

Méthodes de terrain pour l'investigation de la fatigue visuelle

F. CAIL (*)

Lors des enquêtes sur le terrain, les opérateurs effectuant des tâches à fortes sollicitations visuelles (travail sur écran ou avec aide optique...) se plaignent souvent de fatigue visuelle. Celle-ci peut se manifester par des plaintes (indices subjectifs) ainsi que par des modifications physiologiques de la fonction visuelle (indices objectifs) [1]. La mise en évidence de la fatigue visuelle, au cours d'interventions en entreprise, nécessite donc de pratiquer un certain nombre d'examens. Nous décrivons ici différents tests utilisés in situ ainsi que leur procédure d'utilisation, afin d'aider les médecins du travail dans leurs investigations. Quelques-uns, déjà décrits par GARRON et FUMERY [2], sont utilisés dans le cadre de la visite d'embauchage des opérateurs sur écran.

1. LOCAL D'EXAMENS VISUELS

Le local où se déroulent les investigations doit être proche du lieu de travail des opérateurs: certaines caractéristiques fonctionnelles de la fatigue visuelle peuvent être réversibles rapidement, un trajet relativement long entre le poste de travail et le lieu d'examens pourrait permettre une relative récupération.

Etant donné les variations journalières de l'éclairage naturel, il est préférable de choisir un local où il est possible de faire l'obscurité, afin de contrôler totalement les conditions d'éclairage pendant les tests:

- certains peuvent avoir lieu dans la pénombre, obtenue grâce à l'éclairage d'une lampe d'appoint,
- d'autres seront pratiqués à la lumière, l'éclairage artificiel convient alors parfaitement.

Pour les examens nécessitant une réponse verbale du sujet, l'environnement sonore ne devra constituer une gêne ni pour lui ni pour l'expérimentateur. Enfin, il est préférable que le siège mis à la disposition du sujet possède une assise réglable en hauteur.

2. MATERIEL NECESSAIRE

Les instruments utilisés pour la réalisation des tests objectifs sont les suivants:

- un Ergovision® (1a),
- une baguette ou une aile de Maddox^(1b),
- une réglette binoculaire RAF (1b),
- une barre de prismes de Berens (1b).

(*) Service de Physiologie environnementale, Centre de recherche de l'INRS, 54500 VANDOEUVRE.

(1) Adresse des fournisseurs éventuels:
Instrument a: Essilor Département Dépistage, 6 rue Pastourelle, 75410 PARIS CEDEX. Tél. 48987000.
Instruments b: Luneau SA, 3 rue d'Edimbourg, 75008 PARIS. Tél. 42932035.

3. TESTS SUBJECTIFS

Le recueil des indices subjectifs peut être réalisé soit par la prise en compte de la fréquence des plaintes, au moyen d'un questionnaire, soit par celle de l'intensité des troubles, au moyen d'échelles d'auto-évaluation. Ces dernières sont toutefois rarement employées.

3.1. Description et procédure des tests

Questionnaires

Dans un grand nombre d'études abordant sur le terrain le problème de la fatigue visuelle [1], le recueil des plaintes par questionnaire constitue la méthode privilégiée. Dans le cadre du travail sur écran, 15 symptômes oculaires et visuels (picotements, vision trouble, sensibilité à la lumière, maux de tête) avaient été recensés dans un questionnaire proposé par l'INRS en 1979.

Le questionnaire (cf. annexe), élaboré en collaboration avec le Dr KERAVEL (SNCF), reprend de nombreuses questions du précédent, notamment en ce qui concerne les symptômes oculaires et visuels. Mais il permet de faire des investigations concernant le travail sur écran à fond clair, de plus en plus répandu, notamment dans les secrétariats.

Il faut environ 25 minutes pour remplir le questionnaire. Il est préférable que l'expérimentateur pose les questions et le remplisse lui-même lors d'un entretien individuel avec l'opérateur. Sinon celui-ci pourrait communiquer avec ses collègues avant de répondre, risquant ainsi de biaiser les résultats.

Echelles d'auto-évaluation

Elles représentent un gradient entre 2 états opposés et sont constituées d'une ligne comportant généralement de 6 à 8 segments (fig. 1). Le sujet trace une croix sur la ligne à l'emplacement qu'il juge représentatif de son état au moment du test.

3.2. Protocole expérimental

Si le but du questionnaire est de mettre en évidence la fatigue visuelle engendrée par une activité donnée, il faut disposer d'un groupe témoin constitué d'opérateurs peu ou pas sollicités sur le plan visuel. Le choix de ce groupe de référence est donc d'une grande importance.

Les échelles d'auto-évaluation n'ont de valeur que si elles sont remplies au moins deux fois par jour, c'est-à-dire en début et fin de travail. Un examen supplémentaire peut être effectué à la mi-journée, avant le repas.

3.3. Dépouillement

Pour le questionnaire, le numéro de la réponse obtenue est reporté dans la case correspondante située sur le bord droit de ce questionnaire.

