

IMPACT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES SUR LA POSTURE

Les nouvelles technologies et l'usage des supports numériques changent indéniablement les comportements posturo-moteurs des utilisateurs. Pour autant, il existe encore peu de données sur la caractérisation scientifique de ces nouvelles habitudes posturales.

Récemment, les équipes de la R&D d'Essilor International ont mis au point un dispositif d'expérimentation spécifique qui a délivré des résultats originaux.

L'analyse des données posturales, mesurées dans ce cadre, a permis d'établir un cahier des charges pour la conception d'une nouvelle catégorie de verres ophtalmiques.



Damien Paillé

R&D Optique, Sciences de la Vision,
Essilor International, Paris, France.

Après avoir pratiqué le métier d'opticien, Damien, optométriste diplômé, a effectué et soutenu en 2005 une thèse en sciences cognitives à l'Université Paris VIII en collaboration entre le Collège de France et la société Renault. Il a poursuivi par un post-doctorat au sein du Laboratoire de la Perception et du Contrôle du Mouvement en environnement Virtuel (laboratoire mixte Renault-CNRS), avant de rejoindre, en 2007, les équipes R&D d'Essilor International. Damien travaille actuellement au sein du service Sciences de la Vision.

1 Introduction

Depuis une décennie, nous observons une explosion du nombre de smartphones, tablettes, liseuses électroniques et autres appareils hybrides, qui concentrent les fonctions d'un ordinateur dans un appareil portable. En France, l'achat de smartphones a progressé de 7% en un an pour arriver à 46% en 2014. Trois personnes sur dix disent être équipées d'une tablette tactile, soit un quasi doublement en un an, de 17% en 2013 à 29% en 2014¹. Par ailleurs, la plupart des utilisateurs ne semblent pas particulièrement attachés à un dispositif, mais passent aisément d'un appareil à un autre (la tablette à la maison, le smartphone dans les transports, l'ordinateur au travail...) (Fig. 1).

Tous ces outils représentent un formidable progrès, car ils multiplient les possibilités d'échange, d'interaction, de coopération et facilitent l'accès à la connaissance. L'information qui y est distillée, même si elle reste, dans le fond, la même que celle de nos livres traditionnels est, dans sa forme, présentée de manière très différente. Alors que les livres imposent un mode de lecture linéaire rythmé par les pages, la navigation dans un texte électronique peut se faire au bon vouloir du lecteur grâce aux liens

MOTS-CLÉS

écrans numériques, posture, ergonomie, lecture électronique, outils digitaux, vie connectée, Internet, nouvelles technologies, NTIC, ordinateur, smartphone, tablette, e-book, liseuse, TV, console, Essilor, verres occupationnels, distance œil-écran, abaissement des yeux, rotation de la tête, roulis de la tête, capture de mouvement

hypertextes ; par ailleurs, la possibilité de faire défiler le texte à l'écran, grâce au clavier ou encore aux écrans tactiles fait disparaître la notion de page. La lecture électronique implique une interaction du lecteur avec son support.

D'autre part, la grande majorité de ces supports sont des appareils dits «mobiles» ou «portables» et peuvent être utilisés dans des situations de la vie courante très variables: debout dans les transports en communs, assis dans un canapé, couché dans un lit...

Ces nouvelles habitudes révolutionnent notre façon d'interagir avec les médias traditionnels et nous pouvons nous attendre à des postures différentes de celles que nous adoptions avec le papier. Les verres ophtalmiques étant conçus de manière classique pour répondre aux contraintes du papier, il est crucial de nous intéresser à ces nouveaux comportements. C'est pourquoi nous avons initié en 2013 une étude visant à recueillir des données posturales pendant l'utilisation de ces nouveaux supports.

2 Expérimentation pour le recueil de données posturales

Avant de démarrer notre expérimentation, nous avons parcouru la littérature sur les données posturales lors de l'observation de différents écrans.

2.1 Revue bibliographique

2.1.1 Données sur ordinateur

Dans une étude sur la fatigue visuelle, Jaschinski (2002) ^[6] a demandé à quarante sujets de se positionner de manière confortable par rapport à leur ordinateur et a mesuré pour chacun la distance œil-écran. Il obtient une distance moyenne de 63 cm (écart-type 13 cm, CI_{95%} [38 ; 88]). L'abaissement des yeux lors de l'utilisation d'un écran d'ordinateur a fait l'objet de nombreux travaux ces

«Plus l'écran est petit, plus la distance d'utilisation est proche»

dernières années, aboutissant à des recommandations ergonomiques parfois contradictoires. En effet, un groupe de chercheurs considère qu'un angle de regard de 40° vers le bas est plus adéquat qu'un angle de 15° (Ankrum, 1997)⁷, car le premier serait celui préféré pour les tâches intensives (Ankrum et al., 1995)⁸. Il semblerait également qu'un abaissement des yeux important réduise le risque des yeux secs en diminuant la surface oculaire exposée (Jainta & Jaschinski, 2002)⁹. Cependant, de nombreuses études se sont attachées à tester la pertinence d'un écran abaissé. Un angle de regard de 40° sous l'horizontale

