



Effets de l'utilisation des écrans comme support pour la mémorisation d'informations nouvelles : évaluation de la mémoire de travail

Yacouba OUATTARA^{1*}, Prisca Joëlle Djoman DOUBRAN¹, Koffi Mathias YAO¹ et Soualiho OUATTARA²

¹UPR Neurosciences, Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles, UFR Sciences Médicales, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : yacouba.ouattara@ufhb.edu.ci ; Tel. : (+225) 0556383000

Received: 29-04-2024

Accepted: 20-06-2024

Published: 30-06-2024

RÉSUMÉ

La mémoire de travail joue un rôle central dans la cognition et sa capacité est le meilleur prédicteur des performances dans les activités cognitives complexes et les apprentissages. Cette étude visait à évaluer et à comprendre les effets de l'utilisation des écrans sur cette mémoire en situation d'apprentissage. À cette fin, une évaluation de la mémoire de travail visuospatiale a été réalisée au moyen d'épreuves d'évocation d'objets familiers. Cent étudiants, répartis en quatre groupes, ont participé aux expériences. Dans les différentes expériences, les performances des sujets ayant effectué l'apprentissage avec écran ont été comparées à celles des sujets ayant appris sans écran. Les résultats ont montré que les différences de performance n'étaient pas significatives entre les différents groupes. Il ressort donc, de cette étude, que les sujets apprennent de la même façon, quel que soit le moyen d'apprentissage utilisé (avec écran ou sans écran). Ainsi, l'utilisation des écrans pour l'apprentissage n'a pas d'impact significatif sur la mémoire de travail.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Apprentissage, Mémoire de travail, Écran, Performances, Cognition.

Effects of using screens as a support for memorizing new information: evaluation of working memory

ABSTRACT

Working memory has a central role in cognition and its capacity is the best predictor of performance in complex cognitive activities and learning. This study aimed to assess and better understand the effects of the use screens on this memory. For this, an evaluation of visuospatial working memory was conducted using familiar object evocation test. One hundred students, divided into four groups, took part in the experiments. In the different experiments, the performances of subjects who learned with a screen were compared to those who learned without a screen. Our results showed that the effects were not significant between the different groups. It therefore emerges from this study that subjects learn the same way, regardless of the means of learning (with or without screen). Thus, the use of screens for learning has no significant impact on working memory.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Learning, Working memory, Screen, Performance, Cognition.

INTRODUCTION

Chaque période de développement est marquée par ses propres caractéristiques et moyens distinctifs, comme illustrés par la révolution industrielle. Cette dernière a transformé le monde, introduisant de nouvelles méthodes de production et changeant radicalement les structures sociales (Brasseul, 2019). Aujourd'hui, nous sommes témoins d'une autre transformation majeure : la révolution numérique. Succédant aux révolutions industrielles, elle change, à son tour, nos existences et nos sociétés de manière significative (Mequanint et Lemma, 2014). Les nouvelles technologies, apparues à la fin du 20^e siècle, sont aujourd'hui omniprésentes, que ce soit l'internet, l'ordinateur, le smartphone, la télévision ou la console de jeu, elles sont devenues une partie intégrante de nos vies (Lachat, 2018). Elles ont non seulement modifié notre façon de vivre, mais ont également redéfini nos interactions et nos relations humaines. Ces dispositifs, bien plus que de simples outils de communication, ont fait évoluer les usages. Ils ont incité les professionnels de nombreux secteurs, tels que la santé, l'éducation, les entreprises, à développer leurs services et leur stratégie de distribution multicanale pour s'adapter à ce nouveau type de consommation (Lachat, 2018).

