



TRAVAIL SUR ÉCRAN

# Les perspectives de la recherche

**Avec la multiplication du nombre de troubles musculosquelettiques, les études dans le domaine du travail sur écran prennent un tour nouveau. Présentation des principaux axes de recherche par François Cail de l'INRS Nancy.**

**L**es problèmes de santé posés par le travail sur écran de visualisation n'ont concerné jusqu'ici que les fatigues visuelle, posturale et nerveuse : des phénomènes réversibles qui disparaissent après un repos suffisant. D'ailleurs, cette activité professionnelle n'a jamais été mentionnée dans les tableaux de maladies professionnelles. Toutefois, elle fait l'objet d'une réglementation et de normes (voir encadré ci-dessous). L'affichage, l'implantation des postes à écran, leur aménagement, voire l'organisation temporelle de ce travail, ont fait partie des principales préoccupations des préventeurs. Ceux-ci étaient

soucieux de réduire l'inconfort et la fatigue des opérateurs. Aujourd'hui, la situation est différente puisque les problèmes de santé concernant notamment les troubles musculosquelettiques (TMS) commencent à toucher, de façon significative, de plus en plus de personnes qui travaillent sur écran et ce, malgré l'aménagement des postes informatisés qui respectent les critères reconnus comme ergonomiques. Un grand nombre de salariés sont potentiellement concernés. En effet, selon le Centre d'études de l'emploi, 7,3 millions d'opérateurs français utilisaient l'ordinateur en mars 1993. La grande majorité de ces opérateurs sur



VLOO

## Réglementation

**Le décret 91 - 451 a pris effet le 1<sup>er</sup> janvier**

**I**l convient tout d'abord de rappeler que l'application de la réglementation est obligatoire alors que le respect des normes est facultatif. Une directive européenne (90/270/CEE) concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives au travail sur des équipements à écran de visualisation a été publiée en 1990. Elle a été reprise en droit français en 1991 sous la forme d'un décret (n° 91-451), accompagné de sa circulaire DRT (n° 91-18). Ce décret prend effet à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1997 pour tous les postes comportant un écran al-

phanumérique ou graphique, voire de TV, à l'exception de certains équipements mentionnés par la loi. Il réglemente l'analyse et l'organisation du travail, la formation des travailleurs, la surveillance médicale, l'équipement et les conditions d'ambiance. En ce qui concerne la normalisation, il existe depuis 1987 une norme AFNOR intitulée "Travail sur écran de visualisation et clavier" (NF X 35-121) qui concerne l'environnement physique et le dimensionnement du poste. Depuis plusieurs années, une norme internationale intitulée

"Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation" (ISO 9241) qui comprend 17 parties est en cours d'élaboration. Elle concerne l'affichage, l'environnement et l'aménagement du poste, les réflexions, les couleurs affichées, le clavier et les dispositifs d'entrée autres que ce dernier ainsi que le dialogue avec l'ordinateur. Actuellement, seules l'introduction générale (partie 1), le guide général concernant les exigences des tâches (partie 2), les exigences relatives aux écrans de visualisation (partie 3) et les principes de dialogue (partie 10) ont été publiées par l'AFNOR sous l'indice de classement respectif X 35-122-1, 2, 3 et 10. ■



écran travaillent dans le secteur tertiaire qui représente environ 65 % de la population active, soit plus de 15 millions de salariés.

### **Rayonnement électromagnétique, le standard MPRII**

Face à ces nouvelles données, il a donc paru opportun de dégager des perspectives de recherches dans le domaine du travail sur écran en s'appuyant sur l'expérience acquise par l'INRS dans ce domaine (voir encadré "Le savoir-faire de

l'INRS"), les données bibliographiques [1] (voir encadré "Bibliographie citée") et l'évolution technologique (voir encadré "Les matériels informatiques et les équipements"). Les principaux problèmes de santé que peut poser le travail sur écran sont la fatigue visuelle, le stress psychique et les troubles musculosquelettiques. Ceux-ci sont plus ou moins liés entre eux. Cependant, avant de les aborder, il convient d'examiner le problème de l'exposition aux rayonnements électromagnétiques émis par les écrans cathodiques car il constitue toujours un sujet de polémique.