Préférences d'usage d'appareils numériques durant la journée en Europe

Pic d'utilisation de tablettes le weekend : généralement à 21h00

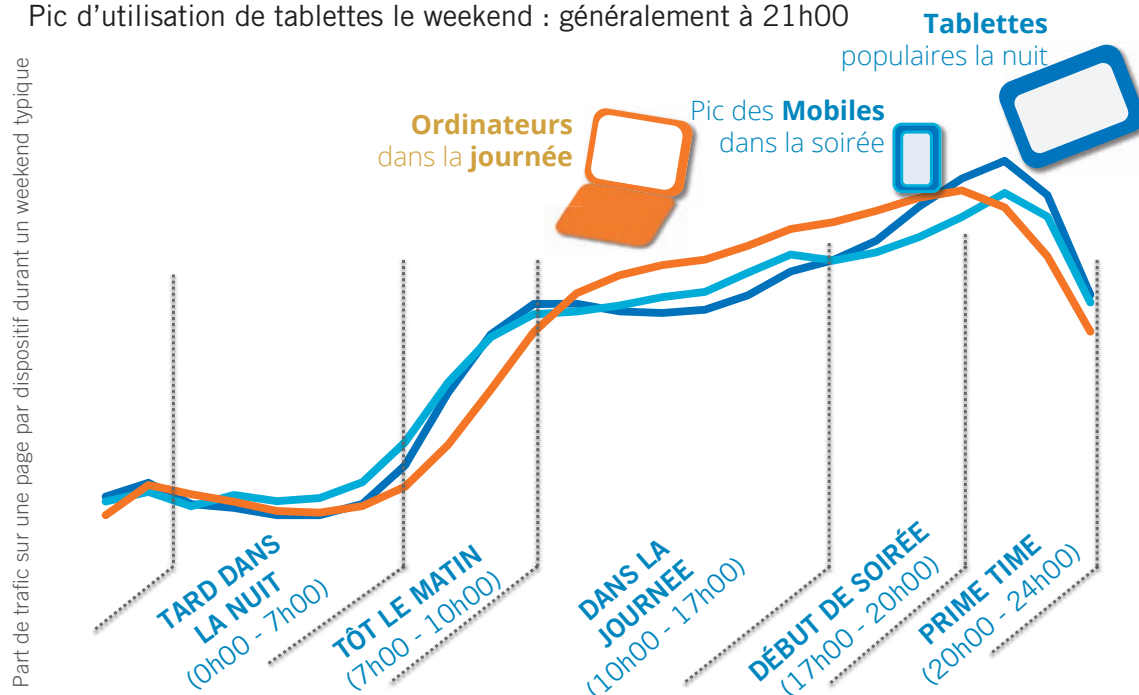


FIG. 1| Préférences d'utilisation des supports numériques selon le moment de la journée en Europe.
Source: comScore Device Essentials, Sunday, 17th February 2013, Europe

QUI SE CONNECTE OU PAS À INTERNET

% DE GENS ACCÉDANT À INTERNET EN 2013, SELON LE SEXE

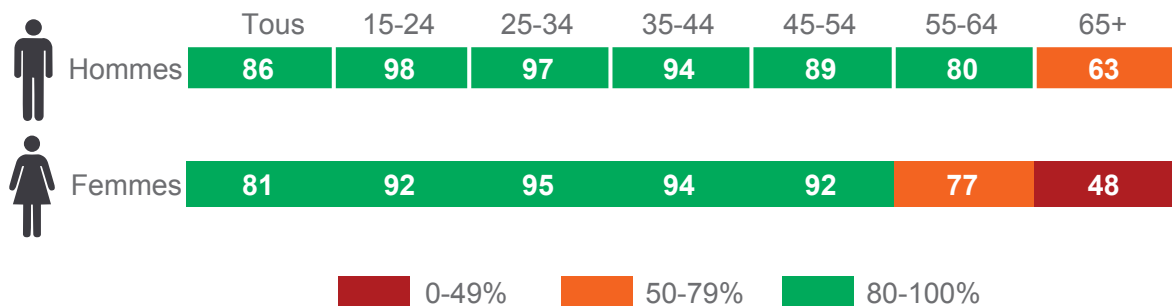


FIG. 2| Le pourcentage des gens accédant à l'internet selon l'âge et le sexe. Source : Adapted from Tech tracker quarterly release Q3 2013 IPSOS Media CT (données sur 4000 adultes du Royaume Uni âgés de plus de 15 ans)

entraîne une plus grande inclinaison de la tête et donc, une plus grande activité musculaire au niveau du cou, des épaules et du dos qu'un angle de 15° (Turville et al., 1998 ; Straker & Mekhora, 2000)^{10, 11}. D'autre part, il semble que les utilisateurs préfèrent un écran positionné de manière à ce que l'axe de regard soit horizontal ou légèrement incliné (Bauer & Wittig, 1998)¹². En l'état actuel de la recherche, on peut considérer qu'il est préférable que l'angle de lecture soit situé dans une fourchette de 8-16° (Seghers, Jochem & Spaepen, 2003)¹³. Pour une revue de la littérature sur le sujet, voir Cail & Aptel (2006)¹⁴.

Devant l'incertitude des recommandations ergonomiques, nous avons choisi de mener en interne une campagne de mesure de l'abaissement des yeux, afin de servir de base pour la mise au point de notre gamme de verres occupationnels. Nos mesures montrent un abaissement des yeux de 4° (écart-type 1.53°) face à l'ordinateur.

On note donc une grande variabilité interindividuelle dans la manière de se placer par rapport à l'écran d'ordinateur et nous recommandons donc de prendre en compte ce paramètre dans la mise au point des designs de verres occupationnels.

2.1.2 Données sur les écrans de télévision

Concernant l'observation des écrans de télévision, il est très difficile de trouver des données de posture dans la littérature. Nous savons cependant que la taille moyenne des écrans de télévision LCD vendus dans le monde en 2013 se situe entre 36 et 37 pouces de diagonale². Pour cette taille, il est recommandé de se placer à environ 1,90 m de l'écran (entre 1,40 et 2,40 m). Le téléviseur pouvant être posé à même le sol, sur un meuble bas, une commode ou encore fixé au mur, il n'est pas aisé de trouver des données pour l'abaissement des yeux. Nous recommandons toutefois pour nos verres occupationnels un abaissement des yeux nul en considérant que la télévision est le plus souvent située à hauteur des yeux.

