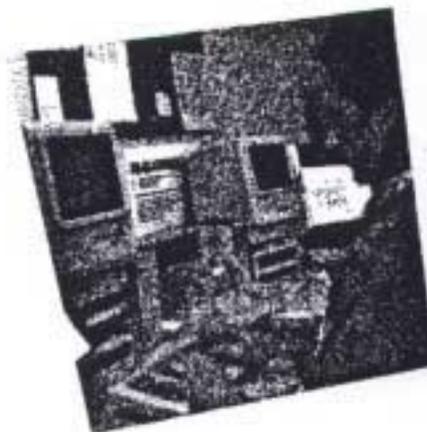


**Rapport du groupe de travail
sur les terminaux
à écran de visualisation
et la santé des travailleurs**



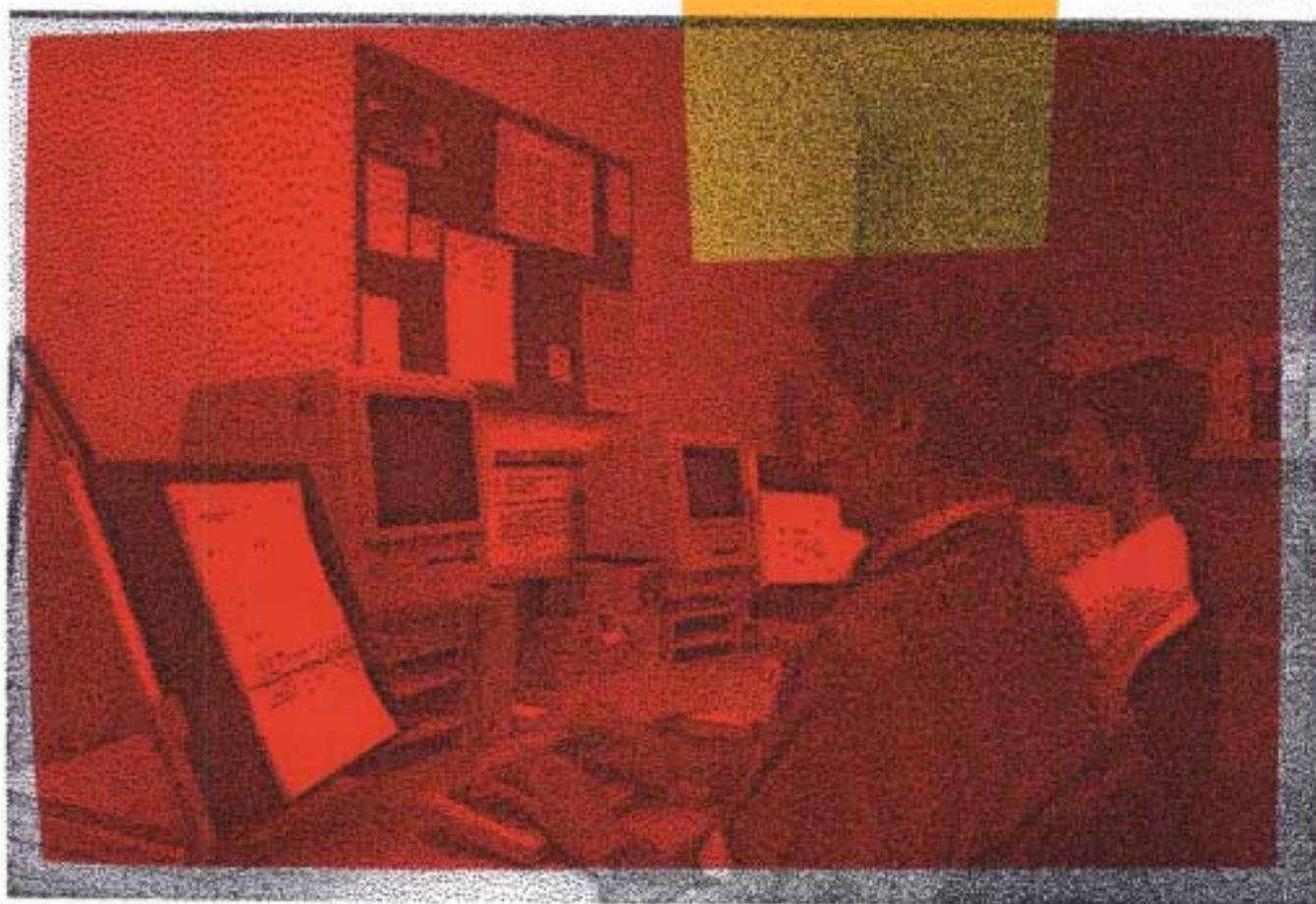
BILANS DE CONNAISSANCES

**Raynald Pineault
Diane Berthelette**

Mars 1984

E-008

RAPPORT



IRSST
Institut québécois
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

Rapport du groupe de travail sur les terminaux à écran de visualisation et la santé des travailleurs

**Raynald Pineault
Université de Montréal**

**Diane Berthelette
IRSST**



RAPPORT

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

© Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, mars 1984
1^{er} trimestre 1984.

Montréal, le 26 janvier 1984

*Monsieur Yves Martin
Directeur général
Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2*

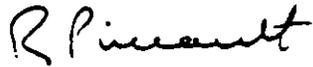
Monsieur le Directeur général,

Nous avons l'honneur de vous soumettre le rapport final du groupe de travail sur les terminaux à écran de visualisation (T.E.V.). Le mandat que vous nous avez confié, en janvier 1983, était le suivant:

- 1) faire le point sur l'état des connaissances concernant les risques pour la santé que pourrait comporter l'utilisation de T.E.V.;*
- 2) faire des recommandations, si possible, concernant des mesures qui pourraient être prises relativement à l'élimination des risques à la source et à la protection du (de la) travailleur(euse);*
- 3) proposer des avenues de recherche qui sembleraient les plus pertinentes à suivre.*

Nous croyons avoir rempli ce mandat, et nous vous prions d'agréer, Monsieur le Directeur général, l'expression de nos sentiments distingués.

*Le président du groupe de travail sur
les terminaux à écran de visualisation,*



Raynald Pineault

Présentation

La question des effets potentiels, sur la santé, des terminaux à écran de visualisation, a été soulevée dès les premiers mois de la mise en place de l'Institut. Ce sont essentiellement les intervenants de la Commission de la santé et de la sécurité du travail et des Départements de santé communautaire qui ont alors soulevé ce point. Des membres du Conseil d'administration de l'Institut ont également abordé cette question lors de différentes réunions et l'Institut a, par ailleurs, reçu de nombreuses demandes à ce sujet, ces trois dernières années. Le programme des Projets spéciaux de l'Institut a donc entamé l'étude de ce problème à partir de l'analyse et du traitement de l'information scientifique disponible. Un document s'intitulant «Rapport d'étape — Dossier des écrans cathodiques», dans lequel on soulignait les principales dimensions concernant les effets potentiels des terminaux à écran de visualisation sur la santé, a été déposé auprès de la direction générale le 16 novembre 1982.

À la suite de ce rapport, les instances de l'Institut (Conseil scientifique, Comité exécutif et Conseil d'administration) ont approuvé la mise en place d'un groupe de travail sur les terminaux à écran de visualisation. Il nous est apparu que la nature des problèmes soulevés dans le rapport justifiait de s'orienter vers une approche possédant deux caractéristiques principales:

- Il devait s'agir d'une approche multidisciplinaire. En effet, la question des T.E.V. nécessitait le maniement de données ou d'informations de nature technique, physique, ergonomique, médicale, épidémiologique et génétique. C'est sur cette constatation qu'ont été établis les principes qui ont régi la constitution du groupe de travail, comme on peut le constater si on s'intéresse à la spécialité ou à la compétence de chacun des membres du groupe.
- L'ensemble du dossier devait être abordé dans une optique de santé publique. Ce problème de santé au travail est en effet très étroitement associé à des préoccupations qui dépassent le cadre d'une simple entreprise puisqu'il s'inscrit dans un contexte de changement technologique qui touche la société dans son ensemble. La nature même des problèmes de santé qui faisaient l'objet d'inquiétude justifie une approche de santé publique axée vers les aspects sociaux et préventifs de la question.

L'Institut a tenu à ce que ce groupe de travail puisse fonctionner de façon indépendante et libre de toute influence contraire aux exigences de rigueur scientifique indispensable à la crédibilité de ses travaux. La participation de l'Institut a néanmoins été constante puisque l'ensemble de ces travaux se sont déroulés dans le cadre de son programme des Projets spéciaux

Au total, ce rapport et les recommandations qui en font partie, doivent cependant être compris comme étant l'opinion émise par le groupe de travail — que nous tenons, par ailleurs, à remercier — et non pas comme une prise de position officielle de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.

Lucien L. Abenheim

Lucien Lewys Abenheim
Responsable du programme
Projets spéciaux
IRSST

Yves Martin

Yves Martin
Directeur général
IRSST

Membres du groupe de travail

M. Raynald Pineault, M.D., Ph.D., F.R.C.P., président du groupe de travail, directeur du Département de médecine sociale et préventive, Faculté de médecine, Université de Montréal.

Mme Diane Berthelette, M.Sc., secrétaire du groupe de travail, Projets spéciaux — Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.

M. Jacques Bures, Ph.D., professeur titulaire, Département de génie physique, École polytechnique.

M. Ide Dubé, M.D., F.R.C.S.(C), professeur agrégé, Département d'ophtalmologie, Faculté de médecine et Centre hospitalier de l'Université Laval.

Mme Claire Infante-Rivard, M.D., Ph.D., F.R.C.P., professeur adjoint, Département de médecine sociale et préventive, Université de Montréal, Département de santé communautaire, Hôpital Ste-Justine.

Mme Abby Lippman, Ph.D., F.C.C.M.G., assistant professeur, Département d'épidémiologie et de santé, Université McGill, Centre de génétique humaine.

Mme Monique Lortie, ingénieur, D.Sc., professeur adjoint, Département de génie industriel, École polytechnique.

Mme Michèle Tremblay, M.D., résidente III, Département de médecine sociale et préventive, Université de Montréal.

Consultant

M. Luc Desnoyers, Ph.D, professeur au Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal, a agi à titre de consultant auprès du groupe de travail

Remerciements

Nous tenons à remercier le docteur Gilles Thériault, directeur de l'École de santé au travail de l'Université McGill pour ses commentaires sur la version préliminaire de ce rapport.

Nous remercions également les personnes suivantes des secteurs relevant du programme des Projets spéciaux de l'IRSST:

- Mme Pierrette Côté, adjointe au responsable des Projets spéciaux, pour l'organisation du support technique et administratif;
- Mmes Annie Düb, Danielle Charlebois et Denise Mallette pour le travail de secrétariat;
- Mme Lorraine Lacharité pour l'important travail de documentation.

Enfin, nous remercions M. Daniel d'André du Centre de documentation de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST).

Table des matières

	Page		
1. Introduction	9	3.6.2 Les effets du stress sur la santé	32
1.1 Nature et importance du problème	9	3.6.3 Conclusions relatives au stress	32
1.2 Mandat du groupe de travail	9	4. Conclusions sur les problèmes de santé	35
1.3 Perspective et méthodologie adoptées	9	5. Recommandations du groupe de travail	37
2. Environnement	13	Introduction	37
2.1 Description de l'environnement matériel	13	5.1 Recommandations relatives aux moyens de prévention... ..	37
2.1.1 Le terminal à écran de visualisation	13	5.2 Recommandations relatives aux stratégies d'intervention.	40
2.1.2 Les dimensions du poste de travail	14	Annexe	43
2.1.3 L'éclairage	14	Les moyens d'intervention recommandés dans les documents consultés	43
2.2 L'évaluation de l'environnement matériel	15	1. Les recommandations gouvernementales	43
2.2.1 Les caractéristiques de l'affichage visuel	15	2. Les recommandations formulées par le milieu scientifique	55
2.2.2 Le scintillement	16	3. Revue critique des recommandations	67
2.2.3 L'évaluation des niveaux d'émission des radiations électromagnétiques	17	Bibliographie	69
2.2.4 L'ambiance lumineuse	18	Liste des tableaux et des figures	
2.3 Les tâches, l'organisation du travail et la charge mentale ..	19	Tableau I Unités énergétiques et lumineuses	15
2.3.1 La charge mentale de travail ..	19	Tableau II Principaux outils et méthodes d'évaluation de la charge mentale	20
2.3.2 Les tâches effectuées par les opérateurs de T.E.V.	20	Tableau III Symptômes et signes cliniques se rapportant aux phénomènes liés aux fonctions visuelle et oculaire	24
2.3.3 Les études portant sur l'analyse des activités des opérateurs de T.E.V.	20	Tableau IV Synthèse des variables considérées dans des études ergonomiques	26
2.4 Conclusions sur les facteurs environnementaux	21	Tableau V Facteurs associés aux activités visuelles et manuelles	27
3. Les problèmes de santé	23	Tableaux des recommandations gouvernementales	44
3.1 Les problèmes visuels et oculaires	23	Tableaux des recommandations formulées par le milieu scientifique	55
3.1.1 Les résultats des études	23	Figure 1 Grille d'analyse des recherches publiées	10
3.1.2 Le cas particulier des cataractes	25	Figure 2 Dimensions du poste de T.E.V.	14
3.1.3 Conclusions sur les problèmes visuels et oculaires	25		
3.2 Les problèmes musculo-squelettiques	26		
3.3 Les problèmes reliés à la reproduction et à la grossesse	27		
3.3.1 Les radiations	28		
3.3.2 Les effets biologiques de la charge de travail	29		
3.3.3 Les résultats des études sur la reproduction et les issues de la grossesse	29		
3.3.4 Conclusions sur les risques pour la grossesse	30		
3.4 Les dermatites	30		
3.5 L'épilepsie photosensible	31		
3.6 Les problèmes liés au stress ..	31		
3.6.1 Les sources de stress chez les utilisateurs de T.E.V.	31		

1. Introduction

1.1 Nature et importance du problème

Les premiers terminaux à écran de visualisation (T.E.V.) ont fait leur apparition sur le marché du travail il y a une quinzaine d'années. Leur utilisation se répand rapidement: au Canada, on estime que 250 000 T.E.V. étaient utilisés en 1980 et aux États-Unis, on prévoit que leur nombre passera de trois millions en 1981 à cinq ou sept millions en 1984 (Rosenbaum 1981, Villedieu 1981). On les retrouve principalement dans le secteur tertiaire qui emploie une main-d'oeuvre constituée en majeure partie de femmes. Au Québec, il est probable que le virage technologique contribuera à augmenter l'implantation des T.E.V., non seulement dans divers secteurs industriels, mais aussi dans les secteurs de l'éducation et de la recherche. On peut également prévoir que l'utilisation domestique de T.E.V. sera plus fréquente.

L'intérêt relatif aux effets nocifs possibles de l'utilisation des T.E.V. sur la santé, s'est manifesté au cours de la dernière décennie et depuis, des plaintes n'ont cessé d'être formulées par les travailleurs¹ à cet égard. Ainsi, en 1977, 250 compositeurs et traducteurs des Nations-Unies protestaient contre le refus de l'administration de suspendre leur utilisation, jusqu'à ce que des recherches soient en mesure d'évaluer s'ils entraînent des effets nocifs sur la santé (Rosenbaum 1981).

Le principal sujet d'inquiétude à l'égard des terminaux concernait, au départ, les risques pour la santé résultant de l'émission de radiations électromagnétiques. Cet aspect de la question a retenu l'attention des travailleurs, des chercheurs et du public en raison, d'une part, de l'accent mis par la presse, sur des cas de cataractes, d'anomalies congénitales et d'avortements spontanés qui auraient été observés chez des employés qui se servent de T.E.V. et, d'autre part, de la gravité de ces problèmes. Au *New York Times*, en 1977 (deux cas), puis au *Sun* de Baltimore (deux cas), au *Reader* de Chicago et enfin, en 1981, à Thunder Bay (un cas), des employés apprennent qu'ils souffrent de cataractes et attribuent leur maladie à l'émission de radiations par les terminaux. Leurs demandes d'indemnisation sont rejetées (Rosenbaum 1981, Villedieu 1981). Malheureusement, la plupart de ces cas n'ont pas fait l'objet d'études scientifiques.

En 1980, quatre des sept employées enceintes du service des annonces du *Toronto Star*, donnent naissance à des enfants présentant des malformations congénitales. Puis, on rapporte qu'aucune des sept femmes enceintes d'un bureau du gouvernement fédéral n'a donné naissance à un enfant à terme ou normal. Dans un centre hospitalier de Colombie-Britannique, parmi les six femmes enceintes utilisatrices de T.E.V., deux auraient fait des avortements et une seule des quatre employées qui ont mené leur grossesse à terme, aurait donné naissance à un bébé en parfaite santé. Enfin, l'Association canadienne des employés du transport aérien rapporte sept avortements spontanés chez les treize employées enceintes travaillant avec des T.E.V. à l'aéroport de Dorval (Rosenbaum 1981, Villedieu 1981). Ces événements, grandement publicisés, provoquent la crainte des tra-

vailleurs; au Québec, plusieurs employées tentent de se prévaloir du retrait préventif de la femme enceinte lorsqu'elles sont affectées à un poste qui implique l'utilisation d'écrans cathodiques.

Bien que les effets possibles de l'exposition aux radiations sur la grossesse et la vision aient été les principaux sujets retenus par la presse, ce ne sont pas ces problèmes qui font l'objet du plus grand nombre de publications scientifiques. En effet, les problèmes qui y sont le plus fréquemment cités concernent la fatigue visuelle. On tente de mesurer cet aspect et d'identifier les facteurs responsables des symptômes dont se plaignent plusieurs employés.

Compte tenu du nombre de plus en plus élevé de travailleurs concernés par ce type de travail et de l'importance ressentie des problèmes, il est urgent d'examiner cette question.

1.2 Mandat du groupe de travail

C'est pour tenter d'apporter un éclairage sur toute cette question qu'a été formé le groupe de travail. Le mandat qui lui a été confié par la direction générale de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST), dans le cadre de ses Projets spéciaux est le suivant:

- 1) faire le point sur l'état des connaissances concernant les risques pour la santé que pourrait comporter l'utilisation de T.E.V.;
- 2) faire des recommandations, si possible, concernant des mesures qui pourraient être prises relativement à l'élimination des risques à la source et à la protection des travailleurs;
- 3) proposer des avenues de recherche qui sembleraient les plus pertinentes à suivre.

1.3 Perspective et méthodologie adoptées

Nous avons abordé le problème dans son ensemble, d'abord en adoptant une définition élargie du concept de «santé». De plus, nous avons considéré le T.E.V. non pas seulement comme un émetteur de radiations, mais également comme un instrument de travail qui vient modifier considérablement l'organisation du travail. C'est ainsi que, dans notre plan de travail, nous avons non seulement analysé les problèmes de santé reliés à l'exposition aux radiations électromagnétiques, mais aussi ceux reliés aux tâches et à l'organisation du travail des opérateurs de T.E.V.

Notre démarche a consisté à analyser, de façon critique, les articles et les rapports de recherche sur le sujet, dont nous avons pu disposer. Bien sûr, d'autres démarches sont possibles et également valables, notamment la consultation des différents groupes concernés. Cependant nous considérons que notre expertise nous permettait de fonctionner plus aisément et plus efficacement selon la démarche que nous avons suivie.

1. La forme masculine utilisée dans ce document désigne, lorsqu'il y a lieu, aussi bien les femmes que les hommes

Hypothèse confirmée	Facteur(s) de risque	Moyen(s) d'intervention évalué(s)
● fréquence		— efficace(s) _____ recommandation(s)
● gravité		— non efficace(s) _____ recommandation(s)
	Facteur(s) de risque non identifiés	Moyen(s) d'intervention non évalué(s)
	— absence de recherche	— absence de recherche
	● hypothèse?	● hypothèse?
		recommandation(s)
Problème de santé révélé		
	— recherche(s) présentant des problèmes d'ordre méthodologique	— recherche(s) présentant des problèmes d'ordre méthodologique
	● piste(s) de recherche?	● piste(s) de recherche?
		recommandation(s)
	— recherche(s) adéquates qui ne montre(nt) pas de différence statistiquement significative	
Hypothèse non confirmée		
— absence de recherche		recommandation(s)
	— recherche(s) présentant des problèmes d'ordre méthodologique	
	● piste(s) de recherche?	recommandation(s)
	— recherche(s) adéquates qui ne montre(nt) pas de différence statistiquement significative	

Figure 1 Grille d'analyse des recherches publiées (selon Abenhaim et Dab 1982)

Tel qu'illustré à la figure 1, la revue critique de la littérature a été basée sur une grille d'analyse qui nous permet d'apprécier la valeur scientifique des études, démontrant ou ne démontrant pas la relation entre un problème de santé donné (par exemple, la fatigue visuelle) et un ou des facteurs d'exposition précis. Ainsi, une étude de population comportant un ou des groupes témoins, et encore mieux s'il y a répartition aléatoire des sujets, constitue une meilleure preuve scientifique d'une telle relation qu'un compte rendu clinique. Ce sont là bien sûr des cas extrêmes, et il existe d'autres critères pour établir la valeur scientifique que celui du caractère expérimental avec répartition aléatoire des sujets, tels que la taille des effectifs, le contrôle des biais possibles, la nature des instruments de mesure, etc. Pour chaque problème de santé, nous avons donc tenté, dans la mesure du possible, d'apprécier la valeur des preuves scientifiques supportant l'existence d'une relation entre un trouble physiologique et des facteurs reliés aux T.E.V. La valeur des études est établie en fonction des critères suivants.

1) Étude populationnelle

a) Comportant un ou des groupes témoins avec répartition aléatoire des sujets

- Taille de l'échantillon
- Validité interne de l'étude (contrôle des biais de sélection, comparabilité des groupes, etc.)
- Qualité des analyses statistiques
- Spécificité et sensibilité des méthodes de mesure.

b) Comportant un ou des groupes témoins sans répartition aléatoire des sujets

- Taille de l'échantillon
- Validité interne de l'étude (contrôle des biais de sélection, comparabilité des groupes, etc.)
- Qualité des analyses statistiques
- Spécificité et sensibilité des méthodes de mesure.

Les résultats des recherches qui respectent ces critères permettent d'établir qu'il existe de bonnes preuves de la présence (ou de l'absence) de relation entre le problème de santé et les facteurs de risque étudiés.

2) Études expérimentales

a) Humaines

- Nombre de sujets
- Valeur de la méthode, du devis de recherche et des conditions expérimentales
- Énoncé explicite quant aux mécanismes physiopathologiques pouvant expliquer la relation entre le problème en question et le facteur de risque incriminé
- Qualité des analyses statistiques.

b) Animales

- Nombre de cas rapportés
- Valeur de la méthode, du devis de recherche et des conditions expérimentales
- Énoncé explicite quant aux mécanismes physiopathologiques sous-jacents qui peu-

vent permettre l'extrapolation des résultats aux humains

- Qualité des analyses statistiques.

3) Comptes rendus cliniques

- Nombre de cas rapportés
- Énoncé explicite quant aux mécanismes physiopathologiques pouvant expliquer la relation entre le problème de santé en question et le facteur de risque incriminé
- Sensibilité et spécificité des méthodes de mesure.

En ce qui concerne les deuxième et troisième groupes, les preuves sont jugées passables si les études respectent les critères énoncés

Il convient d'apporter une mise en garde importante en ce qui concerne l'interprétation de l'analyse que nous faisons de la situation: le fait qu'aucune étude ne réussisse à démontrer la présence d'une relation entre un agent potentiellement agresseur et un problème de santé, ne nous permet pas de conclure, de façon absolue, qu'il n'existe pas de risque occupationnel. Évidemment, c'est la valeur scientifique des études qui permet de déterminer la probabilité qu'une telle relation existe ou non, mais il n'est jamais possible d'éliminer complètement les doutes. C'est donc à ce niveau que se situe la frontière entre la recherche et la pratique: les données de la recherche peuvent aider le praticien, mais elles ne peuvent jamais agir à sa place

Une seconde étape de notre démarche concerne les mesures et stratégies de prévention à l'égard des risques engendrés soit par l'exposition au T.E.V., soit surtout par son utilisation. Cette étape se situe à la fin du rapport et correspond aux recommandations que nous formulons.

Encore ici, nous avons tenté d'utiliser une grille d'analyse aussi scientifique et rigoureuse que celle utilisée pour analyser la relation entre les facteurs de risque et des problèmes de santé. Cependant, le groupe a rapidement réalisé qu'une approche strictement scientifique pouvait être, jusqu'à un certain point, limitative dans le sens qu'elle n'apporterait pas d'éléments de réponse satisfaisants à toutes les questions posées. Ainsi donc, en plus de fonder ses recommandations sur des preuves scientifiques de l'existence démontrée de l'efficacité de certaines mesures préventives, le groupe a cru bon d'aller au-delà de cette évidence et porter certains jugements sur la base d'autres considérations de nature économique ou sociale.

De plus, nous avons voulu ne pas réduire nos recommandations à un cadre d'analyse strictement épidémiologique où la relation entre un facteur de risque et un problème de santé doit être démontrée avant de penser à une intervention. Autrement dit, même dans le cas de problèmes de santé pour lesquels il est difficile d'identifier une relation causale avec l'exposition au T.E.V., et dans la mesure où ce problème est important dans les milieux de travail, nous avons formulé des recommandations souvent d'ordre plus général et qui ne s'appliquent pas exclusivement aux milieux qui utilisent des T.E.V., mais également à ceux dont les caractéristiques de l'organisation du travail sont comparables.

Le plan du rapport est le suivant: une première partie décrit l'environnement de travail propre aux milieux qui utilisent les T.E.V. Dans une deuxième partie, nous analysons et discutons les principaux problèmes de santé associés à ce travail. Enfin, une

troisième partie fait la synthèse de ces deux premières et présente certaines recommandations concernant les mesures et les stratégies de prévention

2. Environnement

Dans cette section, nous décrivons les différents facteurs environnementaux susceptibles d'entraîner des problèmes de santé chez les opérateurs et qui ont fait l'objet de recherches. Cette section contient des informations d'ordre technique qui peuvent paraître arides. Elles sont cependant nécessaires à la compréhension des caractéristiques des milieux de travail où des T.E.V. sont implantés.

Les variables considérées par les chercheurs pour évaluer le milieu de travail et les risques possibles pour la santé des opérateurs de T.E.V., peuvent être regroupées en trois catégories:

- l'environnement matériel de travail,
- le contenu des tâches,
- l'organisation du travail.

Ces catégories comprennent plusieurs éléments qui peuvent interagir entre eux.

- A) L'environnement matériel de travail peut être décrit comme un système composé de sections qui s'emboîtent les unes dans les autres.
- Le terminal correspond à la première section.
 - Le poste de travail constitue la seconde section: outre le terminal, il comprend l'ameublement et les divers objets (documents imprimés, téléphone, etc.) que l'opérateur doit utiliser.
 - La dernière section se rapporte à l'ambiance lumineuse. Le type, l'emplacement et l'intensité des sources lumineuses sont considérés
- B) Les tâches effectuées par les opérateurs peuvent être regroupées en cinq grandes catégories: saisie de données, acquisitions de données, communications interactives, traitement de texte et travail professionnel (graphisme, journalisme, programmation, etc.) Il importe d'analyser les activités des opérateurs afin d'identifier les exigences des tâches qu'ils doivent exécuter et les stratégies qu'ils emploient
- C) Enfin, l'organisation du travail fait référence, par exemple, au rythme et à la durée du travail, à l'aménagement des pauses, au contrôle du rendement et de la qualité du travail, à la structuration de la tâche, etc.

2.1 Description de l'environnement matériel

Dans cette section, nous décrivons les différents éléments de l'environnement matériel de travail qui sont considérés dans les recherches portant sur l'analyse des conditions de travail et la prévalence des problèmes de santé des opérateurs de T.E.V. Les résultats des études portant sur l'évaluation du milieu de travail sont présentés et analysés à la section 2.2.

2.1.1 Le terminal à écran de visualisation

A) L'affichage

L'image ou les caractères qui apparaissent sur l'écran sont généralement produits par le bombardement d'un faisceau d'électrons sur une couche de substance fluorescente qui recouvre la face intérieure de l'écran. Lorsque les électrons entrent en interaction avec les grains de substance fluorescente, ceux-ci s'illuminent à chaque point d'impact. L'intensité lumineuse des points est déterminée par le rende-

ment de la substance fluorescente, i.e. le pourcentage de l'énergie du faisceau d'électrons converti en énergie lumineuse.

Le balayage du faisceau sur la couche de substance fluorescente, est de type linéaire ou aléatoire. Les écrans sur le marché utilisent généralement le premier mode: le faisceau parcourt l'écran en une succession de lignes horizontales et rafraîchit ainsi l'image de façon périodique. Ce rafraîchissement périodique est nécessaire car la luminance de l'image n'est pas constante: elle décroît dès que le caractère est projeté sur l'écran, à une vitesse qui dépend des caractéristiques de rémanence (ou persistance) de la substance fluorescente.

Les caractères alphanumériques sont habituellement définis par une matrice rectangulaire de points lumineux. Ils peuvent également être constitués de segments de droites (vecteurs).

La présentation de l'affichage sur l'écran se fait généralement en contraste négatif (caractères ou image clairs sur fond sombre). Le contraste blanc-noir est fréquemment utilisé. Cependant, plusieurs écrans offrent maintenant un affichage coloré. La couleur visible de l'affichage dépend de la chromaticité de la substance fluorescente utilisée, i.e. des longueurs d'onde qu'elle produit. La couleur résulte donc de la perception, par l'oeil, des différentes longueurs d'onde de la lumière

B) La production de radiations électromagnétiques

Les radiations susceptibles d'être émises par des terminaux à écran de visualisation sont de trois types et couvrent le spectre électromagnétique des ondes radio de fréquences extrêmement basses (quelques Hz) jusqu'aux rayons X (10^{18} Hz). Seule cette dernière catégorie fait partie des radiations ionisantes.

- 1) Les ondes radio-fréquences (de quelques Hz à 300 MHz) sont produites par les circuits du système de déviation horizontale, les transformateurs et les bobines. Ces éléments se comportent comme de petites antennes qui rayonnent de l'énergie.
- 2) Le rayonnement visible, infrarouge (I-R) et ultraviolet (U-V) (de 10^{11} à 10^{16} Hz) est dû à la fluorescence de l'écran soumis au bombardement électronique. Les atomes de substance fluorescente passent d'un état excité (sous l'action du bombardement) à un état normal en émettant des photons dans cette bande de fréquence.
- 3) Les rayons X (de 10^{17} Hz à 10^{18} Hz) proviennent de deux phénomènes:
 - a) du freinage des électrons rapides arrivant sur l'écran. Le spectre de ces rayons X est continu et sa fréquence maximale est proportionnelle au carré de la vitesse des électrons. Ce phénomène produit des rayons X blancs à spectre continu;
 - b) de l'arrachement d'électrons sur les couches électroniques proches des noyaux et du remplacement de ces électrons par d'autres provenant de couches profondes: il y a transition électronique et émission d'un photon X caractéristique du matériau bombardé (substance fluorescente et verre du T.E.V.). Ce spectre est discontinu

Il est à noter que des micro-ondes (300 MHz à

300 GHz) ne peuvent être émises par les T.E.V. (Santé et Bien-Être social Canada, 1983)

2.1.2 Les dimensions du poste de travail

La figure 2 résume les principales dimensions du poste de travail d'un opérateur de T.E.V. qui doivent être évaluées. L'une des principales différences entre la lecture de l'affichage d'un écran et celle d'un document est que l'écran est fixe: l'utilisateur d'un T.E.V. ne peut modifier la distance oeil-tâche aussi aisément que s'il s'agissait d'une feuille de papier.