Ces avancées ne seraient pas possibles sans une interface essentielle à l'interaction : l'écran. C'est à travers cet écran que nous recevons, comprenons et mémorisons les informations. Selon Frau-Meigs (2011), « L'écran est sans doute un des objets techniques les plus évidents dans notre société, au point d'en paraître transparent ». Cependant, cette omniprésence des écrans pose de nouveaux défis pour notre mémoire, notamment la mémoire de travail, qui est sollicitée de manière inédite. Cette mémoire joue un rôle clé dans la cognition, dans la gestion des informations, permettant de retenir

temporairement les données pertinentes pour l'apprentissage et la résolution de problèmes (Dagry, 2019). Ainsi, alors que l'utilisation des technologies d'écran, se généralise, des questions émergent quant à leur impact sur l'apprentissage et la mémoire des apprenants. Face à ce phénomène, certaines institutions éducatives sont confrontées à un dilemme : faut-il maintenir certains repères pédagogiques et traditions avec les supports traditionnels ou plutôt promouvoir des innovations pédagogiques à travers l'utilisation des écrans? (Coen, 2011). Les communautés enseignantes s'interrogent également sur le rôle de la technologie dans le désir d'apprendre des élèves et sur la manière dont elle influence la rétention de l'information, comme l'ont souligné Granito et Tchernobilsky (2012). En somme, le support traditionnel des informations écrites que l'étudiant doit percevoir, comprendre, interpréter et mémoriser n'est plus uniquement le papier, mais aussi l'écran (Bélisle, 2011).

Par ailleurs, l'impact des écrans sur la cognition reste un domaine peu exploré en Afrique. Les théories existantes expliquant la relation entre écrans et cognition ont été principalement conçues et étudiées dans des contextes occidentaux. Il est donc essentiel de s'intéresser à cette relation dans des contextes non occidentaux, afin d'élargir ou généraliser les connaissances dans ce domaine d'étude. C'est dans cette optique que nous avons initié ce travail de recherche. L'objectif de cette étude était d'évaluer comment l'utilisation du support écran affecte la mémoire de travail des étudiants.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sujets

Il s'agissait d'une étude transversale menée, de septembre à octobre 2020, sur un échantillon de 100 étudiants du premier cycle universitaire, de sexe masculin et féminin, dans la salle de l'Unité Pédagogique et de Recherche

(UPR) de Neurosciences de l'UFR Biosciences à l'Université Félix Houphouët Boigny. L'âge des sujets était compris entre 18 et 25 ans avec une moyenne de 21 ans. Ces participants ont été retenus sur la base des critères d'inclusion suivants : être étudiant ; être disponible pour l'étude ; consentir à participer à l'étude. Les critères de non-inclusions étaient la difficulté à s'exprimer ou à donner de façon évidente un consentement libre ou éclairé. Ils ont été répartis en quatre groupes de 25 étudiants : Un groupe qui a choisi de faire l'apprentissage uniquement à travers un écran, un groupe qui a choisi de faire l'apprentissage uniquement sur support physique, sans écran, un groupe auquel la méthode d'apprentissage avec écran a été imposée, et un groupe auquel la méthode d'apprentissage sans écran a été imposée.

Matériel

Matériel technique

Le matériel était essentiellement composé d'un support écran, notamment un ordinateur portable qui a servi d'outil d'apprentissage pour les étudiants travaillant avec écran, de neuf images d'objets familiers et d'un cadre carré de neuf cases qui a servi d'outil d'apprentissage pour les étudiants travaillant sans écran.

Méthodes

Méthodes d'évaluation de la mémoire de travail

Il s'agissait d'étudier l'évocation d'images simples au cours d'épreuves d'apprentissage d'une disposition spatiale (Yao et al., 2011). Chaque sujet devait mémoriser la disposition de neuf images d'objets familiers qui étaient : un boubou, un porc, une mangue, une clé, un vélo, un bus, un masque, une machette et un tam-tam. Ces images étaient disposées sur neuf cases dans un cadre carré ou sur l'écran d'ordinateur placé devant lui. Le délai entre la présentation des images et le rappel était fixé à quinze secondes.