2.1.3 Données sur les nouvelles technologies

La revue de la littérature sur le sujet nous a permis d'identifier un réel manque de données posturales pendant l'utilisation de supports numériques, nécessitant la mise en place d'une campagne de mesure.

2.2 Revue d'enquêtes

Avant de lancer la campagne de mesure, nous avons parcouru un certain nombre d'enquêtes d'opinion sur les usages des technologies numériques, afin de définir la catégorie d'âge de notre population, de choisir les dispositifs à tester et de couvrir au maximum les conditions dans lesquelles nous sommes amenés à utiliser ces supports dans la vie de tous les jours.

2.2.1 Qui accède à internet ?

Si on s'intéresse à l'âge des personnes accédant à Internet, selon les résultats de l'étude Ipsos Tech Tracker au troisième trimestre 2013³, nous pouvons constater que toutes les catégories d'âge sont concernées et, même si on observe une chute du pourcentage d'internautes au delà de 65 ans (55,5% en moyenne), pour les autres catégories, ce pourcentage reste très élevé (> 80%) (Fig. 2). D'autre part, nous pouvons aisément supposer que le pourcentage de personnes au delà de 65 ans accédant à Internet va augmenter dans les années qui viennent, les nouvelles technologies étant de plus en plus présentes dans nos vies de tous les jours. Nous ne nous sommes donc pas fixé de limite d'âge pour le recrutement de nos sujets.

2.2.2 Quels dispositifs au sein du foyer?

Concernant les appareils électroniques, selon la même étude, en 2013, le pourcentage de possesseurs d'ordinateurs portables au sein du foyer stagne aux alentours de 63%, ainsi que le nombre de téléviseurs connectés, à 14%. On peut noter que le nombre de consoles de dernière génération est en léger recul, passant de 40%

ÉQUIPEMENTS À DOMICILE

QUELS APPAREILS SUIVANTS POSSÉDEZ-VOUS/AVEZ-VOUS CHEZ VOUS ?

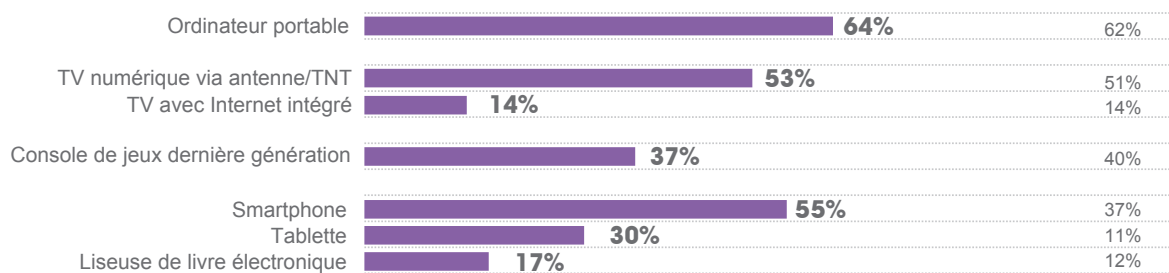


FIG. 3| Les équipements numériques et leur progression. Source : Adapted from Tech tracker quarterly release Q3 2013 IPSOS Media CT (données sur 1000 adultes du Royaume uni âgés de plus de 15 ans)

UTILISATION DE LA TABLETTE - DANS QUEL BUT ?

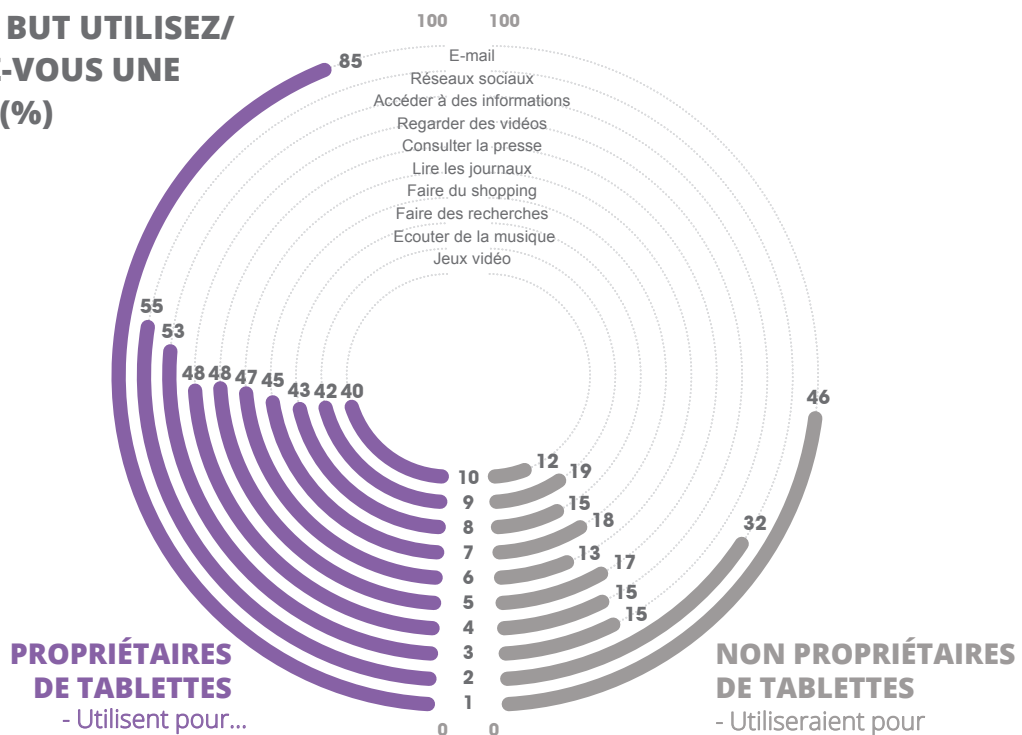
DANS QUEL BUT UTILISEZ/
UTILISERIEZ-VOUS UNE
TABLETTE ? (%)

FIG. 4| Les principales activités sur tablette. Source : Tech tracker quarterly release Q3 2012 IPSOS Media CT (données sur 98 adultes possesseurs de tablettes et 909 non possesseurs de tablettes du Royaume Uni âgés de plus de 15 ans)

OÙ UTILISEZ-VOUS VOTRE TABLETTE ?

