dans quelle mesure l'intégration des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE) peut contribuer à améliorer les apprentissages mathématiques des filles dans les établissements secondaires de la DRE-Kara au Togo.

Les résultats obtenus mettent en évidence une évolution encourageante des performances scolaires après l'introduction du dispositif pédagogique intégrant les TICE. En effet, la proportion des participantes ayant obtenu une note inférieure à 10/20 passe de 64,7 % à 54,4 %. Dans le même temps, la part des élèves ayant atteint une note égale ou supérieure à 16/20 progresse de 10,3 % à 26,5 %. Ces résultats montrent que l'évolution positive ne se traduit pas uniquement par une diminution du nombre de notes insuffisantes. Elle se manifeste également par une augmentation de la proportion des élèves qui atteignent un niveau de performance élevé.

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

Ces constats permettent de porter un regard plus large sur la question de l'égalité des chances dans le système éducatif. En effet, il ne suffit plus de favoriser l'accès des filles à l'école ; il importe également de leur offrir des conditions d'apprentissage susceptibles de leur permettre de développer pleinement leurs compétences. Dans cette optique, l'intégration des TICE apparaît comme une piste pédagogique intéressante à explorer pour améliorer leur rapport aux mathématiques et soutenir leur réussite scolaire.

Cette réflexion rejoint les préoccupations des Objectifs de développement durable, notamment les cibles 4.1 et 4.5. La première met l'accent sur l'accès de tous à un enseignement primaire et secondaire de qualité, tandis que la seconde insiste sur l'élimination des disparités entre les sexes dans le domaine de l'éducation. Ainsi, les résultats de cette recherche apportent un éclairage sur les possibilités qu'offre l'innovation pédagogique dans la recherche d'une éducation plus équitable.

Au-delà des résultats descriptifs, l'analyse statistique réalisée à partir du modèle ordinal mixte vient renforcer la tendance observée. Le coefficient associé au traitement est positif et statistiquement significatif, avec un odds ratio de 5,71 et un intervalle de confiance à 95% compris entre 2,46 et 13,25. Sous réserve du codage des variables et du respect des hypothèses du modèle, ce résultat indique que l'utilisation des TICE est associée à des chances cumulées plus élevées d'appartenir à une catégorie supérieure de performance, après la prise en compte du groupe et de la période.

Ces observations rejoignent les conclusions des travaux de Houloum (2021) qui soulignent l'intérêt des technologies numériques dans l'amélioration des apprentissages, particulièrement lorsqu'elles sont intégrées dans une démarche pédagogique réfléchie. À ce sujet, l'étude de Hillmayr, Ziernwald, Reinhold, Hofer et Reiss (2020) mérite une attention particulière. Ces auteurs mettent en évidence un effet global favorable des outils numériques sur les apprentissages en mathématiques et en sciences dans l'enseignement secondaire, avec une différence moyenne standardisée de g = 0,65. La tendance observée dans la présente recherche va donc dans le même sens que ces conclusions, même si les deux études ne reposent pas sur les mêmes indicateurs statistiques et que leurs résultats ne peuvent être directement comparés en termes d'ampleur.

Les résultats obtenus peuvent également être rapprochés de ceux de Mastafi (2020), qui s'est intéressé aux perceptions des enseignants du secondaire concernant la place des technologies

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

de l'information et de la communication dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Son étude montre notamment que les enseignants reconnaissent aux TIC la capacité d'enrichir les contenus pédagogiques, de diversifier les méthodes d'enseignement et de mieux tenir compte du niveau ainsi que du rythme d'apprentissage des élèves.

La présente étude apporte un complément à ces travaux dans la mesure où elle ne s'intéresse pas uniquement aux perceptions des acteurs éducatifs, mais prend également en compte les résultats obtenus par les élèves lors des évaluations. Elle permet ainsi de mettre en relation l'utilisation d'un dispositif pédagogique intégrant les TICE avec l'évolution des performances scolaires.

L'analyse des réponses recueillies auprès des participantes révèle également une appréciation globalement positive du dispositif pédagogique. En effet, les filles interrogées estiment que les TICE facilitent leur compréhension des cours. Aussi, soutiennent-elles que la méthode utilisée par le professeur a contribué à l'amélioration de leurs notes. La même proportion considère que les TICE permettent d'améliorer leurs compétences en mathématiques. C'est ce qui se déduit de la perception de cette élève à travers laquelle elle déclare : *« Quelle magie ! Ma note s'est améliorée avec l'utilisation du vidéoprojecteur »* (entretien avec une élève de 4ème, Avril, 2026). Pour une autre : « *Cet appareil permet au Prof de mieux expliquer son cours car je comprends mieux quand il en fait usage* » (entretien avec une élève, Mai, 2026).

