

Notes techniques

UTILISATION DES LUNETTES CONNECTÉES EN MILIEU PROFESSIONNEL : ANALYSE DES RISQUES ET POINTS DE VIGILANCE

L'INRS a réalisé une étude qui identifie des points de vigilance pour prévenir les risques professionnels liés à l'utilisation de lunettes connectées pendant les déplacements à pied, afin d'adapter leur usage. Cette note technique en présente les principaux résultats.

PATRICE MARCHAL, AURÉLIEN LUX, NELLIE PERRIN, MARJORIE PIERRETTE, ALEXANDRE KLINGLER
INRS, département Ingénierie des équipements de travail

Contexte

La réalité augmentée enrichit l'environnement réel en y superposant des informations numériques, alors que la réalité virtuelle, technologie proche de la précédente, plonge l'utilisateur dans un monde entièrement simulé [1]. Les dispositifs de réalité augmentée les plus couramment rencontrés dans le milieu professionnel sont les lunettes connectées

(notées LC dans la suite de l'article). Elles peuvent être utilisées pour la visualisation, le guidage ou la téléassistance [2]. De nombreux secteurs d'activité tels que la logistique, la maintenance, la production, la conception et la santé ont analysé l'intérêt de l'usage de ces LC. Elles offrent la possibilité de réaliser différentes tâches (contrôle qualité, picking, maintenance à distance...), tout en gardant les mains

RÉSUMÉ

Les lunettes connectées figurent parmi les dispositifs de réalité augmentée les plus répandus en milieu professionnel. Elles permettent notamment la visualisation, le guidage ou la téléassistance dans des secteurs variés tels que la logistique, la maintenance, la production, la conception ou encore la santé. Leur principal avantage est de permettre d'effectuer des tâches ou de consulter des informations tout en gardant les mains libres. Cet article présente les résultats d'une étude menée en laboratoire, qui visait deux objectifs : évaluer la faisabilité des déplacements à pied associés au port de lunettes connectées, et évaluer le ressenti des participants. Il propose également des points de vigilance pour prévenir certains risques professionnels liés à l'utilisation de ces lunettes connectées, notamment les risques liés aux déplacements à pied.

THE USE OF SMART GLASSES IN THE WORKPLACE: RISK ANALYSIS AND KEY POINTS FOR ATTENTION

Smart glasses are among the most widely used augmented reality devices in the workplace. They are used in a variety of sectors such as logistics, maintenance, manufacturing, design, and healthcare, for applications including visualisation, task guidance, and remote assistance. The main advantage of these devices is that they enable users to perform tasks or access information while keeping their hands free. This article presents the findings of a laboratory study with two objectives: to assess the feasibility of walking while wearing smart glasses, and to evaluate participant feedback. It also highlights several key considerations for preventing occupational risks associated with the use of smart glasses, particularly those related to walking and movement.



← FIGURE 1
Les parcours
proposés dans
l'étude: couloirs
rectiligne (en bleu)
et sinueux
(en jaune).

libres. Elles augmenteraient la productivité et la performance (efficacité, qualité de la production), renforceraient le travail collaboratif et la polyvalence des opérateurs, et matérialiseraient le concept d'« *opérateur augmenté* » [3-4]. Cependant, comme toute technologie mise à disposition des salariés, celle-ci doit faire l'objet d'une évaluation des risques, permettant de prendre en compte son impact sur la santé et la sécurité des utilisateurs.