Les normes relatives à chacun des éléments mentionnés doivent être établies à partir des caractéristiques anthropométriques de la population concernée. Les valeurs minimale et maximale de chaque élément, celles entre lesquelles l'ameublement doit être réglable, doivent correspondre respectivement aux 5^e et 95^e percentiles des données anthropométriques. De telles données ne sont pas disponibles en ce qui concerne la population québécoise.

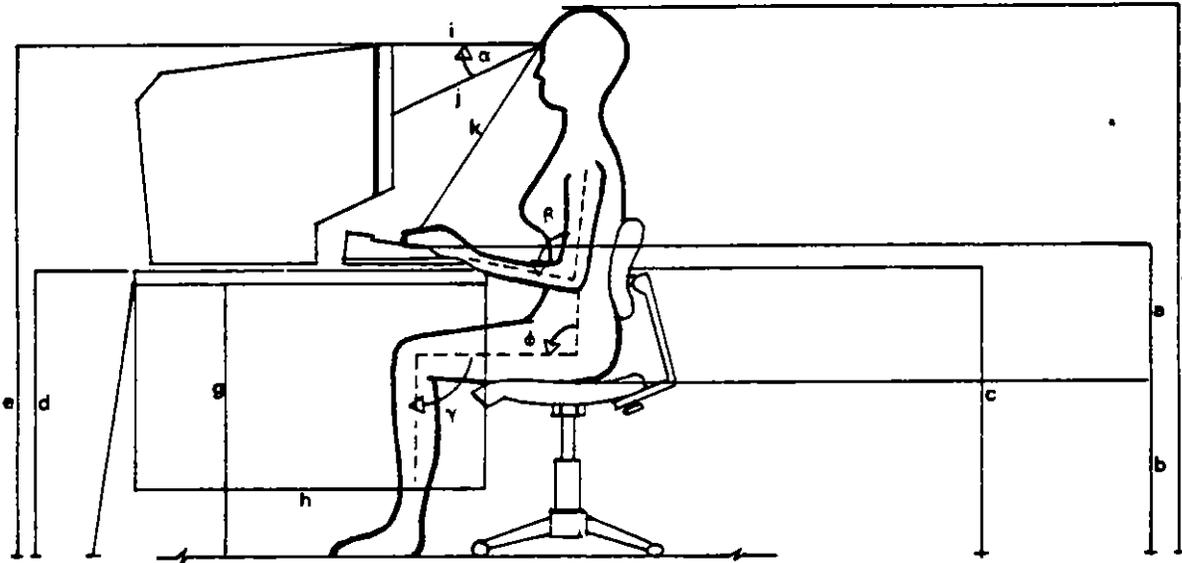


Figure 2 Dimensions du poste de T.E.V.²

- | | |
|--|------------------------------------|
| a- niveau de travail | } hauteur de la surface de travail |
| b- hauteur du siège de la chaise | |
| c- hauteur de l'appui dorsal | |
| d- hauteur de la table de travail | |
| e- hauteur du terminal | |
| f- hauteur de l'opérateur assis | |
| g- hauteur de l'espace libre pour les membres inférieurs | |
| h- largeur de l'espace libre pour les membres inférieurs | |
| i- distance horizontale de vision | |
| j- distance entre l'oeil et le centre de l'écran | |
| k- distance entre l'oeil et le centre du clavier | |
| α - angle de vision par rapport à l'horizontale | |
| β - angle avant-bras, bras | |
| ϕ - angle tronc, cuisse | |
| γ - angle cuisse, jambe | |

Lorsque des documents sont consultés, la distance oeil-document doit également être mesurée.

2.1.3 L'éclairage

Les unités photométriques

La lumière visible correspond aux rayonnements électromagnétiques dont la longueur d'onde varie entre 400 nm et 700 nm. Lorsque des sources lumi-

neuses émettent ces ondes, une certaine quantité d'énergie est produite et captée par les surfaces éclairées (récepteurs).

L'oeil est sensible à la lumière. En frappant la rétine, les photons provoquent une sensation lumineuse lorsqu'ils sont en nombre suffisant. Or, les récepteurs rétiniens sont inégalement sensibles aux diverses radiations. Cette sensibilité varie en fonction de la longueur d'onde de la radiation et atteint, en lumière diurne, un maximum à 555 nm (jaune-vert). La varia-

2. La posture et l'équipement qui apparaissent sur ce schéma sont accessoires. Il s'agit essentiellement d'illustrer les dimensions du poste dont on doit tenir compte.

tion de la sensibilité de l'oeil, en fonction de la longueur d'onde de la lumière, correspond à la courbe d'efficacité spectrale de l'oeil.

La photométrie permet d'étudier les quantités d'énergie émises par des sources lumineuses et captées par les récepteurs. Ces quantités sont mesurées en unités énergétiques absolues. Certaines mesures caractérisent l'action de la lumière visible sur l'oeil et doivent tenir compte de la courbe d'efficacité spectrale de l'oeil. Celles-ci sont exprimées en unités lumineuses ou encore photométriques.

L'exemple suivant permet d'illustrer les différences existant entre les unités énergétiques et lumineuses:

Un flux de 1 watt (unité énergétique) pour une longueur d'onde de 555 nm (jaune-vert) produit environ 680 lumens (unité lumineuse). Ce même watt, pour une longueur d'onde de 450 nm (bleu), correspond à 60 lumens environ. Ces différences de perception illustrent le concept de rendement lumineux moyen (lumens watts) des sources blanches et fluorescentes

Le tableau I donne la liste des unités de mesure utilisées en photométrie

Tableau I: Unités énergétiques et lumineuses

	unités énergétiques	unités lumineuses
Source et récepteur	Flux: watt ou joule seconde ou photons seconde	Lumen
Source	Intensité (ponctuelle): watt stéradian Luminance (surface): intensité m^2	Candela Candela m^2 ou nit
Récepteur ³	Éclairage: watt m^2 Exposition: watt × seconde (joule)	Lumen m^2 ou Lux Lumen × seconde
Surface réfléchissante (sources secondaires)	Luminance (fonction de l'éclairage et du coefficient de réflexion). mêmes unités que pour les sources	Candela m^2 ou nit ⁴

Les sources lumineuses et les surfaces réfléchissantes

Dans les espaces de travail, on retrouve habituellement un éclairage général et des éclairages locaux. Les ampoules électriques et les lampes à fluorescence, constituent les sources principales d'émission de lumière. dans le premier cas, il s'agit d'une source ponctuelle et son intensité est exprimée en candela, dans le second cas, la lumière est émise par une surface et on mesure sa luminance (en nit). Notons que cette luminance dépend en général de la direction de l'émission

3 Incluent les mesureurs de puissance et d'énergie (y compris l'oeil) ainsi que les surfaces réfléchissantes considérées comme recevant de l'énergie

4. Autres unités employées, le lux équivalent et l'apostilb (1 apostilb = (10^{-8}) cd m^2)

L'éclairage des surfaces réfléchissantes (i.e. la densité du flux lumineux incident reçu par une surface) est mesuré en lux. Ces surfaces peuvent cependant être une source secondaire d'émission de lumière si leur surface est suffisamment diffusante. Le phénomène de réflexion des surfaces est lié à leur absorption selon les couleurs et à leurs caractéristiques mates ou brillantes. La luminance des sources secondaires doit également être évaluée; par exemple, pour un diffuseur parfait (réflexion identique dans toutes les directions), elle correspond au produit de l'éclairage de la surface par son coefficient moyen de réflexion, et divisé par π pour tenir compte de la diffusion de la lumière dans toutes les directions. En pratique, les surfaces réfléchissantes usuelles sont des diffuseurs très imparfaits: leur luminance dépend de la direction et n'est plus reliée aussi simplement à l'éclairage. Dans tous les cas, cette luminance s'exprime, comme pour les sources lumineuses, en candela m^2 dans le système des unités lumineuses.

L'éclairage des différents éléments d'un poste de travail dépend:

- 1) de l'éclairage (sources lumineuses principales: intensité des sources ponctuelles et luminance des surfaces lumineuses);
- 2) de la luminance des surfaces réfléchissantes (sources secondaires).
- 3) de la distance et de l'angle des récepteurs par rapport aux sources

L'écran d'un T.E.V. possède des caractéristiques particulières. C'est avant tout un émetteur (il produit des points et des caractères lumineux); il est également récepteur (reçoit un flux lumineux de l'éclairage et des sources secondaires). Enfin, c'est un objet réfléchissant, ce qui entraîne des problèmes d'éblouissement. Les mesures photométriques des éléments suivants peuvent donc être effectuées.

- 1) intensité des points lumineux (candela)
- 2) luminance des caractères (nits)
- 3) luminance du fond de l'écran (nits)
- 4) éclairage du fond de l'écran (lux)
- 5) luminance provenant de la réflexion de l'écran (nits)

2.2 L'évaluation de l'environnement matériel

Le but de cette section est de résumer succinctement les résultats des études, portant sur l'évaluation de l'environnement des utilisateurs de T.E.V., et les conclusions des chercheurs.

2.2.1 Les caractéristiques de l'affichage visuel

Il semble que la plus grande part des recherches sur les T.E.V. porte sur les caractéristiques de l'affichage visuel (Snyder et coll. 1978). Cependant, leur nombre est faible comparativement à celui des études relatives aux textes imprimés.

Les facteurs influençant la lisibilité de l'affichage et les caractéristiques de la présentation de l'information sont les principales variables étudiées. La lisibilité se rapporte à la possibilité de discerner les différences de dessin entre les caractères et de les identifier. La présentation formelle de l'information a un effet sur l'interprétation des mots et la compréhension des phrases (Cakir et coll. 1980).

D'une façon générale, les recherches relatives à l'affichage visuel sont parcellaires et les résultats ne peuvent être comparés compte tenu de la variabilité 1) des paramètres considérés, 2) des contextes de présentation de l'information sur l'écran⁵ et 3) des variables utilisées pour évaluer les effets de la qualité de l'affichage sur la performance⁶. Ces éléments offrent plusieurs possibilités de combinaisons.

La lisibilité des caractères

Deux aspects différencient fondamentalement la lecture sur écran de celle sur papier:

- Le contour du caractère est flou: il n'y a pas de frontières précises entre le caractère et le fond de l'écran. La distribution de la luminance à l'intérieur d'un caractère n'est pas uniforme. L'affichage à cristaux liquides (utilisé pour les calculatrices par exemple) ne présente pas ce problème, il n'est pas encore répandu pour les T.E.V.
- Les problèmes de luminance sont plus aigus d'une part, le T.E.V. est en soi une source de lumière et, d'autre part, l'affichage est généralement en contraste négatif⁷. Par conséquent, il est difficile d'ajuster la luminance du T.E.V. de manière à obtenir un contraste adéquat entre les caractères et le fond de l'écran: lorsqu'on augmente la luminance des caractères, on augmente également celle du fond. De plus, l'éclairage doit être adapté à la vision mésopique⁸ et être aménagé de telle sorte qu'il n'entraîne pas de reflets sur l'écran qui peuvent masquer les caractères: ceci n'est pas toujours compatible avec les exigences liées aux autres tâches à accomplir.

Les variables suivantes peuvent affecter la lisibilité des caractères

- le mode de présentation (vectoriel ou par point);
- le diamètre et la densité des points: la taille de la mémoire détermine le nombre de points,
- la forme des caractères;
- les dimensions des caractères (hauteur et largeur),
- la distance entre les caractères;
- la distance de lecture;
- le rapport entre les dimensions des caractères et la distance de vision,
- le rapport entre les dimensions des caractères et l'angle de lecture,
- la netteté des caractères;
- la luminance des caractères,
- le contraste caractères-fond;
- la couleur des caractères et du fond;
- les caractéristiques de l'ambiance lumineuse;
- la présence de scintillement.

5. On fait référence ici aux formats (séquence des données par exemple) et aux modes (graphisme par exemple) d'affichage qui doivent être conçus de manière à favoriser l'interprétation des mots et la compréhension des phrases qui apparaissent sur l'écran.
6. Dans ces études, les sujets doivent exécuter une tâche avec des T.E.V. dont les affichages présentent des caractéristiques différentes. Les tests portent sur la transcription de données, la lecture d'un texte afin d'y déceler des erreurs ou de répondre à des questions par exemple. La performance est mesurée en fonction du temps d'exécution ou du nombre d'erreurs effectuées par le sujet.
7. Pour l'affichage en contraste négatif, les caractères lumineux apparaissent sur un fond sombre. Dans le cas d'un contraste positif, les caractères sont foncés et le fond de l'écran est clair.
8. Mésopique: vision dans des conditions d'éclairage crépusculaire. Dans le cas d'une vision photopique, l'éclairage est diurne alors que lorsqu'il s'agit d'une vision scotopique, l'éclairage est nocturne.

Ces paramètres sont interreliés: la valeur optimale de chacun dépend de celle des autres

Les résultats des recherches montrent que:

- Le mode d'affichage vectoriel (caractères définis par les lignes) est préférable au mode matriciel (caractères définis par une matrice de points). Par contre, la luminance des caractères est plus irrégulière et peut être une source d'inconfort (Gould 1968). Les lettres ont tendance à fusionner lorsque la luminance augmente (Meyer et coll. 1979)
- L'accroissement de la taille des points et la réduction de la distance entre eux améliorent les performances de lecture
- La forme optimale des lettres est différente de celle des caractères imprimés (Gould 1968, Vartabedian 1971)

Le format de présentation

La surface visible de la plupart des écrans est d'environ 170 × 230 mm. L'écran comprend généralement 32 lignes de 64 caractères. La présentation de l'information ainsi que la dimension de l'écran doivent être établies en fonction:

- de la tâche,
- du type d'affichage (caractères alphanumériques, graphiques, etc.);
- de la hauteur des caractères;
- de la quantité d'information présentée;
- de la longueur optimale des lignes (déterminée par les deux derniers éléments).

Il existe un ensemble de recommandations qui peuvent être appliquées. Deux d'entre elles méritent une attention particulière:

- Bouma (1982) suggère que le rapport largeur/longueur 4.3 de l'écran soit remplacé par un rapport 3:4, tel que celui utilisé pour les textes imprimés. Ceci permet de réduire à la fois la taille des caractères et des lignes ainsi que l'espace interligne. Le nombre de lettres pouvant être perçu à chaque fixation augmente. Avec un rapport de 3:4, le champ de vision peut couvrir jusqu'à 20 lettres
- Rey et coll. (1977) recommandent de former les programmeurs de telle sorte qu'ils puissent tenir compte des difficultés perceptives lorsqu'ils élaborent des formats de présentation.

Ces aspects sont traités à la section 3 de l'annexe. Le groupe de travail formule ses recommandations à ce sujet au Chapitre 5.

2.2.2 Le scintillement

Lorsque la fréquence de rafraîchissement de l'écran est insuffisante, pour une substance fluorescente d'une persistance donnée, un papillotement ou scintillement est perçu par l'opérateur, ce qui constitue une source d'inconfort. Meyer et coll. (1979 b) observent que la perception du papillotement entraîne une chute de performance.

La perception du papillotement par l'opérateur dépend de plusieurs facteurs. Elle augmente avec:

- l'augmentation de la luminance;
- la diminution de la persistance de la substance fluorescente;
- l'accroissement du temps de réponse de la substance fluorescente; les substances lentes permettent de diminuer l'effet du scintillement. Elles présentent cependant le désavantage de disparaître

lentement et des images successives peuvent se superposer. Si l'affichage est souvent modifié, l'utilisation de substances fluorescentes lentes est déconseillée;

- l'augmentation de la taille des caractères (Gould 1968);
- la diminution des longueurs d'onde (Gould 1968), c'est pourquoi certains filtres diminuent l'effet de papillotement car ils suppriment les longueurs d'onde plus courtes;
- la perception, par l'opérateur, des images qui sont à la périphérie de son axe de vision (Krueger, 1982). Cette perception entraîne des mouvements oculaires qui font apparaître le papillotement;
- le déplacement du regard: la sensibilité augmente si on explore l'écran (Meyer et coll. 1982).

La fréquence de rafraîchissement des écrans, selon le bilan publié par Gould en 1968, varie entre 20 et 60 Hz. D'après les observations de Meyer et coll. (1979 b), pour des fréquences de 50 à 60 Hz et une luminance de 20 cd/m², la majorité des opérateurs de son échantillon disent percevoir le scintillement. Il est à noter que pour une même fréquence donnée, les sujets âgés perçoivent moins le papillotement que les plus jeunes en général.

Actuellement, pour une fréquence de rafraîchissement donnée, on peut réduire la perception du scintillement en tenant compte des facteurs précédemment mentionnés. Cependant, le choix des modifications qui peuvent être apportées doit tenir compte de la tâche effectuée.

2.2.3 L'évaluation des niveaux d'émission des radiations électromagnétiques

Dans cette section, nous rapportons les résultats des études concernant les niveaux des différents types de radiations électromagnétiques émises par des T.E.V. Ces résultats apparaissent dans les références suivantes: Moss et coll. 1977, Muc 1981, Murray et coll. 1981, NIOSH 1981, Purdham 1980, Santé et Bien-être social Canada 1983, U.S. Department of Health and Human Services 1981, Weiss et coll. 1979, Weiss 1983.

Les radio-fréquences

Toutes les études concluent que les doses d'absorption sont soit non décelables, soit très inférieures à la norme américaine de 10 mW/cm², établie pour des fréquences supérieures à 10 MHz (Santé et Bien-Être Social Canada 1983). En ce qui concerne les radio-fréquences inférieures à 10 MHz⁹, les connaissances actuelles ne permettent pas d'évaluer les risques auxquels les travailleurs sont exposés et aucune norme américaine n'existe à ce sujet. Or, une étude effectuée par le «U.S. Bureau of Radiological Health» et l'Organisation mondiale de la santé montre que 95% des radio-fréquences émises par les terminaux à écran qu'ils ont étudiés, sont comprises entre 15 et 125 kHz¹⁰. En l'absence de recherche relative aux effets biologiques de telles radiations, les auteurs du rapport indiquent qu'ils ne peuvent se prononcer à ce sujet. Ils considèrent cependant que des effets biologiques significatifs sont peu probables compte tenu

de la faible interaction des radiations de cet ordre de grandeur avec l'organisme humain.

Les champs des radiations de très basses fréquences (VLF i.e. 3 KHz à 30 KHz) sont pulsés et très directionnels (Marha et coll., 1983). Les niveaux d'intensité sont généralement très faibles devant l'écran. Cependant, des niveaux relativement élevés peuvent être mesurés sur les côtés ou à l'arrière du terminal (Marha, 1983). Malheureusement, la majorité des études rapporte des mesures effectuées devant l'écran. Celles-ci varient entre 0 et 300 v/m, à 10-30 cm d'une surface du T.E.V.

Une seule recherche porte sur des rayonnements de fréquences extrêmement basses (ELF i.e. 3 KHz). Celle-ci a été menée par un groupe de chercheurs de Santé et Bien-être social Canada (1983). Les résultats indiquent que l'intensité du champ magnétique des radiations, dont la fréquence varie entre 5 et 500 Hz, serait négligeable. Elle serait «comparable aux intensités émises par d'autres dispositifs électriques et électroniques ordinaires».

Selon Cohen (1983), une telle conclusion serait prématurée. En effet, les radiations de fréquences extrêmement basses produites par des T.E.V. sont pulsées, contrairement à celles des autres appareils électriques mesurés au cours de l'étude. Elles entraînent l'émission de radiations de plus hautes fréquences. On obtient donc des ondes basses fréquences pulsées dont la valeur crête serait plusieurs fois supérieure à la moyenne.

Les rayonnements visibles, ultraviolets et infrarouges

Selon les études, les niveaux d'émission de ce type de radiation par les T.E.V. sont inférieurs aux normes américaines. Ces radiations ne présentent aucun danger compte tenu du fait que la lumière naturelle, qui contient des ultraviolets et des infrarouges en quantité non négligeable, présente des niveaux de luminance plus importants qu'un terminal à écran de visualisation.

Les rayons X

Toutes les études que nous avons consultées indiquent que l'intensité de la dose biologique, due à l'émission des rayons X par des T.E.V., est de l'ordre de 0,01 mrem/h (quelquefois de 0,03 mrem/h). Ces niveaux d'exposition sont inférieurs à la norme internationale qui est de 0,5 mrem/h (environ 500 mrem/année) et sont de l'ordre de l'émission naturelle moyenne du fond.

De plus, une exposition moyenne de 6 heures¹¹ par jour durant 240 jours de travail annuel, entraîne une dose totale annuelle accumulée de 14 mrem, soit 0,014 rem, ce qui est un ordre de grandeur plus petit que la radioactivité naturelle (au point de vue ionisation).

Les effets biologiques possibles de ces radiations sont décrits dans les sections qui concernent les cataractes et les problèmes liés à la reproduction et à la grossesse.

9 1MHz = 10⁶ Hz

10 1kHz = 10³ Hz

11 Compte tenu des pauses prévues à l'intérieur d'une journée de 8 heures de travail, le niveau d'exposition est évalué pour 6 heures de travail réel.

2.2.4 L'ambiance lumineuse

Des études photométriques ont évalué la luminance des caractères et des écrans utilisés dans différents milieux de travail. Elles ont également permis d'observer les rapports de luminance (ou contrastes) entre les caractères et le fond des écrans, d'une part, et entre les écrans et d'autres éléments présents dans l'environnement de travail, d'autre part.

Dans cette section, nous présentons les résultats des recherches concernant les luminances et contrastes qui se rapportent aux trois plans suivants:

- a) caractères par rapport au fond de l'écran,
- b) écran par rapport aux autres éléments du poste de travail;
- c) écran par rapport à la pièce

2.2.4.1 Les caractères et le fond de l'écran

Les rapports de luminance

Peu de recherches prennent en considération le contexte spécifique des écrans: l'essentiel des recommandations est fondé sur les connaissances disponibles relatives à l'acuité visuelle photopique (Timmers et coll. 1982). Toutes les tables, déterminant les niveaux d'éclairage souhaitables, ont été construites pour des tâches visuelles sur un objet réflecteur (Rey et coll. 1977). Or, l'écran est avant tout une source lumineuse.

Augmenter le contraste entre les caractères et le fond de l'écran permet d'accroître le champ de lecture (Bouma 1982).

Timmers et coll. (1982) montrent que le taux d'erreurs, de même que le temps de réponse augmentent, surtout pour la lecture parafovéale,¹² lorsqu'on diminue le contraste. En ce qui concerne la lecture fovéale,¹³ le temps de réponse est plus perturbé que le taux d'erreurs. Ces résultats impliquent que la diminution du contraste nuit particulièrement au processus d'enregistrement des informations.

Les spécifications indiquées par les fabricants de T.E.V., en ce qui concerne l'ajustement des niveaux de luminance des caractères et du fond de l'écran, sont souvent supérieures aux possibilités réelles. En effet, en augmentant la luminance des caractères, on accroît également celle du fond. Ceci a pour effet de favoriser la perception du papillotement et le flou des caractères. Ces effets secondaires permettent d'expliquer la présence de comportements opposés chez des usagers: certains augmentent la luminance des caractères, d'autres la diminuent (Meyer et coll. 1979).

Plusieurs documents recommandent des contrastes (rapports de luminance entre les caractères et le fond de l'écran) de 6:1 à 10:1, lorsque la luminance du fond se situe entre 10 et 20 cd/m². Il n'y a pas unanimité cependant: Snyder & Maddox (1978) suggèrent plutôt un rapport de 15:1 alors que Gould (1968) propose un rapport de 20:1 à cause du contour flou des caractères et de la variabilité des situations d'éclairage. Il importe cependant de mentionner que les données sont insuffisantes pour déterminer les

niveaux de luminance qui n'entraînent pas de problèmes d'accommodation.

La polarité (contrastés positif et négatif)

La majorité des écrans sur le marché utilisent le contraste négatif. L'implantation d'écrans à contraste positif est de plus en plus souvent recommandée, surtout dans les documents européens (Cakir et coll. 1980, Santucci 1978, Radl 1982). Les principaux motifs invoqués en sa faveur sont:

- Amélioration du contraste entre les caractères et le fond de l'écran. Les possibilités d'ajuster la luminance des écrans pour obtenir un contraste adéquat sont très limitées lorsque l'écran est en contraste négatif (Rey et coll. 1977). En effet, en augmentant la luminance des caractères, ceux-ci sont réfléchis sur le fond de l'écran et en accroissent également la luminance. Le contraste entre les caractères et le fond est alors inférieur à celui qui était prévu.
 - Facilité d'harmonisation avec les surfaces environnantes et en particulier avec les documents. On recommande généralement des rapports maximum de luminance dans la partie centrale du champ visuel de 3:1 et entre le centre du champ visuel et la périphérie de 10:1. Les rapports sont bien supérieurs avec un écran à contraste négatif (Fellman et coll. 1982).
 - Amélioration de la compatibilité entre l'éclairage requis pour le travail sur écran et la lecture des documents. Avec un écran à contraste négatif, les niveaux de luminance recommandés sont opposés à ceux requis pour la lecture de documents.
 - Rapprochement des conditions de lecture photopique (vision diurne) pour lesquelles l'aptitude à localiser des images est supérieure. Lorsque le fond de l'écran est sombre, la vision est mésopique et ceci expliquerait la sensibilité accrue des usagers à l'éblouissement et aux stimulations périphériques parasites de l'écran (Meyer et coll. 1979).
 - Amélioration de l'acuité visuelle et de la performance (Rey et coll. 1977, Radl 1982, Bauer et coll. 1982). Rupp (1981) conteste ce fait. Il signale à juste titre que les résultats des expérimentations peuvent être liés aux différences entre la forme des caractères des écrans à contraste positif et celle des caractères des écrans à contraste négatif, plutôt qu'au type de contraste comme tel.
 - Amélioration du confort visuel tel que perçu par les opérateurs (Radl 1982, Bauer et coll. 1982).
 - Diminution des problèmes de reflets sur l'écran.
- Les écrans à contraste positif présentent par contre deux défauts majeurs qui en limitent grandement l'efficacité prévue:
- Nécessité d'augmenter la fréquence de rafraîchissement: la luminance des caractères étant supérieure, le papillotement est plus facilement perçu. Il faut donc que la fréquence soit supérieure pour un écran à contraste positif que pour un écran à contraste négatif.
 - Augmentation de la perception des imperfections du fond.

12 Parafovéale: région rétinienne utilisée pour la vision crépusculaire.

13 Fovéale: région rétinienne utilisée pour la vision des détails sous éclairage diurne.

La couleur

Plusieurs écrans offrent un affichage coloré: généralement jaune ou vert. Ce choix s'appuie sur le fait qu'en vision photopique, la sensibilité de l'oeil à la lumière est maximale lorsque la longueur d'onde est de 555 nm, ce qui correspond au jaune-vert. Cependant, pour des écrans à contraste négatif, la vision étant mésopique, la sensibilité maximale de l'oeil correspond à une longueur d'onde située entre 555 et 505 nm, cette dernière valeur correspondant à la sensibilité de l'oeil en vision scotopique. Ces informations sont insuffisantes pour justifier l'utilisation de couleurs spécifiques

Les chercheurs n'observent pas de relation entre la couleur de l'affichage et la performance (Haider et coll. 1982, Bouma 1982, Radl 1982). La chromaticité serait un facteur nettement secondaire et les préférences des opérateurs semblent être associées à des facteurs psychologiques. Les commentaires suivants apparaissent dans les documents consultés:

- La sollicitation accommodative en vision photopique serait moindre lorsque les longueurs d'onde sont supérieures à 555 nm (vers le rouge) (Santucci 1978, Krueger et coll. 1982). Cependant, la lecture de l'écran se fait en vision mésopique.
- L'affichage coloré diminuerait les microfluctuations de l'accommodation entraînées par une bimodalité spectrale. Cette hypothèse n'a pas été vérifiée. Le contraste blanc-noir serait moins favorable dans la mesure où l'oeil aurait à s'accommoder successivement sur le bleu et le jaune (Rey 1977, Meyer et coll. 1979). Une couleur pure réduirait les microfluctuations lorsque la durée de fixation est suffisamment courte pour éviter l'apparition de la couleur complémentaire

La combinaison des couleurs serait cependant un facteur important. Pour une tâche de transcription, Radl (1982) observe que les pourcentages d'erreurs varient entre 4% et 95% selon les combinaisons utilisées. Le choix de la combinaison des couleurs doit tenir compte de la sensibilité de l'oeil en visions mésopique et photopique.

L'écran et le poste de travail

La présence de zones très contrastées est le principal problème. Compte tenu des écarts de luminance importants entre l'écran et les autres surfaces du poste de travail, l'opérateur peut avoir à alterner successivement entre des activités requérant tantôt une vision mésopique, tantôt une vision photopique. Lorsque l'alternance entre différentes luminances est fréquente, le mécanisme d'ajustement pupillaire peut être surchargé (Meyer et coll. 1980). Il est à noter que Rupp (1981) conteste cette hypothèse. Le groupe de travail réfute ses arguments

L'écran et le local

Outre les problèmes de contraste déjà abordés, les réflexions sur l'écran sont les principales sources d'inconfort observées.

Les reflets sur la surface de l'écran forment une image qui se superpose aux caractères. Ils éclipsent l'affichage et diminuent le contraste caractère-fond de l'écran.

Les recommandations (voir l'annexe) relatives à l'emplacement des sources lumineuses ne tiennent pas compte du fait que l'angle de vision de l'opérateur se situe entre 20° et 40°. L'emplacement et la luminance inadéquats des sources principales de lumière provoquent des réflexions sur l'écran. Ce problème est également lié à la présence de sources lumineuses secondaires à proximité de l'écran.

2.3 Les tâches, l'organisation du travail et la charge mentale

L'introduction de T.E.V. dans un milieu de travail s'accompagne généralement de transformations au niveau du contenu (exigences, répétitivité, etc.) et de l'organisation des tâches (interactions entre le travailleur et la machine, durée de travail sur écran, pauses, etc.).

Après s'être longuement attardé à l'environnement matériel du travail sur T.E.V., il apparaît important de cerner la complexité de la relation entre l'opérateur, les exigences de sa tâche et les contraintes organisationnelles. Ces aspects doivent être considérés lorsqu'on désire évaluer la charge mentale de l'opérateur et sa performance.

Dans cette section, nous définissons le concept de charge mentale et nous énumérons les méthodes utilisées pour l'évaluer ainsi que les problèmes qui s'y rapportent.

Nous décrivons les tâches effectuées par les opérateurs de T.E.V.. Nous présentons enfin les résultats des études qui concernent la charge mentale des utilisateurs de T.E.V.

2.3.1 La charge mentale de travail

Spérandio (1980) définit la charge de travail comme étant la mesure quantitative ou qualitative du niveau d'activité nécessaire à l'accomplissement d'un travail donné. Ce concept implique que la charge de travail dépend des caractéristiques de la tâche, de ses conditions d'exécution, des caractéristiques des travailleurs (l'âge, le niveau d'apprentissage par exemple) et des moyens utilisés pour satisfaire les exigences de la tâche.

Au plan méthodologique, cette définition implique qu'une double analyse doit être effectuée. Celle-ci doit porter, d'une part, sur les exigences de la tâche (les caractéristiques du travail et les conditions d'exécution) et, d'autre part, sur les activités du travailleur et les fonctions psychophysiologiques mises en jeu. On distingue généralement deux grandes catégories de charges: mentale et physique.