Au cours de cette présentation qui précédait l'épreuve (évocation), la disposition des images dans les cases ne changeait pas (chaque image occupait toujours la même place sur le cadre). Par contre, l'ordre de présentation des images variait d'un essai à l'autre. La disposition de chaque image était montrée successivement pendant cinq secondes au sujet qui recevait pour consigne de bien retenir la position de l'image dans le cadre. La disposition d'ensemble des neuf images dans les neuf cases n'était pas présentée au sujet ; ce qui impliquait que chaque image soit retirée avant la présentation de la suivante. Concrètement, le sujet devrait dire à l'expérimentateur le nom de l'image qui était associé à la case que ce dernier lui présentait.

L'évocation des neuf cases constituait un essai qui pouvait être réussi ou pas. Pour chaque type d'épreuve, le critère de mémorisation de la disposition spatiale était limité à trois essais successifs sans erreur. En cas d'échec, l'épreuve était arrêtée après dix essais. Au cours de l'exercice, les réponses exactes étaient confirmées par l'expérimentateur et les erreurs étaient signalées au sujet.

Analyse statistique

Pour cette épreuve, l'échantillon était une série d'essais pouvant atteindre le nombre maximal de dix lorsque la mémorisation était tardive ou n'avait pas été établie. Le caractère étudié était le nombre d'erreurs par essai. La mémorisation de la position spatiale portant sur neuf images d'objets usuels, le nombre maximal d'erreurs pourrait être de neuf. Le pourcentage d'erreurs (%E) a été déterminé de la manière suivante :

$$\%E = \frac{\text{Nombre d'erreurs pour l'essai considéré}}{\text{Nombre maximum d'erreurs}} \times 100$$

$$\%E = \frac{\text{Nombre d'erreurs pour l'essai considéré}}{9} \times 100$$

Par ailleurs, à chaque série d'expériences, deux groupes de sujets étaient à comparer. Il s'agissait d'analyser le comportement d'ensemble de chaque groupe à travers leurs performances et de confronter ces résultats aux autres groupes. Ainsi, il convenait de vérifier la significativité des différences probables observées entre les moyennes des erreurs obtenues dans chaque groupe, c'est-à-dire savoir si pour chaque épreuve la différence de performances entre deux groupes donnés était significative ou pas. Pour ce faire, une analyse de variance (ANOVA) univariée, grâce au logiciel Statistica® 10.0, avait permis de faire ces comparaisons.

La probabilité (p) de 0,05 était considérée comme valeur limite de significativité. Ainsi, si « p » était inférieur ou égal à 0,05, alors la différence entre les variables comparées était significative. Par contre, si « p » était supérieur à 0,05, alors la différence entre les deux variables comparées n'était pas significative.

RÉSULTATS

L'apprentissage avec écran et l'apprentissage sans écran (choix)

Dans notre étude, nous avons observé les performances de deux groupes de sujets : ceux qui ont choisi l'écran comme moyen d'apprentissage et ceux qui ont opté pour une méthode sans écran. Les résultats ont indiqué que le groupe ayant utilisé l'écran a réussi le test de mémoire avec un taux d'erreur maximal de 38,67%, tandis que le groupe sans écran a enregistré un taux d'erreur de 41,33% (Figure 1). Il est à noter qu'aucun essai sans erreur n'a été enregistré chez les sujets ayant choisi de faire le test sans écran. Malgré ces différences, les performances globales des deux groupes étaient presque similaires. L'analyse statistique

a montré que la différence entre les deux groupes n'était pas significative, avec un $F(1, 18) = 0,43546$ et un $p = 0,51768 > 0,05$.