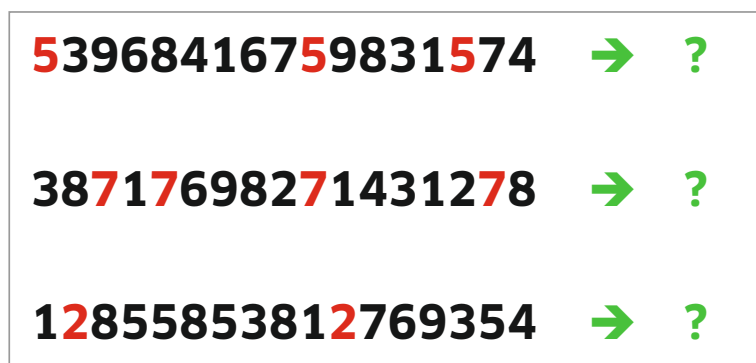
Des études ont déjà montré des effets plutôt négatifs de l'usage de LC sur l'attention, comme le phénomène d'« *effet tunnel* » [5-6], sur la charge mentale, sur la fatigue visuelle ou encore sur les postures contraignantes de la tête, en comparaison avec une tablette tactile ou un écran déporté [7-9]. Mais peu d'études aboutissent à des recommandations et le principe de précaution est alors souvent adopté par les entreprises, qui réduisent le temps d'utilisation des LC, ou renoncent tout simplement à les utiliser. De même, en l'état actuel des connaissances, aucune étude ne s'est focalisée sur des déplacements à pied tout en réalisant une tâche avec des LC. Pourtant, dans certaines activités professionnelles rencontrées en logistique (*picking*) ou lors d'un contrôle qualité, il a été constaté que les porteurs de LC se déplaçaient en interagissant avec le contenu transmis.

La question suivante peut alors se poser: les utilisateurs peuvent-ils réaliser la tâche demandée tout en limitant les risques de chutes de plain-pied? Pour y répondre, une étude a été menée en laboratoire. L'objectif était d'analyser, dans un contexte contrôlé, les paramètres de la marche d'une personne qui utilise des LC lors de la réalisation de tâches transmises *via* ces dispositifs. Elle visait également à évaluer l'impact de l'usage des LC sur sa santé physique perçue, ainsi que sur son expérience d'usage des LC. Cet article présente les résultats qui ont permis de dégager des points de vigilance pour préserver la sécurité et la santé des utilisateurs de lunettes connectées.

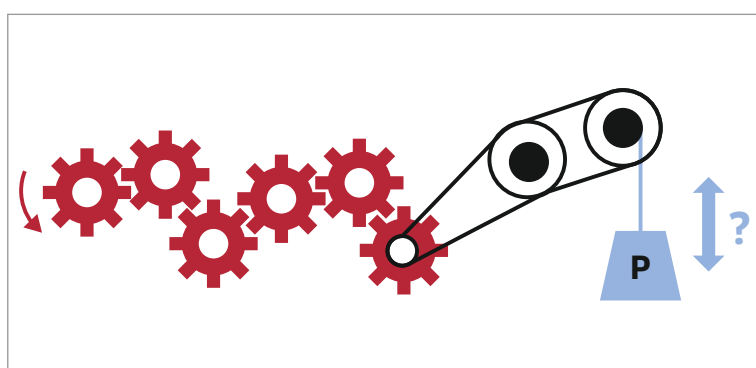
Présentation générale: matériel et méthode

Inspirés de situations de travail (montage de sièges dans les avions, audit de contrôle sur des machines...), les essais se sont déroulés en laboratoire dans un environnement contrôlé. Deux parcours ont été tracés au sol (Cf. Figure 1): un parcours rectiligne et un parcours sinueux délimitaient l'espace dans lequel les participants devaient se déplacer. Le déplacement à pied de participants sans LC et avec LC, au moyen desquelles différentes tâches à réaliser leur étaient demandées, a été analysé.





↑ FIGURE 2 Exemple d'exercice simple à réaliser : comptage de chiffres en couleur.



↑ FIGURE 3 Exemple d'exercice complexe à réaliser : fonctionnement d'engrenages.

Les modèles de lunettes connectées utilisés

Suite à un recensement des LC disponibles sur le marché, un échantillon de quatre modèles les plus représentatifs au début de l'étude a été sélectionné :

- LC1 monoculaire: lunettes à branches équipées d'un écran monté sur un bras articulé fixé à la monture devant l'œil droit uniquement;
- LC2 monoculaire: lunettes à branches équipées d'un écran fixé sur un bras écran interchangeable devant l'œil droit ou gauche;
- LC3 monoculaire: écran interchangeable devant l'œil droit ou gauche monté sur un bras soutenu par un serre-tête;
- LC4 binoculaire: maintenues par un serre-tête, elles projettent une image holographique à travers une visière translucide.