La question des risques éventuels liés aux rayonnements émis par les ordinateurs est apparue à la fin des années soixante-dix avec les premiers écrans cathodiques. Elle ne semble pas constituer un sujet de recherches majeur dans le futur. En effet, depuis cette date, aucune enquête épidémiologique (environ une vingtaine à ce jour) n'a démontré que les rayonnements électromagnétiques émis par ces écrans constituaient un danger pour la santé [2]. Une étude [3] effectuée par l'INRS en 1995 montre que les niveaux de ces rayonnements sont inférieurs aux valeurs limites d'ex-

position communément admises (voir article : Même en batterie, les écrans et moniteurs d'ordinateurs ne sont pas dangereux... *Travail et Sécurité*, 1995, 542, pp. 576-578). Si des effets des fréquences comprises entre 30 et 300 Hz ont été constatés sur la membrane cellulaire, il s'agit d'actions transitoires sans "trouble

## **les principaux acquis**

### **Santé**

- Dans l'état actuel des connaissances, les très basses et extrêmes basses fréquences émises par les écrans cathodiques ne sont pas considérées comme dangereuses.
- Il n'existe pas de relation causale entre le travail sur écran et les affections cutanées.
- Jusqu'à présent, aucune pathologie visuelle liée au travail sur écran n'a été observée. En revanche, ce travail est révélateur des défauts visuels préexistants et des modifications temporaires des fonctions visuelles sont constatées lors de ce travail.
- Les facteurs de stress au travail informatisé exercent un effet négatif sur la santé physique et mentale des opérateurs.

### **Ergonomie**

- Utiliser un écran traité d'origine contre les reflets.
- Privilégier l'affichage en caractères sombres sur fond clair.
- Placer l'écran perpendiculairement aux fenêtres.
- Positionner le haut du moniteur à hauteur des yeux.
- Faire une pause active d'au moins 5 minutes toutes les 45 à 60 minutes dans les tâches de saisie.

## Travail sur écran : les perspectives de la recherche

clinique" et il n'est pas possible de transposer ces résultats obtenus sur des cellules à l'homme [4]. De même, il n'est pas scientifiquement correct d'attribuer aux rayonnements électromagnétiques émis par l'écran cathodique tous les maux dont peuvent souffrir les opérateurs qui utilisent ce matériel.

### Vision, des possibilités de "myopisation" ?

Par ailleurs, les fabricants d'écrans informatiques s'alignent aujourd'hui sur le standard suédois MPRII (voire MPRIII). Celui-ci définit des niveaux de rayonnements électromagnétiques nettement inférieurs à ceux des standards internationaux retenus par la loi française (ACGIH ou IRPA) ; de plus, il contribue à améliorer

la qualité de l'affichage. Enfin, les nouvelles technologies d'affichage, comme celles des écrans à cristaux liquides, permettent d'abaisser encore plus le niveau de radiations. La fatigue visuelle due au travail sur écran a été beaucoup étudiée de 1980 à 1990. Depuis 1991, le nombre d'études qui lui ont été consacrées a fortement diminué. En effet, les facteurs qui déterminent cette fatigue dans le travail informatisé avec les écrans actuels sont aujourd'hui bien identifiés et les moyens de prévention sont connus. Toutefois, des recherches expérimentales sont actuellement menées au Japon concernant les effets sur la vision, des images virtuelles en trois dimensions obtenues grâce à un casque équipé de "lunettes" placé sur la tête du sujet. Elles viennent de faire l'objet d'une douzaine de publications dans une revue d'ergonomie (*Ergonomics*). En ce

qui concerne la recherche d'effets pathologiques visuels liés au travail sur écran, les plus longues enquêtes épidémiologiques réalisées à ce jour, notamment par des équipes italiennes, ne portent que sur des durées de 7 à 8 ans [5]. C'est pourquoi, certains médecins du travail s'interrogent sur les conséquences à plus long terme de ce travail sur la fonction visuelle et surtout sur la possibilité de "myopisation". Des enquêtes épidémiologiques comparatives entre des populations travaillant sur écran et d'autres n'utilisant pas ce matériel seront donc sans doute encore nécessaires. Le stress psychique survient lorsque la situation est perçue par l'opérateur comme étant menaçante, frustrante ou conflictuelle. Ses effets sur la santé sont parfois sous-estimés. Pourtant, ce stress peut