Pour les échelles d'auto-évaluation, selon les grilles, un chiffre est attribué à chaque case (fig. 1, de 1 à 7) ou la distance entre la croix et l'une des extrémités de la grille est mesurée.

3.4. Calculs statistiques

Différents traitements statistiques peuvent être appliqués aux questionnaires, depuis un simple calcul des pourcentages pour les réponses de chaque question, jusqu'à une analyse factorielle.

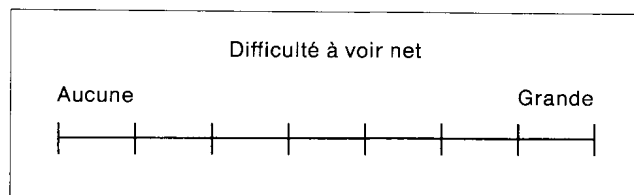


Fig. 1. Exemple d'échelle d'auto-évaluation

4. TESTS OBJECTIFS

Devant la multiplicité des modifications physiologiques visuelles pouvant survenir au cours du travail, il existe toute une batterie de tests objectifs. Certains s'avèrent facilement praticables sur le terrain (mesure de l'acuité visuelle, des phories, du punctum proximum d'accommodation et de l'amplitude de fusion).

4.1. Description et procédures

Mesure de l'acuité visuelle monoculaire en vision de loin

L'acuité visuelle binoculaire diminue significativement après 3 h de travail sur écran [3, 4], ou même après 1 h de lecture, chez un tiers des sujets [5]. Cependant, elle n'est pas toujours modifiée en fin de travail même si celui-ci a été sollicitant pour la vue [6 à 8]. De plus, il semble que si l'acuité visuelle de l'œil directeur peut diminuer au cours du travail, elle ne varie pas significativement pour l'autre œil [9]: la mesure de l'acuité visuelle serait donc plus pertinente en vision monoculaire qu'en vision binoculaire lors de l'investigation de la fatigue visuelle.

La mesure de l'acuité visuelle monoculaire peut être effectuée, en vision de loin (5 m), avec l'Ergovision®. Cet appareil ressemble aux anciens « visiotests » mais offre davantage de possibilités que ces derniers; il sert principalement au dépistage d'anomalies visuelles mais certains tests s'appliquent à l'étude de la fatigue visuelle. Ce test se présente sous forme de tableaux composés de 4 lettres et de 4 chiffres noirs présentés sur un fond blanc lumineux (fig. 2). L'échelle varie de 2 à 12/10^e avec un pas de 2. Ce test doit être réalisé en mode manuel, car, en mode automatique, il est alors intégré à une batterie de tests inutiles ici. Il dure environ 2 minutes.

La première étape consiste à programmer le test (en appuyant sur la touche → du pupitre de commande) pour qu'il démarre à 2/10^e et soit pratiqué avec une difficulté croissante. Placé dans la pénombre, le sujet lit à voix haute les 2 lignes sur chaque présentation.

Mesure de l'acuité visuelle en contraste variable

La sensibilité au contraste est l'inverse du seuil de contraste minimum perceptible. Elle peut diminuer après un travail sur écran [10, 11] ou après lecture sur document papier [12, 13]. Elle est testée par la mesure de l'acuité visuelle en contraste variable effectuée avec l'Ergovision®.