Des informations visuelles ont été transmises aux LC à l'aide d'un ordinateur de laboratoire, ce qui a permis de reproduire une situation d'expertise ou d'assistance à distance, c'est-à-dire une situation dans laquelle le porteur de LC communique, par exemple, avec un expert devant son ordinateur.

Les tâches à réaliser

Les deux parcours ont été choisis pour représenter deux situations de déplacement: marcher en ligne droite et prendre des virages. La longueur (10 m) et la largeur (0,42 m) de ces couloirs ont été

définies pour permettre une marche naturelle. La largeur retenue a permis d'imposer une contrainte de direction, sans donner l'impression de marcher sur une ligne.

Afin de représenter différentes tâches et types d'informations qui peuvent être transmis dans les LC (informations écrites ou graphiques, pas de consignes parlées), deux types d'exercices différents ont été choisis:

- Exercice considéré comme « simple »: tâche de comptage d'éléments identifiés sur une image (Cf. Figure 2). Énoncé de l'exercice: « Combien comptez-vous de chiffres rouges dans chaque ligne? » ;
- Exercice considéré comme « complexe »: tâche d'analyse de schéma (Cf. Figure 3). Énoncé de l'exercice: « Est-ce que le poids P monte ou descend? »

La consigne générale suivante était donnée aux participants: « Vous devrez répondre aux questions qui vous seront envoyées dans les LC, tout en vous déplaçant sur le parcours que l'on vous aura indiqué au préalable. Votre objectif principal est de réaliser l'exercice qui vous est demandé avant d'atteindre la fin du parcours. »

Le participant devait lire à voix haute la consigne. Lorsque les expérimentateurs et le participant étaient prêts, ce dernier se déplaçait sur le parcours qui lui était indiqué. L'exercice correspondant à la consigne lui était envoyé dès qu'il avait parcouru 1,50 m après le début de la zone de mesure.

Les questionnaires

Avant l'expérimentation, un premier questionnaire permettait le recueil de données individuelles (âge, sexe, œil directeur, expériences antérieures avec les LC, appétence pour les nouvelles technologies). Un deuxième questionnaire était ensuite complété par chaque participant, afin d'évaluer son état de santé perçu actuel et/ou au cours des dernières 48 heures (fatigue, maux de tête, fatigue visuelle, etc.). Ce même questionnaire était à nouveau complété juste après l'expérimentation afin d'évaluer l'impact de l'utilisation des LC sur la santé perçue. Enfin, toujours suite à l'utilisation des LC, un dernier questionnaire était complété afin d'évaluer le ressenti des utilisateurs vis-à-vis des LC elles-mêmes (poids, gêne, attention, etc.). L'évaluation du ressenti vis-à-vis de l'usage des LC s'est faite à l'aide d'échelles de Likert en cinq points, allant de « Pas du tout d'accord » à « Tout à fait d'accord ». L'évaluation de l'état de santé perçu par le participant s'est faite, quant à elle, à l'aide d'attribution de notes allant de 0 (« rien ») à 10 (« maximal »).

Le protocole expérimental

L'ensemble du protocole expérimental s'est déroulé en trois étapes.

→ Accueil des participants

À son arrivée, chaque participant était informé de

l'objectif de l'étude, du protocole d'essai, et son consentement écrit, libre et éclairé était recueilli. Il conservait la possibilité de se retirer de l'expérimentation à tout moment.

L'équipe des expérimentateurs déterminait l'œil directeur du participant pour choisir un modèle de LC compatible, puis il remplissait les deux questionnaires « pré-expérimentation » : données individuelles et santé perçue.

→ Familiarisation

L'étape de familiarisation devait permettre d'éviter les biais associés à un effet de surprise et à l'apprentissage pendant l'expérimentation. Ce processus s'est déroulé selon quatre phases :

- familiarisation aux parcours et à l'environnement du laboratoire : le participant réalisait des passages sur les parcours rectiligne et sinueux jusqu'à se sentir à l'aise et non perturbé par l'environnement du laboratoire ;
- familiarisation aux lunettes connectées : après avoir ajusté les LC, le participant effectuait des mouvements de tête pour vérifier la bonne adaptation du matériel ;
- ajustement de l'écran des LC : le participant devait positionner l'écran des lunettes pour bien voir l'image transmise ;
- familiarisation aux consignes et exercices : le participant lisait à voix haute la consigne transmise pour s'assurer de sa compréhension. Il réalisait ensuite l'exercice tout en se déplaçant sur l'un des parcours désignés.

