



Les postes de travail informatisés

Informations détaillées pour les spécialistes et les personnes intéressées

suvaPro

Le travail en sécurité

Les postes de travail informatisés

Informations détaillées pour les spécialistes et les personnes intéressées

Suva
Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents
Protection de la santé

Renseignements:	Commandes:
case postale, 1001 Lausanne	case postale, 6002 Lucerne
Tél. 021 310 80 40-42	Internet www.suva.ch/waswo
Fax 021 310 80 49	Fax 041 419 59 17
	Tél. 041 419 58 51

Les postes de travail informatisés

Informations détaillées pour les spécialistes et les personnes intéressées

Auteurs: Walter Lips
Suva, Division sécurité au travail, secteur physique, Lucerne
Carlo Matzinger
Suva, Division sécurité au travail, secteur physique, Lucerne
Conseils spécialisés:
Helmut Krueger, docteur en médecine et en science
Christoph Schierz
EPF, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Zurich
Dessins: Lucas Zbinden, Lobsigen
Photographies: Ruedi Hopfner, Lucerne

Reproduction autorisée avec mention de la source.
1^{re} édition: 1983
Edition entièrement revue et corrigée: mars 2003
11^e édition: août 2003, de 211 000 à 217 000 exemplaires

Référence: 44022.f

Avant-propos de la 11^e édition (2003)

Cette publication a été éditée par la Suva en 1983 pour la première fois. Depuis, elle a été distribuée à plus de 400 000 exemplaires. Intégrant régulièrement les nouvelles connaissances et techniques, elle demeure actuelle et très demandée. La présente version, totalement remaniée et réorganisée, tient compte des nouveautés techniques, de résultats d'études récentes ainsi que d'observations sur le long terme. Les listes de contrôle figurant dans les anciennes éditions ont disparu de cette 11^e édition, car elles sont disponibles en publications séparées sur papier et sur Internet (www.suva.ch/listesdecontrôle → ergonomie).

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de se limiter au système en tant que tel pour concerner aujourd'hui la nature et l'utilisation de l'environnement de travail dans son ensemble. En d'autres termes, les postes de travail informatisés ont atteint un niveau technique élevé avec toutefois, dans le même temps, une multiplication des problèmes de santé du personnel concerné. Il est donc impératif de mettre l'accent sur la modification du comportement des personnes travaillant à ces postes. La présente brochure étudie également avec précision cette évolution.

Depuis deux décennies, la Suva s'emploie à ce que les postes de travail informatisés s'améliorent en permanence sur le plan qualitatif. Grâce à des centaines de cours, de conférences, de présentations dans les médias ainsi qu'à des conseils individualisés, l'opinion publique et les personnes concernées sont devenues conscientes de l'utilité de ces efforts. Les spécialistes de la Suva continueront à s'occuper de ce problème et à s'engager en faveur d'une amélioration constante des conditions de travail.

La présente brochure s'adresse en premier lieu aux spécialistes, par exemple aux personnes chargées dans les entreprises de l'installation de postes de travail avec équipements à écran de visualisation et du choix des outils de travail correspondants. De par son langage clair, elle peut néanmoins être lue par des personnes non spécialistes. La Suva propose également une version abrégée de cette publication (réf. 44034) axée sur les besoins des utilisateurs.

La Suisse dispose de deux bases légales en matière d'ergonomie: les ordonnances de la Loi sur l'assurance-accidents (LAA) et de la Loi sur le travail (LTr). Ces textes traitent de manière générale de l'aménagement ergonomique des postes de travail.

L'Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles (OPA) du 1^{er} juin 2001 mentionne dans l'alinéa 2 de l'article 32a:

«Les équipements de travail doivent être installés et intégrés dans l'environnement de travail de telle sorte que la sécurité et la santé des travailleurs soient garanties. Les exigences en matière d'hygiène requises aux termes de l'OLT 3, notamment en ce qui concerne les principes ergonomiques, doivent être remplies».

L'article 23 de l'Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail (OLT 3) va dans le même sens:

«Les postes de travail, les appareils et les moyens auxiliaires doivent être conçus et aménagés conformément aux principes de l'ergonomie. L'employeur et les travailleurs veilleront à ce qu'ils soient utilisés de manière appropriée.»

La Suisse ne dispose pas de prescriptions légales poussées pour les postes de travail avec équipements à écran de visualisation. C'est pourquoi la présente brochure contient une série de recommandations s'appuyant également sur l'expérience acquise à l'étran-

ger. Ces dernières années, la situation a évolué en faveur des utilisateurs, puisque la plupart des produits disponibles sur le marché sont conformes aux besoins et aux exigences ergonomiques. Les problèmes sont connus, et de grandes études scientifiques ont permis de trouver des solutions applicables.

Bien que les problèmes de santé afférents au travail sur écran soient bien connus, ils ne font pas partie de la liste des maladies professionnelles en raison de la législation actuelle.

Etant donné la grande quantité d'informations et le remaniement thématique de la présente brochure, la répétition d'informations importantes n'est pas à exclure.

Sommaire

1	Introduction	9			
1.1	Développement du travail avec des équipements à écran de visualisation	9	3.2.5.3	Taille des caractères	30
1.2	Définition du travail avec des équipements à écran de visualisation	12	3.2.5.4	Forme des caractères (police)	31
1.3	Troubles liés au travail sur écran	13	3.3	Ecran classique	31
1.4	Traitement spécial des postes de travail avec équipements à écran de visualisation	14	3.3.1	Composition, fonctionnement	31
			3.3.2	Courbure de l'écran	32
			3.3.3	Séparation des caractères	32
			3.3.4	Stabilité des caractères	32
			3.3.5	Scintillement des caractères	32
			3.3.6	Géométrie de l'écran	32
			3.3.7	Consommation d'énergie	32
2	Connaissances de base	15	3.4	Ecran plat	33
2.1	Généralités	15	3.5	Ordinateur portable	34
2.2	Ergonomie	15	3.6	Ergonomie informatique	34
2.3	Notions de base d'éclairagisme	16	3.6.1	Agencement de la surface de travail personnelle	35
2.3.1	Eclairage	16	3.6.2	Tirer profit des possibilités de l'écran	36
2.3.2	Luminance	16	3.6.3	Le bureau entièrement électronique	36
2.3.3	Eblouissement	17	3.7	Position de l'écran	37
2.3.4	Facteur de réflexion	18	3.7.1	Direction du regard	37
2.3.5	Contraste	18	3.7.2	Réverbérations	37
2.4	Perception visuelle	19	3.7.3	Distance de vision	37
2.4.1	Acuité visuelle	19	3.7.4	Hauteur	38
2.4.2	Sensibilité aux différences de luminance	21	3.8	Résultat de tests	39
2.4.3	Accommodation	21	3.9	Entretien	39
2.4.4	Adaptation	22			
2.4.5	Scintillement	23	4	Clavier et souris	40
2.4.6	Vitesse de perception	24	4.1	Exigences concernant le clavier dans son ensemble	40
2.5	Recommandations, normes et prescriptions	24	4.2	Positionnement du clavier	42
			4.3	Claviers spéciaux	43
3	Ecran	25	4.4	Souris	43
3.1	Systèmes	25	4.5	Entretien	44
3.2	Exigences relatives à l'écran	28			
3.2.1	Taille de l'écran	28	5	Table de travail	45
3.2.2	Mobilité de l'écran	28	5.1	Importance de la table de travail	45
3.2.3	Surface de l'écran	28	5.2	Dimensions de la surface de travail	45
3.2.4	Filtres d'écran	28	5.3	Hauteur de la table de travail	46
3.2.5	Caractères (présentation de l'information)	29	5.4	Liberté de mouvement des jambes	46
3.2.5.1	Contrastes positif et négatif des caractères	29	5.5	Couleur de la table	47
3.2.5.2	Contraste et luminance des caractères, luminance du fond d'écran	30	5.6	Chemin de câbles	47
			5.7	Pupitre	47

6	Siège de travail	52	8	Eclairage	68
6.1	Importance du siège de travail	52	8.1	Exigences	68
6.2	Hauteur du siège de travail	53	8.1.1	Eclairage	68
6.3	Assise du siège de travail	53	8.1.2	Couleur de la lumière	68
6.4	Dossier du siège de travail	53	8.1.3	Facteur de réflexion du lieu de travail	69
6.5	Accoudoirs	54	8.1.4	Répartition des luminances au poste de travail	69
6.6	Sièges particuliers	54	8.1.5	Réverbérations (réflexions)	70
6.7	Agencement et utilisation corrects d'un siège de travail	56	8.1.6	Scintillement	70
6.8	Durée de vie d'un siège de travail	56	8.2	Eclairage naturel	70
6.9	Choix d'un siège de travail	56	8.3	Eclairage artificiel	75
7	Environnement des postes de travail informatisés et postes de travail particuliers	57	9	La médecine du travail et les postes de travail informatisés	78
7.1	Unité centrale	57	9.1	Rayonnements, ambiance thermique et hygrométrie, bruit	78
7.2	Documents et porte-documents	57	9.1.1	Rayonnements	78
7.2.1	Généralités	57	9.1.1.1	Champs électromagnétiques	78
7.2.2	Qualité des documents	57	9.1.1.2	Champs électrostatiques	79
7.2.3	Porte-documents	58	9.1.1.3	Compatibilité électromagnétique des écrans	79
7.3	Repose-pieds	59	9.1.1.4	Rayons X (rayonnements ionisants)	79
7.4	Connaissances de base sur les postures	59	9.1.1.5	Rayonnement infrarouge ou thermique	79
7.5	Imprimante	60	9.1.1.6	Rayonnement ultraviolet (U.V.)	80
7.5.1	Techniques d'impression	60	9.1.1.7	«Emissions» non physiques	80
7.5.2	Emplacement de l'imprimante	60	9.1.2	Ambiance thermique et hygrométrie	80
7.6	Poste de travail CAO	61	9.1.2.1	Locaux climatisés	80
7.6.1	Techniques de travail	61	9.1.2.2	Locaux aérés naturellement	82
7.6.2	Eclairage	61	9.1.2.3	Problèmes de santé	82
7.6.3	Mobilier	61	9.1.3	Bruit	82
7.7	Centre d'appels téléphoniques	63	9.1.3.1	Valeurs recommandées aux postes de travail	82
7.7.1	Fonctionnement	63	9.1.3.2	Bruits de fond	84
7.7.2	Concept global d'ergonomie	63	9.1.3.3	Mesures acoustiques	84
7.7.3	Application des exigences ergonomiques	64	9.1.3.4	Niveau de pression acoustique des appareils	86
7.8	Centres de commande et de coordination	64	9.2	Aspects ophtalmologiques	86
7.8.1	Fonctionnement	64	9.2.1	Généralités	86
7.8.2	Concept global d'ergonomie	65	9.2.2	Amétropies, presbytie	86
7.8.3	Application des exigences ergonomiques	65	9.2.3	Examen de la vue	86
7.9	Aménagement des postes de travail informatisés pour les personnes handicapées	66	9.2.4	Appareils optiques pour les anomalies de réfraction et la presbytie	87
7.10	Généralités sur les postures	66			

9.2.5	Acquisition de lunettes pour le travail sur écran	89	13	Remerciements	115
9.2.6	Gymnastique des yeux	89	14	Index alphabétique	116
9.3	Aspects orthopédiques	90			
9.3.1	Sollicitations en position assise	90	15	Résumé	120
9.3.2	Importance de l'activité physique	90			
9.3.3	Postures forcées	91			
9.3.4	Problèmes liés à la souris	93			
9.3.5	Prévention de la fatigue	94			
9.4	Recommandations	100			
10	Aspects psychologiques des tâches et du travail à effectuer	101			
10.1	Critères généraux d'aménagement	101			
10.1.1	Critères pour les tâches à effectuer	101			
10.1.2	Sept critères pour un travail bien élaboré	102			
10.1.3	Critères de partage des tâches entre l'ordinateur et l'être humain	103			
10.2	Problèmes fréquents et approches de solutions	104			
10.2.1	Stress lié à l'activité	104			
10.2.1.1	Charge de travail trop forte	104			
10.2.1.2	Exigences de qualité excessives et sentiment d'insécurité	104			
10.2.1.3	Facteurs de stress psychosociaux	105			
10.2.2	Fatigue consécutive à des tâches monotones et peu variées	106			
10.2.3	Satisfaction au travail	106			
10.2.4	Organisation du travail	108			
11	Services d'information et de conseil, équipements de travail	111			
11.1	Seco – Direction du travail	111			
11.2	Inspections cantonales du travail	111			
11.3	Organisations diverses	111			
11.4	Suva	111			
12	Ouvrages spécialisés	113			
12.1	Ouvrages en français	113			
12.2	Ouvrages en allemand et en anglais	113			
12.3	Normes	114			

1 Introduction

1.1 Développement du travail avec des équipements à écran de visualisation

Aujourd'hui, les postes de travail informatisés font largement partie de l'environnement professionnel habituel. Il est même devenu impensable d'exécuter de nombreuses activités professionnelles sans équipement à écran de visualisation. Ces postes ont entraîné une profonde transformation du quotidien au bureau (cf. figures 1 à 3).



Figures 1 et 2
Postes de travail informatisés dans un bureau moderne.



Figure 3
Postes de travail informatisés modernes dans un bureau paysager.

Le développement de tels postes a été extrêmement rapide puisque, en Suisse, on est passé de quelques postes reliés à une unité centrale en 1965 à plus de 500 000 appareils en 1990 et à largement plus de deux millions en 2001. Il convient d'ajouter à ces chiffres les ordinateurs personnels (PC), dont le nombre a fortement augmenté ces dernières années (cf. figure 4). On estime aujourd'hui à plus de cinq millions les écrans et les PC installés en Suisse.

Les interfaces utilisateurs graphiques (Macintosh et Windows) ont connu un succès sans précédent. En outre, les problèmes de présentation des informations sur écran ont profondément changé en très peu de temps, ce dont tient compte la présente brochure.

Les modifications structurelles de notre économie ont entraîné une réduction sensible du nombre de postes de travail de production pure. Cette tendance devrait se poursuivre au cours des prochaines années avec le transfert continu de postes de travail de l'industrie vers des postes du secteur tertiaire (secteur des services). Parallèlement, de plus en plus de postes de production s'informatisent. Il n'existe pratiquement plus une seule machine moderne non équipée d'un écran. Souvent, ces machines entrent, via le réseau central, dans le processus de conception et de préparation du travail.

La large utilisation des postes de travail avec équipements à écran de visualisation peut être observée dans tous les domaines du secteur tertiaire. Cependant, même dans l'industrie, ils sont devenus entre-temps si répandus qu'il n'est plus possible de dire qu'ils sont propres à certaines catégories de métiers. Etant donné que de tels postes sont très utilisés tant dans les bureaux de secrétariat que dans ceux d'atelier, l'intérêt général pour leur aménagement optimal a fortement augmenté. Malheureusement, ce sont justement ces postes dans des ateliers ou dans des bureaux de contremaîtres qui sont souvent agencés sans prise en compte des principes ergonomiques.

Une attention particulière doit être accordée aux postes de conception assistée par ordinateur (CAO) en raison des nombreuses contraintes qu'ils présentent. En effet, la CAO requiert, d'une part, de grands écrans, ce dont il faut tenir compte lors du choix du matériel et de l'éclairage. D'autre part, nombre de ses utilisateurs passent une grande partie de leur temps à travailler sur les systèmes. Ces problèmes sont traités en détail dans la présente brochure, qui propose des solutions appropriées.

L'autre problème auquel la Suva doit de plus en plus faire face est l'aménagement idéal des centres d'appels téléphoniques, de commande et de coordination. La brochure fournit également des solutions en la matière.

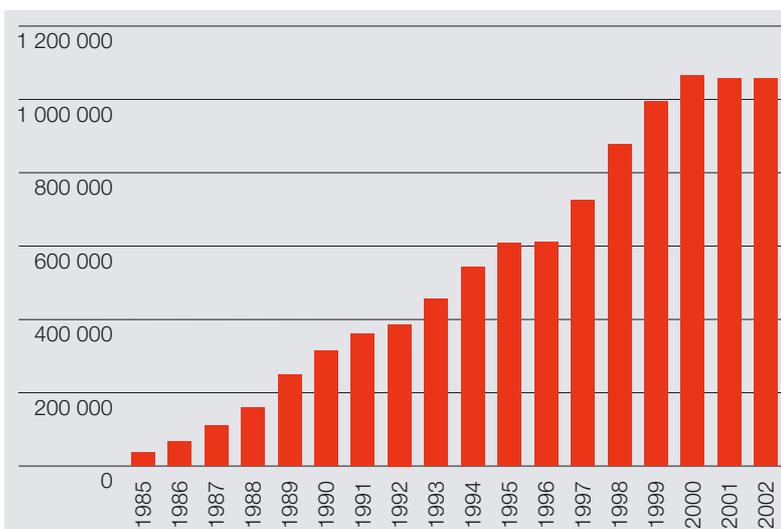


Figure 4
Evolution du marché suisse des ordinateurs individuels entre 1985 et 2002 (systèmes vendus, 2002: prévisions).

Les conditions sont toutes autres en ce qui concerne les ordinateurs portables, outils de plus en plus appréciés (cf. figure 5). Des centaines de milliers de ces petites merveilles technologiques sont utilisées dans les trains, les avions, les voitures, sur les terrasses de restaurant ou lors des visites aux clients. Les lieux d'utilisation correspondant rarement aux principes ergonomiques, il est difficile de formuler des recommandations en la matière. Il faut cependant faire attention à l'utilisation de plus en plus fréquente d'ordinateurs portables comme postes fixes. En général, les utilisateurs acceptent plus facilement des conditions non optimales, car il s'agit souvent de durées plutôt brèves dans des lieux variables (d'autant plus que l'autonomie des ordinateurs portables n'est que de quelques heures).

Les écrans dits classiques, c'est-à-dire les appareils d'affichage de type tube cathodique, équipent de moins en moins les bureaux. A l'inverse, les écrans plats (écrans affichant l'image au moyen de cristaux liquides, comme les ordinateurs portables) connaissent un succès retentissant (cf. figure 6). On peut s'attendre à ce que l'écran plat se substitue dans quelques années à la plupart des écrans classiques.

Les limites entre téléviseur et écran ne cessent de s'estomper, car de nombreux programmes informatiques permettent aussi de regarder des images animées ou de recevoir de véritables programmes de télévision. D'un autre côté, il est déjà possible d'utiliser son téléviseur comme écran, par exemple, pour consulter Internet.

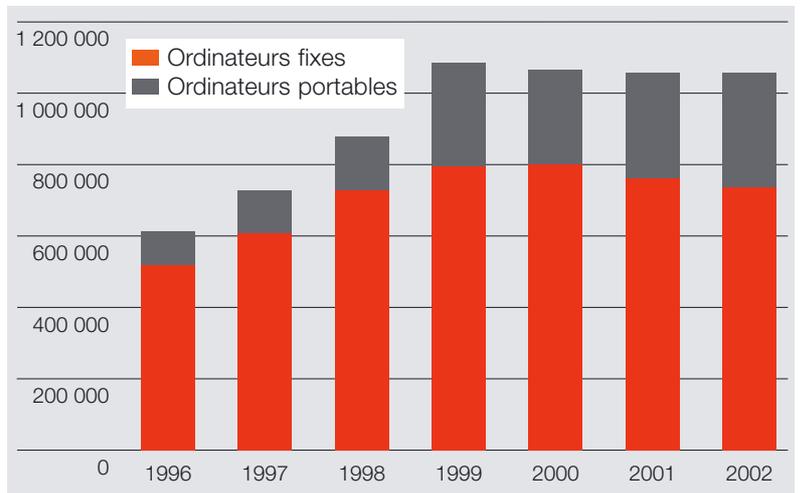


Figure 5
Evolution à la hausse du marché suisse des ordinateurs portables entre 1996 et 2002 (appareils portables et fixes vendus, 2002: prévisions).

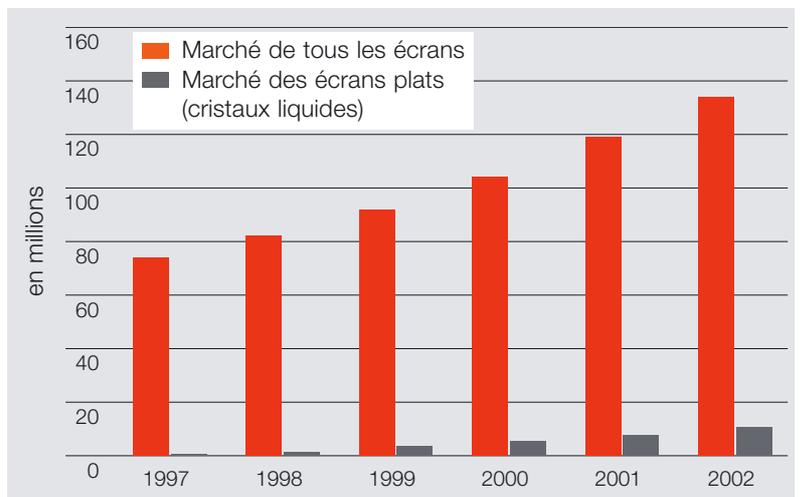


Figure 6
Evolution du marché mondial des écrans entre 1997 et 2002. La part des écrans à cristaux liquides est nettement plus élevée en Suisse.

1.2 Définition du travail avec des équipements à écran de visualisation

Très souvent, on parle de façon générale du «travail sur écran» et des problèmes qui y sont liés. En pratique, on constate cependant qu'il peut être très différent selon les cas. Comment définir avec précision ce concept? Les équipements à écran de visualisation sont présents non seulement dans les bureaux mais, aujourd'hui aussi, dans les cockpits d'avions, les cabines de conduite de trains ou comme éléments de réglage de machines-outils. Une grande partie des recommandations contenues dans cette brochure est également valable pour ces postes de travail.



Figure 7
Travail principalement documentaire.
1. Clavier / 2. Document / 3. Ecran / 4. Souris



Figure 8
Travail principalement informatique.
1. Clavier / 2. Document / 3. Ecran / 4. Souris

Les écrans à cristaux liquides ne servant qu'à donner des informations (p. ex. écrans d'affichage dans les tramways, sur les machines à café ou les machines à laver domestiques, etc.) n'entrent absolument pas dans le cadre du travail avec des équipements à écran de visualisation à proprement parler. La présente brochure met l'accent sur la gestion des problèmes apparaissant lors du travail sur écran dans les bureaux.

On peut diviser le travail sur écran en quatre groupes:

- travail principalement documentaire (saisie de données)
- travail principalement informatique (échange d'informations)
- tâches mixtes
- travail sur écran peu fréquent.

Lors d'un travail principalement documentaire (cf. figure 7), le regard est la plupart du temps dirigé vers les documents papier à saisir. L'écran n'est regardé que de temps en temps pour contrôle. La saisie des données s'effectue principalement à l'aide du clavier et peu avec la souris. Elle a parfois lieu à partir d'un dictaphone. La position assise et la posture de la tête sont prédéfinies. Ce travail est souvent très monotone, sans changement. Il sollicite surtout l'appareil de soutien et de maintien du corps, c'est-à-dire le rachis vertébral, les muscles de la nuque et des épaules ainsi que les muscles et les tendons des bras et des mains. Une fatigue visuelle peut apparaître avec des documents difficiles à lire. Bien que monotone, ce travail exige d'importantes capacités d'assimilation et de concentration.

Lors d'un travail principalement informatique (cf. figure 8), les échanges avec le système sont intenses, tant pour l'élaboration de documents textuels ou graphiques que pour la consultation d'informations (Internet, répertoires téléphoniques électroniques, lexiques et dictionnaires sur cédéroms, etc.). L'entrée et l'appel des données s'effectuent au moyen du clavier et de la souris. Le regard se porte plus intensément sur l'écran et, parfois, le clavier est moins utilisé que lors d'un travail documentaire. Cette tech-

nique de travail réduit toujours plus la part des travaux annexes. Les outils d'aide tels que la documentation technique et les manuels ne sont plus proposés sous forme imprimée, mais peuvent être affichés sur écran grâce au système. Seuls des appels téléphoniques peuvent venir interrompre ce type de tâches, ce qui n'est cependant pas le cas, par exemple, dans les centres d'appels téléphoniques (cf. figure 9). Ce travail exige d'importantes capacités de réactivité, d'assimilation et de concentration.

1.3 Troubles liés au travail sur écran

Il est intéressant de noter que les plaintes les plus fréquentes concernant des troubles liés au travail informatisé ont peu changé ces dernières années. Céphalées, cervicalgies, picotements ou larmoiements des yeux, nervosité, stress, douleurs dans les épaules, les bras et les mains demeurent les plus communes.

Les plaintes n'ont cessé d'augmenter avec la généralisation du travail sur écran. Un

autre élément important est la charge mentale de plus en plus importante requise, ce qui entraîne un abaissement du seuil de tolérance et par conséquent l'augmentation des plaintes.

Il faut également tenir compte des difficultés psychologiques rencontrées par maints utilisateurs face à la rapide évolution technique (nouveaux systèmes et programmes informatiques, modes de communication, réseaux, services informatiques, etc.) ainsi que de la situation actuelle tendue du marché du travail, souvent mise en relation avec la transformation du monde professionnel.

En résumé, on constate que le travail sur écran peut entraîner une attention visuelle plus ou moins forte et des postures contraignantes et qu'il requiert une importante capacité d'assimilation et de concentration.

La présente brochure explique comment faire face à ces problèmes et prévenir les troubles qui en résultent.



Figure 9
Postes de travail informatisés dans un centre d'appels téléphoniques moderne.

1.4 Traitement spécial des postes de travail avec équipements à écran de visualisation

Les postes de travail avec équipements à écran de visualisation et les personnes qui les occupent semblent constituer un cas à part dans la comparaison internationale, eu égard par exemple à la puissance des organisations syndicales et à l'importante législation officielle existante. Aucun autre domaine n'a donné lieu à autant de recommandations et de prescriptions que ces postes de travail, alors que de nombreuses autres activités peuvent entraîner une très forte fatigue physique ou visuelle. Dans les exemples suivants, la charge visuelle est très variable:

- installation de circuits imprimés
- contrôle visuel dans les entreprises d'embouteillage
- montage et réparation de montres
- travail à la chaîne
- travail de production en position assise
- travail très physique (travaux souterrains, travaux de construction, de voies, de fonderie).

Ce besoin très élevé de réglementation s'explique vraisemblablement par les conditions de travail inacceptables des premiers postes de bureautique moderne (lumière directe, éblouissement, ameublement inapproprié, écrans techniquement mauvais, etc.). Entre-temps, d'importants progrès ont été réalisés dans ces domaines, ce qui a permis de résoudre la plupart des problèmes. Cependant, de nombreux spécialistes déplorent que les revendications en la matière se multiplient actuellement au lieu de disparaître. L'avenir nous dira si cette évolution est favorable et se justifie tant pour les salariés que pour les employeurs.



Figure 10
Un brin de nostalgie: poste de travail informatisé au début des années 70.

2 Connaissances de base

2.1 Généralités

Comme de nombreuses autres activités professionnelles, le travail avec des équipements à écran de visualisation fatigue la vue. L'éclairage jouant un rôle important, ce chapitre présente tout d'abord quelques remarques générales sur l'ergonomie puis rappelle les principales notions d'éclairagisme et décrit enfin les fonctions visuelles, c'est-à-dire les éléments entrant en jeu dans la perception visuelle.

2.2 Ergonomie

L'ergonomie est très souvent évoquée à propos des postes de travail avec équipements à écran de visualisation. Elle étudie l'adaptation des conditions de travail aux besoins et aux caractéristiques des travailleurs. L'application des principes ergonomiques favorise le bien-être au travail et protège la santé. Lorsque les conditions de travail deviennent moins pénibles, la qualité du travail et la productivité s'améliorent.

Il s'agit, pour les postes de travail informatisés, de concevoir les nombreux éléments du système interdépendants de façon, d'une part, à obtenir une exécution du travail fluide, correcte et performante et, d'autre part, à éviter une sur/sous-sollicitation des travailleurs. La figure 11 présente le système global de travail sur écran.

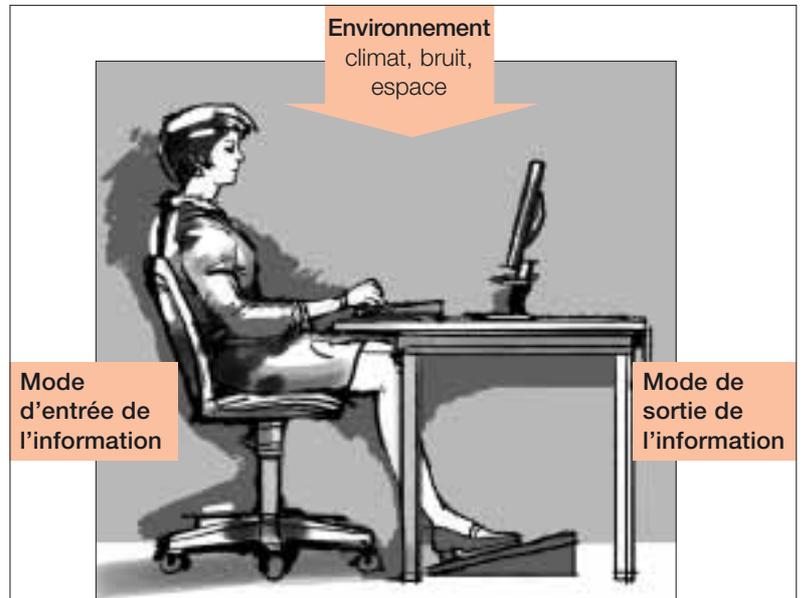


Figure 11
Système global de travail sur écran.



Figure 12
Poste de travail informatisé.

2.3 Notions de base d'éclairagisme

2.3.1 Eclairage

L'éclairage est le flux lumineux reçu par une unité de surface. Il s'exprime en lux (lx). Ce flux varie selon la quantité de lumière touchant directement la surface et selon les quantités de lumière réfléchies par des objets ou des surfaces limitant physiquement le lieu (cf. figure 13). L'éclairage est mesuré au moyen d'un luxmètre.

Pour établir les exigences en matière d'éclairage, on utilise dans la pratique des valeurs minimales d'éclairage nominal et d'éclairage d'entretien. Avec le temps, la puissance du système d'éclairage ne cesse de diminuer en raison du vieillissement et de l'empoussièrement. La valeur d'éclairage d'entretien désigne la valeur suivant laquelle le système doit être entretenu. Il faut alors nettoyer les luminaires, le plafond, les murs et remplacer les lampes si nécessaire (norme EN 12646-1, projet).

L'éclairage ne caractérise nullement l'impression de luminosité d'un objet ou d'un lieu, car il ne fait qu'évaluer la lumière incidente, et non le flux lumineux réfléchi dans l'œil.

Le tableau 1 donne un aperçu de quelques éclairagements (sur des surfaces horizontales):

Journée d'été ensoleillée en plein air	de 60 000 à 100 000 lx
Journée d'hiver grise en plein air	3 000 lx
Nuit de pleine lune	0,25 lx
Nuit de nouvelle lune (lumière stellaire)	0,01 lx
Eclairage recommandé pour les bureaux (tables de travail)	≥ 500 lx
Eclairage recommandé pour le bureau dans son ensemble	≥ 300 lx

Tableau 1
Eclairage sur des surfaces horizontales.

2.3.2 Luminance

La luminance est une grandeur qui détermine l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source dans une direction donnée et dont dépend la sensation visuelle de luminosité. Elle est la seule valeur «visible» de l'éclairagisme. L'action d'un système d'éclairage ne peut être déterminée qu'avec la mesure des luminances de toutes les surfaces se trouvant dans le champ visuel de la personne qui travaille. La luminance est exprimée en candela par mètre carré (cd/m²). Elle se mesure au moyen d'un photomètre de luminance.

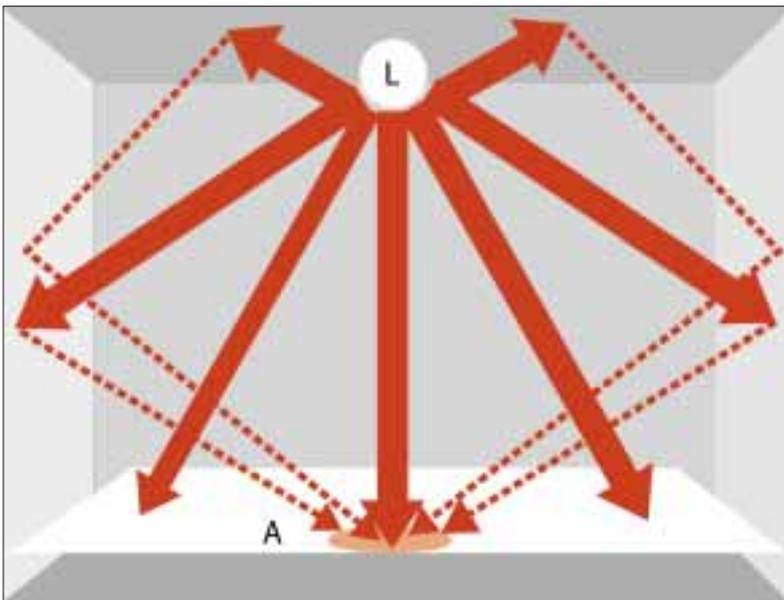


Figure 13
Eclairage.
L source lumineuse
A surface éclairée
— quantité de lumière directe
- - - quantité de lumière réfléchie

Le tableau 2 indique les valeurs de référence pour la luminance de certaines sources lumineuses.

Lampe à incandescence 100 watts, opale	100 000 cd/m ²
Tube fluorescent, suivant la couleur de la lumière et le diamètre	3 000 à 40 000 cd/m ²
Lampe halogène	2 200 000 cd/m ²
Lampe à halogénures métalliques	10 000 à 80 000 000 cd/m ²
Lampe à vapeur de sodium à haute pression	40 000 à 6 000 000 cd/m ²
Fenêtre ouverte à midi, ciel légèrement couvert	5 000 à 50 000 cd/m ²
Fenêtre ouverte à midi, ciel très couvert	1 000 à 3 000 cd/m ²
Soleil, temps clair, à midi	1 650 000 000 cd/m ²
Ciel bleu, temps clair, soleil au zénith	3 500 cd/m ²
Ciel d'une journée d'hiver sombre	800 à 2 400 cd/m ²
Papier sur un bureau	80 à 130 cd/m ²
Ecran clair	120 cd/m ²

Tableau 2
Exemples de luminance.

2.3.3 Eblouissement

L'éclairage de locaux peut provoquer des éblouissements qui peuvent être soit physiologiques soit psychologiques.

L'éblouissement physiologique, appelé aussi éblouissement indirect, est une perturbation de la vision par la lumière diffuse dans l'œil qui ne réduit pas forcément la sensation de bien-être (cf. figure 14). Ce phénomène augmente avec l'âge.

On parle d'un éblouissement psychologique lorsque la lumière provoque une sensation désagréable, sans forcément perturber les fonctions visuelles. Il peut réduire la sensation de bien-être et le rendement.

Lors d'un éclairage artificiel de locaux, les éblouissements sont souvent d'ordre psychologique tout d'abord (ce qui n'est pas toujours le cas avec la lumière naturelle).



Figure 14
Cause physique et effet physiologique d'un éblouissement. De la lumière diffuse sur la rétine (2), dans le cristallin et dans le corps vitré (3) amoindrit le contraste visuel. La lumière tombant sur la sclérotique (4) a une action analogue (5). La lumière atteignant une partie de la rétine (2) réduit la photosensibilité de la zone environnante (1).

Le degré d'éblouissement psychologique dépend essentiellement:

- de la luminance des sources lumineuses ou des luminaires,
- du nombre et des dimensions des surfaces lumineuses se trouvant dans le champ visuel,
- de la disposition des luminaires dans le champ visuel,
- de la luminance environnante dans le champ visuel.

L'effet d'éblouissement diminue dès que l'œil s'est adapté à un niveau de clarté plus élevé et au fur et à mesure que la direction du regard s'éloigne de la source d'éblouissement, en fonction de la distance et de la luminance de cette dernière. Les sources d'éblouissement se trouvant au-dessus de la direction du regard sont moins perturbantes que les sources latérales par rapport à la direction du regard.

2.3.4 Facteur de réflexion

Le facteur de réflexion est le rapport du flux réfléchi par une surface au flux incident. La réflexion peut être dirigée, diffuse ou mixte (cf. figure 15).