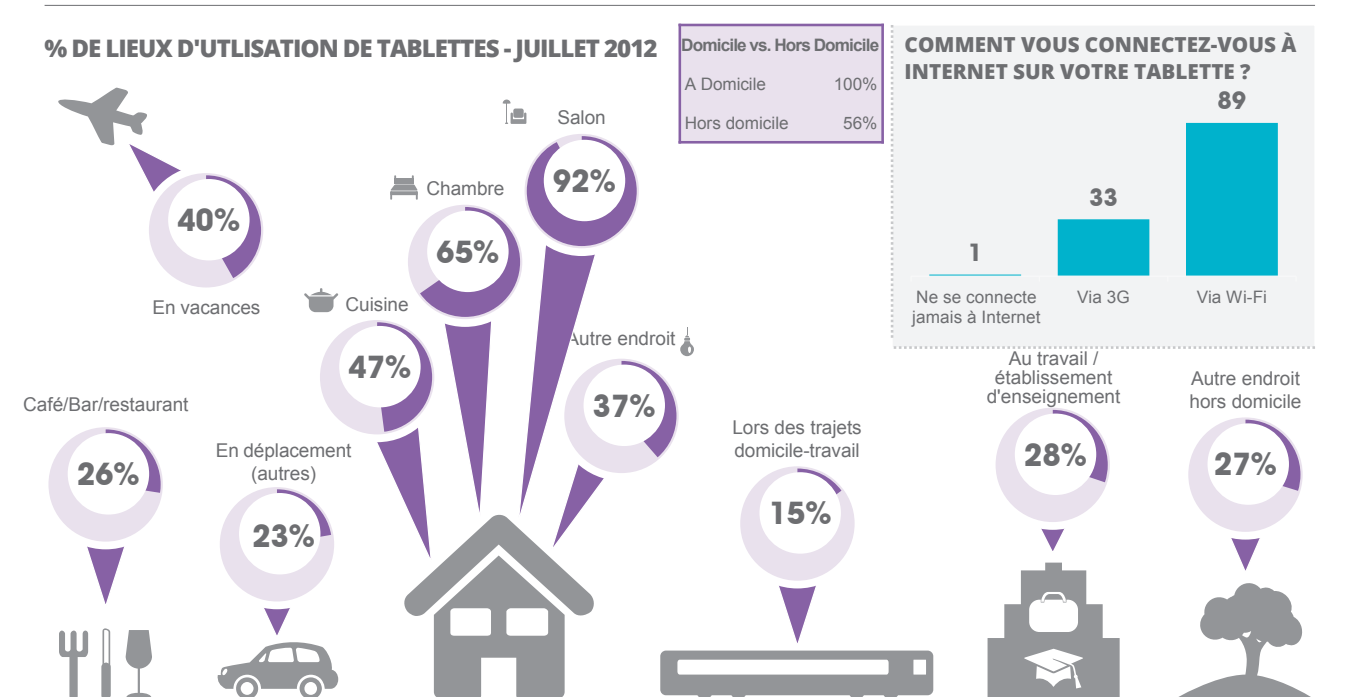


FIG. 5| Les principaux lieux d'utilisation de tablettes. Source : Tech tracker quarterly release Q3 2012 IPSOS Media CT (données sur 98 adultes possesseurs de tablettes du Royaume uni âgés de plus de 15 ans)

à 37% en un an, vraisemblablement au profit des smartphones qui, eux, progressent fortement et passent de 37% à 55%. De la même manière, on note une forte augmentation du nombre des tablettes (de 11 à 30% en 1 an) et des liseuses électroniques (de 12 à 17% en 1 an) (Fig. 3). Nous avons choisi de nous focaliser sur ces trois derniers appareils dans notre étude.

2.2.3 Quelles applications ?

En 2012, selon l'étude Ipsos Tech Tracker⁴, les principales activités sur tablette étaient relativement classiques et n'ont pas évolué aujourd'hui. Elles consistent à consulter des mails ou des réseaux sociaux, accéder à de l'information, regarder des vidéos, lire les journaux, jouer à des jeux vidéo, consulter la météo... (Fig. 4). Ce sont à peu près les mêmes activités que celles pratiquées sur téléphone portable. Nous avons sélectionné sept activités parmi les plus représentatives pour notre étude.

2.2.4 A quel endroit utilise-t-on les supports numériques ?

Selon la même étude, en 2012, les trois principaux lieux où les possesseurs de tablettes se servent de leur support sont : le salon (92%), la chambre à coucher (65%) et la cuisine (47%) (Fig. 5). Nous pouvons supposer que, dans le salon, les personnes sont plutôt assises, dans la chambre à coucher, plutôt allongées et, dans la cuisine, plutôt debout. Il en va

de même pour le smartphone. Nous avons choisi de nous focaliser sur ces trois conditions : debout, assis et allongé.