Chaque étape de la familiarisation était évaluée à l'aide d'une échelle de Borg allant de 1 (« Pas du tout à l'aise ») à 10 (« Tout à fait à l'aise »). Chaque étape était considérée comme réussie quand le participant donnait une note supérieure à 6.

→ Expérimentation

Chaque participant réalisait les passages sur les parcours rectiligne et sinueux dans les conditions suivantes :

- trois passages sans LC sur le parcours rectiligne et trois passages sans LC sur le parcours sinueux, effectués alternativement afin de recueillir les données de référence ;
- expérimentation : passage dans un ordre aléatoire :
 - trois passages rectilignes avec LC sans exercice (plus trois supplémentaires pour le modèle LC4 visière relevée) ;
 - trois passages sinueux avec LC sans exercice (plus trois supplémentaires pour le modèle LC4 visière relevée) ;
 - trois passages rectilignes avec LC avec exercices simples ;
 - trois passages rectilignes avec LC avec exercices complexes ;

- trois passages sinueux avec LC avec exercices simples ;
- trois passages sinueux avec LC avec exercices complexes ;
- trois passages sans LC sur le parcours rectiligne et trois passages sans LC sur le parcours sinueux, effectués alternativement afin de compléter les données de référence.

Systèmes d'acquisition de données

Pour mesurer les paramètres de déplacement des participants, un système de détection optique (Optojump, Italie) permettait de recueillir la longueur de pas sur le parcours rectiligne. Un second système de capture de mouvement composé de six caméras infrarouges (Qualisys, Suède) a permis d'enregistrer la position d'un marqueur photosensible placé au niveau de la taille des participants.

Variables et analyses statistiques

Les variables suivantes ont été recueillies et leur analyse statistique effectuée pour analyser les paramètres de la marche.

Pour les parcours rectiligne et sinueux, les variables analysées étaient :

- le temps (t) : temps pour réaliser le parcours ;
- le temps de référence (t_{ref}) : moyenne des temps dans les conditions de référence ;
- la variation du temps (t%) : écart entre le temps (t) et le temps de référence (t_{ref}).

Pour le parcours rectiligne, des mesures supplémentaires incluaient la longueur de pas moyenne (L) et sa variation (L%) par rapport à la longueur du pas moyen de référence¹ (L_{ref}).

Pour le parcours sinueux, l'écart de trajectoire (E_{tra}) par rapport à l'enveloppe des trajectoires de référence (E_{ref}) a été évalué. La longueur de pas n'est pas prise en compte dans ce type de parcours (ses variations sont trop importantes, la donnée n'est pas adaptée).

Le nombre de sorties de couloir a été comptabilisé. Le nombre de mauvaises réponses aux exercices a également été enregistré.

Avec un seuil de significativité fixé à 5 %, les analyses statistiques comprenaient des tests de Student appariés et des modèles de régression linéaire mixte, prenant en compte des variables à effets fixes (type de lunettes et type d'exercice) et aléatoires (participant).

Les participants à l'expérimentation

Quatre-vingts participants, âgés de 18 à 50 ans (43 femmes, 37 hommes), ont été recrutés pour l'étude, avec une moyenne d'âge de 27,9 ans et un écart-type de 9,8 ans. Ils ont été répartis en quatre groupes mixtes de 20 participants, correspondant chacun à un type de LC. Les analyses ne tiennent pas compte du genre, car c'est l'usage des lunettes connectées en se déplaçant à pied qui seul est étudié.



FIGURE 4 →
Variation du temps de parcours (T) dans les différentes conditions d'utilisation des LC, par rapport au temps de référence sans LC (T_{ref}) (parcours rectiligne et sinueux, tous modèles de LC).