(Suite page 42)

## Bilan

### Le savoir-faire de l'INRS

**Le travail sur écran a déjà fait l'objet d'une soixantaine de publications de la part de l'INRS.**

**E**n effet, depuis 1980, l'INRS réalise des études en entreprises ainsi que des recherches en laboratoire dans le domaine du travail informatisé. Elles ont concerné (dans l'ordre chronologique) l'évaluation des contraintes et astreintes dans des tâches de saisie de données et de dialogue, la répartition des pauses dans la tâche de saisie bancaire, les problèmes posés par le travail sur écran en milieu industriel, les effets de l'environnement physique sur la performance et l'organisme d'opérateurs effectuant un contrôle de processus, la détermination de la fatigue visuelle et sa quantification au moyen d'un test de sensibilité au contraste dans une tâche informatisée, l'analyse de l'environnement physique et du dimensionnement du poste dans des tâches de conception assistée par ordinateur (CAO). L'INRS mène également des actions d'assistance, de formation et participe à l'élaboration de la réglementation/normalisation dans ce domaine. Cette assistance revêt plusieurs formes : appels téléphoniques, courriers, études de postes informatisés, vulgarisation (interviews accordés aux médias, exposés, articles). En matière de formation, deux stages INRS concernent le travail sur écran : «Travail sur écran» et «Postes et postures en secteur administratif». Ces deux stages comportent des travaux pratiques d'implantation et d'aménagement de postes. Le premier s'adresse aux médecins du travail et fonctionnels sécurité. Le second concerne les formateurs en entreprises. Enfin, l'INRS a contribué à la réglementation concernant le travail sur écran et participe activement depuis 1986 aux réunions de travail en normalisation (normes NF X35-121 et X 35-122). ■

## Bibliographie citée

[1]CAIL F., FLORUR. - *Travail sur écran de visualisation et santé. Cahiers de Notes Documentaires*, 1993, **152**, pp. 461-476, (ND 1938, mise à jour janvier 1995).

[2]DELPITTO V. - *Epidemiological studies of work with video display terminals and adverse pregnancy outcomes (1984-1992)*. *American Journal of Industrial Medicine*, 1994, **26**, pp. 465-480.

[3]BARLIER A., SALS S., CAIL F., CLAUZADE B., KLEIN R. - *Rayonnements divers et ultra-sons émis par les matériels vidéo et informatiques*. Nancy, INRS, coll. *Notes scientifiques et techniques*, 1995, NS 135, 59 p.

[4]VAUTRIN J.-P., KLEIN R., CLAUZADE B. - *Journée d'information et de réflexion «électromagnétisme en milieu industriel ; effets sur l'homme, effets sur les systèmes électroniques*. Nancy, INRS, coll. *Notes scientifiques et techniques*, 1996, NS 146, 171 p.

[5]BAGOLINI B. et coll. - *Eye disorders in employees working at VDU : longitudinal study*. In : GRIECO A., MOLTENI G., PICCOLI B., OCCHIPINTI E. (Ed) - *Work with display units 94*. Amsterdam, Elsevier, 1995, pp. 161-165.

[6]YANG C.-L., CARAYON P. - *Effect of job demands and social support on worker stress : a study of VDT users*. *Behaviour and information technology*, 1995, **24**, pp. 32-40.

[7]ARMSTRONG T., MARTIN B., FRANZBLAU A., REMPEL D., JOHNSON P. - *Mouse input devices and work-related upper limb disorders*. In : GRIECO A., MOLTENI G., PICCOLI B., OCCHIPINTI E. (Ed) - *Work with display units 94*. Amsterdam, Elsevier, 1995, pp. 375-380.

[8]KARLQVIST L., HAGBERG M., SELIN K. - *Variation in upper limb posture and movement during word processing with and without mouse use*. *Ergonomics*, 1994, **37**, pp. 1261-1267.

