

# FORMAT NUMÉRIQUE VS PAPIER : DIFFÉRENCES POUR LA LECTURE 2/3

CETTE SÉRIE DE TROIS ARTICLES SE PENCHE SUR LES BESOINS VISUELS À L'ÉCOLE, LA LECTURE ET LES DIFFÉRENCES EN TERMES DE LECTURE ET D'APPRENTISSAGE ENTRE LE FORMAT NUMÉRIQUE ET LE FORMAT PAPIER, DU POINT DE VUE D'UN OPTOMÉTRISTE.

Dans ce second article de notre série, nous allons analyser brièvement les différences entre format numérique et format papier. Étant donné que ces différences entraînent certains changements en termes de posture, d'ergonomie, et de capacités cognitives et visuelles, elles s'accompagnent d'une série de symptômes réunis sous l'appellation « fatigue oculaire numérique ». On constate cependant que les différences entre les deux formats peuvent à leur tour entraîner des différences de développement et de performances visuelles du lecteur dans le cadre d'activités de lecture.



 **Víctor J. García Molina. BSc. MSc.**

Victor Molina est un optométriste diplômé de l'Université Complutense de Madrid. Il est titulaire d'un Master en communications scientifiques de l'Université Internationale de Valencia. Il dirige depuis 27 ans les départements d'optométrie et de contactologie de l'entreprise espagnole Tu Visión (S.L).

Il a acquis des compétences en affaires en suivant une formation interne de cadres dirigeants et le programme de management de l'école de commerce ESADE de Barcelone, ainsi que le programme de Leadership and Digital Innovation du M.I.T. Il a enseigné l'optométrie clinique et a participé en tant qu'enseignant au programme de Master sur la pose de lentilles de contact à l'European University of Madrid (UEM). Il a également occupé les fonctions de professeur assistant de contactologie à l'Universidad Nacional Autónoma de Managua au Nicaragua. Il enseigne actuellement le contrôle de la myopie et l'ergonomie visuelle dans le cadre du programme de Master du CUNIMAD de l'université d'Alcalá à Madrid. Victor a couvert la santé oculaire dans divers médias (télévision, radio, presse) depuis 1993, et exerce des activités de formation dans les établissements scolaires sur des sujets liés à la santé visuelle, notamment l'exposition excessive aux écrans numériques et le contrôle de la myopie. Il joue également dans un groupe punk-rock et s'intéresse par ailleurs à l'histoire militaire.

## Différences de formats et fatigue oculaire numérique

Il existe tout un éventail de différences entre le format papier et le format numérique, et toutes sont susceptibles d'affecter les performances visuelles. Le type et la taille de la police de caractère, les reflets, la distance de lecture et la posture sont quelques facteurs directement liés à la fatigue oculaire associée à l'utilisation de dispositifs numériques (aussi bien tablettes que liseuses électroniques ou ordinateurs). Nous avons tenté de les résumer dans le tableau ci-dessous :

ÉVÉNEMENT	CONSÉQUENCE	EFFET VISUEL
Plus l'écran est petit, plus la distance à l'appareil sera courte	Distances de travail plus courtes	Plus d'efforts d'accommodation et de vergence
Tailles de polices de caractères réduites sur les appareils portables et les smartphones	Augmentation du temps de lecture nécessaire Perte d'efficacité de lecture.	Plus d'efforts d'accommodation et de vergence
Problèmes de résolution de polices de caractères sur les bords de l'écran. Différences écran-texte.	Perte de contraste, effet de scintillement.	Difficulté d'accommodation. Plus d'efforts visuels en général.
Écrans réfléchissants et émetteurs de lumière.	Reflets gênants. Reflets de et sur l'écran.	Perte de contraste. Mauvaise ergonomie. Changements de position constants. Réduction de l'espace de travail.
Rétroéclairage par LED	Lumière artificielle bleutée	Reflets gênants, symptômes liés à la sécheresse oculaire et plus grande fatigue visuelle.
Fréquence de rafraîchissement	La fréquence de rafraîchissement réduite signifie une baisse de la vitesse de lecture et de la compréhension.	Fatigue visuelle accrue
Changements de posture/ergonomiques Utilisation prolongée d'appareils numériques portables	Positions extrêmement statiques. Courbure plus prononcée de la colonne vertébrale, changement de l'angle du regard	Troubles musculo-squelettiques
	Réduction de la distance dans l'espace de travail	Plus d'efforts d'accommodation/de vergence Accroissement des microfluctuations d'accommodation

Tableau 2. Conséquences et effets visuels de certaines caractéristiques et de l'utilisation continue d'appareils portables rétroéclairés. Propres conclusions. Sources (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)

### MOTS CLÉS :

Fatigue oculaire numérique, performances visuelles, efficacité de lecture, format numérique vs format papier.