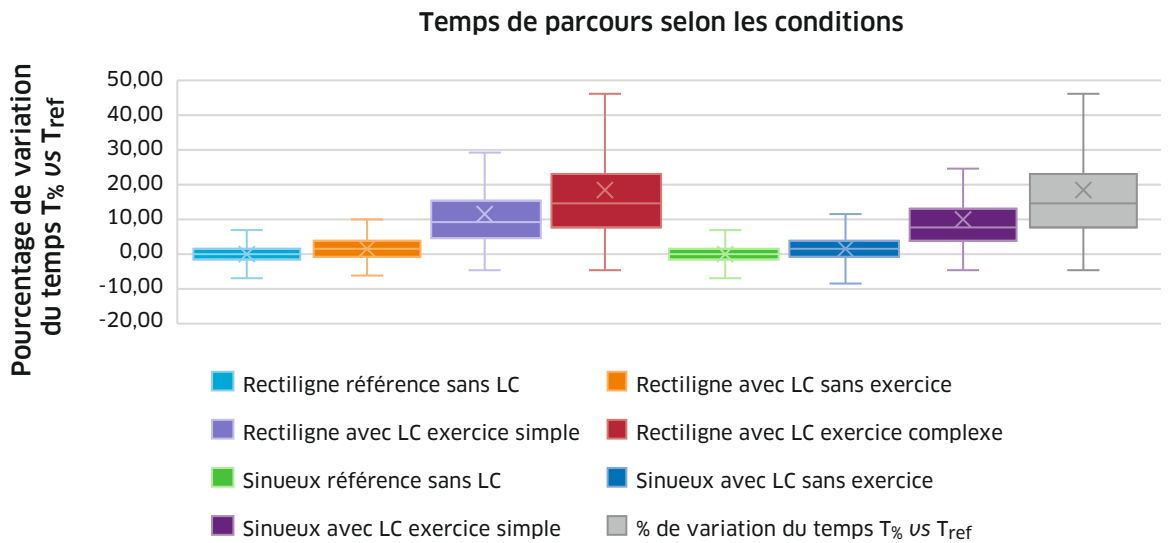
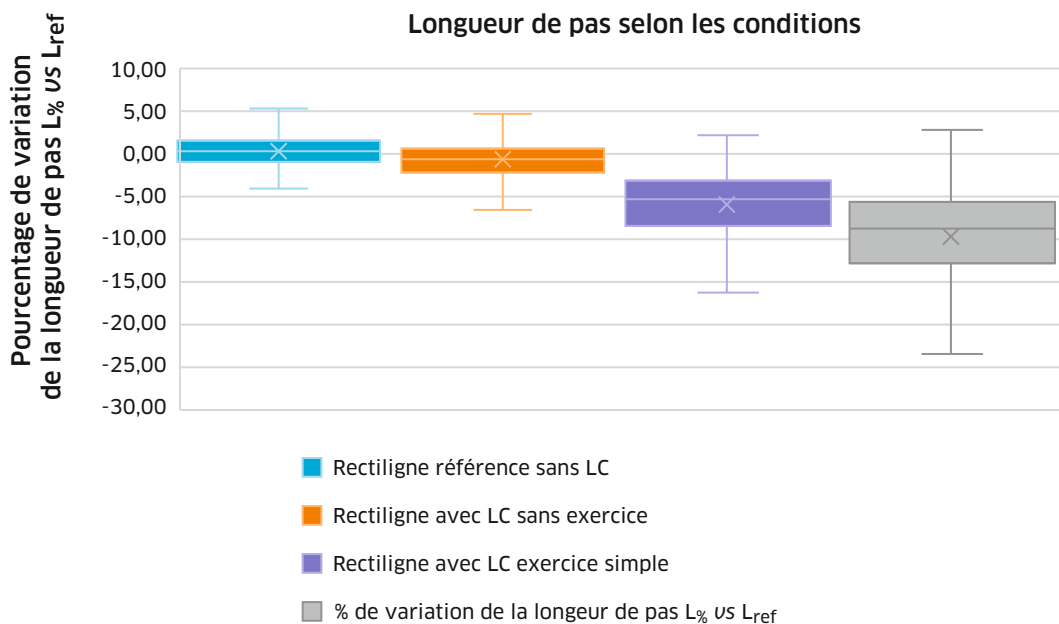


FIGURE 5 →
Variation des longueurs de pas observées expérimentalement (L) par rapport aux longueurs de pas de référence sans LC (L_{ref}) dans les différentes conditions d'utilisation.