La notion de charge physique est relativement claire. Elle est évaluée en fonction d'astreintes physiologiques telles que la fréquence cardiaque, la tension artérielle, le rythme respiratoire, etc.

En ce qui concerne la charge mentale, la définition de ce concept ne fait pas l'unanimité. Spérandio (1980) par exemple, différencie les activités mentales des activités sensorielles alors que Wisner (1981) préfère utiliser les expressions charges cognitive et psychique. Lucas (1980) les réunit en un seul concept. Nous retenons la définition de Lucas: «... nous avons plutôt tendance à considérer la charge mentale comme la résultante des effets qu'ont sur les activités

mentales ou sur les organes qui sont le siège de l'activité psychique de l'individu, les facteurs de travail quels qu'ils soient. En ce sens, la charge mentale est principalement liée aux états de stress».

Cette définition implique que des éléments du travail qui ne sont pas d'ordre cognitif, mais qui peuvent être associés à des états de stress (ou souffrance psychique), définiront une charge mentale. Ce concept englobe donc les tâches cognitives¹⁴ et motrices¹⁵. Ainsi, une tâche monotone et répétitive, mais exécutée sous contrainte de temps ou exigeant par exemple, une grande précision gestuelle pour réduire le temps d'exécution, peut occasionner une charge mentale élevée.

Il importe de souligner que des réactions névrotiques peuvent être facilement provoquées expérimentalement, en faisant accomplir des tâches apparemment simples qui présentent certaines caractéristiques telles que l'ambiguïté, l'utilisation importante de la mémoire ponctuelle, la prise de micro-décisions, etc. et ce, lorsque ces caractéristiques sont soumises à certaines conditions temporelles: présentation irrégulière et aléatoire et densité élevée d'informations ou d'actes à accomplir par unité de temps, etc (Wisner 1974). La charge mentale n'est donc pas définie seulement à partir des activités cognitives. Elle est également liée aux conditions d'exécution.

L'évaluation de la charge mentale pose des problèmes encore mal résolus. La variété des modèles proposés (Moray 1979, Welford 1977) en est le reflet. Le tableau II résume les principaux outils et méthodes d'évaluation de la charge mentale les plus fréquemment utilisés. Compte tenu de l'objet de ce rapport, les différents modèles et les implications des méthodes de mesure de la charge mentale ne sont pas élaborés.

Tableau II: Principaux outils et méthodes d'évaluation de la charge mentale

- 1) Indices comportementaux
 - Temps et mouvements (exemple: test de réactions)
 - Contrôle optimal basé sur les erreurs (exemple tâche de poursuite)
 - Limite de performance (exemple: on augmente l'intrant jusqu'à l'apparition d'erreurs)
 - Tâche seconde ajoutée
- 2) Indices psycho-physiologiques
 - Régulation de la fréquence cardiaque ou arythmie sinusale
 - Dilatation de la pupille
 - Conductance de la peau
 - Biochimiques (exemple: catécholamines)
- 3) Indices subjectifs (exemple: l'effort subjectivement ressenti)

14 Tâche cognitive: c'est une tâche où il y a acquisition de connaissances sur «quelque chose» à travers le processus de perception, raisonnement... La dimension neuromotrice est généralement restreinte (exemple: tâche de programmation).

15 Tâche perceptivo-motrice: C'est une réponse-action à un stimulus au niveau des sens, qui implique l'activation du système neuro-musculaire (exemple: tâche de saisie de données)

2.3.2 Les tâches effectuées par les opérateurs de T.E.V.

On divise les tâches sur T.E.V. en cinq groupes (Brown et coll. 1982).

1) Saisie de données

Les employés transmettent des données, généralement issues de documents imprimés, à l'ordinateur par l'entremise du clavier. Le travail au rendement est un mode de rémunération fréquemment utilisé, et la performance est souvent mesurée par l'ordinateur. Le rythme de travail est rapide, la tâche est stricte, répétitive et monotone.

2) Acquisition de données

La tâche consiste, principalement, à «appeler» une information quelconque sur l'écran, puis à manipuler cette donnée. Elle nécessite beaucoup de travail visuel (dialogue constant avec l'ordinateur) par l'intermédiaire de l'écran.

Ces deux premières tâches sont souvent incorporées en une seule. Le degré de qualification requis est faible.

3) Communication interactive

Ce type de travail, effectué par des agents de réservation par exemple, implique un dialogue avec l'ordinateur, de type question-réponse.

Il y a dans cette tâche une plus grande possibilité de choix de stratégie et de contrôle du rythme de travail (sauf si la cadence est déterminée par un système extérieur dirigeant les appels téléphoniques à l'opérateur). Le travail est plus souvent varié que les précédents et comporte un contact, téléphonique ou direct, avec le public.

4) Traitement de texte

Les opérateurs effectuent des tâches beaucoup plus variées, permettant un plus grand degré d'autonomie et demandant une plus grande expérience et habileté que la tâche précédente. Ce travail consiste à introduire, structurer la présentation et corriger des textes.

5) Travail professionnel

Cette dernière catégorie regroupe les professions qui ne se servent du T.E.V. que comme outil de travail (programmeur, graphiste, journaliste). Le travail sur écran y est donc partiel et entièrement contrôlé par l'opérateur.

2.3.3 Les études portant sur l'analyse des activités des opérateurs de T.E.V.

Actuellement, près de 80% des T.E.V. sont utilisés pour du travail de bureau (Brown et coll. 1982). En général, l'introduction de T.E.V. et donc, de systèmes informatisés, est accompagnée d'une restructuration de tâches qui présente une importance souvent sous-estimée. On peut rarement, en effet, informatiser les données, leur recueil et leur traitement sans modifier les tâches, sans les fragmenter en unités distinctes. Ce phénomène est certainement la cause partielle de l'accroissement du pourcentage de tâches non qualifiées observé à la suite de l'informatisation (Brown et coll. 1982).

De plus, l'introduction de systèmes informatisés a pour effet d'augmenter la rigidité des tâches (Roussel

et coll. 1980). Les consignes ne peuvent être modifiées. Or, les travailleurs s'écartent fréquemment des procédures formelles standardisées (Bensaid-Singery et coll. 1979). Ces écarts permettent de pallier les lacunes des procédures planifiées. L'informatisation limite ces possibilités.

Par exemple, Pinsky et coll. (1982) observent, à la suite de l'analyse des activités d'une tâche de saisie-correction, que les programmes mis au point par des informaticiens peuvent présenter des lacunes importantes: les messages transmis par l'ordinateur peuvent paraître illogiques et aberrants. Dans ces cas-là, l'opérateur éprouve plusieurs difficultés à interpréter l'information qui apparaît sur l'écran et doit développer des stratégies inhabituelles pour répondre à l'ordinateur.

La seule étude détaillée des tâches des opérateurs de T.E.V. publiée à notre connaissance a été menée par Pinsky et coll. (1979). Ceux-ci ont effectué une analyse qualitative de la charge de travail, sur le plan mental, d'opérateurs de saisie-chiffrement. Leur travail consiste à saisir et coder des renseignements provenant d'une enquête. Ces informations concernent la profession et la catégorie professionnelle de l'enquête de même que la raison sociale, l'activité économique et l'adresse de l'entreprise qui l'emploie.

Les caractéristiques des tâches y sont étudiées en fonction des objectifs que les opérateurs doivent atteindre, des moyens dont ils disposent et des contraintes qu'ils rencontrent pour mettre ces moyens en oeuvre.

Les principales exigences de la tâche qui contribuent à accroître la charge de travail des opératrices sont résumées comme suit par les auteurs:

- «1- s'adapter à la variabilité des problèmes dans un contexte relativement rigide,
- 2- maîtriser les champs sémantiques des enquêtés,
- 3- maîtriser les nomenclatures (professions et activités économiques) et les fichiers concernant les entreprises (raison sociale et adresse),
- 4- surmonter les difficultés d'un «dialogue» avec l'ordinateur peu adapté à la tâche,
- 5- tenir compte de la pression du rendement,
- 6- s'accommoder de consignes floues et d'une finalité mal définie du travail à faire.»

Ces résultats permettent de repérer les aspects de la situation de travail qui doivent être modifiés et de définir les stratégies qui peuvent être adoptées pour apporter des modifications.

Enfin, les résultats des recherches montrent que les exigences de tâches apparemment similaires et la charge mentale qui en découle, peuvent varier. Les résultats des études suivantes permettent d'illustrer ce phénomène.

Bagnara (1982) étudie la variation de la performance d'opérateurs de T.E.V. en fonction du type d'erreurs qu'ils doivent déceler dans sept textes présentés successivement. Le premier type d'erreurs concerne des lettres substituées dans des mots; le second se rapporte à des répétitions de mots ou de segments de phrase.

Les résultats indiquent:

- a) que la performance diminue en fonction du temps de travail;

- b) que l'omission d'erreurs de répétition est significativement plus fréquente que celle des erreurs de substitution.

Selon le chercheur, le repérage d'erreurs de répétition nécessite une analyse conceptuelle de la part des sujets, alors que la détection d'erreurs de substitution implique une analyse visuelle. Les relations entre chacun de ces mécanismes et les caractéristiques des T.E.V., d'une part, et l'apparition de fatigue, d'autre part, peuvent être différentes. L'auteur formule l'hypothèse selon laquelle la fatigue visuelle est liée aux exigences des tâches qui doivent être accomplies par les travailleurs.

Duraffourg et coll. (1979) observent des différences au niveau des activités visuelles et de l'effort mental chez des travailleurs de l'industrie de la presse qui exécutent des tâches de saisie-correction.

Les tâches effectuées par les opérateurs, à l'intérieur d'un cadre rigide, semblent a priori présenter les mêmes caractéristiques. Les chercheurs observent cependant que l'organisation du travail (nombre d'employés participant à la saisie-correction d'un même texte, utilisation du document original pour la correction, etc.) et les caractéristiques des textes (mode de présentation, structure syntaxique, etc.) présentent des différences. Celles-ci permettraient d'expliquer la variation du temps de consultation de l'écran au cours de la journée de travail.

De plus, la difficulté perçue du travail est liée à l'expérience de l'opérateur et aux caractéristiques du clavier.

L'analyse des activités des opérateurs est nécessaire à la compréhension des problèmes liés à l'introduction de T.E.V. et à leurs implications. À l'exception des nombreuses études effectuées auprès des contrôleurs aériens et des récentes recherches portant sur les compositeurs et les correcteurs de l'industrie de la presse en France (Duraffourg et coll. 1979), il existe peu d'analyses des tâches des utilisateurs de T.E.V. Les recherches détaillées sur les tâches de bureau, comme celle de Pinsky et coll. (1979), sont essentielles mais leur nombre est insuffisant.

2.4 Conclusions sur les facteurs environnementaux

A) Problèmes très importants dont les effets sont fortement soupçonnés:

1) Au niveau technique

- Les réflexions sur l'écran: la réduction de la lisibilité de l'affichage est le principal effet observé.
- Le scintillement: ce problème est plus aigu lorsque la polarité de l'écran est positive
- Écran à polarité négative.
 - Contraste inadéquat entre les caractères et le fond de l'écran.
 - Problèmes d'éclairage: incompatibilité entre la luminance requise pour la lecture de l'écran et pour celle de textes imprimés

2) Au niveau des tâches et de l'organisation du travail

- L'effet de la restructuration des tâches et de la réorganisation du travail sur la charge

physique et mentale est fortement soupçonné.

B) Problèmes importants dont les effets sont fortement soupçonnés:

- Dimensionnement inadéquat des postes de travail et maintien prolongé d'une position statique.
- Contour flou des caractères.
- Mauvaise présentation de l'information sur l'écran.
- Combinaison inadéquate des couleurs de l'affichage.

C) Problèmes importants dont les effets sont faiblement soupçonnés

- Émission de radiations de très basses fréquences. Leurs effets sont inconnus mais peu probables.

D) Problèmes dont l'existence est réfutée

- Émission de radiations ionisantes, ultraviolettes, infrarouges, micro-ondes et hautes radio-fréquences: les niveaux sont très inférieurs à ceux pour lesquels des effets ont été observés.

3. Les problèmes de santé

Les problèmes de santé qui ont fait l'objet de recherches et/ou de publications, en ce qui concerne les opérateurs de T.E.V., peuvent être regroupés en sept catégories:

1) oculo-visuels; 2) musculo-squelettiques; 3) obstructifs; 4) congénitaux; 5) dermatologiques; 6) neurologiques et 7) liés au stress

Nous présentons dans ce chapitre une synthèse critique des résultats des recherches relatives à chacun de ces problèmes. Il importe de mentionner que très peu d'études portent sur la santé des opérateurs de T.E.V. et que les recherches effectuées présentent des problèmes d'ordre méthodologique importants.

3.1 Les problèmes visuels et oculaires

Les protocoles des recherches portant sur les problèmes visuels et oculaires, ne sont pas établis selon une perspective épidémiologique rigoureuse. La prévalence et la gravité des symptômes oculaires et visuels et des signes cliniques chez les opérateurs de T.E.V. ne sont pas comparées systématiquement à celles d'autres groupes professionnels effectuant des tâches visuelles rapprochées similaires. De plus, un faible nombre d'études utilise des questionnaires validés dont la fiabilité est démontrée. La plupart des questionnaires ne respectent pas ces critères d'ordre méthodologique et la portée des résultats est limitée.

La prévalence des problèmes visuels et oculaires, rapportés par des opérateurs de T.E.V., varie selon les études. Ceci est lié en partie à la diversité 1) des variables mesurées; 2) des populations étudiées et 3) des méthodes utilisées.

La majorité des études portent sur les troubles visuels et oculaires subjectifs. Très peu de recherches utilisent des indicateurs physiologiques. Ces recherches sont généralement de type transversal. Elles ne permettent pas d'élucider les questions relatives à l'incidence, à la gravité, aux causes et à la signification des troubles visuels et oculaires possiblement liés à l'utilisation de T.E.V. De plus, la plupart des recherches qui s'intéressent à la variation des symptômes et des signes cliniques en fonction du temps, ne considèrent que les effets à court terme de l'utilisation de T.E.V. sur les fonctions visuelles et oculaires.

La fatigue visuelle est le terme le plus fréquemment utilisé par les chercheurs pour définir l'objet de leur étude. On observe cependant qu'il n'existe pas de consensus chez les chercheurs, en ce qui concerne la définition de ce concept, ni les méthodes qui en permettent l'évaluation. De plus, il existe une certaine confusion, dans les publications scientifiques, en ce qui concerne la définition des troubles oculaires et visuels étudiés et les fonctions auxquelles ils se rapportent. Il nous semble important de définir ces termes.

Les symptômes et les signes cliniques évalués par les chercheurs peuvent être classés en trois groupes de phénomènes: sensoriel, sensitif et moteur. Le phénomène sensoriel correspond à la fonction visuelle alors que les phénomènes sensitif et moteur se rapportent à la fonction oculaire. Le tableau III résume les symptômes et les signes qui appartiennent à chacune de ces catégories.

3.1.1 Les résultats des études

Évaluation clinique et prévalence de symptômes

Nous avons repéré trois études portant sur l'évaluation clinique de l'appareil oculaire d'opérateurs de T.E.V. Les deux premières études (Gilbert et coll. 1981, Dubé et Michaud 1982) tentent d'évaluer si l'utilisation de T.E.V. peut entraîner des altérations visuelles et oculaires à moyen terme.

Les résultats de ces études doivent être interprétés avec prudence, compte tenu des problèmes d'ordre méthodologique qu'elles présentent. D'une part, les critères utilisés pour sélectionner les sujets évalués au début des études et les caractéristiques des opérateurs qui ont pu être observés par la suite, ne sont pas précisés. D'autre part, peu de variables indépendantes ont été contrôlées. On observe plus particulièrement que les tâches effectuées par les sujets ne sont généralement pas spécifiées. Or, il importe de contrôler cette variable afin d'identifier les risques possibles pour la santé des différents groupes de travailleurs. Enfin, les analyses statistiques peu élaborées ne permettent pas d'évaluer l'effet des variables de contrôle sur la variation observée.

L'étude de Gilbert et coll. (1981) porte sur de 278 sujets (139 opérateurs de T.E.V. et 139 sujets dans le groupe contrôle dont la catégorie professionnelle n'est pas précisée).

Des tests ophtalmologiques relatifs 1) à l'acuité visuelle (avec et sans verres correcteurs), 2) à l'amplitude de l'accommodation et 3) aux réfractions sphérique et cylindrique, sont effectués au début de l'étude et 26,5 mois plus tard.

Les résultats indiquent que l'acuité visuelle de l'oeil gauche (avec ou sans verres correcteurs) est plus faible à la fin de l'étude chez les opérateurs de T.E.V. Selon les auteurs, ce changement n'est pas significatif du point de vue optométrique. Ils observent également une diminution de l'amplitude de l'accommodation chez les deux groupes. Les différences, en ce qui concerne ces résultats, entre les opérateurs de T.E.V. et le groupe contrôle, ne sont pas statistiquement significatives.

Les auteurs concluent que les T.E.V., lorsqu'ils sont utilisés régulièrement, durant de courtes périodes de temps, ne produisent aucun effet mesurable sur la vision au cours d'une période de deux ans.

Le groupe examiné par Dubé et Michaud (1982) est constitué de 392 opérateurs de T.E.V. L'ensemble des sujets subit un examen ophtalmologique complet au début de l'étude. Un sous-échantillon de 50 personnes est évalué annuellement par la suite, en ce qui concerne l'acuité visuelle, la fonction musculaire et l'endothélium cornéen. À la fin de l'étude, 68 personnes avaient été examinées. Les auteurs ne précisent pas les critères sur lesquels ils se sont appuyés pour sélectionner les sujets du sous-échantillon, ni la raison pour laquelle 18 personnes de plus que prévu ont subi un examen annuel.

Les chercheurs comparent: 1) les résultats des opérateurs qui travaillent à temps plein sur un T.E.V., à ceux dont le travail est partagé entre l'écran et d'autres tâches de bureau (le nombre respectif de sujets dans chacun de ces groupes est mal défini) et 2) les résultats annuels du sous-échantillon suivi au cours d'une période de cinq ans.

Tableau III Symptômes et signes cliniques se rapportant aux phénomènes liés aux fonctions visuelle et oculaire

Fonction visuelle (phénomène sensoriel)		Fonction oculaire			
		(phénomène sensitif)		(phénomène moteur)	
symptômes	signes cliniques	symptômes	signes cliniques	symptômes	signes cliniques
1. Mauvaise vision	1. Baisse de l'acuité visuelle	1. Picotements	1. Rougeur	1. Vision trouble	1. Modifications du point proximal de convergence
2. Éblouissement et sensibilité à la lumière	2. Atteinte du champ visuel	2. Larmoiement	2. Larmoiement	2. Vision double	2. Difficulté à l'accommodation
3. Sensation de points lumineux	3. Altération du sens coloré	3. Lourdeur oculaire	3. Photophobie	3. Douleur oculaire «en coup d'épingle»	3. Changement réfractionnel
4. Objets flous et voilés	4. Changement au niveau de la perception des objets	4. Sensation de sécheresse oculaire	4. Altération aux paupières	4. Douleur péri-orbitaire	4. Diplopie
5. Frange colorée autour des objets		5. Brûlures	5. Sécheresse	5. Difficulté à fixer les objets	
6. Images qui persistent après le travail		6. Douleur à la pression		6. Difficulté à regarder longtemps dans la même direction	

Les résultats indiquent que le groupe contrôle présente une symptomatologie moins marquée que celle du groupe d'opérateurs à temps plein. De plus, la sensibilité excessive à la lumière et à l'éblouissement, rencontrée chez plus d'un tiers des sujets, semble être un problème qui a tendance à perdurer. Les chercheurs l'attribuent, sans pouvoir le démontrer, aux brusques variations de luminance au niveau de l'écran et de l'éclairage ambiant.

L'analyse des résultats des examens annuels révèle que l'acuité visuelle et la réfraction de 42 des 68 sujets examinés ne présentent aucun changement. Les modifications observées chez les autres sujets ne seraient pas imputables à l'utilisation de T.E.V. selon les chercheurs, mais plutôt à la présence de pathologies oculaires décelées au début de l'étude.

Ils concluent que le travail continu sur T.E.V. pendant cinq ans n'a entraîné aucune atteinte des fonctions oculaire et visuelle.

L'étude clinique de Arnaud et coll. (1982), a pour but d'évaluer la portion sensitive de l'appareil oculaire. Elle porte sur 243 personnes travaillant dans une entreprise spécialisée dans l'informatique et passant au moins la moitié de leur journée de travail devant l'écran.

L'examen clinique comprend l'évaluation de l'acuité visuelle de chaque oeil séparément, puis de l'acuité visuelle en vision binoculaire de loin et de près, de la vision du relief, des phories, de la vision des couleurs, de l'astigmatisme et des troubles de réfraction. Ces données sont complétées par un examen des milieux oculaires et du fond de l'oeil.

Les résultats indiquent que 87% des opérateurs présentent une ou plusieurs anomalies oculaires d'importance variable. Seulement 47% de ces individus portent une correction optique.

Les chercheurs évaluent également la prévalence de troubles oculaires et visuels subjectifs, à l'aide d'un questionnaire. Les résultats montrent que 18% des personnes ne présentant aucun trouble objectif se plaignent de troubles de la vision. La prévalence est plus élevée chez les personnes atteintes de problèmes objectifs: elle est de 6,1% chez les myopes, 70% chez les hypermétropes, 67% chez les astigmatiques, 76% chez les sujets presbytes et de 65% chez les personnes qui ont une vision binoculaire altérée. Ces symptômes diminuent ou disparaissent généralement après correction optique satisfaisante.

En ce qui concerne les études qui portent sur la prévalence de troubles oculaires et visuels subjectifs, elles montrent en général que les symptômes rapportés par les opérateurs sont fréquents. D'une façon générale, plus de la moitié des utilisateurs de T.E.V. se plaignent d'inconfort visuel. Lorsque des groupes contrôles sont utilisés, la prévalence des symptômes chez ceux-ci est inférieure à celle des opérateurs (Brown et coll. 1982, Gilet et coll. 1978, Laubli et coll. 1982, Rey 1982).

Études ergonomiques

Enfin, les études ergonomiques permettent d'observer les phénomènes suivants:

— L'acuité visuelle augmenterait avec l'accroissement de la luminance et du contraste, à l'intérieur des limites photopiques normales. Le fait

d'augmenter la luminance permet 1) de réduire le diamètre de la pupille et donc d'augmenter la profondeur du champ, 2) de diminuer les aberrations sphériques de l'oeil, et 3) de diminuer l'effort d'accommodation (Bauer et coll. 1982, Krueger 1982).

- Des rapports de luminance trop élevés seraient liés à une incidence accrue de fatigue oculaire (Elias et coll. 1979), une diminution de l'acuité visuelle et une augmentation de symptômes objectifs et subjectifs d'irritation oculaire (Laubli et coll. 1981).
- Lorsque l'alternance entre des objets de différentes luminances est fréquente, il semble que l'opérateur doive faire face à des problèmes permanents d'adaptation (B.I.T., Wisner 1978).
- La fatigue visuelle apparaîtrait plus rapidement lorsque la durée ou le nombre de regards dirigés vers l'écran sont élevés. Or, la durée du temps de consultation de l'écran dépend du type de tâche effectuée (plus faible pour la saisie de données que pour la saisie-correction) (Roussel et coll. 1980). De plus, le temps de consultation de l'écran augmente en fonction de la complexité des textes consultés (Wisner 1978).
- Plus la durée des regards ininterrompus vers l'écran augmente et plus les opérateurs perçoivent les reflets et le papillotement. Ce phénomène serait lié à un accroissement des symptômes subjectifs de fatigue visuelle (Elias et coll. 1979 a).
- L'incidence de symptômes subjectifs de fatigue oculaire augmenterait en fonction du nombre d'heures de travail (en particulier après 4 heures de travail) (Rey 1982).

Les résultats des études ergonomiques permettent d'identifier les facteurs environnementaux susceptibles d'expliquer la prévalence des problèmes visuels et oculaires chez des opérateurs de T.E.V. Ils peuvent être utilisés pour développer des hypothèses qui pourraient être vérifiées par des études épidémiologiques.

Enfin, il importe de mentionner que ces études ne permettent pas de déterminer si la perception du papillotement peut entraîner des problèmes visuels ou oculaires à long terme. On ignore également si le scintillement non perçu a des effets nocifs sur la rétine. Cet aspect n'a pas fait l'objet de recherches et Grandjean (1980) recommande que des efforts soient déployés à ce sujet.

D'une façon générale, on peut dégager les conclusions suivantes des documents scientifiques publiés:

- Des études épidémiologiques rigoureuses, comparant la fréquence de problèmes de vision chez des opérateurs de T.E.V. à celle d'autres groupes professionnels, doivent être menées.
- Les questions relatives à la vision sont liées de près à des variables ergonomiques et à l'organisation du travail. Ces facteurs doivent être étudiés et des analyses statistiques multivariées sont nécessaires pour identifier les aspects spécifiques du travail sur écran qui peuvent contribuer à expliquer les symptômes visuels et autres.
- Compte tenu de l'absence d'études valables au plan scientifique sur les effets de l'utilisation de T.E.V. sur le système visuel, des doutes subsistent

à ce sujet. La prévalence de symptômes oculo-visuels chez les opérateurs de T.E.V. est toutefois démontrée.

- Les connaissances actuelles permettent d'identifier des mesures susceptibles d'améliorer le confort et la performance des opérateurs de T.E.V.: l'utilisation de terminaux de bonne qualité, le contrôle de l'éclairage, l'application de principes anthropométriques au niveau de l'aménagement des postes et la prise en considération des besoins des travailleurs lors de la définition des tâches.

3.1.2 Le cas particulier des cataractes

Des cas de cataractes capsulaires, diagnostiqués chez des utilisateurs de T.E.V., sont rapportés par Zaret (U.S. Congress House, 1981). Toutefois, aucune recherche n'a tenté de déterminer si la prévalence de ce problème de santé est plus élevée chez ce groupe de travailleurs que chez d'autres catégories professionnelles.

Les cataractes capsulaires peuvent être provoquées par des radiations électromagnétiques et contrairement aux cataractes courantes, leurs premiers effets se manifestent à la surface du cristallin plutôt que par une opacification interne. L'effet cataractogène des radiations infrarouges d'intensité élevée est connu. Les résultats de quelques recherches permettent également de soupçonner les radiations micro-ondes. De plus, Zaret émet l'hypothèse que des radio-fréquences puissent avoir un tel effet. Aucune recherche n'apporte d'argument sérieux à ce sujet.

Or, selon les études, l'intensité des radiations infrarouges et micro-ondes émises par les T.E.V. est inférieure aux normes. À l'exception de Zaret, les chercheurs rejettent l'hypothèse que les cataractes observées chez des utilisateurs de T.E.V. soient provoquées par l'exposition à des radiations émises par ces appareils. Par conséquent, il est peu probable que les T.E.V. entraînent des cataractes chez les travailleurs exposés.

3.1.3 Conclusions sur les problèmes visuels et oculaires

A) Problème fréquemment rapporté et fortement soupçonné

Fatigue visuelle

1) Facteurs importants et fortement soupçonnés

- Faible luminance des caractères.
- Faible contraste entre les caractères et le fond de l'écran.
- Rapports de luminance élevés entre l'écran et les objets éclairés par l'éclairage ambiant (principalement les textes imprimés).
- Présence de reflets sur l'écran et du scintillement.

2) Facteurs secondaires, fortement soupçonnés

- Durée importante et nombre élevé de regards ininterrompus vers l'écran.
- Plus de quatre heures d'utilisation de T.E.V.
- Anomalies oculo-visuelles non décelées ou corrigées inadéquatement.

B) Problèmes peu rapportés et très faiblement soupçonnés

1) Cataractes

Seules les radiations émises par les T.E.V.

étaient soupçonnées et cette hypothèse est réfutée.

- 2) Autres troubles visuels et oculaires à moyen et long termes
L'ensemble des facteurs susceptibles d'expliquer la prévalence de fatigue visuelle est faiblement soupçonné.

3.2 Les problèmes musculo-squelettiques

Aucune recherche n'a tenté, selon une approche épidémiologique rigoureuse, de déterminer si la prévalence de signes cliniques est plus élevée chez les opérateurs de T.E.V. que chez d'autres catégories professionnelles. Les chercheurs utilisent généralement des questionnaires non validés afin d'évaluer la prévalence de symptômes musculo-squelettiques. Cependant, compte tenu des problèmes d'ordre méthodologique que présentent ces recherches au plan épidémiologique et de l'absence d'études longitudinales, la présence d'une relation entre les facteurs de risque auxquels les opérateurs sont exposés et l'incidence de problèmes musculo-squelettiques, ne peut être vérifiée.

Une seule recherche a comparé les résultats d'examen cliniques des muscles, des tendons et des articulations des membres supérieurs d'opérateurs de T.E.V., à ceux d'autres employés de bureau effectuant un travail traditionnel (Hunting et coll. 1981). L'échantillon est constitué de 162 opérateurs de T.E.V. : 53 effectuent de la saisie de données, 109 font un travail de communication interactive. Le groupe contrôle, constitué de 133 sujets, regroupe 78 dactylos et 55 agents de bureau. L'examen clinique consiste à identifier des points de pression douloureux au niveau des muscles, des tendons et des insertions tendineuses du cou, des épaules, des bras et des avant-bras.

Les résultats indiqueraient que les postures contraignantes sur les postes de T.E.V. et les postes de dactylos à plein temps entraînent fréquemment

des troubles au niveau des mains, des bras, des épaules et de la nuque. Les chercheurs n'ont pas tenté d'identifier la présence de variables confondantes, d'une part, et n'ont pas évalué si les différences observées entre les groupes sont statistiquement significatives, d'autre part. De plus, la méthode utilisée pour sélectionner les sujets n'est pas précisée.

L'analyse de la variation intra-groupe des signes cliniques indiquerait que la fréquence des troubles, chez les opérateurs de T.E.V., est plus élevée lorsque

- L'épaisseur du clavier est importante.
- La distance œil-tâche est grande.
- L'espace pour reposer l'avant-bras et les mains sur la table est insuffisant.
- Il y a une forte inclinaison ou torsion de la tête.

Les autres études, de type ergonomique, évaluent la prévalence de symptômes de fatigue locale ou de douleurs. Cette approche est utilisée parallèlement à une analyse du travail et de ses conditions d'exécution ainsi que des postures adoptées par les opérateurs. Ce type d'étude ne permet pas d'établir si les problèmes musculo-squelettiques sont plus graves ou plus fréquents chez les opérateurs de T.E.V. que chez d'autres groupes professionnels. Elle permet cependant de faire le diagnostic des éléments inadéquats du poste de travail, de la tâche et de l'organisation du travail qui risquent de provoquer des problèmes posturaux (posture inadéquate et statique).

Différentes recommandations ont été élaborées afin de favoriser l'adoption d'une posture adéquate pour le travail de bureau. Les études sur les T.E.V. tentent :

- de déterminer si ces recommandations peuvent être appliquées à l'utilisation d'écrans;
- d'identifier les facteurs qui permettent d'expliquer les postures des opérateurs de T.E.V.,
- d'évaluer si des postures adéquates peuvent être adoptées.