# Evolution

## Les matériels informatiques et les équipements

**D**epuis 10 ans, la qualité optique des écrans cathodiques s'est nettement améliorée. Un nombre croissant d'écrans sont bien traités d'origine contre les reflets ; les caractères sont mieux dessinés et l'image est plus stable qu'autrefois. Le terminal cède de plus en plus la place au micro-ordinateur avec lequel le stockage des données et des programmes se situe au poste de travail et non plus à distance. Ce micro-ordinateur ainsi que les logiciels actuels permettent à l'opérateur de bénéficier d'un affichage sur fond clair (contraste positif) qui est moins fatigant pour la vue que dans la polarité inverse. Ces améliorations devraient logiquement restreindre l'emploi des filtres antireflet même si certains sont de bonne qualité. A terme, l'écran cathodique devrait être supplanté par l'écran à cristaux liquides (ECL) qui permet un contraste positif et dont la qualité optique se rapproche rapidement de celle du premier. En effet, les technologies existantes permettent désormais d'obtenir pour l'ECL un angle de vision (par rapport à la perpendiculaire au plan d'affichage) plus élargi et une taille plus grande qu'auparavant ; des écrans dont la diagonale est de 14 pouces (4) devraient bientôt équiper certains "portables". Pour l'instant, cette technologie reste l'apanage de ces derniers dont le nombre se multiplie. Par ailleurs, l'emploi des ECL devrait permettre d'accroître l'espace disponible sur les bureaux car la profondeur des moniteurs qui supportent ces écrans plats est très réduite. Peut être seront-ils disposés à l'horizontale sur les bureaux du futur, comme pour les écrans implantés actuellement dans certaines phar-



1 - Exemple de clavier "éclaté".



2 - Clavier avec microjoystick (en vert).



3 - Clavier avec surface sensitive (située sur le repose-paume).

macies ? Les dispositifs d'entrée, c'est-à-dire tous les outils informatiques qui permettent de communiquer avec l'ordinateur, sont aujourd'hui plus diversifiés qu'autrefois. Certains sont déjà anciens tels que le clavier, la souris ou la boule roulante mais ils se transforment. Ainsi, il existe désormais divers claviers "éclatés" (figure 1) qui comportent deux parties séparées inclinées latéralement et formant un angle aigu ouvert vers l'opérateur. Par ailleurs, de nouveaux dispositifs apparaissent tels que le microjoystick (5) (figure 2) ou la surface sensitive (6) (figure 3). Certains dispositifs sont spécialement adaptés aux handicapés moteurs. La majorité des sièges proposés pour le travail informatisé offre un appui pour l'ensemble du dos avec la possibilité d'incliner le dossier. Le choix d'une table d'une hauteur adéquate est plus difficile car les tables commercialisées sont souvent trop hautes. Pour les porteurs de verres bifocaux, il existe des tables spéciales qui permettent d'encastrier l'écran dans celles-ci ; en effet, il a été démontré que cette disposition était celle préférée par ces personnes. Enfin, il existe aujourd'hui une dizaine de lampes d'appoint spécialement conçues pour le travail sur écran qui sont, non seulement de bonne qualité, mais également esthétiques. ■

(4) 1 pouce = 2,54 cm

(5) Ce dispositif ressemble à la gomme montée sur certains portamines et la pression exercée avec un doigt sur ce dispositif dans la direction voulue permet de déplacer le curseur sur l'écran.

(6) Dispositif sur lequel le déplacement d'un doigt, sans appuyer, fait mouvoir le curseur.

## Travail sur écran : les perspectives de la recherche

être responsable de troubles cardiaques, digestifs ou de sommeil et affecter le comportement de l'individu. Il est également responsable, en partie, de divers troubles (dans le déroulement de la grossesse, sick building syndrome (1), "hypersensibilité" à l'électricité (2)...). Son origine est multifactorielle comme l'ont montré de nombreuses études effectuées depuis le début des années 80. Les facteurs de stress liés à l'environnement psychosocial ont été particulièrement analysés par les chercheurs de l'Université du Wisconsin à Madison (USA) [6]. En revanche, le télétravail, l'emploi de nouveaux outils informatiques (matériels, logiciels) ou la surqualité qui est parfois demandée aux opérateurs du fait des performances accrues des nouveaux logiciels, n'ont pas fait l'objet d'évaluation de leur potentialité à engendrer du stress. D'après les nombreuses publications sur le sujet, le stress psychique peut être invoqué dans la survenue des TMS du cou et des épaules dans le travail sur écran.