Résultats

Effet des LC sur la qualité du déplacement

Une analyse statistique préliminaire a permis de montrer qu'il n'existe aucun effet significatif de l'âge des participants sur les variables étudiées.

L'effet des LC sur la qualité du déplacement a été étudié en deux étapes: d'abord sans exercices, puis avec des exercices simples et complexes transmis *via* les LC (Cf. Figures 2 et 3).

Les analyses montrent que le temps de parcours augmente d'environ 1 % sur les parcours rectiligne et sinueux avec les LC1, LC2 et LC3 sans exercice par rapport au temps de référence sans LC.

En revanche, cet effet n'a pas été identifié avec les LC4. Le temps de parcours (rectiligne ou sinueux)

augmente de 11 % lors de l'usage des LC et la réalisation des exercices simples (tâches de comptage). Pour les deux parcours, il augmente de 19 % lors des exercices complexes (analyse de schéma: Cf. Figure 4).

De même, les analyses montrent que la longueur de pas diminue de 1 % sur le parcours rectiligne avec les LC1, LC2, et LC3 sans exercice, par rapport à la longueur de pas de référence sans LC. Avec les LC4, aucune variation significative n'a été relevée.

La longueur de pas diminue de 6 % avec des exercices simples et diminue de 10 % avec des exercices complexes (Cf. Figure 5).

Aucun effet significatif des LC sans exercice n'est observé sur les écarts de trajectoire. En revanche,

plus le niveau de complexité est important, et plus les écarts de trajectoire par rapport à l'enveloppe des trajectoires de référence sont importants.

Sur 300 déplacements avec LC sans exercice, sept sorties de couloir (2,3 %) ont été constatées, contre six sorties (1,2 %) lors de 480 déplacements sans LC. Avec des exercices transmis *via* les LC, huit sorties (1,7 %) se sont produites. Ces sorties se produisent principalement dans les virages, les participants ayant tendance à s'incliner vers la limite intérieure du couloir. Ces résultats montrent que le nombre de sorties ne dépend pas des conditions d'utilisation des LC (sans LC, LC sans exercice, LC avec exercices simple et complexe).

Compte tenu des résultats, une analyse complémentaire a été menée pour explorer les liens entre le temps des parcours des participants et les stratégies qu'ils déploient pour répondre aux tâches qui leur étaient demandées. Sur 960 réponses collectées, 25 (soit 2,6 %) mauvaises réponses pour les exercices simples et 174 (soit 18,1 %) pour les exercices complexes ont été relevées. Des tests de corrélation entre ces nombres de mauvaises réponses et la variation du temps de parcours ont été réalisés. Aucun lien n'a été constaté entre ces deux facteurs. Aucun effet significatif de l'effet du type de réponse (mauvaise réponse ou réponse correcte) sur la variation du temps de parcours n'a été identifié.

Ressenti des utilisateurs

Concernant le ressenti des utilisateurs quant à l'utilisation des LC tout en se déplaçant, les résultats du questionnaire révèlent que 48 % des participants ne voient pas correctement les exercices dans les LC, 11 % indiquent être « *plutôt* » ou « *tout à fait* » gênés pour traiter les exercices en se déplaçant et 18 % estiment ne pas, ou peu, pouvoir regarder devant eux.

Par ailleurs, 56 % des participants considèrent augmenter leur niveau de vigilance lorsqu'ils se déplacent avec les LC et 25 % se sentent « moyennement », voire « pas du tout » en sécurité lorsqu'ils se déplacent.

