

## TEST VISUEL SUR ÉCRAN POUR OPTIMISER LES CONDITIONS LUMINEUSES

D. FRANCIOLI\*, J.-J. MEYER\*, L. MICHEL\*\*, H. KERKHOVEN\*

\* Laboratoire d'ergonomie visuelle (LEV),

Institut universitaire romand de santé au travail (IST)

\*\* Laboratoire d'énergie solaire (LESO) à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)

Tél. : 0041 21 314 74 78, Email : [david.francioli@inst.hospvd.ch](mailto:david.francioli@inst.hospvd.ch)

### Résumé

Cette étude concerne la mise au point et la validation d'un nouveau logiciel de test visuel sur écran d'ordinateur, élaboré dans le cadre d'un programme expérimental visant à évaluer les effets sur la performance visuelle et le sentiment de confort d'un environnement lumineux donné. Une première expérience, réalisée en collaboration avec des ingénieurs éclairagistes, a mis en évidence d'une part, une relation entre les besoins en lumière des sujets et leur performance visuelle sur écran, d'autre part, les limites d'un affichage en caractère alphanumérique. Une deuxième expérience, réalisée avec les crochets de Snellen sur un seul sujet, a permis d'observer, avec une plus grande fiabilité, la variation de performance en fonction des conditions lumineuses. On en conclut que ce test d'acuité peut être utilisé pour optimiser les conditions lumineuses dans le site même de l'installation d'un écran.

**Mots clés** : Acuité visuelle sur écran - ergonomie visuelle - éclairage des locaux informatisés.

## NEW ON-SCREEN VISION TEST FOR OPTIMISING LUMINOUS CONDITIONS

### Abstract

This study concerns the adaptation and validation of a new on-screen vision test and its software, as part of an experimental program for evaluating the effects on visual performance and perceived comfort within a given luminous environment. A first experience, with the partnership of lighting engineers, put in evidence a relation between the subjects' need for light and their visual performance on the screen on one hand, and the limits of an alpha-numerical display of characters, on the other hand. A second experience, using the Snellen U-type hooks, showed with an increased reliability the variations of performance ratings as a function of the luminous conditions. In conclusion, the on-screen visual acuity test can be used, with a view to optimising the luminous conditions.

**Key words** : Visual acuity on the screen - Visual ergonomics - Lighting in VDT offices

## PROBLÉMATIQUE EN RELATION AVEC L'ÉTUDE PRÉSENTÉE

L'utilisation des écrans concerne une proportion grandissante de travailleurs du secteur tertiaire et la question est de savoir si, aujourd'hui, on a pris toutes les mesures ergonomiques qui s'imposent. Dans cette présentation nous avons considéré les facteurs qui intéressent plus spécialement l'ergonomie visuelle, à savoir la qualité des écrans, l'environnement lumineux et le profil ergophtalmologique des travailleurs.

Il est indéniable que les écrans cathodiques se sont passablement améliorés et qu'ils sont aujourd'hui susceptibles d'être remplacés par des écrans plats LCD qui prennent moins de place et sont moins vulnérables aux phénomènes de réflexion. De leur côté, les éclairagistes et les architectes s'ingénient à concevoir de nouvelles solutions d'éclairage qui visent à faire un meilleur usage de la lumière naturelle (3).

L'adaptation des conditions lumineuses implique de considérer des critères physiologiques de visibilité et des critères psychologiques liés à l'environnement perçu. Mais, s'agissant d'exécuter une tâche, on peut relever un certain nombre de paramètres photométriques qui influencent directement la performance d'acuité et indirectement la performance de lecture par un effet d'éblouissement relatif ou d'un manque d'adéquation du niveau d'éclairage de la rétine, lequel peut être trop faible ou trop élevé. Interviennent aussi la qualité spectrale de la lumière et sa stabilité temporelle.