Le tableau IV résume les variables retenues par les études que nous avons consultées

Tableau IV. Synthèse des variables considérées dans les études ergonomiques

AUTEURS	VARIABLES				
	Nature de la tâche*	Plaintes	Examen clinique	Observations de posture	Caractéristiques dimensionnelles **
Hunting et coll.(1981)	x	x	x	x	x
Laville (1982)	x			x	
Tisserand et coll.(1981)	x	x		x	
Stammerjohn et coll (1981)	x				x
Elias et coll.(1982)	x	x			
Brown et coll.(1982)					x

* Saisie de données, codification et interprétation, travail sur dactylo

** Inclut les stratégies d'ajustement des postes

Ces recherches sont basées sur le principe voulant que les postures adoptées par les opérateurs de T.E.V. soient associées à deux types de facteurs de nature différente mais étroitement liés:

- la structure dimensionnelle du poste;
- les caractéristiques de la tâche sur les plans visuel et manuel.

En ce qui concerne la structure dimensionnelle du poste, les éléments suivants sont pris en considération:

- Le poste doit comprendre des éléments de support (chaise, appui pour les avant-bras, etc.) constitués d'une série de plans qui s'opposent à la masse corporelle aux points anatomiques à travers lesquels la force gravitationnelle peut être transférée à la structure squelettique.
- La chaise ou le support pour les avant-bras et les pieds doivent être à une hauteur adéquate afin d'éviter la compression des tissus mous et des articulations.
- Les dimensions du poste doivent être réglables afin que les opérateurs puissent adopter des postures adéquates.

Quant aux caractéristiques des activités visuelles et manuelles, le tableau V résume les principaux facteurs qui les déterminent

Tableau V Facteurs associés aux activités visuelles et manuelles

Facteurs	Activités	
	visuelles	manuelles
Caractéristiques de l'écran	x	
Caractéristiques du clavier		x
Dimensions du poste	x	x
Éclairage	x	
Nature des tâches	x	x
Organisation du travail	x	x

Les caractéristiques visuelles d'une tâche délimitent la position des yeux et de la tête. C'est à partir de cette position que la posture est composée. Les caractéristiques manuelles déterminent quant à elles l'emplacement des membres supérieurs.

D'une façon générale, les chercheurs obtiennent des résultats convergents qui peuvent être résumés comme suit

- 1) La nature de la tâche a un effet déterminant sur la posture et les plaintes résultantes. On ne peut déterminer de posture idéale pour toutes les situations.

Les chercheurs signalent l'importance d'un clavier amovible, indépendant de l'écran. Lorsque le clavier est fixe et attaché au terminal, les activités manuelles et visuelles sont fréquemment incompatibles. De plus, l'équipement doit permettre de régler la hauteur du clavier et la distance entre l'écran et le document. On doit prévoir des points d'appui pour les mains ou les avant-bras. Enfin, les chercheurs suisses (École de Zurich) recommandent des dossiers élevés (voir commentaires à la page 68).

- 2) Les postures observées ne semblent pas présenter plus de problèmes que celles qui concernent d'autres postes de travail impliquant aussi le travail des membres supérieurs et une activité visuelle importante. Au contraire, le dos est plus fréquemment appuyé et l'inclinaison de la tête est moins prononcée. Ceci est dû au relèvement de l'axe visuel que l'on rencontre à ce poste.

- 3) Les opérateurs presbytes souffrent de troubles particuliers. Les lunettes sont généralement conçues pour des distances de lecture de 30 à 40 cm. Or, les distances oeil-tâche, fréquemment rencontrées (et nécessaires pour assurer une posture adéquate) sont de l'ordre de 50 cm. De plus, lorsque les lentilles bi-focales sont mal adaptées à l'utilisation de T.E.V. et que l'aménagement des postes est inadéquat, les opérateurs doivent rejeter la tête vers l'arrière pour lire à travers la portion inférieure de leurs lentilles. Ces facteurs peuvent entraîner des douleurs au niveau du cou et des épaules.

- 4) Le principal problème semble être associé à la nature statique de la posture et ce, plus particulièrement pour les postes de saisie de données. Ceci est dû au fait que l'opérateur est forcé, de façon plus ou moins permanente, de garder la tête et les mains en position fixe

Conclusions sur les problèmes musculo-squelettiques

Problèmes fréquemment rapportés et très fortement soupçonnés

Fatigue musculaire et douleurs musculo-squelettiques

- 1) Facteurs importants et fortement soupçonnés
 - Postures contraignantes en raison de l'incompatibilité entre les activités manuelles et visuelles; l'impossibilité de régler les dimensions et l'inclinaison de l'équipement; l'absence de points d'appui pour les avant-bras.
 - Posture statique liée à: la structuration des tâches où le travail sur T.E.V. devient spécialisé; un écran en position fixe; un rythme élevé de travail.
- 2) Facteur secondaire et fortement soupçonné
 - Lentilles bi-focales mal adaptées.

3.3 Les problèmes reliés à la reproduction et à la grossesse

En ce qui concerne les problèmes de reproduction et de grossesse, les facteurs de risque que nous commentons sont les radiations ionisantes et non ionisantes et ce qu'il est convenu d'appeler la charge de travail. Nous portons notre attention sur les effets génétiques et tératogènes de ces facteurs. Il s'agit principalement de l'avortement spontané, de la prématurité, du petit poids à la naissance et des malformations congénitales.

Un dommage génétique inclut des mutations (modifications du nombre ou de la structure de chromosomes ou de gènes spécifiques) qui se produisent soit dans une cellule germinale parentale (sperme ou ovule) et sont dès lors potentiellement transmissibles aux générations futures, soit dans une cellule somati-

que du fœtus, qui n'affectent que les cellules du corps qui originent de la cellule mutante originale. La tératogénéité se réfère aux processus qui agissent sur l'embryon ou le fœtus *in utero* et modifient son développement normal. Les conséquences de ce développement anormal peuvent être le décès (avortement spontané), une malformation, un retard de croissance ou un désordre fonctionnel du fœtus ou de l'enfant (Wilson 1979).

Il peut être très difficile, voire même impossible, de déterminer si ces conséquences de la grossesse sont «spontanées» ou «induites par l'environnement» ou résultent d'un événement mutagène ou tératogène. Ces deux processus sont biologiquement très distincts mais leurs effets ne le sont pas nécessairement.

Dans cette section, nous abordons tout d'abord la question des rayons X: leur émission et les effets biologiques d'un faible niveau de radiation. Nous discutons également des micro-ondes et des radio-fréquences, de leurs effets biologiques thermiques et non thermiques. Puis nous commentons brièvement les effets possibles de la charge de travail. Enfin, nous discutons des effets du travail avec T.E.V. sur la reproduction et sur les issues de la grossesse.

3.3.1 Les radiations

Les rayons X

L'émission de rayons X

Si la mère est exposée à un T.E.V. émettant des radiations selon les limites définies par la réglementation (à 5 cm de distance pas plus de 0,5 mrem/h), durant tout le premier trimestre de la grossesse, la dose maximale absorbée par le fœtus est de 6 mrad «ou environ le quart de la dose absorbée provenant de la radiation naturelle durant cette même période» (Hirning et Aitken 1982). Durant les deux derniers trimestres de la grossesse, le fœtus serait probablement exposé à une dose similaire. Ces doses de radiation ionisante sont en effet très faibles. Et dans la mesure où les T.E.V. émettent des niveaux de radiation inférieurs aux standards réglementaires (et ceci semble le cas puisque les niveaux mesurés le plus fréquemment varient entre 0,01 et 0,05 mrem/h) (voir section 2.2.3), les projections énoncées plus haut surestiment considérablement la dose réelle reçue par les travailleuses. Par conséquent, les quantités de radiations X émises par les T.E.V. ne constituent pas un risque pour la santé des travailleuses enceintes ni pour le fœtus.

Les effets biologiques d'un faible niveau de radiation

La radiation ne crée pas de phénomènes biologiques nouveaux. Elle augmente plutôt, à l'occasion, la probabilité de certains événements considérés spontanés ou dits naturels. Elle le fait soit de façon stochastique¹⁶ (un effet tout ou rien comme une mutation qui n'affecte qu'une seule cellule), soit de façon non stochastique (avec des seuils). Dans ce dernier cas, il y a un niveau inférieur d'exposition sous lequel un événement ne se produira pas à une fréquence plus élevée que «naturellement». On considère que les effets tératogènes de la radiation sont probablement de ce genre. Lorsque l'exposition

est inférieure au seuil, le nombre de cellules nécessaires à une croissance et un développement normal est maintenu et aucun effet visible ou mesurable ne se produit. Par contre, lorsque le seuil est dépassé, une augmentation de la dose d'exposition entraîne une fréquence et une sévérité accrues de l'effet par rapport aux irradiations de source naturelle. L'effet sur la grossesse varie selon le moment de l'exposition. À doses moindres, certains effets peuvent se produire mais ils pourraient ne pas être décelés.

À notre connaissance, il n'existe aucune étude longitudinale sur la santé des populations exposées aux rayons X à des niveaux semblables ou inférieurs à ceux émis par les T.E.V. Qui plus est, il n'y a aucune étude exhaustive de l'expérience reproductive de travailleurs exposés de telle façon. En somme, on ne peut citer aucune preuve empirique permettant de dire que de telles expositions affectent ou n'affectent pas la santé des travailleurs ou de leur progéniture. Malgré un ensemble de questions non résolues sur les effets biologiques des radiations en général, on peut présenter des conclusions générales sur le problème des radiations X en rapport avec les T.E.V.

Il semble clair que la dose annuelle de radiation ionisante reçue par les utilisateurs de T.E.V. (ou leurs fœtus) est beaucoup plus faible que les plus faibles doses dont on connaît les effets à partir d'un certain seuil, aussi pour des effets tels l'infertilité, les malformations congénitales et les défauts de développement, beaucoup de données suggèrent un seuil de 10 rads d'irradiation aiguë. De plus, la possibilité d'effets stochastiques (un effet tout ou rien) ne peut être éliminée sur une base théorique même si de façon pratique, il serait virtuellement impossible de distinguer ce risque de celui qui est causé par l'environnement naturel. Par conséquent, les mass médias qui ont suggéré que les cas d'avortements spontanés ou de malformations congénitales observés chez des utilisatrices de T.E.V. étaient reliés aux radiations ionisantes ne s'appuyaient sur aucune preuve scientifique. Les émissions de radiations ionisantes par les T.E.V. sont inférieures aux normes et ne peuvent entraîner de tels effets biologiques. D'où, même si des conséquences adverses sur la grossesse étaient identifiées parmi ces travailleuses, les radiations ionisantes émises par le T.E.V. sembleraient en être l'explication la plus improbable. Par contre, pour s'assurer que les émissions des T.E.V. demeurent au niveau ou sous le niveau des limites actuelles permises (0,01 à 0,05 mrem/h), il y aurait peut-être lieu de proposer que les limites réglementaires soient abaissées à ces niveaux.

Les micro-ondes et les radio-fréquences

L'émission de micro-ondes et de radio-fréquences de 10 MHz ou plus par les écrans est soit non décelable, soit très inférieure aux standards les plus exigeants. Environ 95% des radio-fréquences émises par les écrans sont inférieures à 10 MHz, soit de l'ordre de 15 à 125 KHz. Les instruments pour mesurer avec précision ces émissions sont peu nombreux.

Les effets biologiques

A) Les effets thermiques

Ces ondes peuvent agiter des molécules d'eau (ou autres molécules) dans le corps et ce mouvement peut produire de la chaleur. À haute intensité, cette radiation provoque une chaleur ressentie par l'individu. À faible intensité, l'augmentation de la

¹⁶ Le terme stochastique signifie, dans ce cas, que la probabilité que les radiations aient des effets sur la santé augmente selon le niveau d'exposition.

température cellulaire ou tissulaire peut passer inaperçue.

Lary et coll. (1982) résument l'état des connaissances à ce sujet: «A cause de l'absence d'études sur les radio-fréquences à faible intensité, soit de moins de 300 MHz, la difficulté de prédire le pouvoir d'absorption des RF et la chaleur produite à partir d'une source de RF, et à cause des difficultés habituelles d'extrapoler à l'homme les données tératologiques animales, il est impossible, à ce moment, d'évaluer correctement le potentiel des effets tératogènes des RF sur les humains». Lorsque des animaux *in utero* ont eu des problèmes de croissance ou de développement, c'est à la suite «d'une exposition qui a entraîné une augmentation excessive de la température» (Michaelson 1982) L'extrapolation des données animales à l'homme doit être faite avec prudence. Même s'il est possible d'imaginer qu'un embryon humain ou un fœtus puisse être exposé à une chaleur significative sans que sa mère s'en aperçoive, les très faibles intensités associées aux T.E.V. sont probablement très inférieures à celles qui sont requises pour produire des effets dommageables chez l'enfant.

B) Les effets non thermiques

Ni les micro-ondes ni les radio-fréquences ne peuvent endommager directement l'ADN¹⁷ des cellules germinales et ne peuvent donc pas causer de mutations transmissibles. On ignore cependant si elles peuvent créer des changements au niveau de l'activité électrique du cœur ou du cerveau, ou de la production d'hormones ou d'autres substances chimiques dans l'organisme

Les études animales sont particulièrement difficiles à transposer à l'homme dans ce contexte. De plus, les résultats des recherches sur l'homme font l'objet de controverses

Par conséquent, bien que les T.E.V. émettent des ondes électromagnétiques de très basses fréquences, les données sont insuffisantes pour déterminer les taux d'exposition et établir si ce phénomène est inquiétant.

En résumé, il apparaît hautement improbable que des émissions micro-ondes provenant des T.E.V., lesquelles sont présentement non décelables, puissent avoir un effet thermique direct sur le fœtus d'une travailleuse enceinte ou puissent détruire ou endommager un nombre critique de cellules par chaleur excessive.

Quant aux effets biologiques des ondes électromagnétiques de fréquences très basses (VLF) et extrêmement basses (ELF) émises par les T.E.V., il est plus difficile de porter un jugement. Ces radiations émises par des T.E.V. sont pulsées. Il semble que les effets biologiques des radiations pulsées provenant d'un rayonnement continu ont fait l'objet de plusieurs recherches. Suite à des études effectuées sur les micro-ondes pulsées, Postow (cité par Marha et coll. 1983) conclut que les effets de radiations électromagnétiques pulsées sont plus importants que ceux des rayonnements continus. Les effets des ondes radio pulsées de fréquences très basses et extrêmement basses ont fait l'objet de très peu de recherches cependant (Marha et coll., 1983, Cohen, 1983) À cause

de l'absence d'études à ce sujet chez les humains, il serait présentement prudent de supporter les efforts qui visent à combler ce manque d'information, à mettre au point un système de blindage qui réduirait les radio-fréquences émises par les T.E.V. et à établir des standards pour des fréquences inférieures à 10 MHz. Marha (1983) a mis au point un système de blindage qui diminue le champ électrique des radio-fréquences émises par les T.E.V.

3.3.2 Les effets biologiques de la charge de travail

Aucune étude n'a évalué, jusqu'à présent, la relation entre la charge de travail et la grossesse chez les femmes travaillant avec un T.E.V. Mais on peut recommander que les études futures, en plus de rencontrer les exigences de la méthode épidémiologique, incluent non seulement une description détaillée du travail (le lieu, les activités, toutes les expositions, le rythme, la demande physique, intellectuelle, etc.) et de l'appareillage en cause (par exemple une quantification du niveau maximal de radiations que l'appareil peut émettre), mais tentent également de quantifier ces variables indépendantes. De plus, les études devraient tenter d'évaluer la proportion de la variation des problèmes de grossesse pouvant être expliquée par chacun des facteurs de risque identifiés

3.3.3 Les résultats des études sur la reproduction et les issues de la grossesse

Comme on l'a déjà mentionné, la plupart des facteurs environnementaux associés aux malformations ou aux avortements spontanés sont susceptibles non pas de causer invariablement l'effet, mais plutôt de predisposer à cet effet ou d'en augmenter la probabilité. Il s'ensuit que l'effet ne sera pas présent chez toutes les personnes exposées et sera plus difficile à identifier qu'un effet invariable. De plus, tous les problèmes de santé reliés à la reproduction se produisent avec une certaine fréquence «spontanée» et pour plusieurs d'entre eux, la cause est inconnue. Cette fréquence «spontanée» ou d'arrière-plan, est fortement influencée par des facteurs tels que l'âge de la mère, l'histoire reproductive antérieure, le tabagisme, la consommation d'alcool, etc. Tous ces facteurs doivent donc être considérés lorsqu'on tente d'étudier l'association entre une occupation ou une exposition et un effet particulier.

De plus, lorsqu'une exposition est répandue et qu'un effet est fréquent, la probabilité que ces éléments soient associés est élevée.

Que sait-on de la reproduction des travailleuses exposées aux T.E.V. et cela suggère-t-il une fréquence inhabituelle d'effets non désirés?

À notre connaissance, il n'y a que deux études épidémiologiques sur ce sujet (Lewis et coll. 1982, Centers for Disease Control 1981). On doit aussi souligner l'étude montréalaise de McDonald et coll. qui est en cours et porte sur le travail, quel qu'il soit, et la grossesse: les résultats ne sont pas accessibles pour l'instant. L'étude américaine de Rosenberg et coll vient également de débiter.

En 1981, le C.D.C. d'Atlanta investigate un agrégat d'avortements spontanés ou de morts néo-natales chez des utilisatrices de T.E.V. d'une grande entre-

17 L'ADN (acide desoxyribonucléique) est la substance constituante des gènes.

prise de Dallas au Texas (Centers for Disease Control 1981). Cet agrégat représente un événement dans le temps qui, sans autre considération, ne peut être considéré comme se produisant par chance seulement. Toutefois, bien que les chercheurs aient considéré les caractéristiques sociodémographiques, l'histoire occupationnelle, l'histoire reproductive, la santé en général et des facteurs de risque pour l'avortement spontané, aucune caractéristique particulière prédominante chez les femmes ayant eu des avortements spontanés ou un enfant mourant en période néo-natale n'a été décelée. En fait, on ne trouve pas d'association entre les effets sur ces grossesses et la durée de l'utilisation des T.E.V., non plus qu'avec la distance des travailleuses par rapport à l'écran. Aucun agent causal n'a donc pu être identifié. Les auteurs suggèrent qu'il s'agit d'un agrégat «attendu — non attendu».

En effet, si on étudiait un assez grand nombre de groupes de femmes enceintes, il serait hautement possible qu'au moins un des échantillons ait une incidence élevée de problèmes de grossesse. On estime qu'aux États-Unis environ 7 millions de personnes travaillent avec des T.E.V. dont plusieurs sont en âge de reproduction. Si on divisait ce nombre en groupes de 70, cela ferait 100 000 groupes. Assumant un taux de fécondité égal entre ces groupes, sur une période de trois ans, on s'attendrait à ce que 2 500 groupes aient un excès d'issues de grossesses défavorables ($p=0,05$) par chance seulement.

Lewis et coll. (1982) ont aussi étudié en Australie la relation entre les avortements spontanés et le travail avec T.E.V. Il s'agit d'une étude rétrospective de 30 cas d'issues défavorables de grossesse comparés à des contrôles appariés pour l'âge de la mère et la date de l'accouchement. Le choix des cas et des contrôles s'est fait à partir d'une étude transversale dans 13 compagnies où 279 femmes, répondantes volontaires, travaillaient avec des T.E.V. et où 100 ne les utilisaient pas. La proportion de femmes travaillant auprès des T.E.V. n'était pas statistiquement différente entre les cas et les contrôles. Cette étude comporte plusieurs défauts d'ordre méthodologique dont: le biais chronologique (il s'agit d'issues défavorables s'étendant sur une longue période de temps), le biais de sélection (volontariat des répondantes, élimination de cas d'avortements pour des raisons mal spécifiées), le biais de rappel (les femmes connaissant le but de l'étude) et le biais de mesure (aucune vérification de la validité des informations fournies uniquement par les femmes sur les issues de la grossesse).

Le peu d'études sur la relation entre la reproduction et le travail avec T.E.V., ne permet pas de porter de jugement solide sur les dangers ou la sécurité relative de cette exposition. Cela n'est pas étonnant toutefois car, en général, il y a peu d'études sur l'exposition occupationnelle de la mère et les effets sur le fœtus. On ne pourrait donc même pas inférer de connaissances à partir de groupes semblables de travail.

Malgré le manque de données, les spéculations sur les T.E.V., en rapport avec les effets néfastes sur la reproduction, n'ont pas manqué. On a déjà discuté des radiations et de la charge de travail. On pourrait maintenant mentionner rapidement deux autres facteurs, les aspects ergonomiques et le stress.

Les facteurs ergonomiques (par exemple, des postes de travail mal aménagés et la nécessité pour une opératrice de T.E.V. de demeurer assise longtemps dans une position contraignante sans pauses suffisantes) peuvent entraîner la femme enceinte à adopter des positions réduisant l'apport sanguin au fœtus. Cet apport sanguin placentaire est en soi un facteur de risque pour la prématurité et le retard de croissance. Toutefois, une telle séquence d'événements, même si elle est physiologiquement plausible, n'a pas été évaluée chez les femmes utilisant des T.E.V.

Enfin, l'effet possible du stress sur la reproduction et la grossesse n'a pas fait l'objet d'études chez les utilisatrices de T.E.V.

3.3.4 Conclusions sur les risques pour la grossesse

Il n'y a, à l'heure actuelle, aucune donnée suffisante pour décrire à quel point le travail avec T.E.V. peut entraîner des effets nocifs sur la reproduction. On peut probablement éliminer les doutes relatifs aux effets des radiations ionisantes. Par contre, les effets des facteurs ergonomiques et des ondes électromagnétiques de basses fréquences sur la physiologie de la grossesse sont très mal connus. Bien qu'à ce point-ci on ne puisse identifier de façon définitive un facteur de risque en particulier, il ne faut pas pour autant conclure que des effets nocifs ne peuvent se produire. D'autre part, des rapports anecdotiques ne suffisent pas pour que, de fait, les T.E.V. soient considérés comme dangereux.

3.4 Les dermatites

Des cas de dermatite au niveau facial sont rapportés par des chercheurs (Linden et coll. 1981, Olsen 1981, Tjonn 1982). Une sensation de picotement apparaît après quelques heures ou quelques journées de travail. Elle est généralement suivie d'une éruption cutanée caractérisée par de l'érythème et des papules roses. Ces problèmes dermatologiques disparaissent habituellement après une journée ou deux d'arrêt de travail.

Aucune étude épidémiologique, à notre connaissance, n'a tenté d'évaluer la prévalence de dermatite chez des opérateurs de T.E.V.

Seulement deux recherches ont été effectuées (Linden et coll. 1981, Olsen 1981). Il s'agit de comptes rendus cliniques de cas de dermatite observés chez des utilisateurs de T.E.V. Les chercheurs ont également évalué l'environnement de travail de ces opérateurs afin d'identifier les facteurs susceptibles d'expliquer la présence de ces pathologies. À la suite de leurs observations, ils formulent l'hypothèse voulant que ces réactions cutanées soient liées à la différence de potentiel électrique entre le terminal et l'opérateur lorsque.

- 1) l'humidité relative est faible (de l'ordre de 20% à 30%);
- 2) les matériaux dont sont composés les vêtements des travailleurs, l'ameublement et surtout les moquettes, n'ont pas de propriétés antistatiques

On formule également l'hypothèse selon laquelle l'électricité statique favorise la précipitation de parti-

cules irritantes dans l'air (Olsen 1981). D'autres facteurs influencent également l'apparition du rash notamment la durée d'exposition, la sensibilité individuelle, le port de cosmétiques, etc.

Le maintien d'une humidité relative d'environ 50% et l'installation de moquettes antistatiques sont recommandés pour prévenir ces problèmes dermatologiques. L'efficacité de ces moyens de prévention a été démontrée au cours d'une période de quatre mois, dans deux milieux de travail (Linden et coll. 1981).

Des chercheurs ont également soulevé l'hypothèse que l'émission de polychlorobiphényle (PCB) par les terminaux, puisse expliquer la prévalence de dermatite chez les opérateurs de T.E.V. (Digernes, Astrup 1982)

Les résultats de leur étude indiquent que les concentrations de PCB, mesurées dans des bureaux où des T.E.V. sont utilisés, sont de 50 à 80 fois plus élevées qu'à l'extérieur de l'édifice. Elles sont toutefois inférieures à la concentration admissible recommandée par NIOSH. Les chercheurs mentionnent que la source de PCB ne peut être identifiée

Il importe de mentionner que le Canada, les États-Unis et le Japon interdisent l'utilisation de PCB. De plus, lorsque ce produit est présent au niveau des circuits électroniques, sa quantité est faible. Il semble également qu'une fuite entraîne généralement la panne de l'appareil qui en contient

3.5 L'épilepsie photosensible

La possibilité que l'utilisation de T.E.V. puisse entraîner des crises d'épilepsie est théoriquement évaluée par quelques auteurs (Cakir et coll. 1980, Rosenbaum 1981, Wilkins 1978). Aucune source de référence n'indique si ce problème est plus fréquent chez les opérateurs de T.E.V. que chez d'autres catégories professionnelles. Il semble que le nombre d'individus susceptibles d'en être affectés est faible comme en témoignent les chiffres qui suivent

En effet, environ 0,5% de la population serait atteinte d'épilepsie. L'une des formes de cette maladie, l'épilepsie photosensible, est provoquée par des fluctuations de lumière et se retrouve chez 1 sur 2 500 à 1 sur 10 000 personnes. Cette maladie est plus courante chez les femmes que chez les hommes et touche plus particulièrement les enfants âgés de 6 à 12 ans. La régression est nette à partir de 16 à 18 ans.

Des sujets épileptiques photosensibles peuvent être sujets à des attaques lorsqu'ils regardent la télévision (environ 4% des épileptiques). Plusieurs chercheurs formulent l'hypothèse que la sensibilité des épileptiques varie selon la fréquence des fluctuations lumineuses et la structure géométrique ou le modèle de ces fluctuations. Il semble en effet que des fréquences de 10 à 25 Hz provoquent très fréquemment des convulsions chez les épileptiques photosensibles. Une enquête a cependant montré que la sensibilité s'étend de 10 à 43 Hz lorsque les fluctuations suivent des modèles. De plus, plusieurs épileptiques photosensibles seraient sensibles à des dessins géométriques sans mouvement. Leur sensibilité serait doublée en faisant vibrer ces dessins.

L'excitation épileptique susceptible d'être liée à l'utilisation de T.E.V. n'a pas été étudiée. Les chercheurs

présument qu'elle est de même nature que celle causée par la télévision, mais que l'effet provocateur de l'écran serait plus marqué, en raison de la moins grande distance de vision. Ils estiment que le papillotement des écrans, principalement lié à une faible fréquence de rafraîchissement de la substance fluorescente sur l'écran, puisse avoir un effet épileptiforme. De plus, la linéarité du texte et, parfois, l'instabilité de la trame pourraient augmenter la sensibilité des personnes sujettes à l'épilepsie. Ils estiment enfin que des instabilités mineures puissent produire un vacillement à basse fréquence. L'ensemble de ces hypothèses doit être vérifié.

Afin de réduire le scintillement, on recommande généralement des fréquences de rafraîchissement de 50 ou 60 Hz (Cakir et coll. 1980, Rosenbaum 1981, Wilkins 1978). Ces valeurs sont cependant contestées. Des substances fluorescentes à faible rémanence doivent également être utilisés.

3.6 Les problèmes liés au stress

Le concept de stress fait référence, dans ce document, aux réactions d'ordre psychologique, somatique ou du comportement, liées aux caractéristiques des tâches et de l'organisation du travail, qui constituent des facteurs de risque pour les opérateurs de T.E.V.

3.6.1 Les sources de stress chez les utilisateurs de T.E.V.

Plusieurs études portent sur le stress des employés de bureau qui utilisent des T.E.V. Les facteurs suivants sont les principales sources possibles de stress étudiées par les chercheurs:

- 1) Caractéristiques intrinsèques au contenu de la tâche (inhérentes à la tâche):
 - exigences qualitatives et quantitatives de la tâche au niveau cognitif et psychomoteur (complexité, monotonie, sous-qualification et sur-qualification du travailleur par rapport au contenu de la tâche, tâches rigides, etc.)
- 2) Caractéristiques extrinsèques au contenu de la tâche:
 - cadence;
 - absence d'identification au travail;
 - absence d'initiative;
 - spécialisation restreinte des opérateurs;
 - surveillance électronique du travail;
 - insécurité d'emploi;
 - crainte de licenciement;
 - absence de relations interpersonnelles.
- 3) Certains facteurs socio-démographiques (âge, sexe, degré de scolarité, etc.) peuvent également contribuer à expliquer la variation des réactions au stress.

La charge mentale, qui peut résulter de l'interaction des trois groupes de variables ci-haut mentionnés, peut également être une source de stress.

Enfin, compte tenu de la gravité des problèmes de santé possiblement liés à l'utilisation des T.E.V. et de l'importance accordée par les médias à ce sujet, plusieurs travailleurs ressentent des craintes, ce qui contribue à accroître le stress ressenti.

3.6.2 Les effets du stress sur la santé

Les indices de mesure utilisés

De nombreux indices permettent d'identifier les manifestations d'une situation de stress. Les effets les plus fréquemment cités par les chercheurs sont regroupés ci-dessous :

- Symptômes psychologiques.
état dépressif, anxiété, fatigue, insatisfaction face au travail, etc.
- Symptômes somatiques.
douleurs musculo-squelettiques, dysfonctions gastro-intestinales, manifestations cardio-vasculaires, etc.
- Signes comportementaux:
troubles de l'appétit, perte ou gain excessif de poids, alcoolisme, performance abaissée, absentéisme et retard fréquents.
- Signes physiologiques:
élévation de la tension artérielle et du rythme cardiaque, migraines, céphalées, cathécolamines élevées

Les résultats des études

Les études qui tentent d'évaluer la prévalence de stress chez les opérateurs de T.E.V. présentent généralement des problèmes méthodologiques majeurs qui invalident grandement les résultats

- 1) Problèmes au niveau du choix des sujets.
 - faibles % de répondants (moins de 50%) (Smith 1982, 1981),
 - sélection de volontaires
- 2) Absence de contrôle adéquat de certaines variables
- 3) Absence d'analyse du travail.

D'autre part, certaines interprétations dépassent les possibilités des résultats. Par exemple, Ghiringhelli (1982), qui compare les résultats d'entrevues effectuées auprès d'opérateurs d'écrans de deux compagnies conclut: «... les problèmes spécifiques aux T.E.V. semblent s'ajouter et accentuer les maux couramment ressentis par les employés et nous pensons qu'ils pourraient devenir un foyer symbolique d'inconfort.» Cette interprétation ne tient pas compte des modifications des tâches qui accompagnent l'implantation des écrans et l'effet de phénomènes nouveaux comme l'attente active entre deux affichages de données (Ostberg 1980).

Une seule étude utilise un indicateur physiologique de stress (Johansson 1979) Celle-ci a comparé les taux de cathécolamines urinaires, le rythme cardiaque et la tension artérielle d'opératrices de saisie de données à ceux de secrétaires. Les résultats montrent un taux moyen d'excrétion de cathécolamines urinaires plus élevé chez les opératrices de T.E.V. On observe également une augmentation statistiquement significative des indices lors d'une panne d'ordinateur, ainsi que plus d'irritabilité, de fatigue et d'ennui. Chez les opératrices de T.E.V., ces valeurs élevées seraient liées au stress provoqué par un manque de contrôle sur l'ordinateur.