En revanche, le travail sur papier présente les caractéristiques suivantes :

Pas de problèmes de fréquence de rafraîchissement, de résolution ou de pixels - présentation stable. Cependant la lisibilité dépend de l'éclairage ambiant.	
Dans les manuels scolaires, les images et les lettres sont généralement imprimées dans des polices de caractère sobres et des contrastes bien marqués.	
Pas de problèmes de reflets en surface dans les environnements ergonomiques	
Courbure moins prononcée de la colonne vertébrale.	
La distance moyenne est ergonomique et mieux adaptée visuellement (41,8 cm), ce qui est optimal par rapport aux appareils numériques portables	(*) Pour une étude comparative, voir Paillé dans PDV.

Tableau 3. Résumé des caractéristiques du travail sur papier, répertoriant les différences par rapport au format numérique. Propres conclusions, Sources (13, 14, 15, 16)

Les études cliniques ont examiné en détail les effets associés à l'utilisation d'écrans numériques. Les premières études se concentraient sur les ordinateurs, mais on dispose aujourd'hui d'une série d'études sur les dispositifs portables. On distingue trois catégories (1) de recherches sur les problèmes oculaires liés à l'utilisation d'appareils numériques (2) :

- Problèmes visuels
- Asthénopie ou problèmes de tension
- Problèmes de cornée / film lacrymal

Chaque catégorie s'accompagne de tout un éventail de symptômes. À eux tous, ils constituent un phénomène dénommé fatigue oculaire numérique, également associé à une multitude de troubles musculo-squelettiques. Bien que liés, ces derniers feront l'objet d'une étude à part (sur la fatigue oculaire numérique, que vous trouverez [ici](#)).

SYMPTÔMES LES PLUS COURANTS DE FATIGUE OCULAIRE NUMÉRIQUE
Fatigue visuelle.
Maux de tête / Douleurs oculaires.
Vision floue pendant ou après l'activité. Difficulté et lenteur d'accommodation.
Sécheresse / irritation oculaire.
Douleurs de la nuque et du dos / Troubles musculo-squelettiques.

Tableau 4. Tableau synthétisant les différents symptômes liés à la fatigue oculaire numérique sur ordinateur, par ordre de prévalence. Fatigue visuelle, maux de tête et douleurs oculaires sont considérés comme symptômes asthénopiques. Source : 16, 17, 18, 51, 52

La fatigue oculaire numérique représente un ensemble de facteurs environnementaux et ergonomiques interdépendants, notamment : défauts de réfraction sous-jacents, déficiences en termes de capacité visuelle (accommodation et vergence), tâches visuelles et cognitives exigeantes, et postures corporelles statiques sur de longues périodes (16, 17, 18). De nombreuses études ont, par exemple, révélé des changements significatifs au niveau des capacités binoculaires et d'accommodation liés à la durée d'utilisation : délai d'accommodation plus long (43, 44), augmentation des microfluctuations d'accommodation (45). En outre, les études cliniques ont mis en évidence un lien entre la

nécessité de meilleures capacités accommodatives au fil de l'allongement de la durée de la tâche et l'apparition de changements anormaux au niveau des capacités binoculaires et accommodatives (47). Nous avons constaté une série de signes cliniques liés à l'utilisation d'appareils LCD, pour lesquels nous recommandons, en citant Esteban Porcar et al (47), « une évaluation appropriée de la vision binoculaire et de l'accommodation » sur une population qui utilise ces appareils de manière continue.