Nous nous sommes penchés plus particulièrement sur les aspects physiologiques et psychophysiques qui déterminent l'astreinte visuelle et le manque de confort lors du travail sur écran. Nous avons considéré les principaux facteurs d'astreinte visuelle liés à la tâche, à l'environnement lumineux et au sujet ; à savoir : 1) les caractéristiques photométriques et spatiales du champ visuel perçu et l'éclairage des yeux qui lui correspond ; 2) les caractéristiques de l'affichage en terme d'exigence d'acuité ; 3) la capacité visuelle et la sensibilité à la lumière de la population concernée. Ce sont là les paramètres pris en compte et intégrés par le nouvel *indice J d'inconfort physiologique* (3 et 4) dont la validation sur le terrain et en laboratoire est en cours. Capacité et sensibilité à la lumière sont établies au moyen d'un test visuel qui simule mieux que les tests d'acuité clinique, les conditions de faible éclairage et la gêne à l'éblouissement (4). Des investigations de terrain, portant sur un grand nombre d'opérateurs ont révélé, que ces indicateurs étaient effectivement fortement liés à l'astreinte mais relativement faiblement à l'appréciation des conditions lumineuses. Par ailleurs, l'évaluation photométrique a mis en évidence une grande variabilité des conditions lumineuses que ne laisse supposer la seule considération des valeurs d'éclairage horizontal.

## OBJECTIFS DE L'ÉTUDE PRÉSENTÉE

Un problème majeur de l'évaluation des conditions photométriques in situ est de tenir compte de la grande variabilité des conditions météo qui se combinent aux variations journalières du facteur de lumière du jour. D'autre part, la relation entre performance à des tests visuels, même rendus plus spécifiques que les tables d'acuité courantes, et la performance réelle sur écran reste toujours problématique. Il s'est donc avéré nécessaire de compléter les observations de terrain par des évaluations de performances sur écran en situation de simulation en laboratoire. L'écran est alors directement utilisé pour évaluer la performance d'acuité. C'est l'objectif d'une recherche menée actuellement en collaboration avec le laboratoire d'énergie solaire (LESO) du département des techniques du bâtiment de l'école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et financée par le fonds national de la recherche scientifique de Suisse.

## PRÉSENTATION DU TEST

L'écran d'ordinateur n'ayant pas une résolution suffisante, on ne peut donc pas présenter des caractères d'une taille suffisamment faible pour se rapprocher de l'acuité réelle des sujets. Pour contourner cette difficulté, nous avons mis au point une procédure différente permettant d'estimer cette acuité. Cette procédure consiste à présenter des caractères de taille différente; le sujet joue alors sur le contraste de luminance entre ce caractère et le fond (soit avec les touches + ou -, soit avec les boutons de la souris) pour percevoir ces caractères. Pour chaque tailles, on établit 4 fois le seuil de contraste. Reliées entre elles, les valeurs de contraste forment une *courbe acuité – contraste* que l'on modélise en introduisant comme paramètres le contraste seuil (Co) et l'acuité (Am) que l'on cherche à estimer.

Le logiciel permet de choisir entre deux optotypes : caractères alphanumériques et crochets de Snellen (c'est un simple U orienté dans les 4 directions). On peut également fixer le type de contraste (caractères noirs sur fond blanc ou le contraire ou encore des contrastes colorés).

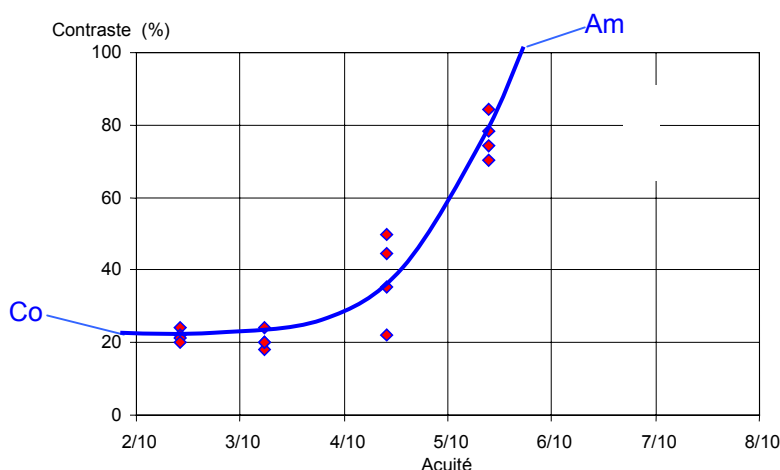


Fig.1.-Exemple typique de courbe acuité – contraste, pour un sujet, obtenue avec le test, ici c'est le caractère alphanumérique qui a été choisi. Am et Co, les deux paramètres de la courbe modélisée.