2.3 Dispositif expérimental et protocole

Vingt-deux sujets ont participé à l'étude. La moyenne d'âge était de 36,2 ans (de 22 à 51 ans). Le but étant de recueillir des données de référence, seuls trois sujets presbytes ont été inclus dans l'étude car il a été montré que les verres progressifs influent sur la posture naturelle (Mateo B, Porcar-Seder R, Solaz JS & Dürsteler JC., 2010)⁵. Les sujets portaient tous leur prescription habituelle et étaient tous familiers avec les supports numériques testés (questionnaire).

2.3.1 Dispositif expérimental et calibrage

Afin de pouvoir enregistrer des données posturales de

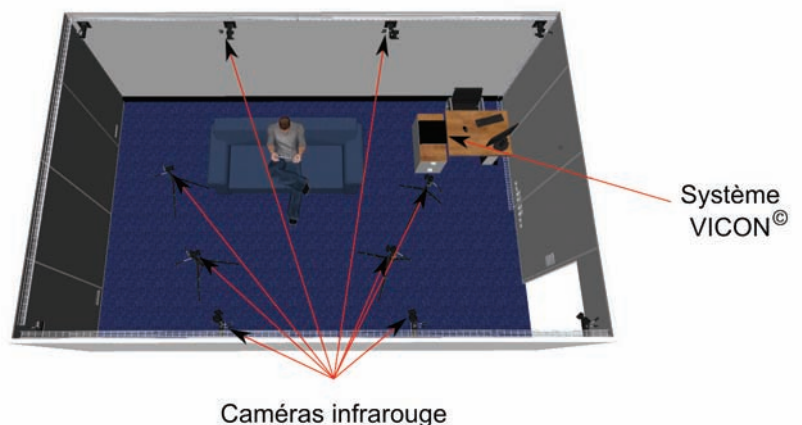


FIG. 6| Salle MoViS de capture de Mouvement

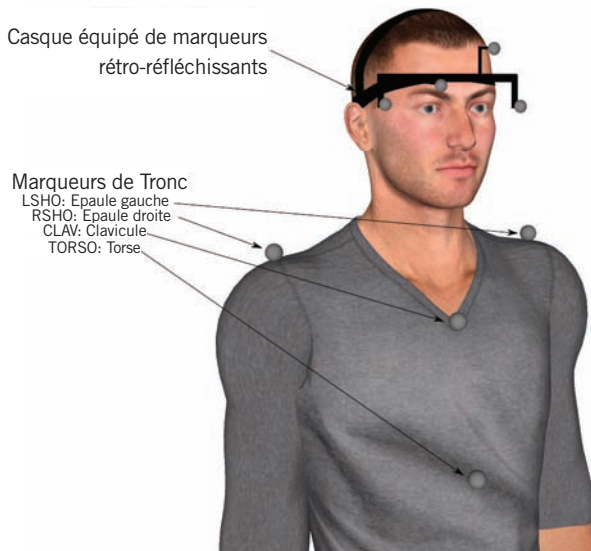


FIG. 7 | Equipement du sujet avant expérimentation

personnes en mouvement, Essilor s'est doté d'une plateforme technique appelée MoViS (Motion and Vision Science) équipée d'un système de capture de mouvement (VICON®) composé de huit caméras infrarouges synchronisées entre-elles, qui permettent la capture en temps réel des coordonnées (X, Y, Z) de marqueurs rétro-réfléchissants (Fig. 6).

Chaque sujet était dans un premier temps équipé d'un casque pourvu de quatre marqueurs et nous plaçons quatre autres marqueurs sur la partie supérieure de son corps afin de repérer la position du tronc (Fig 7).

Avant de démarrer l'expérimentation, nous prenions une série de photographies de la tête du sujet, qui servaient à calculer la position des centres de rotation de chacun des yeux¹⁵ dans le repère du casque. Puis, pour pouvoir mesurer des abaissements de tête et des yeux, nous avions besoin d'une position de référence en regard droit devant. Pour cela, le sujet devait se placer debout à environ 2 m d'un miroir et avait pour tâche de regarder la racine de son nez dans l'image du miroir (Fig. 8). Une fois dans cette position, nous faisons une acquisition des coordonnées des marqueurs.

Les trois appareils manipulés par les sujets étaient eux-mêmes équipés de marqueurs. Ainsi, au cours de l'expérimentation, nous étions capables de calculer la position exacte en temps réel de la tête, des centres de rotation des yeux et du tronc des sujets ainsi que la position exacte de l'objet manipulé.

2.3.2 Protocole

Une fois la phase de calibrage terminée, le sujet devait effectuer un scénario spécifique, dans lequel il enchaînait quatorze activités, sur trois supports différents et dans trois conditions différentes (Tab.1) :

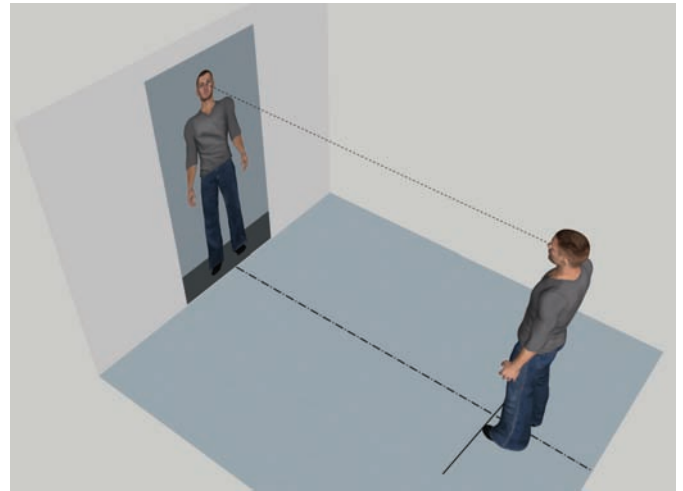


FIG. 8 | Mesure de la position de référence

	CONDITION	APPREIL	ACTIVITÉ
1	Debout	Smartphone	Regarder la météo
2	Debout	Smartphone	Lire un mail
3	Debout	Smartphone	Ecrire un mail
4	Debout	Smartphone	Jouer à un jeu vidéo
5	Assis	Smartphone	Jouer à un jeu vidéo
6	Assis	Smartphone	Regarder une vidéo
7	Assis	Tablette	Lire un mail
8	Assis	Tablette	Rechercher de l'information
9	Assis	Tablette	Ecrire un mail
10	Assis	Tablette	Jouer à un jeu vidéo
11	Allongé	Tablette	Lire un mail
12	Allongé	Tablette	Regarder une vidéo
13	Allongé	Liseuse électronique	Lire un texte
14	Assis	Liseuse électronique	Lire un texte