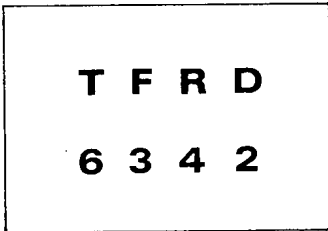


Fig. 2. Test d'acuité visuelle en vision de loin

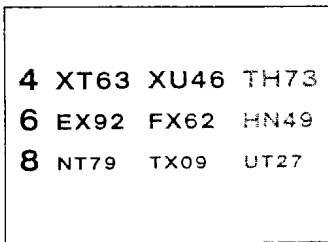


Fig. 3. Test d'acuité visuelle en contraste variable

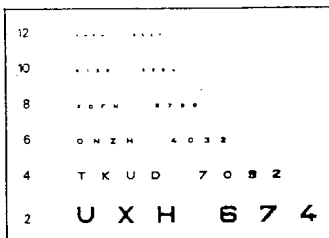


Fig. 4. Test d'acuité visuelle en vision mésopique

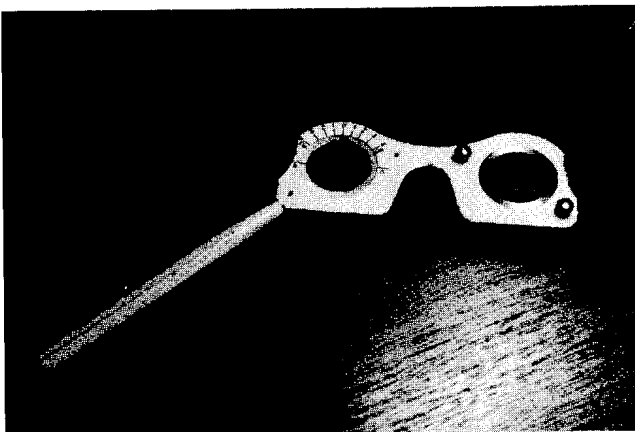


Fig. 5. Baguette de Maddox

Neuf blocs, composés chacun de 2 lettres et de 2 chiffres, sont répartis sur 3 lignes (fig. 3). De haut en bas, la taille des caractères diminue (acuité correspondant à 4, 6 et 8/10^e); leur contraste se réduit (0,6 - 0,4 - 0,2) de gauche à droite. Placé dans la pénombre, le sujet lit horizontalement à voix haute les 3 lignes, en commençant par celle du haut. La durée de ce test est d'environ 1 minute.

Mesure de l'acuité visuelle mésopique

Dans le travail sur écran à fond sombre (notamment fond noir), il est admis que la vision des opérateurs est plus mésopique que photopique. La mesure de l'acuité visuelle mésopique s'avère donc pertinente pour étudier la fatigue visuelle de ces opérateurs. L'Ergovision® permet de la tester en vision intermédiaire (66 cm).

Six lignes d'acuité sont proposées correspondant à 2, 4, 6, 8, 10 et 12/10^e. Elles se composent chacune de 4 lettres et de 4 chiffres noirs, excepté pour celle correspondant à 2/10^e qui ne comporte que 3 lettres et 3 chiffres. Elles sont présentées sur un fond ambre dont la luminance est de 4 cd.m⁻² (fig. 4). Placé dans la pénombre, le sujet lit horizontalement à voix haute les 6 lignes, en commençant par celle du bas qui correspond à l'acuité visuelle la plus faible. La durée de ce test est d'environ 1 minute.

Mesure des phories horizontales en vision de près

Dans des tâches sollicitantes pour la vue (travail sur écran [14 à 17], couture [18]), une ésodéviation, c'est-à-dire une modification de la vergence dans le sens de l'ésophorie (convergence), a été observée en vision de près chez les opérateurs, en fin de journée; elle peut dépasser 3 dioptries. Ce phénomène traduirait une fatigue de l'appareil oculo-moteur. Les phories horizontales peuvent être mesurées avec une baguette de Maddox ou une aile de Maddox.

La baguette de Maddox (fig. 5) se présente sous la forme d'un face-à-main dont le verre situé du côté de la poignée est transparent et pivotant. L'autre verre est rouge, pivotant et finement strié. Deux graduations, étiquetées de 0 à 5 dioptries prismatiques (dp) chacune, sont inscrites au dessus du verre transparent. Une source lumineuse ponctuelle est placée à environ 33 cm des yeux (?). La distance œil-stimulus doit rester la même pour tous les sujets, aussi est-il préférable qu'elle soit matérialisée. Dans la pénombre, le sujet doit alors voir avec l'œil gauche un trait rouge vertical et avec l'autre œil, la lumière. Les sujets astigmatés ne sont pas capables d'effectuer ce test, car ils ne voient pas le trait rouge. Pour affiner ce test, des graduations intermédiaires peuvent être rajoutées sur la baguette.

Au départ, les stries du verre rouge doivent être horizontales et le trait noir qui est situé sur la bordure du verre transparent, en face du zéro. Le sujet tient la baguette de Maddox devant ses yeux ou plaquée sur ses lunettes, s'il en porte. Le sujet manipule vers le haut ou le bas la petite molette située sur le verre transparent, pour placer le trait rouge en coïncidence avec la lumière. Si le sujet éprouve des difficultés, lui demander de fermer les yeux et de les rouvrir. S'il n'arrive pas à superposer le trait rouge et la lumière, il se place le plus près possible de ce trait rouge (sinon un prisme supplémentaire doit être rajouté devant le verre transparent). La durée de ce test est d'environ 1 minute.

(²) Une lampe de poche, dont le verre est recouvert d'un morceau de carton à dessin de couleur noire percé d'un trou, peut faire office de source ponctuelle.