L'apprentissage avec écran (imposé) et l'apprentissage sans écran (imposé)

Selon les données présentées dans la Figure 2, les sujets pour lesquels l'utilisation de l'écran a été imposée comme moyen d'apprentissage ont réussi le test avec un maximum de sept essais et un taux d'erreur de 44,44%. En revanche, pour les sujets contraints de passer le test sans écran, le taux d'erreur était de 35,56%, avec un maximum de six essais. Il est important de noter qu'aucun essai sans erreur n'a été enregistré dans les deux groupes. Bien qu'il y ait ces différences, les performances globales des deux groupes étaient presque similaires. L'analyse statistique a révélé que la différence entre les deux groupes n'était pas significative, avec un $F(1, 18) = 0,04878$ et un $p = 0,82769 > 0,05$.

L'apprentissage avec écran (choix) et l'apprentissage avec écran (imposé)

Les résultats indiquent que le groupe qui a choisi d'utiliser l'écran a enregistré un taux d'erreur de 38,67%, tandis que le groupe à qui l'utilisation de l'écran a été imposée a enregistré un taux d'erreur légèrement plus élevé de 44,44% (Figure 3). Malgré cette différence apparente, l'analyse statistique plus approfondie a montré que les performances des deux groupes étaient en réalité très similaires. En effet, le test de comparaison entre les deux groupes donne un $F(1, 18) = 0,00930$, avec une valeur p de 0,92426, qui est supérieure au seuil de significativité de 0,05. Cela suggère que la différence observée dans les taux d'erreur n'était pas statistiquement significative.

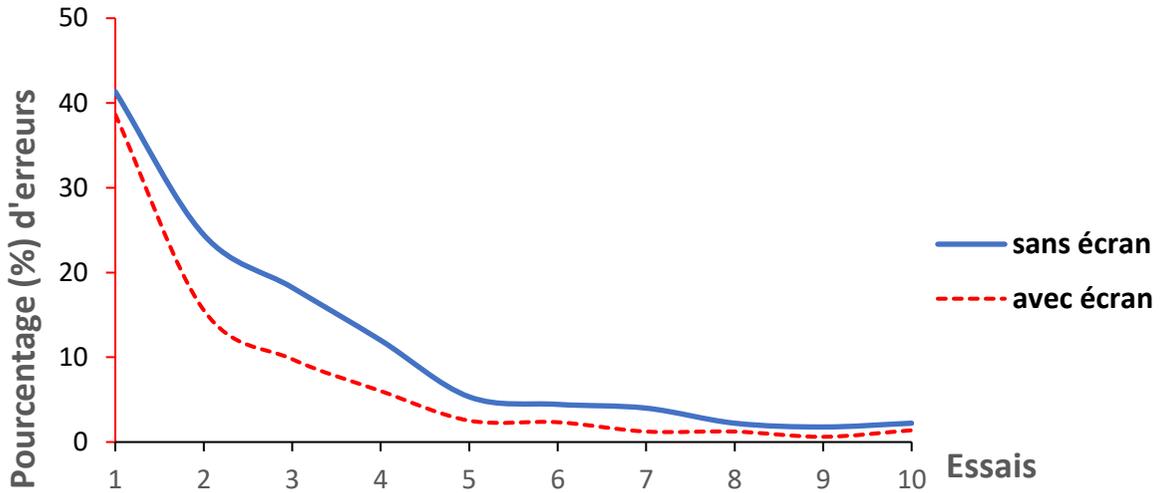


Figure 1 : Performances (pourcentage d'erreurs) des étudiants ayant fait des choix à l'épreuve d'évocation.

Sans écran : sujets ayant participé au test de mémoire en choisissant de ne pas utiliser d'écran ; Avec écran : sujets ayant participé au test de mémoire en choisissant d'utiliser un écran.