Globalement, en ce qui concerne l'ergonomie des LC, 74 % des participants n'ont pas été ou ont été peu gênés par la taille des LC. Cependant, ils sont 29 % à avoir été gênés par le poids des LC. Ils sont également 12 % à signaler des douleurs au niveau du nez et 17 % au niveau des oreilles. On peut toutefois noter que les scores de douleurs ressenties restent faibles, en moyenne 2 sur 10. Ils sont 6 % à se plaindre de douleurs au niveau du front et 5 % au niveau des tempes, mais ces douleurs sont spécifiques à certains modèles et directement liées aux points de contacts des dispositifs avec le visage et donc, à la conception des LC.

La comparaison des résultats des questionnaires de santé perçue avant et après l'expérimentation a permis de mettre en évidence des symptômes apparus ou renforcés par l'utilisation des LC.

Les résultats soulignent que, suite à l'utilisation des LC, huit participants (10 %) se plaignent de maux de tête, et sept (9 %) d'une fatigue générale pouvant atteindre un niveau de 9 sur 10 quel que soit le type de LC. Quatre participants (5 %) mentionnent également des vertiges et deux participants (2,5 %) des nausées.

Les résultats indiquent que 27 participants (34 %) ressentent une fatigue visuelle suite à l'utilisation des LC, quel que soit le modèle, 16 (20 %) ont une vision floue et 11 participants (14 %) ont mal aux yeux.

À RETENIR

Les résultats de l'étude conduisent à émettre des points de vigilance en faveur de la prévention des risques professionnels, à destination des utilisateurs de LC mais aussi des personnes en charge du déploiement de cette technologie en entreprise :

- **escamoter l'écran afin de dégager le champ de vision lors des déplacements à pied. Si ce n'est pas possible, éviter de marcher en regardant les informations affichées dans l'écran des LC ;**
- **dès les premiers symptômes (vertige, nausée, douleur...), stopper l'utilisation des LC ;**
- **prévoir un suivi régulier des retours sur la santé perçue et adapter l'usage des LC.**

Conclusions

L'objectif de l'étude était, d'une part, d'analyser la perturbation des paramètres de la marche d'une personne utilisant les LC qui conduirait à un risque plus important de chute de plain-pied, et d'autre part, d'évaluer le ressenti des participants quant aux effets qu'ils perçoivent sur leur santé et sur l'ergonomie des LC. Les résultats de l'étude montrent que le type de tâche (exercice simple: comptage; ou exercice complexe: analyse de schéma) transmis *via* les LC modifie significativement la manière de se déplacer des utilisateurs. Dans le cadre de cette étude, quel que soit le type de LC (monoculaire, binoculaire), il a été montré que plus l'exercice est complexe, plus la dégradation du déplacement est importante.

De même, la longueur de pas des participants a diminué de 6 % avec un exercice simple et de 10 % avec un exercice complexe par rapport à leur démarche naturelle. Le temps de parcours a augmenté de 10 % avec un exercice simple et de 19 % avec un exercice complexe. En revanche, aucun lien n'a été observé entre le nombre de mauvaises réponses et le temps de parcours des participants. Cela montre que pour un même type d'exercice (simple ou complexe), les



participants qui répondent correctement ne sont pas plus lents pour réaliser le parcours, et que ceux qui commettent des erreurs ne sont pas plus rapides que pour les parcours de référence (sans LC).

Leclercq et Garrigou [10] expliquent que le contrôle et la performance du mouvement sont influencés par la réalisation d'une tâche exigeante et que, si elle perturbe le mouvement, le risque d'accident augmente. Même en laboratoire, des perturbations du mouvement ont été observées, suggérant qu'en conditions réelles, ces perturbations peuvent avoir une influence sur le risque de chute de plain-pied.

En termes d'effets ressentis sur la santé, les résultats de l'étude mettent en évidence des symptômes en lien avec la cybercinétose, que l'on retrouve pour l'usage de la réalité virtuelle [11-12], comme les nausées, les vertiges, les maux de tête et la fatigue générale. Même si peu de personnes ont été concernées et que les notes attribuées sont faibles, on peut noter que ces symptômes sont apparus malgré une utilisation non prolongée de la technologie (40 minutes d'utilisation discontinuée) dans un environnement contrôlé. On retrouve également, comme dans la littérature [13-14], des troubles de la vision avec fatigue visuelle et douleurs.