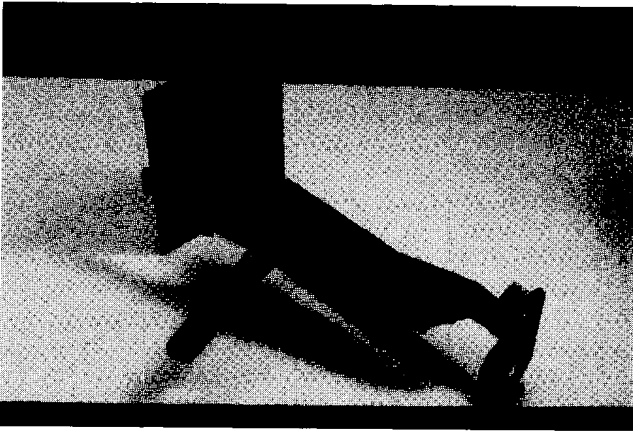


Fig. 6. Aile de Maddox

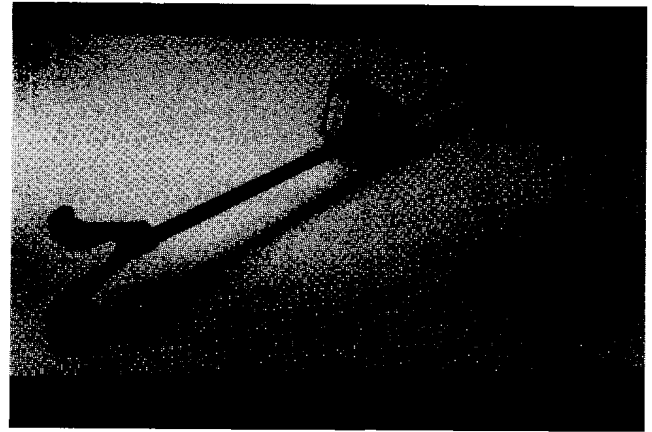


Fig. 7. Réglette binoculaire RAF

A la différence de la baguette, l'emploi de *l'aile de Maddox* (fig. 6) dispense de l'utilisation d'un stimulus lumineux; le test peut être effectué sous un éclairage d'au moins 300 lux. Le sujet regarde avec un œil une ligne blanche horizontale graduée et, avec l'autre œil, une flèche blanche verticale figurées sur une plaque à 33 cm. La dissociation de ces 2 éléments est assurée par une cloison verticale. L'échelle de graduation de l'aile va de 0 à 22 dp dans le sens de l'exophorie et de 0 à 15 dp dans le sens de l'ésophorie. La durée de ce test est d'environ 30 secondes.

Mesure du punctum proximum d'accommodation (PPA) en vision binoculaire

Lors du travail sur écran [19 à 21] ou sur microfiches [6, 22], au microscope [23 à 27] ou lors d'un contrôle de qualité [28], un recul du PPA a été observé chez les opérateurs en fin de journée, pouvant atteindre 4 cm. Ce phénomène traduit la fatigue du muscle ciliaire.

La détermination du PPA peut s'effectuer avec une réglette binoculaire RAF (fig. 7). Cet instrument est constitué d'une barre graduée en centimètre ou en quart de centimètre, sur laquelle peut coulisser un parallélépipède. Sur trois de ces faces, celui-ci porte des textes ⁽³⁾ dont la taille des caractères diffère. Les textes sont ceux du docteur PARINAUD. Cet appareil comporte également à une extrémité, une poignée amovible et à l'autre, un appui facial qui se positionne sous les yeux. Le test s'effectue sous un éclairage d'au moins 300 lux. La longueur de la réglette ne permet pas théoriquement de tester des personnes âgées de plus de 49 ans.

Le sujet tient d'une main la poignée et, de l'autre, la languette située sous le parallélépipède. En partant d'une position de vision binoculaire nette, le sujet lit le texte dont les caractères sont les plus petits. S'il éprouve des difficultés, on utilisera un texte dont les caractères sont plus grands. En fait, le choix du texte n'a guère d'importance, car c'est la netteté de l'image, non l'acuité visuelle, qui est testée. Le sujet doit ensuite rapprocher lentement le texte de ses yeux et stopper dès que celui-ci est perçu de façon floue. La durée de ce test est d'environ 30 secondes.

Mesure du punctum proximum de convergence (PPC)

Après un travail sur microfiches [6], sur écran [20, 29] ou avec microscope [23, 30], le punctum proximum de convergence peut reculer de plus de 4 cm.

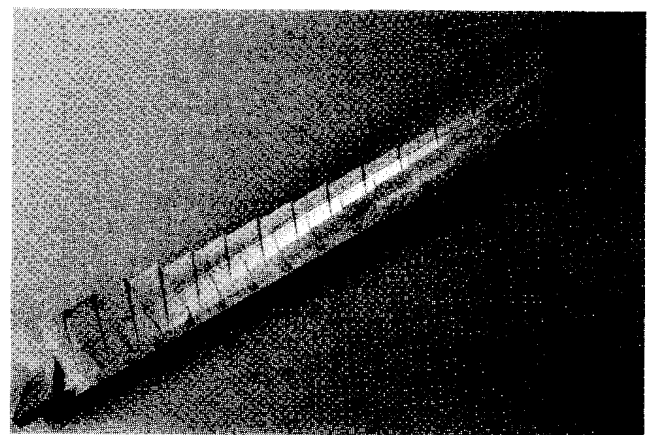


Fig. 8. Barre de prismes de Bérens

La détermination du PPC peut s'effectuer avec le proximètre décrit précédemment. En effet, sur l'un des côtés du parallélépipède, figure un trait noir vertical sur fond blanc. Le test s'effectue sous un éclairage d'au moins 300 lux.

Le sujet tient d'une main la poignée, de l'autre, la languette située sous le parallélépipède. Il rapproche le trait de ses yeux jusqu'à le voir se dédoubler. Ce test dure moins de 30 secondes mais il est pénible pour le sujet.