TAB. 1 |

Pour chacune des quatorze activités, nous avons traité les informations de position des centres de rotation des yeux, du support et du tronc de façon à en extraire différentes données telles que la distance œil-écran, l'abaissement des yeux, la rotation de la tête par rapport au tronc et le roulis de la tête.

2.4 Résultats

Lors de l'expérimentation, la fréquence d'acquisition des données du système VICON® était fixée à 100 Hz. Pour chaque sujet, nous avons mesuré la moyenne et l'écart type des données (distance œil-écran, abaissement des yeux, rotation de la tête par rapport au tronc et roulis de la tête) sur la durée de l'activité. L'écart type nous

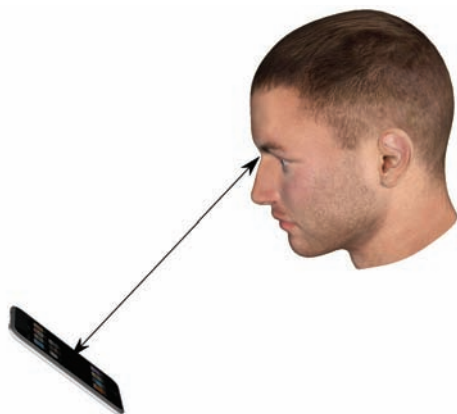


FIG. 9A| Distance œil-écran

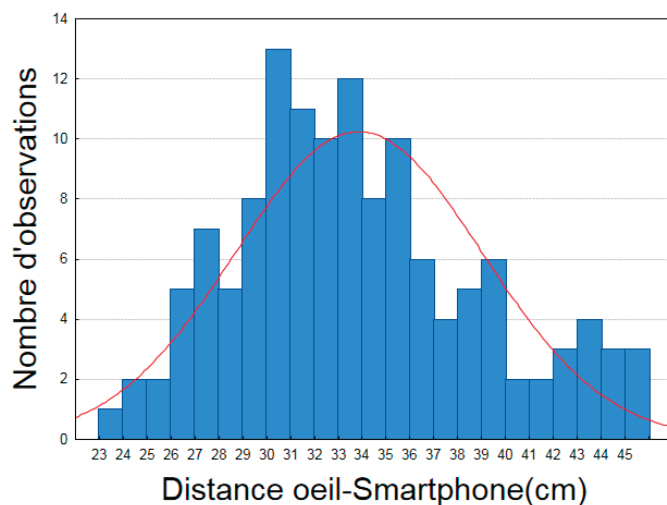


FIG. 9B| Dispersion des mesures de distance œil-Smartphone pour 22 sujets et 6 activités

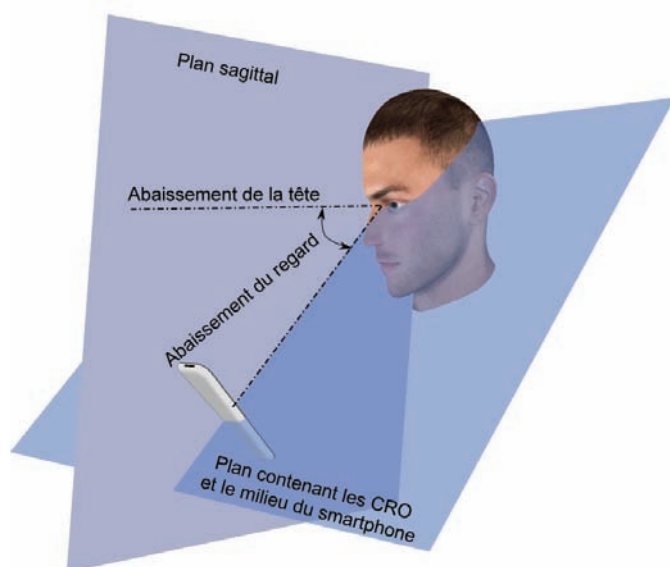


FIG. 10A| Abaissement des yeux

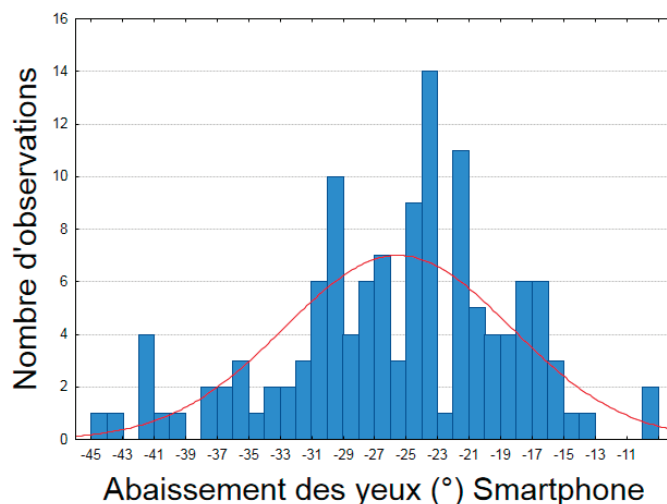


FIG. 10B| Dispersion des mesures de distance œil-Smartphone pour 22 sujets et 6 activités.

renseigne ainsi sur la stabilité du sujet pendant l'activité. Nous avons ensuite traité ces données par une analyse de la variance (ANOVA à mesures répétées). Pour aller plus loin, nous avons procédé à des comparaisons ayant pour but d'identifier des différences entre groupes : comparaisons par dispositifs – smartphone, tablette, liseuse –, ou par conditions – debout, assis, couché.