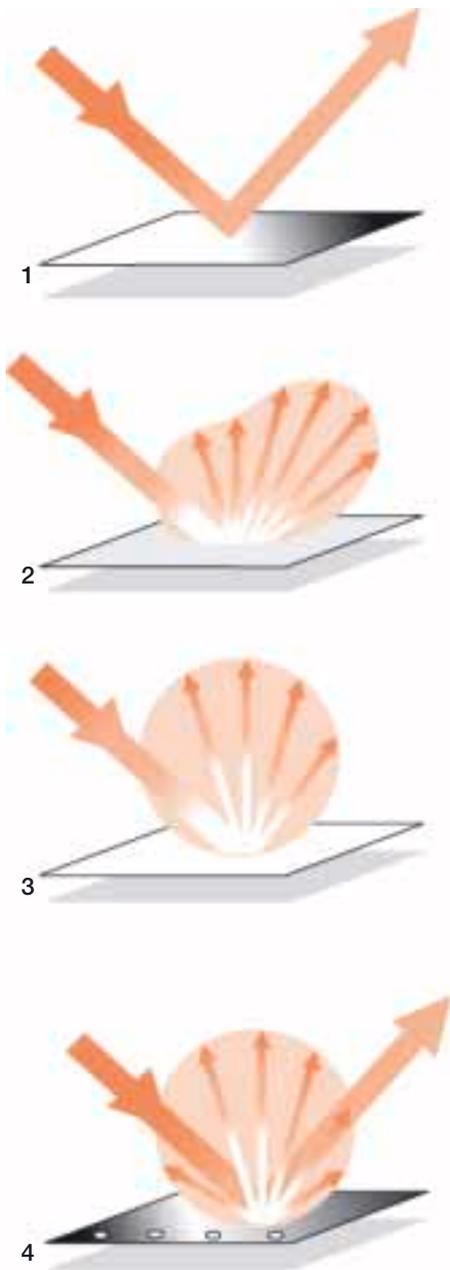


Figure 15

Différentes sortes de réflexion:

- 1 dirigée (miroir)
- 2 partiellement diffuse (surface satinée)
- 3 complètement diffuse (papier pour machine à écrire)
- 4 mixte (papier brillant, écran).

Dans la réflexion dirigée, appelée aussi spéculaire, les angles d'incidence et de réflexion de la lumière sont voisins. Avec une réflexion complètement diffuse, la surface réfléchissante apparaît mate. Les surfaces réfléchissant une lumière partiellement diffuse brillent sous certains angles visuels lorsque la lumière est dirigée. Des reflets nets peuvent interférer avec la surface mate des matériaux à réflexion mixte.

L'efficacité d'un système d'éclairage dépend essentiellement du facteur de réflexion du plafond, des murs, du sol ainsi que du mobilier et de la surface des fenêtres (y compris rideaux et stores). Un même facteur de réflexion peut caractériser des couleurs ou des matériaux différents (cf. tableau 3). Pour un même éclairage, plus la surface est claire et plus ce facteur est grand.

2.3.5 Contraste

La différence de luminance et de couleur entre un objet considéré et son environnement immédiat est déterminante pour pouvoir le distinguer. Les forts contrastes de couleurs étant désagréables en l'absence d'une différence de luminosité, il convient de les éviter. Outre la luminance, le contraste joue un rôle crucial dans la perception visuelle. Le contraste est l'évaluation subjective de la différence d'apparence de deux éléments d'un champ visuel regardés simultanément ou l'un après l'autre. On l'évalue en établissant un rapport entre la luminance de l'arrière-plan et celle de l'objet considéré ou du premier plan.

Les rapports de contraste sur l'écran lui-même (rapport entre le fond et les caractères du texte) ainsi que ceux du poste de travail (répartition des luminances sur la surface de travail elle-même) sont traités en détail au point 3.2.5.2.

Couleur de la peinture	Facteur de réflexion	Matériau	Facteur de réflexion
blanc	0,75 à 0,85	aluminium, anodisé, mat	0,75 à 0,84
gris moyen	0,25 à 0,35	vernis, blanc pur	0,80 à 0,85
bleu clair	0,40 à 0,50	papier, blanc	0,70 à 0,80
bleu foncé	0,15 à 0,20	chêne, foncé, poli	0,10 à 0,15
vert clair	0,45 à 0,55	panneau de fibres de bois	0,50 à 0,60
vert foncé	0,15 à 0,20	enduit de plâtre	environ 0,80
jaune clair	0,60 à 0,70	ciment, béton, naturel	0,20 à 0,30
marron	0,20 à 0,30	verre à vitres	0,06 à 0,08
rouge foncé	0,15 à 0,20	rideau, à mailles serrées, clair	0,65 à 0,70
noir	environ 0,10	rideau, à larges mailles, clair	0,35 à 0,40

Tableau 3
Facteurs de réflexion de peintures et de matériaux, valables pour la lumière tombant à la verticale.

2.4 Perception visuelle

2.4.1 Acuité visuelle

L'acuité visuelle est la capacité de l'œil à percevoir les détails. Elle s'exprime en inverse de l'angle minimal sous lequel l'œil est capable de percevoir un détail (cf. figure 16). Elle est indiquée en dixièmes.

L'acuité visuelle se mesure en général à l'aide d'optotypes (tableaux avec des dessins, des lettres, etc.). Elle est égale à 1 quand un détail peut être encore distingué avec une minute d'angle. Lorsqu'un détail plus petit est distingué, l'acuité est supérieure. À l'inverse, elle est inférieure si les seuls détails perçus sont plus grands.

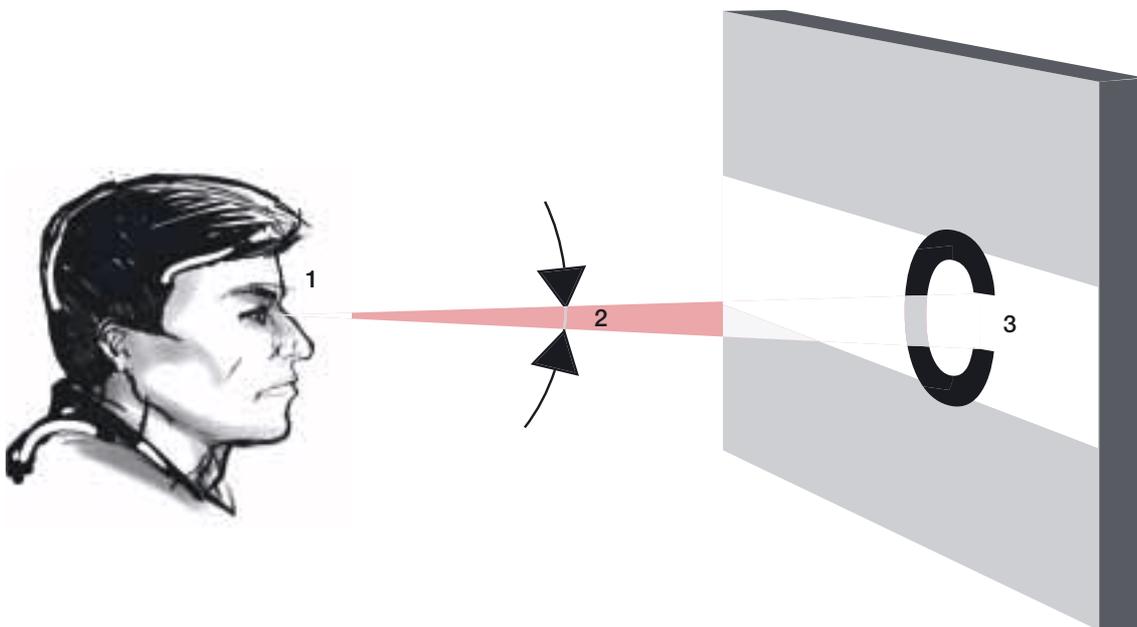


Figure 16
Détermination de l'acuité visuelle. Objectif: perception de la position de l'ouverture.
1 Œil
2 Angle visuel
3 Signe visuel «C».

Divers facteurs influencent l'acuité visuelle, en particulier:

l'âge

Avec l'âge, l'acuité et les capacités visuelles diminuent (cf. figure 17) alors que le besoin de lumière pour réaliser une tâche visuelle augmente (cf. figure 18);

la luminance

Une luminance moyenne plus importante du champ visuel augmente l'acuité visuelle (cf. figure 19);

l'adaptation

La répartition de la luminosité dans le champ visuel doit être la plus équilibrée possible (cf. figure 21);

l'accommodation

Voir point 2.4.3;

le contraste

Il accroît l'acuité visuelle (cf. figure 20);

la couleur de la lumière

L'acuité visuelle est réduite lorsque la lumière est bleue. Elle est en revanche améliorée avec une lumière jaune ou blanche.

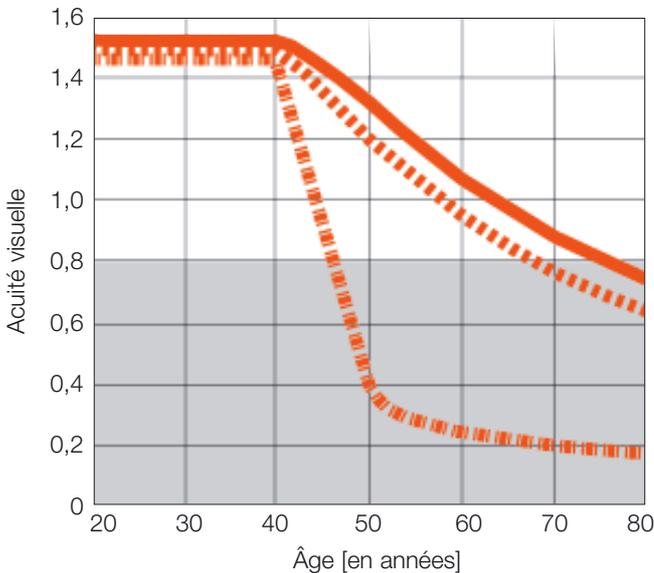


Figure 17
Diminution de l'acuité visuelle avec l'âge. La vision de près sans verres correcteurs de la presbytie se détériore à partir de 45 ans. Avec une acuité visuelle inférieure à 0,8 (zone grise), la vision est plus difficile.

- vision de loin
- - - vision de près à l'aide de verres correcteurs de la presbytie
- ... vision de près sans verres correcteurs de la presbytie

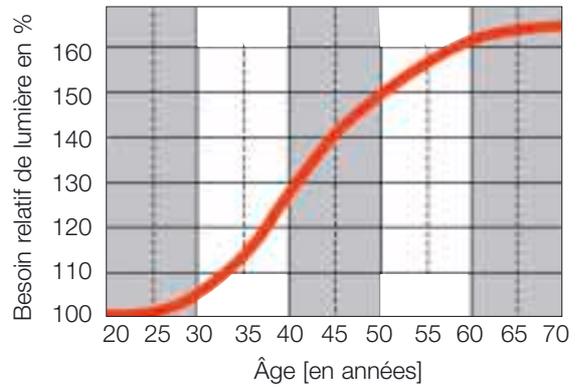


Figure 18
Besoin relatif de lumière pour un même éclairement utile de la rétine en fonction de l'âge.

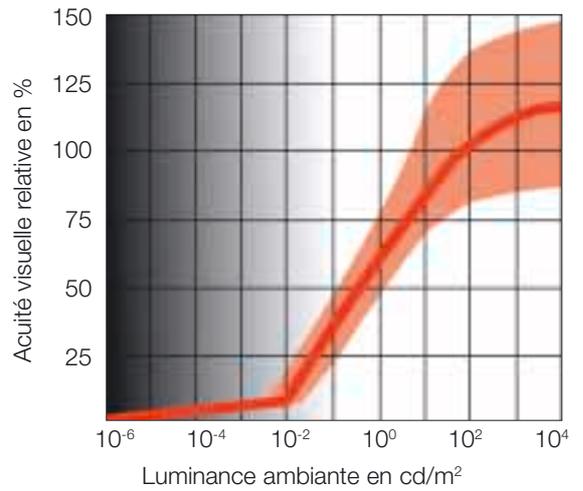


Figure 19
Augmentation de l'acuité visuelle avec une luminance plus élevée.

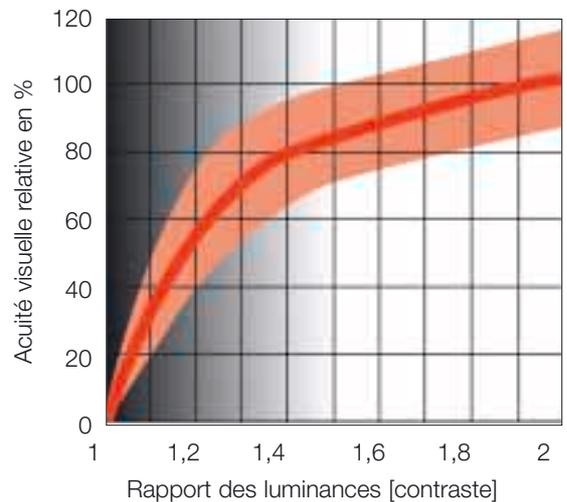


Figure 20
Augmentation de l'acuité visuelle avec un fort contraste (le contraste est la différence entre la luminance d'un objet et celle de l'arrière-plan).

2.4.2 Sensibilité aux différences de luminance

Il s'agit d'un critère d'appréciation de la capacité de percevoir des différences de luminance entre des surfaces voisines. Cette sensibilité varie selon:

- les dimensions des surfaces,
- la luminance,
- la durée d'observation.

Plus la luminance est élevée, par exemple, et plus le besoin d'un contraste important des caractères pour une perception déterminée est faible.

Alors qu'un contraste fort rend les objets concernés plus visibles, les surfaces situées dans l'environnement proche et lointain ne devraient pas présenter de fortes différences de luminance (cf. figure 21).

2.4.3 Accommodation

On entend par accommodation la capacité de l'œil à former une image nette d'un objet situé à une distance déterminée. Elle est assurée par la modification du rayon de courbure du cristallin.

L'amplitude d'accommodation indique le champ de modification de la courbure du cristallin entre un point éloigné et proche. Ces deux points constituent la distance la plus grande et la plus petite sur lesquelles l'œil peut encore voir un objet avec netteté. Elle est mesurée en dioptries (dpt). Les capacités d'accommodation se détériorent en vieillissant, ce qui réduit l'amplitude d'accommodation (cf. figures 22 et 23).

Avec l'âge, la vitesse d'accommodation diminue elle aussi rapidement. La prolongation du temps d'accommodation est, dans le contexte du travail sur écran, un élément à ne pas négliger. En effet, le parcours du regard sur un document, sur le clavier ou sur l'écran modifie la distance visuelle très souvent et très vite (souvent en moins d'une demi-seconde) selon la disposition de ces éléments.

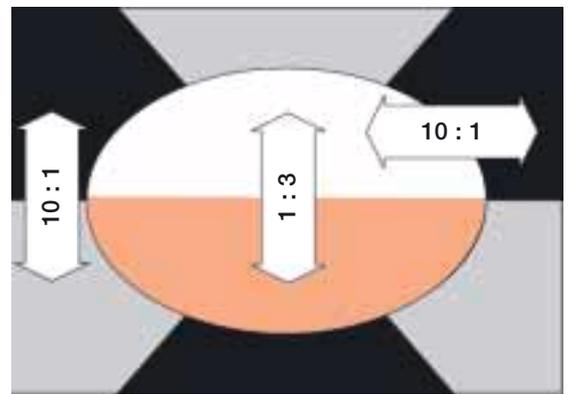


Figure 21
Règle empirique pour les rapports maximaux de luminance des surfaces situées dans le champ visuel (environnement proche et lointain).

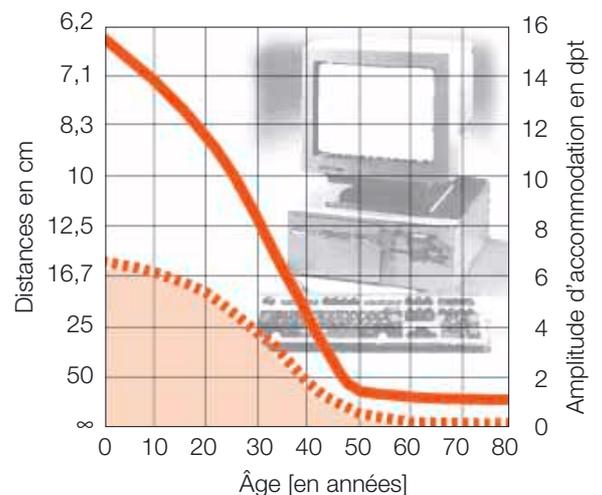


Figure 22
Amplitude d'accommodation (en dpt) de l'œil en fonction de l'âge (champ de netteté de la vision: du point le plus proche jusqu'à l'infini)
— disponible longtemps au poste de travail, sans sursollicitation durable de l'œil (performance à long terme)
- - - valeurs minimales atteintes à court terme (performance maximale).

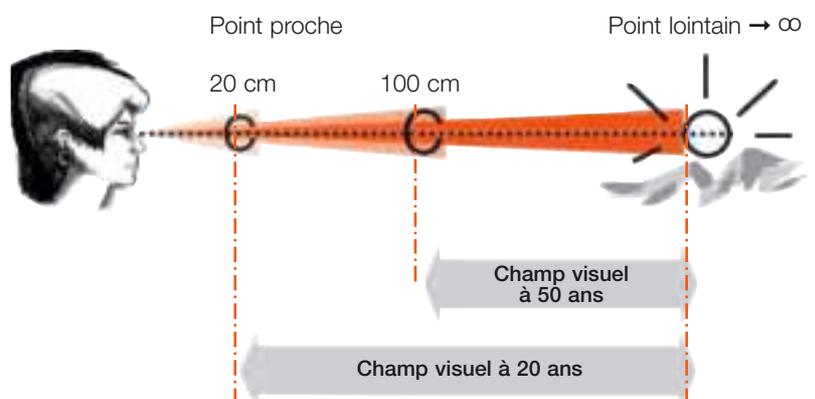


Figure 23
Champ de netteté de la vision (sans lunettes pour lire) à 20 et 50 ans (performance à long terme).

Une diminution de l'éclairement, à vue binoculaire intacte, amoindrit:

- l'amplitude,
- la vitesse et
- la précision de l'accommodation.

L'accommodation peut en particulier être fortement perturbée par des reflets et des taches brillantes. Des problèmes d'accommodation sont responsables de l'apparition de troubles visuels, d'une sensation d'inconfort et d'une fatigue plus rapide lors d'activités avec ou sans écran.

2.4.4 Adaptation

L'œil s'adapte aux luminances du champ visuel grâce à l'ajustement photochimique et physiologique de la rétine et aux variations du diamètre pupillaire. Il est ainsi capable de traiter une gamme de luminances comprises entre environ 10^{-6} cd/m² et 10^5 cd/m². Cette capacité, appelée adaptation, influence fortement toutes les fonctions visuelles. Elle rend en effet possible des performances visuelles presque constantes entre environ 100 cd/m² et 10000 cd/m².

Le temps nécessaire à l'adaptation dépend fortement des luminances au début et à la fin du processus. Un passage du clair à l'obscur est appelé adaptation à l'obscurité. Dans le cas contraire, on parle d'adaptation à la lumière.

La figure 24 montre le déroulement schématique d'une adaptation à l'obscurité à partir d'une luminance de 100 cd/m². Lors de différences de luminance pouvant atteindre jusqu'à environ 10:1, l'adaptation se fait presque instantanément, d'où une fonction visuelle ininterrompue. Il est donc important de ne pas dépasser cette valeur dans la zone de travail en tant que telle avec des fréquents va-et-vient du regard. L'adaptation totale de l'œil à l'obscurité peut prendre entre 30 et 60 minutes. En revanche, lors de l'adaptation à la lumière, la sensibilité de la rétine se réduit presque instantanément au cinquième de sa valeur initiale puis, dans un second temps, la rétine s'adapte aux nouvelles conditions. Ce processus ne prend que quelques minutes.

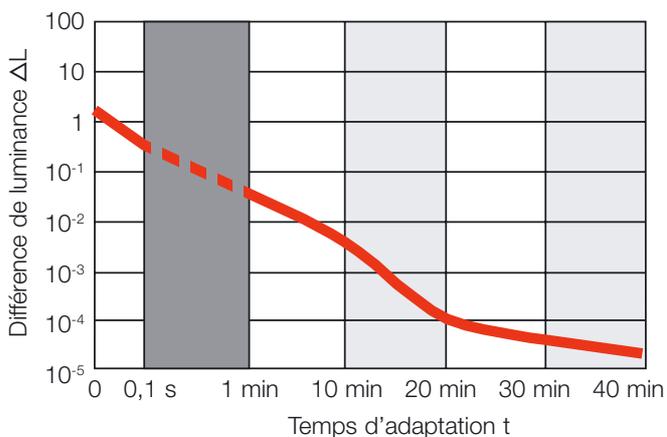


Figure 24
Adaptation à l'obscurité: évolution de la différence critique de luminance ΔL au cours du temps d'adaptation t.

2.4.5 Scintillement

L'œil perçoit comme un scintillement les changements de luminance à de brefs intervalles. Jusqu'à environ 3 Hz (soit trois passages clair-obscur par seconde), les variations d'intensité lumineuse présentent un coefficient de perceptibilité élevé (signaux d'avertissement) devenant de plus en plus gênant au fur et mesure que la fréquence augmente. Cette gêne est maximale entre 6 et 10 Hz. A partir d'environ 20 Hz, elle diminue sensiblement, bien que la fluctuation lumineuse continue d'être perçue par l'œil comme un scintillement plus ou moins désagréable. Au-delà de 50-60 Hz (fréquence critique de fusion), une impression de lumière constante remplace cette gêne. Pour les écrans, la valeur limite dépasse de loin 60 Hz et peut même atteindre 100 Hz, voire plus.

Selon la nature de la source lumineuse, la luminance varie plus ou moins fortement au cours du temps. La fréquence des passages clair-obscur par seconde est appelée amplitude d'oscillation (cf. figure 25).

Cinq facteurs influencent la fréquence critique de fusion:

- **la luminance**

Pour une même amplitude d'oscillation, la fréquence critique de fusion augmente en fonction de la luminance (cf. figure 26). Lorsque la luminance est plus faible, le scintillement est donc moins perceptible;

- **l'amplitude d'oscillation**

La fréquence critique de fusion augmente avec l'accroissement de l'amplitude d'oscillation;

- **les dimensions de la zone de scintillement**

Les grandes surfaces éclairées (p. ex. écrans clairs avec des caractères sombres: contraste positif) ont des fréquences critiques de fusion plus élevées que les surfaces plus petites (p. ex. caractères clairs sur fond sombre: contraste négatif). Le scintillement est alors perçu plus fortement;

- **la position de la zone de scintillement dans le champ visuel:**

La fréquence critique de fusion est plus élevée dans la partie latérale du champ visuel qu'en son centre. Dans les cas extrêmes (en particulier chez les personnes jeunes), elle peut atteindre 100-110 Hz. L'oscillation de l'image est alors nettement visible. C'est aussi la raison pour laquelle on ne remarque pas le phénomène de scintillement en fixant directement l'écran, alors qu'on le perçoit en vision latérale;

- **la sensibilité individuelle.**

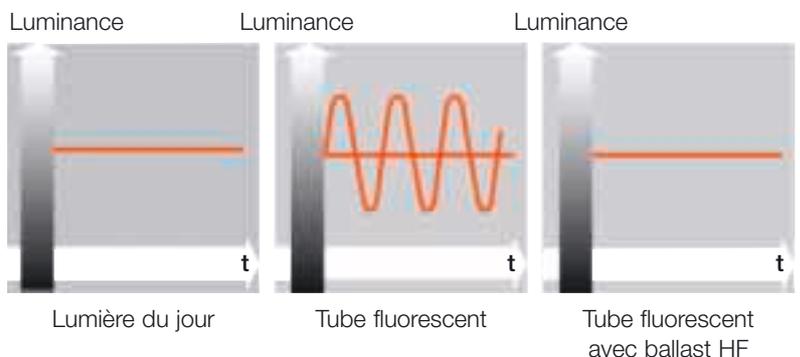


Figure 25
Oscillations de la luminance au cours du temps (amplitude d'oscillation) pour diverses sources lumineuses.

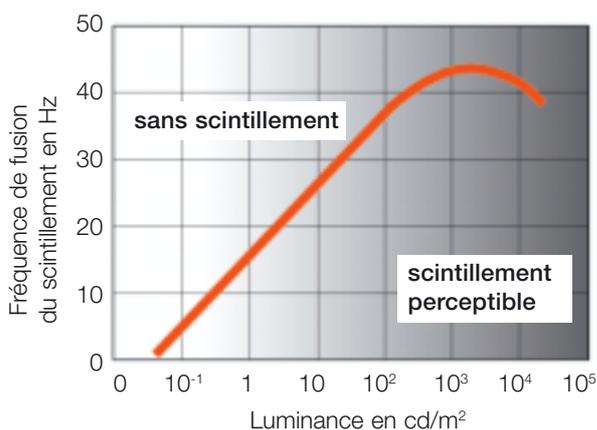


Figure 26
Augmentation de la fréquence critique de fusion avec la luminance pour une modulation sinusoïdale de la source lumineuse.

2.4.6 Vitesse de perception

La vitesse de perception caractérise le temps s'écoulant entre la présentation d'un objet et sa perception visuelle. Elle est d'autant plus élevée que la luminance moyenne est importante et que les différences de luminance entre l'objet et son environnement sont marquées.

La vitesse de perception joue un rôle non négligeable lors de la lecture d'un texte. En effet, lors du processus de lecture, l'œil «fait des bonds», le regard embrassant et fixant après chaque bond plusieurs caractères, voire un ou deux mots. L'exécution optimale d'une tâche visuelle nécessite une image immobile et stable. L'œil a besoin de repères, car le doigt qui cherche ne constitue pas une aide de fixation appropriée. Ainsi, on ne trouve des informations sur un écran en temps utile que lorsque l'on sait où chercher. Les textes sont lus différemment selon qu'ils sont connus ou non, d'où l'importance de l'entraînement à la lecture.

2.5 Recommandations, normes et prescriptions

La liste ci-après ne répertorie pas toutes les recommandations, prescriptions et normes afférentes à un élément particulier du poste de travail avec équipements à écran de visualisation, mais celles de base les plus fréquemment citées.

MPR 2 (nouvellement SS 436 1490)

Cet ouvrage en deux parties, souvent mentionné, contient les recommandations émises par le National Board for Measurement and Testing à la demande du gouvernement suédois (MPR 1:1987; MPR 2:1990). Il définit en particulier les critères de mesures et d'appréciation ainsi que les exigences relatives au rayonnement des appareils à écrans de visualisation. La norme suédoise SS 436 1490 de novembre 1995, rédigée à partir du MPR 2, complète et remplace ce document.

TCO

Cette norme provenant d'un syndicat suédois mentionne des valeurs limites de rayonnement légèrement inférieures à celles du MPR 2.

Directive européenne 90/270 CEE du 29 mai 1990

Cette directive-cadre pour les équipements à écran de visualisation se compose de douze articles. Elle ne contient aucune valeur technique limite. Ce texte doit être transposé dans le droit national des Etats membres européens et n'a pas de caractère obligatoire pour la Suisse.

L'employeur est tenu de faire une analyse des postes de travail (art. 3 et 4) et de former les travailleurs (art. 6). La plupart des discussions concernent l'article 7, relatif au déroulement du travail quotidien, qui stipule: «L'employeur est tenu de concevoir l'activité du travailleur de telle sorte que le travail quotidien sur écran soit périodiquement interrompu par des pauses ou par des changements d'activité réduisant la charge de travail sur écran». Cet article constitue souvent pour de nombreuses organisations de travailleurs le fondement de la limitation du temps de travail passé devant un écran de visualisation.

Par ailleurs, l'article 9 indique que «les travailleurs bénéficient d'un examen approprié des yeux et de la vue».

Norme EN 29241 (CEN)/ISO 9241

Cette norme volumineuse divisée en dix-sept parties traite de tous les éléments du poste de travail avec équipements à écran de visualisation. La Suisse étant membre du Comité européen de normalisation (CEN), cette norme a été transposée dans la législation nationale comme norme suisse (SN). Elle figure sur la liste du chapitre 12 répertoriant les ouvrages spécialisés.

Valeurs limites au poste de travail (Suva, réf. 1903.f)

Il s'agit des valeurs limites définies selon les principes d'hygiène au travail pour les influences physiques et les champs électromagnétiques.

3 Ecran

3.1 Systèmes

La bureautique connaît depuis peu d'importants changements. Les écrans plats (cf. figure 28) sont en train de remplacer les écrans dits classiques (avec un tube cathodique, cf. figure 27), le mouvement étant souvent accéléré du fait des travailleurs. Le tableau 4 page 26 établit une comparaison entre les deux systèmes d'écran pour pouvoir les apprécier de façon objective. Les éléments de comparaison sont traités plus en détail dans les chapitres suivants de la présente brochure.



Figure 27
Ecran classique (tube cathodique, CRT).



Figure 28
Ecran plat.

Critères	Ecran classique (CRT)	Ecran plat
1. Equipement et environnement		
profondeur de la table requise	entre 80 et 100 cm, selon dimensions	80 cm, table normale
changement de place sur la table	plutôt difficile, position le plus souvent inchangée	changement de place aisé
réglabilité en hauteur	seulement à l'aide d'un bras spécial ou d'un support	possible en fonction des modèles
réglage de l'inclinaison	possible avec un pied	très facile
réverbérations (luminaires de la pièce, fenêtres)	possibles, même avec un agencement correct	inexistantes avec un agencement correct
instabilité de l'image consécutive à des perturbations électromagnétiques	fréquente dans les usines et à proximité des lignes ferroviaires	pas de perturbations visibles décelables
utilisation de filtres	utile dans des cas isolés	inutile
2. Equipement		
poids (écrans 17/15 pouces)	entre 15 et 20 kg	entre 3 et 5 kg
rayonnement radioactif	pratiquement indécelable	sans objet
rayonnement électromagnétique	non problématique si respect des limites TCO (voir point 2.5)	pratiquement indécelable (champs de 50 Hz rares, dus au transformateur du secteur)
charge électrostatique	seuls les grands écrans (entre 19 et 21 pouces) dépassent partiellement les limites TCO	sans objet
scintillement et représentation à l'écran	les écrans les plus récents offrent une fréquence de rafraîchissement de l'image supérieure à 75 Hz pour une résolution maximale; sont relativement sans scintillement en l'absence de perturbations (p. ex. effets stroboscopiques)	pas de scintillement même avec une fréquence de rafraîchissement de seulement 60 Hz; l'image est produite en bloc
stabilité des caractères	en générale très bonne (sans champs électromagnétiques externes)	excellente
netteté des caractères	en général très bonne	excellente
représentation des caractères	en général très bonne	selon la configuration ordinateur/écran très bonne jusqu'à excellente; les pixels peuvent être apparents
logiciels graphiques et visionnage de films	excellents	passables avec un écran classique, excellents avec un modèle spécial et nettement plus onéreux
vitesse d'affichage	excellente	bonne
rendu des couleurs	excellent	bon
contraste	très bon	excellent
luminosité du fond	réglable	réglable
agencement dans le sens vertical	impossible (possible avec matériel Apple)	possible pour certains modèles
fonction mode veille (système d'économie d'énergie)	courant	disponible en série
consommation d'électricité (sur la base d'un 17 pouces en mode veille)	90 watts 5 watts	30 watts 3 watts
effets de l'usure	avec le temps, baisse du contraste et de la luminosité des caractères	normalement, qualité des caractères constante au fil du temps; vieillissement constaté dans des cas isolés
angle de vue (p. ex. lors de démonstrations)	large	dépend fortement du modèle, mais en général plus restreint
3. Utilisateur		
acceptation par l'utilisateur	entre bonne et très bonne	excellente
convivialité en général	bonne	excellente

Tableau 4
Comparaison des écrans classique et plat.

Un élément de comparaison important est la taille des écrans car, comme le montre la mise en parallèle des deux technologies ci-après, l'expression 15 pouces (mesure de la longueur de la diagonale de l'écran en centimètres puis division du résultat par 2,54) prend un sens différent selon le type d'écran.

Ecran classique (tube cathodique, CRT)

La valeur de la longueur de la diagonale d'un écran classique constitue une valeur brute, puisqu'elle ne correspond pas tout à fait à la surface d'affichage réelle.

Exemples:

- un écran de 15 pouces a une surface d'affichage réelle de 13,8 pouces
- un écran de 17 pouces a une surface d'affichage réelle de 15,3 pouces.

Ecran plat

La longueur de la diagonale d'un écran plat indiquée par les fabricants coïncide avec la surface d'affichage réelle. Ainsi, un écran plat moderne de 15 pouces utilisé en mode fixe équivaut pratiquement à un écran classique de 17 pouces.

Remarque concernant les valeurs en pouces

Les valeurs indiquées dans la présente brochure sont des valeurs brutes pour les écrans classiques et des valeurs réelles pour les écrans plats.

Résumé

L'écran plat ne présente que des avantages pour la plupart des tâches de bureau habituelles. Aucun élément scientifique ne prouve toutefois que l'écran plat fatigue moins les yeux qu'un écran classique moderne et correctement agencé.

Travailler avec un écran plat s'impose si l'une des questions suivantes donne lieu à une réponse positive.

- La distance entre les yeux et l'écran est-elle inférieure à 60 cm parce qu'il n'est pas possible d'éloigner davantage l'écran?
- L'image est-elle instable en raison de champs magnétiques perturbateurs (ligne ferroviaire, usine, ligne électrique, etc.)?
- Est-il impossible d'éliminer les réverbérations dues aux fenêtres et aux luminaires en déplaçant l'écran ou la table?
- La surface de travail est-elle très petite?
- Faut-il économiser l'énergie et réduire les apports thermiques?
- La durée du temps de travail quotidien sur écran excède-t-elle six heures environ?

3.2 Exigences relatives à l'écran

3.2.1 Taille de l'écran

La taille de l'écran doit être adaptée au travail prévu. On considère comme taille minimale les dimensions permettant de représenter de façon lisible au moyen de caractères et d'espaces suffisamment grands les informations à considérer simultanément dans la zone de travail. L'utilisation d'un grand écran pour compenser le manque de structure et de lisibilité d'un texte compact (p. ex. sans paragraphes) est à exclure. Dans un tel cas, l'amélioration de la lisibilité requiert une modification de la présentation de l'image.

Il n'est pas pertinent de recommander une taille précise pour l'écran. Les écrans de 15 pouces offrent en général des conditions satisfaisantes, en particulier lorsque l'utilisateur se sert surtout de logiciels de traitement de texte. Les valeurs de référence sont regroupées dans le tableau 5.

Avec des écrans plus grands, la profondeur de table et la distance œil-écran doivent être plus importantes, notamment avec des écrans classiques. La tendance à remplacer des écrans classiques de 15 pouces par des écrans de 17 pouces à des postes existants entraîne parfois de sérieux problèmes quand la profondeur de table requise n'est pas suffisante et ne permet pas de respecter la distance de vision minimale recommandée (voir point 3.7.3). Seule l'utilisation d'un écran plat permet de résoudre ce problème.

Tâche à effectuer	Taille de l'écran (écran classique)
Traitement de texte Lecture d'informations (textes) Saisie de masques et d'instructions	15 pouces
Traitements de textes avec graphiques Tableau Programmation	17 pouces
Traitements de textes avec graphiques en PAO (publication assistée par ordinateur) Tableaux et programmation avec la présentation simultanée de plusieurs pages Conception assistée par ordinateur (CAO)	entre 19 et 21 pouces

Tableau 5
Valeurs de référence de taille de l'écran selon les tâches à effectuer (exemples).

3.2.2 Mobilité de l'écran

L'écran doit être orientable et inclinable et doit pouvoir être déplacé verticalement et horizontalement pour s'adapter de façon optimale aux besoins de l'utilisateur et aux caractéristiques du poste de travail.

3.2.3 Surface de l'écran

Les écrans classiques modernes disposent d'un bon revêtement de surface et d'une luminance élevée et sont pratiquement plans (surface visible quasiment sans courbure). Les écrans plats sont dotés d'une surface totalement plane. De bonnes caractéristiques de la surface de l'écran suffisent pour réduire de façon sensible les réflexions possibles.

3.2.4 Filtres d'écran

Les filtres d'écran continuent d'être vendus à l'aide d'arguments commerciaux portant sur les rayonnements de l'écran (charge électrostatique), les réverbérations et les reflets gênants. Les divers rayonnements qui ne présentent maintenant plus aucun problème sont traités en détail au point 9.1.

Avant d'acheter un filtre d'écran, il faut rechercher l'agencement optimal du poste de travail. Il n'existe aucun rayonnement nocif ou autres facteurs rendant nécessaire l'utilisation d'un filtre. Bien souvent, les slogans publicitaires sont erronés et inquiètent inutilement les utilisateurs d'écran.

Des filtres spéciaux peuvent être utiles lorsque les réverbérations gênantes persistent malgré le changement de place de l'écran, la modification de sa hauteur et de son inclinaison ou la réduction de la lumière venant des fenêtres (stores, rideaux). L'efficacité des produits commercialisés est toutefois très variable. Il est donc conseillé soit de les tester avant l'achat, soit d'acquiescer un écran plat.

L'installation d'un filtre sur un écran placé devant une fenêtre non obscurcie n'améliore pas le contraste. Seul un changement de place de l'écran permet de résoudre ce problème.