## VALIDATION DU TEST

Les résultats présentés se rapportent à 2 études préliminaires à l'expérience principale (les figures concernant ce point se situent dans l'annexe).

### Expérience n°1

La première étude a consisté, pour un groupe de 25 sujets, à comparer, en terme de confort visuel et notamment de performance visuelle, deux locaux prototype. Il s'agissait d'un *local de référence*, représentatif d'un bureau conventionnel, et d'un *local test* muni d'un nouveau système de conduction de lumière naturelle, développé par le laboratoire d'énergie solaire. Les sujets devaient répondre à un questionnaire et passer des tests visuels sur papier et sur ordinateur, dans chacun des locaux. De plus ils avaient la possibilité de faire varier le niveau lumineux, grâce aux stores et à l'éclairage artificiel réglable. L'optotype choisi était le caractère alphanumérique. Tous les détails de l'expérience sont décrits dans l'article cité en référence(2). Malgré le fait que les sujets ont compensé le manque de lumière du local de référence (par ajout de lumière artificielle), on a constaté une différence significative entre les deux locaux en faveur de celui muni du nouveau système, que ce soit par l'intermédiaire du

test sur papier, du questionnaire subjectif ou du test sur écran. Il semblerait donc bien exister une certaine corrélation entre les besoins en répartition et en qualité de lumière des sujets et leur performance visuelle. Toutefois les variations du test sur écran étaient faibles par rapport aux attentes. Cela s'explique par l'utilisation de l'optotype alphanumérique dont la courbe modélisée  $C(A) = C_0 \cdot \left[ \frac{A}{A_m} \right]^2$  est représentée à la figure 1. Cette courbe montre que le test était limité d'une part, par la qualité de l'affichage de l'écran, et d'autre part, par la variété des symboles présentés.

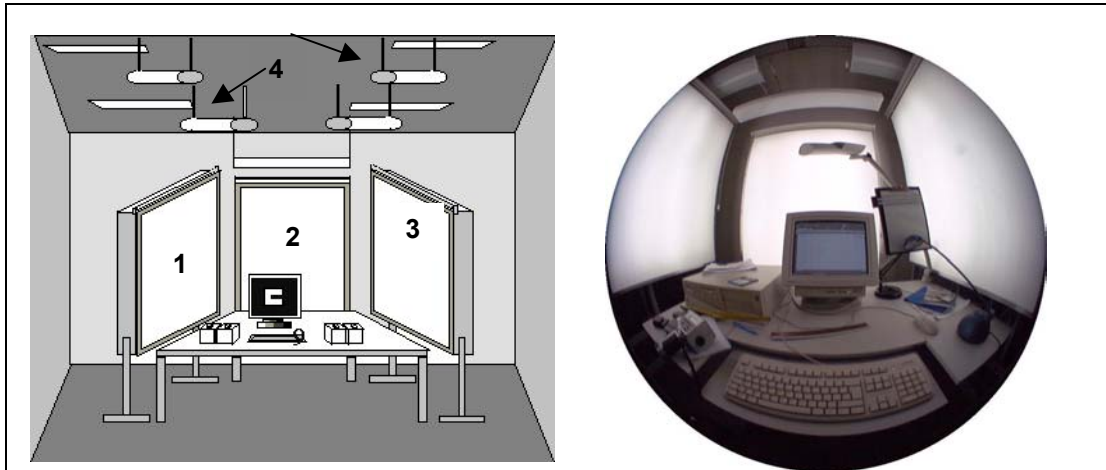


Fig.2.-Dispositif expérimental. 1, 2 et 3 = les 3 panneaux réglés; 4 = lampes suspendues réglées.

Fig.3.-Photographie avec objectif fish-eye du dispositif, prise à la place du sujet

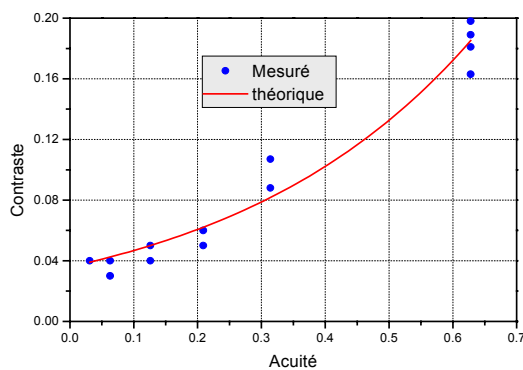


Fig.4.- Exemple de *courbe acuité-contraste*, obtenue avec le crochet de Snellen.