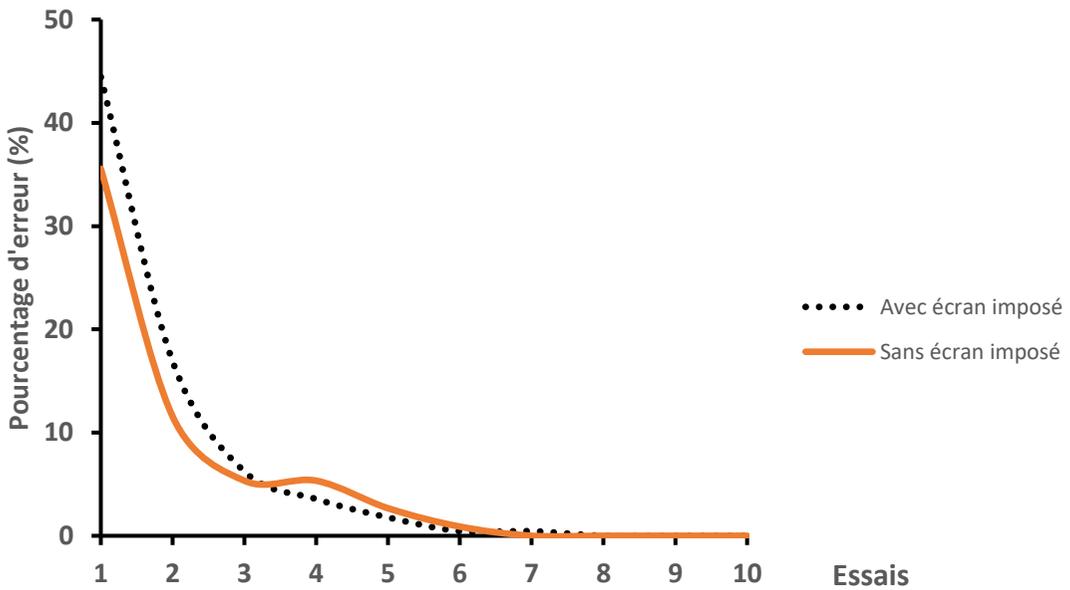


Figure 2: Performances des sujets ayant utilisé un support non choisi au test d'évocation.

Sans écran imposé : sujets ayant participé au test de mémoire en choisissant le mode avec écran et à qui l'on a imposé l'apprentissage sans écran ; Écran imposé : sujets ayant participé au test de mémoire en choisissant le mode sans écran et à qui l'on a imposé l'utilisation de l'écran pour l'apprentissage.

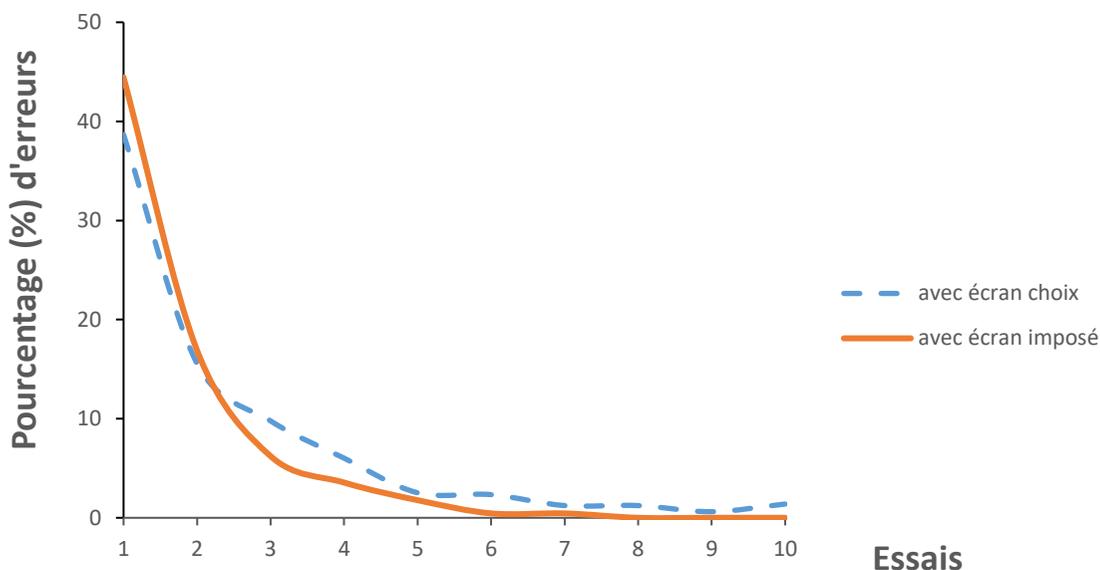


Figure 2: Courbe des pourcentages d'erreurs des sujets ayant choisi l'apprentissage « avec écran » et ceux ayant été obligés d'apprendre « avec écran ».