Mesure de l'amplitude de fusion

Quelques études ont montré une diminution de l'amplitude de fusion après un travail en vision de près [31] comme celui des dentistes [32] ou sur écran [29].

La mesure de l'amplitude de fusion s'effectue sous un éclairage d'au moins 300 lux, avec une barre de prismes de Berens en horizontale (fig. 8); ces prismes sont au nombre de 15 et leur puissance s'échelonne entre 1 et 40 dp.

Une feuille de papier, sur laquelle est tracé un trait noir d'une dizaine de centimètres de long et d'un demi-centimètre de large, est fixée au mur à hauteur de yeux. Le sujet se place à 60 cm de ce trait en tenant verticalement la barre de prismes devant son œil droit, la partie plate tournée vers lui et la graduation vers l'extérieur. En commençant avec le prisme de plus faible puissance, les 2 yeux ouverts, le sujet fait descendre la barre (augmentation de la puissance des prismes); il stoppe quand il n'arrive plus à voir un seul trait noir. Le sujet peut signaler qu'il voit double au moment du passage d'un prisme à

⁽³⁾ Le parallélépipède peut être également muni de différents optotypes.

l'autre mais, comme le recommandent GARRON et FUMERY [2], il faut insister et l'inciter à loucher pour qu'il produise un effort maximal. La durée de ce test est d'environ 30 secondes.

4.2. Protocole expérimental

Pratiqués sur le terrain, ces examens visuels doivent être présentés dans un ordre évitant des alternances entre pénombre et lumière dans le local. On pourra choisir par exemple l'ordre suivant: acuité visuelle monoculaire, acuité visuelle à contraste variable, acuité visuelle mésopique, phories horizontales, punctum proximum d'accommodation, amplitude de fusion. Ces tests doivent être effectués le matin avant que le travail ne commence, c'est-à-dire dès l'embauche et en fin de journée juste avant de quitter le travail. Cela limite la durée des investigations à environ 1 heure le matin et 1 heure le soir, afin que la durée de travail des sujets soit similaire à celle des autres jours. Si possible, les sujets passent dans le même ordre à chaque examen.

4.3. Dépouillement

Acuité visuelle monoculaire en vision de loin

Si, pour une présentation, le sujet fait plus de 2 erreurs, il ne possède pas l'acuité visuelle définie pour cette présentation. Seules les variations correspondant à un passage de l'acuité à un niveau inférieur (ex. de 10 à 8/10^e) sont donc prises en compte dans le dépouillement. La baisse de cette acuité visuelle peut atteindre 6/10^e en fin de journée.

Acuité visuelle en contraste variable

Si le sujet fait plus d'une erreur pour un bloc de 4 caractères, il ne possède pas l'acuité visuelle pour le contraste correspondant à ce bloc. Seules les variations correspondant à une « perte de bloc » sont donc prises en compte dans le dépouillement. Cette perte peut être de 4 blocs.

Acuité visuelle mésopique

Si le sujet fait plus de 2 erreurs par ligne, il ne possède pas l'acuité visuelle définie pour cette ligne. Seules les variations correspondant à un passage de l'acuité à un niveau inférieur (ex: de 8 à 6/10^e) sont donc prises en compte dans le dépouillement. La baisse de cette acuité visuelle peut atteindre 4/10^e en fin de journée.

Phories horizontales en vision de près

L'expérimentateur note la position du trait noir sur la graduation. Si ce trait noir se situe dans celle de la partie nasale, le sujet est en ésophorie (convergence); s'il se situe dans celle de la partie temporale, le sujet est en exophorie (divergence).

Punctum proximum d'accommodation en vision binoculaire

L'expérimentateur note la distance œil-texte, à la bordure distale de la partie coulissante.

Punctum proximum de convergence

L'expérimentateur note la distance œil-trait, à la bordure distale de la partie coulissante.

Amplitude de fusion

L'expérimentateur note, sur l'un des côtés de la barre, la valeur du dernier prisme pour lequel le trait noir apparaît non dédoublé.

4.4. Calculs statistiques

On peut appliquer :

- le test de Student en échantillons appariés pour l'examen des phories, du PPA, du PPC et de l'amplitude de fusion,
- le test du χ^2 , pour les examens d'acuité visuelle. Pour des comparaisons statistiques inter-groupes, il est préférable que ces groupes soient constitués d'au moins 20 opérateurs.