Pour éviter les réverbérations, il convient d'agencer et de positionner l'écran de façon ergonomique et de disposer d'un bon éclairage. Il est très important que l'écran soit placé correctement par rapport aux fenêtres (voir point 8.2).

On trouve également dans le commerce des filtres spéciaux pour les écrans plats qui empêche la lecture latérale des informations affichées sur l'écran. Ces filtres, surtout utilisés pour le travail avec un ordinateur portable dans les moyens de transport en commun, n'ont rien à voir avec les filtres présentés contre les réverbérations. On recourt aussi aux filtres spéciaux pour les écrans des guichets accessibles au grand public (banques, compagnies d'assurances, entreprises de services publics, etc.), que ce soit pour les écrans classiques ou pour les écrans plats. Il faut veiller à empêcher la consultation latérale de tels postes de travail, qui donne souvent lieu à des réclamations.

3.2.5 Caractères (présentation de l'information)

3.2.5.1 Contrastes positif et négatif des caractères

Comme il est rare aujourd'hui d'avoir des caractères affichés en clair sur fond sombre (contraste négatif, cf. figure 29), cette technique n'est pas détaillée ici. A présent, la plupart des programmes utilisateurs sont à contraste positif (caractères sombres sur fond clair, cf. figure 30). Le contraste négatif n'est préféré que dans des cas isolés, par des personnes souffrant de problèmes visuels spécifiques.

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de se limiter au système en tant que tel pour concerner aujourd'hui la nature et l'utilisation de l'environnement de travail dans son ensemble. En d'autres termes, les postes de travail informatisés

Figure 29
Contraste négatif (caractères clairs sur fond sombre).

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de se limiter au système en tant que tel pour concerner aujourd'hui la nature et l'utilisation de l'environnement de travail dans son ensemble. En d'autres termes, les postes de travail informatisés

Figure 30
Contraste positif (caractères sombres sur fond clair).

3.2.5.2 Contraste et luminance des caractères, luminance du fond d'écran

Un paramètre de première importance pour l'utilisateur est le contraste, qui correspond au rapport de luminance entre les caractères et les espaces à l'écran.



Figure 31
Différents réglages du contraste et de la luminance d'un écran.

Le fond de l'écran ne doit pas être trop sombre afin d'éviter les réverbérations et de ne pas obliger l'œil à produire de trop importants efforts d'adaptation à la lumière et à l'obscurité. Par ailleurs, il faut que la luminance des caractères soit homogène et modifiable. Il est impératif d'augmenter le contraste lorsque les caractères sont insuffisamment séparés, comme c'est le cas par exemple avec un écran classique.

Le contraste positif ne pose pratiquement aucun problème de lisibilité, puisqu'il est le plus souvent possible de choisir librement la taille et la police de caractères (cf. figure 31). Encore ne faut-il pas oublier cette possibilité en travaillant. A l'inverse, le fond ne doit pas être trop clair, car le contraste serait trop grand et pourrait occasionner un scintillement gênant avec les écrans classiques.

3.2.5.3 Taille des caractères

La taille des caractères encore lisibles sans effort varie selon la distance entre l'œil et l'écran. On utilise l'angle visuel de la limite extérieure des caractères pour mesurer la dimension de ces derniers (cf. figure 16). L'angle visuel sous lequel la charge visuelle est subjectivement la moins pénible avoisine 25 (20 à 30) minutes d'angle. Ainsi, la hauteur des caractères doit être au minimum de 2,5 millimètres lorsque la distance de vision est de 50 centimètres, et de 3 à 4 millimètres pour une distance de vision comprise entre 60 et 80 centimètres (cf. figure 32). Cette exigence est par exemple satisfaite avec un écran de 15 pouces pour une page A4 présentant une marge d'écran d'environ un centimètre et une police de caractères ordinaire (Helvetica, Arial, Times Roman, etc.) en taille 12.

Il est à présent possible de régler la taille des caractères en situant leur résolution dans certaines limites. Cette résolution peut être, par exemple, de 640 x 480 (VGA), de 800 x 600 (SVGA) ou de 1024 x 768 (XGA) points, voire peut-être prochainement de 1400 x 1050 points. Plus la résolution est élevée et plus l'écran peut afficher d'informations, ce qui conduit à une réduction proportionnelle de la taille des caractères parfois trop importante. En effet, la lisibilité ne dépend pas de la quantité d'informa-

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de se limiter au

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de se limiter au système en tant que tel pour

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de se limiter au système en tant que tel pour concerner aujourd'hui la natu-

Figure 32
Influence de la taille des caractères sur la lisibilité.

tions affichables par l'écran, mais, tout d'abord de la taille des caractères, qui varie selon la distance entre l'œil et l'écran. La résolution optimale en fonction de la taille et du type d'écran pour une utilisation fixe est présentée dans le tableau 6. Les écrans des ordinateurs portables présentent bien souvent une résolution fortement plus élevée par rapport à leur taille.

3.2.5.4 Forme des caractères (police)

Les polices de caractères très étroites ou très larges sont difficiles à lire. La meilleure lisibilité s'obtient avec un rapport largeur-hauteur des caractères avoisinant 3:4. Un autre paramètre important est l'épaisseur du trait, qui devrait correspondre à environ 15 % de la hauteur des caractères. Pour des textes assez longs, il faut choisir une police qui a fait ses preuves (p. ex. Arial) et utiliser les caractères majuscules et minuscules à bon escient (cf. figure 33). Des textes rédigés entièrement en majuscules ou présentant un graphisme particulier sont en effet difficiles à lire.

3.3 Ecran classique

3.3.1 Composition, fonctionnement

L'écran dit classique se compose d'un tube cathodique (CRT: Cathode Ray Tube en anglais), de toute une série d'éléments et de circuits électroniques et d'un boîtier. L'affichage à l'écran est le résultat de la création, en des points déterminés, de lumière fluorescente par un faisceau d'électrons, produit sous haute tension et dévié de façon appropriée, qui vient frapper la couche de phosphore de l'écran. Des connaissances pointues sur la composition des équipements à écran de visualisation sont superflues pour leur appréciation du point de vue de l'hygiène du travail. Il faut en effet tenir compte en priorité des caractéristiques principales de l'écran et de la présentation des caractères.

Diagonale utilisable	Taille de l'écran		Résolution
	écran classique	écran plat	
35,5 cm	16 pouces	*)	800 x 600 points
38,1 cm	17 pouces	15 pouces	1024 x 768 points
40,6 cm	**)	16 pouces	1280 x 1024 points
43,2 cm	19 pouces	17 pouces	1280 x 1024 points
45,7 cm	20 pouces	18 pouces	1280 x 1024 points
48,3 cm	21 pouces	19 pouces	1280 x 1024 points
50,8 cm	22 pouces	20 pouces	1600 x 1200 points
53,3 cm	23 pouces	21 pouces	1600 x 1200 points
58,4 cm	**)	23 pouces	1600 x 1200 points

Tableau 6

Résolution optimale en fonction de la taille de l'écran en utilisation fixe (état: 2002).

*) n'est plus fabriqué

**) peu courant

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation

LES PROBLEMES ERGONOMIQUES INHERENTS AU TRAVAIL AVEC DES EQUIPEMENTS A ECRAN

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran

Les problèmes ergonomiques inhérents au travail avec des équipements à écran de visualisation ont cessé de se

Figure 33

Influence de la police de caractères sur la lisibilité d'un texte.

3.3.2 Courbure de l'écran

Il est préférable de choisir l'écran le moins bombé possible (grand rayon de courbure), car il reflète moins la lumière ambiante. Il est donc plus aisé d'agencer ce type d'écrans, qui offrent en outre un meilleur suivi des lignes.

3.3.3 Séparation des caractères

Des caractères peu nets diminuent la lisibilité et provoquent une sollicitation accrue de la faculté d'accommodation. C'est pourquoi, du point de vue de la physiologie du travail, seuls des écrans offrant des contours de caractères nets sont adaptés aux travaux longs ou fréquents.

Un autre critère de netteté des caractères est le pas de masque (pitch), critère figurant dans la plupart des brochures et modes d'emploi. Plus cette valeur est petite, plus l'image affichée à l'écran est précise. Aujourd'hui, la valeur la plus courante est de 0,28 mm.

3.3.4 Stabilité des caractères

Sur les écrans anciens ou défectueux, il arrive que l'image tremble, d'où une lecture difficile, voire une fusion temporaire de certains caractères. Ces mouvements provoquent une sollicitation accrue des facultés d'adaptation et de fixation des muscles oculomoteurs.

La stabilité des caractères peut aussi être altérée par la proximité de champs magnétiques alternatifs (écran se trouvant p. ex. près de caténaires ou au-dessus d'un câble haute tension enterré) ou d'équipements sans rapport avec le travail effectué. Ce problème concerne principalement les écrans situés près de machines ou d'installations à haute intensité énergétique.

3.3.5 Scintillement des caractères

Constituée de points qui clignotent, la lumière des caractères affichés oscille (voir point 2.4.5). Elle est émise lorsque la couche de phosphore de l'écran est bombardée

par les électrons. La fréquence de rafraîchissement de l'image doit être au moins de 75 Hz (un minimum de 85 Hz est cependant préférable) pour des écrans très petits et de 95 Hz pour les écrans très grands (p. ex. pour la CAO).

3.3.6 Géométrie de l'écran

L'image à l'écran doit être parfaitement rectangulaire et s'étendre uniformément le plus près possible du bord utilisable de l'écran. Il est possible de satisfaire à ces exigences en utilisant les éléments de réglage suivants:

- taille de l'image
- position verticale et horizontale de l'image
- coussin, trapèze
- parallèle, rotation
- équilibre, linéarité verticale.

Chaque fabricant d'écrans proposant un guide pour les réglages, ces points ne sont pas détaillés ici.

3.3.7 Consommation d'énergie

L'écran cathodique consomme toujours davantage d'énergie que l'unité centrale. Les écrans modernes de 17 pouces ont besoin d'environ 60 à 100 watts. A présent, on ne vend pratiquement plus que des écrans équipés d'un système d'économie d'énergie. L'écran s'éteint automatiquement après un laps de temps déterminé lorsqu'il n'est pas utilisé et se rallume dès qu'on appuie sur une touche ou qu'on bouge la souris (système d'économie d'énergie sous réserve d'une harmonisation entre l'écran et l'unité centrale). L'utilisation de ce type d'écran est recommandée lorsque les interruptions de travail sont longues.

En général, il faudrait éteindre l'écran dès qu'il n'est pas utilisé plus d'un quart d'heure (par exemple lors des pauses, du repas de midi, des tâches longues effectuées sans écran).

3.4 Ecran plat

Ces dernières années ont été marquées par l'apparition constante de nouvelles technologies concernant les écrans plats (cf. figures 34 et 35). Actuellement, la technologie dominante est celle des écrans à matrice active qui utilise un réseau de transistors en couche mince (Thin Film Transistor-TFT).

En simplifiant beaucoup, on peut dire qu'un écran plat se compose d'un dispositif d'éclairage de son fond, d'une série de filtres, de cristaux liquides, d'éléments d'image connectables et de films en matières synthétiques. Les cristaux liquides présents laissent passer de façon dirigée la lumière diffusée par le dispositif d'éclairage du fond de l'écran. La matrice de points est clairement délimitée et placée dans la position correcte au moyen des électrodes. La qualité de l'image n'est donc pas influencée par des champs électromagnétiques externes.

Les écrans fonctionnent grâce à l'émission de lumière dirigée des cristaux liquides. Cette propriété a également une incidence sur les caractéristiques principales d'affichage telles que la luminosité, le contraste ou les couleurs. Le contraste et les couleurs varient en effet selon l'angle de vue de l'utilisateur. Il est donc important de positionner l'écran le plus possible dans un angle de 90° par rapport à la direction du regard.

Les écrans plats présentent les avantages de consommer peu d'énergie et d'offrir un affichage lisible même à la lumière solaire. C'est pourquoi ils équipent les ordinateurs portables.

L'image proposée par ces écrans est aujourd'hui de bonne qualité, même si de nombreux modèles ne permettent pas de regarder correctement des films. Avant d'acheter un écran plat, il faut en définir les applications futures. Pour des utilisations spéciales (travaux graphiques exigeant une restitution des couleurs d'excellente qualité, films, images rapides, etc.), il convient de procéder à un test avec les programmes correspondants pour vérifier la qualité de l'image.

Il est possible à présent de se procurer des écrans à cristaux liquides jusqu'à 21 pouces, mais ils demeurent relativement onéreux. Cependant, si l'on tient compte lors d'un renouvellement des coûts globaux, dont font partie les dépenses dues à l'éclairage, la somme à investir doit être relativisée.



Figure 34
Ecran plat.



Figure 35
Poste de travail équipé d'un écran plat.

3.5 Ordinateur portable

Tous les ordinateurs portables sont équipés d'un écran plat semblable à ceux qui sont décrits au point précédent. Si l'ordinateur est utilisé en poste fixe de façon régulière et plus d'une heure par jour, il est conseillé d'y ajouter un clavier et une souris externes (cf. figures 36 et 37). L'ajout d'un écran externe n'apporte qu'une très modeste amélioration du confort de lecture (exception faite du travail sur de grands tableaux avec des chiffres écrits en très petits et du travail avec des graphiques). Les écrans des ordinateurs portables sont au minimum de 13 pouces. La tendance actuelle va vers une augmentation de leur taille.



Figure 36
Ordinateur portable installé sur une station d'accueil à un poste de travail fixe, équipé d'un clavier et d'une souris externes.



Figure 37
Ordinateur portable à un poste de travail fixe, équipé d'un clavier et d'une souris externes.

3.6 Ergonomie informatique

L'objectif de l'ergonomie informatique est l'adaptation des propriétés d'un système interactif aux exigences des personnes utilisatrices.

Le passage des programmes DOS aux applications Windows s'est accompagné du transfert de certains problèmes très spécifiques des programmeurs aux utilisateurs. Auparavant, le travail s'effectuait en effet avec des caractères verts ou orange préconfigurés, des espaces fixes entre les lignes et un contraste négatif. A présent, il est possible d'aménager la surface de travail en toute liberté.

L'environnement des programmes se compose de plus en plus d'un système modulaire avec lesquels les programmes peuvent être adaptés aux besoins d'un groupe d'utilisateurs. Il convient d'utiliser cette option pour le travail.

L'introduction des applications Windows a certes simplifié l'utilisation des programmes informatiques, mais certains problèmes persistent. Quelques renseignements sur les possibilités offertes à l'utilisateur pour transformer de façon optimale sa surface de travail à l'aide des programmes courants ne sont pas inutiles.

Cette brochure ne fournit aucune information supplémentaire sur l'ergonomie informatique pour les programmeurs. Les personnes intéressées par cette question peuvent consulter la série de normes SN EN ISO 9241, parties 10 à 17.

3.6.1 Agencement de la surface de travail personnelle

Il convient d'éviter tout encombrement inutile de la surface de l'écran. Lorsque vous travaillez avec Word, avez-vous vraiment besoin, par exemple, des icônes de dessin en bas de page ou de la barre de défilement horizontale? Travaillez-vous avec la règle verticale? Les figures 38 à 40 illustrent la place qu'il est possible de gagner à l'écran en enlevant les outils inutiles pour le travail à effectuer.

Il convient d'aménager les commandes personnelles en haut de l'écran de façon à pouvoir travailler le mieux possible. Une icône permet par exemple d'éviter d'avoir toujours à passer par le menu format > police > attributs pour mettre le 2 du mètre carré en exposant, ce qui est bien utile lorsqu'on exécute souvent cet ordre. On peut également utiliser les commandes de clavier.

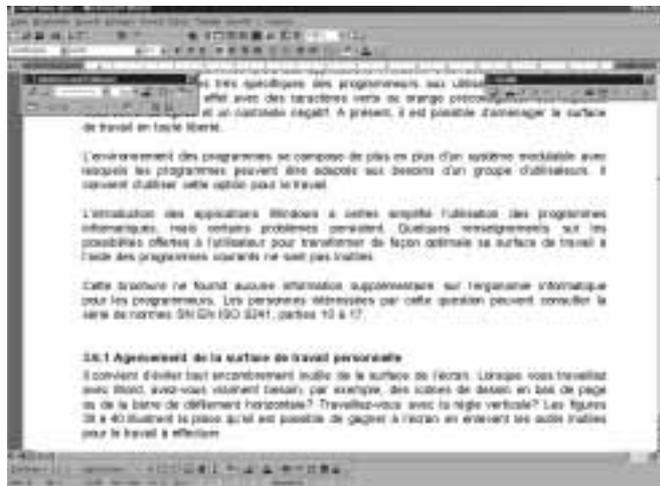


Figure 38
Surface de travail limitée par la présence d'outils superflus qui réduisent la surface utile de l'écran.

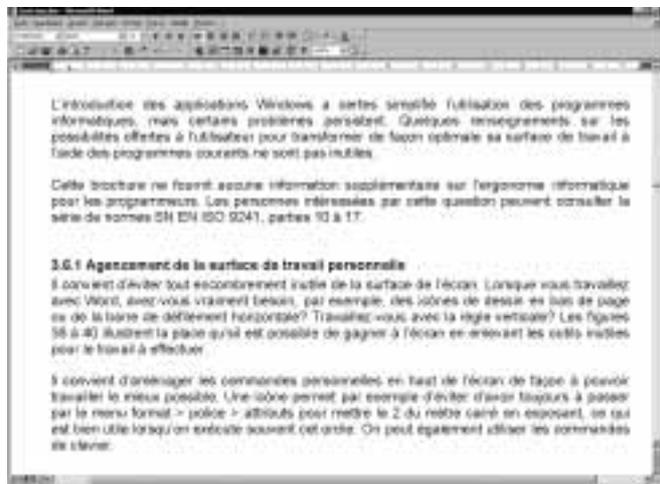


Figure 39
Surface de travail optimale pour un travail spécifique avec une barre d'outils horizontale: fréquente dans le réglage initial de la plupart des programmes.



Figure 40
Surface de travail optimale pour un travail spécifique avec une barre d'outils verticale: pratiquement toute la hauteur de l'écran est disponible pour le texte à travailler.

3.6.2 Tirer profit des possibilités de l'écran

De nombreux utilisateurs se plaignent de la taille trop petite des caractères, en particulier lorsqu'ils travaillent sur un ordinateur portable. Ce problème provient souvent d'un mauvais réglage de la fonction zoom. Les figures 41 et 42 en fournissent une illustration et montrent l'importance de la dimension de l'affichage pour la qualité du travail sur écran.



Figure 41
Ecran mal utilisé: trop d'espace vide inutile à gauche et à droite de la surface de l'écran.

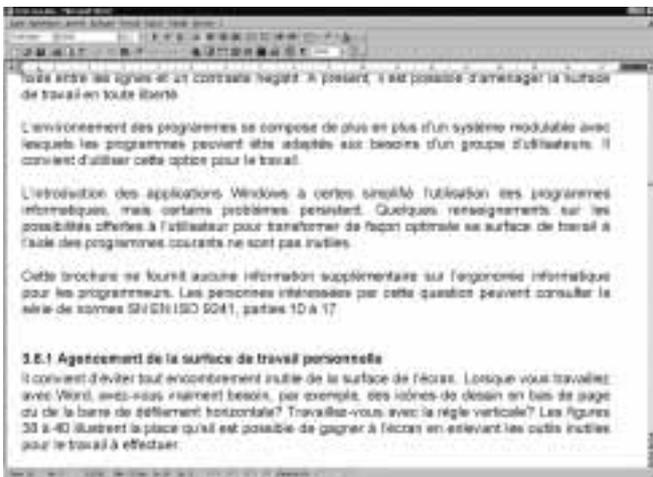


Figure 42
Ecran optimisé avec des caractères sensiblement plus gros par rapport à ceux de la figure 41.

3.6.3 Le bureau entièrement électronique

La tendance actuelle de scanner les documents et les formulaires manuscrits pour pouvoir les afficher à l'écran, en particulier dans le secteur des services, entraîne souvent d'importants problèmes de reconnaissance des données. Ces systèmes ne permettent pas toujours de pouvoir régler indépendamment l'image de chaque document.

Les utilisateurs d'un certain âge ne sont souvent plus en mesure de lire et de traiter sans difficulté des pages A4 remplies d'une écriture serrée, même sur un écran de 21 pouces. Dans de tels cas, il est conseillé d'agencer deux écrans plats de 15 pouces l'un à côté de l'autre afin de permettre aux personnes concernées de régler différemment les deux images. L'expérience réalisée dans diverses entreprises a confirmé le bien-fondé de cette recommandation.

Cette remarque ne s'applique pas au travail sur les doubles écrans, avec lesquels il est possible de déplacer les éléments et de modifier leur taille de façon séparée.

3.7 Position de l'écran

3.7.1 Direction du regard

L'écran doit se trouver bien en face de l'utilisateur. Placé sur le côté, il contraint l'utilisateur à toujours tourner la tête ou à exercer une torsion du haut de son corps, ce qui entraîne des contractures (cf. figures 43 et 44).



Figure 43
Direction du regard incorrecte.



Figure 44
Direction du regard correcte.

3.7.2 Réverbérations

Pour pouvoir évaluer au mieux les réverbérations sur la surface d'un écran classique, il est préférable que l'écran soit éteint. Lorsque des plafonniers ou des fenêtres sont visibles sur l'écran, il est impératif de placer l'écran sur la table de travail de façon à éliminer le maximum de réverbérations (cf. figure 45). Une légère inclinaison de l'écran vers l'avant (attention: une trop forte inclinaison nuit au confort visuel!) peut éventuellement être utile. En général, une légère inclinaison vers l'arrière est préférable, bien qu'elle puisse augmenter la réverbération des plafonniers. Les écrans plats ne posent aucun problème en la matière.

De plus amples informations sur les réverbérations sont disponibles aux points 8.1 et 8.2.

3.7.3 Distance de vision

La majorité des gens préfèrent des distances de vision comprises entre 50 et 80 cm, la distance de lecture d'un document imprimé étant de 40 à 50 cm pour une personne avec une vue normale. La distance de vision ne doit jamais être inférieure à 40 cm (par exemple pour un ordinateur portable équipé d'un écran de 13 pouces) et supérieure à 90 cm (pour un écran de 17 pouces). Il est possible d'avoir des distances plus grandes avec des écrans très grands (par exemple de 21 pouces).

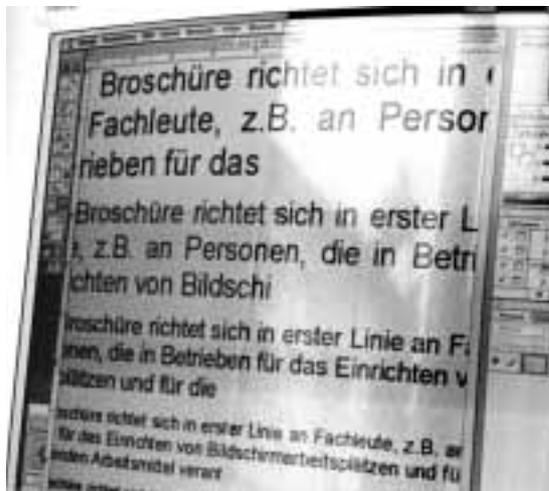


Figure 45
Réverbérations sur un écran à tube cathodique.

3.7.4 Hauteur

De nombreux problèmes de santé sont dus à des écrans installés trop haut par exemple, parce que placés sur l'unité centrale. Cette habitude demeure cependant encore très fréquente (cf. figure 46).



Figure 46
Un écran placé sur l'unité centrale est trop haut.

Normalement, l'écran doit être placé directement sur la table de travail, sans bras porte-écran ni cales en bois ou en matières synthétiques. La direction du regard vers le milieu de l'écran doit se trouver dans un angle d'environ 30° vers le bas. Un dispositif de réglage de l'écran en hauteur indépendant du bureau ne se justifie plus à présent sur le plan ergonomique (cf. figures 47 à 49). Seules des personnes très grandes préfèrent un écran légèrement surélevé.



Figure 47
Hauteur idéale d'un écran classique.



Figure 48
Ecran trop haut.



Figure 49
Hauteur idéale d'un écran plat.

3.8 Résultat de tests

On demande souvent à la Suva si elle teste et recommande des écrans. Il n'en est rien. La Suva n'effectuant en principe aucun test technique des écrans et de leurs accessoires, aucun appareil ne peut porter les mentions «contrôlé par la Suva» ou «recommandé par la Suva».

En revanche, certaines revues spécialisées procèdent à des tests comparatifs ou chargent des spécialistes de ces tests. Les résultats publiés fournissent aux utilisateurs potentiels des informations intéressantes et les aident dans leur choix.

Au moyen de mires de test appropriées, il est possible d'évaluer soi-même la qualité de l'image de son écran. En outre, ces mires permettent de définir le réglage idéal des couleurs, du contraste et de la luminosité du fond. On trouve ces mires sur Internet.

3.9 Entretien

La surface de l'écran doit toujours être propre, car les traces de doigts et la poussière nuisent à la qualité de l'image. Les écrans classiques se nettoient avec un chiffon humide ou un produit de nettoyage spécial. Le nettoyage des écrans plats doit être effectué avec précaution du fait de la sensibilité assez élevée de la surface externe de l'écran aux pressions et aux produits de nettoyage. Il convient donc d'utiliser un chiffon humide sans exercer de fortes pressions. De nombreux fabricants fournissent avec les écrans plats un chiffon en microfibras s'utilisant comme les serviettes nettoyantes des verres organiques de lunettes.

4 Clavier et souris

4.1 Exigences concernant le clavier dans son ensemble

Le clavier constitue l'outil de saisie principal des postes de travail avec appareils à écran de visualisation (cf. figure 50). Comme il est souvent utilisé longtemps, il doit satisfaire à des exigences ergonomiques particulières. Le clavier actuel rappelle les vieilles machines à écrire de par sa forme et l'ordre des touches. Ses qualités ergonomiques demeurent toutefois controversées. En outre,



Figure 50
Clavier suisse courant.



Figure 51
Clavier «ergonomique» à angle réglable, avec un bloc numérique indépendant.

la disposition des touches n'est pas encore uniformisée (sur le clavier américain, par exemple, la lettre Y se trouve à la place du Z du clavier suisse).

Tous les ordinateurs courants, à l'exception des portables, ont à présent un clavier et un écran indépendants. Sur le plan ergonomique, il est préférable que le clavier soit le plus plat possible. La rangée des touches médianes doit se trouver à moins de trois centimètres au-dessus de la surface de la table et s'incliner vers l'avant dans un angle compris entre 5° et 15° par rapport au plan horizontal.

Pour les saisies numériques fréquentes (p. ex. factures), il s'avère avantageux d'utiliser un bloc numérique séparé (cf. figure 51). Il est possible de placer ce bloc où l'on veut, ce qui permet aux gauchers de saisir sans problème les données.

En modifiant la forme du clavier, on cherche à obtenir une position toujours plus confortable pour les mains, par exemple grâce aux claviers pliables ou coudés au milieu (cf. figures 52 à 54). La disposition des touches n'est pas toujours identique à celle des claviers habituels et oblige parfois l'utilisateur à changer ses habitudes.

Le terme de clavier ergonomique porte à confusion, car il fait croire à l'utilisateur qu'il peut s'en servir sans tenir compte des recommandations d'ergonomie. Cependant, en cas de saisie ininterrompue de données, de tels claviers permettent rarement de résoudre les problèmes de santé existants.



Figure 52
Clavier «ergonomique» à angle fixe.



Figures 53 et 54
Claviers «ergonomiques» à angle réglable, avec un bloc numérique séparé.



Figures 55 et 56
Installation du clavier sur la table de travail sans (fig. 55) ou avec repose-poignets (fig. 56).

4.2 Positionnement du clavier

Le clavier doit être placé parallèlement au bord de la table de travail, avec un espace minimal de 20 centimètres pour permettre aux mains de prendre appui (cf. figures 50 et 51). Les claviers sans fil sont plus faciles à agencer.

Une tablette coulissante fixée sous la table et sur laquelle repose le clavier n'offre en général pas assez de place et limite fortement les mouvements de l'utilisateur. De plus, des douleurs ne sont pas à exclure si les bras sont trop vers l'arrière.

Le clavier, en tant que principal outil de saisie, forme une unité avec la souris et l'écran. Selon les activités menées, il peut s'avérer intéressant d'interchanger la place de ces trois éléments sur la table de travail, comme l'illustre la figure 57.

L'utilisation de repose-poignets, équement placé devant le clavier qui a fait ses preuves, permet aux poignets de prendre appui pendant de courtes pauses ou lors de la saisie de chiffres avec un bloc numérique séparé. Il en existe différents modèles. La plupart sont en matières synthétiques recouvertes d'une matière n'irritant pas la peau (cf. figure 58). Il faut les nettoyer ou les remplacer régulièrement, car leur surface à pores ouverts se salit au fil du temps.

Pour soulager les poignets, il est aussi possible d'utiliser un tapis de souris avec repose-poignets intégré (cf. figure 58).

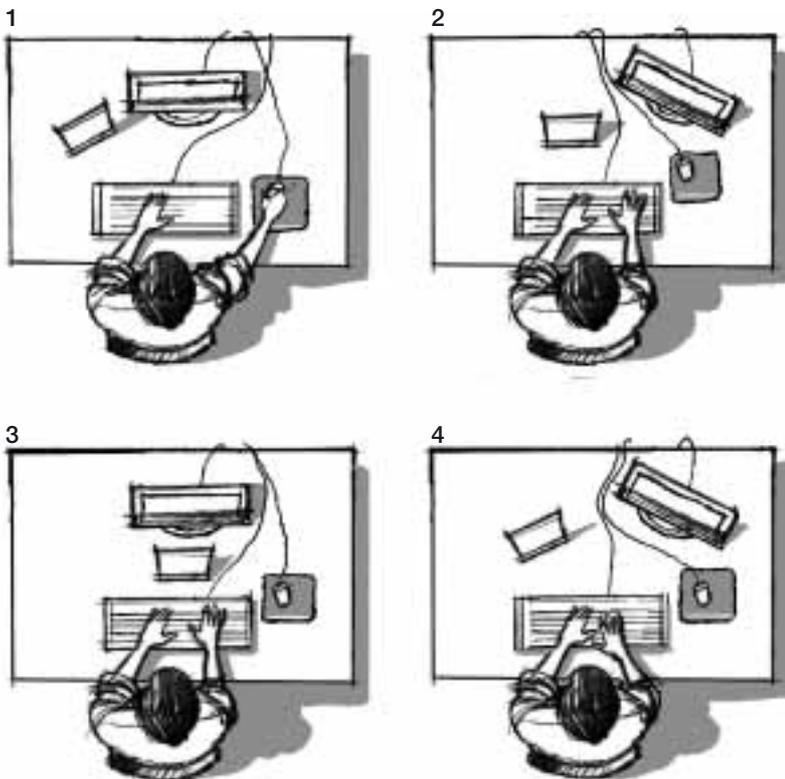


Figure 57
Positionnement différent de chaque élément selon les activités menées.

- 1 Travail principalement informatique
- 2 + 3 Travail principalement documentaire
- 4 Tâches mixtes

4.3 Claviers spéciaux

Les claviers classiques s'avèrent insuffisants pour des travaux très exigeants tels que le traitement de textes (maquette, publication assistée par ordinateur) dans l'industrie graphique et la conception assistée par ordinateur (CAO). Même lorsque plusieurs fonctions sont attribuées à une même touche, ces claviers offrent un nombre de fonctions trop limité. L'attribution d'une fonction quadruple ne peut plus être indiquée sur les touches et demande des connaissances particulières.

Le souhait de disposer d'appareils supplémentaires de saisie pour déplacer le curseur et de davantage de touches de fonctions s'est concrétisé par diverses inventions telles que la tablette graphique, l'écran tactile, le joystick (manette de commande), le trackball (boule de commande) ou la souris.

4.4 Souris

La souris (cf. figure 60) est un outil très important depuis l'utilisation d'interfaces graphiques. Les modèles proposés sont très divers. Ainsi, les fabricants proposent des souris symétriques ou conçues spécialement pour les droitiers ou les gauchers. Il existe aussi des modèles ergonomiques avec lesquels le poignet ne repose pratiquement pas à plat sur le tapis de souris, d'où une manipulation de la souris avec le minimum d'effort. En outre, certains programmes permettent d'attribuer librement certaines fonctions aux touches de la souris (p. ex. inversion des fonctions pour les gauchers).

De nombreuses souris satisfont aux exigences ergonomiques de base. Il est important que toute la main puisse se poser dessus et que la préhension s'effectue sans effort. Un modèle légèrement asymétrique est intéressant, car la main ne doit pas être totalement à plat sur la souris (les modèles doivent être différents pour les droitiers et pour les gauchers).



Figure 58
Différents repose-poignets.



Figure 59
Tapis de souris avec repose-poignets intégré.



Figure 60
Divers modèles de souris pour les droitiers. Certains modèles existent aussi pour les gauchers.

Certains utilisateurs éprouvent des difficultés à double-cliquer avec l'index. A présent, on peut trouver toute une série de modèles de souris à trois touches permettant une programmation du double-clic avec la touche médiane ou avec le pouce par exemple. En outre, il existe des souris équipées d'une mollette (scroll) pour faire défiler le document affiché à l'écran.

Vu la fréquence des douleurs aux poignets, ressenties en particulier après de longs travaux avec la souris, voici quelques conseils pour les éviter:

- adapter les paramètres de la souris (vitesse du double-clic, sensibilité et vitesse de déplacement, représentation graphique du curseur de la souris) à ses besoins;
- essayer d'utiliser la souris de l'autre main, en dépit des difficultés d'adaptation du début (similaires à celles rencontrées par un droitier voulant écrire de la main gauche);
- éviter si possible de double-cliquer avec l'index;
- utiliser, quand c'est possible, les raccourcis clavier (combinaisons de touches). Ces raccourcis, identiques pour toutes les applications d'un même groupe, se mémorisent rapidement. Ils évitent l'utilisation de la souris tout en accélérant l'exécution des ordres.

Il est recommandé d'utiliser un tapis de souris. Il faut également disposer de suffisamment de place sur la table de travail (cf. figure 61). On peut en revanche renoncer au tapis avec une souris optique, puis-



Figure 61
Tapis de souris avec repose-poignets intégré.

qu'une simple feuille de papier suffit comme support. Il existe également des souris sans fil, ce qui évite les problèmes de câblage. Le choix de la souris revient à l'utilisateur.

4.5 Entretien

Le clavier et la souris doivent être nettoyés régulièrement. Pour laver les touches du clavier ou le dos de la souris, on peut utiliser des produits de nettoyage spéciaux ou des sprays (cf. figure 62). Il est possible d'enlever la boule à l'intérieur de la souris pour dégraisser les points de roulement avec un pinceau souple. Un produit de nettoyage est nécessaire pour les dépôts tenaces et la boule de la souris.



Figure 62
Clavier encrassé.

5 Table de travail

5.1 Importance de la table de travail

Les dimensions et la conception de la table de travail sont déterminantes pour l'aménagement physiologique des postes de travail avec équipements à écran de visualisation (cf. figure 63).

5.2 Dimensions de la surface de travail

La surface de travail doit être suffisamment grande pour les tâches à accomplir et permettre un agencement pratique et flexible des équipements de travail. Les matériaux froids (métal, verre ou pierre) sont à déconseiller pour sa surface. De plus, il faut que la table soit stable et à l'abri des vibrations.

Les dimensions minimales recommandées pour une table diffèrent selon le type d'écran. La figure 64 montre les profondeurs respectives nécessaires (écran plat ou écran classique).

Les écrans classiques sont devenus de plus en plus grands ces dernières années sans pour autant que les tables offrent forcément une plus grande profondeur. Auparavant, travailler avec un écran de 14 pouces sur une table de 80 centimètres de profondeur était peu problématique. En revanche, avec un écran de 17 pouces sur la même surface de travail, la distance entre l'écran et l'utilisateur n'excède pas 40 centimètres, ce qui est très insuffisant.

Les recommandations internationales pour les écrans classiques préconisent une surface de travail d'au moins 120 centimètres de long avec une profondeur minimale de 80 centimètres, soit un plan de travail de 0,96 m². D'un point de vue ergonomique,



Figure 63
Tables idéales pour les postes de travail informatisés.