2.4.1 Distance œil-écran

La distance moyenne à l'écran observée est de 33,8 cm pour le smartphone (écart-type 5,1 cm) Fig. 9; de 38 cm pour la liseuse électronique (écart-type 6,5 cm) et de 39,7 cm pour la tablette (écart-type 6 cm). L'analyse de

variance montre qu'il existe des différences significatives entre les activités ($F(14,294)=11,662$ et $p<0.05$). L'analyse en comparaisons planifiées montre une différence significative ($t(21)=7,358$; $MSE= 0,727$; $P=3,06E-7 < 0,05$; $d=1,56$; $CI_{95}\%[3,9 ; 6,8]$) entre les petits écrans (4 pouces pour le smartphone) versus grands écrans (6 pouces et 9,7 pouces respectivement pour la liseuse et la tablette). **Plus l'écran est petit, plus la distance d'utilisation est proche.** Ces résultats ont été confirmés par la suite par Maniwa et al (2013)¹⁶. Ko et al (2012)¹⁷ montrent que les utilisateurs réduisent leur distance d'observation lorsque la fonte de caractère est plus petite. Or, la taille de la fonte de caractère de nos

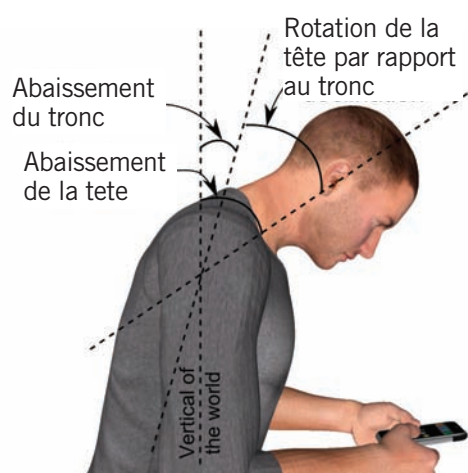


FIG. 11| Angle de rotation de la tête par rapport au tronc.

dispositifs était également liée à leur taille : 1,5 mm pour le smartphone, 2 mm pour la liseuse et 3 mm pour la tablette. Nos résultats sont donc en accord avec leurs travaux.

Par comparaison, une étude menée en interne sur quarante sujets montre que la distance moyenne pour la lecture sur papier est de 41,8 cm (écart-type 9,6 cm) et pour l'écriture sur papier de 41,8 cm (écart-type 11,4 cm) soit environ 8 cm de plus que pour l'utilisation du smartphone.

2.4.2 Abaissement des yeux

L'abaissement moyen des yeux observé est de 25,6° pour le smartphone (écart-type 7,2°) (Fig. 10) ; de 20,2° pour la liseuse électronique (écart-type 7,2°) et de 20,3° pour la tablette (écart-type 7,7°). L'analyse de variance montre qu'il existe des différences significatives entre les activités

($F(14,280)=15,641$ et $p<0,05$). L'analyse en comparaisons planifiées montre une différence significative ($t(20)=5,872$; $MSE= 0,920$; $P=4,96E-7 < 0,05$; $d=1,58$; $CI_{95}\%[4,9 ; 8,5]$) entre les conditions debout et assis. Or, le dispositif le plus utilisé debout étant le smartphone, on trouve également une différence significative entre le smartphone et les deux autres appareils ($t(20)=6,942$; $MSE= 0,773$; $P=9,67E-7 < 0,05$; $d=1,51$; $CI_{95}\%[3,8 ; 6,9]$).

Par comparaison, une étude menée en interne sur quarante sujets montre que l'abaissement des yeux moyen pour la lecture sur papier est de 18,7° (écart type 6,1°) et pour l'écriture sur papier de 13,8° (écart type 8,8° cm). L'abaissement des yeux dans l'usage des nouvelles technologies est donc beaucoup plus important que lors de l'utilisation du support papier.

2.4.3 Autres données

2.4.3.1 Rotation de la tête par rapport au tronc

Nous avons mesuré l'angle dans un plan horizontal entre la tête et le tronc. L'analyse de variance ne montre aucune différence significative entre les activités $F(14,266)=1,7223$ et $p=0,051$. L'angle moyen entre la tête et le tronc est de -0,3° (écart type 5°), un angle négatif correspondant à une rotation de la tête à gauche. L'angle moyen étant très faible, on peut conclure que lors de l'utilisation des dispositifs numériques, la tête reste perpendiculaire au tronc (Fig. 11).

2.4.3.2 Angle de roulis de la tête

Nous avons également mesuré l'angle de roulis de la tête. L'analyse de variance montre qu'il existe des différences significatives entre les activités $F(14,238)=2,4875$ et $p=0,026 < 0,05$. Cependant, l'analyse en comparaisons planifiées ne fait ressortir aucune différence entre les dispositifs ou bien les conditions. L'angle moyen de roulis toutes activités confondues est de -2,9° (écart type 3,6°), un angle positif correspondant à une rotation de la tête à gauche. L'angle moyen étant très faible, on peut conclure que lors de l'utilisation des dispositifs numériques, la tête reste verticale.