CONCLUSION

Puisque la fatigue visuelle peut prendre diverses formes, différentes méthodes d'investigation sont employées. Celles-ci se répartissent en deux catégories, destinées à recueillir des indices soit subjectifs, soit objectifs. L'absence fréquente de corrélation entre ces deux types d'indice [1], doit inciter à pratiquer les tests de chaque catégorie (encore rarement réalisés). Il n'est pas possible actuellement de se limiter à un seul test objectif. Heureusement, plusieurs tests relativement simples de durée courte existent, permettant de les diversifier et de mieux aborder le problème de la fatigue visuelle. Enfin, pour rechercher les facteurs déterminants de la fatigue, cette approche devra être complétée par un dépistage des anomalies visuelles [33] et une analyse des conditions de travail.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CAIL F., SALSIS S. – La fatigue visuelle: définitions, symptômes et causes. Vandœuvre-lès-Nancy, INRS, Coll. Notes scientifiques et techniques, 1992, sous presse.
- [2] GARRON J., FUMERY J.L. – L'examen visuel par le médecin du travail au cours de la visite d'embauchage pour le travail sur écran. *Archives des Maladies Professionnelles*, 1984, 45, pp. 57-61.
- [3] HAIDER M., KUNDI M., WEIBENBÖCK M. – Worker strain related to VDUs with differently coloured characters. In: GRANDJEAN E., VIGLIANI E. (éds). – Ergonomic aspects of visual display terminal. Londres, Taylor & Francis, 1980, pp. 53-64.
- [4] LÄUBLI Th., GYR S., NISHIYAMA K., GLERER R., GRANDJEAN E. – Effects of refresh rates of a simulated CRT display with bright characters on a dark screen. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1986, 1, pp. 9-20.
- [5] OWENS D.A., WOLF-KELLY K. – Near work, visual fatigue, and variations of oculomotor tonus. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 1987, 28, pp. 743-749.
- [6] LAVILLE A., TEIGER C., LANTIN G., DESSORS D. – Quelques caractéristiques de la fatigue provoquée par le travail de détection sur microfiches. *Le Travail Humain*, 1979, 42, pp. 261-273.
- [7] NYMAN K.G., KNAVE B.G., VOSS M. – Work with video display terminals among office employees, IV. Refraction, accommodation, convergence and binocular vision. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1985, 11, pp. 483-487.
- [8] DAINOFF M.J., HAPP A., CRANE P. – Visual fatigue and occupational stress in VDT operators. *Human Factors*, 1981, 23, pp. 421-438.

- [9] TANAHASHI M., MIYAO M., SAKAKIBARA H., KONDO T., AKAMATSU Y., TAKIHI K., YAMAUCHI T., YAMANAKA K., YAMADA S., TOMIYASU S. – The effect of VDT work on the fluctuations of accommodation. *Industrial Health*, 1986, 24, pp. 173-189.
- [10] JASCHINSKI-KRUZA W. – Transient myopia after visual work. *Ergonomics*, 1984, 27, pp. 1181-1189.
- [11] GREENHOUSE D.S., BAILEY I.L., HOWARTH P.A. – Spatial adaptation to video text displays. In: Le travail à l'écran de visualisation. Deuxième conférence scientifique internationale, Montréal, 11-14 septembre 1989. Montréal, IRSST, 1989, p. 67.
- [12] MIKEALIAN H.H. – Changes in contrast sensitivity function produced by VDT use. *International Journal of Man-Machine Studies*, 1988, 28, pp. 637-642.
- [13] LUNN R., BANKS W.P. – Visual fatigue and spatial frequency adaptation to video displays of text. *Human Factors*, 1986, 28, pp. 457-464.
- [14] ELIAS R., CAIL F. – Contraintes et astreintes devant les terminaux à écran cathodique. Vandœuvre-lès-Nancy, INRS, Coll. Notes scientifiques et techniques, 1982, NS 43, 118 p.
- [15] WOO G.C., STRONG G., IRVING E., ING B. – Are there subtle changes in vision after use of VDT? In: KNAVE B., WIDEBÄCK P.G. (éds) – Work with display units 86. Amsterdam, Elsevier, 1987, pp. 490-503.
- [16] EHRLICH D.L. – Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 1987, 7, pp. 353-357.
- [17] JARVINEN E., MAKITIE J. – VDU work, refractive errors and binocular vision. In: KNAVE B., WIDEBÄCK P.G. (éds) – Work with display units 86. Amsterdam, Elsevier, 1987, pp. 552-555.
- [18] KOITCHEVA V., ZLATEVA V. – Problèmes visuels chez les couturières d'une usine. *Le Travail Humain*, 1980, 43, pp. 218-219.
- [19] MISAWA T., SHIGETA S. – Etude expérimentale de l'influence de la charge de travail sur le rendement de travail au terminal à écran de visualisation: effets de la polarité de l'écran et de la couleur d'affichage (traduction). *Japanese Journal of Industrial Health*, 1986, 28, pp. 420-427.
- [20] GUNNARSSON E., SÖDERBERG I. – Eye strain resulting from VDT work at the swedish telecommunications administration. *Applied Ergonomics*, 1983, 14, pp. 61-69.
- [21] KUMASHIRO M. – A mechanism of mental stress response on VDT performance. In: GRANDJEAN E. (éd.) – Ergonomics and Health in Modern Offices. Londres, Taylor & Francis, 1984, pp. 240-247.
- [22] KINTZ R.B., BOWKER D.O. – Accommodation response during a prolonged visual search task. *Applied Ergonomics*, 1982, 13.1, pp. 55-59.
- [23] NYMAN K.G. – An experimental study on visual strain and microscopy work. *Acta Ophthalmologica*, 1984, suppl. 161, p. 94.
- [24] SCHOBER H.A.W., DEHLER H., KASSEL R. – Accommodation during observations with optical instruments. *Optical Society of America. Journal*, 1970, 60, pp. 103-107.
- [25] ZOZ N.E., KUZNETOV J.A. – Etat de l'appareil d'accommodation visuelle lors du travail au microscope (traduction). *Gigiena Truda i Professional'nye Zabolevaniya*, 1977, 12, pp. 13-15.
- [26] SÖDERBERG I., CALISSENDORFF B., ELOFSSON S., KNAVE B. – Travail sous microscope. I. Enquête sur les gênes oculaires ressenties par les opérateurs travaillant sous microscope dans une entreprise d'électronique. II. Etude ergonomique du travail sous microscope dans une entreprise d'électronique. Traduction INRS 505-81, 1978, 79 p.
- [27] ELIAS R., CAIL F. – Travail sous binoculaires: astreintes visuelles et posturales. *Cahiers de Notes Documentaires*, 1984, 117, pp. 451-456.
- [28] SAITO M. – The effect of forced visual work on the visual nervous system. In: SALVENDY G. (éd.) – Human-computer interaction. Amsterdam, Elsevier, 1984, pp. 303-306.
- [29] KURIMOTO S., IWASAKI T., NORO K., YAMAMOTO S., KOMATSUBARA A. – Eye strain in VDT work from the standpoint of ergophthalmology. In: NORO (éd.) – Occupational health and safety in automation and robotics. London, Taylor & Francis, 1987, pp. 110-136.
- [30] FRENETTE B., DESNOYERS L. – Etude des effets du travail au microscope sur le système visuel. In: Proceedings of the 19th annual meeting of the human factors association of Canada, 1986, pp. 31-34.
- [31] KOITCHEVA V. – Fonctions visuelles et travail. *Le Travail Humain*, 1983, 46, pp. 93-111.
- [32] KOITCHEVA V., ZLATEVA V. – Altérations professionnelles de la vue chez les dentistes. *Le Travail Humain*, 1983, 46, pp. 113-119.
- [33] EDF-GDF – Suivi médical des opérateurs devant écran de visualisation. Octobre 1991, 92 p.