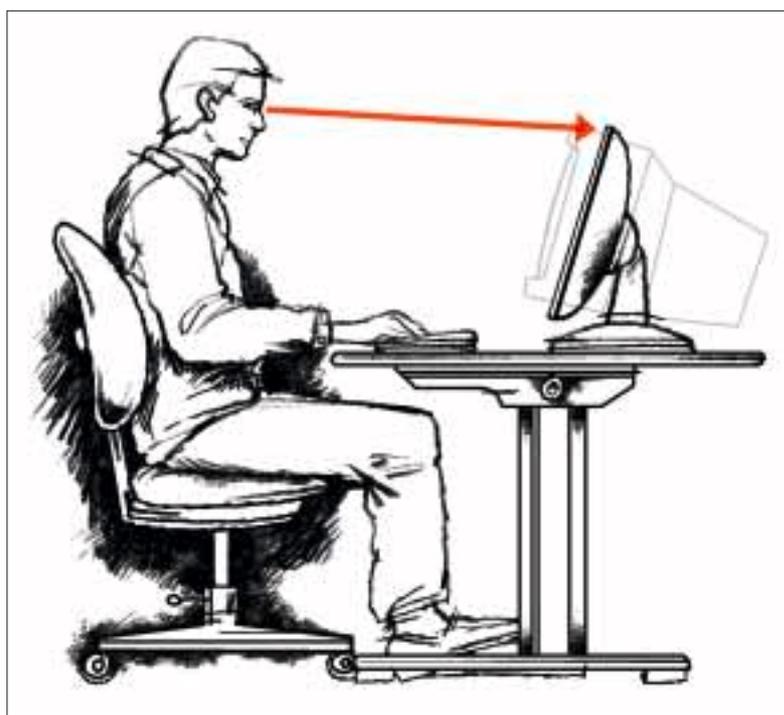


Figure 64
Profondeurs de table différentes selon le type d'écran (plat ou classique).

une longueur de 160 centimètres et une profondeur de 90 centimètres (au total 1,44 m²) seraient préférables. Le besoin en surface varie selon les activités et les dimensions des éléments de l'appareil. Les valeurs de référence suivantes sont jugées suffisantes:

- écran 15 pouces: 80 cm de profondeur
- écran 17 pouces: 100 cm de profondeur.

Dans le cas des écrans plats, une table de 80 centimètres environ de profondeur et de 120 centimètres de longueur suffit pour les travaux de bureau ordinaires.

5.3 Hauteur de la table de travail

En raison des différentes tailles et des différentes longueurs de jambes des utilisateurs, il n'est guère possible d'édicter une hauteur idéale pour la table. La hauteur de 72 centimètres pour les tables fixes (distance entre le sol et l'arête supérieure de la table) prescrite par la directive européenne y afférente est à présent contestée.

Le réglage de la hauteur est correct lorsque l'avant-bras peut reposer à plat sur la surface de travail et que les épaules ne sont pas relevées.

Etant donné que les personnes entrant dans la vie active sont en moyenne plus grandes que les personnes qui en sortent, une hauteur réglable entre 68 et 84 centimètres environ est recommandée. Physiologiquement, une hauteur moyenne fixe du plan de travail ne convient pas pour le travail permanent sur écran.

On choisira de préférence des surfaces de travail qui, en plus du réglage en hauteur, offrent aussi une faible inclinaison allant jusqu'à 8° environ (tel un pupitre incliné). Un angle faible d'inclinaison donne déjà l'impression subjective qu'on dispose, dans la position assise recommandée pour ménager le dos, d'une bonne vue d'ensemble sur le plan de travail. Les surfaces de travail sont souvent composées de deux parties séparées: l'une pour le travail sur écran, ne nécessitant pas d'être inclinée, et l'autre

pour le travail classique de bureau, pour lequel une inclinaison est recommandée.

5.4 Liberté de mouvement des jambes

La pratique a montré qu'une largeur minimale de 70 centimètres pour les jambes et une profondeur minimale de 60 centimètres à hauteur des genoux et de 80 centimètres au niveau des pieds sont nécessaires. Dans certains cas (longueur des jambes, réglage personnel, changement, etc.), il est possible de tolérer jusqu'à dix centimètres de moins. La hauteur de l'espace libre laissé aux jambes dépend de la hauteur de la surface de travail et ne doit en aucun cas être réduite par la présence de tiroirs ou d'équipements similaires (cf. figure 65).



Figure 65
Espace insuffisant pour les jambes.

5.5 Couleur de la table

Les teintes neutres (p. ex. gris, vert ou brun) avec un facteur de réflexion relativement faible compris entre 20 % et 50 % conviennent parfaitement. La surface du plan de travail doit, en principe, être mate.

5.6 Chemin de câbles

Le plan de travail doit être équipé d'un chemin de câbles pour éviter les enchevêtrements souvent constatés (cf. figure 66). En outre, le rangement direct des câbles dans le sol supprime les risques de chute de plain-pied. Il est également possible, avec les outils adéquats, de regrouper différents câbles (cf. figure 67).

5.7 Pupitre

Il aura fallu étonnamment longtemps pour que le pupitre, élément incontournable de tous les bureaux classiques il y a quelques décennies, fasse de nouveau partie des bureaux modernes. Pourtant, l'alternance fréquente des stations debout et assise peut s'avérer positive et contribuer à éviter les douleurs dues à une position trop statique. En outre, elle favorise l'activité physique, ce qui va à l'encontre des principes de confort et d'économie de mouvements observés, notamment chez les personnes un peu corpulentes. Elle exige donc un changement de comportement conscient de la part des personnes concernées.



Figure 66
Enchevêtrement de câbles.



Figure 67
Câbles regroupés.



Figures 68 et 69
Pupitre moderne à hauteur réglable électriquement pour un poste de travail informatisé convenant au travail en position assise (cf. figure 68) et debout (cf. figure 69).

Il n'est pas conseillé d'utiliser de véritables pupitres pour position debout aux postes de travail informatisés. En revanche, les pupitres qui, à l'aide d'une poignée, peuvent facilement être transformés en pupitre pour station debout sont tout à fait appropriés (cf. figures 68 à 71). La hauteur maximale réglable devrait avoisiner les 120 centimètres. Il est parfois possible d'utiliser le matériel existant pour improviser un pupitre en position debout (cf. figure 72). On peut aussi recourir à des petits pupitres amovibles indépendants (cf. figure 73) ou à des modèles pouvant se fixer sur les tables existantes (cf. figure 74). Les bureaux modernes sont de plus en plus souvent équipés de meubles à roulettes utilisables comme surfaces de travail improvisées (cf. figure 75).

La hauteur de la table en position debout est correcte lorsque, avec le coude sur la table, le bras est à l'équerre.

La question sur le moment adéquat pour alterner positions assise et debout étant fréquemment posée, voici quelques éléments de réponse:

- lors de tâches mixtes (travail sur écran et tâches de bureau traditionnelles), on peut effectuer le travail sur écran en position assise à la bonne hauteur et les tâches classiques de bureau soit debout soit assis;
- lors d'un travail important sur écran (CAO, centre d'appels téléphoniques, p. ex.), l'utilisateur doit pouvoir choisir d'exécuter son travail debout ou assis.



Figure 70
Pupitre moderne à hauteur réglable électriquement pour un poste de travail informatisé, position debout.



Figure 71
Pupitre moderne à hauteur réglable mécaniquement pour un poste de travail informatisé [2].



Figure 72
Poste de travail en position debout improvisé sur
une armoire à roulettes.



Figure 73
Petit pupitre indépendant.



Figure 74
Petit pupitre pouvant être ajouté à une table.



Figure 75
Meuble à roulettes convenant comme surface de
travail.

Lors du travail sur un pupitre, il doit être possible d'avoir un pied plus élevé par rapport à l'autre afin de satisfaire un besoin de confort tout naturel (comme la barre ronde équipant les comptoirs des bars et permettant aux clients de prendre appui sur un pied en alternance). Un simple repose-pieds (cf. figure 76) ou une pile de papiers attachés peuvent faire l'affaire.

Il est important de bouger et de changer de position aussi lors de travaux effectués debout (cf. figure 77).



Figure 76
Repose-pieds et pupitre.



Figure 77
Station debout dynamique.

6 Siège de travail

6.1 Importance du siège de travail

Lors d'activités prolongées en position assise, le siège de travail doit garantir une position appropriée et ménager les muscles dorsaux et les disques intervertébraux. Ses caractéristiques sont donc de première importance sur le plan ergonomique (cf. figure 79).

La conception du siège ne doit pas permettre une assise ergonomique, mais une position assise dynamique correcte sur un siège adapté et fonctionnel (cf. figure 78).



Figure 78
Assise dynamique sur un siège adapté et fonctionnel.



Figure 79
Sièges de travail corrects.

6.2 Hauteur du siège de travail

La hauteur du siège physiologiquement appropriée correspond à la distance individuelle entre le creux du genou et le sol (talon de chaussure compris, moins trois centimètres) mesurée pour un angle de genuflexion de 90° et avec les muscles des cuisses relâchés. Les seuls sièges convenant aux postes de travail informatisés, au moins pour une hauteur de siège entre 42 et 55 centimètres, sont pivotants, équipés d'un piètement à cinq branches, réglables en hauteur et offrent une parfaite stabilité.

Les roulettes doivent être adaptées au revêtement du sol. Il faut veiller, notamment sur des revêtements durs (pierre, parquet, matières synthétiques), à ce que le siège reste à sa place lorsqu'on se lève.

La hauteur du siège doit permettre aux avant-bras de s'appuyer sur la table en formant comme un angle droit avec le haut des bras.

Lorsque la table n'est pas réglable en hauteur, les personnes de petite taille doivent utiliser un repose-pieds (voir point 7.3) pour obtenir une position correcte des jambes. Pour les personnes de très grande taille, il faut que le siège soit équipé d'un tube central rallongé pour obtenir une assise plus haute avec une hauteur de table adaptée. Un paramètre important pour un réglage correct de la hauteur du siège est la hauteur relative entre le siège et la table. L'avant-bras doit reposer à l'horizontale sur la table.

Les femmes portent souvent des chaussures avec des semelles d'épaisseur différente. Normalement, la hauteur du siège devrait être adaptée à l'épaisseur des semelles. Une solution pratique et répandue est de porter des chaussures confortables utilisées exclusivement au travail.

Les cas particuliers (personnes très petites ou très fortes) requièrent des mesures individuelles et des solutions personnalisées.

6.3 Assise du siège de travail

On recommande des sièges de bureau avec une assise légèrement concave d'une profondeur comprise entre 38 et 44 cm et d'une largeur située entre 40 et 48 cm. En outre, le bord antérieur de l'assise doit être galbé vers le bas pour éviter la compression des cuisses. Le revêtement du siège devrait être perméable à la vapeur d'eau (p. ex. en fibres naturelles ou en tissu mélangé, anti-statique). Les personnes de petite taille ont rarement une assise correcte sur un siège standard, car la profondeur du siège est trop importante. Dans de tels cas, il faut utiliser des sièges avec une profondeur inférieure (p. ex. de 35 centimètres), certains modèles permettent d'effectuer un réglage. Le mécanisme doit offrir une inclinaison de l'assise comprise entre 2° vers l'avant et 14° vers l'arrière par rapport à la ligne horizontale.

L'amélioration du confort au moyen de cales, pratique encore fréquente, n'est réalisable qu'avec des sièges anciens sans surface inclinable. En effet, avec des sièges modernes, l'angle entre le dossier et la surface du siège, important sur le plan ergonomique, n'est plus correct si l'on utilise des cales. Il reste préférable de remplacer les vieux sièges par de nouveaux modèles.

6.4 Dossier du siège de travail

Selon les dernières connaissances de physiologie du travail, le dossier du siège idéal se trouve environ 50 centimètres au-dessus de l'assise, s'arrêtant au niveau du bas des omoplates. En outre, il présente un appui lombaire en forme de bourrelet à une hauteur de 10-20 centimètres et une légère avancée dans sa partie supérieure. De nombreux modèles de sièges ont un dossier réglable en hauteur, ce qui permet de régler de façon optimale la position de l'appui lombaire. Enfin, il est inclinable et peut être bloqué dans la position souhaitée. Les sièges moulés à coquille inclinable constituent également de bons modèles.

A présent, la majorité des sièges sur le marché sont équipés d'un dossier mobile permettant de bouger tout en restant assis

(assise dynamique) et soutenant correctement le bassin et la région lombaire. Il est important que le retour élastique du dossier soit adapté au poids du corps de l'utilisateur.

Les Asiatiques ont en général un dos très droit par rapport à celui des Européens, chez lesquels le dos a une légère forme en S. Ces personnes éprouvent souvent des difficultés à s'asseoir sur un siège à l'appui lombaire très marqué.

6.5 Accoudoirs

Les accoudoirs longs ne conviennent pas pour le travail sur écran. Les accoudoirs courts sont parfois appréciés mais, le plus souvent, il est préférable d'y renoncer totalement. En effet, ils n'apportent aucune amélioration notable du confort lors du travail à l'écran, puisqu'ils servent principalement à faciliter le mouvement pour s'asseoir et pour se lever. Lorsque les sièges sont équipés d'accoudoirs, il est souhaitable que ces derniers soient réglables en hauteur et que les avant-bras et les mains (éminences thénar et hypothénar) puissent reposer sur le bord antérieur du bureau (devant le clavier et l'écran).

Il existe diverses solutions pour ménager les bras lors de travaux avec le clavier. Dans certains cas, il peut s'avérer judicieux de



Figure 80
Appui pour avant-bras pouvant être positionné librement sur la table.

fixer un appui directement sur le bord de la table de travail (cf. figure 80).

6.6 Sièges particuliers

Depuis quelque temps, des sièges particuliers sont disponibles. Contrairement à un siège classique, un siège-ballon permet une assise active (cf. figure 81). Des études ont cependant montré que l'absence de dossier entraînait une forte sollicitation du dos (travail musculaire surtout statique) et que son utilisation n'améliorait pas significativement l'état des muscles. Ces remarques s'appliquent également aux sièges sur lesquels on s'agenouille, qui entraînent parfois des troubles au niveau des genoux et des risques de chute lorsque l'on se lève. L'utilisation de ces sièges atypiques tout au long de la journée est déconseillée. Il est préférable de les utiliser en alternance avec un siège de bureau classique.

Les sièges-ballon sont fabriqués dans des matériaux sujets au vieillissement. Il faut donc les changer tous les sept ou huit ans pour éviter tout accident.



Figure 81
Siège-ballon.

Pour le travail avec un pupitre, il existe des sièges appui-fesses, ce qui permet de réduire les sollicitations corporelles (cf. figures 82 et 83). Ces sièges sont le plus souvent utilisés comme sièges à la base stable pouvant basculer vers l'avant ou l'arrière selon les mouvements de l'utilisateur.

Divers fabricants proposent depuis peu des sièges de travail spécialement conçus pour les personnes souffrant de graves problèmes dorsaux. Ces produits sont à évaluer au cas par cas. Seul l'essai sur une période assez longue (au minimum de deux semaines) peut permettre de définir les avantages et les inconvénients du modèle en question.



Figure 82
Position assise-debout à un pupitre sur un siège flexible à la base stable.



Figure 83
Position assise-debout à un pupitre sur un siège fixe.

6.7 Agencement et utilisation corrects d'un siège de travail

Peu d'utilisateurs respectent les règles d'ergonomie relatives au siège. La plupart des gens se désintéressent totalement du réglage correct de leur siège et ne savent souvent même pas comment le régler correctement en fonction de leur taille et de leur poids, d'où de fréquentes plaintes.

Les fournisseurs de sièges de travail doivent informer de façon détaillée leurs clients (utilisateurs, employeurs, responsables des questions ergonomiques) sur l'agencement et l'utilisation corrects de leurs produits.

Message destiné aux utilisateurs de siège de travail

Les utilisateurs de siège de travail doivent se rendre compte de leur part de responsabilité dans l'apparition de leurs problèmes de dos. Les douleurs musculaires ne disparaissent qu'avec l'adoption d'une assise correcte.

Certains sièges peuvent être réglés facilement au moyen de leviers, alors que d'autres nécessitent l'intervention d'une tierce personne, par exemple pour définir la hauteur correcte du dossier (cf. figure 84).



Figure 84
Intervention d'une tierce personne pour le réglage correct du siège de travail.

6.8 Durée de vie d'un siège de travail

On évalue de huit à dix ans la durée de vie d'un siège de travail de bonne qualité et utilisé intensément. Après ce laps de temps, le rembourrage de l'assise perd de son élasticité, le matériau se détériore et les diverses parties mécaniques montrent souvent des signes de faiblesse. Il est possible de réparer les sièges, mais pas de les rajeunir sur le plan technique. La réparation des sièges étant souvent assez chère, il est impératif de discuter au cas par cas de l'achat d'un nouveau siège.

Une mauvaise habitude largement répandue consiste à donner les sièges de bureau réformés et défectueux au personnel d'atelier, alors que ces personnes ont également le droit d'utiliser des sièges fonctionnant correctement. Il existe pour les ateliers et les postes de travail de production en position assise des sièges à la fois très robustes et aussi ergonomiques que les sièges de bureau modernes classiques.

6.9 Choix d'un siège de travail

On trouve sur le marché une grande diversité de sièges de travail. Chaque fabricant développe ses propres modèles et coopère intensivement avec des ergonomes réputés. Cette question de la fabrication ne fait cependant pas partie des thèmes traités ici.

Lors de l'achat d'un siège, il convient de tenir compte des points suivants:

- l'essai individuel du siège doit durer au minimum une semaine avant de décider si le siège répond aux besoins du futur utilisateur;
- le futur utilisateur doit pouvoir faire son choix entre deux modèles au moins;
- il faut tenir compte de la taille du futur utilisateur;
- il convient de se mettre d'accord avec le fournisseur sur la formation nécessaire à l'utilisateur.

7 Environnement des postes de travail informatisés et postes de travail particuliers

7.1 Unité centrale

L'unité centrale, sous forme de boîtier horizontal (desktop) ou vertical (tel une tour) constitue, avec l'écran, l'élément clé du poste de travail informatisé. Son utilisation étant rarement directe (à part pour introduire une disquette ou un CD dans le lecteur correspondant), il est préférable qu'elle soit placée sous la table, à condition de ne pas entraver la liberté de mouvement des jambes. Les boîtiers horizontaux peuvent également être rangés à la verticale sans que cela ne gêne leur fonctionnement. Il existe pour certains modèles des accessoires pour les maintenir en place (cf. figure 85). Dans tous les cas, l'unité centrale doit être attachée au pied de la table de travail pour éviter de se renverser.

Au point 3.7.4 de la présente brochure, il a déjà été souligné que, pour des raisons ergonomiques, l'unité centrale ne devait pas servir de support à l'écran, car ce dernier risquait d'être trop haut. Les tables de travail n'étant pas toujours assez grandes, de nombreux utilisateurs recourent à cette mauvaise solution qui présente deux autres



Figure 85
Unité centrale placée sous la table de travail.

inconvenients: l'unité centrale est bruyante (ventilateur et disque dur) et produit un flux d'air gênant.

Lors de l'achat d'une nouvelle unité centrale, il faut donc faire attention à ce que cette dernière puisse être placée sous la table de travail et à que le ventilateur soit le plus silencieux possible.

7.2 Documents et porte-documents

7.2.1 Généralités

En général, le travail sur écran s'appuie sur des documents manuscrits ou imprimés. Dans la pratique, la lisibilité de ces documents est souvent nettement moins bonne que celle des informations affichées à l'écran. Afin de réduire la fatigue visuelle, il est donc impératif de fixer certaines exigences concernant la qualité des documents de travail.

7.2.2 Qualité des documents

Un certain contraste entre le papier et l'écriture ou la police d'écriture est indispensable pour assurer une bonne lisibilité. En outre, le contour des caractères doit être bien net. Les textes rangés dans des chemises transparentes ou des pochettes de protection, les mauvaises photocopies et les doubles de mauvaise qualité posent donc un problème. La hauteur des caractères ne doit pas être trop faible (jamais moins de 2 mm), et l'espace entre les lignes doit être suffisant. Il faut éviter d'utiliser des écritures en couleur et des couleurs de papier intenses. En revanche, une légère coloration du papier (bleu, vert, gris, jaune, marron) ne pose aucun problème.

La qualité des textes sur papier mis sur support informatique au moyen d'un scanner et d'un programme de reconnaissance de caractères doit être vérifiée lorsqu'il s'agit de travaux importants de saisie.

7.2.3 Porte-documents

L'utilisation d'un porte-documents (cf. figure 86) s'impose en particulier lors de saisies fréquentes de données à partir de documents. Il doit pouvoir se placer où l'on veut, être réglable en hauteur et inclinable entre 30 et 70° par rapport au plan horizontal. Il faut qu'il soit d'un emploi simple, sous peine de rester inutilisé. Un guide-lignes à commande à pédale peut constituer une aide précieuse.



Figure 86
Porte-documents réglable à trois niveaux (position, hauteur, inclinaison) pour documents aux formats A4 (à gauche) et A3 (à droite).

L'inclinaison du document doit correspondre approximativement à celle de l'écran. Lorsque l'on incline le document d'environ 60° par rapport au plan horizontal, la luminance de sa surface diminue de moitié selon l'éclairage. Dans la plupart des cas, il est donc possible de créer des conditions de luminance physiologiquement favorables.

Pour les tâches nécessitant un va-et-vient fréquent des yeux entre le document et l'écran, il faut veiller à ce que les distances œil-écran et œil-document soient autant que possible équivalentes, sinon l'accommodation est trop sollicitée. Il est recommandé de placer le porte-documents et l'écran le plus près possible l'un de l'autre afin de prévenir la fatigue de certains muscles oculomoteurs. Pour ce faire, on peut se servir de modèles de porte-documents pouvant être fixés directement sur l'écran. Lorsque le va-et-vient du regard s'effectue principalement entre le document et le clavier, il est souhaitable de placer le document aussi près que possible du clavier.

7.3 Repose-pieds

L'espace nécessaire au mouvement naturel des pieds sous le bureau est de 80 x 80 cm. Bien que constituant une solution idéale, les repose-pieds présentant ces dimensions ne se sont pas encore imposés.

En principe, le repose-pieds doit être adapté à la longueur des jambes et aux besoins de l'utilisateur. On recommande une largeur et une profondeur minimales respectives de 45 et 35 centimètres, une inclinaison comprise entre 0 et 20° et une réglabilité en hauteur de 15 centimètres. Avec de tels repose-pieds, la mobilité physiologique demeure pourtant limitée. En outre, il doit être antidérapant, grâce par exemple à un revêtement antidérapant ou à une fixation au bureau (cf. figure 87).

Sont déconseillés les petits repose-pieds où les pieds ne peuvent s'appuyer que sur un tube ou une barre (cf. figure 88).

En cas de travail avec un dictaphone, il est souhaitable que la commande à pied de la lecture soit installée dans le repose-pieds, comme le proposent différents fabricants.

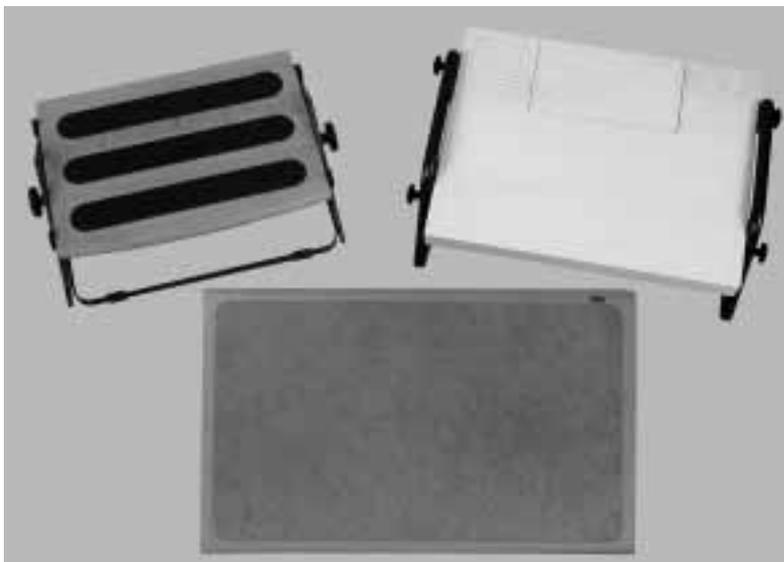


Figure 87
Repose-pieds.

7.4 Connaissances de base sur les postures

De nombreuses publications jugent, sans justification physiologique, la position assise avec le tronc droit devant un écran comme la plus correcte. Dans les faits pourtant, selon des études de l'Ecole polytechnique de Zurich, près de 90 % des utilisateurs d'écran adoptent spontanément une posture plus ou moins inclinée vers l'arrière, ce qui réduit manifestement les sollicitations de l'ensemble du dos. En outre, des enquêtes menées en Suède ont montré qu'une inclinaison plus élevée vers l'arrière (jusqu'à 120°) diminue la pression exercée sur les disques intervertébraux et le mauvais travail statique des muscles dorsaux.

Eviter les postures forcées et les douleurs qu'elles entraînent requiert une posture correcte du dos, mais aussi de la tête, des mains et des jambes. Seule la réglabilité, décrite précédemment, des divers éléments du poste de travail informatisé (hauteur, inclinaison, etc.) permet d'atteindre ce but. L'agencement adéquat du poste de travail constitue une exigence physiologique importante, puisque les conditions de travail interdisant toute posture naturelle du corps favorisent en règle générale l'apparition de douleurs physiques.



Figure 88
Repose-pieds inadapté.

7.5 Imprimante

7.5.1 Techniques d'impression

L'imprimante contribue elle aussi à la qualité des postes de travail informatisés. Il existe trois grands types d'imprimante en fonction de la technique d'impression.

Imprimante matricielle ou à aiguille

Cette technique, la plus ancienne des trois, offre une impression très rapide. Aujourd'hui, elle sert surtout à l'impression de bordereaux de livraison ou de factures sur papier autocopiant continu (original et copies). Les imprimantes à aiguille anciennes sont souvent assez bruyantes.



Figure 89
Imprimante réseau dans un couloir.



Figure 90
Photocopieuse dans un petit local contigu.

Imprimante à jet d'encre

Cette technique, servant souvent aussi à l'impression de documents en couleurs, est très silencieuse, mais relativement lente. Les imprimantes de ce type ne posent aucun problème particulier.

Imprimante laser

Cette technique, très répandue, est rapide, ne nécessite aucun entretien particulier et offre une impression de bonne qualité. On utilise souvent des modèles très performants comme imprimantes de réseau.

Techniquement, les imprimantes laser s'apparentent aux photocopieuses classiques, dont elles partagent les inconvénients: production de chaleur par le chauffage intérieur, émission d'ozone par le faisceau laser nécessaire à la reproduction de l'image (bien que la plupart des appareils soient équipés maintenant d'un filtre approprié lors de leur fabrication). Si elles n'ont pas été utilisées pendant un certain temps, les imprimantes récentes se mettent en mode veille, d'où une réduction du niveau sonore et de la consommation d'énergie.

7.5.2 Emplacement de l'imprimante

Il convient de tenir compte de l'emplacement de l'imprimante lors de l'agencement des postes de travail informatisés.

Les imprimantes individuelles, utilisées uniquement pour l'impression des documents d'un même utilisateur, peuvent être placées à proximité immédiate du poste de travail correspondant. Il faut faire attention à la direction d'évacuation d'air du ventilateur de refroidissement.

Les imprimantes de réseau, bien souvent des imprimantes laser performantes et utilisées de façon intensive, ne devraient pas se trouver à proximité immédiate des postes de travail, mais plutôt dans des locaux voisins (tels que couloir, archives, entrepôt, cf. figure 89) comme c'est fréquemment le cas, par exemple, pour les photocopieuses (cf. figure 90). Ainsi, on évite les désagréments dus au bruit, à la production de chaleur des imprimantes laser ainsi qu'à

l'émission d'ozone qui occasionne parfois des irritations oculaires chez les personnes sensibles. Les nouvelles imprimantes sont maintenant équipées en série de filtres spéciaux (p. ex. à charbon actif), d'où une réduction significative de la production d'ozone. La mise en place de tels filtres ne s'impose donc que pour les anciens modèles.

Lorsqu'une imprimante à aiguille bruyante est placée, pour des raisons d'exploitation, dans un bureau, on peut réduire le niveau sonore au moyen d'un caisson insonorisant.

7.6 Poste de travail CAO

En principe, toutes les recommandations énoncées jusqu'ici s'appliquent aussi aux postes de travail CAO. Étant donné que de tels postes exigent une utilisation particulièrement intensive des écrans, le respect des recommandations en matière d'éclairage et d'équipements s'avère tout à fait primordial.

7.6.1 Techniques de travail

La différence essentielle avec le dessin d'un plan sur support papier est que le concepteur ne voit toujours qu'une partie du plan, d'où l'importance en CAO que l'écran soit aussi grand que possible.

La résolution de l'écran joue un rôle prépondérant dans la représentation des lignes fines à l'écran. Les valeurs habituelles sont de 1600 x 1440 pour un écran classique de 21 pouces, mais il est possible d'obtenir une résolution de 2058 x 1544 avec la plupart des écrans. Les écrans plats commercialisés actuellement ne sont pas les plus adaptés, car la résolution d'un modèle de 18 pouces par exemple est de 1280 x 1024. On peut cependant compter sur un développement rapide de leurs performances.

7.6.2 Eclairage

Les postes de travail CAO impliquent un travail visuel intensif. Il est donc primordial que le contenu de l'écran soit net, l'utilisateur travaillant sur la base de plans qui contiennent un grand nombre d'informations pour la plupart écrites en petit. L'éclairage du poste de travail ne doit provoquer aucun reflet, doit être homogène et adapté aux besoins de l'utilisateur. L'emploi d'une lampe de table moderne pour éclairer la zone de travail peut s'avérer judicieux.

Les postes de travail CAO étant encore très souvent installés dans des locaux anciens mal éclairés, la première mesure à prendre est d'installer un éclairage indirect pour améliorer la situation (voir point 8.3).

Il est recommandé de n'utiliser qu'exceptionnellement un filtre antireflet sur un écran de 21 pouces. Lorsque cela est possible, il est préférable de changer l'écran de place ou d'adapter l'éclairage. Un écran plat approprié aux programmes CAO peut permettre une amélioration significative du poste de travail.

7.6.3 Mobilier

Les postes de travail CAO, équipés de grands écrans, nécessitent des tables de taille adéquates. La distance entre l'œil et un écran de 21 pouces doit pouvoir être choisie librement entre 60 et 100 centimètres, ce qui sous-entend une profondeur de table correspondante ou l'utilisation de porte-écran spéciaux tels qu'un bras articulé avec une force portante assez importante. L'écran ne doit toutefois pas être trop haut.



Figure 91
Table de travail CAO moderne.

La hauteur correcte de la table constitue également un élément à ne pas négliger. La tendance actuelle va vers des postes de travail en position debout offrant à l'utilisateur le choix de travailler ou non debout. Le réglage en hauteur de la table doit alors être simple, la réglabilité séparée de l'écran et de la table ne constituant pas une obligation (cf. figures 91 et 92). Un siège surélevé à un poste de travail en position debout permet de travailler sur des tables dont la plage de réglage n'est pas trop importante. Il est préférable de régler la hauteur avec le siège.



Figure 92
Bureau d'études équipé de tables réglables en hauteur.

7.7 Centre d'appels téléphoniques

7.7.1 Fonctionnement

Travaillent dans un centre d'appels téléphoniques des personnes (opérateurs) chargées de répondre aux appels de la clientèle ou de contacter cette dernière (cf. figure 93). La relation avec la clientèle est essentielle. Toutes les questions doivent pouvoir être traitées avec rapidité et efficacité.

Au téléphone, on perçoit directement l'humeur du moment de l'opérateur en charge de l'appel, ce qui peut influencer le comportement de son interlocuteur. Il est donc important que l'opérateur se sente bien dans son travail.

Comme les opérateurs ne travaillent pratiquement qu'avec des moyens d'information électroniques, il est fréquent que deux écrans soient installés par poste de travail pour pouvoir gérer le flux de données.

Il existe en Suisse plusieurs centaines de centres d'appels téléphoniques de taille variable. La plupart appartiennent au secteur des télécommunications et des services (banques, compagnies d'assurances, instituts d'études de marché).

7.7.2 Concept global d'ergonomie

Pour des raisons économiques, il est préférable d'élaborer un concept global d'ergonomie incluant les éléments suivants:

- surface utilisable
- surface nécessaire
- ambiance thermique et hygrométrie des locaux
- éclairage
- niveaux sonores
- mobilier modulaire
- technique de l'information utilisable intuitivement
- dispositifs mains libres
- organisation du temps de travail et réglementation des pauses
- organisation du travail
- rémunération.

La prise en compte de ces différents éléments entraîne un surcoût d'environ 2% en raison des études nécessaires, mais permet cependant d'obtenir une augmentation de la productivité pouvant aller jusqu'à 5-10%.



Figure 93
Centre d'appels téléphoniques moderne.

Les facteurs psychologiques jouent un rôle primordial dans la satisfaction du personnel des centres d'appels téléphoniques. Les principaux sont:

- tâches mal équilibrées (concentration longue, monotonie)
- marge de manœuvre et contrôle du temps
- climat social
- clientèle désagréable
- contrôle déplaisant du rendement.

Faire appel à des spécialistes (psychologues du travail) peut aider à trouver une solution aux facteurs perturbants.

7.7.3 Application des exigences ergonomiques

Il n'existe pas pour les centres d'appels téléphoniques de concept global universel en matière d'ergonomie, car ils fonctionnent de façons très diverses. On peut toutefois leur appliquer les remarques générales concernant les postes de travail avec équipements à écran de visualisation.

Les remarques sur l'aménagement des postes de travail figurant dans la présente brochure s'appliquent donc aussi dans une très large mesure aux centres d'appels téléphoniques.

Les tables réglables en hauteur permettant un travail assis et debout, les sièges modernes et les écrans plats font partie à présent de l'équipement de base de nombreux centres.

Le succès d'un centre d'appels téléphoniques repose essentiellement sur le bien-être de son personnel. Avoir un personnel se sentant bien à son travail constitue le meilleur moyen de lutte contre les taux élevés d'absence et de rotation du personnel, principaux problèmes de la majorité des centres d'appels téléphoniques. L'ergonomie joue un rôle décisif en la matière.

D'autres informations sur les centres d'appels téléphoniques sont disponibles sur Internet à l'adresse www.ccall.de (en allemand).

7.8 Centres de commande et de coordination

7.8.1 Fonctionnement

Les centres de commande et de coordination (cf. figures 94 et 95) nécessitent parfois un travail informatisé très intensif. Quelques exemples:

- surveillance de la circulation par la police (p. ex. tunnels)
- commande de la circulation ferroviaire (CFF et compagnies ferroviaires privées)
- centres de coordination des services de transport régionaux
- centrales électriques (installations hydrauliques et centrales nucléaires)
- surveillance de l'espace aérien (à des fins militaires et civiles)
- salles de commande de grandes installations de fabrication (p. ex. industrie alimentaire, chimique, papetière, des matériaux de construction).

Les conditions-cadres et les problèmes de tels postes de travail sont les suivants:

- exploitation (travail en équipes) sept jours sur sept, 24 heures sur 24
- infrastructure et poste de travail utilisés successivement par différentes personnes
- grande responsabilité du chef des opérations et de la planification en matière de sécurité, de fiabilité et de productivité
- stress important, notamment en cas d'incidents ou d'événements importants.

Les postes de travail respectant les règles ergonomiques offrent au personnel de bonnes conditions de travail et permettent de réduire les problèmes.

7.8.2 Concept global d'ergonomie

Les éléments suivants sont à prendre en compte lors de l'appréciation de centres de commande et de coordination et des installations déjà en fonctionnement ou en construction:

- éclairage (écrans, écrans d'affichage, installations grand écran)
- sièges à réglage rapide, différents modèles à disposition
- tables réglables en hauteur
- ambiance thermique et hygrométrie des locaux
- utilisation, le cas échéant, de lunettes de travail adaptées
- niveaux sonores et communication en cas d'incident
- dispositifs mains libres en cas de communications longues ou fréquentes par téléphone ou radio
- organisation du travail
- organisation du temps de travail et réglementation des pauses
- rémunération.

Comme dans les centres d'appels téléphoniques, les facteurs psychologiques sont très importants, bien qu'ils soient de nature différente:

- limites naturelles de la perception humaine
- climat social, ouverture en cas de conflits
- tâches mal équilibrées (tâches monotones de surveillance)
- situations critiques fréquentes.

Dans ce domaine aussi, l'appel à des spécialistes peut s'avérer bénéfique.

7.8.3 Application des exigences ergonomiques

L'aménagement des centres de commande et de coordination n'est pas chose facile. Il est important que les réponses ergonomiques, techniques et architecturales soient en harmonie. Lorsque les exigences vis-à-vis du personnel sont particulièrement élevées, il est primordial d'aménager le poste de travail suivant les explications de la présente brochure (voir aussi point 7.7.3).



Figures 94 et 95
Salle de commande d'une grande centrale électrique [3].

7.9 Aménagement des postes de travail informatisés pour les personnes handicapées

L'intégration professionnelle des personnes handicapées exige souvent une adaptation des conditions de travail. Le recours à l'informatique, en constante amélioration, à des logiciels et à différents outils techniques peut compenser une partie du handicap. L'agencement correct et ergonomique des postes de travail des personnes handicapées passe par l'utilisation d'un mobilier spécial, d'outils techniques et de travail d'aide appropriés. Il est ainsi possible de dépasser les limites fonctionnelles des personnes handicapées, voire de leur permettre de réaliser un travail efficace comprenant une communication sans limite avec la clientèle et l'utilisation d'un ordinateur.

D'autres informations sur les centres d'appels téléphoniques sont disponibles sur Internet à l'adresse www.ccall.de/ergebnisse (en allemand).