Les résultats des recherches qui portent sur la prévalence de symptômes subjectifs de stress, montrent en général que ces symptômes sont plus fréquents chez les opérateurs de T.E.V. que chez d'autres employés de bureau

Les chercheurs procèdent par questionnaires. Pour l'étude de Smith (1982, 1981), les questions posées sont précises et le questionnaire a été validé. Ce n'est pas le cas des autres recherches (CTC 1981, Ghiringhelli 1982, Mallette 1983). De plus, la révélation des objectifs aux sujets introduit d'emblée un facteur de biais. Ces études présentent également les problèmes d'ordre méthodologique mentionnés précédemment

Les chercheurs attribuent la prévalence de symptômes subjectifs de stress chez les opérateurs de T.E.V. aux facteurs suivants:

- 1) La nature des tâches: c'est au niveau de la saisie et de l'acquisition de données que se retrouve le plus grand nombre de sources de stress et ce, autant au point de vue des caractéristiques intrinsèques qu'extrinsèques. Les sources de stress liées spécifiquement à l'utilisation de T.E.V. sont nettement plus rares chez les opérateurs qui effectuent du traitement de textes et de la communication interactive et presque inexistantes pour le travail professionnel sur T.E.V. (CTC 1982, Smith 1981)
- 2) La monotonie: cet aspect est lié par ailleurs au contenu de la tâche (Cakir et coll. 1982, Gunnarson 1977).
- 3) La répétitivité des tâches (Gunnarson et coll. 1977) Il importe de mentionner que les tâches monotones et répétitives peuvent comporter des activités psychomotrices et psychiques importantes (mémorisation à court terme, codification par exemple) qui peuvent constituer des sources de stress.
- 4) Le mode de rémunération: le stress ressenti serait plus fréquent chez les opérateurs rémunérés au rendement (Cakir et coll. 1980).
- 5) Le contact fréquent avec le public (Gunnarson et coll. 1977).
C'est surtout la nature des échanges entre l'opérateur et le public qui entre en jeu. Il peut exister un conflit entre les attentes du public par rapport aux services qu'il désire obtenir et les directives administratives que l'opérateur doit respecter.
- 6) Les multiples pannes ou retards de l'ordinateur: plutôt que de permettre aux opérateurs de se reposer, ces attentes actives entre deux affichages sont une source supplémentaire de stress (Ostberg 1980) Ces problèmes affectent plus particulièrement les opérateurs rémunérés au rendement et ceux qui sont en contact avec le public (Brown et coll. 1982).
- 7) Le nombre d'heures de travail sur T.E.V. (CTC 1982). Dainoff (1982) n'observe toutefois pas de relation entre le stress ressenti et le temps passé sur écran par jour.

3.6.3 Conclusions relatives au stress

Compte tenu des problèmes d'ordre méthodologique que présentent les études sur le stress, d'une part, et de l'absence de recherche longitudinale sur les effets pathologiques du stress chez les opérateurs de T.E.V., d'autre part, la prévalence du stress et la relation possible entre le contenu des tâches, l'organisation du travail et l'incidence de problèmes de santé précis, ne peuvent être établies avec une grande certitude.

Il semble toutefois plausible que le stress puisse prédisposer les travailleurs aux problèmes oculo-visuels, musculo-squelettiques et obstétricaux. Ceci implique que les études relatives aux effets de l'utili-

sation de T.E.V. devront à l'avenir aborder les problèmes de santé et de l'environnement de travail dans une perspective plus globale.

4. Conclusions sur les problèmes de santé

Dans l'ensemble, les problèmes de santé révélés chez les opérateurs de T.E.V. ne semblent pas être spécifiques à ce groupe de travailleurs. Les facteurs de risque les plus fortement soupçonnés se rapportent au dimensionnement du poste, aux caractéristiques des tâches et à l'organisation du travail. Ces variables peuvent également affecter la santé de travailleurs d'autres secteurs d'activités.

De plus, selon les données ergonomiques dont nous disposons, il est plausible que la fréquence et la gravité des problèmes de santé des utilisateurs de T.E.V. varient selon les types de tâches effectuées.

Les troubles visuels et oculaires sont les problèmes les plus fréquemment rapportés chez les opérateurs de T.E.V. et parmi eux, la fatigue visuelle apparaît comme le symptôme prédominant. Même si les résultats des études ne permettent pas de conclure avec certitude qu'il existe une relation entre l'utilisation de T.E.V. et l'apparition de ces problèmes, il semble bien que des facteurs ergonomiques pourraient expliquer les symptômes visuels et oculaires.

En ce qui concerne plus spécifiquement les cataractes, il apparaît peu probable qu'elles soient imputables à l'exposition à des radiations émises par les T.E.V.

Les problèmes musculo-squelettiques constituent également un problème fréquemment rapporté chez les opérateurs de T.E.V. La relation entre ces problèmes et des facteurs ergonomiques tels que le maintien d'une position statique semble logique et plausible comme le démontrent certaines études ergonomiques.

Parmi les problèmes de santé rencontrés chez les utilisateurs de T.E.V., les plus importants en termes de conséquence sont probablement ceux associés aux complications de grossesse.

À cet égard, il y a suffisamment d'évidence pour écarter les radiations comme facteur de risque potentiel à l'exception des rayonnements de basse fréquence.

En effet, un doute subsiste à ce sujet compte tenu de l'absence de preuves suffisantes permettant de rejeter cette hypothèse. La probabilité que ces radia-

tions constituent un risque pour le fœtus est faible cependant.

Les facteurs les plus susceptibles d'être associés à des complications de grossesse sont plutôt ceux qui se rapportent à l'organisation du travail, à la charge de travail, à la position statique et au stress. Dans la mesure où une fréquence anormalement élevée de complications de grossesse serait révélée chez les travailleuses sur T.E.V., on devrait porter une attention plus particulière à ces aspects.

Les cas de dermatite sont peu rapportés dans les publications scientifiques. L'hypothèse avancée par des chercheurs selon laquelle l'électricité statique est responsable de ce problème est plausible et logique. Il est également probable que le nombre de cas cliniques soit sous-évalué car peu d'information est diffusée en ce qui concerne la relation entre des dermatites et le travail sur T.E.V.

L'épilepsie photosensible semble être un problème peu important. Bien qu'aucune recherche n'ait pu documenter avec précision ce phénomène chez les utilisateurs de T.E.V., l'hypothèse que le papillotement puisse constituer un facteur de risque pour les individus susceptibles semble plausible.

Les problèmes de stress des opérateurs de T.E.V. sont fréquemment mentionnés par les chercheurs. Les modifications du milieu de travail qui accompagnent l'introduction de T.E.V. constituent une source de stress pour les travailleurs. Cependant, le stress n'est pas spécifique à ce groupe professionnel.

La santé, telle que définie par l'O.M.S., peut être altérée par le stress. Dans le cas du travail sur T.E.V., on peut formuler l'hypothèse que des agressions psychosociales soient des sources de stress pour les opérateurs et les prédisposent à des problèmes oculovisuels, musculo-squelettiques et obstétricaux. Cependant, les études sur le stress en milieu de travail ne parviennent pas à établir de liens directs entre le stress et le développement de pathologies. En conséquence, malgré l'ampleur possible du problème, les données scientifiques sont insuffisantes pour déterminer avec certitude les risques pour la santé résultant de l'exposition à des agresseurs psychosociaux.

5. Recommandations du groupe de travail

Introduction

L'importance des problèmes de santé rapportés chez les utilisateurs de T.E.V. est liée aux facteurs suivants:

- L'utilisation de T.E.V. se répand rapidement et un nombre élevé de travailleurs est concerné. Ce nombre ne cesse de croître.
- Les opérateurs sont sensibilisés aux problèmes de santé potentiellement liés à l'utilisation de T.E.V. Le degré de sensibilisation peut être lié à quatre facteurs.
 - L'introduction de T.E.V. est accompagnée de modifications des tâches et de l'organisation du travail. Contrairement au travail de bureau traditionnel, les tâches de la plupart des opérateurs de T.E.V. sont parcellisées et demandent généralement moins de qualification. Elles sont souvent rigides et répétitives: elles laissent peu de place à l'initiative. Il y a donc incompatibilité entre la formation des opérateurs et les exigences des tâches.
 - Dans certains cas, le travail est contrôlé par un système de surveillance électronique et on tente d'accroître la productivité en rémunérant les travailleurs au rendement. Ces conditions de travail étaient inhabituelles dans le secteur tertiaire.
 - Les T.E.V. ont été implantés principalement dans le secteur tertiaire composé d'une population plus scolarisée et plus syndiquée que celle des secteurs industriels.
 - L'introduction de systèmes informatisés entraîne fréquemment une crainte de licenciement chez les travailleurs compte tenu du fait que l'un des objectifs de l'implantation de T.E.V. est de rationaliser les opérations et d'optimiser la production.

Compte tenu du nombre de travailleurs actuellement concernés, de l'implantation croissante de systèmes informatisés dans différents secteurs d'activités et de la crainte ressentie en ce qui concerne la santé des opérateurs de T.E.V., le groupe de travail considère qu'il importe de prévenir rapidement les problèmes identifiés.

Il semble toutefois que la plupart des problèmes de santé rapportés chez les opérateurs de T.E.V. ne sont pas spécifiques à cette catégorie professionnelle.

En effet, la structuration des tâches, l'organisation du travail et le dimensionnement inadéquat des postes qui peuvent entraîner l'adoption de mauvaises postures et la durée prolongée d'une position statique semblent être les principaux facteurs de risque qui pourraient expliquer la présence possible de troubles musculo-squelettiques, de problèmes liés à la reproduction et à la grossesse et d'autres troubles non spécifiques tel que le stress.

En ce qui concerne les troubles de la vision, certaines caractéristiques des T.E.V. (dont celle d'être des objets visuels émetteurs de lumière), de l'aménagement des postes et des tâches sont soupçonnées. Peu de recherches ont été menées à ce sujet. Quant aux dermatites, celles-ci peuvent être liées à la diffé-

rence de potentiel électrique entre l'opérateur et le T.E.V.

L'ensemble de ces éléments est également présent dans d'autres milieux de travail et risque d'entraîner des problèmes de santé similaires.

Dans la mesure où un problème est soupçonné et que des mesures préventives existent, celles-ci doivent être appliquées. L'élimination à la source est l'intervention privilégiée. En l'absence de moyens de prévention primaire, d'autres mesures peuvent être adoptées tels que le retrait préventif de la travailleuse enceinte et la surveillance médicale. Ces solutions sont temporaires cependant et doivent être appliquées dans des conditions particulières. Ces aspects sont précisés dans les pages qui suivent.

Des recherches doivent être menées afin d'identifier des moyens de prévention primaire. Le groupe de travail est conscient de la rapidité avec laquelle de nouvelles technologies se développent. Or, la définition d'axes de recherche est liée aux choix technologiques. Par conséquent, les études portant sur les moyens d'intervention qui se situent au niveau technique doivent tenir compte de ce choix et selon l'état du développement technologique doivent être orientées soit vers les appareils déjà existants, soit vers les techniques en voie de développement. L'efficacité à moyen et long termes des moyens d'intervention développés doit être évaluée.

De plus, quels que soient les développements technologiques, il importe de prévenir les problèmes liés à la réorganisation du travail qui accompagne l'introduction de T.E.V.

Enfin, compte tenu de la diversité des facteurs de risque et des problèmes de santé de même que de la complexité des interactions entre ces éléments, il importe que les recherches relatives aux T.E.V. soient multidisciplinaires.

5.1 Recommandations relatives aux moyens de prévention

5.1.1 Les radiations émises par les T.E.V.

A) Considérations générales

Les résultats des recherches portant sur l'évaluation des radiations émises par les T.E.V. montrent que les niveaux auxquels les travailleurs sont exposés sont inférieurs aux normes canadiennes.

De plus, la dose annuelle additionnelle de radiation ionisante reçue par les opérateurs de T.E.V. est inférieure au niveau naturel de radiation appelé «émission naturelle de fond». Elle est beaucoup plus faible que les plus faibles doses dont on connaît les effets sur la santé.

Par conséquent, le groupe de travail considère que si des problèmes de grossesse étaient identifiés chez les utilisatrices de T.E.V., l'effet des radiations ionisantes serait l'explication la plus improbable. Il en est de même pour les cataractes.

En ce qui concerne les micro-ondes, l'ultraviolet, l'infrarouge et les hautes radio-fréquences, les très faibles intensités associées aux T.E.V. sont inférieures à celles qui sont requises pour produire des effets dommageables chez l'enfant et l'adulte.

Cependant, le groupe de travail considère que l'absence de données scientifiques suffisantes sur les effets d'ondes électromagnétiques de très basses fréquences (< 10MHz) ne lui permet pas de réfuter entièrement l'hypothèse selon laquelle l'exposition à ces radiations pourrait comporter des risques pour la santé.

B) Recommandations sur les radiations

Le groupe de travail recommande que:

- R.1 Les nouveaux T.E.V. introduits dans un milieu de travail soient dotés d'un système de blindage efficace réduisant les émissions du champ électrique de radio-fréquences inférieures à 10 MHz même si les effets biologiques, bien que peu probables, sont mal connus.
- R.2 Un système de contrôle périodique du bon fonctionnement des T.E.V. en ce qui concerne l'émission de rayonnements ionisants (rayons X), ultraviolets, infrarouges et de radio-fréquences soit effectué. Ce contrôle annuel ou semi-annuel devrait vérifier si les niveaux de radiations émises sont conformes aux normes canadiennes
- R.3 La norme actuelle concernant les radiations ionisantes soit abaissée aux niveaux observés au cours des recherches sur les T.E.V. (entre 0,01 et 0,05 mrem/h) afin d'être assuré que l'émission de rayons X des T.E.V. se maintienne à ces niveaux ou à des niveaux inférieurs. Il importe de mentionner que l'application de cette recommandation n'entraîne aucune modification des T.E.V. actuellement utilisés.

5.1.2 Les problèmes visuels et oculaires

A) Considérations générales

Il semble que certaines caractéristiques des T.E.V. (principalement le contraste négatif et les problèmes de luminance), de l'aménagement des postes, des tâches (complexité des textes imprimés et durée des regards ininterrompus vers l'écran, par exemple) et de l'organisation du travail, puissent expliquer la fréquence à laquelle des symptômes de fatigue visuelle sont rapportés. Des moyens de prévention primaire existent pour éviter ces problèmes (voir annexe, section 3). Cependant, le choix de certaines mesures préventives est lié aux développements technologiques (voir 5.2 stratégies d'intervention, R.19 et R.20).

De plus, le groupe de travail reconnaît qu'il est plausible que des anomalies visuelles corrigées inadéquatement ou non décelées entraînent des symptômes oculo-visuels chez les opérateurs de T.E.V. Des corrections optiques adéquates permettraient de prévenir ces problèmes.

Dans la mesure où des examens pré-emploi permettent à la fois de dépister et corriger des anomalies visuelles et ne servent pas de moyen de discrimination à l'embauche, ces examens peuvent être justifiés. Le groupe de travail considère cependant qu'il ne dispose pas de données suffisantes pour juger de l'efficacité de cette mesure et ne peut en faire une recommandation formelle.

En ce qui concerne les altérations oculo-visuelles à long terme, les données épidémiologiques actuelles

ne permettent pas de déterminer leur incidence ni d'identifier les facteurs de risque possiblement en cause. Par ailleurs, des données ergonomiques permettent d'identifier les sources possibles d'inconfort chez les opérateurs de T.E.V.

B) Recommandations

Le groupe de travail recommande que:

- R.4 Des informations soient diffusées par l'IRSST et/ou la CSST au sujet des mesures techniques pouvant être utilisées afin d'améliorer le confort visuel des opérateurs de T.E.V.

Des précisions sont apportées à ce sujet dans la section relative aux stratégies d'intervention (R.15).
- R.5 L'IRSST mène ou subventionne des études visant à évaluer l'incidence de problèmes oculo-visuels à long terme chez les opérateurs de T.E.V. de même que la pertinence des examens pré-emploi et en cours d'emploi

5.1.3 Les problèmes reliés à la reproduction et à la grossesse

A) Considérations générales

Les résultats des études concernant l'émission de radiations électromagnétiques montrent que les niveaux sont inférieurs aux normes. Selon les recherches, des rayonnements X, infrarouges, ultraviolets et hautes radio-fréquences de si faibles niveaux n'entraînent pas d'effets sur la santé.

Par conséquent, le groupe de travail considère que ces radiations électromagnétiques ne présentent aucun risque pour la reproduction et la grossesse. Cependant, compte tenu des connaissances actuelles et de l'absence de recherches exhaustives sur les radiations de faibles fréquences, le groupe de travail estime qu'il importe de considérer cet aspect avec prudence.

Les effets d'une position statique et du stress sur la grossesse sont très mal connus et l'hypothèse selon laquelle le maintien d'une posture inadéquate réduit l'apport sanguin au fœtus et constitue un risque pour le fœtus est plausible. Le stress est également un facteur de risque soupçonné. Ces problèmes semblent varier selon les tâches effectuées par les opératrices de T.E.V. Il importe cependant de mentionner que les postures statiques et le stress ne sont pas spécifiques au travail sur T.E.V. mais concernent d'autres groupes professionnels

Compte tenu de l'absence de données scientifiques permettant de confirmer ou d'infirmer la présence de problèmes de grossesse chez les utilisatrices de T.E.V., d'une part, et de déterminer les facteurs de risque incontestablement responsables de ces problèmes, d'autre part, le groupe de travail considère que des recherches doivent être menées à ce sujet.

Elles devront se prononcer sur l'incidence des problèmes suivants: avortements spontanés, naissance prématurée, petit poids à la naissance et malformations congénitales. En plus d'avoir l'objectif de définir s'il existe un risque pour la grossesse, ces études devront déterminer la nature et l'étendue de ce risque. Étant donné que la position statique et le stress

sont des facteurs de risque fortement soupçonnés, les études devront évaluer ces aspects.

Il existe présentement des projets de recherche sur les problèmes liés à la reproduction et à la grossesse chez les opératrices de T.E.V. Le groupe de travail ne peut se prononcer sur la validité de ces études avant qu'elles soient publiées.

B) Recommandations

Le groupe de travail recommande que:

R.6 L'IRSST poursuive la mise à jour de la liste des projets de recherche en cours qui portent sur les problèmes de grossesse non seulement chez les utilisatrices de T.E.V. mais également chez d'autres travailleuses exposées à une posture statique et un stress importants.

R.7 L'IRSST évalue si les caractéristiques d'ordre méthodologique des recherches permettent d'apporter des réponses aux questions mentionnées précédemment à mesure que les résultats des études seront disponibles.

R.8 L'IRSST favorise les relations au plan international, entre les chercheurs dont les études portent sur les risques possibles de position statique, de stress et plus particulièrement de l'utilisation de T.E.V. pour la grossesse.

Si l'IRSST juge que les résultats des recherches présentement en cours sont insuffisants pour répondre aux questions soulevées, le groupe de travail recommande que:

R.9 L'IRSST mène ou subventionne une ou des recherche(s) sur le sujet.

La question des risques pour la grossesse liés à l'utilisation de T.E.V. est complexe. Elle a longuement retenu l'attention des membres du groupe de travail. Compte tenu de la gravité des problèmes soulevés, le groupe de travail considère que des mesures temporaires doivent être adoptées pour protéger les opératrices jusqu'à ce que les résultats des recherches en cours soient disponibles.

Le groupe de travail recommande que:

R.10 Les opératrices dont le T.E.V. ne possède pas de système de blindage permettant de réduire le champ électrique des radio-fréquences inférieures à 10 MHz, d'une part et dont la durée d'utilisation du T.E.V., les tâches, l'organisation du travail et l'aménagement des postes peuvent entraîner le maintien d'une posture statique et/ou un stress important, d'autre part, puissent se prévaloir du retrait préventif de la travailleuse enceinte, au même titre que toute autre travailleuse dont le travail présente ces caractéristiques.

R.11 La CSST fournisse aux médecins des informations sur l'ensemble des facteurs de risque liés à l'utilisation de T.E.V. pour la grossesse et les critères qui permettent de justifier le retrait préventif.

Le retrait préventif de la travailleuse enceinte n'est qu'une solution temporaire. Il présente deux lacunes: la période la plus critique concernant les effets tératogènes se situe entre la 2^e et la 12^e semaine de la vie utérine et c'est au cours de cette période que la grossesse est identifiée. Par conséquent, avant qu'une relocalisation soit effectuée, le milieu de travail peut avoir entraîné des effets sur le développement du fœtus. Il est à noter cependant que la grossesse peut être affectée après la 12^e semaine. D'autre part, le retrait préventif ouvre une porte à la discrimination à l'embauche et il est essentiel d'éviter cet effet.

5.1.4 Les problèmes liés aux tâches et à l'organisation du travail

Dans cette section, nous regroupons les problèmes musculo-squelettiques, de la fatigue et du stress car il semble que ceux-ci soient tous principalement associés aux tâches exécutées par les opérateurs de T.E.V. et à la réorganisation du travail qui accompagne l'introduction de T.E.V.

A) Considérations générales

1) Problèmes musculo-squelettiques

Les problèmes musculo-squelettiques peuvent être liés à l'adoption de postures inadéquates en raison d'un mauvais aménagement du poste de travail et des contraintes entraînées par les exigences des tâches. Ils peuvent également être associés au travail statique qui résulte du maintien prolongé d'une posture.

La conception de postes de travail permettant l'adoption de postures adéquates ne pose pas de difficultés majeures. La diffusion d'informations relatives aux principes qui doivent être respectés lors de l'aménagement d'un poste pourrait permettre de solutionner le problème (voir R.14).

Il en est de même pour les positions statiques. Celles-ci sont liées à la structuration des tâches. Dans ce cas, l'information diffusée doit mettre l'accent sur l'importance d'éliminer les tâches comportant des positions statiques importantes.

2) Fatigue

Plusieurs chercheurs et organismes gouvernementaux ont formulé des recommandations relatives à la durée maximale d'utilisation de T.E.V. et à la durée minimale et au nombre de pauses devant être prévues durant une journée de travail pour pallier la fatigue ressentie par les travailleurs.

Pour l'instant, nous disposons de données insuffisantes en ce qui a trait à l'analyse des tâches des utilisateurs de T.E.V. Ces informations sont indispensables pour identifier les facteurs responsables de la fatigue ressentie par les travailleurs et recommander des moyens de prévention primaire.

Le groupe de travail considère qu'il est essentiel de prévoir des périodes de pauses au cours d'une journée de travail. Il considère cependant que l'adoption d'une règle uniforme quant à la durée des pauses et du travail pour l'ensemble des utilisateurs de T.E.V. est contestable. En effet, la durée du travail et les pauses recommandées doivent varier en fonction des tâches exécutées qui sont de nature très variable.

3) Charge mentale et stress

Les conséquences de l'introduction de T.E.V. sur les activités de travail et la charge mentale résultante sont fréquemment sous-estimées. On néglige également les effets secondaires de l'utilisation de T.E.V. sur l'organisation du travail (le contrôle plus étroit du rendement par la surveillance électronique, les modifications des relations interpersonnelles, etc.) L'hypothèse selon laquelle ces aspects constituent une source de stress pour les opérateurs est fort plausible.

D'une façon générale, la recherche sur les effets du travail sur la santé mentale et les manifestations physiologiques de stress est peu développée. Ce type d'étude rencontre des difficultés tant au niveau des outils d'analyse des situations de travail que des méthodes d'évaluation des problèmes de santé des travailleurs exposés au stress.

B) Recommandations

Compte tenu du fait que la prévention des problèmes musculo-squelettiques, du stress et de la fatigue ressentie par les opérateurs de T.E.V. nécessite de plus amples données scientifiques sur les tâches exécutées et étant donné qu'il est certainement utile que l'on se penche sur l'impact éventuel de l'introduction de nouvelles technologies sur la santé des travailleurs, **le groupe de travail recommande que:**

- R.12** L'IRSSST mène ou subventionne des études portant sur l'analyse du travail des opérateurs de T.E.V. L'accent devrait être mis sur la structuration des tâches, les problèmes musculo-squelettiques, la fatigue et le stress. Les recherches devraient tenter d'identifier les mesures susceptibles de prévenir ces problèmes de santé.

5.1.5 Les dermatites

A) Considérations générales

Des cas cliniques de dermatite observés chez des opérateurs de T.E.V. sont rapportés par quelques chercheurs. La différence de charge électrique entre les opérateurs et les T.E.V., lorsque l'humidité relative est faible et que le sol est recouvert de matériaux sans propriété antistatique, est un facteur de risque fortement soupçonné.

B) Recommandations

Le groupe de travail recommande:

- R.13** Le maintien d'une humidité relative adéquate dans les espaces de travail où des T.E.V. sont utilisés. Les valeurs d'humidité relative généralement recommandées dans les locaux chauffés (entre 40% et 50%) pour prévenir le dessèchement des muqueuses oculaires et respiratoires (Grandjean, 1969) est également un moyen de prévention des dermatites dont l'efficacité a été démontrée (Linden et coll. 1981).
- R.14** L'utilisation de matériaux antistatiques pour couvrir le sol des espaces de travail où des T.E.V. sont utilisés.

5.2 Recommandations relatives aux stratégies d'intervention

5.2.1 Diffusion de l'information

A) Considérations générales

L'informatisation des tâches et l'implantation des écrans s'effectuent présentement à un rythme rapide. Bien que toutes les données du problème ne soient pas connues, il existe un corps de connaissances applicables. Différents organismes ont élaboré des recommandations qui, malgré quelques divergences, sont globalement cohérentes quant au choix des écrans et quant aux règles à respecter pour leur implantation (annexe, section 3).

Celles-ci demeurent toutefois souvent inappliquées, les acheteurs et gestionnaires ne possédant pas ou ne sachant pas utiliser ces informations. Il existe plusieurs documents d'information générale sur le sujet. Ceux-ci ne répondent pas aux besoins spécifiques de chacun des groupes concernés. Il apparaît donc utile et urgent de préparer des documents guides ou tout autre moyen de diffusion d'information (video, colloques, etc.) à l'intention de ceux qui actuellement, de par leur position, ont un rôle dominant dans le choix et l'implantation de ces équipements.

Les comités de santé et de sécurité et les travailleurs qui utilisent des T.E.V. devraient également disposer de ces informations afin d'être en mesure de remplir les fonctions et obligations qui leur sont conférées par la Loi sur la santé et la sécurité du travail du Québec.

B) Recommandations

Le groupe de travail recommande que:

- R.15** Des documents guides concernant spécifiquement les besoins de chacun des groupes cibles suivants soient préparés et diffusés: gestionnaires d'entreprise, ingénieurs, architectes et éclairagistes responsables de l'aménagement des espaces de travail, informaticiens, comités de santé et de sécurité, opérateurs de T.E.V. et professionnels de la santé.
- R.15.1** Le guide sur l'achat des écrans devrait indiquer, entre autres, les caractéristiques des écrans à considérer, leur rôle, leur importance, l'état des recommandations. Le but de ce guide serait de permettre à l'acheteur de rédiger un cahier de charge avant de commander tout équipement.
- R.15.2** Le guide d'implantation devrait indiquer la procédure à suivre et un choix d'outils d'investigation pour aider à déterminer les besoins et les caractéristiques de travail à considérer. Ce guide s'adresserait au gestionnaire qui commande un plan d'aménagement (à l'intérieur ou à l'extérieur de son entreprise) et à celui qui rédige les plans d'aménagement.
- R.15.3** Le groupe de travail reconnaît qu'il est préfé-

nable que les formats d'affichage des données soient flexibles de telle sorte que les opérateurs puissent choisir le format qui leur convient. Il n'en demeure pas moins que la mise au point des formats d'affichage doit s'appuyer sur des critères d'ordre ergonomique. Un guide devrait être préparé à l'intention des informaticiens à ce sujet.

- R.15.4** Le guide pour les futurs usagers devrait s'adresser aux comités de santé et de sécurité dans les entreprises et aux syndicats

Le groupe de travail recommande que:

- R.16** Un représentant de chacun des groupes cibles participe activement à l'élaboration du guide qui concerne son groupe

Compte tenu de la rapidité avec laquelle des changements technologiques s'opèrent, le groupe de travail recommande que:

- R.17** Le dossier portant sur les T.E.V. soit régulièrement mis à jour par l'IRSSST et que toute information relative à ce sujet soit facilement accessible au monde du travail.

Les organismes publics et parapublics sont d'importants utilisateurs de T.E.V. Leur capacité d'achat leur permet d'exiger, de la part des compagnies de fabrication d'appareils, le respect de certains critères de conception. Ils peuvent donc avoir une influence déterminante sur les caractéristiques des T.E.V. mis sur le marché, le groupe de travail recommande que

- R.18** La CSST propose des critères d'achat à ces organismes.

5.2.2 Normalisation

A) Considérations générales

Le groupe de travail considère que des moyens d'intervention peuvent être appliqués à court terme en ce qui concerne:

- l'aménagement de la pièce de travail;
- l'ambiance lumineuse;
- la sélection de T.E.V. en fonction des meilleures caractéristiques de conception (luminance et contrastes des caractères, fréquence de rafraîchissement, dimensions du clavier, etc.);
- la présentation de l'information sur l'écran,
- les dimensions du poste de travail;
- l'utilisation de porte-documents et de repose-pieds.

Compte tenu de l'état actuel des connaissances et de l'évolution rapide de la technologie, le groupe de travail considère que ces aspects ne peuvent faire l'objet de normes. Il serait de loin préférable que des lignes directrices soient établies.

B) Recommandations

Le groupe de travail recommande que:

- R.19** Un comité technique multidisciplinaire soit chargé d'élaborer plus en détail des lignes directrices en ce qui concerne les aspects ci-haut mentionnés. Il pourra s'appuyer sur les informations contenues dans ce rapport. D'une façon générale, il devrait privilégier des équipements réglables compte tenu de

la variabilité des besoins associés aux différents contextes d'utilisation de T.E.V.

Il devrait également préciser les conditions qui doivent être respectées pour assurer l'efficacité des lignes directrices recommandées et établir l'importance relative de chacune d'entre elles. Ces lignes directrices devront par ailleurs être révisées en fonction des nouveaux développements technologiques

5.2.3 Choix technologiques concernant la polarité de l'image

A) Considérations générales

Compte tenu des caractéristiques de l'affichage à contraste positif, les avantages suivants semblent découler logiquement de son utilisation:

- meilleure homogénéité de la luminance des différents plans de l'ergorama. Ceci réduit la charge qu'imposent les réajustements pupillaires et les tentatives successives d'adaptation rétinienne et permet de solutionner le problème d'éclairage;
- amélioration du contraste entre les caractères et le fond de l'écran;
- rapprochement des conditions de lecture photopique et par conséquent, amélioration du confort visuel;
- diminution des problèmes de reflets sur l'écran.

Le contraste positif présente cependant l'inconvénient suivant: la luminance du fond étant supérieure à celle des caractères, contrairement au cas du contraste négatif, le papillotement est perçu à des fréquences inférieures à celles qui provoquent un scintillement pour l'écran négatif

Compte tenu de ces considérations, le comité est favorable à l'utilisation d'écrans à contraste positif à la condition qu'une solution soit apportée au problème du scintillement. Cependant, conscient du faible nombre d'études relatives à cette technologie, le groupe de travail recommande que:

- R.20** Des études soient menées en priorité afin d'évaluer les avantages du contraste positif par rapport au contraste négatif et d'orienter les choix technologiques

5.2.4 Choix technologiques concernant l'affichage

A) Considérations générales

D'une part, la lisibilité des caractères affichés sur l'écran présente des lacunes. D'autre part, les données scientifiques concernant le travail visuel sur un objet émetteur de lumière sont insuffisantes.