ANNEXE

Questionnaire-type

Dossier n°	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Quelle est la marque de votre écran ?	
Année :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Votre écran est-il plus haut que large ?	
Mois	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	oui = 1 <input type="checkbox"/> non = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sexe :		Votre écran est-il plat ?	
homme = 1 <input type="checkbox"/> femme = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	oui = 1 <input type="checkbox"/> non = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quel est votre âge ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Percevez-vous un papillotement ou un scintillement des caractères ou du fond de l'écran ?	
Portez-vous des lunettes ?		non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
non = 1 <input type="checkbox"/> double foyer = 2 <input type="checkbox"/> verres progressifs = 3 <input type="checkbox"/> lentilles = 4 <input type="checkbox"/> autre = 5 <input type="checkbox"/>		Si vous utilisez un écran à fond clair, percevez-vous une ondulation de ce fond ?	
QUESTIONS LIÉES À L'ORGANISATION DU TRAVAIL		non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/> non concerné = 0 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quelle tâche informatisée faites-vous ?		Les caractères s'effacent-ils suffisamment vite ?	
saisie de données = 1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	oui = 1 <input type="checkbox"/> non = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
recherche d'information = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vous voyez-vous distinctement dans votre écran quand vous l'utilisez ?	
dialogue (saisie + recherche) = 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
traitement de texte (saisie, correction) = 4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Un filtre a-t-il été posé sur votre écran ?	
tâches créatives (conception) = 8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/> ne sait pas = 9 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Depuis combien de temps travaillez-vous sur écran ?		Certains caractères peuvent-ils être confondus avec des chiffres ?	
moins de 6 mois = 1 <input type="checkbox"/> entre 6 et 12 mois = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
entre 1 et 5 ans = 3 <input type="checkbox"/> plus de 5 ans = 4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les traits constituant les caractères vous paraissent-ils d'épaisseur :	
Si vous utilisez un écran à fond clair, depuis combien de temps travaillez-vous avec ?	<input type="checkbox"/>	suffisante = 1 <input type="checkbox"/> insuffisante = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		A la distance œil-écran où vous travaillez, les caractères vous paraissent-ils de taille :	
Si vous utilisez un écran à fond clair, avez-vous travaillé auparavant sur écran à fond sombre ?	<input type="checkbox"/>	suffisante = 1 <input type="checkbox"/> insuffisante = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/> non concerné = 0 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'affichage sur écran se fait :	
Quelle est en moyenne votre durée journalière de travail sur écran ?		page par page = 1 <input type="checkbox"/> par défilement = 2 <input type="checkbox"/> ne sait pas = 9 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0-2 h = 1 <input type="checkbox"/> 2-4 h = 2 <input type="checkbox"/> 4-6 h = 3 <input type="checkbox"/> 6-8 h = 4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Augmentez-vous l'intensité lumineuse des caractères ou du fond de l'écran au cours de la journée ?	
Votre travail se fait-il :		non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
en alternance avec d'autres activités = 1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	QUESTION LIÉE AU DOCUMENT	
en continu = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La lisibilité de certains de vos documents est-elle difficile ?	
Si votre travail se fait en continu, faites-vous des pauses ?	<input type="checkbox"/>	non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/> non concerné = 0 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
oui = 1 <input type="checkbox"/> non = 2 <input type="checkbox"/> non concerné = 0 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	QUESTIONS LIÉES À L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE	
Votre travail est-il posté ?	<input type="checkbox"/>	De quelle direction arrive la lumière du jour quand vous êtes assis(e) devant votre écran ?	
non = 1 <input type="checkbox"/> oui = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	de côté = 1 <input type="checkbox"/> de derrière = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
QUESTIONS LIÉES À L'ÉCRAN		de devant = 4 <input type="checkbox"/> pas de fenêtres = 8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Travaillez-vous sur un écran à fond :		Travaillez-vous avec un éclairage artificiel général ?	
clair = 1 <input type="checkbox"/> sombre = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non = 1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De quelle couleur est le fond de votre écran quand vous l'utilisez ?		allant directement du luminaire au plan de travail = 2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
blanc = 1 <input type="checkbox"/> bleuté = 2 <input type="checkbox"/> noir = 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	dirigé vers le plafond = 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gris = 4 <input type="checkbox"/> autre couleur = 5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
plusieurs couleurs = 6 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
De quelle couleur sont les caractères ?			
vert = 1 <input type="checkbox"/> jaune-orange = 2 <input type="checkbox"/> blanc = 3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
cyan (bleu-vert) = 4 <input type="checkbox"/> noir = 5 <input type="checkbox"/> rouge = 6 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
bleu = 7 <input type="checkbox"/> plusieurs couleurs = 8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