7.10 Généralités sur les postures

Comme de nombreux spécialistes l'ont constaté, le torse est de préférence incliné vers l'arrière lors du travail à l'écran en position assise (cf. figure 96).

Il convient de tenir compte, pour le réglage de chaque élément du poste de travail, des tâches à effectuer et de la morphologie de l'utilisateur (cf. figure 97).

Des études ont déterminé que 90 % de la population ont une taille comprise:

- entre 150 et 172 cm pour les femmes
- entre 160 et 184 cm pour les hommes.

Les personnes très petites ou très grandes nécessitent des mesures particulières. Le personnel à des postes de travail sur écran doit être informé sur la réglabilité des différents éléments du poste et sur les postures correctes.

Il arrive fréquemment que des employeurs soient prêts à investir des sommes importantes dans le matériel et le logiciel d'un système sans tenir compte des règles ergonomiques de base. Pourtant, une bonne table et un siège moderne occasionnent, pour une durée de vie comprise entre 10 et 15 ans, des coûts négligeables par rapport aux sommes dépensées pour l'informatique sur la même période. De telles comparaisons ne devraient pas être oubliées lors de l'achat de matériel, notamment par les responsables des budgets. En effet, il n'est pas rare d'assister à de longues discussions sur la nécessité ou non d'améliorer un poste de travail en achetant un repose-pieds à 75 francs ou un appui pour avant-bras à 20 francs. Si on pense aux coûts de telles discussions et que l'on compare ces chiffres avec le salaire horaire de la personne concernée, on arrive vite à la conclusion que de telles discussions sont inutiles.

Un responsable qualifié désigné par la Direction est tenu de veiller à l'aménagement des postes de travail et de leurs équipements, adapté à leurs utilisateurs, et de procéder à des contrôles ultérieurs.



Figure 96
Position privilégiée au poste de travail sur écran.

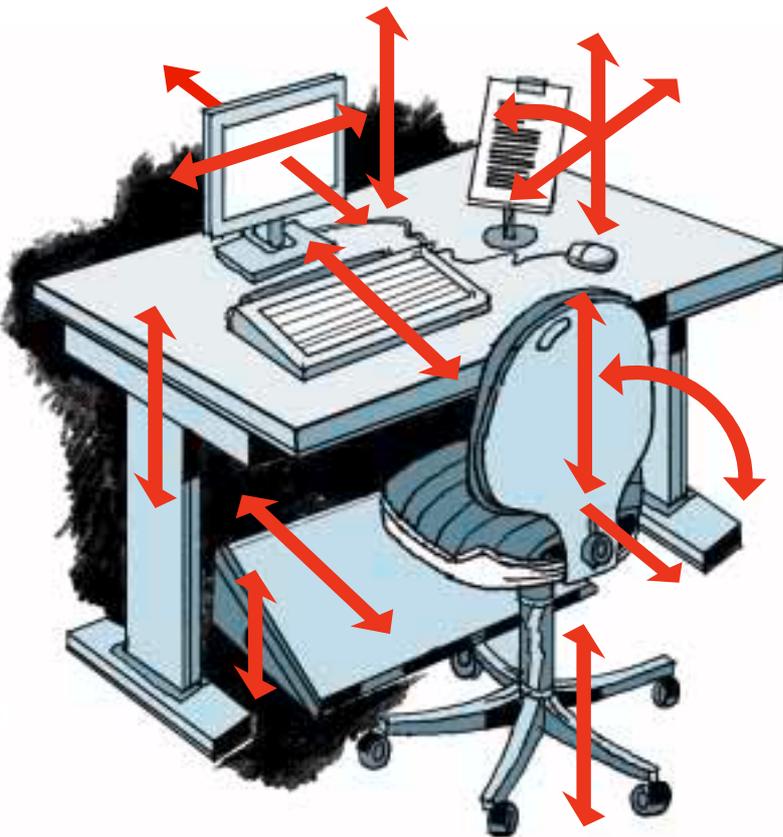


Figure 97
Réglabilité des différents éléments d'un poste de travail sur écran.

8 Eclairage

8.1 Exigences

8.1.1 Eclairage

Les deux principales tâches visuelles à un poste de travail informatisé exigent des conditions d'éclairage quasi antagonistes. En effet, la lecture de documents et le regard porté sur le clavier nécessitent en général un niveau d'éclairage relativement élevé, alors que la lecture à l'écran requiert un contraste important entre les caractères et le fond. Par nature, ce contraste diminue au fur et à mesure que le niveau d'éclairage augmente dans la pièce, du fait de la superposition de la lumière, et joue un rôle prépondérant lors de l'utilisation d'écrans classiques.

L'éclairage est de qualité lorsqu'il n'entraîne pas de diminution du contraste à l'écran et que le document peut être lu sans effort.

La luminance idéale sur le document à lire se situant entre 100 et 200 cd/m², la luminance horizontale minimale est de 500 lux. Les écrans de bonne qualité permettent maintenant de respecter cette valeur préconisée également par l'Association suisse de l'éclairage (SLG) et la norme DIN 5035. L'utilisateur doit cependant pouvoir réduire faiblement le niveau d'éclairage individuellement (ce souhait s'avère judicieux pour les écrans anciens ou pour les utilisateurs habitués à un niveau d'éclairage inférieur).

L'éclairage optimal dépend aussi de la nature du travail à l'écran. Ainsi, si les informations sont principalement reçues à l'écran, une luminance de 300 lux suffit. Il est recommandé d'avoir des luminances plus élevées, jusqu'à environ 1 000 lux, pour les personnes malvoyantes ou assez âgées. Dans un tel cas, il faut penser à un éclairage d'appoint, par exemple au moyen

d'une lampe de table, pour éviter une baisse gênante du contraste sur l'écran. De plus, un éclairage plus important améliore l'état d'éveil et ainsi la productivité.

En théorie, les plafonniers, les lampes indirectes et les lampes des postes de travail produisent un éclairage équivalent (mais la luminance est différente pour l'environnement). L'impression d'espace diffère cependant fortement selon le type d'éclairage utilisé.

8.1.2 Couleur de la lumière

Les tubes fluorescents devraient être d'un blanc dit neutre ou chaud. Le blanc chaud répond bien aux besoins de confort élevés actuels et crée une atmosphère chromatique agréable. En outre, la tolérance vis-à-vis des défauts de l'éclairage est plus élevée avec une lumière blanche dite chaude.

8.1.3 Facteur de réflexion du lieu de travail

Le facteur de réflexion influence fortement la propagation de la lumière dans une pièce. C'est pourquoi il est conseillé de respecter les valeurs de référence ci-après:

- plafond 70 à 80 %
- murs et parois mobiles 40 à 60 %
- sol 30 à 50 %
- rideaux 50 à 70 %
- mobilier de bureau 30 à 50 %

Le facteur de réflexion du plafond est un élément particulièrement important lorsque la lumière est indirecte ou mixte (directe et indirecte), telle que la variante présentée ci-après.



Figure 98

8.1.4 Répartition des luminances au poste de travail

La différence maximale de luminance admissible entre l'écran et le document (contraste de luminosité des surfaces) est de 1:10.

La luminance de l'arrière-plan ne doit pas excéder celle du document. Malheureusement, dans la pratique, cette valeur de référence est souvent dépassée (cf. figures 98 et 99).

Des études ont montré que les luminances se situant entre 100 et 300 cd/m² pour le plafond et entre 50 et 100 cd/m² pour les murs étaient jugées agréables.



Figure 99

Répartition des luminances au poste de travail informatisé correcte (figure 98) et incorrecte (figure 99). Les nombres entourés indiquent les luminances mesurées (cd/m²).

Les contrastes sont les suivants:

	Figure 98	Figure 99
entre l'écran et le document	1 : 1,8	1 : 1,6
entre l'écran et la table de travail	1 : 1,4	1 : 4,5
entre l'écran et l'arrière-plan	1 : 1,4	1 : 41

8.1.5 Réverbérations (réflexions)

Il faut choisir et placer l'éclairage de manière à limiter l'apparition de réverbérations sur la surface de l'écran (cf. figure 100). Il convient également d'éviter les réverbérations sur les surfaces de travail horizontales (telles que claviers, pochettes transparentes, papier glacé) et d'avoir des murs et des plafonds suffisamment clairs.

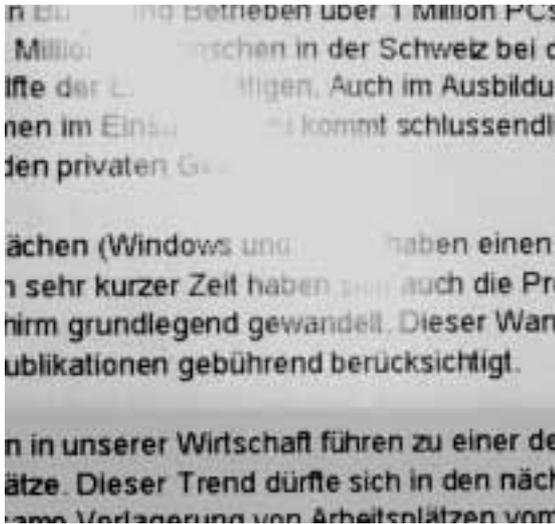


Figure 100
Réverbération d'une lampe sur l'écran.

Les fenêtres ne pouvant pas être totalement obscurcies, car elles servent de source de lumière, constituent une surface lumineuse dont il faut tenir compte lors de l'agencement de l'écran.

8.1.6 Scintillement

Les ballasts modernes permettent d'obtenir une lumière sans scintillement et, selon les modèles, une adaptation continue de l'éclairage aux circonstances. En outre, il est possible d'y intégrer un réglage de la lumière en fonction de la lumière naturelle, d'où la réalisation d'importantes économies d'énergie.

8.2 Eclairage naturel

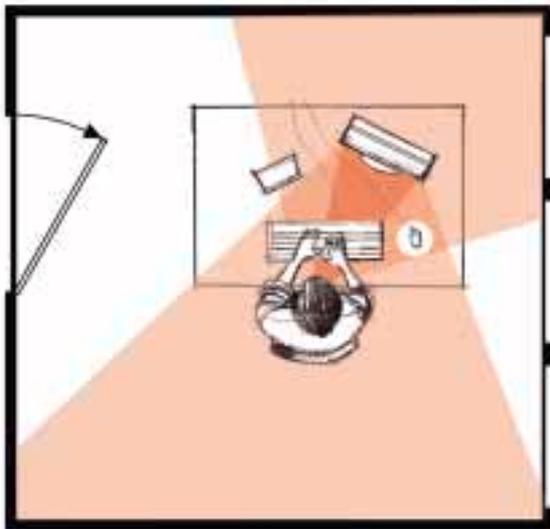
La lumière du jour ne suffit pas pour éclairer correctement les postes de travail informatisés, car elle varie souvent (maximums directement aux fenêtres sans lumière solaire directe jusqu'à 10 000 lux). Cependant, étant donné que la plupart des bureaux informatisés disposent de fenêtres, il faut tenir compte des conseils suivants:



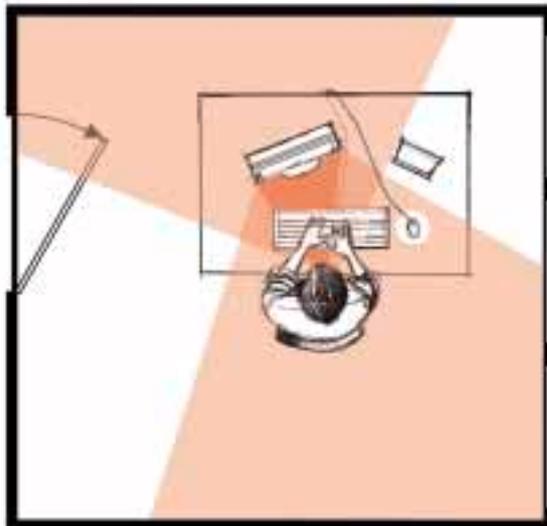
Figures 101 et 102

L'œil n'est pas en mesure de regarder à la fois l'écran et l'arrière-plan. Il en va de même pour un appareil photo.

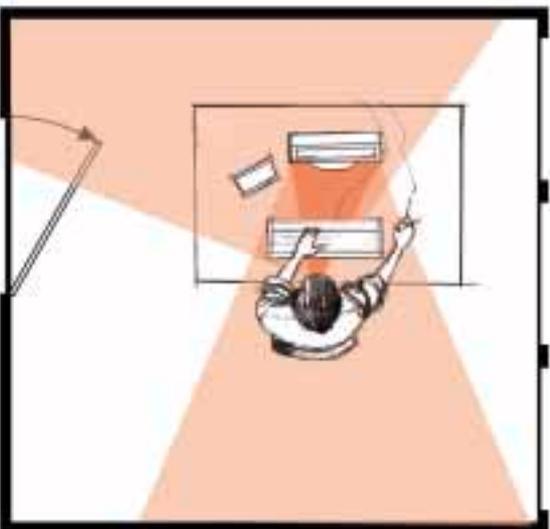
- Pas de fenêtre devant ou derrière un écran. Lorsqu'un écran se trouve devant une fenêtre, l'œil n'est pas capable de regarder à la fois l'écran et l'arrière-plan (cf. figures 101 et 102). La valeur de référence de 1:10 figurant au point 8.1.4 est nettement dépassée.
- Elimination des réverbérations des fenêtres en tournant et en changeant de place l'écran (éviter les endroits qui obligent à travailler dos à la porte).
- Axe principal du regard parallèle aux fenêtres (cf. figure 103).



Disposition incorrecte:
fenêtre dans le champ visuel, différences de luminances importantes.



Disposition incorrecte:
réverbérations de la fenêtre sur l'écran.



Disposition correcte:
différences de luminance homogènes. Absence de surfaces lumineuses dans la zone de réverbération.

Figure 103
Disposition de l'écran dans une pièce avec un éclairage naturel.



Figure 104
Stores ajourés à lamelles (partiellement ouverts à gauche et fermés à droite).



Figure 105
Stores en tissu inadaptés à un poste de travail informatisé (tissu trop fin laissant passer les rayons solaires, entrée de la lumière sur le côté par les fentes).



Figure 106
Store en matières synthétiques permettant de réduire l'entrée de la lumière du jour (à gauche sans store, à droite avec store).

- Installation des équipements à écran de visualisation si possible dans des zones ou à des postes éloignés des fenêtres.
- Fenêtres équipées de stores extérieurs à lamelles, en raison de leurs caractéristiques intéressantes sur le plan thermique et psychologique (vue sur l'extérieur) par rapport aux modèles pour l'intérieur. Depuis peu, il est possible de monter des stores ajourés à lamelles permettant de conserver un contact visuel avec l'extérieur même fermés (cf. figure 104). De tels stores ne sont cependant efficaces qu'en l'absence quasi certaine de rayons solaires directs.
- Des rideaux ne suffisent pas pour assombrir une fenêtre, car ils captent et stockent la chaleur, ce qui conduit à une augmentation de la température de la pièce.
- Des stores extérieurs en tissu permettent rarement d'assombrir suffisamment une fenêtre (cf. figure 105). L'utilisation de tissu foncé et serré est recommandable si et seulement si l'air chaud est évacué par la partie supérieure. De plus, les fentes latérales ne doivent pas laisser passer la lumière.
- En l'absence d'équipements extérieurs limitant l'entrée de la lumière du jour (p. ex. stores à lamelles), il faut recourir à des aménagements intérieurs. Un moyen simple et rapide consiste par exemple à installer du côté intérieur des fenêtres des stores spéciaux laissant passer la lumière (cf. figure 106). Il est recommandé de les monter au bas de la fenêtre, car il suffit alors de remonter le store au niveau permettant d'éliminer les réverbérations. Ce système assure en outre une certaine transparence (vue sur l'extérieur possible). Ces stores sont cependant inefficaces contre l'éblouissement et les réverbérations des rayons solaires directs.

Dans tous les cas, les pièces avec un éclairage naturel ont besoin d'un éclairage artificiel complémentaire. Il doit consister en des rangées de luminaires montés parallèlement aux fenêtres. Toutefois, cet éclairage entraîne des réverbérations et complique donc encore le positionnement correct de l'écran. La figure 107 montre comment résoudre cette difficulté. Il est également possible de monter un vaste dispositif d'éclairage indirect.

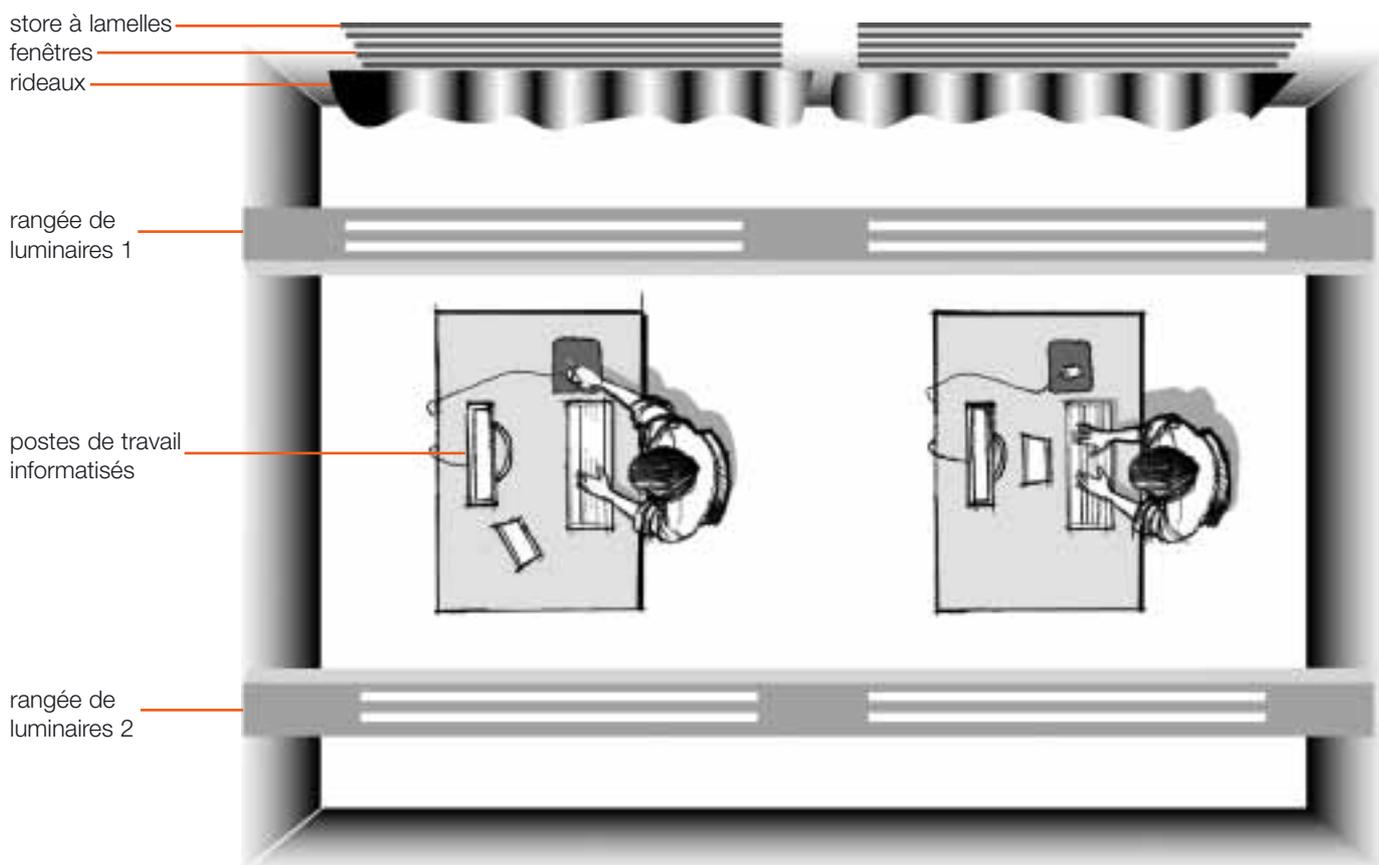


Figure 107
Disposition des postes de travail informatisés et de l'éclairage dans les pièces avec fenêtres.

Les figures 108 et 109 montrent l'agencement correct et incorrect d'une pièce à un ou deux bureaux. Il convient de tenir compte le plus possible de la lumière du jour afin d'éviter toute réverbération.

Lorsqu'il n'est pas possible d'agencer, pour des raisons propres à l'entreprise, l'écran selon les critères requis ou qu'il existe plus d'une rangée de fenêtres, la solution idéale consiste en l'installation de parois mobiles. Le but recherché est d'éviter à la fois les réverbérations sur l'écran et les luminances trop élevées dans le champ visuel.

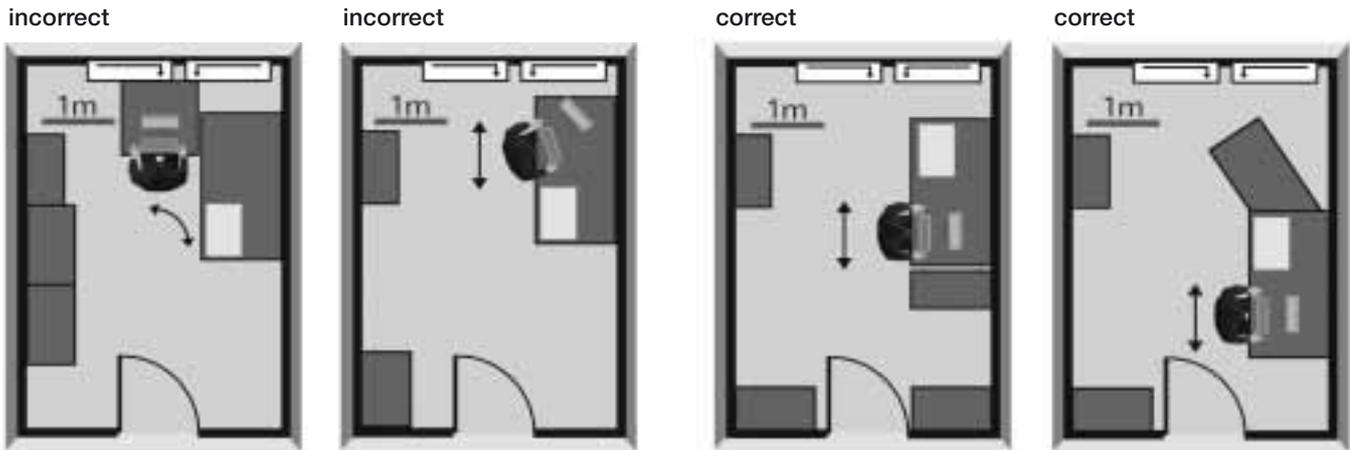


Figure 108
Agencement correct et incorrect d'une pièce avec un seul bureau.

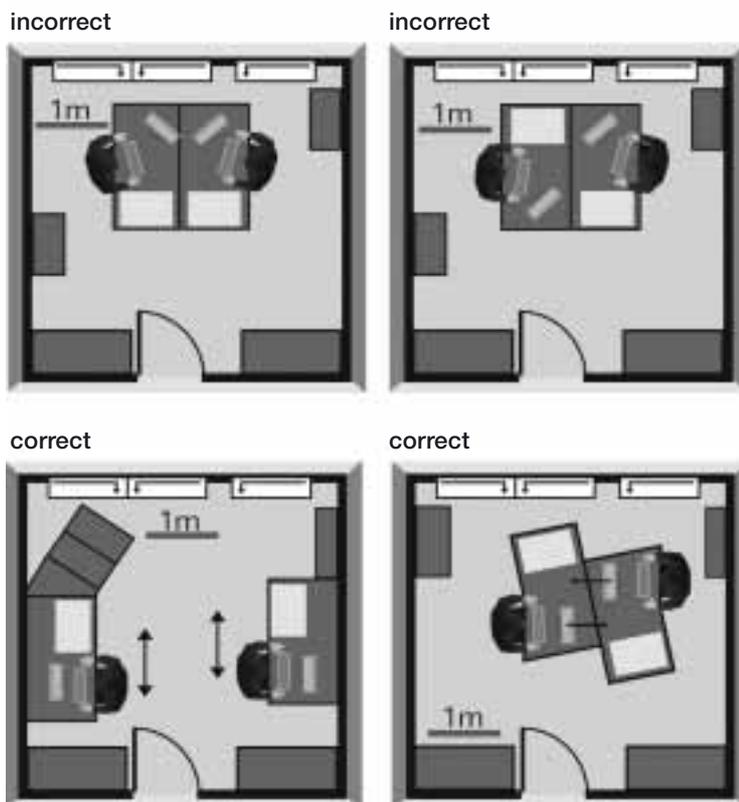


Figure 109
Agencement correct et incorrect d'une pièce avec deux bureaux.

8.3 Eclairage artificiel

Pour les bureaux paysagers contenant plusieurs postes de travail informatisés, il convient d'installer un éclairage constitué de rangées de luminaires montés parallèlement à la direction du regard et pouvant être utilisés séparément. Ne conviennent pas en général:

- les tubes fluorescents nus,
- les hublots,
- les luminaires montés en rangées croisées,
- les luminaires réflecteurs à grille de défilement éclairant vers le bas,
- les luminaires avec un revêtement en verre opaque,
- les lampes à incandescence nues.

Les nouvelles techniques de bureautique exigent de nouveaux concepts d'éclairage. Pour les bureaux mixtes assez petits, de plus en plus fréquents, un éclairage indirect avec un apport direct de lumière crée de bonnes conditions lumineuses (cf. figure 110).

Un éclairage diffus large avec une luminance peu élevée dans toutes les directions convient bien (cf. figures 111 à 115).



Figure 110
Luminaires adaptés aux postes de travail informatisés dans les bureaux mixtes: luminaires éclairant de façon directe et indirecte.

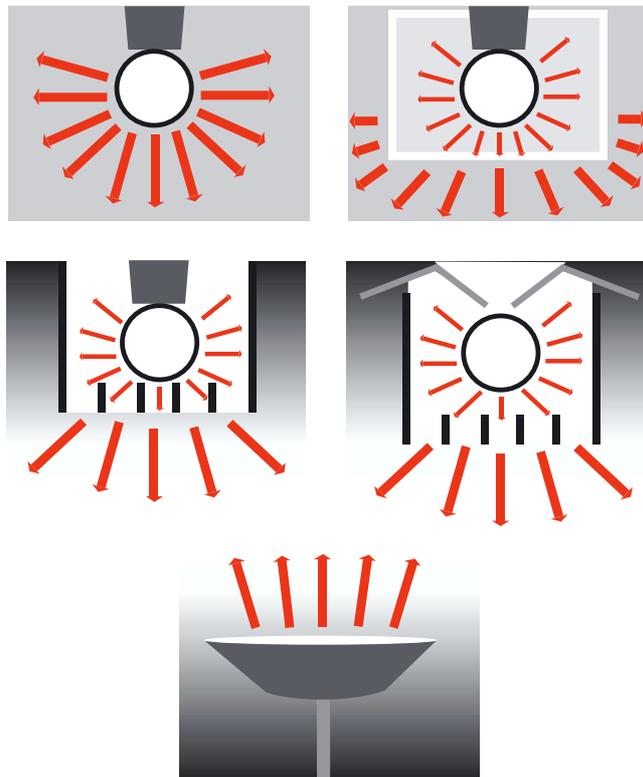


Figure 111
Différents types de luminaires adaptés au travail sur écran.



Figure 112
Luminaire adapté au travail sur écran:
plafonnier éclairant de façon directe et indirecte.



Figures 113 à 115
Luminaires adaptés au travail sur écran: plafonniers éclairant de façon directe et indirecte.

Pour satisfaire à ces exigences, un éclairage indirect convient très bien. On peut toutefois regretter que le plafond doive être le plus lisse possible et à réflexion diffuse (trop diffus, manque d'ombres). Aujourd'hui, on installe fréquemment un plafond acoustique, ce qui entraîne certains inconvénients quant aux propriétés de réflexion (les zones poreuses nécessaires pour des raisons acoustiques sont le plus souvent sombres et réduisent ainsi le facteur de réflexion du plafond). De plus, avec un éclairage indirect, le pouvoir réfléchissant des murs et des plafonds très clairs augmentent. Il faut par ailleurs que les locaux soient suffisamment hauts (hauteur en fonction du type de luminaire) et que les murs et plafonds soient propres. Pour éviter ces problèmes, on peut utiliser des lampes de table et des lampadaires dirigés vers le poste de travail et diffusant un éclairage direct et indirect (cf. figures 116 à 118). Ces luminaires s'adaptent sans difficulté à un réagencement du poste de travail. Il faut cependant éviter de les munir de lampes à incandescence ou de lampes halogènes.

Il est recommandé d'utiliser avec les tubes fluorescents équipant des luminaires classiques (les plus utilisés dans les bureaux) des luminaires à grille de défilement, à lamelles ou éclairant de façon directe et indirecte.

Pour éviter toute réverbération gênante, il faut agir sur l'écran même (suppression des reflets, changement de place de l'écran).

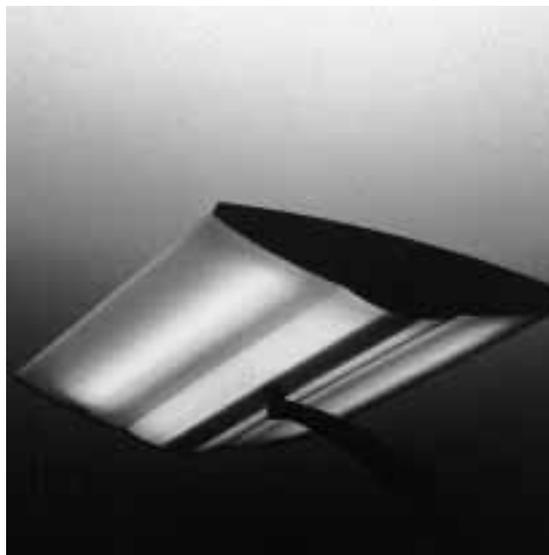


Figure 116
Luminaire adapté au travail sur écran: lampadaire éclairant de façon directe et indirecte.



Figures 117 et 118
Luminaires de bureau.

9 La médecine du travail et les postes de travail informatisés

9.1 Rayonnements, ambiance thermique et hygrométrie, bruit

9.1.1 Rayonnements

Les appareils à écran de visualisation génèrent des caractères et des graphiques qui doivent être les plus visibles possible. Les rayonnements qu'ils induisent sont dans ce cas souhaités. A l'inverse, il existe des rayonnements ou des champs (ces deux termes sont synonymes) indésirables dont la présence est plus ou moins évoquée par les médias. Les avis et les discussions sur le sujet des scientifiques et des profanes divergent souvent, et il semble que l'on soit loin de trouver une conclusion à cette controverse. C'est pourquoi les informations ci-après ne constituent qu'un résumé des connaissances actuelles sur les écrans classiques.

La situation est très différente en matière d'écrans plats, puisque la génération de caractères et d'images par ce type d'écran crée très peu de champs magnétiques. Ils atteignent à peine les valeurs produites par un câble de réseau ordinaire.

9.1.1.1 Champs électromagnétiques

La fréquence des problèmes apparaissant au cours de la grossesse des femmes travaillant sur écran a laissé penser que le risque de malformations congénitales ou de fausses couches était plus élevé chez ces femmes. Les études scientifiques menées jusqu'à présent n'ont cependant apporté aucune preuve statistique d'une augmentation de ce risque ou établi de relation entre le travail sur écran et l'évolution des grossesses.

On peut exclure que les champs électromagnétiques émis par les appareils à écran de

visualisation provoquent des cancers, car ils dégagent trop peu d'énergie pour pouvoir altérer l'information génétique du noyau cellulaire. Les données actuelles ne permettent pas de déduire qu'il existe un lien entre les champs magnétiques de ces appareils et l'apparition d'un cancer.

Des discussions et des études sont actuellement menées pour vérifier si l'être humain ou d'autres êtres vivants présentent une sensibilité particulière à des intensités de champ nettement inférieures aux valeurs limites en vigueur. Les résultats obtenus pour l'instant laissent penser que le nombre de personnes pouvant être touchées est faible et que la sensibilité aux champs électriques ne constituerait qu'un facteur supplémentaire parmi toutes les autres sensations gênantes.

Les appareils à écran de visualisation, même assez anciens, émettent des champs électromagnétiques dont la valeur est très inférieure aux limites en vigueur pour ces champs au travail et dans l'environnement. Des mesures spéciales de protection ne s'imposent donc pas.

En raison du principe de précaution, deux organisations suédoises notamment ont publié des recommandations spéciales concernant les écrans qui ont acquis une certaine reconnaissance. Lorsque les écrans émettent des champs électromagnétiques inférieurs aux valeurs figurant dans ces recommandations, ces écrans peuvent être vendus avec l'indication qu'ils émettent peu de rayonnements selon MPR 2 ou TCO (voir point 7.10. La norme SS 436 1490 de novembre 1995, qui se fonde sur MPR 2, remplace et complète ce texte). Les fabricants peuvent assez facilement respecter ces valeurs, réalisables sur le plan technique, dès lors qu'ils en tiennent compte au moment de la conception des produits.

9.1.1.2 Champs électrostatiques

On a constaté chez un nombre restreint de personnes travaillant sur écran dans les pays scandinaves, au Canada et en partie en Grande-Bretagne, l'apparition d'irritations de la peau du visage. Il n'a pas encore été prouvé que ces irritations cutanées étaient imputables au travail sur écran. On a émis l'hypothèse que des particules chargées électriquement et en suspension dans l'air pouvaient réagir au contact du champ électrostatique de l'écran et s'accumuler à la surface de l'écran et sur la peau de l'utilisateur, provoquant une affection cutanée. Le fait que ce problème n'apparaît principalement que dans les pays nordiques serait dû aux températures extérieures basses (notamment en hiver) entraînant un faible taux d'humidité de l'air qui favorise une accumulation de charges électrostatiques.

Si l'utilisation d'écrans assez anciens génère des champs électrostatiques responsables d'irritations cutanées, il suffit, pour remédier à ce problème, d'installer un filtre de décharge électrostatique devant l'écran ou de remplacer l'écran par un écran plat. L'installation d'un filtre spécial requiert cependant une mise à la terre efficace, ce qui n'est pas toujours très simple à réaliser dans les bureaux modernes.

Les écrans plus récents produisent encore un champ électrostatique qui demeure très faible grâce au traitement spécial de leurs surfaces. Le poste de travail contient cependant encore bien d'autres éléments pouvant générer des champs électrostatiques, notamment les matériaux des tapis et des chaises. En outre, il faut tenir compte de la composition des vêtements et des chaussures portés par l'utilisateur.

9.1.1.3 Compatibilité électromagnétique des écrans

Le fonctionnement des écrans classiques est souvent perturbé par des champs magnétiques, par exemple par la distribution du courant dans l'habitation ou par la présence d'une ligne ferroviaire à proximité. Ces perturbations sont imputables à l'action des champs magnétiques sur le faisceau d'électrons du tube d'image qui devient facilement déviable et qui ainsi ne vient plus frapper les

bons points de couleur sur la surface interne de l'écran. Il en résulte des scintillements gênants temporaires ou durables, des variations de la luminosité et des couleurs ainsi que des motifs qui se déplacent. La solution est d'installer ailleurs l'écran ou de le remplacer par un écran plat. Il est possible de «dépolluer» les installations de l'habitation, mais cette dépense ne se justifie souvent que dans le cadre d'autres aménagements. De ce point de vue, les écrans sont sensibles aux perturbations, puisque des champs magnétiques inférieurs de 1 % aux valeurs limites en vigueur pour les postes de travail peuvent les perturber. En revanche, les champs magnétiques extérieurs n'ont aucun effet sur les écrans plats.

9.1.1.4 Rayons X (rayonnements ionisants)

Des rayons X mous, c'est-à-dire peu pénétrants, sont produits dans le tube cathodique. Ils sont absorbés en quasi-totalité par le verre du tube. Diverses études effectuées indépendamment les unes des autres ont montré que les rayons X n'étaient déjà presque plus mesurables à la surface de l'écran étant donné que le rayonnement normal de l'environnement (rayonnement ionisant émis par le ciel, la terre et le corps humain) agit sur l'homme nettement plus fortement.

Même lors de l'utilisation simultanée de plusieurs écrans dans une même pièce, ces rayons X sont négligeables par rapport aux rayonnements naturels.

Les écrans, assez anciens ou récents, émettent des rayonnements ionisants nettement inférieurs aux valeurs limites des prescriptions en matière de radioprotection. Des mesures de protection ou des critères de conception spécifiques ne s'imposent donc pas. Les écrans plats fonctionnent selon un autre système qui ne produit pas de rayons X.

9.1.1.5 Rayonnement infrarouge ou thermique

L'être humain peut percevoir ce type de rayonnement sous la forme de chaleur. Le rayonnement provenant directement des

appareils à écran de visualisation est négligeable. Il ne produit aucun effet particulier, il est inutile de prendre des mesures.