Ces résultats sont particulièrement intéressants, car ils montrent que les participantes ne perçoivent pas uniquement les TICE comme de simples outils technologiques. Elles semblent également reconnaître leur intérêt dans le processus d'apprentissage, notamment en ce qui concerne la compréhension des notions enseignées et le développement de leurs compétences.

Cette perception rejoint, dans une certaine mesure, les observations de Mastafi (2020). Dans ses travaux, l'auteur rapporte que les enseignants associent l'intégration des TIC à une amélioration de la motivation, de la persévérance et de l'autonomie des élèves. Toutefois, il importe de souligner que les deux recherches n'abordent pas exactement les mêmes dimensions. Alors que Mastafi (2020) s'appuie sur les perceptions des enseignants, la présente étude donne davantage la parole aux élèves elles-mêmes, en s'intéressant principalement à leur appréciation de la compréhension des cours et de leurs progrès en mathématiques.

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

La compréhension perçue constitue ainsi un élément important pour interpréter les résultats. Lorsqu'une élève estime mieux comprendre une notion, cela peut traduire le fait que les méthodes utilisées en classe lui permettent de suivre plus facilement les explications et de participer aux activités proposées. Cependant, en l'absence d'informations plus précises sur les outils numériques et les activités effectivement mis en œuvre, il serait difficile d'affirmer que cette amélioration résulte spécifiquement de la visualisation des notions, de l'interactivité ou encore de la rétroaction immédiate.

Par ailleurs, même si les résultats sont encourageants, ils ne permettent pas d'affirmer que le dispositif a nécessairement renforcé la motivation, le sentiment de compétence ou l'autonomie des participantes. Ces dimensions, bien qu'importantes dans l'apprentissage des mathématiques, n'ont pas fait l'objet de mesures spécifiques dans cette étude. Elles peuvent donc être envisagées comme des pistes explicatives intéressantes, qui mériteraient d'être approfondies dans de futurs travaux.

Les difficultés rencontrées par les filles dans l'apprentissage des mathématiques ne peuvent être comprises indépendamment de leur environnement scolaire, familial et socioculturel. Les représentations sociales, les attentes de l'entourage et certaines perceptions défavorables à la participation des filles dans les filières scientifiques peuvent, dans certains contextes, influencer leur rapport aux disciplines. C'est exactement ce que relève ce focus group :

1ère Fille : « *Mon père me dit que les sciences c'est les garçons ; les filles sont faites pour exceller en littérature. Et s'est toujours mis en colère quand ma note en français ou en anglais n'était pas bonne* »

2ème Fille : *« C'est horrible ce que la société pense de nous les filles quand aux sciences. Inégalités de genres partout alors que beaucoup de rencontres internationales prônent égalités de chances de réussite, les gens tendent à nous souscrire* »

3ème Fille : « *Oui c'est vrai tout ce qui est dit. Et cela fait mal et plus mal quand on constate qu'un parent sensé défendre sa fille raisonne et agit ainsi* » (Focus group avec les filles, Mai 2026).

Dans ce contexte, les résultats de la présente étude invitent à accorder une attention particulière aux conditions pédagogiques dans lesquelles les filles apprennent les mathématiques. L'évolution des performances observée après l'introduction du dispositif

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

intégrant les TICE laisse penser que les résultats scolaires peuvent être sensibles aux méthodes d'enseignement utilisées et aux conditions dans lesquelles les apprentissages se déroulent.

Cette observation mérite d'être soulignée, car une faible performance en mathématiques ne devrait pas être systématiquement interprétée comme le signe d'une incapacité de l'élève. Une note inférieure à 10/20 traduit avant tout un niveau de maîtrise insuffisant lors d'une évaluation donnée. Elle ne permet pas, à elle seule, de conclure à une incapacité durable ou à un manque de potentiel dans cette discipline.

Par ailleurs, il serait cependant excessif d'affirmer, sur la base des résultats obtenus, que l'utilisation des TICE a permis de réduire les inégalités entre les filles et les garçons. En effet, l'échantillon de cette étude étant exclusivement composé de filles, aucune comparaison directe avec les performances des garçons n'a été réalisée. De même, les données recueillies ne permettent pas de mesurer l'évolution des stéréotypes liés au genre, des attentes des enseignants ou des attitudes des familles à l'égard des apprentissages scientifiques des filles.