Que ce soit dû à l'utilisation généralisée d'appareils numériques portables pour des raisons professionnelles, d'apprentissage ou de loisirs, on constate une baisse de la moyenne d'âge en matière de prévalence de fatigue oculaire numérique. Des enfants de plus en plus jeunes se plaignent de symptômes similaires à ceux décrits par d'autres profils types de fatigue oculaire numérique. En outre, les symptômes associés à la fatigue oculaire numérique (plus spécifiquement les symptômes asthénopiques) semblent être liés à un abaissement de l'âge d'initiation au numérique (20). Ces constatations ne devraient pas trop surprendre, en regard des constatations de Palaiologou (2016) sur un échantillon d'enfants de moins de 5 ans issus de différents pays de la CEE : à 3 ans, 68 % des enfants utilisent régulièrement un ordinateur et 54 % ont effectué des tâches en ligne (19). Très peu d'études ont tenté de déterminer spécifiquement la prévalence de fatigue oculaire numérique dans une population infantile. Vilela et al (48) ont effectué une méta-analyse qui peut nous servir de guide - ils ont découvert une prévalence de l'asthénopie de 19,7 % pour l'ensemble de l'échantillon (des enfants de 0 à 18 ans) et de 12,6 % pour les enfants de 6 ans, tout en sachant que la plupart des sujets qui faisaient état de ces symptômes ne présentaient aucun défaut de réfraction non corrigé ou de déficit d'acuité visuelle (ce qui signifie que ces symptômes ne peuvent pas être liés à un défaut de réfraction – la cause est à chercher ailleurs). Les auteurs concluent qu'en raison du lien entre les symptômes asthénopiques et l'allongement de la durée d'utilisation des appareils numériques, on risque d'assister à une augmentation de la prévalence de l'asthénopie chez les générations d'enfants futures, « avec des conséquences additionnelles sur les performances scolaires et l'apprentissage », comme le font remarquer Sheppard & Wolffshon (9). En ce qui concerne la prévalence de sécheresse oculaire chez les jeunes enfants utilisateurs d'appareils numériques, il existe un lien positif entre une utilisation quotidienne prolongée et un accroissement du risque de sécheresse oculaire (49, 50) et tous les risques associés pour la santé oculaire et les performances scolaires.

Logiquement, s'il existe des différences entre un format et un autre, et que des symptômes spécifiques sont liés à ces différences, on peut supposer que :

1. Il peut y avoir une prévalence plus élevée de fatigue oculaire numérique si (et nous pensons que c'est un facteur clé) l'utilisation n'est pas raisonnable. Par raisonnable, on entend des conditions d'environnement optimales (éclairage, orientation des tables et positions d'étude, ventilation, etc.) et des comportements appropriés concernant l'utilisation d'appareils numériques (heures d'utilisation continue, pauses, distance de travail, etc.).

2. Les performances visuelles et de lecture pourraient être meilleures sur format papier que sur écrans numériques.

Par conséquent, la question qui se pose alors est la suivante : la lecture sur papier est-elle plus efficace ?

### Format papier vs. numérique

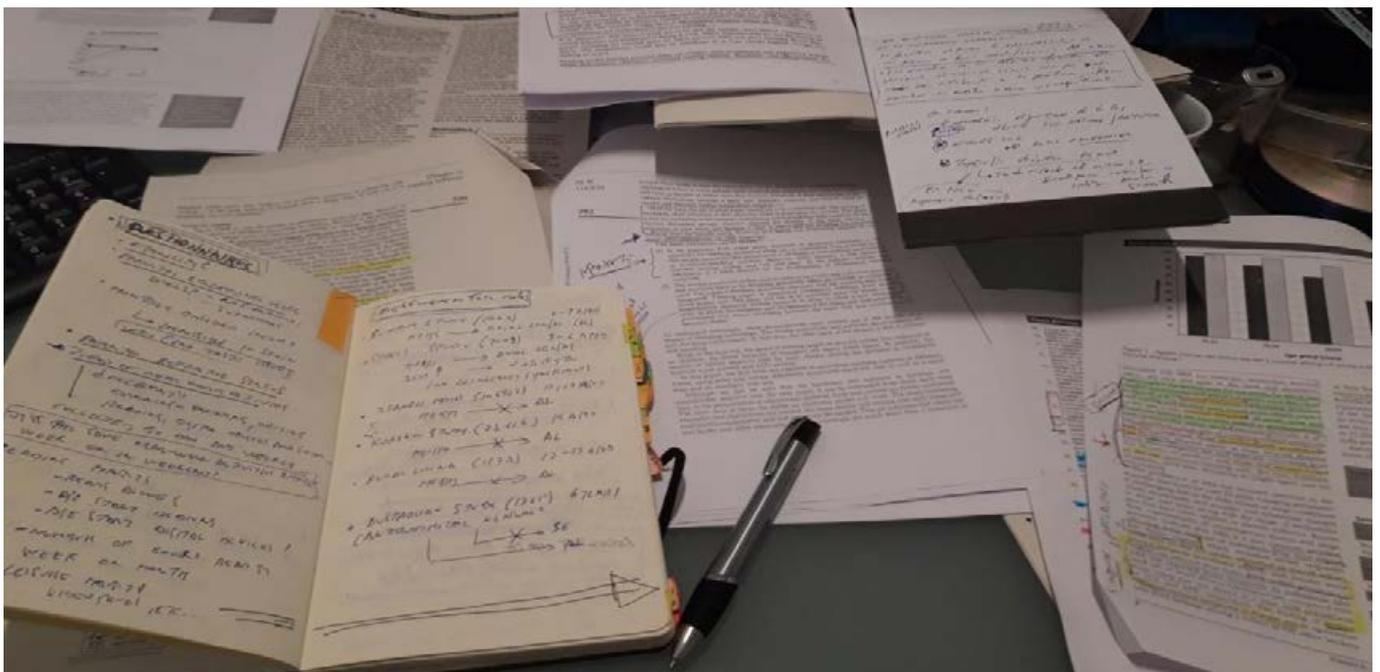
Nous avons précédemment montré un tableau relativement complexe liant les capacités visuelles et de lecture. Dans ce tableau, et de notre point de vue en tant qu'optométristes, toute altération ou tout dysfonctionnement des capacités oculomotrices, accommodatives, binoculaires ou de vergence (sans compter la présence possible d'un défaut de réfraction non corrigé) pourrait affecter les capacités de lecture. Cependant, en règle générale, **il est possible de lire pendant de longues périodes de temps sans aucun problème, quel que soit le support.**