9.1.1.6 Rayonnement ultraviolet (U.V.)

Lors de la formation des points d'image (pixels) apparaît aussi un rayonnement U.V. Comme pour les rayons X, les U.V. sont absorbés par le verre du tube. Ces rayonnements sont si faibles à la surface de l'écran qu'ils ne constituent aucun danger et ne nécessitent donc aucune mesure de protection supplémentaire.

Les filtres d'écran en verre ou en matières synthétiques protègent bien grâce à leur composition contre les U.V., ce qui est souvent utilisé comme argument de vente. Il faut cependant noter que les filtres montés devant l'écran n'apportent aucune protection notable, puisque la quantité d'U.V. y est très faible.

9.1.1.7 «Emissions» non physiques

On établit souvent un lien entre les rayonnements que l'écran émet et l'apparition de stress, de douleurs, d'une sensation d'inconfort. Pourtant, comme nous l'avons expliqué précédemment, les rayonnements résultant de phénomènes physiques établis ne peuvent en être la cause. Il s'agirait donc davantage d'émissions non physiques et non mesurables techniquement mais perceptibles par les personnes sensibles avec ou sans équipements. Il n'existe pas de valeurs limites pour ce type d'émissions. Les mesures de protection ou de neutralisation sont donc inhabituelles et non fondées sur le plan scientifique. Certains utilisent du quartz rose, des pierres semi-précieuses, des bandes magnétiques, des équipements de blindage, des tablettes symboliques ou des pyramides. Ces mesures s'accompagnent parfois d'une amélioration, ce dont les vendeurs de tels articles ne se privent pas de faire savoir. A l'inverse, ces mêmes vendeurs ou les utilisateurs «oublient» de parler des échecs.

En principe, il n'y a rien à objecter à l'utilisation de ces aides psychologiques (elles contribuent essentiellement à accroître la confiance en soi et à faire disparaître les peurs des intéressés) à condition qu'elles

n'empêchent pas le règlement des problèmes nécessitant un traitement médical ou une amélioration réelle du poste ou des conditions de travail. Dans ce cas-là, ces aides ne profiteraient finalement qu'aux vendeurs.

9.1.2 Ambiance thermique et hygrométrie

9.1.2.1 Locaux climatisés

La technologie de la climatisation a connu d'importantes évolutions depuis quelques années. En effet, des études récentes sur les paramètres de confort et les prescriptions des nouvelles lois sur les énergies ont entraîné une réorientation. Les climatisations classiques pour maîtriser la température et l'humidité dans des limites très strictes et en brassant de grands volumes d'air sont dépassées. A présent, l'air ne sert plus qu'à la ventilation, donc au renouvellement de l'air. Le refroidissement et le réchauffement sont assurés par des surfaces d'éléments chauffées ou refroidies à l'eau. Leurs températures de fonctionnement étant très proches des températures désirées dans le lieu climatisé, le risque d'un local trop froid ou surchauffé est quasiment nul.

Les climatisations de confort modernes ne fonctionnent plus avec un système à air très puissant, mais avec une isolation thermique de grande qualité, des équipements de bureau consommant peu d'énergie et dégageant peu de chaleur et un réchauffement et refroidissement de surfaces étendues avec des températures de fonctionnement modérées. Un bon confort nécessite aussi un éclairage produisant un dégagement calorifique minimal ou permettant une dissipation directe de la chaleur (cf. figures 119 et 120). Ainsi, le taux d'air, réduit au strict nécessaire, est nettement mieux filtré et traité de façon plus hygiénique.

Les directives nationales et internationales préconisent une humidité relative inférieure à 30 % lors d'une humidification artificielle (mais par temps froid, des valeurs de l'ordre de 20 % sont néanmoins tolérées). La figure 121 illustre la pertinence de telles recommandations en matière de consommation d'énergie. Il convient toutefois de

relativiser les informations qu'elle contient, car ces coûts techniques ne permettent aucune comparaison directe avec le bien-être et les coûts de santé lors d'une humidité de l'air trop faible. Il n'existe malheureusement aucune étude scientifique sur le sujet.

La température ambiante des locaux climatisés doit se situer entre 20° (valeur minimale en hiver) et 26° C (valeur maximale en été). Le personnel s'adapte à ces conditions en s'habillant en conséquence (p. ex. port d'un pull-over en hiver). Dans la mesure du possible, il doit pouvoir régler lui-même la température ambiante. En outre, il faut éviter les courants d'air (vitesse maximale de l'air comprise entre 0,1 et 0,15 m/s) et une charge thermique élevée due aux équipements de travail. La climatisation doit être entretenue régulièrement pour bien fonctionner.

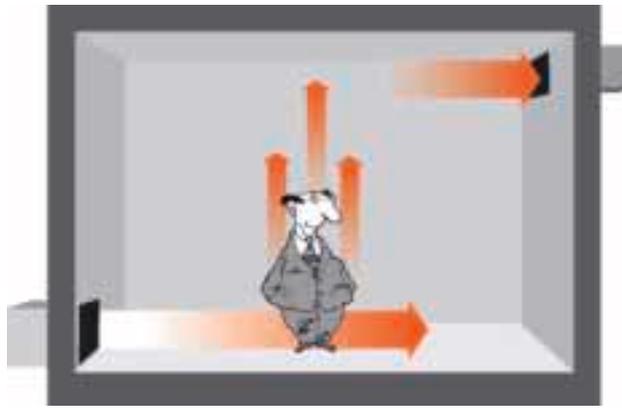


Figure 119
Air apporté avec des luminaires à sortie d'air.

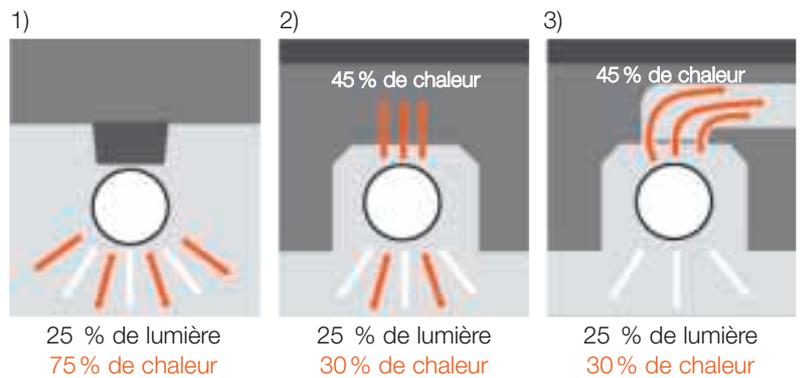


Figure 120
Bilan énergétique de différents systèmes d'éclairage avec des tubes fluorescents:

- 1) tube fluorescent monté directement sans canaux d'évacuation de l'air
- 2) air circulant à travers le luminaire pour s'évacuer via le faux plafond
- 3) air circulant à travers le luminaire pour s'évacuer par les canaux d'évacuation.

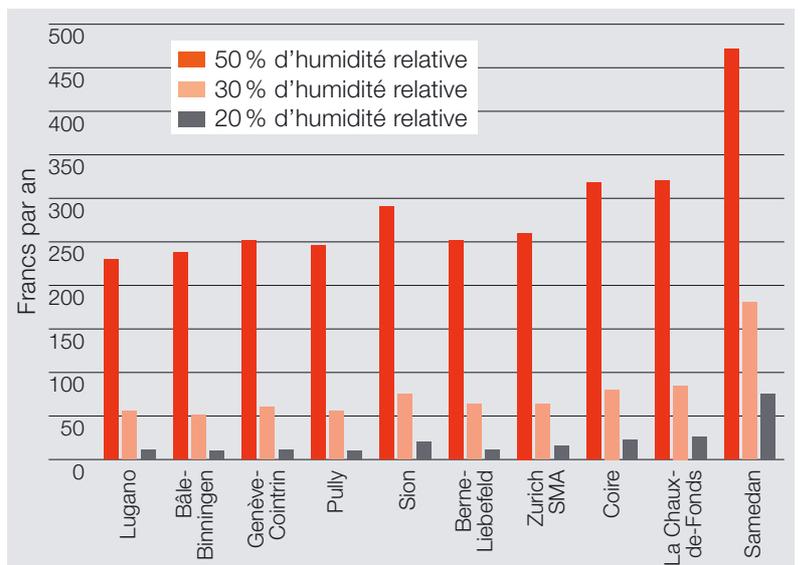


Figure 121
Coûts annuels par poste de travail d'un système électrique d'humidification [source: Meierhans & Partner AG, Fällanden].

- Bases de calcul:
- 50 m³ d'air par heure et poste de travail
 - température ambiante de 22° C
 - fonctionnement toute l'année
 - coût de l'électricité de 25 centimes par kWh

9.1.2.2 Locaux aérés naturellement

En l'absence de climatisation, il est impératif de pouvoir ouvrir les fenêtres. Il est recommandé d'aérer toutes les heures. Les plantes aquatiques et vertes peuvent augmenter un peu l'humidité de la pièce.

En été, on peut recourir à un petit ventilateur pour améliorer son bien-être. L'air circulant dans la pièce favorise l'exsudation, c'est-à-dire que l'on transpire plus efficacement. Il est toutefois déconseillé de travailler directement dans le souffle d'air intensif du ventilateur, car cela peut nuire à la santé (cf. figure 122).



Figure 122
Petits ventilateurs à un poste de travail.

L'utilisation d'un humidificateur, notamment en hiver, permet d'avoir une humidification relative minimale de l'air acceptable en matière d'hygiène du travail. Un entretien régulier assure le bon fonctionnement de l'appareil.

9.1.2.3 Problèmes de santé

Une mauvaise ambiance thermique et une hygrométrie inadaptée nuisent à la santé, pouvant entraîner l'apparition de maladies par refroidissement, d'une sécheresse de la peau et des muqueuses, de conjonctivites, d'allergies, de nausées et de vertiges. En outre, des perturbations de la faculté de concentration et de la fatigue ne sont pas à exclure. Ces conditions sont imputables à des températures et à une humidité incorrectes et à la présence dans l'air de substances étrangères telles que poussière, fumée, substances chimiques.

Lorsque ces conditions se généralisent, on utilise l'expression de «sick building syndrome» (syndrome des bâtiments malsains). Elles sont causées par de mauvaises conditions climatiques, par l'air pollué, les immissions sonores des équipements, le bruit ambiant, un mauvais éclairage, etc.

9.1.3 Bruit

9.1.3.1 Valeurs recommandées aux postes de travail

Les postes de travail avec équipements à écran de visualisation sont considérés à juste titre comme des postes calmes. Le travail sur écran exigeant le plus souvent une forte concentration, il est nécessaire que l'exposition au bruit extérieur (bruits de fond ou bruits étrangers provenant de l'extérieur ou de pièces voisines) soit la plus faible possible.

Le commentaire de l'Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail contient des valeurs de référence selon les activités pour l'exposition au bruit et pour les bruits parasites admissibles. Les mesures acoustiques sont en général effectuées à l'endroit où les gens travaillent (à hauteur de la tête).

Le tableau 7 rassemble les valeurs de référence pour les bruits produits dans une même pièce. Ils correspondent à toutes les immissions de bruits, à l'exception des bruits produits par le travailleur-même (communications verbales, bruit du téléphone, de l'équipement, etc.).

Exemples d'activités du groupe 1

Travaux routiniers essentiellement manuels ne demandant que brièvement ou rarement des efforts de concentration.

Exemples d'activités du groupe 2

Travaux intellectuels répétitifs demandant parfois ou en permanence d'importants efforts de concentration:

- classement, saisie de données, travail informatisé
- utilisation d'installations d'observation, de commande ou de contrôle
- vente, service à la clientèle
- travail dans les bureaux d'exploitation et travail de contremaître
- travail dans un centre d'appels téléphoniques (exigences élevées)
- tests et contrôles aux postes de travail équipés en conséquence.

Exemples d'activités du groupe 3

Activités exigeant en permanence une grande concentration et de la créativité:

- travaux scientifiques (rédaction et analyse de textes)
- calculs techniques et scientifiques, classement d'une grande difficulté
- développement de programmes et analyse de systèmes
- conception, traduction, dictée, prise en dictée et correction de textes complexes
- activités dans les locaux de communication radio, les centrales d'appel d'urgence et les centraux téléphoniques.

Tableau 7
Valeurs de référence d'exposition au bruit selon les activités.

Activité	Equivalent continu de pression acoustique L_{eq} en dB(A)	
	Exigence normale ¹⁾	Exigence élevée ²⁾
Groupe 1: activités industrielles et artisanales	< 85	≤ 75
Groupe 2: activités de bureau générales et activités comparables de production et de contrôle	≤ 65	≤ 55
Groupe 3: activités essentiellement intellectuelles nécessitant une grande concentration	≤ 50	≤ 40

¹⁾ exigence normale: valeurs de référence à respecter en général dans la majorité des cas d'application.

²⁾ exigence élevée: valeurs de référence pour les objectifs de réduction du bruit ainsi que dans les cas d'exigences élevées de productivité, de qualité ou de concentration, etc.

Même à un niveau sonore relativement faible, les bruits monotones ou sonores des ventilateurs ou des moteurs peuvent constituer une gêne. Dans de tels cas, il est préférable d'agir à la source, en utilisant par exemple des imprimantes laser ou à encre équipées de ventilateurs à régulation thermique.

Le respect des valeurs de référence du tableau 7 ne signifie pas forcément la disparition des plaintes relatives au bruit. En effet, la composition spectrale (les composantes aux différentes fréquences) et la structure temporelle des sons (niveau sonore en fonction du temps) peuvent considérablement influencer l'effet du bruit.

S'il convient de respecter les valeurs limites générales du niveau de pression acoustique, il s'avère plus important d'éviter les bruits intempestifs et intermittents tels que la sonnerie soudaine du téléphone ou l'alarme de l'imprimante. Les bruits contenant des informations tels que des bribes de conversation sont particulièrement gênants.

9.1.3.2 Bruits de fond

Dans ce contexte, on considère comme bruits de fond (bruits extérieurs) toutes les immissions sonores provenant de dispositifs techniques intégrés (p. ex. équipements techniques domestiques tels que systèmes d'aération, compresseurs, chauffages) et de l'extérieur (bruits de l'entreprise, de la circulation). Le tableau 8 rassemble les valeurs de référence pour ces bruits.

Types de locaux	Equivalent continu de pression acoustique L_{eq} en dB(A)	
	Exigence normale	Exigence élevée
Petit bureau (jusqu'à trois personnes)	40	35
Bureau de taille moyenne	40	35
Salle de réunion et de conférence	40	35
Bureau paysager	45	40
Bureau équipé de plusieurs machines de bureau	45	40
Salle des ordinateurs	60	55
Poste de commande	60	55
Poste de pilotage	70	65
Laboratoire	50	45
Salles de pause et d'attente	60	55
Salles de repos et de détente, infirmerie	40	35
Cantine	55	50
Salle d'opération	40	35
Salle de cours	40	35

Tableau 8
Valeurs de référence pour les bruits de fond.

Il est préférable de ne pas faire fonctionner d'appareils ni de machines bruyants (p. ex. imprimante réseau, fax) à proximité des postes de travail informatisés. A l'inverse, il existe des postes de travail «trop silencieux» où le moindre bruit extérieur distrait et où le personnel ne converse qu'en chuchotant. On peut remédier à cette situation en élevant légèrement le niveau sonore de la pièce (p. ex. bruit de la climatisation). La valeur à atteindre se situe entre 35 et 45 dB(A), le bruit de la climatisation ne devant pas produire des composantes de sons purs audibles. L'augmentation du niveau sonore de la pièce permet d'obtenir un effet de masque qui rend les pics sonores moins gênants

grâce à la différence plus faible entre ces pics et le bruit de fond.

9.1.3.3 Mesures acoustiques

L'application de mesures acoustiques permet de réduire les réflexions contre les surfaces de limitation du local (sol, murs, plafond) et, par conséquent, le bruit de fond. Les parois mobiles, conçues pour absorber les sons, contribuent aussi à la réduction du niveau sonore.

Les mesures possibles sont les suivantes:

sol:

un revêtement en tissu s'avère avantageux, car il absorbe les bruits tout en limitant leur production (bruits de pas, des sièges);

parois mobiles:

solution efficace à condition qu'il existe un plafond acoustique. En l'absence d'un tel plafond, les ondes sonores sont réfléchies par le plafond et les parois mobiles perdent presque toute leur efficacité (cf. figures 123 et 124). Installées dans des bureaux, elles devraient faire 1,6 mètre de haut environ afin de permettre de voir au loin en position debout. Pour les petits locaux, on utilise souvent des parois plus petites (p. ex. de 1,2 mètre) afin d'éviter toute impression d'enfermement;

plafond:

l'installation d'un plafond acoustique fait à présent partie des aménagements standard des bureaux (cf. figure 125).



Figure 123
Mesure acoustique dans un centre d'appels téléphoniques: paroi mobile entre chaque poste de travail pour absorber les sons.



Figure 124
Mesure acoustique dans un bureau: paroi mobile pour absorber les sons.

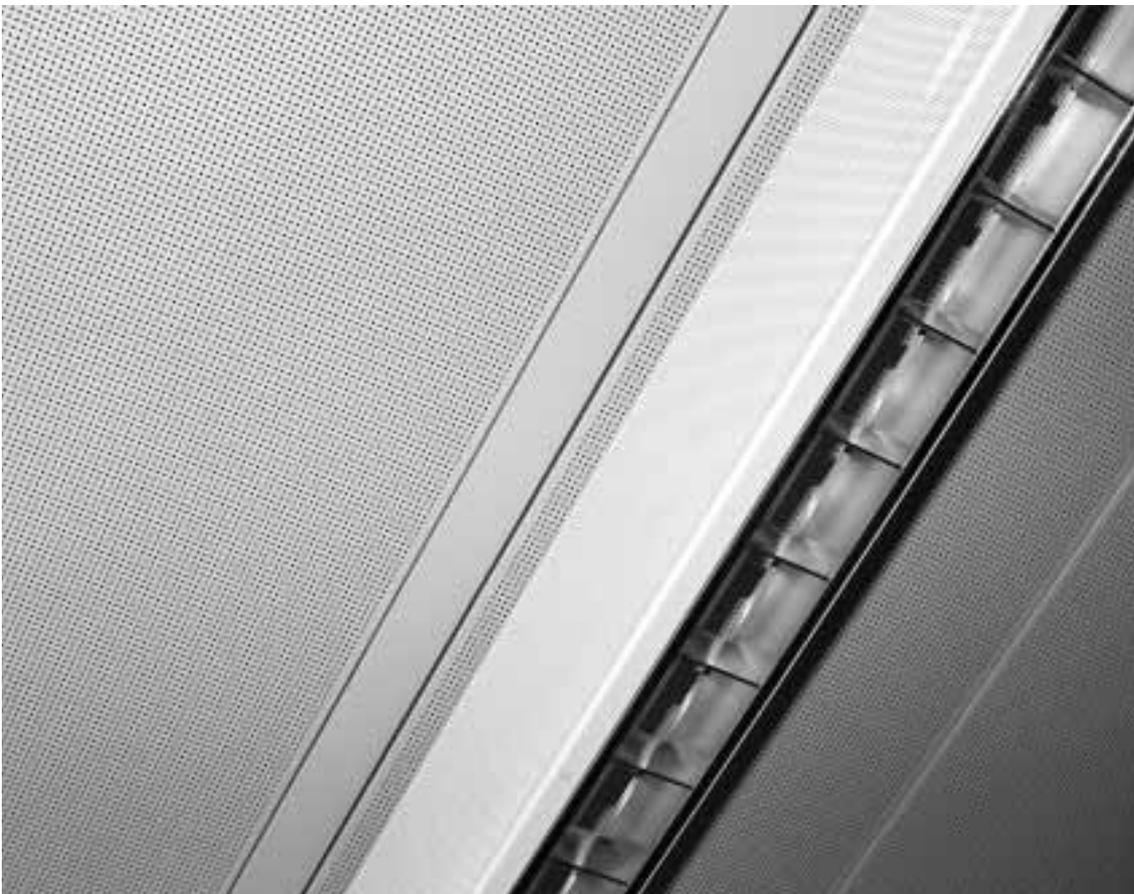


Figure 125
Mesure acoustique des locaux dans un bureau: plafond acoustique.

9.1.3.4 Niveau de pression acoustique des appareils

Lors de l'acquisition d'appareils, il est recommandé de choisir des machines peu bruyantes ou de les installer dans des locaux séparés. Il faut tenir compte du niveau de puissance acoustique lors de l'achat par exemple d'imprimantes ou d'unités centrales (attention: il ne faut pas se fonder sur le niveau de pression acoustique pour de telles comparaisons!).

Remarque importante pour l'achat d'appareils peu bruyants: le fabricant est tenu de fournir avec son appareil des attestations sur les valeurs sonores émises en fonctionnement normal et en veille. En Allemagne, le blauer Umweltengel (ange bleu de l'environnement) fixe pour les ordinateurs de bureau une limite de 48 dB(A) en fonctionnement au ralenti, limite atteinte aussi par les imprimantes laser et à jet d'encre.

9.2 Aspects ophtalmologiques

9.2.1 Généralités

Le travail sur écran peut fatiguer les yeux, notamment lorsque l'écran (affichage, etc.) et l'éclairage sont de mauvaise qualité.

Le travail informatisé ne provoque aucune maladie oculaire, c'est-à-dire de lésions oculaires durables. Des signes de fatigue (yeux qui brûlent ou qui pleurent, hypersensibilité à la lumière, sensation d'éblouissement et éventuellement maux de tête, etc.) peuvent réduire les capacités visuelles, mais sont toujours réversibles.

9.2.2 Amétropies, presbytie

Il arrive que les individus avec une vue imparfaite se fatiguent plus vite lorsqu'ils travaillent sur écran. Dans ce cas, l'écran est souvent tenu pour responsable alors qu'il n'est peut-être que le révélateur d'une amétropie latente. On estime que pour 20 à 30 % de la population suisse, la correction de la vue est inexistante ou insuffisante. Etant donné que l'acuité visuelle ou l'accommodation, c'est-à-dire l'adaptation des

yeux à différentes distances, diminue avec l'âge, ce sont principalement les personnes d'un certain âge qui se plaignent le plus de fatigue visuelle lorsqu'elles travaillent sur écran.

La presbytie peut apparaître dès 40 ans. Elle touche en particulier les gens voyant mal de près et ayant compensé dans leur jeunesse cette faiblesse par leur faculté d'accommodation. On sait que les presbytes voient mal à courte distance, alors que le travail informatisé (et les autres travaux de bureau) exige une bonne vue de près. L'utilisation de lunettes est alors nécessaire tant pour les personnes à la vue imparfaite que pour celles qui avaient jusque-là une vue normale.

La généralisation des écrans couleur pose deux problèmes à l'œil humain. D'une part, le système optique de l'œil diffractant de manière différente la lumière selon sa couleur (la projection d'une lumière bleue se fait devant la rétine, celle d'une couleur rouge derrière la rétine), il doit travailler plus lors d'un affichage à l'écran de caractères de plusieurs couleurs (réglage de la netteté). D'autre part, une proportion non négligeable de la population souffre d'un défaut de la vision des couleurs (environ 8 % d'hommes et 0,5 % de femmes), ce qui complique le travail des personnes concernées lorsque des couleurs servent à marquer ou à signaler une information. Il faut donc peser le pour et le contre avant d'utiliser des couleurs pour afficher des informations à l'écran.

9.2.3 Examen de la vue

Toute personne souffrant de troubles oculaires (yeux qui brûlent ou pleurent, sensation d'éblouissement, maux de tête, etc.) en dépit d'un matériel informatique de qualité, d'un positionnement et d'un réglage en hauteur corrects de l'écran et de bonnes conditions d'éclairage au poste de travail devrait faire vérifier sa vue. La Société suisse d'ophtalmologie a émis des recommandations sur le contenu de ce contrôle.

Avant de commencer à travailler sur écran, les personnes concernées doivent être averties que leur travail peut révéler des anomalies visuelles non décelées et occasionner des troubles visuels. Avoir une bonne vue est primordiale pour le travail informatisé. Il est donc essentiel de porter des lunettes de correction adéquates. Pour ce faire, il est impératif que l'ophtalmologiste ou l'opticien soit renseigné sur les conditions de travail de la personne concernée ainsi que sur les différentes distances visuelles (en particulier de la distance œil-écran).

Lorsque l'ophtalmologue prescrit à un presbyte des lunettes de travail spéciales qui sont adaptées à une certaine distance entre l'œil et l'écran et que l'intéressé est peu susceptible d'utiliser en dehors de son travail, l'employeur devrait prendre en charge le coût de ces lunettes, comme il le ferait pour des lunettes de protection contre les projections d'acide ou les éclats.

Les personnes travaillant dans l'Union européenne ont le droit à un examen de la vue et de leurs capacités visuelles avant d'accepter un travail informatisé et à des contrôles réguliers par la suite (l'expérience montre que peu de travailleurs usent de ce droit). A la base, cet examen permet le dépistage précoce de maladies, mais sert également à déterminer si la personne concernée est apte à travailler sur écran. Son résultat est donc intéressant aussi pour l'employeur. Cette prescription permet de contrôler des employés ne se plaignant pas de leur travail sur écran.

Les appareils de dépistage ne sont pas adaptés à un examen visuel approfondi des personnes travaillant sur écran. Ces appareils servent souvent à des contrôles sommaires par exemple pour les caristes. Ils ne permettent cependant pas d'adapter des lunettes ou de déceler une maladie. Les maladies déjà déclarées constituent rarement un obstacle à l'exercice d'un travail informatisé. Il s'avère même que les personnes malvoyantes peuvent exercer une telle activité dans certaines conditions lorsqu'elle est adaptée à leur handicap.

Comme nous l'avons déjà mentionné, 20 à 30 % de la population souffrent de légers troubles visuels n'étant en général pas ressentis comme gênants par les intéressés qui refusent souvent, pour des raisons esthétiques, de porter des lunettes de correction. Une faible augmentation de leur acuité visuelle ne compense pas les inconvénients du port de lunettes (reflets gênants, dispersion de la lumière, notamment lorsque les lunettes sont sales, et éventuellement réduction du champ visuel).

9.2.4 Appareils optiques pour les anomalies de réfraction et la presbytie

Bien choisir ses lunettes est essentiel pour éviter une fatigue visuelle exagérée et inutile consécutive aux conditions de travail. Voici quelques conseils importants pour choisir des lunettes portées lors du travail sur écran.

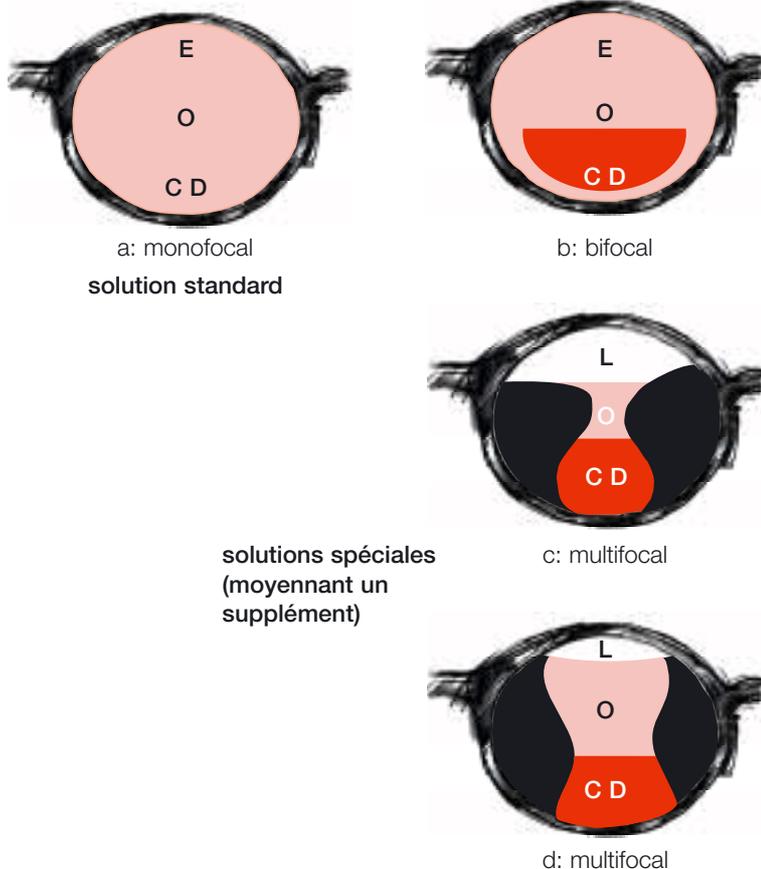
Il faut tout d'abord veiller à ce que les yeux se trouvent en général entre 50 et 90 cm de distance de l'écran, à l'inverse de ce qui est exigé pour le travail classique de bureau (distance de lecture nettement plus faible).

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà mentionné, l'écran doit être placé le plus directement possible (le plus bas possible) sur la surface de la table de travail. Cette remarque est d'autant plus importante lorsque l'on porte des lunettes.

Lors d'une activité effectuée essentiellement sur écran, l'utilisation de verres à simple foyer (unifocales) pour la distance œil-écran donnée s'avère judicieuse dans de nombreux cas. Ces verres ont l'avantage d'être peu coûteux et d'offrir un champ visuel large et à peine déformé.

Lorsque l'activité professionnelle exige en plus de voir fréquemment au loin, par exemple lors de l'accueil du public aux guichets, des verres à plusieurs foyers s'avèrent fort utiles. Les verres classiques à double foyer équipés seulement d'un petit secteur servant à la vision de près dans leur seconde moitié inférieure ne suffisent pas dans ce cas, ce secteur étant déjà utilisé pour le travail sur écran. Ce secteur doit

être plus grand, et il faut que la ligne de démarcation entre les secteurs servant à la vision de près et de loin soit située plus haut.



**solutions spéciales
(moyennant un
supplément)**

Figure 126
Représentation schématique de verres de lunettes utilisés pour la correction de troubles visuels et de la presbytie lors du travail à l'écran.

- O Point de passage de la vue à travers le verre lors du regard sur l'écran
- L Secteur servant à la vision de loin
- Secteur servant à la vision de près pour l'écran (E), le clavier (C) ou les documents (D)
- Secteur de mauvaise qualité optique
- a Secteur de vision proche avec faible correction (valeur de réfraction faible): surtout pour le travail à l'écran et avec des documents posés sur un porte-document vertical
- b Secteur de vision proche avec faible correction (valeur de réfraction faible): pour l'écran; secteur de vision proche à forte correction (haute valeur de réfraction): pour le clavier et les documents posés sur la table
- c Transition continue entre secteur de vision proche et de loin; pour des activités combinées de gestion, entretiens et travail fréquent à l'écran
- d Verre de lunettes spécial pour le travail à l'écran: le secteur de vision proche est spécialement réglé en fonction de la distance écran-clavier. Il existe dans la partie supérieure du verre un petit secteur permettant la vision de loin

Toutes les lunettes à verres à plusieurs foyers demandent, pour la distance choisie, une position particulière de la tête (la vision de près requiert normalement de regarder vers le bas), ce qui peut entraîner des postures forcées et des douleurs dans la nuque. En outre, la plupart des utilisateurs sont gênés par la ligne de démarcation des secteurs servant à la vision de près et de loin. Les verres progressifs ont une ligne de démarcation imperceptible mais entraînent des déformations au bord du verre (astigmatisme). L'utilisation de verres à plusieurs foyers exige par ailleurs que l'écran soit placé le plus bas possible sur la surface de travail. Les lunettes monofocales ne présentent pas toutes cet inconvénient, mais on doit les ôter pour la vision de loin.

La figure 126 récapitule les différents verres de lunettes disponibles pour corriger les troubles visuels et la presbytie lors du travail sur écran.

Le port des lunettes demande toujours un temps d'adaptation entraînant un changement de comportement tel que la coordination des deux yeux. Lorsque l'on s'est habitué à une paire de lunettes, il est difficile d'en changer, d'où l'importance de choisir dès le départ les bonnes lunettes.

Des verres teintés ne sont pas une nécessité. Il est déconseillé de choisir une teinte foncée, car elle atténue la luminance de l'écran. Il est en revanche très avantageux de porter des verres antireflets.

Lors de la prescription de lunettes, il faut tenir compte de l'impossibilité pour le porteur de verres correcteurs d'exploiter entièrement en général son amplitude d'accommodation maximale restante, qui induirait une trop grande sollicitation des muscles oculomoteurs. La solution optimale est en fait de trouver l'accommodation habituelle. L'ophtalmologue doit en outre veiller à ce que la valeur correctrice la plus faible encore acceptable par l'utilisateur soit la bonne. La zone de vision nette diminue avec l'augmentation de la valeur dioptrique. En général, une valeur correctrice de 1,5 dioptrie doit suffire.

Les lunettes, à l'instar de la surface de l'écran, doivent toujours être propres, c'est-à-dire sans poussières ni traces de doigt, afin d'éviter tout phénomène d'éblouissement, notamment chez les personnes d'un certain âge.

Lorsque les lentilles de contact sont bien tolérées, elles constituent une bonne variante d'appareils optiques de correction.

Disposer de lunettes à usage professionnel adaptées n'est pas chose facile. Cette idée semble cependant faire son chemin, puisqu'il est possible de trouver sur le marché des lunettes prêtes à l'emploi équipées souvent de verres teintés partiellement ou totalement. Elles doivent compenser des conditions d'éclairage insatisfaisantes au travail ou réduire les reflets sur la surface de l'écran. Leur efficacité n'a pas encore été démontrée, comme le souligne une étude de l'EPF Zurich menée en 1995 par l'Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie. Leur utilisation n'est donc pas recommandée pour les raisons énoncées précédemment (réduction du contraste des luminances sur la rétine, etc.).

9.2.5 Acquisition de lunettes pour le travail sur écran

Pour pouvoir acheter les bonnes lunettes, il convient de mesurer les distances visuelles habituelles du futur utilisateur à son propre poste de travail et dans ses positions corporelles habituelles, à savoir:

- distance œil-écran
- distance œil-clavier
- distance œil-documents.

Grâce à ces informations et à la mention qu'il s'agit de lunettes pour le travail sur écran, l'ophtalmologue ou l'opticien est en mesure de déterminer quelles sont les bonnes lunettes. Il faut remarquer que la qualité optique des verres ne fournit aucune information sur le confort d'utilisation devant l'écran. Etant donné que des distances visuelles faiblement différentes requièrent des angles visuels très particuliers, il peut être nécessaire de modifier l'agencement du poste de travail pour éviter toute posture contraignante.

9.2.6 Gymnastique des yeux

De nombreuses personnes travaillant sur écran se plaignent, malgré l'utilisation de lunettes correctes ou de bonnes capacités visuelles sans lunettes, de gêne visuelle, notamment après une longue journée de travail. Cette gêne se traduit par des yeux rouges ou fatigués, l'impression d'avoir du sable dans les yeux, etc.

En dehors des causes déjà évoquées, il faut constater qu'au lieu de regarder de façon détendue l'écran, maints utilisateurs le fixent les yeux écarquillés. Les battements des paupières sont ainsi beaucoup plus espacés, induisant une pénurie de liquide lacrymal à la surface de l'œil et donc un assèchement. Il est possible d'éviter ce problème grâce à la gymnastique des yeux qui vise à préserver les habitudes visuelles normales même devant un écran et à reposer l'œil au moyen d'exercices ciblés.

Cela paraît incroyable, mais il est bel et bien possible d'entraîner ses yeux. Il ne s'agit cependant nullement de corriger un défaut visuel quelconque, puisque l'optique des yeux ne peut être modifiée.

Le port de lunettes ou de lentilles de contact permet d'effectuer une correction technique précise de l'œil. On doit néanmoins constater que tous les individus ne se trouvent pas sur le même pied d'égalité en matière de vision, qu'ils portent des corrections adaptées ou voient naturellement bien. Cette différence est surprenante et rarement explicable sur le plan physiologique.

Sur le plan technique, l'œil est un organe très primitif. Un appareil photo utilisant la même technologie serait à peine utilisable. La vision n'est possible en fait que grâce à la collaboration du cerveau. Ainsi, les nouveaux-nés doivent apprendre la perception visuelle bien qu'ils possèdent un organe visuel prêt à fonctionner dès leur naissance.

A l'âge adulte, il est encore possible d'améliorer ses capacités visuelles. Certaines personnes, en raison de troubles visuels mineurs, souffrent de divers maux tels que des céphalées, une fatigue plus rapide ou une sensibilité à la lumière. A l'inverse,

d'autres personnes souffrant de troubles visuels très graves ne ressentent nullement ces maux. Une bonne gymnastique des yeux effectuée avec un professeur spécialisé peut contribuer à la réduction, voire à la disparition de tels problèmes.

La Suva ne propose pas de cours de gymnastique des yeux. Elle peut cependant fournir sur demande une liste de ces professeurs.



Figure 127
Nous restons assis 80 % de la journée de travail.