### TMS, les plaintes liées à la souris

Depuis le début de l'implantation des postes à écran, la fatigue posturale, le type de siège, la hauteur du support clavier et plus récemment celle de l'écran ont fait l'objet de nombreuses études. Celles qui concernent les TMS des extrémités du membre supérieur sont plus récentes. Elles sont en augmentation depuis plusieurs années suite à l'accroissement de TMS du membre supérieur chez les opérateurs américains qui travaillent sur écran. Parmi les facteurs qui déterminent ces TMS, figurent l'inadéquation des dispositifs



d'entrée et de leur utilisation. Ainsi, aux USA, les plaintes dues à l'utilisation de la "souris" sont passées de zéro en 1988 à trois cent vingt-six mille quatre-vingt dix-neuf en 1993. Dans ce pays, les TMS du membre supérieur sont actuellement le problème majeur de santé dans le travail sur écran ; ce problème a d'ailleurs constitué le thème principal de la 4<sup>e</sup> édition (1994) du congrès international consacré au travail sur écran (Work With Display Units). L'Europe est encore relativement épargnée. Toutefois, quelques médecins du travail français confrontés à ces TMS ont interrogé récemment l'INRS sur les risques liés à l'emploi de "souris" ou d'ordinateurs portables dont le clavier est solidaire de l'écran et parfois épais. Ces questions sont nouvelles. Face à ce pro-

blème de TMS, le nombre d'études réalisées par des laboratoires d'ergonomie externes à l'INRS, concernant les contraintes biomécaniques liées à l'emploi des dispositifs d'entrée s'est sensiblement accru ces trois dernières années. Ainsi, en janvier 1996, une conférence a réuni les chercheurs des deux grands laboratoires américains (Université de Californie à Berkeley et Université du Michigan à Ann Arbor) impliqués dans les études de ces dispositifs. Selon les experts américains [7] et suédois [8], des études de terrain, l'estimation du risque postural et des évaluations médicales des nouveaux claviers (claviers "éclatés", claviers à "accords" (3)... ) n'ont généralement pas été effectuées. Les contraintes biomécaniques et posturales liées à l'emploi de

la souris constituent un problème croissant. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour concevoir des dispositifs d'entrée et des postes de travail qui minimisent ces contraintes.

En conséquence, le laboratoire ACOME, (Aide à la conception d'outils à main ergonomiques) du service de Physiologie Environnementale de l'INRS envisage de quantifier les sollicitations biomécaniques engendrées par le clavier et la "souris" dans des entreprises du secteur tertiaire. Cette étude s'inscrirait dans le projet de conception ergonomique des outils à main (CEROM) instruit par ce laboratoire et qui porte sur les outils manuels dont font partie les dispositifs d'entrée. D'ores et déjà, une synthèse bibliographique sur ces outils est en cours de réalisation.

En conclusion, les problèmes posés par le travail informatisé ont certainement été sous-estimés jusqu'à présent, car le secteur tertiaire est considéré comme un secteur sans risque important pour la santé. Aujourd'hui, une telle attitude n'est plus possible car le travail sur écran est susceptible d'engendrer des TMS chez une population majoritairement féminine et très importante en nombre.

**François Cail**  
Service de Physiologie  
environnementale

(1) Voir article : Un outil pour les médecins du travail. *Travail et Sécurité*, 1995, 534, pp. 167-169.

(2) Il s'agit d'opérateurs qui se déclarent hypersensibles à l'électricité.

(3) Les claviers à accords possèdent une seule touche pour chaque doigt (excepté le pouce) des deux mains. Pour produire un caractère, un doigt d'une main doit activer une touche qui possède plusieurs états ou bien le caractère est généré par l'action simultanée d'un doigt de chaque main.