L'affichage par cristaux liquides offre le double avantage d'être un objet réflecteur de lumière et de produire un affichage à contraste positif. Il semble qu'il pourrait éliminer en partie les problèmes oculovisuels liés à l'utilisation des T.E.V. conventionnels. Cependant, ce système n'est pas disponible pour l'instant, à notre connaissance, et le groupe de travail n'est pas en mesure d'évaluer les possibilités que cette nouvelle technologie ou toute autre se répande d'ici quelques années et pallie les problèmes liés à l'utilisation des systèmes actuellement utilisés.

B) Recommandation

Compte tenu des avantages qu'un affichage à cris-

taux liquides semble présenter, le groupe de travail recommande que:

- R.21** Des efforts soient déployés pour explorer les possibilités de conception et d'utilisation de ce type de système ou de toute autre nouvelle technologie présentant des avantages similaires.

Annexe

Les moyens d'intervention recommandés dans les documents consultés

Cette section est divisée en trois parties. Les deux premières résument sous forme de tableaux, les principales normes gouvernementales ainsi que les recommandations formulées par des chercheurs, en ce qui concerne l'environnement matériel et l'organisation du travail des opérateurs de T.E.V. La question des examens médicaux périodiques est également abordée. Nous commentons ces recommandations dans la troisième partie.

1. Les recommandations gouvernementales

Il est important tout d'abord de noter que:

1) Les recommandations suivantes font office de loi.

- États-Unis Maine, depuis mars 1981
- Massachussets, depuis 1982
- Illinois, depuis février 1983
- Allemagne de l'ouest, depuis janvier 1981
- Norvège, depuis janvier 1982
- Suède, depuis janvier 1979

La version originale des textes n'était pas disponible. Les renseignements recueillis sont tirés de *Newsletter* NBOSH 1978 (Suède), ILO (Allemagne, Norvège)

2) Les recommandations de l'Ontario (projets de loi 149 et 169) proviennent de projets de lois rejetés en 1982.

3) Les recommandations de la Saskatchewan proviennent d'une étude du ministère du Travail provincial, mais ne constituent pas une loi ou un projet de loi.

Au niveau de l'ensemble des recommandations, la Suède et la Norvège apparaissent très flexibles, entre autres, pour les caractéristiques du matériel, les dimensions des postes, l'ambiance lumineuse (même si une grande importance semble y être accordée en Suède), l'organisation du travail (en termes de formation, d'information des employés et de pauses). Les examens médicaux semblent peu rigoureux, en comparaison, par exemple, avec les États américains.

L'Allemagne de l'Ouest demeure flexible au niveau de l'organisation du travail et de l'ambiance lumineuse. Elle est peu rigoureuse au plan des examens médicaux, mais devient plus spécifique lorsqu'elle introduit des standards au niveau des dimensions du poste de travail et des caractéristiques du matériel.

Les normes américaines et le projet de loi 149 (Ontario), dont la version originale est disponible, apparaissent très flexibles au niveau de l'ambiance lumineuse, des dimensions du poste, mais deviennent beaucoup plus stricts en ce qui concerne l'entretien du terminal (obligatoire aux 6 mois), l'organisation du travail, et la surveillance médicale.

Le document de la Saskatchewan s'apparente aux lois américaines, sauf pour quelques normes précises concernant la présentation de l'information, les dimensions du poste de travail, l'organisation du travail et les opératrices enceintes.

Le projet de loi 169 (Ontario) comportait de très nombreuses exigences au niveau de l'organisation du travail et de la surveillance médicale, quelquefois difficiles d'application (droit de relocalisation si l'employé présente des problèmes de santé ayant pu être causés par le travail sur T.E.V.; voir article 8).

Il est à noter que seuls la Norvège et le Massachusetts statuent sur la durée de travail et ou de pause, suivant l'organisation plus spécifique du travail et le contenu des tâches.

Enfin, il importe de mentionner qu'il existe deux textes réglementaires français (arrêté du 1977-07-11, circulaire du 1980-04-29) qui s'appliquent (au niveau de l'évaluation médicale) au travail avec T.E.V.

L'arrêté de 1977 fait figurer le travail avec T.E.V. dans la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale (si les employés y travaillent «de façon habituelle»). Le médecin doit prévoir consacrer une heure de son temps par mois pour dix employés.

La circulaire de 1980 spécifie ce que comporte cette surveillance médicale spéciale (ceci à part des examens pré-emploi et des examens périodiques annuels), soit des examens médicaux plus fréquents, des actes préventifs et «observation» ou «étude» des lieux ou postes de travail.

L'importance de spécifier des standards précis (même s'ils sont empiriques) plutôt que d'adopter une attitude plus flexible, a été discutée lors d'un symposium sur le travail sur T.E.V. (Brown et coll 1982). Il semble que les divergences d'opinions concernant la nécessité de formuler des recommandations spécifiques est surtout fonction de la conception des chercheurs des objectifs qu'une réglementation doit poursuivre et des moyens sociaux d'intervention qui existent dans leur pays.

Les tableaux suivants résument les normes recommandées et parfois adoptées dans les pays, États et provinces mentionnés plus haut.

E-008

IRSST Études

**I. Environnement
A) Pièce**

	CANADA			
	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
1. Fenêtres:				
2. Température			Adéquate	
3. Humidité			Adéquate	
4. Bruit		Aucune imprimante dans la même pièce qu'un T.E.V., sauf si elle est munie d'une protection acoustique.		
5. Électricité statique			La plus faible possible contrôlée entre autre par une humidité adéquate.	

**I. Environnement
B) Ambiance lumineuse**

	CANADA			
	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
1. Éclairage général:			500 lux	
a. quantitatif				
b. qualitatif	<i>Idem ac Maine</i>	<i>Idem ac Maine</i>		On doit viser à réduire l'éblouissement et les reflets: • éclairage général indirect • si éclairage direct ou semi-direct mettre dispositif anti-reflet
2. Éclairage individuel		Éclairage individuel avec régulateur accessible à l'opérateur	Si travail avec documents écrits, éclairage individuel requis	
3. Reflexion		Prévoir filtre anti-reflets	— Prévoir filtre anti-reflets sur écran, ou «recouvrement anti-reflet». — Utiliser une cache divisée si une source lumineuse directe éclaire l'écran	Filtre anti-reflets sur écran
4. Luminance-contraste	Reglable au niveau de l'écran	Réglable au niveau de l'écran	Réglable	Réglable au niveau de l'écran
a. caractère et fond de l'écran				

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A.)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVÈGE	SUÈDE
— Mettre rideaux, stores pouvant fermer complètement — Placer le T.E.V. de sorte que les fenêtres ne soient pas face à l'opérateur				Aucune fenêtre placée dans le champ de vision d'un opérateur
Adequate				
Adéquate				
Minimal				
			La plus faible possible tout textile ou tapis doit recevoir un traitement antistatique	

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A.)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVEGE	SUEDE
				200-300 lux, lorsque le travail sur T.E.V. est continu
<i>Idem ac Maine</i>	<i>Idem ac Maine</i>			
				Quand l'éclairage général est atténué, prévoir un éclairage individuel réglable et un dispositif anti-reflets
	<i>Idem ac Maine</i>			Reflets sur écran à éviter
	Reglable par l'opérateur	Contraste positif suggéré		Luminance de l'arrière fond doit être convenable

E-008

IRSST Études

I. Environnement

B) Ambiance lumineuse
(suite)

CANADA

	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
b) écran et éléments du poste			Aucun élément à réflexion élevée	
c) écran et pièce			Murs et plafonds doivent être mats	Indice de réflexion ≤ 16 au niveau de la pièce
5. Chromaticité		Couleur du caractère conforme aux règlements (établis par le Lieutenant-gouverneur)		

I. Environnement

C) Présentation de l'information

CANADA

	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
1. Dimension du caractère		Dimension du caractère conforme aux règlements (établis par le Lieutenant-gouverneur)	— Hauteur du caractère: min: 3 mm — Interligne: 1.5 x hauteur	

I. Environnement

D) Caractéristique du matériel

CANADA

	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
1 Terminal				
a) chaleur	<i>Idem ac Maine</i>	<i>Idem ac Maine</i>		Aucun dégagement de chaleur excessif (sans conduit centralisateur, isolement) dans un rayon de 4' de l'opérateur
b) entretien	Entretien aux 6 mois	Entretien aux 6 mois		Entretien aux 6 mois
2. Écran				
— scintillement		Fréquence de rafraîchissement conforme aux règlements		

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A.)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVÈGE	SUÈDE
Table à surface mate				
		L'éclairage de l'écran doit être adéquat par rapport à l'éclairage général	Le champ de vision doit être exempt de source lumineuse ou fenêtre	
		<ul style="list-style-type: none"> — Orange, jaune ou vert recommandés — Rouge et bleu à éviter 		

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A.)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVÈGE	SUÈDE
		<ul style="list-style-type: none"> — Largeur et hauteur du caractère sont définis par la loi — L'écran doit être assez gros pour permettre la diffusion d'une quantité appréciable d'information en même temps — Aucune distorsion géométrique du caractère — Lettre majuscule utilisée seulement quand une information courte est transmise, ou pour mettre l'accent sur une portion du texte 	L'image doit être claire	

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A.)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVÈGE	SUÈDE
Éviter chaleur excessive à partir de l'équipement	<i>Idem ac</i> Maine si l'opérateur demeure plus d'une heure à cet endroit			
<ul style="list-style-type: none"> — Entretien de façon à garder l'équipement en condition — Avoir un dossier pour chaque appareil 	Entretien aux 6 mois		Examen annuel	
Aucun scintillement				

E-008

IRSST Études

I. Environnement

D) Caractéristique du matériel
(suite)

CANADA

	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
3. Clavier		Mobile (non fixé à l'écran)	— Mobile (non fixé à l'écran) — Le plus mince possible	Mobile (non fixé à l'écran)
4. Touches			Touches noires ou grises, concaves, avec symboles blancs lisibles	
5. Papier				
6. Radiations	Aucune	— Aucune, sauf lumière visible — Munir le T.E.V. de protection antiradiation		

I. Environnement

E) Dimension du poste

CANADA

	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
1. Distance de vision de l'écran			45-70 cm	
2. Angle de vision par rapport à l'horizontale.			20 (entre 10° et 40°)	
3. Position de l'écran				
a. inclinaison de l'écran				
b. hauteur				
4. Clavier:			Le poignet ne doit pas être fléchi	
5. Table				
a. hauteur	Réglable	Réglable	Réglable	Réglable
b. largeur-longueur			Profondeur suffisante	
6. Chaise:				
a. siège (hauteur)	Réglable	Réglable	Réglable	Réglable
b. dossier	Hauteur et tension réglables	Hauteur et tension réglables	— Hauteur et tension réglables — Support au niveau lombaire seulement	Hauteur et tension réglables
7. Porte documents		Angle réglable	Angle réglable	
8. Repose pieds			Réglable	

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A.)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVÈGE	SUÈDE
	Mobile (non fixé à l'écran)	— Mobile (non fixé à l'écran) — Hauteur maximale (épaisseur): 3 cm — Angle d'inclinaison: 15°		
		— Contraste distinct entre papier-écran — Aucun texte recouvert de plastique		

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A.)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVÈGE	SUÈDE
		— Écran lisible à 50 cm — Avoir la possibilité de regarder 35° vers le haut; 25° vers le bas sans bouger la tête	Adaptée de façon à ne pas devoir courber la tête (45-70 cm)	Réglable
10°		25 maximum	15°-20°	
Reglable		Reglable	Si l'écran est incliné, vérifier l'aménagement de l'éclairage	Reglable
		Reglable, si le T.E.V. est utilisé par plus d'un opérateur		
— Hauteur réglable — Doit être à la hauteur du coude				
Reglable	Reglable	— Réglable — 72 cm recommandé		
		— 120 cm profondeur (longueur) — 160 cm largeur		
Reglable	Reglable	— Réglable — Distance jambe-sol 60 cm		
Doit s'ajuster au niveau de la région lombaire	Hauteur et tension réglables			
		Angle de 15°-17°		
		Recommandé		

II. Organisation du travail

	CANADA			
	ONTARIO (<i>Bill 149</i>)	ONTARIO (<i>Bill 169</i>)	SASKATCHEWAN	MAINE (U S A)
1. Pauses	15 minutes 2 heures	— 15 minutes /2 heures — Pause non a côté du T.E.V.	<i>Idem ac</i> Massachussets	15 minutes heure; cédule selon la commodité de chaque employé, mais pas plus de 2 heures consécutives de travail
2. Durée du travail sur T.E.V. (par jour)		Maximum de 4 heures jour		
3. Formation employés			Formation pré emploi	
4 Organisation employés		Formation d'un comité \geq 2 personnes (dont 50% sont employés), pour analyser les problèmes du travail sur T.E.V.		
5 Information	<i>Idem ac Bill 169</i>	— Permettre a l'employé de consulter cette loi — Renseigner sur dangers associés a l'utilisation de T.E.V et sur les precautions à prendre.		— Permettre a tout employé de consulter cette loi — Renseigner sur les dangers et les risques associés aux T.E.V (acuité visuelle, symptômes oculaires, symptômes musculo-squelettiques) — Renseigner sur precautions à prendre pour diminuer ces problèmes
6. Tâches				
7. Surveillance employés		Aucune mesure de performance par l'ordinateur		

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U S A)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVEGE	SUÈDE
<ul style="list-style-type: none"> — 15 minutes 2 heures, si le travail est continu et que les charges visuelles et de travail sont modérées — 15 minutes/heure, si le travail est continu et la charge visuelle élevée et où le travail est répétitif 	<i>Idem ac Maine</i>		«Courte pause» aux 2 heures	Ajuster selon la fatigue visuelle
			<ul style="list-style-type: none"> — Pour le travail de saisie de données (transcription de texte), travail sur T.E.V. 50% de la journée au maximum — L'autre 50% doit être suffisamment différent 	
			Entraînement préalable à tout travail sur T E V	
Aviser les employés 6 mois avant l'introduction de T.E.V.	<i>Idem ac Maine</i>	<ul style="list-style-type: none"> — Information sur opérations diverses du travail — Information sur les aspects ergonomiques de façon à diminuer les astreintes et la fatigue 	Information la plus complète avant l'introduction de T.E.V.	
Considérations par l'employeur pour augmenter la motivation, diminuer la parcellisation				
Les résultats des mesures doivent être donnés à l'opérateur d'abord	Si mesures faites, aviser l'employé et lui donner les résultats		Éviter de mesurer la performance autant que possible	

III. Evaluation médicale

	CANADA			
	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
1. Évaluation pré-emploi			Examen ophtalmologique complet	Obligatoire, pour tout employé, préemploi ou en dedans de 30 jours
2. Examen périodique	Examen annuel obligatoire	— Examen aux 6 mois obligatoire — Le rapport de l'examen doit être donné à l'employé		— Examen ophtalmologique 1 fois année — Le coût des verres doit être défrayé par l'employeur

IV. Variations individuelles

	CANADA			
	ONTARIO (Bill 149)	ONTARIO (Bill 169)	SASKATCHEWAN	MAINE (U.S.A.)
1. Verres correcteurs			Correction visuelle adaptée au travail	
2. Grossesse		Femme enceinte (avec papier du MD le prouvant) peut être réaffectée sans perte de salaire ou d'avantage	Femme enceinte peut être relocalisée	
3. Troubles physiques		Si l'employé présente des symptômes ou signes (avec papier du médecin) ayant pu être causés par le T.E.V. il a le droit de demander une relocalisation sans perte de salaire ni de bénéfices		

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A)	ILLINOIS (U.S.A.)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVÈGE	SUÈDE
Examen oculaire avant travail	Examen ophtalmologique préemploi obligatoire ou en dedans de 30 jours	— Examen oculaire, pour tout employé — Référence a un ophtalmologiste si traitement requis	Examen oculaire préemploi obligatoire	
— Examen annuel obligatoire — Détail des examens dans la loi	<i>Idem ac Maine</i>	Examen obligatoire aux 3 ans, après 45 ans, aux 5 ans avant 45 ans	Examen annuel obligatoire après 45 ans	

ÉTATS-UNIS		EUROPE		
MASSACHUSSETS (U.S.A)	ILLINOIS (U.S.A)	ALLEMAGNE DE L'OUEST	NORVEGE	SUÈDE
Tout porteur de verres ne doit pas travailler à temps comiet sur T.E.V. (sans perte de salaire ou d'avantage)				— Verres a doubles foyers non utilisables — Correction visuelle adaptee à la distance de travail, et coût de-fraye par l'employeur

2. Les recommandations formulées par le milieu scientifique

Les recommandations citées dans les tableaux qui suivent sont celles d'auteurs ou d'associations non gouvernementales (scientifiques ou syndicales); elles concernent surtout des données quantitatives relatives aux T.E.V.

Ces nombreuses recommandations sont rarement basées sur des études et encore plus rarement justifiées à partir de ces études. (Les recommandations justifiées sont annotées d'un (*) après le nom de l'auteur ou de l'association)

On observe de nombreuses variations en ce qui concerne les données quantitatives au niveau de plusieurs thèmes, notamment:

- Ambiance lumineuse: éclairage général, luminance des caractères
- Organisation des pauses durée et fréquence des pauses
- Évaluation médicale: examens périodiques.

Il y a cependant plus souvent consensus lorsqu'il s'agit de réflexion au poste de travail, de mobilité et d'ajustement du matériel.

Le document: «Écrans cathodiques — guide d'aménagement des postes de travail» (CSST 1982), s'appuie fortement sur les recommandations de Cakir et coll. (1980) en ce qui concerne l'ambiance lumineuse, les caractéristiques du matériel et les dimensions du poste. Les recommandations relatives au dimensionnement du poste (ameublement, etc.) sont basées sur des données anthropométriques européennes et ne sont pas applicables ici.

De plus, aucun consensus n'est fait au Québec, en ce qui concerne l'organisation du travail et l'évaluation médicale.

N.B.:

1) Lorsque les sources (colonne de droite) formulent des recommandations différentes (colonne de gauche) qui se situent dans un intervalle donné, les recommandations respectives de chaque source sont présentées dans le même ordre que les sources. (Voir exemple ci-dessous).

2) Lorsque les auteurs sont affiliés à un organisme, le nom de celui-ci (en abréviation) est précisé entre parenthèses. La signification des abréviations est fournie à la page 65.

Environnement

Luminance/contraste

a) caractère vs fond de l'écran

Recommandations	Sources
Luminance du fond de l'écran (intervalle qui regroupe les recommandations)	
5-20 cd/m ² (≤ 10 cd/m ² ; ≥ 10 préférable) 15-20 cd/m ² ; 5-15 cd/m ²	(Colloque V.T.; Elias (INRS); (ECOTRA))

I. Environnement

A. Pièce

1. Fenêtre:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> — Aucune fenêtre devant ou derrière l'opérateur. — Éviter de placer l'opérateur devant des fenêtres sans tentures ou stores — Orienter l'écran pour que la direction du regard soit parallèle aux fenêtres. — Fenêtres d'un seul côté du local. — Utiliser stores ou rideaux pouvant être entièrement fermés. | <p>Birnbaum (TUC C.I.), Pardon (OMS), (ECOTRA), (CTNIL), Stewart, (ASTMS), Desnoyers (IRAT).</p> <p>Elias (INRS), (ANACT).</p> <p>(ANACT).
(NIOSH, (ANACT), (SKANDIA).</p> |
|---|--|

2. Température

- | | |
|--|--------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> — 21 ± 1°C (en moyenne), 26-28°C en été. | <p>Cakir, (Colloque V.T.).</p> |
|--|--------------------------------|

3. Humidité

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — 50% — 60%-65% — 65%-70% | <p>Cakir.
(ANACT), (Colloque V.T.).
(APEX [Cité par J. Purdham]).</p> |
|---|---|

4 Bruit

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — ≤ 60 dBA — ≤ 65 dBA | <p>Pardon (OMS).
(Colloque V.T.), (ANACT), (CTC).</p> |
|--|---|

5 Électricité statique

- Utiliser du matériel antistatique ou ayant subi un traitement antistatique (sol, tapis, ameublement). (ECOTRA), (ASTMS), Olson (The C.M.I.)*.

I. Environnement**B. Ambiance lumineuse**

1. Éclairage général

a. quantitatif

- ≤ 150 lux (50 lux; 50-100 lux) (TUB [cité par Rupp], (DCIEM [cité par Rupp])).
- 150-300 lux (150-300 lux; 200-300 lux; ≤ 300 lux) (ECOTRA); (ANACT), (ASTMS), Birnbaum (TUC C.I.), Elias (INRS).
- 300-500 lux (300-400 lux, 300-450 lux, 300-500 lux) Cail (INRS); (Colloque V.T.); Stewart, Cakir, (VDT [cité par Rupp]).
- 300-500 lux (si contraste négatif), 500 lux minimum (si contraste positif), 200 lux si l'écran est angulé à 20°. (DIN [cité par Rupp]).
- 500-750 lux (500-700 lux, 500-750 lux) (NIOSH, (U of L. [cité par Rupp])).

b. qualitatif

- Mettre les luminaires parallèles aux fenêtres et à la direction du regard de l'opérateur (si éclairage direct ou semi-direct) (CTNIL), (ECOTRA)
- Si l'éclairage est direct (surtout), masquer toute source d'éblouissement par des diffuseurs ou des grilles. (CTNIL), (ANACT), Cakir, Desnoyers (IRAT).
- Donner la préférence à un éclairage indirect (CTNIL), (ECOTRA).
- L'éclairage doit être du même ordre de grandeur dans tout le champ visuel. Elias (INRS)

2. Éclairage individuel

a. quantitatif

- 500 lux Birnbaum (TUC C.I.), Elias (INRS).

b. qualitatif

- Doit être réglable par l'opérateur. (NIOSH), (CTNIL), (ECOTRA), (CTC), Desnoyers (IRAT).
- Utiliser l'éclairage direct et ou dispositif anti-reflet. (NIOSH), (ECOTRA)

3. Valeurs relatives d'éclairage

- Égales pour le sol et le poste de travail, murs: 0,5 à 0,8 du niveau d'éclairage du poste de travail, plafond: 0,3 à 0,9 du niveau d'éclairage du poste de travail. Cakir.
- Niveau confortable pour les travailleurs. Desnoyers (IRAT).

4 Réflexion

a. facteurs de réflexion

- Éviter de placer l'opérateur face à des fenêtres sans tentures ou stores, face à des objets brillants ou à des luminaires gênants Desnoyers (IRAT).
- Sol: 0,2-0,4 (0,2-0,3; 0,2-0,4) Cakir; (ANACT)
- Mur: 0,3-0,8 (0,4 [si éclairage direct], 0,6 [si éclairage indirect]; 0,3-0,8) (ANACT), Cakir.
- Plafond: 0,6 à 0,9 (0,6; 0,8 à 0,9) Cakir; (ANACT)

* Olson, recommandation justifiée, basée sur l'étude de l'environnement de travail chez des travailleurs ayant un rash cutané

	— Plan de travail: 0,4	(TUB [cité par Rupp]).
	— Clavier: 0,15 à 0,7 (0,15-0,7; 0,4-0,5)	(TUB [cité par Rupp]); (DIN [cité par Rupp]).
	— Touches: 0,2 à 0,7	(DIN [cité par Rupp]).
b. indice de réflexion	— 16 serait préférable, 19 accepté.	Ostberg (IES).
c plan de travail	— Éviter les revêtements ou peinture brillants.	Elias (INRS), (ECOTRA), Desnoyers (IRAT).
d. écran	— Écran doit être mat et avoir un filtre antireflet.	(ECOTRA), Elias (INRS), (NIOSH), Stewart, (DCIEM [cité par Rupp]).
	— La technique antireflet doit inclure surface diffusante, filtre à micro-maille, film antireflet ultramince, aérosol, cache divisée, filtre polarisant.	(TUB [cité Rupp]), (VDT [cité par Rupp]).
	— Ajouter bavettes latérales et supérieure antireflets	(Colloque V.T.).
	— Recours à des traitements anti-reflets ou filtres si l'aménagement du poste n'élimine pas les reflets (préférence par ordre décroissant: films minces «quart de longueur d'onde», dépolissage, filtre polarisé traité et de nylon).	Desnoyers (IRAT)
5 Luminance-contraste		
a Caracteres versus fond de l'écran	— Doit être réglable par l'opérateur et il devrait y avoir un contrôle indépendant de luminance-contraste	(ECOTRA), Pardon (OMS), Elias (INRS), (NIOSH), (ASTMS), Desnoyers (IRAT)
— qualitatif	— Contraste positif.	(TUB [cité par Rupp]), Elias (INRS), Cakir, Santucci, Radl, Desnoyers (IRAT).
quantitatif	— Luminance du fond de l'écran: 5-20 cd m ² (≤ 10 cd m ² , ≥ 10 cd m ² préférable 15-20 cd m ² ; 5-15 cd m ²).	(colloque V.T.), Elias (INRS); (ECOTRA)
	— Luminance des caractères: 20-100 cd m ² (20-60 cd m ² , 85 cd m ² ; 45-100 cd m ²)	(ANACT); (DCIEM [cité par Rupp]); Elias (INRS), Stewart.
	80-160 cd m ² (75-150 cd m ² ; 80-160 cd m ²)	(ASTMS); (VDT [cité par Rupp]).
	50-400 cd m ² , mais l'idéal est entre 100-200 cd m ²	(Colloque V.T).
	— Si 2 luminances sont utilisées: différence maximale doit être de 1 à 2 cd/m ² entre les deux.	(ANACT).
	— Ratio de luminance entre les surfaces: 3:1 à 5:1 (3:1; 3:1 min; 4:1 min; 3:1 à 5:1)	Elias (INRS), Stewart, Cakir; (TUB [cité par Rupp]); (DIN [cité par Rupp]); (Colloque V.T).
	— Ratio de luminance: 6:1 à 20:1 (6:1 à 10:1, 15:1 max, 8:1 à 10:1; 15:1; 20:1)	(DIN [cité par Rupp]); VDT [cité par Rupp]; Snyder, Maddox; Gould.
b écran versus éléments du poste	— Éviter les revêtements brillants; les surfaces doivent être mates	Elias (INRS); (ECOTRA).
c écran versus pièce		
— qualitatif	— Éviter revêtements et peintures brillants.	(ECOTRA)
— quantitatif	— Ratio de luminance: 1:3-10	Stewart, Cakir, Elias (INRS).

6. Chromaticité, couleur des caractères	— Jaune	Haider (I.E.H.A)*, Taylor [cité par Birnbaum], Elias (INRS), Cakır, (Colloque V.T.), (ANACT), (ASTMS), (TUB [cité par Rupp]).	
	— Jaune-vert		
	— Jaune-vert (symboles et fond de l'écran doivent être de même couleur mais d'intensités différentes).		
	— Vert à orange		(DIN [cité par Rupp]).
	— Préférence personnelle.		(VDT [cité par Rupp]).
	— Rouge à éviter.	(GREV [cité par Rupp]), (ASTMS).	

I. Environnement

C. Présentation de l'information

	Recommandations	Sources
1. Présentation de l'information	— Textes longs: utilisez majuscules-minuscules.	(Colloque V.T.)
	— Textes courts: utilisez majuscules-minuscules	(Colloque V.T.)
	— Ne pas utiliser les extrémités de l'écran	(ASTMS)
	— Nombre de caractères/ligne: 20-80,	(ANACT) (ECOTRA); Desnoyers (IRAT).
	— Nombre de lignes: 6-80, 25-30 maximum	(ANACT) (ECOTRA); Desnoyers (IRAT).
	— Caractères bien distincts	Desnoyers (IRAT).
2. Caractères		
a. hauteur du caractère selon la distance de vision (diamètre en minutes)	— Meilleure définition possible	(CTNIL)
	16'-20'	Stewart, Grandjean (I.F.T.), (TUB [cité par Rupp]), (VDT [cité par Rupp]), (DIN [cité par Rupp])
	— à 50 cm: 16'-20' (16'-20'); 18' minimum; 20' minimum — à 70 cm: 15'-20' maximum 22'	Cakır (DIN [cité par Rupp]); (ECOTRA). Cakır
b. hauteur (mm)	— 3,1 mm à 4,2 mm (3,1 à 4,2 mm, 3,3 à 4,1 mm, 4 mm)	Stewart, (VDT [cité par Rupp]), Cakır, (ANACT); (ASTMS); Grandjean (I.F.T.); Desnoyers (IRAT).
	— 4 à 5 mm	(Colloque V.T.)
	— Pour distance 50 cm: 2,3 à 2,9 mm (2,6; 2,3 à 2,9)	Grandjean (I.F.T.); (DIN [cité par Rupp])
	— Pour distance 70 cm: 3,1 à 4,2 mm	(U. de L. [cité par Rupp], Grandjean (I.F.T.).
	— 4,5 mm au maximum	(ASTMS)
c. largeur	— 2-3 mm	(colloque V.T.)
	— 50% à 75% hauteur du caractère	Fellman (I.F.T.), Bouma.
	— 75% à 80% hauteur du caractère	Laubli (I.F.T.), (ASTMS), (ECOTRA), Desnoyers (IRAT)
	— 65% à 100% hauteur du caractère	Wisner [cité par Pardon].
d. largeur du trait	— 12% à 17% du caractère	Stewart, (ANACT), (ASTMS).
e. espace entre 2 caractères	— 20% à 50% hauteur du caractère (> 10%, 20-50%)	Stewart, (VDT [cité par Rupp]), (DIN [cité par Rupp])
	— 50% hauteur du caractère	(ANACT), (ECOTRA), (Colloque V.T.), Desnoyers (IRAT).
	— 15%-20% largeur du caractère	Bruton.
	— 50% largeur du caractère	(TUB [cité par Rupp]), (U. of L. [cité par Rupp])
f. espace entre 2 mots	— 66% hauteur du caractère	Wisner.

*Haider recommandation justifiée basée sur des normes de performance

g espace entre 2 lignes	— 50% à 100% hauteur du caractère — 100% hauteur du caractère — 100%-150% hauteur du caractère	Colloque V.T). (U. of L. [cité par Rupp]), (ANACT), (ECOTRA); Desnoyers (IRAT). (VDT [cité par Rupp]), Stewart, Grandjean (I.F.T.).
3. Matrice	— 5 × 7 au minimum — 7 × 9 serait préférable	(DIN [cité par Rupp]), (DCIEM [cité par Rupp]). (VDT [cité par Rupp]), Desnoyers (IRAT).