Avec écran : sujets ayant participé au test de mémoire en choisissant d'utiliser un écran ; Écran imposé : sujets ayant participé au test de mémoire en choisissant le mode sans écran et à qui l'on a imposé l'utilisation de l'écran pour l'apprentissage.

DISCUSSION

Dans cette étude, nous avons utilisé l'épreuve d'évocation d'images pour évaluer l'impact de l'écran sur la mémoire de travail (visuospatiale) chez les étudiants en comparant les performances des sujets qui ont appris avec un écran et ceux qui ont appris sans écran dans diverses conditions. Sur le plan neurophysiologique, l'acte d'évocation consisterait à rechercher, à reconstruire et à reconnaître des événements antérieurs et à adapter le comportement aux sollicitations nouvelles (Adou et al., 2010). La mémoire de travail est un mécanisme cognitif essentiel pour l'apprentissage, la rétention et l'exécution de certaines tâches (Shi et al., 2020). Elle suppose non seulement que le sujet enregistre différents événements successifs, mais aussi l'ordre dans lequel ils se produisent et enfin les utiliser de façon sélective ultérieurement (Adou et al., 2010).

Dans cette étude, nos résultats ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative entre les performances des sujets qui ont utilisé l'ordinateur comme moyen d'apprentissage et ceux qui ne l'ont pas utilisé. Ce qui veut dire que les sujets ont appris de la même façon. Cela pourrait se comprendre par le fait qu'il n'existerait pas de processus cérébral spécifique à l'apprentissage sur écran. Selon Baccino, que le lecteur lise sur écran ou sur papier, ce sont les mêmes zones cérébrales qui sont mobilisées (Testard-Vaillant et Bettayeb, 2009). Ces résultats sont accord avec les travaux de Noyes et Garland (2008) et Noyes et al. (2004). En effet, ces auteurs ont montré que la rétention et la compréhension sont les mêmes lorsqu'un même document est présenté aux étudiants sur écran ou sur papier, mais il y avait une différence significative dans la manière dont les individus récupéraient leurs connaissances. Cela reflète peut-être des différences dans l'utilisation et l'organisation

de la mémoire entre les deux modes de test. Ces auteurs ont également montré que le test sur ordinateur exigeait plus d'efforts (charge cognitive) que le test de compréhension sur papier. Ainsi, pour Jamet (2009), il est impossible de conclure qu'il aurait une quelconque supériorité des documents présentés à l'écran sur leurs homologues imprimés.

Par ailleurs, il est important de noter que la littérature scientifique présente des divergences concernant l'effet des écrans. Plusieurs auteurs concluent à une amélioration du rendement et des notes suite à l'intégration des technologies dans les activités scolaires. Ravitz et Mergendoller (2002) rapportent que les élèves des écoles secondaires qui utilisent l'ordinateur à l'école (logiciels éducatifs et salles informatiques) apprennent mieux et ont de meilleurs résultats aux tests standardisés. Par contre, certaines études ont conclu que l'utilisation des écrans a peu ou pas d'impact sur les performances par rapport à ceux qui suivent des cours traditionnels (Brallier et al., 2007 ; Noyes et al., 2004) alors que d'autres concluent que les technologies pourraient même nuire à l'apprentissage puisque l'élève pourrait être distrait des objectifs de la leçon (Fried, 2008). Pour Baccino (2004), la lecture sur papier serait plus efficace qu'avec un ordinateur. En effet, selon cet auteur, la lecture sur écran entraîne une détérioration de la mémoire spatiale. Avec un texte sur papier, il arrive parfois que l'on se souvienne de l'endroit du texte où l'on avait trouvé une information. Parfois même, on ne se souvient plus de l'information, mais seulement de sa localisation (dans le texte ou dans le livre).