Il ressort clairement de l'étude des différences entre format numérique et format papier que **la lecture prolongée sur ordinateur, tablette ou liseuse électronique n'est pas équivalente à la même activité sur format papier dans des conditions de visualisation similaires** (21, 22). Il semble que, **en termes de performances cognitives, le format papier prime toujours pour la lecture et la compréhension de textes complexes** (23). Bien que cela puisse sembler être la réponse à notre question (du moins en partie), nous devons en comprendre les raisons. Une telle déclaration est à prendre avec une pincée de sel, étant donné que les études ne sont pas toujours concluantes et que de nombreuses questions se posent selon la discipline étudiée, les technologies analysées, les méthodologies d'investigation, et les populations étudiées, ce qui entraîne parfois des conclusions hâtives ou erronées. Nous pensons que les réponses résident dans les études cliniques elles-mêmes.

### Analyse des résultats des études cliniques

Il convient de garder à l'esprit que, lors de l'évaluation des performances cognitives et de lecture d'un format à l'autre, plusieurs facteurs entrent en jeu, à savoir : la perception, le traitement des informations et l'acquisition et la rétention des connaissances. Ces facteurs ne sont pas toujours pris en compte. Par conséquent, avant de proclamer que « le papier est supérieur », il convient d'envisager certains points et de faire quelques remarques (4, 23, 24, 25, 26) :

- On assiste à l'émergence de tout un éventail de phénomènes comportementaux associés à l'utilisation d'appareils numériques. Les processus visuels liés à la lecture/l'étude/l'apprentissage ne sont peut-être pas aussi pertinents, en comparaison. Par exemple, il existe de nombreuses applications sur lesquelles on peut basculer d'une simple pression du doigt. Le format papier ne comporte pas de telles distractions.
- Il arrive souvent qu'il n'y ait pas de version numérique du matériel de cours : il s'agit généralement d'images numérisées qui ne sont pas adaptées au format.
- Le format « hypertexte », très courant dans le contenu numérique, ajoute un autre niveau d'efforts visuels et cognitifs pour le traitement et la compréhension des informations.
- Comme le montrent de nombreuses études, la préférence pour un format détermine en partie les résultats. Les sujets de l'étude qui préfèrent le format papier auront de meilleurs résultats cognitifs sur papier, et ceux qui préfèrent le format numérique auront de meilleurs résultats sur des appareils numériques. On peut en déduire que les différences en termes de capacités de lecture sont plutôt influencées par une préférence envers un format ou un autre, et non pas de réelles différences quantifiables basées sur la nature des formats. Cela



En termes de techniques d'étude, comme le dessin de diagrammes, le surlignage ou la prise de notes, le format papier est le plus flexible. Associé aux indices visuels et spécifiques qu'il présente, le papier demeure le format le plus efficace pour les tâches exigeantes du point de vue cognitif, par exemple l'étude et la lecture attentives.

signifie que les résultats d'études menées sur des cohortes plus âgées ayant un bagage culturel spécifique puissent ne pas être très significatifs. Les études sur des « natifs du numérique » sont probablement plus pertinentes.

- La technologie évolue si rapidement que, pour étudier toutes les recherches effectuées il y a des années avec des appareils aujourd'hui obsolètes, il faudrait quasiment les passer au peigne fin. Si les caractéristiques inhérentes aux capacités de l'appareil (résolution, luminosité de l'écran, etc.) peuvent entraîner des problèmes visuels, on peut légitimement penser qu'une fois certaines limites techniques résolues, les performances visuelles vont s'améliorer et donc se traduire par un confort et des performances accrues pour les utilisateurs, indépendamment de la tâche effectuée.