I. Environnement

Recommandations

Sources

D. Caractéristiques du matériel

1. Terminal entretien:	— Contrôle périodique — Contrôle aux 3 mois	(ASTMS), (ECOTRA) (CTC)
2 Écran		
a rémanence-fréquence de rafraichissement	— 35 Hz si rémanence élevée — 50 Hz si rémanence moyenne — 50 Hz si rémanence moyenne ou faible — ≥ 50 Hz — 50-60 Hz si rémanence moyenne — Au moins 60 Hz et rémanence plutôt faible	(ANACT). Stewart, Elias (INRS), Birnbaum (TUC C I) Cakir. (ANACT), (ASTMS), (TUB [cité par Rupp]), (DIN [cité par Rupp]) (U. of L. [cité par Rupp]), (ANACT). Desnoyers (IRAT)
b. couleur du boîtier	— Gris	(ECOTRA)
3 Clavier		
a mobilité	— Mobile (non attaché à l'écran)	(ASTMS), (ECOTRA), (NIOSH), Elias (INRS), Pardon (OMS), Desnoyers (IRAT).
b. types	— Type QWERTY } clavier — Type AZERTY } alphabétique — Type téléphonique } clavier — Type calculatrice } numérique	Cakir, (ASTMS). (Colloque V.T.). (Colloque V.T.), (VDT [cité par Rupp]). Tisserand, (TUB [cité par Rupp]).
c. forme	— Légèrement incurvée vers le haut	(Colloque V.T.).
d. hauteur	— ≤ 30 mm du haut de la table — 30-50 mm de hauteur entre début et touches du milieu — 40-70 mm	(DIN [cité par Rupp]). Grandjean (I.F.T.), (VDT [cité par Rupp]), (ECOTRA). Tisserand (INRS).
e. profondeur	— 400 mm entre le bord de la table et la dernière rangée de touches	Cakir.
f. largeur	— 420 mm au maximum	(Colloque V.T.).
g. inclinaison	— ≤ 5° — 5°-15° (7°-9°, 8°-13°, 5°-15°)	(TUB [cité par Rupp]). (Colloque V.T.); (ANACT), Grandjean (I.F.T.), (VDT [cité par Rupp]).
h couleur	— Noir à éviter	Stewart.
4 Touches		
a. forme	— Incurvée	(Colloque V.T.).

b couleur	— Neutre, claire avec lettres et chiffres foncés. Les groupes de touches de fonctions différentes doivent être de teintes différentes. — Surface mate	(Colloque V.T.), Stewart Pardon (OMS), Elias (INRS), Stewart, (Colloque V.T.), Cakir.
c. dimension	— Si carrée. 12-15 mm de côté (13 mm; 12 à 15 mm) — Si ronde: 12,7 mm	(TUB [cité par Rupp]), (VDT [cité par Rupp]). (Colloque V.T.), (ANACT). Colloque V.T.).
d. distance entre deux touches	— Entre 2 centres. 16-19 mm 18-20 mm (18-20 mm; 20 mm) — Entre 2 bords de 2 touches 3-6 mm	(ASTMS) (VDT [cité par Rupp]), Stewart, (Colloque V.T.), (TUB [cité par Rupp]) (ASTMS), (ANACT).
e. distance entre deux rangées	— 1-4 mm	(ANACT).
f déplacement	— 0,8 à 4,8 mm (0,8 à 4,8 mm; 1-4 mm; 4 mm) — 3 à 6 mm — 5 à 8 mm	(VDT [cité par Rupp]), Stewart, (ASTMS), (Colloque V.T.). Grandjean (I.F.T.). (TUB [cité par Rupp]).
g force	— 25 à 150 g — 0,25 à 1,5 N — 0,8 à 4,8 N	Colloque V.T.), (ANACT). (TUB [cité par Rupp]), (VDT [cité par Rupp]), Cakir Stewart
5 Documents	— Lisibles, tout papier coloré et encre claire sont à proscrire — Doivent être non-réfléchissants.	(ECOTRA). Elias (INRS).
6 Plan de travail	— Pour transcription manuelle de données: disposer les feuilles à remplir sur un plan incliné et ajustable.	Desnoyers (IRAT).
7 Radiations	— Aucune radiation (Rayon X) — 1mw cm ² (micro-onde)	(ASMTS) (ASMTS)

I. Environnement

E Dimensions du poste de travail

	Recommandations	Sources
1 Poste de travail	— Doit être entièrement réglable	(NIOSH), (CTC).
2. Distance de vision de l'écran	— 400-500 mm (450-500 mm, 500 mm si document ou clavier utilisé) — 400-800 mm (400-600 mm; 400-600 mm, 700 au maximum; 400-800 mm; 500-700 mm, 700 mm au maximum, environ 700 mm) — Hauteur des yeux 1000 mm-1150 mm (= 1 m-1 m 15)	(NIOSH), (TUB [cité par Rupp]); (DIN [cite par Rupp]) (CTNIL), Desnoyers (IRAT); Hunting (I.F.T.)*, (DIN [cite par Rupp]); (VDIT [cite par Rupp]), (VDT [cite par Rupp]), Cakir, (ASTMS) Stewart, Cakir
3. Angle de vision par rapport à l'horizontale	— 10°-20° (10°-15°, 10°-20°, 15°-20°; 20°) 10°-20°, avec le bord supérieur de l'écran pas plus haut que les yeux, et le bord inférieur ≤ 40° du niveau des yeux) — 15°-30 (15 -30 , 20 -30) — 30°-45°	Cole (U.M.), (ANACT), (DCIEM [cite par Rupp]); (TUB [cité par Rupp]). (NIOSH). (Colloque V.T.), (CTNIL), Elias (INRS) Stewart

* Hunting, recommandation justifiée, basée sur l'incidence de symptômes et de signes physiques (palpation manuelle, examens des tendons et des articulations), en fonction des dimensions du poste

4. Position de l'écran

a	inclinaison	<ul style="list-style-type: none"> — Réglable — Rotation de l'écran doit être possible — 5° vers l'avant, 20° vers l'arrière — 10°-30° vers l'arrière — Doit être verticale si non réglable — Pour être à angle droit avec le regard de l'opérateur — Légèrement vers l'arrière 	<p>(NIOSH), Stewart, (DIN [cité par Rupp]), (ECOTRA), Desnoyers (IRAT) Elias (INRS), (ANACT), (ECOTRA).</p> <p>(DIN [cité par Rupp]). (ECOTRA) (TUB [cité par Rupp]), (DIN [cité par Rupp]) Cakir, Stewart.</p> <p>Desnoyers (IRAT).</p>
b	hauteur	<ul style="list-style-type: none"> — Réglable — Le bord supérieur devrait être 370-520 mm au-dessus de la surface de travail — Hauteur de la base de l'écran: 740 mm — Haut de l'écran sous la hauteur des yeux — Sur des tables de hauteur ajustable 	<p>(NIOSH), (ECOTRA), Desnoyers (IRAT) (DIN [cité par Rupp]).</p> <p>Pardon (OMS).</p> <p>Desnoyers (IRAT).</p> <p>Desnoyers (IRAT).</p>
5	Clavier		
a	hauteur	<ul style="list-style-type: none"> — 700 mm — Rangée centrale des touches 720-750 mm — 740-750 mm — ≤ 750 mm 	<p>Elias (INRS). Cakir, Stewart.</p> <p>(NIOSH). (TUB [cité par Rupp])</p>
b	distance de l'opérateur (profondeur)	<ul style="list-style-type: none"> — Début du clavier à 60 mm du bord antérieur de la table — Dernière rangée de touches à 600 mm du bord antérieur 	<p>Cakir.</p> <p>Cakir.</p>
c	position	<ul style="list-style-type: none"> — En saisie de données, légèrement à droite de l'opérateur 	<p>Grandjean (I.F.T.).</p>
6	Table		
a	hauteur	<ul style="list-style-type: none"> — 720 mm si fixe — 650 mm-750 mm si réglable (650 mm-750 mm); 720-750 mm — Travaux administratifs: 750 mm — Travaux sur clavier: 650-690 mm (650; 650-690 mm) — Tenir compte de la hauteur du clavier et de l'épaisseur de la table — Facilement réglable en hauteur 	<p>(TUB [cité par Rupp]), (DIN [cité par Rupp]) (TUB [cité par Rupp]), (DIN [cité par Rupp]). (ECOTRA), Cakir. (Colloque V.T.). (Colloque V.T.); Pardon (OMS)</p> <p>Tisserand (INRS).</p> <p>Tisserand (INRS).</p>
b	largeur	<ul style="list-style-type: none"> — 800-1200 mm avec espace prévu pour supporter avant-bras, mains — 1500-2000 mm — 1200-1600 mm 	<p>Hunting (I.F.T.)*, (ANACT). (ECOTRA). (DIN [cité par Rupp]).</p>
c	profondeur	<ul style="list-style-type: none"> — 1000-1500 mm, 800 mm sous le bureau 	<p>(ECOTRA).</p>
7	Chaise		
a	Siège	<ul style="list-style-type: none"> — Rembourré 	<p>Desnoyers (IRAT).</p>
—	hauteur	<ul style="list-style-type: none"> — Réglable 	<p>Cakir, Elias (INRS), Stewart, Tisserand (INRS), (NIOSH), (ASTMS), (SKANDIA), Desnoyers (IRAT).</p>

*Hunting recommandation justifiée, basée sur la prévalence de symptômes et de signes physiques (palpation manuelle, examens des tendons et des articulations), en fonction des dimensions du poste.

	— 400 mm-550 mm (400 mm; 400-500 mm; 420-550 mm; 450-520 mm)	Elias (INRS); (Colloque V.T.); Grandjean (I.F.T.), (ECOTRA), Cakir.
	— Si table à hauteur fixe: 420-500 mm	Tisserand (INRS)
— profondeur	— Si hauteur réglable: 350-500 mm	(ANACT), Tisserand; (Colloque V.T.)
	— 350-450 mm (400 mm; 350-450 mm)	
— largeur	— 380-400 mm (380 mm-400 mm; 400 mm)	Tisserand (INRS); (ANACT).
— base	— Base stable (5 branches)	Tisserand (INRS), Elias, Stewart, (Colloque V.T.).
b Dossier	— Réglable en inclinaison et en hauteur	Cakir, (ECOTRA), Hunting (I.F.T.)*, (Colloque V.T.)
	— Suffisamment large, facilement ajustable, pouvant être déplacé de l'avant à l'arrière	Desnoyers (IRAT).
— hauteur	— 100-300 mm (100-300 mm; 200-250 mm)	(Colloque V.T.), Tisserand (INRS)
	— 480-500 mm	(ECOTRA), Grandjean (IFT).
— largeur	— 280-320 mm	Tisserand (INRS)
— inclinaison	— Réglable	Hunting (I.F.T.)*, Tisserand (INRS), Elias (INRS)
	— 2° vers avant, 15° vers arrière	Tisserand (INRS), (ECOTRA).
	— Concave vers l'avant, dans sa partie supérieure, convexe dans la région lombaire	Elias (INRS).
8 Porte-document	— Présent à tout poste	Stewart, (ASTMS).
a position	— Légèrement à gauche	Grandjean (I.F.T.); (ANACT).
	— Jamais au-dessus de l'écran	(ASTMS), Desnoyers (IRAT).
	— Pour que les documents soient à la hauteur de l'écran	
	— Distance de vision: 450-500 mm; identique à celle de l'écran	Cakir, Desnoyers (IRAT).
b inclinaison	— Par rapport à l'horizontale. 30°-70° (30°-70°; 45°; 70°)	(ECOTRA), Stewart, Cakir.
	— Identique à celle de l'écran	Desnoyers (IRAT).
9 Repose-pieds	— Stable et réglable en hauteur et en inclinaison	(ANACT), (CTNIL), Cakir, (ASTMS)
	— Incliné de hauteur réglable	Desnoyers (IRAT).
	— Présent à tout poste	Elias (INRS).
a hauteur	— Réglable 0-50 mm 40-150 mm	Cakir. Tisserand (INRS).
b largeur-profondeur	— 400 mm; 300 mm au minimum	Tisserand (INRS)
c. inclinaison	— 10°-30° (10°-15°; 0° à 30°)	Cakir; Tisserand (INRS)
10. Plan de travail		
a. niveau de travail	— 220-250 mm	Cakir, Elias (INRS), Stewart
b hauteur de l'espace libre pour les membres inférieurs	— 650-690 mm (650-690 mm; 690 mm)	Cakir, (DIN [cité par Rupp]); (TUB [cité par Rupp]).
c. largeur de l'espace libre pour les membres inférieurs	— Pour les genoux: 450 mm — Pour les pieds: 700 mm	Tisserand (INRS).
d. angulation	— Angle axe-tronc par rapport à l'axe tête-cou $\leq 20^\circ$	Grandjean (I.F.T.).
	— Angle coude. 80°-100° (80°-100°; $\geq 90^\circ$)	Grandjean (I.F.T.); (ECOTRA), Cakir

*Hunting recommandation justifiée, basée sur la prévalence de symptômes et de signes physiques (palpation manuelle, examens des tendons et des articulations), en fonction des dimensions du poste

- Angle poignet-main: 0°
 - Angle cuisse-jambe: $\geq 90^\circ$
($\approx 90^\circ$; 95°)
 - Angle fémur-tronc: 100°-105°
- Cakir, Grandjean (I.F.T.).
Cakir, (ECOTRA); Tisserand (INRS)
Tisserand (INRS).

II. Organisation du travail

	Recommandations	Sources
1. Introduction des T.E.V.	— Prévoir période d'essai de quelques mois. Refuser les T.E.V. causant des problèmes de santé durant cette période	Desnoyers (IRAT).
2. Pausés	<ul style="list-style-type: none"> — À chaque heure: 10 min/50 min; 5 min/55 min; 10 min/h; 15 min/h — Aux deux heures: 15 min/1h30 min; 15 min/1h45 min; 15 min/2h; 15-20 min/2h; 20 min/2h; 30 min/2h; variable après 2h de travail; pas plus de 2h30 de travail — Au moins 15 min/1h30 min — À la discrétion des opérateurs — Avant que les symptômes ne se fassent sentir, environ 5%-10% du temps total de travail 	(I.W.C.); (M.B.B.); (W.G.T.U.C.); (S.G.W.U.); (H.A.U.); (C.F.D.T. [cité par Pérusse]), (CTC). (ECOTRA); (M.B.B.); (A.T.U.); Rosenbaum (H.A.U.); Bose [cité par Pérusse], Pardon (OMS); (ASTMS); Rey, Gilet [cité par Pérusse], Green [cité par Pérusse] Desnoyers (IRAT). (IRACT). Cakir.
3. Pausés selon travail	<ul style="list-style-type: none"> — Demande visuelle importante (saisie de données: 10 min/50 min, 15/60 min) — Dialogue (communication interactive): 10/80 min — Tâche monotone 10/1h40 min — Demande visuelle modérée: 15/2h — Tâche plus valorisante. 10-20 min/2h — Prendre les pauses hors du poste de travail 	(M.T.A.S.); (NIOSH) (M.T.A.S.). (Colloque V.T.). (NIOSH). (Colloque V.T.). (ASTMS).
4. Durée du travail sur écran	<ul style="list-style-type: none"> — 1h/2h de travail — 2h/4h — 4h consécutives par jour — 4h30 min par jour — Pas plus de 7h par jour — Alternance entre travail sur écran et travail de bureau — Inférieure à la moitié de la journée normale de travail 	(A.T.U.) Ostberg [cité par C.L.S.C.C.V.], (W.G.T.U.C.), (ASTMS), (ECOTRA), (CTC). (Colloque V.T.), Bélanger, Bose [cité par Pérusse]. Green [cité par Arnaud]. (Colloque V.T.). Desnoyers (IRAT).
5. Formation-information	<ul style="list-style-type: none"> — Informer les employés 6 mois avant l'introduction de T.E.V. — Préparation du personnel avant l'introduction de T.E.V. — Formation continue après l'introduction de T.E.V. 	(ASTMS). Gilet, Elias (INRS), Pardon (OMS), Rosenbaum (HAU). Rosenbaum (HAU), Pardon (OMS).
6. Organisation du travail	— Vitesse de présentation des caractères: 10-15/s. Si mémorisation ou compréhension plus importante: 10/s	Bevan*.

* Bevan: recommandation justifiée, basée sur l'analyse comparative de symptômes ressentis chez des employés avec ou sans problèmes visuels.

- Réduire le caractère répétitif des tâches
 - Aucun contrôle électronique du travail
- Hunting (IFT)*, Elias (INRS)*.
(CTC).

III. Évaluation médicale

1. Examen pré-embauche

- | Recommandations | Sources |
|--|-------------------------------------|
| — Examen oculo-visuel complet avant l'implantation du système, quelques mois après et par la suite, un examen annuel | Desnoyers (IRAT). |
| — Pour tout employé (opticien). | (ASTMS), (Colloque V.T.), Anderson. |
| — Pour tout employé (ophtalmologiste). | (CTNIL), Dubé, Gilet, Grall* (CTC). |

2. Examen périodique

- | | |
|--|--------------------|
| — Aux six mois (optométriste) | Crépeau.
(CTC) |
| — Annuel et plus fréquemment si symptômes | (NIOSH), (MBB) |
| — Annuel: réfraction, accommodation, acuité visuelle | (ASTMS), (ECOTRA). |
| — Annuel: si contraintes visuelles importantes | (ASTMS) |
| — Annuel: si plus de 40 ans | Anderson |
| — Annuel si port de verres | Dubé. |
| — Aux 2 ans: par un ophtalmologiste | Anderson. |
| — Si plaintes | |

3. Tests

- | | |
|--|---------------------------------|
| — Acuité visuelle sans correction, réfraction, acuité visuelle corrigée, accommodation, neutralisation, équilibre musculaire à distance, à 1 metre, de près | (VET [cité par Cakir]). |
| — Effectuer des tests spécifiques adaptés au travail: taux de réfraction, acuité visuelle, accommodation, fonction visuelle, examen de cornée et cristallin. | (ECOTRA), Elias (INRS), (NIOSH) |
| — Mesure dioptrie, champ visuel | (NIOSH). |

IV. Variations individuelles

1. Épileptique

- | Recommandations | Sources |
|--|-----------|
| — Aucun travail avec T.E.V. | Anderson. |
| — Aucun travail avec T.E.V. sans examen préemploi. | (ASTMS). |
| — Aucun travail avec T.E.V. pour les épileptiques photosensibles | (ASTMS). |

2. Migraineux

- | | |
|--|-----------|
| — Suivre à intervalles rapprochés, toute augmentation de migraine doit être rapportée au médecin | (ASTMS) |
| — Aucun travail sur T.E.V | Anderson. |

3. Porteur de double foyer

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| — Aucun travail sur T.E.V. | Ostberg [cité par Birnbaum]. |
| — Adapter les verres | (Colloque V.T.) |

* Hunting: recommandation justifiée, basée sur l'analyse de questionnaire subjectif de satisfaction au travail (employés de bureau par rapport à des utilisateurs de T.E.V.)

* Elias: recommandation justifiée, basée sur l'évaluation de la fonction visuelle, la posture et les troubles psychomatiques pour deux types de tâche

* Grall: recommandation justifiée, basée sur l'analyse comparative de symptômes ressentis chez des employés avec ou sans problèmes visuels

4. Presbyte	— Adapter les verres en fonction de la distance oeil-écran — Fournir des lunettes appropriées pour l'utilisation de T.E.V.	(Colloque V.T.). Desnoyers (IRAT).
5. Personne de plus de 45 ans ou sous traitement médical	— Prendre avis du médecin	Anderson.
6 Personne souffrant de nystagmus	— Aucun travail sur T.E.V.	Anderson.

Organismes et associations cités

1. A.N.A.C.T.:	Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (France).	18 I.N.R.S.:	Institut national de recherche scientifique (France).
2 A.S.T.M.S.:	Association of Scientific, Technical and Managerial Staff (Angleterre).	19. I.R.A.C.T.:	Institut de recherche pour l'amélioration des conditions de travail (France).
3. A.T.U.:	Austrian Trade Union (Autriche).	20. I.R.A.T.:	Institut de recherche appliquée sur le travail (Québec).
4. C.F.D.T.:	Confédération française démocratique du travail.	21. I.W.C.:	Industrial Welfare Commission (Californie).
5 C.L.S.C.C.V.:	Centre local de services communautaires du centre-ville	22 M.B.B.:	Messerschmitt-Boelkow-Blohm (compagnie d'aviation ouest-allemande).
6 C.M.I	Christian Michelson Institute Department of Science and Technology (Norvège).	23 «M.T.A.S.»:	«Ministère du Travail et des Affaires sociales» (Allemagne)
7. Colloque V.T.:	Colloque vision travail (France), Bureau international du travail.	24. N.I.O.S.H.:	National Institute for Occupational Safety and Health (É.-U.).
8 C.T.C.:	Congrès du travail du Canada.	25. O.M.S.:	Organisation mondiale de la santé.
9. C.T.N.I.L.:	Comité technique national des unités du livre (France)	26 SKANDIA:	Compagnie d'assurances suédoise.
10 D.C.I.E.M.:	Defense and Civil Institute of Environmental Medicine (Canada).	27. S.G.W.U.:	Swedish Graphics Workers Union (Suède).
11. D.I.N.:	Deutsche Industrie Norm. (Allemagne)	28. T.U.B.:	Technical University (Berlin).
12. E.C.O.T.R.A.:	Centre d'études des problèmes d'écologie du travail; Unité de médecine du travail et d'ergonomie (Suisse).	29. T.U.C.C.I.:	TUC Centenary Institute of Occupational Health (Angleterre)
13. G.R.E.V.:	Groupe de recherche sur les écrans de visualisation (France).	30. U. of L.:	University of London (Angleterre).
14. H.A.U.:	Health Advocacy Unit; Department of Public Health (Canada).	31. U.M.:	University of Melbourne (Australie)
15. I.E.H.A.:	Institute of Environmental Hygiene (Autriche).	32. V.D.T.:	Visual Display Terminals (the VDT manual) (Allemagne).
16. I.E.S.:	Illuminating Engineering Society (Allemagne).	33. V.E.T.:	VDT Eye Test Advisory Group (Angleterre).
17. I.F.T.:	Institut fédéral de technologie (Suisse).	34. W.G.T.U.C.:	Western Germany Trade Union Confederation (Allemagne).

3. Revue critique des recommandations

Tel que décrit dans ce rapport, les problèmes d'inconfort ou de santé des opérateurs de T.E.V. peuvent être liés, d'une part, à l'interaction de différentes variables environnementales (intensité et emplacement des sources lumineuses qui interagissent avec la texture et la couleur des murs de la pièce, du T.E.V. et de l'ameublement du poste par exemple) et, d'autre part, à l'incompatibilité entre les caractéristiques du poste et celles des tâches exécutées par les opérateurs.

Par conséquent, toute recommandation concernant la plupart des aspects environnementaux et plus particulièrement du poste de travail, doit tenir compte de l'ensemble des éléments ci-haut mentionnés.

Or, compte tenu du fait que les recommandations formulées par des organismes gouvernementaux et des chercheurs sont morcelées et vu l'absence de précisions apportées quant aux autres facteurs qui doivent être pris en considération lors de l'application d'un moyen d'intervention recommandé, l'efficacité de ces mesures préventives est limitée.

De plus, l'importance relative de chacun des moyens d'intervention n'est pas précisée.

Malgré ces lacunes, nous avons tenté d'évaluer succinctement les principales recommandations énumérées dans les tableaux de ce chapitre. Il importe de mentionner que la majorité des recommandations se rapporte à l'utilisation d'écrans à contraste négatif. Elles devraient donc être révisées si l'usage d'écrans à contraste positif se généralisait. Ceci confirme l'importance d'établir des choix technologiques a priori.

A) La pièce et l'ambiance lumineuse

Les recommandations relatives à l'environnement de la pièce et à l'éclairage s'appliquent au travail de bureau en général (à l'exception de l'élimination d'électricité statique). Dans le cas du travail impliquant l'utilisation de T.E.V., le besoin d'appliquer ces moyens d'intervention est plus important compte tenu du caractère plus aigu des problèmes de réflexion et d'éclairage.

En ce qui concerne l'éclairage près des T.E.V., on recommande généralement des niveaux inférieurs à ceux du travail de bureau traditionnel. Les recommandations relatives à l'éclairage près des T.E.V. varient d'un pays à l'autre de façon aussi aléatoire que les normes générales d'éclairage.

Nous préférons ne pas statuer sur ce choix car il dépend aussi des caractéristiques du travail sur écran, de l'importance des autres tâches et de la conception de l'écran.

En ce qui concerne l'éclairage individuel, celui-ci doit être réglable. Peu de lampes sur le marché présentent cette caractéristique bien que ceci ne pose aucun problème de fabrication.

B) La luminance et les contrastes

Les valeurs recommandées pour la luminance et les contrastes sont relativement variées et s'appuient sur peu d'études. Compte tenu du fait que les valeurs optimales dépendent d'un ensemble de facteurs en-

vironnementaux tels que l'éclairage général et la taille des caractères, il importe que les opérateurs aient la possibilité de régler eux-mêmes leurs appareils.

C) La chromaticité

En ce qui concerne la chromaticité, les recommandations sont basées sur un nombre restreint de recherches et les preuves qui permettraient de justifier le choix des couleurs sont insuffisantes.

D) Les caractéristiques du matériel

1) L'écran

Les résultats des recherches récentes montrent que le papillotement est perceptible à 60 Hz. Les recommandations actuelles sont basées sur les caractéristiques du réseau de distribution électrique (courant alternatif de 50 Hz en Europe et de 60 Hz en Amérique du Nord). Il serait souhaitable de faire une étude de faisabilité d'emploi d'équipements utilisant des fréquences plus élevées.

2) Les filtres

La principale fonction des filtres est de réduire les problèmes de réflexion. Ils sont également utilisés pour éliminer les faibles longueurs d'onde et permettre l'émission d'une seule couleur. La plupart des filtres diminuent la luminance des écrans et aggravent ainsi le problème des contrastes qui sont souvent trop faibles. Enfin, les filtres s'encrassent rapidement. Un bilan spécifiquement sur ces aspects serait utile pour optimiser le choix des filtres même s'ils ne devraient pas être une solution privilégiée.

3) Le clavier

L'unique recommandation qui concerne spécifiquement les T.E.V. précise que le clavier doit être mobile. C'est une recommandation importante à retenir.

E) Le poste de travail

1) La distance oeil-tâche

Celle-ci varie en fonction des caractéristiques de l'ameublement, du T.E.V., des tâches effectuées, etc. Il semble que la distance la plus fréquemment observée soit de 500mm: peu d'études ont par contre mesuré spécifiquement cette distance. C'est une observation qui a été transformée en recommandation!

2) La position de l'écran

L'inclinaison de l'écran est une variable importante car elle détermine l'angle de la tête et l'angle de vision. Cet angle a des répercussions sur la posture de l'opérateur et sur l'angle tronc-cuisse.

Un angle tronc-cuisse supérieur à 90° est préférable car la pression exercée sur les disques de la colonne vertébrale est réduite. Une telle position est rarement observée car elle est souvent incompatible avec les autres éléments de la tâche (lecture de textes imprimés placés à l'horizontale par exemple). Sur ce plan, l'écran présente un avantage à exploiter. Dans ce cas, un écran droit est préférable.

Par contre, lorsque l'angle est égal ou inférieur à 90°, un écran légèrement incliné vers l'arrière peut être plus confortable.

Enfin, il importe surtout que les écrans soient réglables au niveau de la hauteur, des angles d'inclinaison et des possibilités de rotation.

3) La table et la chaise

Peu d'informations sont disponibles en ce qui concerne les caractéristiques anthropométriques des travailleurs et surtout des travailleuses québécois. Par conséquent, nous ne pouvons préciser les dimensions optimales des postes de T.E.V. Un équipement dont les dimensions sont réglables permet de pallier en partie cette lacune.

Les recommandations relatives au mobilier et, plus particulièrement aux chaises, sont globalement les mêmes que celles élaborées pour les postes de travail traditionnel de bureau. Le poste d'opérateur de T.E.V. permet une plus grande ouverture de l'angle troncuise et une utilisation plus fréquente du dossier grâce au relèvement de l'axe de vision. Plus cet angle est ouvert, plus la pression intradiscale diminue, ce qui est un avantage. Aux postes conventionnels, la possibilité d'augmenter cet angle est limitée par l'obligation de maintenir la tête dans l'axe du buste pour limiter la fatigue des muscles du cou. Cet axe est déterminé par les caractéristiques de la tâche visuelle. Au point de vue postural, le poste d'opérateur de T.E.V. peut donc présenter un avantage. C'est la raison pour laquelle Grandjean recommande un dos-

sier élevé. Celui-ci serait utilisable compte tenu du fait que les opérateurs se plaignent souvent de douleurs à la région cervicale. C'est une recommandation qui nous paraît pertinente et qui mériterait d'être prise en considération.

Par contre, les dossiers sont généralement fixes et ne permettent pas un ajustement précis au niveau du support lombaire. Il serait donc utile d'effectuer des recherches plus spécifiques sur ce point, et ce d'autant plus que la tendance est à transposer des recommandations qui ont été conçues pour des postes présentant d'autres caractéristiques que celles du travail avec écran.

Enfin, il est également important de prévoir un espace de support pour les avant-bras.

4) Le porte-document

Cet élément est important car il permet de prévenir les problèmes posturaux et visuels liés au travail alternatif entre des surfaces horizontales et verticales.

5) Le repose-pieds

Cet élément est recommandé à la fois pour l'utilisation de T.E.V. et les tâches traditionnelles de bureau.

Bibliographie

1. ABENHAIM, L.L. et DAB, W. *Recherche et prévention en santé et en sécurité du travail. Développement d'un modèle basé sur des algorithmes décisionnels*. Montréal, IRSST, 1983, 38 p. (Collection «Notes et rapports scientifiques et techniques»), E-004.
2. AGENCE NATIONALE POUR L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL. *Terminaux à écran cathodique: fiches documentaires*. France, A.N.A.C.T., 1981, 12 p.
3. AGENCE NATIONALE POUR L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL. *Informatique et travail de bureau: que devient l'employé?* France, A.N.A.C.T., 1982, 62 p. (Collection «Expériences et réalisations»).
4. ARNAUD, B. et coll. «Écran cathodique et tâche visuelle Étude à propos de 243 observations», *Bulletins et mémoires Société française d'ophtalmologie*, vol. 93, (1982), pp.397-400.
5. ARTIOLA, I.; FORTUNY, L. et HIORNS, R.W. «Recovery curves in a visual search task», *International Rehabilitation Medicine*, vol. 1, n° 4, (1979), pp. 177-181.
6. ASSOCIATION OF SCIENTIFIC, TECHNICAL AND MANAGERIAL STAFF. *Guide to Health Hazards of Visual Display Units*, policy document. London, A S T.M.S., 1980, 29 p.
7. AUNASSON, E. *À propos de la fatigue au poste de terminal d'ordinateur*. Thèse pour le doctorat en médecine, Faculté de Kremlin-Bicêtre, 1976.
8. BAGNARA, S. «Error detection at visual display units», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 143-146
9. BAINBRIDGE, L. «Problems in the assessment of mental load», *Le travail humain*, vol. 37, n° 2, (1974), pp. 279-302.
10. BAUER, D. et CAVONIUS, C.R. «Improving the legibility of visual display units through contrast reversal», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp 137-142.
11. BEAULIEU, E. *An Act to Provide Occupational Safeguards for Operators of Video Display Terminals*. Legislative Document 1049, State of Maine, House of Representatives, 1981.
12. BÉLANGER, S. et BELLEMARE, M. *Le travail de bureau incluant le travail devant l'écran cathodique et ses conséquences sur la santé des travailleuses*, rapport présenté au ministère des Affaires sociales, Québec, 1982, 71 p.
13. BENSALD-SINGERY, J. et SINGERY, J. «Les incidences de l'information sur l'évolution du travail administratif», *Le travail humain*, vol. 42, n° 2, (1979), pp. 193-200
14. BEREST, N.; GILBERT, A.P. et PERDRIEL, G. «Prévention de la fatigue visuelle chez les lecteurs de scope radar», *Médecine aéronautique*, vol. 11, n° 4, (1956), pp 403-412.
15. BEREST, N.; CURVEILLE, J. et PERDRIEL, G. «Les normes d'aptitude visuelle des lecteurs de scope», *Médecine aéronautique*, vol. 3, (1958 a), pp. 197-213.
16. BEREST, N.; GILBERT, A.P. et PERDRIEL, G. «Étude analytique des facteurs d'asthénopie chez les lecteurs de scope radar», *Médecine aéronautique*, vol. 13, n° 2, (1958 b), pp. 135-139.
17. BEVAN, N. «Is there an optimum speed for presenting text on a VDU?», *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 14, n° 1, (1981), pp. 59-76.
18. BINASCHI, S. et coll. «Study on subjective symptomatology of fatigue in VDU operators», dans *Ergonomic Aspects of Video Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 219-226
19. BIRNBAUM, R. *Health Hazards of Visual Display Units with Particular Reference to Office Environments*. Information and Advisory Service TUC, Centenary Institute of Occupational Health, London School of Hygiene & Tropical Medicine, [s.d.], 10 p.
20. BJORSET, H.-H. et BREKKE, B. «The concept of contrast A short note and a proposal», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals* London, Taylor and Francis, 1982, pp 23-24.
21. BOLSEN, B. «VDTs still beleaguered by worker complaints», *Journal of the American Medical Association*, vol 246, n° 15, (1981), pp. 1634 et 1639.
22. BOUMA, H. «Visual reading processes and the quality of text displays», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 101-114.
23. BOURJOT, F. «The benefits of implementing. What is known about VDT'S.» 14th annual congress, *Human Factors Association of Canada*, (1981), pp. 43-44.
24. BRENT, R.L. «Cancer risks following diagnostic radiation exposure», *Pediatrics*, vol. 71, (1983), pp. 288-289.
25. BROWN, C.R. et SCHAUM, D.L. «User-adjusted VDU parameters», dans *Ergonomic Aspects of Video Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 195-200.
26. BROWN, L.D. *Health Effects of Working with Video Display Terminals*. Saskatchewan Department of Labour, Radiation Safety Unit, Report RSU 28 OG 1281, 1981.
27. BROWN, B.S. et coll. «Video display terminals and vision of workers. Summary and overview of a symposium», *Behaviour & Information Technology*, vol. 1, n° 2, (1982), pp. 121-140.