Concernant l'ergonomie des LC, les résultats soulignent un effet, même léger, du port des LC en

termes de douleurs et/ou de gêne ressenties, notamment au niveau du nez et des oreilles, liées aux points de contacts.

Bien que ces retours soient recueillis sur un nombre restreint de participants, ils sont à considérer pour la prise en compte de la prévention des risques professionnels. Dans des situations de travail réelles (potentiellement plus complexes que les conditions reconstituées en laboratoire), ces effets pourraient être exacerbés.

La familiarisation peut permettre de les réduire. Cette étape de prise en main de ces dispositifs est importante et il est préférable qu'elle soit accompagnée par une personne d'expérience qui conseillera et guidera le porteur des LC. La détermination de l'œil directeur, un ajustement du système de maintien des LC sur la tête, ainsi qu'un réglage de l'écran devant l'œil, sont nécessaires pour garantir un maximum de confort d'utilisation et donc diminuer les douleurs physiques ou gênes ressenties.

Pendant cette phase de familiarisation, il est également important de rappeler au porteur de lunettes connectées quelques préconisations pour sa sécurité, comme d'éviter de se déplacer avec des informations à traiter en même temps. ●

1. La longueur de pas de référence est celle du participant; elle a été mesurée « à vide », c'est-à-dire sans tâche ni équipement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] LUX A., MARCHAL P., PERRIN N., PIERRETTE M. – Lunettes connectées: de nouveaux risques pour les salariés. *Hygiène & sécurité du travail*, 2021, 264, 2021, pp. 5-9. Accessible sur: <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DC%2031>
- [2] HOBERT S., SCHUMANN M. – Application scenarios of smart glasses in the industrial sector. *I-com*, 2016, 15 (2), pp. 133-143.
- [3] BELKACEM I. – *Étude de nouvelles techniques d'interaction en situation de mobilité avec des lunettes électroniques pour le domaine de la santé*. Université de Lorraine, Thèse Interface homme-machine, 2019, 190 p.
- [4] ACE CLUSTER – *White paper on Human-centered factories from theory to industrial practice. Lessons learned and recommendations*. 2019, 51 p.
- [5] KRUPENIA S., SANDERSON P.M. – Does a head-mounted display worsen inattention blindness? In: Proceedings of the Human factors and ergonomics society annual meeting. Sage Publications, 2006.
- [6] SIMONS D.J., CHABRIS C.F. – Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 1999, 28, pp. 1059-1074.
- [7] WILLE M., WISCHNIEWSKI S. – Influence of head mounted display hardware on performance and strain. In: Proceedings of the Human factors and ergonomics society Europe, 2014, pp. 269-279.
- [8] THEIS S. ET AL. – Effects of data glasses on human workload and performance during assembly and disassembly tasks. In: Proceedings of the 19th triennial congress of the IEA, 2015.
- [9] ANSES – *Expositions aux technologies de réalité virtuelle et/ou augmentée. Avis de l'Anses / Rapport d'expertise collective*, juin 2021, 314 p. Accessible sur: www.anses.fr
- [10] LECLERCQ S., GARRIGOU A. – Compréhension des perturbations accidentelles du mouvement dans l'activité dans une perspective de prévention. *Activités*, 2022, 19 (2).
- [11] BRUN L. – Cybercinétose en milieu professionnel. *Références en santé au travail*, 2020, 161, pp. 107-115. Accessible sur: <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TP%2040>
- [12] BENMEHIDI M. – *La réalité virtuelle en milieu professionnel: usages, risques et moyens de prévention*. Revue de la littérature. Faculté de médecine de Créteil, Mémoire pour le diplôme d'études spécialisées en médecine du travail, 2019, 41 p.
- [13] HOFFMAN D.M. ET AL. – Vergence-accommodation conflicts hinder visual performance and cause visual fatigue. *Journal of vision*, 2008, 8 (3), pp. 1-30.
- [14] LAMBOOIJ M. ET AL. – Visual discomfort and visual fatigue of stereoscopic displays: a review. *Journal of imaging science and technology*, 2009, 53 (3), pp. 1-14.