Stoop et al. (23) ont eu raison de faire remarquer que **le processus de lecture, par exemple pour étudier, implique l'utilisation de plusieurs techniques**, notamment : prise de notes, surlignage, dessin, et survol. **Sur papier, ces techniques sont plus simples et plus souples à effectuer** que sur appareil numérique (du moins pour l'instant). En outre, comme l'ont fait remarquer Zambarbieri & Carniglia (49), **nous les utilisons depuis notre enfance. C'est de cette façon que l'on nous a appris à étudier.** Nous pensons qu'il est important de le souligner.

En outre, les technologies numériques présentent encore des limites en ce qui concerne l'étude basée sur la lecture et la compréhension de texte (par ex. pour la prise de notes ou l'ajout de dessins sur du texte). Ce n'est pas la même chose avec une souris, un écran tactile ou tout autre type de dispositif.

Les données viennent appuyer les arguments ci-dessus : la lecture et l'étude sur format papier présentent de multiples avantages visuels et cognitifs dont les supports numériques sont dépourvus :

ÉTUDE	CONCLUSIONS PRINCIPALES
Stoop J et al. 2013 (23)	Tous les tests post-lecture (sur la compréhension du texte et d'autres aspects liés à l'apprentissage) montrent que le papier est préférable pour apprendre et traiter des textes complexes.
Noyes & Garland. 2003 et 2008 (27, 28)	Le papier est préférable pour une rétention à long terme des informations. Les sujets ont mieux assimilé et retenu les informations présentées sur papier.
Kerr & Symons. 2006 (87)	Les sujets de l'étude ont eu besoin de moins de temps pour assimiler les informations et le contenu s'ils travaillaient sur papier. Avec plus de temps, les résultats ont fini par se rejoindre.
Mangen et al. 2013 (29)	Les étudiants qui travaillaient sur papier ont eu de meilleures notes au test post-lecture (compréhension, vocabulaire, etc.) que ceux qui travaillaient sur écran.

Tableau 5. Différences de traitement des informations entre format numérique et format papier.

Il semblerait donc que, en termes de lecture pour l'étude, le format papier présente les avantages suivants :

1. Il faut moins de temps pour retenir plus d'informations plus longtemps.
2. La tension et la fatigue visuelles générées par la tâche sont moins importantes.
3. Les efforts cognitifs sont réduits.

Même lorsque les étudiants préfèrent travailler sur ordinateur ou sur tablette, ils pensent que la façon la plus efficace d'apprendre de nouvelles informations est par le biais de livres ou de supports papier. Myrberg & Wilberg N. (25) ont confirmé les conclusions de Ramirez (31) à ce sujet : « près de 80 pour cent des étudiants préfèrent lire du contenu numérique au format papier, afin de comprendre le texte clairement ». D'autres constatations viennent appuyer ces conclusions : Liu Z (32) prétend que, malgré la croissance exponentielle du nombre de personnes qui lisent sur support électronique, et indépendamment des préférences individuelles pour un format ou un autre, la plupart des sujets étudiés préféreraient le format papier pour lire ou étudier des sujets « sérieux ». Ceci s'applique à toutes les disciplines et domaines (par ex. sciences humaines ou disciplines scientifiques) (33).

Comment expliquer ce phénomène ? Une fois de plus, nous sommes confrontés à une accumulation de facteurs physiologiques, comportementaux, culturels, technologiques et psychologiques. Nous pouvons tenter de les résumer comme suit :

- Les traditions culturelles se sont transmises au fil des millénaires, depuis l'invention de l'écriture par les Sumériens en Mésopotamie, avec le fait de « tenir » physiquement et confortablement en main ce que l'on est en train de lire. Cette dimension est absente lors de la lecture sur ordinateurs, mais présente avec les liseuses électroniques et les tablettes.
- Les particularités de la coordination œil-main sont peut-être l'une des raisons pour lesquelles nous apprécions de tenir un objet concret pour la lecture. Dans son ouvrage *Information Payoff: the transformation of work in the Electronic Age*, Strassmann (34) explique que la coordination œil-main au niveau du système nerveux est une raison pour laquelle les sujets préfèrent se concentrer sur des objets tenus en main. Il est plus facile de se concentrer sur quelque chose que l'on tient en main que sur un écran ou sur une tablette. En fait, on a tendance à saisir dans nos mains ce que l'on veut mieux voir. On peut dire que c'est inscrit dans notre comportement.
- Faire défiler du texte vers le bas crée une « instabilité spatiale » qui affecte la façon dont le sujet retient le texte, son contenu, et sa représentation mentale (35). Le défilement du texte vers le bas peut également avoir des implications sur l'empan perceptif et la lecture, principalement lorsqu'il s'agit de tâches en ligne et sur ordinateur. Si la « fenêtre » de l'empan est linéaire et que la lecture électronique s'effectue par défilement vertical, on peut supposer que les tâches cognitives associées à cette fenêtre sont affectées par le mouvement constant des images et du texte. Ceci oblige le lecteur à repositionner constamment sa perception, ce qui affecte la vitesse et l'efficacité de la lecture.
- La lecture et l'étude au format numérique ne produisent pas une aussi bonne représentation mentale spatiale