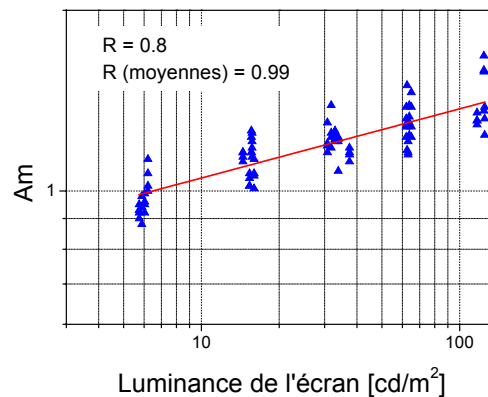


Fig.5.-Relation entre l'acuité estimée et la luminance de l'écran, (panneaux latéraux réglés à 70 cd/m<sup>2</sup> et panneau du fond éteint). Les corrélations sont fortes : R=0.8 et pour les points moyens R=0.99.

## Expérience n°2.

Cette deuxième étude s'est faite dans notre laboratoire, en condition contrôlée. L'optotype utilisé était dans ce cas le crochet de Snellen (mieux adapté au mode d'affichage). Les figures 2 et 3 montrent le dispositif de l'expérience. Un sujet entraîné a réalisé dans diverses conditions 230 tests. L'objectif était d'une part, de mettre en évidence un modèle acuité – contraste pour ce type de test et, d'autre part, de vérifier si l'acuité ainsi estimée variait suffisamment avec les conditions lumineuses. La figure 4 montre la courbe typique que l'on obtient. Le modèle que nous avons mis en évidence est donné par l'équation suivante,

$$C(A) = C_o \cdot 1 - \left[ \frac{A}{A_m} \right]$$
, qui est légèrement différente que celle déterminée pour le caractère alphanumérique. A noter que ce modèle est cohérent avec d'autres modèles cités dans la littérature (1). On a pu constater que le crochet de Snellen présentait l'avantage de provoquer beaucoup moins d'erreurs chez les sujets que le caractère alphanumérique. La figure 5 montre d'une part des valeurs d'acuité estimée réalistes ( $0.8 < A_m < 1.8$ ) et, d'autre part, une très forte corrélation entre l'acuité estimée et la luminance de l'écran.

Le test répond donc à nos attentes : l'acuité estimée pour un sujet donné dépend effectivement des conditions lumineuses.

## CONCLUSION

S'agissant de deux expériences pilotes, les résultats seront vérifiés dans l'expérience de simulation principale à laquelle participeront davantage de sujets. Cette expérience se composera d'un premier volet en laboratoire, d'un deuxième dans un local prototype et finalement d'une validation sur le terrain. Nos résultats suggèrent d'emblée l'importance d'établir, dès la conception des locaux, des conditions d'éclairage optimales tenant compte du travail sur écran. Dans ce contexte, le test sur écran devient un outil susceptible d'intéresser aussi bien l'ergonomie que de l'ergophtalmologie.

Recherche financée par le FNRS, crédit no 3200-057039.99

## RÉFÉRENCES

1. ADRIAN W. K., Performance visuelle, acuité et l'âge, in Lux Europa 1993 : the 7<sup>th</sup> European Lighting Conference, Edinburgh, 4-7 avril 1993. p.278-290.
2. COURRET G., SCARTEZZINI J.L., FRANCIOLI D., MEYER J.J., Design and assessment of an anidolic light-duct, Energy and buildings 28 , 1998, p 79 - 99.
3. FRANCIOLI D., MEYER J.J, KERKHOVEN H., Indice « J » d'inconfort du LEV II, *outils d'application et création d'une banque de données*, bulletin de la SOPT, 1997, p 12 – 24.
4. MEYER J.J, FRANCIOLI D., Indice « J » d'inconfort du LEV I, *Signification ergonomique et ergophtalmologique du nouvel indice « J »*, bulletin de la SOPT, 1996, p 59 – 73.