La contribution de cette recherche doit donc être comprise dans une perspective plus précise : elle met en évidence une association favorable entre l'utilisation d'un dispositif pédagogique intégrant les TICE et les performances scolaires d'un groupe de filles de la DRE-Kara. Elle apporte ainsi des éléments de réflexion sur les possibilités offertes par l'innovation pédagogique pour soutenir leur réussite en mathématiques, sans prétendre que l'ensemble des obstacles sociaux et culturels évoqués a été surmonté.

Si les résultats obtenus sont encourageants, ils ne doivent pas conduire à occulter les difficultés qui persistent. En effet, malgré l'amélioration constatée, toutes les participantes n’ont pas pu obtenir une note supérieure à 10/20 dans la distribution correspondant à l'utilisation des TICE. Ce résultat montre que, même si le dispositif semble favoriser une évolution positive des performances, une proportion des élèves éprouve toujours des difficultés dans l'apprentissage des mathématiques.

Ce constat rappelle que l'intégration des technologies numériques ne constitue pas, à elle seule, une solution à toutes les difficultés rencontrées par les élèves (Houloum (2021). Les outils technologiques peuvent enrichir les situations d'apprentissage, mais leur efficacité

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

dépend aussi de la manière dont ils sont utilisés et de la capacité de l'enseignant à tenir compte des besoins réels des apprenantes.

Cette réflexion rejoint les observations de Mastafi (2020) et Houloum (2021), qui insistent notamment sur l'importance d'adapter les activités pédagogiques au niveau et au rythme de chaque élève. Dans cette perspective, l'intérêt des TICE réside également dans les possibilités qu'elles offrent pour diversifier les supports d'apprentissage et proposer des démarches mieux adaptées aux difficultés rencontrées.

Un autre élément mérite également d'être pris en considération : l'augmentation de la proportion des notes égales ou supérieures à 16/20. Cette progression est particulièrement encourageante, mais elle soulève une question importante concernant la répartition des bénéfices du dispositif entre les différentes catégories d'élèves. Les données disponibles ne permettent pas de savoir si les progrès ont principalement concerné les élèves qui obtenaient déjà de bons résultats ou s'ils ont également permis aux élèves initialement en difficulté d'améliorer significativement leurs performances.

Pour mieux comprendre cette évolution, il serait pertinent de réaliser une analyse des trajectoires individuelles des participantes. Un tableau de transition des notes permettrait notamment d'identifier celles qui ont progressé, celles dont les résultats sont restés relativement stables et celles qui ont éventuellement enregistré une baisse de performance.

Une telle analyse présenterait un intérêt particulier pour apprécier la dimension équitable du dispositif. En effet, une amélioration générale des résultats ne signifie pas nécessairement que toutes les élèves ont bénéficié des mêmes possibilités de progression. Il importe donc de s'intéresser non seulement à l'évolution globale des performances, mais également à la manière dont les progrès se répartissent entre les participantes.

CONCLUSION

Cette étude a pour objectif de montrer qu'il y a une relation entre l'usage des TICE et les performances des filles en mathématiques au collège. Les résultats auxquels nous sommes parvenus apportent des éléments de compréhension sur les possibilités offertes par les TICE pour soutenir l'apprentissage des mathématiques chez les filles dans les établissements secondaires de la DRE-Kara. L'un de ses principaux intérêts réside dans la prise en compte simultanée des performances scolaires et des perceptions des participantes. Cette double

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

approche permet de ne pas limiter l'analyse aux seules notes obtenues, mais également de considérer la manière dont les élèves vivent et apprécient le dispositif pédagogique proposé. Toutefois, plusieurs limites doivent être prises en compte pour apprécier correctement la portée des résultats. Tout d'abord, l'effectif de 68 élèves et le caractère localisé de l'étude ne permettent pas de généraliser automatiquement les conclusions à l'ensemble des établissements secondaires du Togo. Les résultats doivent donc être interprétés en tenant compte du contexte particulier dans lequel la recherche a été menée. Ensuite, les 136 observations prises en compte correspondent à deux évaluations réalisées auprès de chacune des 68 participantes. Elles ne représentent donc pas 136 élèves indépendantes. La prise en compte de cette répétition dans le modèle statistique est essentielle pour éviter de surestimer la quantité d'informations réellement apportées par l'échantillon. La qualité des conclusions dépend également de la comparabilité des épreuves administrées et du respect des conditions prévues dans le protocole de recherche.

Par ailleurs, certaines dimensions importantes de l'apprentissage n'ont pas été directement mesurées. C'est notamment le cas de la motivation, de l'autonomie, du sentiment de compétence et des représentations sociales liées au genre. Leur absence limite la possibilité d'expliquer en profondeur les mécanismes par lesquels les TICE pourraient agir sur les performances des filles.