que la lecture sur papier. Il est beaucoup plus facile de se représenter un schéma visuel-mental du texte lu sur papier, du fait des indices sensoriels fournies par ce format. On se fait une meilleure image globale qui, à son tour, s'imprime mieux dans la mémoire à long terme, facilitant ainsi considérablement la rétention et le rappel des informations et des concepts (36, 37, 38).

- Sur format papier, les lecteurs ont un accès immédiat à l'ensemble du texte, avec des indices visuels et tactiles, d'où une perception plus intense et une meilleure capacité de rétention et de rappel des informations (39).
- Les tâches où de nombreuses « fenêtres » de texte, courantes dans les hypertextes, obligent le lecteur à basculer de l'une à l'autre, exigent plus d'efforts cognitifs (40, 41).
- Du point de vue métacognitif (la capacité des personnes à réfléchir à leur processus de pensée et à leur façon d'apprendre), de nombreux utilisateurs considèrent leur tablette ou leur liseuse électronique comme un instrument de loisir, de communication avec des amis ou des collègues, mais pas comme un support d'apprentissage ou d'étude approfondie. Par conséquent, le cerveau a plus de mal à mobiliser les ressources cognitives associées à l'étude et à la lecture (4). Il s'agit d'un processus qui associe perceptions individuelles et psychologiques du format et de la technologie.

Ces difficultés ne sont pas particulièrement insurmontables. D'une part, on peut raisonnablement penser que le problème ne réside pas dans l'appareil lui-même, mais dans les **limites encore inhérentes à la technologie** en ce qui concerne **l'apprentissage basé sur la lecture et la compréhension de textes selon des méthodes traditionnelles**. Une conclusion est que nous devrions **repenser nos méthodes pédagogiques pour tirer profit des avantages des nouvelles technologies**. Nous convenons avec Myrberg & Wilberg (25) que, si l'apprentissage est basé sur la lecture, alors les méthodes (et, selon nous, le moment) d'apprentissage de la lecture aux enfants sont cruciales. Il serait également essentiel d'ajuster les textes et d'actualiser les supports pédagogiques au format numérique. De nombreux étudiants dans plusieurs études cliniques l'ont demandé (par ex. Stoop J et al).

Les limites des technologies affectent également certaines caractéristiques et capacités techniques des appareils rétroéclairés (fréquence de rafraîchissement, contraste à l'écran, résolution, etc.) qui perturbent les processus cognitifs et, comme le mentionnent Mangen et al. (30), peuvent « potentiellement affecter la mémoire à long terme ». Nous pouvons logiquement en déduire que, si la première étape du processus de lecture est la perception visuelle du texte, et ceci dépend largement de la capacité à discerner les caractères (lisibilité), ces limites peuvent également affecter la compréhension de ce qui a été

lu (42). Nous pensons cependant que ceci sera résolu au fil du temps, avec l'amélioration des appareils.

D'autre part, le lien présumé entre la préférence pour un format et les résultats de lecture semblerait indiquer que le problème est en partie de nature psychologique (25). Ceci pourrait également montrer un problème d'assimilation technologique, chose qui ne se produirait pas chez des cohortes de « natifs numériques », habitués aux interactions numériques et à la coexistence de différents formats.

Une question fondamentale se pose alors : si la numérisation est si inéluctable qu'elle semble l'être, que doit-on faire, en tant qu'optométristes, pour en réduire les effets possibles ? Nous tenterons d'y répondre dans le prochain article.