En ce qui concerne l'étude de l'intérêt de la technologie sur la mémorisation, nos recherches ont révélé qu'il n'y avait pas de différence significative entre les performances des étudiants qui ont choisi leur méthode d'apprentissage et celles de ceux à qui une méthode a été imposée. Nos résultats rejoignent ceux de Laverdière (2013). Dans son

étude, cet auteur a montré que parmi les étudiants qui n'étaient pas particulièrement attirés par l'utilisation de l'ordinateur, l'anxiété liée à l'utilisation de cet outil n'avait pas d'impact notable sur leurs performances. Cela était vrai tant pour la compréhension verbale que pour la mémoire de travail, et ce, indépendamment de la méthode d'évaluation de l'intelligence utilisée (qu'elle soit informatisée ou traditionnelle). Cependant, selon les travaux de Granito et Tchernobilsky (2012) menés sur 102 élèves âgés de 12 et 13 ans, il a été observé que lorsque les élèves ont la liberté de choisir leur méthode d'apprentissage, ils mémorisaient et retenaient l'information de manière plus efficace que lorsqu'une méthode leur est imposée. Après une série de trois tests, cette tendance est devenue évidente. Par conséquent, ces auteurs suggèrent que l'intérêt et la motivation pour la technologie favorisent une meilleure rétention de l'information. Ces résultats soulignent l'importance de donner aux élèves la liberté de choisir leur méthode d'apprentissage, en particulier dans un contexte technologique.

Conclusion

Dans un monde où les écrans sont devenus omniprésents, il était impératif d'examiner si leur utilisation pouvait offrir des avantages aux apprenants. Cette recherche visait à évaluer l'impact des écrans sur la mémoire de travail. Nos investigations révèlent que les sujets mémorisent de la même manière, que l'apprentissage soit effectué avec ou sans écran. Ces résultats suggèrent que l'utilisation des écrans peut être aussi efficace que les méthodes traditionnelles en termes de mémorisation. En perspective, nous recommandons de poursuivre l'investigation sur les effets à long terme des écrans.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

KMY a proposé le thème et a élaboré le protocole de l'étude. YO a réalisé l'investigation, la collecte des données, traitement des données brutes et rédaction du manuscrit. PJDD a participé à la correction du manuscrit et au traitement statistique. SO a participé à l'orientation scientifique et la supervision du travail.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit des évaluateurs pour leur importante contributions pour améliorer les idées scientifiques et la qualité de ce manuscrit. Nous remercions également les étudiants qui ont décidé de participer à cette étude.