**«L'abaissement des yeux dans
l'usage des nouvelles technologies
est beaucoup plus important que lors
de l'utilisation du support papier»**

2.4.3.3 Écart type des données durant chaque activité

La fréquence d'acquisition du système VICON® étant fixée à 100 Hz, nous récupérons une donnée toutes les 10 ms. L'écart type sur chaque donnée nous donne donc une idée de la stabilité du sujet. La moyenne des écarts types des vingt-deux sujets et des quatorze activités est de 0,8 cm pour la distance œil-écran ; de 2,6° pour l'abaissement des yeux ; de 1,2° pour la rotation de la tête par rapport au tronc et de 1,4° pour le roulis de la tête. Toutes ces valeurs sont très faibles, ce qui indique que, **lors de l'interaction avec les supports numériques, les sujets ont une posture très statique, un peu figée.**

3 Conclusion

La revue littéraire nous a permis de montrer une très forte variabilité interindividuelle dans la manière de se positionner face à son écran d'ordinateur.

D'autre part, nos résultats confirment la modification de nos comportements posturaux par rapport au média traditionnel qu'est le papier. Nous avons trouvé que, lorsque nous manipulons des nouvelles technologies, notre posture est très stable, voire figée. La tête reste verticale et perpendiculaire au tronc.

Nous avons également montré que, lors de l'utilisation de dispositifs tels que le smartphone, la tablette ou la liseuse, l'abaissement des yeux est plus important et la distance d'observation plus proche que pour l'utilisation du papier. Ces paramètres doivent être pris en compte dans la mise au point de verres occupationnels pour assurer un meilleur confort visuel et postural au porteur. •



INFORMATIONS CLÉS

- L'usage des supports numériques induit des comportements posturaux spécifiques.
- Les données posturales (distance œil-écran, abaissement des yeux, rotation et l'angle de roulis de la tête) ont été mesurées et analysées dans les centres de recherche d'Essilor.
- Les résultats montrent que les sujets ont une posture très statique, voire figée, lors de l'interaction avec les supports numériques.
- Sur un smartphone ou sur une tablette, la distance œil-écran est plus rapprochée et l'abaissement de regard plus important que sur un support papier.
- La compréhension fine de ces nouveaux besoins a ouvert la voie à la conception d'une nouvelle catégorie de verres ophtalmiques chez Essilor.

RÉFÉRENCES

1. Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie : La diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société Française (2014). <http://www.cgeiet.economie.gouv.fr/Rapports/DTIC-2014-rapport.pdf>
2. Quarterly worldwide FPD shipments and forecast, (http://www.displaysearch.com/cps/rde/xchg/displaysearch/hs.xsl/quarterly_worldwide_fpd_forecast_report.asp)
3. Tech tracker quarterly release Q3 2013 IPSOS Media CT <https://www.ipsos-mori.com/researchspecialisms/ipsosmediact/customresearch/technology/techtracker.aspx>
4. Tech tracker quarterly release Q3 2012 IPSOS Media CT <https://www.ipsos-mori.com/researchspecialisms/ipsosmediact/customresearch/technology/techtracker.aspx>
5. Mateo B., Porcar-Seder R., Solaz J.S., Dürsteler J.C. (2010). "Experimental procedure for measuring and comparing head-neck-trunk posture and movements caused by different progressive addition lens designs." *Ergonomics*, 53(7):904-13.
6. Jaschinski W. (2002). "The proximity-Fixation-Disparity curve and the preferred viewing distance at a visual display as an indicator of near vision fatigue". *Optometry and Vision Science*, Vol. 79, No. 3, pp158-169
7. Ankrum D. (1997). "Integrating neck posture and Vision at VDT workstations". *Proceedings of the 5th international scientific conference: work with Displays Unit*, 63-64. Tokyo, Japan, November.
8. Ankrum D., Hansen E., Nemeth K. (1995). "The vertical horopter and the angle of view". In A. Grieco, G. Molteni, B. Piccoli & E. Occhipinti (Eds), *Work with Display Units 94*(pp. 131-136). Amsterdam, North-Holland: Elsevier.
9. Jainta S., Jaschinski W. (2002). "Fixation disparity: Binocular vergence accuracy for a visual display at different positions relative to the eyes". *Human Factors*, 44, pp443-450.
10. Turville K., Psihogios, J., Ulmer, T., Mirka G. (1998). "The effects of video display terminal height on the operator: a comparison of the 15° and 40° recommendations". *Applied Ergonomics*, 29, pp239-246.
11. Straker L., Mekhora K. (2000). "An evaluation of visual display unit placement by electromyography, posture, discomfort and preference". *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, pp389-398.
12. Bauer W., Wittig T. (1998). "Influence of screen and copy holder positions on head posture, muscle activity and user judgement". *Applied ergonomics*, 29, pp185-192.
13. Seghers J., Jochem A. & Spaepen, A. (2003). "Posture, muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen heights settings". *Ergonomics*, 46, pp714-730.
14. Cail F., Aptel M. (2006). "Facteurs de risque pour le membre supérieur dans le travail sur écran : Synthèse bibliographique". *Travail Humain*, 69(3), pp230-268.
15. Chauveau J.P. (2009). "Visioffice, an instrument serving innovation in ophthalmic lenses", *Points de Vue, International Review of Ophthalmic Optics*, No. 60, Spring 2009.
16. Maniwa H., Kotani K., Suzuki S., Asao T. (2013). "Changes in Posture of the Upper Extremity Through the Use of Various Sizes of Tablets and Characters". *Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction Design. Lecture Notes in Computer Science Volume 8016*, 2013, pp 89-96
17. Ko P., Mohapatra A., Bailey I., Sheedy J., Rempel D. (2012). "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 Ergonomics Society Annual Meeting 2012* 56: 2378