### INFORMATIONS CLÉS

- Le travail sur écran peut générer plusieurs symptômes visuels, asthénopiques et oculaires, réunis sous l'appellation fatigue oculaire numérique.
- Une étude détaillée de l'accommodation et de la binocularité s'avère nécessaire chez les personnes qui, quel que soit leur âge, font une utilisation continue de dispositifs numériques.
- La lecture continue, à des fins d'étude et de rétention d'informations, n'est pas la même sur format numérique que sur format papier. Certaines constatations présentes dans plusieurs études cliniques indiquent que, pour le moment, les performances sont moins bonnes sur format numérique.
- Outre les limitations actuelles de la technologie, plusieurs facteurs, notamment physiologiques, comportementaux, environnementaux ou culturels pourraient expliquer ce phénomène.
- Quoi qu'il en soit, on peut s'attendre à une augmentation de prévalence de la fatigue oculaire numérique liée au passage au tout-numérique. Nous devons par conséquent nous poser la question de ce qu'il est possible de faire pour en minimiser l'impact potentiel.

## RÉFÉRENCES 2/3.

1. Rosenfield M. Computer Vision Syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2011;31(5):502-515.
2. Bali J., Neeraj N., Bali RT. Computer Vision Syndrome: a review. *J Clin Ophthalmol Res.* 2014; 2(1):61-68.
3. Peiyi K., Mohapatra A., Bailey I. Effects of Font size and reflective glare on text-based task performance and postural change behavior of presbyopic and nonpresbyopic computer users. *Proceedings of the Human Factors and ergonomic society.* 2012; Paper. 56th annual meeting.
4. C.Ackerman, R and Lauterman, T. Taking Reading Comprehension Exams on Screen or on Paper? A Metacognitive Analysis of Learning Texts under Time Pressure. *Computers in Human Behavior.* 2012; 28(5): 1816–182.
5. Maniwa H., Kotani K. et al. Changes in Posture of the Upper Extremity Through the Use of Various Sizes of Tablets and Characters. In: Yamamoto S. (eds) *Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction Design.* HIMI 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 8016. Springer, Berlin, Heidelberg.
6. James E. Sheedy, Rob Smith & John Hayes (2005) Visual effects of the luminance surrounding a computer display, *Ergonomics*, 48:9, 1114-1128.
7. Pailié D. Impact of new digital technologies on posture. PDV. *International Review of ophthalmic optics.* N°72. Autumn 2015.
8. Long, Jennifer & Cheung, Rene & Duong, Simon & Paynter, Rosemary & Asper, Lisa. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clinical and Experimental Optometry.* 2016; 100. 10.1111/cxo.12453.
9. Bababekova Y, Rosenfield M, Hue J et al. Font size and viewing distance of handheld smart phones. *Optom Vis Sci* 2011; 88: 795–797.
10. Villanueva et al. Adjustments of posture and viewing parameters of the eye to changes in the screen height of the visual display terminal. *Industrial Health.* 1997; 35:330-336.
11. Seghers J., Jochem A., Spaepen A. Posture, muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen heights. *Ergonomics.* 2014; 46(7):714-730.
12. Anshel J. Computer Vision syndrome: causes and cures. *Managing Office Tech.* 1997; 42(7):17-19.
13. Blehm et al. Computer Vision Syndrome: a review, *Survey of Ophthalmology.* 2005; 50(3):253-262.
14. Miyao M., Hacisalihazade S.S. et al. Effects of VDT resolution on visual fatigue and readability: an eye movement approach. *Ergonomics.* 1989; 32(6): 603-614.
15. Jaschinski W. The proximity-fixation-disparity curve and the preferred viewing distance at a visual display as an indicator of near vision fatigue. *Optom Vis Sci.* 2002; 79(3):158-169.
16. Ranasinghe et al. Computer Vision Syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Res Notes.* 2016; 9:150-9.
17. Anjila B., Pragnya B. et al. Computer Vision Syndrome Prevalence and Associated Factors Among the Medical Student in Kist Medical College. *Nepal Med J.* 2018; 1:29-31.
18. Agarwal S., Goel D., Sharma A. Evaluation of factors which contribute to the ocular complaints in computer users. *J Clin Diag Res.* 2013; 7(2):331-335.
19. Palaiologou I. Children under five and digital technologies: implications for early years pedagogy. *European Early Childhood Education Research Journal* 2016;24:5–24.
20. Bhandari DJ., Choudhay S., Doshi VG. A community-based Study of asthenopia in computer operators. *Indian J Ophthalmol.* 2008; 56(1):51-5.
21. Maducdoc et al. Visual consequences of electronic reader use: a pilot Study. *Int Ophthalmol.* 2017; 37(2):433-9.