RÉFÉRENCES

- Adou KFJB, Camara PA, Yao KM, Seri B. 2010. Étude de la mémoire spatiale avant et après une cure au melarsoprol chez des malades atteints de la trypanosomose humaine africaine à trypanosoma brucei gambiense. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, **81** : 22 – 35. URL: <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?id=3558>.
- Baccino T. 2004. *La Lecture Electronique*. Grenoble : PUG. Coll. Sciences et Technologies de la Connaissance. (Réédition 2015). *La lecture numérique avec V.Drai-Zerbib*. Collection : Sciences Cognitives : France, 253 p.
- Bélisle C. 2011. Du papier à l'écran : Lire se transforme. In *Lire dans un Monde Numérique (1-)*, Bélisle C (éd.). *Presses de l'Enssib*. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.pressesensib.1091>
- Brallier SA, Palm LJ, Gilbert RM. 2007. Predictors of exam performance in web and lecture courses. *Journal of Computing in Higher Education*, **18**(2): 82-98. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03033414>
- Brasseul J. 2019. L'industrialisation dans le monde au XIX^e siècle. In *Petite Histoire des Faits Economiques : Des Origines à nos Jours*, Brasseul J (ed.). Armand Colin : Paris ; 127-171.
- Coen P-F. 2011. Apport des technologies pour l'apprentissage : entre mirage et miracle. In *Génération Connectée : quels Enjeux pour l'Ecole ?* Boéchat Heer S, Wentzel B (Eds). Actes de la recherche, Haute école pédagogique BEJUNE : Bienne ; 91-108.
- Dagry I. 2019. Mémoire de travail et mémorisation incidente : que faisons-nous des informations inutiles ? Thèse de doctorat, Université de Genève, Genève, p. 172. DOI : [10.13097/archive-ouverte/unige:12385](https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:12385)
- Frau-Meigs D. 2011. Penser la société de l'écran. Dispositifs et usages, Paris, Presses Sorbonne Nouvelle. coll. Les fondamentaux de la Sorbonne Nouvelle, 138p. DOI: <https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.6801>
- Fried CB. 2008. In-class laptop use and its effects on student learning. *Computers & Education*, **50**(3): 906-914. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.09.006>
- Granito M, Tchernobilsky E. 2012. The Effect of Technology on a Student's Motivation and Knowledge Retention. *NERA Conference Proceedings*, **17**. Disponible sur http://digitalcommons.uconn.edu/nera_2012/17
- Jamet E. 2009. Les nouveaux médias, un plus pour la mémorisation ? *Les Cahiers Pédagogiques*, n°474. Disponible sur <http://www.cahiers-pedagogiques.com/spip.php?mot157>
- Lachat A. 2018. Comment la qualité technique de l'image médiatisée par un écran ultra haute définition modifie-t-elle le traitement cognitif de l'information, la qualité d'expérience, et le rapport à la réalité ? Thèse de doctorat, PSL Research

- University, Paris, p. 396. Disponible sur <https://theses.hal.science/tel-01891087>
- Laverdière A. 2013. Évaluation traditionnelle et informatisée de l'intelligence chez l'adulte : analyse des biais de méthode sous l'angle des composantes d'intelligence évaluées et de l'effet différentiel de dimensions d'anxiété. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Québec, p. 258. <http://www.theses.ulaval.ca/2013/29857/29857.pdf>.
- Mequanint D, Lemma D. 2014. L'intégration des TIC en pédagogie dans les pays en voie de développement. *Revue Internationale d'Éducation de Sèvres*, **67**. DOI : <https://doi.org/10.4000/ries.4117>
- Noyes JM, Garland KJ. 2008. Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent? *Ergonomics*, **51**(9) : 1352–1375. DOI : <https://doi.org/10.1080/00140130802170387>
- Noyes JM, Garland KJ, Robbins EL. 2004. Paper-based versus computer-based assessment : Is workload another test mode effect ? *British Journal of Educational Technology*, **35**: 111–113. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2004.00373.x>
- Ravitz J, Mergendoller J. 2002. Technology use and achievement in Idaho schools: A state Wide study of schools, teachers and students. Final evaluation report. Novato, CA: Beryl Buck Institute for Education.
- Shi Y, Du J, Worthy AD. 2020. The impact of engineering information formats on learning and execution of construction operations: A virtual reality pipe maintenance experiment. *Automation in Construction*, **119**. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103367>
- Testard-Vaillant P, Bettayeb K. 2009. La Lecture change nos cerveaux aussi. *Sciences & Vie*, **1104** : 42-57, Mondadori France.
- Yao KM, Adou KFJB, Camara PA, Bakou NF, Tako NA, Seri B. 2011. Effets comparés de l'alcoolisation aiguë au Koutoukou de vin de palme (boisson alcoolique artisanale) et au Pastis 45 (boisson alcoolique industrielle) sur la mémorisation, chez l'homme. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(3): 1073-1081. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i3.72214>