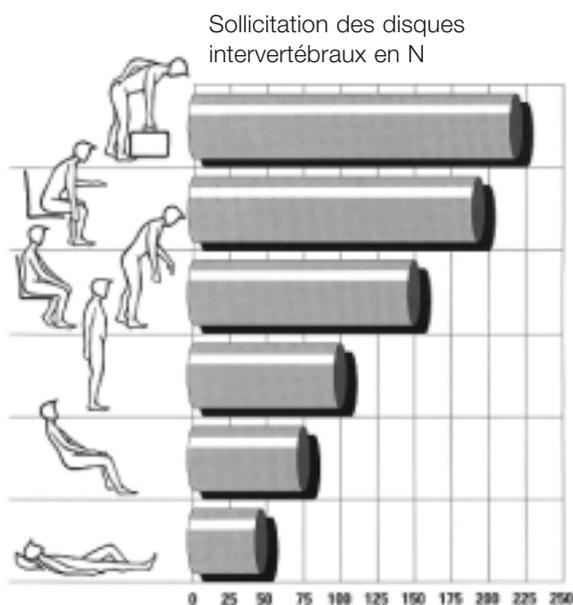


Figure 128
Sollicitations des disques intervertébraux selon différentes positions corporelles.

9.3 Aspects orthopédiques

9.3.1 Sollicitations en position assise

Un employé de bureau passe environ 80 000 heures de sa vie professionnelle assis, soit le temps nécessaire pour effectuer dix fois le tour de la Terre en marchant, activité naturellement plus saine. Nous restons assis 80 % de la journée de travail (cf. figure 127). Une position assise incorrecte est la position la plus préjudiciable à la colonne vertébrale (cf. figure 128).

De multiples autres occasions d'être assis se présentent tous les jours: en voiture, à son domicile sur des coussins souvent très peu ergonomiques ou sur une chaise ordinaire, sur le siège installé devant l'ordinateur familial, qui provient souvent du vieux matériel bradé par l'employeur. Ces diverses occasions, qui ont une influence sur la santé générale de l'individu, doivent être remises en question. En fait, seule la moitié de la journée environ est effectivement passée en position assise au bureau. Le reste du temps est occupé par les assises précitées. Un siège de bureau ultramoderne n'apporte donc aucun soulagement réel pour le dos si les problèmes dorsaux sont imputables à ces autres formes de position assise. A ces facteurs s'ajoute la nécessité de disposer d'une literie (notamment matelas) de qualité.

9.3.2 Importance de l'activité physique

L'introduction des postes de travail informatisés a encore renforcé la tendance à garder une position statique et à adopter des postures contraignantes, comme on peut le constater tous les jours dans la vie professionnelle et quotidienne (voir p. ex. le temps passé devant la télévision ou la place prépondérante de la voiture). La pratique croissante d'une activité sportive pendant les loisirs montre pourtant bien que l'activité physique est essentielle au bien-être de l'individu. Régulière, elle permet par ailleurs de prévenir le vieillissement précoce des muscles et des articulations.

En modifiant certaines habitudes, il est possible d'accroître son activité physique au bureau. On peut par exemple préférer l'escalier à l'ascenseur (cf. figure 129), se lever et même marcher un peu lors de l'étude de dossiers et au cours de discussions et d'appels téléphoniques ou encore faire les pauses hors de son bureau.

9.3.3 Postures forcées

En raison de l'agencement de l'écran et du clavier, le travail sur écran implique, encore plus que pour le travail de bureau classique, des positions assises et des axes du regard (postures contraignantes) bien définis. En outre, ce travail exige une forte concentration, ce qui favorise encore l'apparition de contractures musculaires supplémentaires.

Les postures forcées (positions statiques et rigides) peuvent entraîner des troubles de l'appareil locomoteur (colonne vertébrale, bras et mains): contractions musculaires douloureuses, irritations des tendons et des articulations. Chez les personnes assez jeunes, les mauvaises postures déjà adoptées peuvent encore s'aggraver, en particulier au niveau des vertèbres dorsales.

Ces derniers temps, on a beaucoup entendu parler des troubles musculosquelettiques (TMS) liés à l'utilisation de l'ordinateur. Il s'agit des pathologies causées par le travail sur écran en particulier au niveau des mains, des avant-bras, des épaules et de la nuque. Elles sont imputables à des postures inconfortables. Toutes les personnes travaillant à un poste de travail exigeant des mouvements fortement répétitifs, demandant ou non de la force physique, peuvent être concernées par ce problème. Pour le travail avec des équipements à écran de visualisation, il s'agit de mouvements nécessitant peu de force, contrairement aux activités exigeant des efforts physiques répétés importants. Il est possible de prévenir efficacement l'apparition de TMS grâce à un agencement ergonomique du poste de travail, à une modification des structures et des équipements de travail et à la pratique régulière d'exercices de relaxation adaptés.



Figure 129
Prendre l'escalier au lieu de l'ascenseur.

En général, moins une position corporelle sollicite le squelette et les muscles de maintien, meilleure elle est. En revanche, il faut bannir toute position statique. Le moyen le plus efficace pour prévenir les troubles consécutifs à de mauvaises postures est donc d'éviter la monotonie.

Une importante proportion des postures professionnelles les plus propices à l'alternance s'effectue en position assise. Une assise dynamique, conforme aux règles de l'ergonomie, sur un siège de travail fonctionnel et correct, c'est-à-dire permettant l'alternance régulière des différentes positions assises, les moments de position debout et la marche, maintient les disques intervertébraux en bon état, favorise l'irrigation sanguine des jambes et des fesses, tend et détend les muscles et améliore l'impression de bien-être (cf. figure 130).

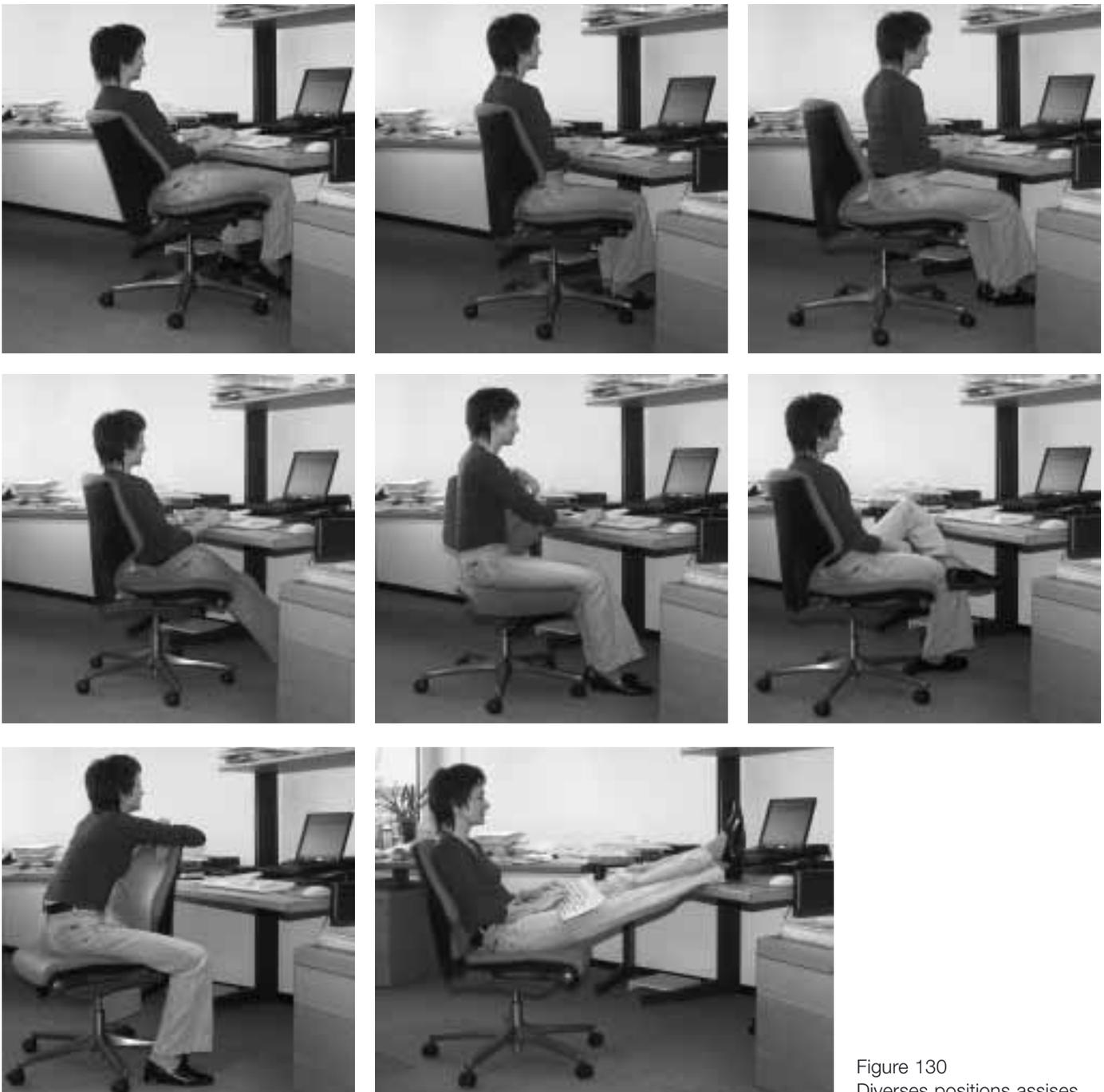


Figure 130
Diverses positions assises.

9.3.4 Problèmes liés à la souris

Ces derniers temps, on rapporte de plus en plus de problèmes liés à l'utilisation de la souris. On parle même à présent du syndrome de la souris. On a cependant tendance à établir un peu trop vite un rapport exclusif entre des troubles apparaissant au niveau des doigts et pouvant s'étendre jusqu'aux épaules et le syndrome.

Quelques conseils pratiques supplémentaires pour éviter les problèmes liés à l'utilisation de la souris:

- alterner le plus possible l'utilisation du clavier et de la souris
- utiliser les raccourcis clavier (option disponible pour la plupart des programmes) au lieu de la souris
- ne pas laisser sa main sur la souris lorsque cette dernière n'est pas utilisée
- accorder de nombreuses minipauses à la main utilisant la souris, masser les zones douloureuses pouvant apparaître au niveau des doigts et pratiquer des étirements
- placer la souris à hauteur environ du clavier, à portée de main immédiate
- tenir la souris avec la main détendue et non crispée, l'avant-bras posé sur la surface de travail de la table pendant l'utilisation de la souris
- utiliser un tapis pour souris, éventuellement avec un repose-poignet
- utiliser une souris ergonomique, éventuellement équipée d'une roue crantée en son centre (molette de défilement)
- réduire la vitesse du double-clic ou utiliser à cette fin la touche médiane de la souris si cette dernière dispose de trois touches
- changer de temps en temps la souris de côté pour pouvoir l'utiliser de l'autre main (on en prend vite l'habitude)
- fixer le fil de la souris sur le bord postérieur de la table pour éviter de tirer constamment sur le câble lors de travaux avec la souris
- garder les mains chaudes, éventuellement en s'aidant d'une petite balle en caoutchouc ou en frottant les mains l'une contre l'autre
- éviter les jeux exigeant une utilisation intensive de la souris.



Figure 131
Gymnastique pour les mains au moyen d'une petite balle.

9.3.5 Prévention de la fatigue

Il est possible de prévenir la fatigue grâce à une organisation du travail offrant des activités variées saines. Il est important aussi de tirer profit de toutes les occasions permettant de bouger. La répartition idéale recommandée dans le cadre du travail à l'écran est la suivante:

- 60 % en position assise ergonomique en mouvement (au moins assise dynamique)
- 30 % en station debout
- 10 % en déplacement ciblé (y compris p. ex. courses pour l'entreprise, déplacement pour aller voir un collègue, accéder à la photocopieuse, à l'imprimerie à l'étage ou en pause).

Il est également important pour la santé du personnel que les postes de travail soient agencés conformément aux règles ergonomiques et que la charge psychologique et mentale soit la plus faible possible grâce à des logiciels adaptés (cf. figure 132).

Il est indéniable que des exercices physiques ou d'étirement peuvent nettement améliorer le bien-être. Ils se pratiquent en position assise, debout ou couchée. Les postes de travail actuels offrent rarement la possibilité d'effectuer des exercices en position allongée alors qu'ils sont les plus efficaces. Il est cependant toujours possible de faire de la gymnastique chez soi avant ou après le travail, ce qui a l'avantage de permettre la pratique de tous les types d'exercice. Les figures 133 à 145 présentent treize exercices différents pouvant être réalisés au travail. Sur le plan ergonomique, l'idéal serait de pouvoir en faire un toutes les heures. Si, contre toute attente, un exercice devait occasionner des douleurs, il est recommandé de l'arrêter sur-le-champ.

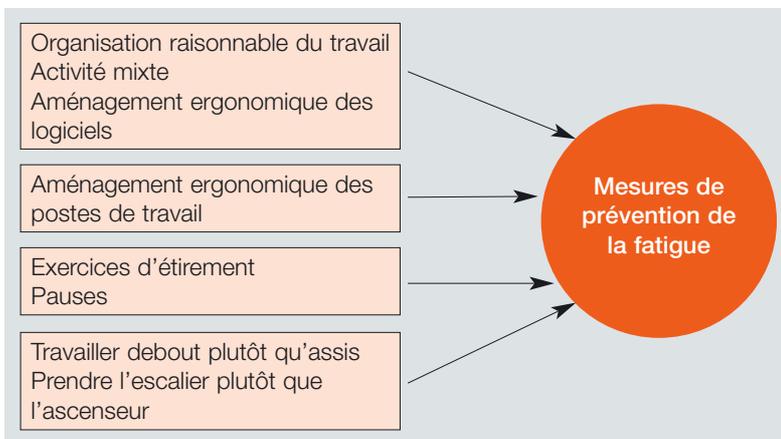


Figure 132
Mesures de prévention de la fatigue.



Position initiale

Debout bien droit,
mains sur les reins.

Déroulement de l'exercice

Pencher lentement le haut du corps vers l'arrière en regardant en direction du plafond sans fléchir les jambes. Rester brièvement dans la position finale en continuant à respirer normalement. Répéter l'exercice cinq à dix fois.

Figure 133
Exercice 1: mobilité dorsale.



Position initiale

Bien droit en position assise, bras détendus et pendant le long du corps.

Déroulement de l'exercice

Lever les bras latéralement et tendre les coudes et les mains vers l'arrière en poussant le thorax vers l'avant. Rester brièvement dans la position finale en continuant à respirer normalement. Laisser ensuite retomber les bras. Répéter l'exercice plusieurs fois.

Figure 134
Exercice 2: étirement des épaules, des bras et des mains.



Position initiale

Bien droit en position assise, index et majeur contre le menton.

Déroulement de l'exercice

Pousser le menton vers l'arrière, en regardant toujours droit devant soi et en gardant le haut du corps stable. Rester brièvement dans la position finale. Répéter l'exercice cinq à dix fois.

Figure 135
Exercice 3: mobilité de la nuque.

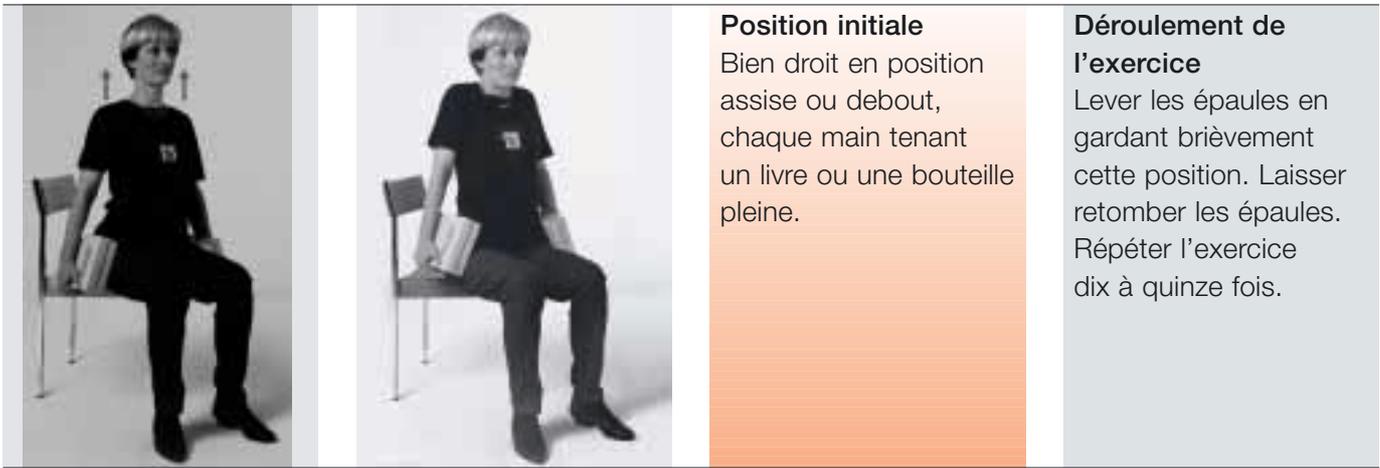


Figure 136
 Exercice 4: relaxation des muscles latéraux de la nuque.

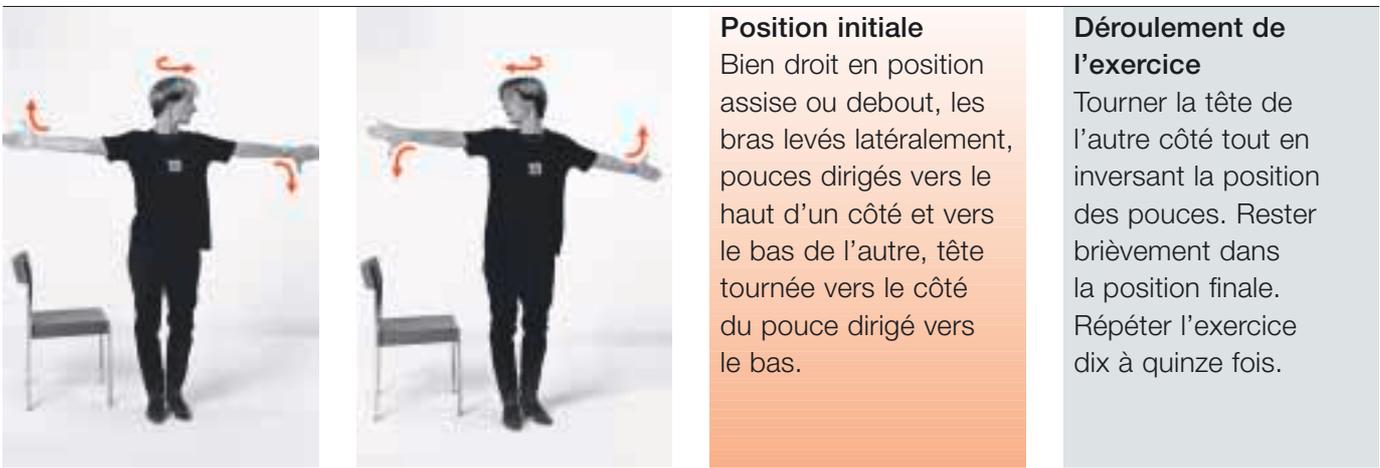


Figure 137
 Exercice 5: relaxation de la partie supérieure de la colonne vertébrale.



Figure 138
 Exercice 6: étirement des muscles latéraux de la nuque.



Position initiale

Torse à plat sur une table, mains tenant le bord de la table.

Déroulement de l'exercice

Contracter les muscles fessiers, puis relever les deux jambes à l'horizontale. Répéter l'exercice dix à quinze fois.

Figure 139
Exercice 7: renforcement et relaxation du dos.



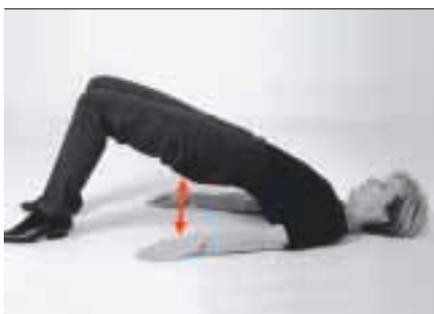
Position initiale

Genoux au sol, appui sur les deux mains.

Déroulement de l'exercice

Etirer en même temps le bras gauche et la jambe droite à l'horizontale. Faire le même mouvement avec le bras droit et la jambe gauche. Répéter l'exercice cinq à dix fois.

Figure 140
Exercice 8: stabilisation et renforcement du dos.



Position initiale

Allongé sur le dos, genoux fléchis et pieds sur le sol.

Déroulement de l'exercice

Relever le bassin jusqu'à ce que le dos et les cuisses forment une ligne droite. Répéter l'exercice dix à quinze fois.

Figure 141
Exercice 9: stabilisation et renforcement de la région lombaire.



Position initiale

Torse allongé sur la table, front en appui sur un livre à plat sur la table.

Déroulement de l'exercice

Lever brièvement la tête en regardant toujours vers le bas, sur la table. Rester brièvement dans cette position. Laisser revenir la tête à sa position initiale et reposer le front sur le livre. Répéter l'exercice dix à quinze fois.

Figure 142

Exercice 10: renforcement et relaxation des muscles de la nuque.



Position initiale

Bien droit en position assise avec les deux mains posées sur la nuque, coudes vers l'avant et toujours en contact entre eux (et ce pendant tout l'exercice).

Déroulement de l'exercice

Lever les coudes vers le haut, les mains posées légèrement sur la nuque. Rester brièvement dans la position finale. Répéter l'exercice dix à quinze fois.

Figure 143

Exercice 11: étirement des muscles dorsaux.



Position initiale

Bien droit en position assise avec les mains contre la nuque et les coudes dirigés latéralement vers l'extérieur.

Déroulement de l'exercice

Ramener les coudes vers l'arrière, les mains posées légèrement sur la nuque en veillant à regarder droit devant soi. Rester brièvement dans la position finale. Répéter l'exercice dix à quinze fois.

Figure 144

Exercice 12: étirement des muscles des épaules.

**Position initiale**

Bien droit en position assise avec les mains à l'avant entre les cuisses.

Déroulement de l'exercice

Fléchir le torse, tête et bras pendant vers le bas, en essayant de toucher le sol avec les mains. Rester brièvement dans la position finale en continuant à respirer normalement. Répéter l'exercice plusieurs fois.

Figure 145

Exercice 13: étirement des muscles dorsaux.

Petits exercices

Des petits exercices à peine perceptibles par l'entourage contribuent aussi à améliorer la sensation de bien-être. Il est ainsi très stimulant de frapper sur le sol avec ses talons lorsqu'on est assis à un pupitre. Pour se reposer, on peut aussi effectuer des mouvements circulaires avec ses yeux pour cesser de fixer l'écran et ainsi relâcher la nuque. Cette détente est encore meilleure lorsque les mains sont croisées derrière la nuque. Souvent, plusieurs inspirations et expirations profondes suffisent à faire des miracles. Certaines entreprises ont introduit des minisiestes au moment de la pause de midi. Il est cependant trop tôt pour faire le point sur ce concept.

9.4 Recommandations

Il est tout à fait possible de travailler sur écran sans développer de troubles pour la santé, à condition de respecter les principes suivants:

Le siège de travail doit être correctement réglé et adapté (hauteur, dossier, inclinaison, éventuellement assise dynamique) à son utilisateur (taille, poids).

La hauteur de la table de travail doit être adaptée à la hauteur d'assise et à la taille de l'utilisateur du poste de travail.

L'utilisation d'un repose-pieds peut contribuer à optimiser les rapports de hauteur (surtout lorsque la table n'est pas réglable en hauteur).

Entre le bord de la table et du clavier doit exister un espace libre d'environ 20 cm pour pouvoir poser les mains. Il peut être utile d'utiliser un appui pour avant-bras.

Il est avantageux d'utiliser un bloc numérique séparé en cas de saisie numérique fréquente.

Il faut garder suffisamment de place pour la souris et utiliser un tapis pour souris. Il existe des tapis avec appui pour avant-bras. La souris doit pouvoir être manipulée de façon souple en gardant les éminences thénar et hypothénar posées sur la table.

L'écran doit se trouver le plus bas possible sur la table (ligne du regard entre l'œil et le centre de l'écran inclinée vers le bas dans un angle d'environ 30°). Cette recommandation est de toute importance pour les personnes presbytes portant des verres correcteurs. L'unité centrale ne doit pas être installée sous l'écran, mais sous la table de travail (ce qui est aussi avantageux au niveau du bruit).

Selon la taille de l'écran, la distance entre l'œil et l'écran doit être entre 50 et 90 cm environ.

Il faut éviter les réverbérations générées par les luminaires et les fenêtres en disposant correctement l'écran.

Des exercices réguliers de relaxation et d'étirement aident à prévenir les troubles physiques. Les mains sont aussi concernées (par leur activité sur le clavier et la souris).

Il faut faire de l'exercice dans la vie quotidienne et au bureau chaque fois que l'on en a l'occasion (cf. figure 146).

Lors de l'apparition de troubles tels que yeux qui brûlent ou qui pleurent, céphalées, alors que l'aménagement des luminaires et du poste de travail est optimal, il est recommandé d'aller consulter un ophtalmologue pour un examen de la vue. La plupart des gens commencent à devenir presbytes à partir de 40 ans, ce qui rend le plus souvent indispensable le port de lunettes de correction.

Lorsque c'est possible, il faut éviter, grâce à une organisation appropriée du travail (tâches variées), les tâches sur écran monotones et mal équilibrées (postures contraignantes, surmenage).

L'humidité de l'air ne doit pas être inférieure à 30%. Quand le niveau sonore est trop élevé, il est nécessaire de localiser les sources sonores et de les éliminer au maximum ou de les exporter dans d'autres locaux par exemple. A l'inverse, lorsque le niveau sonore est trop faible, il faut créer un fond sonore (par exemple bruit de la climatisation).

Tableau 9
Principes à respecter pour un travail sur écran sans douleur.



Figure 146
Bouger au bureau [1].

10 Aspects psychologiques des tâches et du travail à effectuer

Introduire une nouvelle technologie informatique (nouveaux logiciels de bureau, systèmes de production, de planification et de commande, etc.) ou modifier fondamentalement le système en place ne revient pas au même qu'acheter de nouvelles machines. Pour être plus parlant, on pourrait dire que «l'agencement des logiciels s'apparente (le plus souvent) à un aménagement du travail».

Les systèmes de logiciels modernes intégrés présentent souvent une architecture ouverte, de sorte qu'ils n'imposent pas, par leur technologie, un mode d'utilisation et une organisation du travail strictement déterminés. Ces systèmes offrent un immense potentiel d'amélioration, mais présentent aussi certains risques. Leur réorganisation peut rendre le travail plus intéressant ou plus ennuyeux si la division des tâches devient encore plus forte.

Ce chapitre propose aux utilisateurs intéressés et aux personnes concernées par l'introduction de nouvelles technologies des conseils et des informations sur les principaux éléments dont il faudrait tenir compte pour protéger leurs intérêts lors de tels changements.

10.1 Critères généraux d'aménagement

Des logiciels modernes ne peuvent être introduits de manière rentable que si l'entreprise a réfléchi aux conséquences, voulues ou non, de cette introduction sur l'organisation du travail et les cycles de travail. En effet, elle s'accompagne souvent de changements profonds des conditions de travail des personnes concernées.

10.1.1 Critères pour les tâches à effectuer

Lorsqu'il est prévu d'équiper une majorité de postes de travail d'une entreprise en écrans ou en ordinateurs individuels, il est important de tenir compte des éléments assurant un travail acceptable par le travailleur et se rapportant aux tâches à effectuer. Pour ce faire, il convient de remplir les quatre conditions suivantes:

- **L'activité menée n'occasionne pas de lésions physiques:**

l'apparition de lésions physiques et/ou psychophysiques peut en général être constatée de façon objective et doit entraîner l'amélioration des conditions de travail. Exemples de troubles: maladies stomacales ou intestinales consécutives à plusieurs années de travail en rotation y compris de nuit, maladie rhumatismale dégénérative à la suite d'activités effectuées assis à un poste de travail au mobilier non conforme aux règles ergonomiques.

- **L'activité menée n'altère pas la qualité de vie:**

l'altération de la qualité de vie est difficile à constater avant qu'elle ne devienne bien réelle. Il s'agit essentiellement du bien-être social et psychique de l'individu. Exemples d'altération: impression d'être sous pression (contrainte de temps et/ou rémunération en fonction du rendement), passage dépressif dû à un isolement social, limitation des contacts sociaux possibles en raison d'une activité en trois-huit, maladies psychosomatiques dues à un stress prolongé.

- **L'activité menée favorise le développement personnel:**

l'individu se développe aussi à travers son activité professionnelle. Des tâches adaptées au travailleur sont donc essentielles (voir point 10.1.2).

- **L'activité menée est acceptable:**

une activité professionnelle acceptable correspond aux besoins individuels ainsi qu'aux valeurs et normes de la société ou d'un groupe. Cette acceptation diverge fortement selon les qualifications et les aspirations de la personne concernée. Plus l'utilisateur a un niveau d'instruction élevé, plus il aspire à des tâches complexes et enrichissantes.

En résumé, on peut caractériser une tâche acceptable comme une tâche non préjudiciable à la santé psychophysique du travailleur, à son bien-être psychosocial (ou seulement à court terme), correspondant à ses besoins et à ses qualifications, garantissant sa participation collective et/ou individuelle à l'élaboration du travail et favorisant le développement de son potentiel et de ses compétences.

10.1.2 Sept critères pour un travail bien élaboré

Source: norme NF EN ISO 9241 «Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec des terminaux à écrans de visualisation (TEV). Partie 2: guide général concernant les exigences des tâches»

- **Prise en compte des utilisateurs:**

l'élaboration des tâches devrait tenir compte de l'expérience et des capacités du groupe utilisateur. De la sorte, le personnel concerné n'a pas l'impression qu'il existe une utilisation déterminée, mais qu'elle est adaptée à chaque individu. La charge de travail doit être adaptée, sur le plan tant qualitatif que quantitatif.

- **Tâches variées:**

on entend par tâches variées des activités impliquant diverses capacités et connaissances (p. ex. entendre, lire, parler, planifier, exécuter) et différentes postures corporelles

(position assise, debout, marche, etc.) pour leur réalisation et la prise de décision qu'elles exigent.

- **Travail global:**

on entend par travail global une succession de tâches effectuées de façon autonome du début à la fin (préparation, exécution, contrôle) et dont le personnel peut vérifier lui-même si les résultats sont conformes aux exigences fixées.

- **Définition univoque des tâches:**

une définition univoque des tâches aide le personnel à connaître sans ambiguïté la qualité et la quantité de travail attendues et le délai d'exécution. La tâche doit permettre au travailleur d'apporter une contribution, constructive pour lui, au système global.

- **Marge d'initiative:**

disposer d'une marge d'initiative signifie ici pouvoir décider soi-même des modes et des équipements de travail et de l'utilisation du temps imparti. Au lieu d'exécuter passivement les ordres, le travailleur utilise son expérience pour son travail et peut ainsi effectuer, dans les moments de calme, des tâches exigeant par exemple une forte concentration.

- **Feed-back et soutien:**

le travailleur doit obtenir des réactions compréhensibles vis-à-vis de son travail. La réponse des logiciels doit être univoque et possible. Pouvoir communiquer correctement facilite grandement le travail. Il s'agit notamment de pouvoir demander conseil à un collègue ou d'informer de façon simple sur les problèmes existants. Les cycles de travail doivent donc favoriser ou garantir la communication et la coopération entre collègues. En effet, une réaction positive de la part des collègues ou des supérieurs sur la qualité du travail apporte un soutien moral et peut même contrebalancer les effets du stress.

- **Possibilité de développement:**

une tâche incite à améliorer ses connaissances lorsqu'elle permet de développer et approfondir son savoir. Elle entretient ainsi la vivacité de l'esprit et augmente les qualifications professionnelles.

En cas de changement, il est important d'impliquer le personnel dès la phase de planification de la transformation à venir. En effet, il connaît bien le travail et les exigences spécifiques qu'un nouveau logiciel doit remplir. En outre, il est ainsi possible de réduire les réticences et les peurs liées à l'introduction de ce changement.

Lors de restructurations de plus grande ampleur, p. ex. mise sur pied de groupes de travail partiellement autonomes, il convient de toujours tenir compte des travailleurs ne voulant ou ne pouvant pas avoir les qualifications nécessaires. La grande flexibilité des nouvelles technologies permet souvent d'intégrer dans l'organisation du travail de groupes partiellement autonomes des personnes peu qualifiées sans porter préjudice au travail et aux résultats.

10.1.3 Critères de partage des tâches entre l'ordinateur et l'être humain

Pour décrire ces liens, on utilise la notion de triangle d'élaboration (cf. figure 147). La relation demeurant dans les mains de l'utilisateur appartient au domaine de l'ergonomie informatique. Ce paragraphe présente les critères de la relation «tâche-ordinateur» d'après la figure 147.

Les principales questions sont: quelles fonctions doit-on automatiser? Comment se présente la nouvelle tâche en interaction avec l'ordinateur? La réponse à ces questions se rapporte au domaine d'élaboration de la répartition des fonctions entre l'homme et la machine, régi par les quatre critères suivants:

- **Liens:**

il s'agit de toutes les contraintes imposées à l'utilisateur par la machine telles que le temps, le lieu, le processus de traitement. Il est donc souhaitable que ces liens, ces

contraintes, pèsent le moins possible sur l'utilisateur.

- **Transparence:**

l'utilisateur devrait pouvoir se faire une idée correcte de la logique interne du programme ainsi que du type, du moment et de l'envergure des réactions provenant du système. Plus le système est facile à comprendre, plus ce critère est facile à remplir.

- **Domination:**

il s'agit de la répartition du pouvoir décisionnel entre l'utilisateur et l'ordinateur en matière d'accès à l'information et de marge d'initiative pour l'exécution des tâches. Plus ce pouvoir est dans les mains de l'utilisateur, moins ce dernier est asservi à la machine et plus grande est la satisfaction des critères d'une répartition des tâches acceptable par le travailleur.

- **Flexibilité:**

il s'agit de la possibilité de modifier la répartition du pouvoir décisionnel et des tâches entre l'utilisateur et la machine. S'il existe par exemple pour une fonction plusieurs degrés de domination, on dispose alors d'une répartition flexible. L'utilisateur peut déléguer à la machine, partiellement ou complètement, des tâches qu'il a lui-même définies.

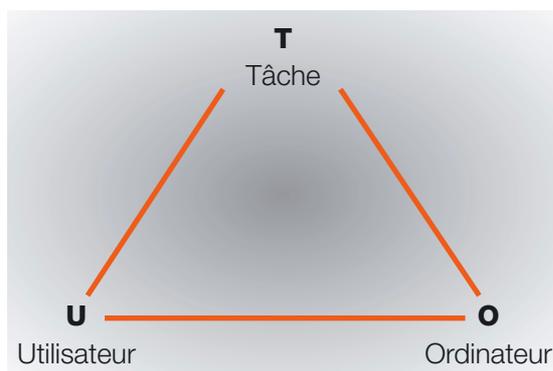


Figure 147
Triangle d'élaboration:
Tâche (T) – Utilisateur (U) – Ordinateur (O).

10.2 Problèmes fréquents et approches de solutions

L'expérience prouve que les différents troubles dont se plaignent souvent les personnes travaillant sur écran ne sont qu'en partie imputables à ce type de travail. Il est fréquent que l'organisation du travail, la nature des tâches et le climat social jouent un rôle plus important. Ainsi, le stress, l'impression de surmenage, la monotonie et la sous-utilisation des capacités de l'utilisateur peuvent provoquer des troubles psychiques et physiques, qui peuvent être amplifiés par un contrôle mal ressenti effectué par les supérieurs ou une machine. En outre, une organisation du travail inappropriée et/ou d'une mauvaise ambiance au sein de l'entreprise peuvent aussi nuire au bien-être de l'utilisateur.

10.2.1 Stress lié à l'activité

A l'instar de nombreuses autres activités, le travail sur écran peut entraîner du mauvais stress, à savoir un état désagréable d'excitation permanente et de tension. Cet état est dû à l'incertitude du travailleur quant à ses capacités à réaliser une tâche qui lui incombe et qu'il juge importante ou à satisfaire à une exigence. Il se manifeste par diverses réactions: peur, énervement, frustration, agitation, manque de réflexion, etc. et divers symptômes physiques tels que la perte de sommeil, troubles gastro-intestinaux et céphalées.



Figure 148
Différents facteurs de stress.

Le mauvais stress nuit donc tant au bien-être qu'à la santé du travailleur (cf. figure 148).

Les facteurs de stress sont multiples: surmenage, situations angoissantes ainsi qu'autres éléments psychosociaux. Le questionnaire sur les causes du stress de la page 107 aide à détecter certains facteurs de base.

10.2.1.1 Charge de travail trop forte

Problème:

une charge de travail trop forte apparaît lorsque l'on a trop de travail et que l'on n'en voit pas la fin. Il arrive qu'une pression excessive au niveau des délais entraîne stress et surmenage.

Approche de solution:

une trop forte charge durable de travail ainsi qu'une pression au niveau des délais doivent être éliminées grâce à une réorganisation du travail ou à la réduction de la charge de travail.