La lumière qui arrive sur votre écran est-elle :

convenable = 1 trop forte = 2

Travaillez-vous avec une lampe d'appoint ?

oui = 1 non = 2

Voyez-vous des lumières dans l'espace situé au-dessus de l'écran quand vous regardez l'écran ?

non = 1 oui = 2

Voyez-vous des reflets de sources lumineuses sur votre écran quand vous l'utilisez ?

non = 1 oui = 2

L'éclairage de vos documents est-il ?

convenable = 1 trop fort = 2
trop faible = 3 non concerné = 0

L'environnement sonore de votre poste de travail est-il ?

acceptable = 1 bruyant = 2

Votre local de travail est-il climatisé ?

non = 1 oui = 2

QUESTIONS LIÉES AU POSTE

Travaillez-vous face à un mur, avec la table contre le mur ?

non = 1 oui = 2

Le haut de votre moniteur est-il environ à hauteur de vos yeux ?

oui = 1 en dessous = 2 au dessus = 3

Vos documents sont-ils ?

sur un support incliné contre le clavier et l'écran = 1
sur un support à gauche ou à droite de l'écran = 2
à plat à côté du clavier ou sur le clavier = 3
au dessus de l'écran = 4
non concerné = 0

Utilisez-vous une souris ?

oui = 1 non = 2

SIGNES DE FATIGUE GÉNÉRALE

Ressentez-vous de la fatigue pendant les jours de repos ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

Vous sentez-vous fatigué(e) en vous réveillant ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

Etes-vous gêné(e) après le travail pour lire ou regarder la télévision ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3
non concerné = 4

SYMPTÔMES OCULAIRES ET VISUELS

Pendant le travail ressentez-vous ou constatez-vous :

• Des sensations d'yeux secs ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Que les yeux vous tirent ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des picotements des yeux ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des brûlures oculaires ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des yeux rouges ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Que la vision devient moins nette ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Un voile sur les objets fixes ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des points noirs qui flottent devant les yeux ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des yeux larmoyants ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des éblouissements ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des vertiges ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Une coloration des surfaces ou des objets blancs ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

• Des maux de tête ?

jamais = 0 rarement = 1 parfois = 2 souvent = 3

AUTRES FACTEURS DE CHARGE

Le travail que vous faites est-il :

intéressant = 1 monotone = 3 entre les deux = 2

Avez-vous des attentes dues à l'indisponibilité passagère du terminal ?

non = 1 parfois = 2 souvent = 3

Combien de temps mettez-vous pour vous rendre à votre travail ?

moins de 1 h = 1 de 1 h à 2 h = 2 plus de 2 h = 3

Avez-vous un micro-ordinateur chez vous ?

non = 1 oui = 2

Prenez-vous actuellement des médicaments ?

non = 1 oui = 2

Avez-vous des soucis familiaux ou professionnels ?

non = 1 oui = 2