22. Benedetto S., Drai-Zerbib V. et al E-Readers and Visual fatigue. *PLoS One* 8(12): e83676.
23. Stoop, J, Kreutzer, P and Kircz, J G (2013), Reading and Learning from Screens Versus Print: A Study in Changing Habits: Part 2, Comparing Different Text Structures on Paper and on Screen, *New Library World* 114(9/10).
24. Zacharis N.Z. The effect of learning style on preference web-based courses and learning outcomes. *Brit J Edu Tech.* 2011; 45(5):790-800.
25. Myrberg C., Wiberg N. Screen vs paper: what is the difference for reading and learning?. *Insights.* 2015; 28(2):49-54.
26. Wästlund E. et al. Effects of VDT and paper presentation on consumption and production of information: psychological and physiological factors. *Computers in Human Behaviour.* 2005; 21:377-394.
27. Noyes J.M., Garland K.J. VDT vs paper-based text: reply to Mayes, Sims and Koonce. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 2003; 31:411-423.
28. Noyes J.M., Garland K.J. Computer vs paper based task: are they equivalent?. *Ergonomics.* 2008; 51(9):1352-1375.
29. Kerr M.A., Symons S.E. Computerized presentation on text: effects on children's reading of informational material. *Reading and Writing.* 2006; 19(1):1-19.
30. Mangen A., Walgermo B., Bronnick K. Reading linear text on paper versus computer on screen: effects on reading comprehension. *Inter J Edu Research.* 2013; 58:61-68.
31. Ramirez E. The impact of the internet on the reading practices of a university community: the case of UNAM". *Proceedings of the 68th IFLA General conference and Council.* www.ifla.org/IV/ifla69/papers/019e-Ramirez.pdf
32. Liu Z. Reading behavior in the digital environment. Changes in reading behavior over the past ten years. *J of Documentation.* 2005; 61(6): 700-712.
33. Liu Z. Print vs electronic resources: a study of user perceptions, preferences and use. *Information Processing and Management.* 2006; 42(2): 583-92.
34. Strassmann P.A. *Information Payoff: the transformation of work in the Electronic Age.* The Free Press. 1985. New York.
35. Eklundh K.S. Problems in achieving a global perspective of the text in computer-based writing. *Instructional Science.* 1992; 9:143-155.
36. Hooper V. Herath Ch. Is Google Making us Stupid: The Impact of the internet on reading behaviour. 27th Bled eConference. 2014.
37. Baccino T., Pynte J. Spatial coding and discourse models during text reading. *Language and Cognitive Processes.* 1994;9:143-155.
38. Cataldo M.G., Oakhill J. Why are poor comprehenders inefficient searchers?. An Investigation into the effects of the text. *Journal Edu Psychol.* 2000; 92(4): 791-799.
39. Mangen A. A new narrative pleasures? A cognitive-phenomenological study of the experience of reading digital narrative fictions. *Doctoral Thesis.* NTNU OPen. 2006.
40. Kirschnher P.A., Karpinski A.C. Facebook ® and academic performance. *Computers in Human Behaviour.* 2010; 26(6):1237-1245.
41. Lin L. Breadth-biased versus focused cognitive control in media multitasking behaviours. *P.N.A.S.* 2009; 106(3):15521-2.
42. Lee D et al. Effect of light source, ambient illumination, character size and interline spacing on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. *Displays.* 2011; 32(1):1-7.
43. Penisten DK., Goss DA. et al. Comparisons of dynamic retinoscopy measurements with a print card, a video display terminal and a PRIO® system tester as test targets. *Optometry Journal of the American Optometric Association.* 2004; 75:231-40.
44. Wick B., Worsé S. Accommodative accuracy to video display monitors. *Optom Vis Sci.* 2002; 79:218.
45. Iwasaki T., Kurimoto S. Objective evaluation of eye strain using measurements of accommodative oscillation. *Ergonomics.* 1987; 30:581-587.
46. Chi C-F., Lin F-T. A comparison of seven visual fatigue assessments techniques in three data-acquisition VDT tasks. *Hum Factors.* 1998; 40:557-90.
47. Porcar E., Montalt J.C., Pons A.M., España-Gregori E. Symptomatic accommodative and binocular dysfunctions from the use of flat panel displays. *Int J Ophthalmol.* 2018; 11(3):501-505.
48. Vilela MAP, Pellanda LC, Fassa AG et al. Prevalence of asthenopia in children: a systematic review with meta-analysis. *J Pediatr.* 2015; 91:320-325.
49. Zambardi D., Carniglia E. Eye movement analysis of reading from computer displays, eReaders and printed books. *Ophthalmol Physiol Opt.* 2012; 32:390-96.
50. Sheppard A.L., Wolffshon J.S. Digital Eye Strain: prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Opne Ophthalmology.* 2018; 3e000146