Enfin, l'absence d'un suivi à plus long terme ne permet pas de savoir si les améliorations observées se maintiennent dans le temps ou si elles se reproduisent lorsque les élèves sont confrontées à d'autres notions mathématiques. Il serait donc intéressant de prolonger cette recherche par des études permettant d'apprécier la durabilité des apprentissages et leur transfert à d'autres situations scolaires.

Sur le plan pédagogique, les résultats invitent à considérer les TICE comme un moyen d'enrichir les pratiques d'enseignement plutôt que comme un substitut aux méthodes pédagogiques classiques. Leur intégration gagnerait à être accompagnée d'activités adaptées au niveau des élèves, d'explications suffisamment structurées, d'un suivi régulier des apprentissages et de séances de remédiation destinées aux élèves qui rencontrent encore des difficultés.

Une telle démarche permettrait de mieux exploiter les possibilités offertes par les outils numériques tout en maintenant l'enseignant au centre du processus d'accompagnement

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

pédagogique. Elle rejoint les réflexions de Mastafi (2020) sur la diversification des stratégies d'enseignement et l'adaptation des activités aux besoins des apprenants, sans pour autant supposer que toutes ces modalités ont été directement évaluées dans la présente étude.

En définitive, les résultats de cette recherche mettent en évidence l'intérêt d'approfondir l'intégration pédagogique des TICE dans l'enseignement des mathématiques, particulièrement dans une perspective de soutien à la réussite scolaire des filles. L'évolution des performances observée, associée aux perceptions majoritairement favorables des participantes, constitue un résultat encourageant dans le contexte étudié.

Toutefois, il convient de garder à l'esprit que les résultats établissent avant tout une association favorable à court terme entre le dispositif pédagogique intégrant les TICE et les performances des participantes. Ils ne suffisent pas encore à démontrer un effet durable, une réduction des inégalités entre les sexes ou une transformation des représentations socioculturelles qui entourent l'apprentissage des mathématiques par les filles. Ces différentes questions méritent d'être approfondies à travers des recherches complémentaires, menées sur des échantillons plus larges et dans des contextes scolaires diversifiés.

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Armendone, D. et Le Roy, P. (2014). *L'impact de l'iPad sur l'apprentissage des élèves dans l'enseignement obligatoire : état des lieux et recommandations.* Repéré à http://creative.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=f0531aed-c200-4161-9cdf-66ae8b35d2f6&groupId=96459

Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education, 153,* Article 103897. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897

Houloum, B. (2021). *Technologies de l'information et de la communication (TIC), milieu social et performances scolaires chez les écoliers dans la région des Savanes au Togo* [Thèse de doctorat, Université de Kara]

Karsenti, T. et Larose, F. (2005). L'intégration pédagogique des TIC dans le travail enseignant : recherches et pratiques. Québec, Québec : Presses de l'Université du Québec]. Revue des sciences de l'éducation, 33(3), 765–766. https://doi.org/10.7202/018968ar

Kılıç, R. (2007). *The impact of webquest supported cooperative learning on the achievement and the attitude towards mathematics* (Thèse de doctorat inédite). Université Osmangazi.

Mastafi, M. (2020). Rôles et impacts des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques : perceptions des enseignants du secondaire. *Formation et profession, 28*(2)

Mounet, J. (dir.) (2008). Pour le développement du numérique à l'école. MEN / mission e-Educ. https://www.vie-publique.fr/rapport/29782-pour-le-developpement-du-numerique-lecole-rapport-de-la-mission-e-e (récupéré le 11/11/2026)

Nations Unies. (s. d.). *Objectif 4 : assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie.* Développement durable

UNDER PEER REVIEW IN IJAR

Moussa Tessa, O. (2011). Impacts des TIC sur la motivation des étudiants à l'apprentissage des mathématiques à l'Université Abdou Moumouni au Niger. Thèse en vue de l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en sciences de l'éducation, Option intégration pédagogique des TIC

Reinhold, F., Hofer, S. I., Hoch, S., Werner, B., Richter-Gebert, J., & Reiss, K. (2020). Digital support principles for sustained mathematics learning in disadvantaged students. *PLOS ONE, 15*(10), Article e0240609. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240609

Yorganci, S. (2014). Web tabanli uzaktan eğitim yönteminin öğrencilerin matematik başarilarina etkileri. The effects of web based distance education method on students' mathematics achievements Kastamonu Eğitim Dergisi, 23(3), 1401-1420

UNDER PEER RE IJAR