10.2.1.2 Exigences de qualité excessives et sentiment d'insécurité

Problème:

des exigences de qualité deviennent excessives lorsque la personne concernée doit fournir des efforts excessifs, par exemple en l'absence des qualifications ou des capacités d'adaptation requises, pour effectuer une tâche.

Des changements et des nouvelles méthodes de travail peuvent entraîner un sentiment d'insécurité lorsque le travailleur ne sait pas exactement ce qui va arriver et s'il sera à la hauteur. Lorsqu'il s'agit d'un système complexe, il arrive que le travailleur se sente surmené et incapable de comprendre cette technologie par manque de connaissances techniques. Des peurs peuvent alors apparaître, notamment la peur de ne pas être capable d'effectuer son travail et, par conséquent, de perdre son emploi.

Ces peurs peuvent aussi être liées aux conséquences supposées du travail informatisé sur la santé telles que la peur des rayonnements ou la peur de perdre la vue.

Elles nuisent non seulement au bien-être individuel, mais aussi à l'enregistrement et au traitement des informations.

Approche de solution:

il faut prendre au sérieux ces peurs qui peuvent être canalisées de deux façons. D'une part, il est important que l'employeur vérifie si les personnes concernées reçoivent une formation adéquate pendant leur temps de travail, notamment juste avant et pendant l'introduction de la nouvelle technologie en question.

D'autre part, dans le cas d'un système trop compliqué à utiliser, une amélioration de la structure du dialogue ou de l'interface utilisateur (voir liens utilisateur-ordinateur de la figure 147) sous la houlette d'experts en ergonomie et en collaboration avec les personnes concernées peut s'avérer utile.

Il n'est pas rare que différents facteurs générateurs de peurs créent du stress (cf. figure 149).

Les autres peurs peuvent être combattues par une information concrète, de préférence au cours d'entretiens individuels. Lorsqu'elles concernent le système, les appareils et le poste de travail, il est préférable qu'elles soient traitées par une personne désignée par la Direction et spécialisée dans l'utilisation des appareils à écrans de visualisation.

La meilleure façon d'éviter l'apparition d'un sentiment d'insécurité est d'aménager le poste de travail en concertation ou en collaboration avec le personnel dans le cadre d'un processus planifié. Cette démarche participative débute souvent par la définition du système d'application qui sert de base à l'élaboration du système technique. Le système d'application comprend les domaines de l'organisation du travail, de la réglementation de mise en œuvre et des mesures de gestion du personnel telles que la qualification, le droit de participation et de cogestion et le suivi.



Figure 149
Avoir peur d'une technologie peut occasionner des céphalées.

10.2.1.3 Facteurs de stress psychosociaux

Problème:

divers éléments psychosociaux perturbants, qui ne sont pas propres au travail sur écran, peuvent entraîner du stress ou l'aggraver, tels que:

- la reconnaissance insuffisante du mérite personnel
- le manque d'informations sur la planification, l'organisation et les résultats du travail
- les conflits avec la hiérarchie, des collègues, des clients, etc.
- l'existence de systèmes de contrôle inadaptés sur le plan psychologique
- le manque d'avancement
- la sécurité de l'emploi incertaine
- le manque de responsabilités personnelles
- des tâches inintéressantes ou sans grand sens
- des contacts sociaux limités pendant le temps de travail
- une trop grande exigence vis-à-vis de soi (recherche de la perfection).

Approche de solution:
une réorganisation adéquate des tâches constitue le meilleur moyen d'éliminer le stress occasionné par une mauvaise élaboration des tâches ou du travail.

Le stress occasionné par un manque d'autonomie ou de marge d'initiative est encore plus grave s'il s'accompagne d'une trop grande charge de travail. En revanche, si cette surcharge existe dans le cadre d'une autonomie et d'une marge d'initiative réelles, elle peut s'avérer stimulante et encourager une augmentation de la productivité.

Le stress occasionné par une mauvaise gestion de la hiérarchie doit être pallié par une formation complémentaire en la matière des chefs concernés. La tâche de direction devient de plus en plus un service de l'organisation au bénéfice du personnel. Son rôle doit être d'assister le personnel dans l'exécution de son travail et non de se cantonner à sa surveillance. Un bonne direction doit contribuer au développement et à la promotion du savoir-faire et des pensées individuels à tous les niveaux de l'entreprise.

10.2.2 Fatigue consécutive à des tâches monotones et peu variées

Problème:
certaines tâches à des postes informatisés, notamment de saisie de données, s'avèrent monotones et peu variées. Ces activités peu stimulantes réduisent le rendement et le bien-être physique et psychique de la personne concernée. Elles se caractérisent par:

- des opérations répétitives,
- une marge d'initiative individuelle réduite (le travail ne demande pratiquement aucune décision),
- des contacts humains limités (absence de relations sociales au travail).

Ces activités monotones et répétitives ne permettent au travailleur qu'une utilisation restreinte et trop spécialisée de ses capacités. Cette sous-utilisation crée un état de fatigue qui réduit le rendement (baisse de l'attention et de la réactivité) et peut, à la longue, entraîner des maladies psychosomatiques. Contrairement à une véritable

fatigue, il est possible de rétablir une bonne productivité et un état satisfaisant de bien-être en modifiant l'activité.

Approche de solution:
une tâche monotone et peu motivante ne peut être évitée que grâce à sa réorganisation. Il peut s'agir par exemple d'alterner les tâches sur écran et les tâches offrant une plus grande autonomie. Pour les postes de travail mixtes, la proportion de travail purement sans écran devrait être au moins de 50%.

Il est possible d'éliminer les effets négatifs de l'activité professionnelle au moyen d'un questionnaire sur les causes de stress (cf. tableau 10).

10.2.3 Satisfaction au travail

L'expérience prouve que, en général, un travailleur satisfait est plus productif, moins absent et plus endurant qu'un travailleur insatisfait. La satisfaction au travail dépend notamment:

- de l'attitude du travailleur face à son travail et sa nature,
- de la sécurité de l'emploi,
- de l'aménagement du poste de travail,
- des relations sociales avec les collègues et la hiérarchie,
- des possibilités d'avancement et
- de rémunération.

Le juste équilibre entre vie professionnelle et privée ainsi que la situation extraprofessionnelle (famille, etc.) contribuent aussi grandement à cette satisfaction. Le poids donné à chaque critère varie selon les individus et les exigences individuelles. Plus l'utilisateur a un niveau d'instruction élevé, plus ses aspirations en la matière sont importantes (voir critère du travail acceptable au point 10.1.1).

L'amélioration de la satisfaction au travail et donc de la qualité du travail sur écran nécessite par conséquent de tenir compte non seulement du contenu et de la nature du travail et de l'aménagement du poste de travail, mais aussi des capacités et des qualités individuelles.

Parmi les conditions suivantes, lesquelles s'appliquent à votre situation

	oui	ne sais pas	non
Au travail			
quantité de travail trop importante			
tâches trop compliquées			
interface utilisateur trop complexe			
ordres ou attentes peu clairs			
responsabilités peu claires			
pouvoir décisionnel ou marge d'initiative restreints			
sollicitations physiques trop spécialisées			
tâches sans grand intérêt			
responsabilités trop importantes (risque de dommages corporels ou matériels)			
interruptions et dérangements trop fréquents			
préparation du travail insuffisante			
pauses trop rares, voire inexistantes			
conditions de travail en équipe défavorables			
nuisances ambiantes (bruit, poussières, chaleur, etc.) excessives			
conflits trop graves ou fréquents avec la hiérarchie			
Durant les loisirs et dans le privé			
conflits trop intenses avec son partenaire			
conflits trop intenses avec les enfants			
conflits trop intenses avec des amis			
quantité de travail domestique et professionnel trop importante			
ennuis financiers trop importants			
activités de temps libre trop nombreuses (loisirs, sports, associations, etc.)			
contacts sociaux trop réduits			
Autres causes:			

Tableau 10
Questionnaire sur les causes de stress.

L'idéal serait de pouvoir distribuer à chacun le travail qui lui convient le mieux et dans lequel il peut se réaliser le plus aisément.

10.2.4 Organisation du travail

Problème:

étant donné la diversité des utilisations des appareils à écran de visualisation, il n'est pas possible d'édicter des règles universelles pour l'organisation appropriée du travail sur écran. Sur le plan ergonomique, les activités habituelles sur écran se distinguent par les éléments suivants:

- durée totale du travail sur écran
- nature et intensité des tâches de lecture
- fréquence de la saisie de données
- durée des temps d'attente liés au système
- proportion des tâches monotones, ennuyeuses ou intéressantes, motivantes
- vitesse d'exécution du travail requise, influence de l'utilisateur sur cette vitesse d'exécution
- contrôle de la vitesse d'exécution (p. ex. vitesse de frappe) par la hiérarchie
- alternance de tâches sur écran et sans écran
- marge d'initiative de l'utilisateur de l'écran pour la répartition et l'élaboration de son travail.

En fonction des besoins, la Direction de chaque entreprise doit désigner au moins un responsable de l'aménagement, de l'équipement et du contrôle des postes de travail informatisés ainsi que de la formation du personnel. Ce responsable dispose de la formation et de la documentation requises. Sa mission consiste notamment à vérifier périodiquement pour tous les postes informatisés si des modifications inadéquates sur le plan ergonomique ont été apportées par les utilisateurs.

Approche de solution:

en matière d'ergonomie et de psychologie du travail, il convient de tenir compte des éléments suivants pour l'organisation du travail:

- une analyse exacte des tâches à effectuer et des besoins de l'entreprise est néces-

saire pour pouvoir choisir le système informatique adéquat. Elle doit être faite avant son installation par un spécialiste (et non pas par le responsable des achats);

- toute installation, tout changement des postes de travail informatisés ou toute modification radicale du système, de la technologie et de l'organisation du travail doivent être évoqués le plus tôt possible avec les travailleurs concernés afin de leur permettre de bénéficier d'un conseil spécialisé le cas échéant et de faire valoir leur droit de regard;
- avant d'accepter ou de commencer une activité sur écran, le travailleur concerné devrait pouvoir recevoir une formation et des informations sur cette activité. La formation comprend de préférence les éléments suivants:
 - vue d'ensemble sur le système informatique utilisé,
 - utilisation du système en rapport avec les tâches concrètes à réaliser,
 - sensibilisation à l'ergonomie pour l'agencement des postes de travail informatisés, notamment à l'importance de l'adaptation individuelle des appareils et des sièges de travail;
- les supérieurs devraient recevoir une formation leur apprenant à se comporter correctement sur le plan psychologique avec le personnel travaillant sur écran;
- les tâches sur écran sont intéressantes lorsqu'elles sont variées et globales. Dans la pratique, elles sont cependant souvent trop délimitées. Il serait souhaitable qu'elles soient rattachées à des tâches mixtes plus motivantes;
- les tâches monotones demandant de nombreuses lectures de données sur l'écran ou exclusivement de la saisie de données dans un délai imposé ne devraient pas constituer plus de la moitié de l'activité totale. Lorsque cela n'est pas possible pour des raisons de gestion, accroître le nombre de pauses courtes améliore la situation. Il est à noter que des pauses régulières conduisent à une augmentation de la qualité et de la quantité de travail effectué. Pouvoir organiser soi-même la répartition de son travail sur la journée peut aussi jouer un rôle positif;

- le contrôle de la productivité comptabilisant le nombre de fautes de frappe, de corrections, d'interruptions du travail, etc., a un effet négatif sur le bien-être psychosocial du personnel. Cette surveillance des supérieurs devrait se faire ouvertement, et non à l'insu du personnel ni depuis la fenêtre ou la baie vitrée du bureau du chef;
- le transfert aussi large que possible des responsabilités en matière de répartition du travail, des pauses, etc. au personnel a une action psychosociale toujours bénéfique et contribue souvent à l'amélioration de la qualité du travail.

Durée du travail sur écran, réglementation des pauses

Il n'est pas possible d'édicter une limite générale du travail qui s'appuierait sur de solides connaissances scientifiques. Elle diffère en effet fortement selon les activités.

La question concernant une limitation du temps passé devant un écran se pose fréquemment, notamment lors de l'élaboration de contrats collectifs de travail. Un travail mal équilibré peut occasionner des surmenages et, pour des raisons ergonomiques, ne devrait pas durer toute la journée. Cette remarque vaut tant pour certaines formes de travail sur écran (p. ex. la saisie de données toute la journée) qui sollicitent en particulier les yeux et leur imposent une adaptation aux changements permanents des distances visuelles, ce qui peut fatiguer les muscles des yeux, que pour d'autres activités telles que celles de caissières de supermarché, de chercheurs utilisant des microscopes ou pour les tâches entraînant des postures contraignantes difficiles à éviter.

En ce qui concerne le travail sur écran, le critère de limitation n'est pas l'écran en tant que tel, mais les différents éléments gênants provenant de son utilisation (forte concentration requise, délais, surmenage du système main-bras à la suite de mouvements monotones et répétitifs, fatigue visuelle, troubles psychiques, voire postures non naturelles).

Ainsi, dans l'administration fédérale, les tâches sur écran particulièrement contraignantes (travail uniquement sur écran, travail intensif et monotone offrant peu d'autonomie et/ou peu de contacts sociaux) représentent au maximum la moitié du temps de travail quotidien lorsqu'il n'est pas possible de proposer des tâches mixtes pour des raisons d'organisation du travail.

En général, il devrait être possible d'organiser le travail de façon à alterner tâches sur écran et autres tâches demandant un effort physique ou, du moins, une modification de position et une interruption du travail sur clavier. L'impossibilité de proposer, pour des raisons d'organisation, des tâches mixtes doit pouvoir être compensée par la multiplication des pauses courtes.

De nombreuses entreprises accordent une pause de quinze à vingt minutes toutes les deux heures à leur personnel travaillant toujours sur écran. De telles pauses permettent une meilleure communication interne que les pauses courtes de cinq à dix minutes toutes les heures, bien que ces dernières soient préférables du point de vue de la physiologie du travail.

Les connaissances actuelles en matière de physiologie du travail justifient certaines dérogations quant aux prescriptions de la Loi sur le travail pour la durée minimale des pauses.

Les pauses imposées par l'activité professionnelle menée (p. ex. les temps de réponse de l'ordinateur) s'avèrent gênantes et plutôt peu récupératrices. Elles ne peuvent se substituer aux pauses régulières.

En principe, il conviendrait d'éviter toute activité annexe durant les pauses telle que consulter Internet, écrire des lettres privées ou jouer. Le cas échéant, il faudrait arrêter l'ordinateur. Il est recommandé de pratiquer quelques exercices pour détendre les muscles du dos, des épaules et des mains (voir figures 133 à 145). Aller prendre un café dans la salle de pause ou à la cafétéria oblige le corps à bouger, peut créer des contacts sociaux et détend (cf. figures 150 et 151). On peut utiliser un espalier pour décontracter les muscles si l'on en a un à disposition.



Figures 150 et 151
Salles de pause.

11 Services d'information et de conseil, équipements de travail

11.1 Seco – Direction du travail

Travail et santé

Stauffacherstrasse 101, 8004 Zurich,
tél. 043 322 21 00, fax 043 322 21 19

Inspections fédérales du travail

Eidg. Arbeitsinspektion Ost,
Stauffacherstrasse 101, 8004 Zurich,
tél. 043 322 21 20, fax 043 322 21 29

Inspection fédérale du travail Ouest,
Petit-Chêne 21, 1003 Lausanne
tél. 021 317 58 50, fax 021 311 02 82

11.2 Inspections cantonales du travail

Voir annuaire téléphonique électronique pour obtenir les adresses et les numéros de téléphone actuels.

11.3 Organisations diverses

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie (IHA), ETH-Zentrum, NW, 8092 Zurich,
tél. 01 632 39 73, fax 01 632 11 73

Société suisse pour l'ergonomie «Swissergo», c/o Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH-Zentrum, Clausiusstrasse 25, 8092 Zurich,
Internet: www.swissergo.ch

SLG Association suisse de l'éclairage,
Postgasse 17, 3011 Berne
tél. 031 313 88 11, fax 031 313 88 99,
Internet: www.slg.ch

Institut universitaire romand de Santé au Travail (IST), rue du Bugnon 19,
1011 Lausanne 11,
tél. 021 314 74 21, fax 021 314 74 20

11.4 Suva

Tél. 041 419 51 11

Commandes par fax au 041 419 59 17 ou sur Internet: www.suva.ch/waswo

La Suva a édité sur le thème du travail sur écran les moyens d'information et le matériel pédagogique suivants:

Matériel pédagogique

Programme pédagogique interactif sur le site Internet de la Suva (www.suva.ch) pour la formation du personnel travaillant à des postes de travail informatisés à la question de l'ergonomie de ces postes.

Brochures et affichettes

44034 Brochure «Le travail à l'écran de visualisation. Informations importantes pour votre bien-être». 24 pages, version abrégée de la présente brochure

84021 Postes de travail informatisés. Dix conseils pour votre santé et votre bien-être

55113 Affichette A4 «Ergonomie et travail à l'écran de visualisation: bonne hauteur, bon travail!»

55149 Affichette A4 «Votre dos a besoin de bouger»

Listes de contrôle

Listes de contrôle disponibles auprès de la Suva:

- Acquisition d'écrans de visualisation, Suva, réf. 67049.f
- Mobilier pour postes de travail informatisés, Suva, réf. 67050.f
- Eclairage des postes de travail informatisés, Suva, réf. 67051.f
- Bien travailler à l'écran de visualisation, Suva, réf. 67052.f

Ces listes de contrôle peuvent être directement téléchargées à partir du site de la Suva (www.suva.ch)\listesdecontrôle → ergonomie, en format pdf).

Ces listes de contrôle doivent permettre de sensibiliser le personnel aux aspects ergonomiques et l'aider à résoudre seul les problèmes simples. Elles ne dispensent pas de demander conseil et aide aux experts en ergonomie.

Listes de fournisseurs

Listes de fournisseurs disponibles auprès de la Suva (et constamment actualisées) pour des produits particuliers:

- n° 86958 pour les pupitres pour station debout
- n° 86960 pour les sièges de bureau
- n° 86966 pour divers produits tels que claviers ergonomiques, écrans anti-éblouissement
- n° 86970 pour les éducateurs visuels (gymnastique des yeux)

12 Ouvrages spécialisés

12.1 Ouvrages en français

- (1) Directive 90/270/CEE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives au travail sur des équipements à écran de visualisation
- (2) Dossier «L'aménagement du poste de travail à écran de visualisation», www.apsexam.com/pdf/fiche/FT13.pdf
- (3) Dossier Solution constructive n° 10 «Investir dans l'éclairage des bureaux: des retombées pour les employés et pour l'environnement», Institut de recherche en construction (IRC), Conseil national de recherche du Canada, décembre 1997 ISSN 206-1239
- (4) Ergonomie: aménagement des postes de travail, document suisse de la CUSSTR
- (5) Site Internet de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) en France: www.inrs.fr qui propose de nombreux dossiers sur l'ergonomie, les TMS, le travail sur écran, etc.
- (6) Revue de mars 2003 de l'INRS: Travail et sécurité n° 627, article «Centres d'appels téléphoniques – les galériens du tertiaire», p. 27-33
- (7) Revue d'avril 2003 de l'INRS: Travail et sécurité n° 628, Fiche pratique de sécurité ED 108 «Les centres d'appels téléphoniques»
- (8) Brochure de l'INRS: «Le travail sur écran en 50 questions»
- (9) Manuel «Sécurité et ergonomie du poste de travail», réf. 297660-052, de l'entreprise Hewlett-Packard, téléchargeable à l'adresse Internet www.hp.com/ergo

12.2 Ouvrages en allemand et en anglais

- (1) SLG/LITG/LTAG/NSVV: Handbuch für Beleuchtung, ecomed Fachverlag, Landsberg, 1992.
- (2) Friedrich Blaha (Hrsg): Trends der Bildschirmarbeit, Springer-Verlag, Wien, 2001.
- (3) E. Grandjean: Physiologische Arbeitsgestaltung, Leitfaden der Ergonomie, Ott Verlag, Thun, 1991.
- (4) H. Krueger, W. Müller-Limmroth: Arbeiten mit dem Bildschirm, aber richtig! Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, München, 1989 (9. Auflage).
- (5) Th. Fellmann, U. Bräuninger, R. Gierer, E. Grandjean: An ergonomic evaluation of VDTs, Behaviour and information technology, Vol. 1, No. 1, 1982, 69-80.
- (6) Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse: Bildschirmarbeitsplätze, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, 1989.
- (7) O. Höhnke, A. Ramme: Bewegung und Entspannung am Arbeitsplatz, G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1990.
- (8) D. Sellers: Computer - aber sicher, Midas Verlag, St. Gallen, Zürich, 1996.
- (9) D. Rudolph: Ergonomie an Bildschirmarbeitsplätzen, Raab Karcher Elektronik GmbH, Nettetal, 1994.
- (10) H. R. Ris: Beleuchtungstechnik für den Praktiker, vde-verlag GmbH, Berlin und Offenbach / AZ-Verlag Aarau, 2. Auflage, 1997.
- (11) M. Wolf: Integriertes Augentraining, Eigenverlag, Kastanienbaum, 1990.
- (12) D. Spielmann, R. Kampmann: SitzLast – StehLust, Westermann-Kommunikation, 1993.
- (13) H. W. Bodmann, K. Eberbach, H. Leszczynska: Lichttechnische und ergonomische Gütekriterien der Einzelplatzbeleuchtung im Büro, Bundesamt für Arbeitsschutz, Dortmund, 1995.
- (14) Ch. Schierz, H. Krueger: Beleuchtung, in Handbuch der Arbeitsmedizin, Kap. II-3.5, ecomed Fachverlag, Landsberg, 16. Erg. Lfg. 4/1996, S. 1-40.
- (15) C. Baitsch u.a.: Computerunterstützte Büroarbeit. vdf-Hochschulverlag AG, Zürich, 1989.
- (16) M. Burmester u.a.: Das SANUS-Handbuch: Bildschirmarbeit EU-konform. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschung FB 760, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1997.
- (17) A. Dix u.a.: Mensch Maschine Methodik, Prentice Hall, München, 1995.
- (18) G. Grote: Autonomie und Kontrolle, vdf-Hochschulverlag AG, Zürich, 1997.
- (19) M. Rauterberg, P. Spinas, O. Strohm, E. Ulich & D. Waerber: Benutzerorientierte Software-Entwicklung, vdf-Hochschulverlag AG, Zürich, 1994.
- (20) E. Ulich: Arbeitspsychologie, 4. Auflage, Poeschel, Stuttgart, 1998.
- (21) Verwaltungs-Berufsgenossenschaft VBG: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze, Schriftenreihe Prävention SP 2.1 (BGI 650), 2002.
- (22) Verwaltungs-Berufsgenossenschaft VBG: Call-Center, Schriftenreihe Prävention SP 2.10 (BGI 773), 2000.

- (23) Richenhagen, Prümper, Wagner: Handbuch der Bildschirmarbeit, Luchterhand Verlag, Neuwied, Kriftel, 1998.
- (24) H. Krueger: Ergonomie, Arbeit + Gesundheit, Vorlesungsskript (prov. Fassung), IHA, ETH Zürich, 2002.
- (25) www.ergo-online.de: Fachinformationsdienst Arbeit und Gesundheit im Sozialnetz Hessen.

12.3 Normes

La référence normative pour les postes de travail avec des appareils à écran de visualisation est la série de normes ISO 9241. Existant sous forme de normes européennes (EN), elles ont été intégrées dans la législation suisse en tant que normes SN. La liste ci-après date d'octobre 2002 (voir aussi le site Internet de l'Association suisse de normalisation: www.snv.ch ou de l'Association française de normalisation l'Afnor: www.afnor.fr).

SN EN ISO 9241-1, édition 1998

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 1: introduction générale.

SN EN ISO 9241-1/A1, édition 2001

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 1: introduction générale; amendement 1 à la norme ISO 9241-1.

SN EN ISO 9241-4, édition 1999

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 4: exigences relatives aux claviers.

SN EN ISO 9241-4/AC, édition 2000

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 4: exigences relatives aux claviers, rectificatif 1 à la norme ISO 9241-4.

SN EN ISO 9241-5, édition 1999

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 5: aménagement du poste de travail et exigences relatives aux postures.

SN EN ISO 9241-6, édition 2001

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 6: guide général relatif à l'environnement du travail

SN EN ISO 9241-7, édition 1999

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 7: exigences d'affichage concernant les réflexions.

SN EN ISO 9241-8, édition 1998

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 8: exigences relatives aux couleurs affichées.

SN EN ISO 9241-9, édition 2000

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 9: exigences relatives aux dispositifs d'entrée autres que les claviers.

SN EN ISO 9241-10, édition 1996

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 10: principes de dialogue.

SN EN ISO 9241-11, édition 1999

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 11: lignes directrices relatives à l'utilisabilité.

SN EN ISO 9241-12, édition 2000

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 12: présentation de l'information.

SN EN ISO 9241-13, édition 2000

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 13: guidage de l'utilisateur.

SN EN ISO 9241-14, édition 2000

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 14: dialogue de type menu.

SN EN ISO 9241-15, édition 1999

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 15: dialogue de type langage de commande.

SN EN ISO 9241-16, édition 2000

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 16: dialogue de type manipulation directe.

SN EN ISO 9241-17, édition 1999

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 17: dialogue de type remplissage de formulaires.

13 Remerciements

Nous remercions les entreprises et les organisations suivantes pour leur apport d'informations:

Girsberger AG, Sitzmöbel, 4922 Bützberg
www.girsberger.ch

IBM Schweiz, 8010 Zurich
www.ibm.ch

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, EPF, 8092 Zurich
www.iha.bep.r.ethz.ch

Joma-Trading AG, 8355 Aadorf
www.joma.ch

Maurer + Partner AG, 3615 Heimenschwand
www.m-controlroomdesign.com

ORG-DELTA GmbH, DE-73528 Reichenbach/Fils
www.org-delta.de

Albert Stoll Giroflex AG, 5322 Koblenz
www.giroflex.ch

Waldmann Leuchten GmbH, 5024 Küttigen
www.waldmann.de

Vitra AG, 4127 Birsfelden
www.vitra.ch

WSA OFFICE PROJECT, 6004 Lucerne
www.wsa.ch

Zumtobel Staff AG, 8050 Zurich
www.zumtobel.ch

Sources des illustrations:

[1] Vitra AG: Vitra New Office, Weil a. Rhein; architecte: Sevil Peach; photographe: Ramesh Amruth.

[2] ORG-DELTA GmbH

[3] Maurer + Partner AG

De nombreuses personnes travaillant à un poste informatisé ont envoyé à la Suva des suggestions, qui ont été largement prises en compte dans la présente version. La Suva remercie par avance les personnes qui lui enverront des suggestions.

La Suva remercie tout particulièrement MM. Krueger et Schierz de l'Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, EPF, Zurich, pour leur contribution précieuse à l'amélioration qualitative et quantitative de cette brochure.

Elle tient également à remercier en particulier Mme Vanis, MM. Hohmann, Jossen, Oliveri et Rügsegger, qui travaillent à la Suva notamment sur l'ergonomie des postes de travail informatisés, pour leurs nombreux conseils et leurs contributions pratiques.

14 Index alphabétique

A

Accommodation 21
Accoudoir 54
Acuité visuelle 19
Adaptation 20, 22
Agencement (ameublement) 74
Agencement des logiciels 101
Alterner les activités 48, 94, 100, 102, 110
Ambiance thermique et hygrométrie 80
Aménagement du travail 101
Amétropie 86
Ameublement 74
Amplitude d'accommodation 21
Amplitude d'oscillation 23
Angle de vue 26
Appareil de dépistage (vue) 87
Appareil optique 87
Application Windows 34
Appui lombaire (siège) 53
Appui pour avant-bras 54
Assise dynamique 90, 92
Astigmatisme 88
Axe principal du regard 71

B

Bien-être 101
Bloc numérique 40, 41
Boule de commande (trackball) 43
Brochures 111
Bruit 82-84, 100
Bruit (valeur de référence d'exposition au) 83
Bruit de fond 82-84, 100
Bruit extérieur 84

C

Cale (siège) 53
Cancer 78
Candela 16
CAO (Conception assistée par ordinateur) 61
Capacités visuelles 87
Caractères 29
Centre d'appels téléphoniques 63
Centre de commande 64
Centre de coordination 64
Céphalée 13

Cervicalgie 13
Champ électromagnétique 78
Champ électrostatique 79
Champ magnétique 79
Champs magnétiques alternatifs 32
Charge électrostatique 26
Chemin de câbles 47
Choix d'un siège de travail 56
Clavier 40
Clavier ergonomique 41
Combinaison de touches 44
Commande de clavier 35
Compatibilité électromagnétique
des écrans 79
Conception assistée par ordinateur (CAO) 61
Consommation d'électricité 26, 32
Contraste 18, 20, 68
Contraste de couleurs 18
Contraste des caractères 30
Contraste négatif des caractères 29
Contraste positif des caractères 29
Couleur de la lumière 68
Couleur de la table 47
Courbure de l'écran 32
Creux du genou 53
Cristaux liquides 33

D

Définition univoque des tâches 102
Desktop 57
Diagonale des écrans 27
Différence de couleur 18
Différence de luminance 18, 69
Différenciation difficile des couleurs 86
Difficultés psychologiques 13
Dimensions de la table de travail 45
Direction du regard 37, 38, 71, 73
Directive européenne 24
Dispositif d'éclairage du fond d'écran 33
Disques intervertébraux
(solicitation des) 90, 92
Distance de vision 37
Dixième (acuité visuelle) 19
Document 57
Domination 103

Dossier du siège de travail 53
Double-clic 44, 93
Douleur 13
Durée du travail sur écran 109

E

Eblouissement 17
Eclairage 16, 68
Eclairage indirect 75, 77
Eclairage naturel 70
Eclairagisme 15
Economie d'énergie (mode veille) 26, 32
Ecran 25
Ecran à cristaux liquides 33
Ecran classique 26, 31
Ecran plat 26, 33
Ecran tactile 43
Éléments psychosociaux 104
Entretien 39, 44
Ergonomie 15
Ergonomie logicielle 34
Evolution du marché 10, 11
Examen de la vue 87
Exercices (d'étirement) 95-99
Exposition au bruit (voir aussi bruit) 82-84

F

Facteur de réflexion 18, 19, 69
Facteurs de stress psychosociaux 105
Faisceau laser 60
Fausse couche 78
Filtre d'ozone (à charbon actif) 60
Filtre d'écran 26, 28
Flexibilité 103
Flux lumineux 16
Fonction zoom 36
Forme des caractères 31
Fréquence critique de fusion 23
Fréquence de rafraîchissement 32

G

Géométrie de l'écran 32
Grossesse 78
Gymnastique des yeux 89

H

Handicapés
(postes de travail informatisés pour) 66
Hauteur de l'écran 38
Hauteur de la table de travail 46
Hauteur du siège 53
Hublot (luminaire) 75
Humidité de l'air 80, 81, 100

I, J

Icône 35
Image à l'écran (géométrie de l'écran) 32
Impression de luminosité 16
Imprimante 60
Imprimante à aiguille 60
Imprimante à jet d'encre 60
Imprimante de réseau 60
Imprimante laser 60
Imprimante matricielle 60
Inclinaison (table) 46
Inclinaison de l'écran 37
Inspection du travail 111
Joystick (manette de commande) 43

L

Lampadaire 75
Lampe à incandescence 75
Lampe de table 77
Larmolement des yeux 13
Lentilles de contact 89
Lésion 101
Liens 103
Limitation du temps de travail 109
Liste de contrôle 112
Liste de fournisseurs 112
Locaux climatisés 80
Loi sur l'assurance-accidents (LAA) 3
Loi sur le travail 3
Lumière diffuse 17
Lumière sans scintillement 70
Luminaires (de bureau) 77
Luminance 16, 17, 20, 23, 68
Lunettes 87-89
Lunettes à verres à double foyer 88
Lunettes à verres à plusieurs foyers 88
Lunettes de travail 87, 89
Lunettes pour le travail à l'écran 89

M

Machine bruyante 86
Maladies 82
Maladies psychosomatiques 106
Malformation congénitale 78
Manette de commande (joystick) 43
Marché mondial d'écrans 11
Marge d'initiative 102
Mesures acoustiques 84
Minisieste 99
Mobilité de l'écran 28
Mode veille 26
Molette de défilement (scroll) 44, 93
Mouvement 91
MPR 2 (nouvellement SS 436 1490) 24, 78

N

Nervosité 13
Netteté des caractères 26
Nettoyage 39, 44
Niveau d'éclairage 68
Normes 24, 114

O

Ophtalmologue (opticien) 87, 89
Ordinateur portable 11, 34
Ordonnances (législation) 3
Organisation du travail 94, 108
Ozone (traces) 60

P

Paroi mobile 84
Pas de masque (pitch) 32
Pause 110
Peurs 104, 105
Photomètre de luminance 16
Picotements des yeux 13
Pitch (pas de masque) 32
Plafond acoustique 84
Plafonnier 75
Plaintes 13
Police de caractères 26, 31
Portable (ordinateur) 11, 34
Porte-documents 57, 58
Position assise 90, 92
Position assise-debout 55
Position de l'écran 37
Position debout 48-51
Position statique 91
Positionnement du clavier 42
Possibilité de développement 102
Poste de travail CAO 61
Posture 59, 66
Posture forcée 59, 91
Presbytie 86
Prescriptions 24, 114
Radioprotection 80
Prise en compte de l'utilisateur 102
Profondeur de la table (place requise) 26
Programmation (souris) 44
Programme DOS 34
Pupitre 47-51
Quantité de lumière 16
Quartz rose 80

R

Raccourcis clavier 44, 93
Rapport de contraste 18
Rayons X 79
Rayonnement électromagnétique 26
Rayonnement infrarouge 80
Rayonnement ionisant 79
Rayonnement radioactif 26
Rayonnement thermique 80
Rayonnement ultraviolet 80
Reflets (réverbération) 70
Réglabilité 66, 67
Réglage (siège) 56
Réglage de l'image de l'écran 32
Réglementation des pauses 109, 110
Répartition des luminances 69
Repose-pieds 53, 59
Repose-poignets 42
Représentation des caractères 26, 31
Résolution de l'écran 31
Restitution des couleurs 26
Résultat de tests 39
Réverbération (reflets) 70
Rideau 72
Roulettes (siège) 53

S

Saisie de données 12
Santé 82
Satisfaction au travail 106
Scintillement 23, 26, 32
Scroll (molette de défilement) 44, 93
Seco 111
Sensibilité aux différences de luminance 21
Séparation des caractères 32
Services d'information 111
Services de conseil 111
Sick building syndrom
(syndrome des bâtiments malsains) 82
Siège de travail 52
Siège de travail (durée de vie) 56
Siège flexible à la base stable 55
Siège-ballon 54, 55
Sièges sur lesquels on s'agenouille 54
Source lumineuse 16
Souris 43
Souris (problèmes) 44, 93
Souris (programmation) 44
Souris (utilisation) 93
Stabilité des caractères 26, 32
Station debout 48-51
Stores 72
Store à lamelles 72
Stress 13, 104-106

Surface de l'écran 28
Surface de travail 35
Syndrome de la souris 92
Syndrome des bâtiments malsains
(sick building syndrom) 82

T

Table de travail 45
Tablette graphique 43
Tâches à effectuer 101, 102
Tâches mixtes
(variées) 48, 94, 100, 102, 110
Taille de l'écran 27, 28
Taille des caractères 30
Tapis de souris 43
TCO 24, 78
Température 80
Température ambiante des locaux 80
TMS (trouble musculosquelettique) 91
Tour (unité centrale) 57
Trackball (boule de commande) 43
Traitement spécial des postes de travail
sur écran 14
Transparence 103
Travail global 102
Travail sur écran (échange d'informations) 12
Travail sur papier (travail documentaire) 12
Triangle d'élaboration 103
Trouble musculosquelettique (TMS) 91
Trouble visuel 86
Troubles 13
Tube cathodique 25

U

Unifocales 88
Unité centrale 57

V

Valeur d'éclairage d'entretien 16
Valeur d'éclairage nominal 16
Valeur limite 24
Verre à plusieurs foyers 88
Verre à simple foyer 88
Verre correcteur de la presbytie 20
Verre de correction 88
Verre progressif 88
Verres de contact 89
Vitesse d'accommodation 22
Vitesse d'affichage 26
Vitesse de perception 24
Vitesse du double-clic 93

W

Windows (application) 34

15 Résumé

Le travail sur écran fait depuis longtemps l'objet de débats passionnés dans l'opinion publique, en particulier en ce qui concerne les aspects relevant de la physiologie du travail. La présente brochure explique comment éviter les troubles dont se plaignent souvent les personnes travaillant sur écran. Après une brève présentation des notions d'éclairagisme, elle expose les exigences ergonomiques afférentes à l'appareil en tant que tel, à l'éclairage, aux logiciels et à l'organisation du travail. Elle évoque à cet égard quelques aspects importants en matière de médecine et de physiologie du travail. Elle souligne enfin qu'on ne connaît à ce jour aucune affection oculaire provoquée par le travail informatisé.