28. BRUTON, D.M. «Medical aspects of cathode ray tube display systems», *Transactions of the Society of Occupational Medicine*, vol. 22, n° 2, (1972), pp. 56-57
29. BUCHANAN, D. A. et BODDY, D. «Advanced technology and the quality of working life: the effects of word processing on video typist», *Journal of Occupational Psychology*, vol. 55, (1982), pp. 1-11.
30. BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ET PRÉVENTION ROUTIÈRE INTERNATIONALE. *Actes du Colloque international vision-travail*. Toulouse, B.I.T., novembre 1978.
31. CAISSE NATIONALE DE L'ASSURANCE MALADIE. «Travaux devant écran cathodique», *Cahiers de notes documentaires*, n° 1359-105-81, (1981), pp. 619-620.
32. CAKIR, A. et coll. *Les terminaux à écran*. Paris, Édition d'organisation, 1980, 291 p
33. CASARETT, G.W. *Biological Effects of Low Levels of Radiation Exposure*, rapport présenté au School of Medicine and Dentistry, Report UR-3490-1072, Rochester, University of Rochester, 1977, 29 p
34. CENTERS FOR DISEASE CONTROL. *Cluster of Spontaneous Abortions*. Dallas, Texas, 1981
35. CHARLES, M.W. et BROWN, N. «Dimensions of the human eyes relevant to radiation protection», *Physics in Medicine and Biology*, vol. 20, n° 2, (1975), pp. 202-218
36. CHOWN, P. «VDT'S regulated by union agreements in England», *Labor Occupational Health Program Monitor*, vol. 7, n° 6, (1979), p. 3.
37. CLSC CENTRE-VILLE. *Les écrans cathodiques - risques pour la santé*. Montréal, 1980, 17 p.
38. COHEN, M. *Radiation Emissions from Video Display Terminals*. Montréal, 1983, 17 p.
39. CONGRÈS DU TRAVAIL DU CANADA. *Vers une nouvelle technologie plus humaine: étude des effets des terminaux à écran cathodique sur la santé et les conditions de travail des employés de bureau au Canada*, Ottawa, Centre d'éducation et d'études syndicales du C.T.C., 1982.
40. CONOVER, D.L. «R.F. radiation measurements: instrumentation, techniques and occupational data. Non-ionizing radiation», *Proceedings of a Topical Symposium*, (1979), pp. 55-62.
41. CRÉPEAU, F. *Revue de la problématique des écrans de visualisation*, Montréal, 1981, 56 p
42. COMMISSION DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ DU TRAVAIL, Direction des programmes et des normes, Direction des systèmes. *Guide d'aménagement de postes de travail à écrans cathodiques*. Montréal, CSST, 1981
43. CUNNINGHAM-DUNLOP, S. et coll. *Carcinogenic Properties of Ionizing and Nonionizing Radiation*, Technical Report n° 78-122, [s.l.], NIOSH, 1977.
44. DAINOFF, M.J. «Visual fatigue in VDT operators», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 95-100.
45. DAINOFF, M.J. «Occupational stress factors in visual display terminal operation: a review of empirical research», *Behaviour and Information Technology*, vol. 1, n° 2, (1982), pp. 141-176.
46. DELAHAYE, R. «Problèmes biologiques et médicaux posés par l'utilisation des ondes ultracourtes du radar, I. Rappel physique, Problèmes biologiques (Expérimentations animales)», *Radioprotection*, vol. 12, n° 13, (1977), pp. 199-216.
47. DESNOYERS, L. et LEBORGNE, D. *Vision et travail. Les tâches visuelles*. Montréal, IRAT, 1982.
48. DESRIAUX, F. «Travail sur écran et charge mentale», *Revue de la sécurité*, (juillet-août 1982), pp. 6-12.
49. DESSORS, D. et coll. «Conditions de travail des opératrices de renseignements téléphoniques et leur vie personnelle et sociale», *Archives des maladies professionnelles de médecine du travail et de sécurité sociale*, vol. 40, (1979), pp. 469-500.
50. DIGERNES, V. et ASTRUP, E.G. «Are data-screen terminals a source of increased PCB-concentrations in the working atmosphere?», *International Archives of Occupational Environmental Health*, vol. 49, (1982), pp. 193-197.
51. DOLAN, S. et ARSENAULT, A. *Stress, santé et rendement au travail*. École de relations industrielles, Université de Montréal, Montréal, 1980, 176 p
52. DRISCOLL, J. *House Bill 2910, VDT Safety* Commonwealth of Massachusetts, 1982
53. DUBÉ, I. et MICHAUD, R. *Les écrans cathodiques et leurs effets sur la santé oculaire* Montréal, Association des ophtalmologistes du Québec, 1982.
54. DUBOIS - POULSEN, A. «Les yeux et la télévision», *Annales d'oculistique*, vol. 204, n° 4, (1971), pp. 371-386
55. DURAFFOURG, J. et coll. «Analyse des activités de saisie-correction de données dans l'industrie de la presse», *Travail humain*, vol. 42, n° 2, (1979), pp. 232-243.
56. DWYER, M.J. et LEEPER, D.B. *Carcinogenic Properties of Ionizing and Non-ionizing Radiation, Volume II: Microwave and Radiofrequency Radiation*, Technical Report n° 78-134, [s.l.], NIOSH, 1978.
57. ELIAS, R. «Une approche médico-biologique de l'étude du travail», *Cahiers de notes documentaires*, n° 91, (1978), pp. 293-306.

58. ELIAS, R. et coll. «Conditions de travail devant les écrans cathodiques: problèmes liés à la charge visuelle», *Cahiers de notes documentaires*, n° 1216-97-79, (1979a), pp. 577-592.
59. ELIAS, R. et coll. «Conditions de travail devant les écrans cathodiques: questionnaire d'évaluation», *Cahiers de notes documentaires*, n° 1217-97-79, (1979b), pp. 577-592.
60. ELIAS, R. et coll. «Conditions de travail devant les écrans cathodiques: organisation des tâches et contraintes de l'organisme», *Cahiers de notes documentaires*, n° 1282-101-80, (1980a), pp. 499-504.
61. ELIAS, R. et coll. «Investigations in operators working with CRT display terminals, relationships between task content and psychophysiological alterations», dans *Ergonomic Aspects of Video Display Terminals*. London, Taylor and Francis, (1980b), pp. 211-219.
62. ELIAS, R. et CAIL, F. «Contraintes et contraintes devant les terminaux à écran cathodique», *Travail et sécurité*, vol. 10, (1982), pp. 498-511.
63. ELINSON, L. et coll. *Health Effects of Video Display Terminals*, rapport présenté au Health Advocacy Unit, Toronto, 1980.
64. EMARAH, M.H.M., «Occupational cataract review of literature report of a case of thermal cataract in the printing industry», *Bulletin of Ophthalmological Society of Egypt*, vol. 66, n° 70, (1973), pp. 159-166.
65. ENGEL, F.L. «Information selection from visual display units», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 121-126.
66. FELLMAN, TH. et coll. «An ergonomic evaluation of VDTs», *Behaviour and Information Technology*, vol. 1, n° 1, (1982), pp.69-80.
67. FRIEDEL, H.L. *Radiation Protection - Concepts and Trade Offs* Lauriston S. Taylor Lecture Series, Radiation Protection and Measurements, Lecture n° 3, NCRP, 1979
68. GANTHI, Om.P. «Dosimetry - the absorption properties of man and experimental animals», *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, vol. 55, n° 11, (1979), pp. 999-1020.
69. GHIRINGHELLI, L. «Collection of subjective opinions on use of VDUs», dans *Ergonomic Aspects of Video Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 227-233
70. GHYS, C. et LEFEBVRE-PRINEAU, L. *Étude ergonomique d'un poste à écran cathodique*. École polytechnique, Département de génie industriel, Montréal, 1979, 208 p.
71. GILBERT, P. « Visual display units: are they safe?», *Occupational Health*, (1978), pp. 357-362.
72. GILBERT, P.R. *Telecomms on Line Data (Told): Controlled Eyesight Experiment Stage Summary*. British Telecom, 1981.
73. GILET, A. et coll. «Le travail sur terminal à écran : aspects médicaux et ergonomiques À propos d'une étude sur la fréquence critique de fusion et les potentiels évoqués», *Archives des maladies professionnelles, de médecine et de sécurité sociale*, vol. 39, n° 6, (1978), pp. 357-373.
74. GORRELL, E.L. «Visual fatigue, legibility and electronic displays», 14th Annual Congress, *Human Factors Association of Canada*, 1981.
75. GOULD, J. «Visual factors in the design of computer-controlled CRT displays», *Human Factors*, vol. 10, n° 4, (1968), pp. 359-376.
76. GOUVERNEMENT D'ONTARIO. *An act to Safeguard Terminal Operators*. Bill 149, 1981 a
77. GOUVERNEMENT D'ONTARIO. *An Act for the Protection of Video Display Terminal Operators*. Bill 169, 1981 b.
78. GRANDJEAN, E. *Précis d'ergonomie. Organisation physiologique du travail*. Presses académiques européennes, Bruxelles, Dunod, Paris, 1969, 275 p.
79. GRANDJEAN, E. «Ergonomic and medical aspects of VDU workplaces», *Displays*, vol. 2, n° 2, (1980), pp. 76-80
80. GRANDJEAN, E. «Ergonomics of VDUs: review of present knowledge», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982a), pp. 1-12.
81. GRANDJEAN, E. et VIGLIANI, E. *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis Ltd., 1982b, 300 p.
82. GRIECO, A. et coll. «Field study in newspaper printing: a systematic approach to the VDU operator strain», dans *Ergonomic Aspects of Video Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982.
83. GUNNARSON, E. et OSTBERG, O. *Physical and Mental Working Environment in a Terminal - Based Data System*, rapport présenté au Industrial Welfare Council, Industrial Medical Division, Industrial Hygiene Section, Stockholm, 1977.
84. GUNNARSON, E. et SODERBERG, I. *Eye-Strain Resulting from VDT Work at the Swedish Telecommunications Administration: Eye Changes and Visual Strain during Various Working Procedures*, rapport présenté au National Board of Occupational Safety and Health, Stockholm, 1980.
85. GUSTAVSEN, B. «Improving the work environment: a choice of strategy», *International Labour Review*, vol. 119, n° 3, (1980), pp. 271-286.
86. HAIDER, M. et coll. «Work strain related to VDUs with differently coloured characters», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 53-64.
87. HALLORAN, T.O. et coll. «Reaction time to accelerating lines and dots on a cathode-ray

- tube», *Perceptual and Motor Skills*, vol 46, n° 2, (1978), pp. 611-623.
88. HEWIT, P.J. «Radiation hazard of demonstration cathode ray tubes», *Radiological Protection Bulletin*, vol. 30, n° 21, (1979).
89. HILEMAN, B. «Radiofrequency and microwave radiation», *Environmental Science and Technology*, vol. 16, n° 8, (1982), pp 442A-444A.
90. HIRNING, C.R. et AITKEN, J.H. «Cathode ray tube x ray emission standard for video display terminals», *Health Physics*, vol. 43, n° 5, (1982), pp. 727-731.
91. HULTGREN, G.V. *Discomfort Glare and Disturbances from Light Reflection in an Office Environment with CRT Displays Terminals*. Stockholm, 1973, 16 p.
92. HUNTING, W. et coll. «Constrained postures of VDU operators», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp 175-184.
93. HUNTING, W. et coll. «Postural and visual loads at VDT workplaces. I. constrained postures», *Ergonomics*, vol. 24, n° 12, (1981), pp. 917-931.
94. HUNTING, W. et coll. «Constrained postures at VDTs», *Ergonomics*, vol 25, n° 6, (1982), pp. 556-557.
95. HUSAT RESEARCH GROUP. «Stressless use of VDUs», *Health and Safety at Work*, (1980), pp. 34-39.
96. HUTCHINGSON, R.D. «Formatting, message load, sequency method, and presentation rate for computer-generated displays», *Human Factors*, vol. 23, n° 5, (1981), pp 551-559.
97. INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION *Human Factors of Workstations with Display Terminals*. [s.l.], 1979, 59 p.
98. INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO) «Netherlands. FNV's call for regulations on work with visual display terminals», *Social and Labour Bulletin* (ILO), n° 1, (1979a), p. 84.
99. INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO). «Norway. New technology agreement reflects four years' experience», *Social and Labour Bulletin* (ILO), n° 4, (1979b), pp. 326-327.
100. INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO). «France. Employee access to information on data processing systems», *Social and Labour Bulletin* (ILO), n° 3, (1980), pp. 376-377.
101. INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO). «Denmark central agreement on new technology», *Social and Labour Bulletin* (ILO), n° 2, (1981a), pp. 133-134.
102. INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO) «Federal Republic of Germany Safety regulations on the use of VDUs at the workplace», *Social and Labour Bulletin* (ILO), n° 2, (1981b), p. 203-204
103. INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO). «Switzerland Ergonomic study of visual display units», *Social and Labour Bulletin* (ILO), n° 2, (1981c), pp. 206-208.
104. INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION. «Ergonomic principles in the design of work systems», *International Standard ISO 6385*, (1981 d).
105. JOHANSSON, G «Psychoneuroendocrine reactions to mechanized and computerized work routines», dans *Response to Stress. Occupational Aspects*. I.P.C. Science and Technology Press, 1979, pp. 142-149
106. KALLEN, B. et coll. «Delivery outcome among physiotherapists non-ionizing radiation a fetal hazard?», *Archives of Environmental Health*, vol. 37, (1982), pp 81-84.
107. KALSBECK, J.H.W. et UMBACH, F.W. «Tasks involving contrast resolution, spatial and temporal resolution presented on VDU screen as a measuring technique of visual fatigue», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp 71-76.
108. KENTZ, R.T. et BOWKER, D.O. «Accommodation response during a prolonged visual search task», *Applied Ergonomics*, vol. 13, n° 1, (1982), pp 55-59.
109. KNOWLES, W.B. et WULFECK, J.W. «Visual performance with high-contrast cathode-ray tubes at high levels of ambient illumination», *Human Factors*, vol. 14, n° 6, (1972), pp. 521-532.
110. KOLERS, P.A. et coll. «Eye movement measurement of readability of CRT displays», *Human Factors*, vol. 23, n° 5, (1981), pp 517-527
111. KOSUGI, Y. et coll. «Quantitative evaluation of saccadic eye movement disorders under random visual stimuli on CRT», *IEEE Trans-Biomedical Engineering*, Vol. 29, N° 3, pp. 184-192, 1981.
112. KRAMER, G. «Positive-mode dichroic Ic display», *Displays*, (Janvier 1982), pp 30-32.
113. KRUEGER, H. «Ophthalmological aspects of work with display work-stations», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals* London, Taylor and Francis, 1982, pp 31-41
114. LARY, J.M. et coll. «Teratogenic effects of 27,12 mHz radiofrequency radiation in rats», *Teratology*, vol. 26, (1982), pp. 299-309
115. LAUBLI, TH. et coll. «Visual impairments in VDU operators related to environmental conditions», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. Taylor and Francis, 1982, pp 85-94
116. LAUBLI, TH. et coll. «Postural and visual loads at VDT workplaces II. Lighting conditions and visual impairments», *Ergonomics*, vol. 24, n° 12, (1981), pp. 933-944.
117. LAUBLI, TH. et coll. «Visual loads at VDT workplaces», *Ergonomics*, vol 25, n° 6, (1982), p 554.

118. LAUREC, M. «L'utilisation des systèmes interactifs couleur en salle de contrôle», *Technique moderne*, vol. 72, n° 12, (1980), pp. 43-44.
119. LAVILLE, A. «Postural reactions related to activities on VDU», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 167-174.
120. LAZARUS, M.G. et BOURKE, J.A. «Problems associated with use of visual display units by bank clerical staff», *Medical Journal Australia*, vol. 2, n° 4, (1982), p. 186.
121. LE GRANDE, D. «CRT - VDT: problems and solutions», *Communications Workers of America*, vol. 39, n° 1, (1980), p. 12.
122. LEPLAT, J. «Les facteurs déterminant la charge de travail», *Le travail humain*, vol. 40, n° 2, (1977), pp. 195-202.
123. LÉTOURNEAU, G. «Are video display terminals safe?» *C.M.A. Journal*, vol. 125, (1981), pp. 533-534.
124. LEWIS, M.J. et coll. «A survey of the health consequences to females of operating visual display units», *Community Health Studies*, vol. 6, (1982), pp. 130-134.
125. LINDEN, V. et ROLFSEN, S. «Video computer terminals and occupational dermatitis», *Scandinavian Journal of Work Environmental Health*, vol. 7, n° 1, (1981), pp. 62-67.
126. LUBART, N.D. «Resolution model for a VDU-based person-machine interface: an overview», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 25-30.
127. LUCAS, Y. «Charge mentale et composantes intellectuelles du travail ouvrier», *Les composantes mentales du travail ouvrier*, Rapport de l'A.N.A.C.T. France, 1980, pp. 7-10, (Collection «Études et recherches»)
128. LUCKETT, L.W. «Radiation exposure from a cathode ray tube display device», (*Abstract*) *Health Physics*, vol. 29, n° 6, (1975), p. 925.
129. MALLETT, R. *A survey of attitudes and perceptions of video display operators in Ontario Hydro*, Prepared for Health Assessment of Video Display Units Project, Personnel Applied Research, Human Resources, Planning Department, MR & D., 1983, 17 p.
130. MAMELLE, N. «Activité professionnelle et grossesse», *Concours médical*, Suppl. 47, (1981), pp. 82-86.
131. MAMELLE, N. et coll. «Prématurité en milieu professionnel - appréciation du risque et évaluation des mesures de prévention», *Actes du colloque «Conceptions, mesures et actions en santé publique»*. Paris, Institut national de la santé de la recherche médicale, 1981, vol. 108, pp. 285-294.
132. MAMELLE, N. «Prematurity and occupational activity during pregnancy», *American Journal of Epidemiology*, In Press, (1984)
133. MARHA, KAREL et coll. *The Case for Concern about very Low Frequency Fields from Visual Display Terminals: The Need for further Research and Shielding of VDTs*. Hamilton, Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1983, 22 p.
134. MARHA, KAREL. *VLF - Very Low Frequency Fields Near VDTs and an Example of their Removal*. Hamilton, Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1983, 11 p.
135. MARHA, KAREL. *The State of Knowledge Concerning Radiations from Video Display Terminals*. Hamilton, The Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1982, 31 p.
136. MARSHALL, E. «FDA sees no radiation risk in VDT screens», *Science*, vol. 212, (1981), pp. 1120-1121.
137. MATIJEVICH, *An Act to Provide Occupational Safeguards for Operators of Video Display Terminals*. (Video Display Terminals Safeguard Act), State of Illinois, House Bill 1725, 1983.
138. MATULA, R.A. «Effects of visual display units on the eyes: a bibliography (1972-1980)», *Human Factors*, vol. 23, n° 5, (1981), pp. 581-586.
139. MAYER, A. et BARLIER, A. «Conditions de travail devant les écrans cathodiques: étude de l'environnement lumineux», *Cahiers des notes documentaires*, n° 1332-104-81, (1981), pp. 373-385
140. MC PHEE, HAWIE A. «Ergonomics and visual display units», *Actes du colloque de l'Ergonomics Society of Australia and New Zealand*, Australia, 1979, 18 p.
141. MC REE, D I. et coll., «Effects of nonionizing radiation on the central nervous system behavior and blood: a progress report», *Environmental Health Perspectives*, vol. 30, (1979), pp. 123-131, 1979.
142. MELANÇON, C. «L'écran cathodique, outil de travail», *L'Optométriste*, vol. 2, n° 2, (1980), pp. 23-26.
143. MERCIER, A. et PERDRIEL, G. «La protection oculaire du personnel non navigant chargé de la sécurité aérienne», *Revue de médecine aéronautique*, vol. 1, n° 1, (1961), pp. 97-111.
144. MEYER, J.J. et coll. «Exploration fonctionnelle des régions rétinienne maculaires et périmaculaires au moyen de l'ERG de papillotement et détermination des seuils de fusion perceptive d'une lumière intermittente», *Archives d'ophtalmologie*, vol. 35, n° 3, (1975), pp. 253-264.
145. MEYER, J.J. et coll. «Psychophysical flicker thresholds and ERG flicker responses in congenital and acquired vision deficiencies», *Modern Problems in Ophtalmology*, vol. 19, (1978), pp. 33-49.
146. MEYER, J.J. et coll. «Plaintes visuelles, déficits fonctionnels et carences vitaminiques», *Médecine sociale et préventive*, vol. 24, (1979 a), pp. 244-246.

147. MEYER, J.J. et coll. «Quelques aspects de la charge visuelle aux postes de travail impliquant un écran de visualisation», *Travail humain*, numéro spécial sur les écrans de visualisation, vol. 42, (1979 b), pp. 275-301.
148. MEYER, J.J. et coll. *L'analyse ergonomique des postes de travail avec écran de visualisation: recommandations concernant la conception, l'aménagement, l'utilisation des écrans et l'adaptation visuelle des opérateurs*. Université de Genève, Centre d'étude des problèmes d'écologie du travail, 1980, 49 p.
149. MICHAELSON, S.M., «Standards for protection of personnel against nonionizing radiation», *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 35, n° 12, (1974), pp. 766-784.
150. MICHAELSON, S.M. «Health implications of exposure to radiofrequency/microwave energies», *British Journal of Industrial Medicine*, vol. 39, n° 2, (1982), pp. 105-119
151. MOLE, R.H. «Radiation dose limits for embryo and fetus in occupationally exposed women», *British Journal of Radiology*, vol. 53, n° 630, (1980), p. 608
152. MORAY, N. «Mental workload: its theory and measurement», *Human Factors*, [s.l.], 1979, 500 p (Collection «Nato Conference Series»)
153. MOSS, E.C. et coll. *A Report on Electromagnetic Radiation Surveys on Video Display Terminals*, rapport présenté au U.S. Department of Health, Education and Welfare Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, [s.l.], 1977, pp 652-662.
154. MOURANT, R.R. et coll. «Visual fatigue and cathode ray tube display terminals», *Human Factors*, vol. 23, n° 5, (1981), pp. 529-540.
155. MUC, A.M. «Video display terminals: a radiation hazard?» 14th Annual Congress, *Human Factors Association of Canada*, 1981.
156. MURRAY, W.E. et coll. «A radiation and industrial hygiene survey of video display terminal operators», *Human factors*, vol. 23, n° 4, (1981), pp. 413-420.
157. NAEYE, R.L. et PETERS, E.C. «Working during pregnancy: effects on the fetus», *Pediatrics*, vol. 69, (1982), pp 724-727
158. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY, Division of Biomedical and Behavioral Sciences and Division of Surveillance, Hazard Evaluations and Field Studies. *Working with Video Display Terminals: A Preliminary Health-Risk Evaluation*. NIOSH, 1980, pp. 307-308.
159. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. *Potential Health Hazards of Video Display Terminals*. Rapport de recherche, [s.l.], DHHS (NIOSH) Publication no. 81-129, 1981, 75 p.
160. «NIOSH recommendations for video display terminals», *Occupational Hazards*, vol. 44, n° 10, (1982), p. 63.
161. «Norway draft rules on new technology», *European Industrial Relations Review*, n° 93, (1981), pp. 22-23.
162. OLMEDO, E.L. et KIRK, R.E. «Maintenance of vigilance by non-task-related stimulation in the monitoring environment», *Perceptual and Motor Skills*, vol. 44, n° 3.1, (1977), pp. 715-723.
163. OLSEN, W.C. *Electric Field Enhanced Aerosol Exposure in Visual Display Unit Environments*. The Christian Michelsen Institute, Department of Science and Technology, (1981), 40 p.
164. ONTARIO PUBLIC SERVICE EMPLOYEES UNION. *The Hazard of VDT'S*. Department of Special Operations, [s.l.], 1981, 57 p.
165. OSTBERG, O. «CRTS pose health problems for operators», *International Journal of Occupational Health and Safety*, vol. 44, n° 6, (1975), pp. 24-26, 46, 50, 52.
166. OSTBERG, M.O. «Les terminaux d'ordinateur à écran cathodique Problèmes de santé chez les opérateurs», *Cahier de notes documentaires*, n° 1049-86-77, (1977), pp. 55-63.
167. OSTBERG, O. «Towards standards and threshold limit values for visual work. Current concepts in ergoophthalmology», *Societas Ergoophthalmologica Internationalis*, (1978), pp. 359-382.
168. OSTBERG, O. «The health debate», *Reprographics Quarterly*, vol. 12, n° 3, (1979), pp. 80-83.
169. OSTBERG, O. «Accommodation and visual fatigue in display work», *Displays*, vol. 2, n° 2, (1980), pp. 81-85.
170. OSTBERT, O. «Accommodation of visual fatigue in display work», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals* London, Taylor and Francis, 1982, pp. 41-53.
171. OH, C.S. et KRAMER, G. «Positive-mode dichroic display», *Displays Technology and Applications*, vol. 3, n° 1, (1982), pp. 30-32.
172. ONTARIO ADVISORY COUNCIL ON OCCUPATIONAL HEALTH AND OCCUPATIONAL SAFETY. «Task force on the possible health hazards of visual display units», *Fifth Annual Report April 1, 1982 to March 31, 1983*. vol. 1.
173. PARDON, N. «Ergonomic optimisation of work at computer terminals», *Cahiers de médecine interprofessionnelle*, n° 77, (1980), pp. 29-49.
174. PAVLASEK, T. et MISHRA, S. «The E M environment, its simulation and measurement», *Canadian Electronics Engineering Journal*, vol. 6, n° 2, (1981), pp. 3-8.
175. PETERSON, R.C. et coll. *Nonionizing Electromagnetic Radiation Associated with Video-Display Terminals. Ocular Effects on Non-ionizing Radiation*. Bellingham, Society of

- Photo-optical Instrumentation Engineers, 1980.
176. PETERSON, R.C. «Bioeffects of microwaves a review of current knowledge», *Journal of Occupational Medicine*, vol. 25, (1983), pp 103-110.
 177. PINSKY, L. et coll. *Le travail de saisie-chiffrement sur terminal d'ordinateur*. Centre national des arts et métiers, Paris, 1979, 413 p.
 178. PINSKY, L. et coll. *Dialogue homme-ordinateur: rationalité et divination*. Actes du 18^e Congrès de la S.E.L.F., 1982.
 179. POCHIN, E.E. *Why be Quantitative about Radiation Risk Estimates*, Lauriston S. Taylor Lecture Series, Radiation Protection and Measurements, Lecture n° 2, 1978.
 180. POLEDNAK, A.P. «Fertility of women after exposure to internal and external radiation», *Journal of Environmental Pathology and Toxicology*, vol. 4, n° 1, (1980), pp 457-70.
 181. PROPERZIO, W.S. «Radiation emissions from demonstration type cold cathode gas discharge tubes», *Electronic Product Radiation and the Health Physicist*, 4th Annual Topical Symposium, Health Physics Society, U S Public Health Service, Publication BRH /DEP 70-26, 1970, pp. 197-213
 182. PURDHAM, J. T. *A Review of the Literature on Health Hazards of Video Display Terminals*. Hamilton, Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 1980, 18 p
 183. RADL, G.W. «Experimental investigations for optimal presentation-mode and colours of symbols on the CRT-screen», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp 127-136.
 184. REY, P. et coll. «Les problèmes visuels des opérateurs utilisant des écrans de visualisation», *Les écrans de visualisation*, A.N.A.C.T., 1977.
 185. REY, P. et MEYER, J.J. «Visual impairments and their objective correlates», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 77-84.
 186. ROBINSON, G.H. et coll. «Eye and head movements during visual search», *Ergonomics*, vol 19, n° 6, (1976), pp. 691-709
 187. RONCHI, L.R. et CICHELLA, G. «Dioptric problems in connection with luminance-brightness relationship on VDUs», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 65-70.
 188. ROSENBAUM, L. *Health Effects of Video Display Terminals: The Non-Radiation Problems*, rapport présenté au Health Advocacy Unit, Department of Public Health, Toronto, 1981.
 189. ROUSSEL, C. et coll. «Peut-on quantifier et diminuer la charge de travail sur terminal à écran?», *Archives des maladies professionnelles de médecine du travail et de sécurité sociale*, vol. 41, n° 4, (1980), pp. 177-182
 190. RUPP, B.A. «Visual display standards: a review of issues», *Proceedings of the Society for Information Display*, vol. 22, n° 1, (1981), pp 63-72.
 191. SALVENDY, G. «Human-computer communications with special reference to technological developments, occupational stress and educational needs», *Ergonomics*, vol. 25, n° 6, (1982), pp. 435-447
 192. SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA, *Investigation sur les rayonnements issus des terminaux à écran cathodique*, rapport présenté à la Direction de l'hygiène du milieu, Direction générale de la protection de la santé, Ottawa, 1983, 44 p.
 193. SANTUCCI, G.F. et PERDIEL, G. «L'ophtalmologiste face au tube cathodique», *Bulletin des sociétés d'ophtalmologie de France*, vol. 78, (1978), pp. 8-9.
 194. SANTUCCI, G. et coll. «Visual acuity in colour contrast on cathode ray tubes: role of luminance, hue and saturation contrasts», *Aviation Space and Environmental Medicine*, vol. 53, n° 5, Paris, France, Centre d'études et de recherches de médecine aérospatiale, (1982a), pp. 478-484
 195. SANTUCCI, G. «Les écrans de visualisation», *Année thérapeutique et clinique en ophtalmologie*, vol. 32, (1982b), pp. 313-328
 196. SCHOENBERGER, R.W. «Stress effects of whole-body vibration on visual display tasks», *Aerospace Medicine*, vol. 45, n° 2, (1974), pp. 143-153.
 197. SHAHNAVAZ, H. «Lighting conditions and workplace dimensions of VDU-operators», *Ergonomics*, vol. 25, n° 12, (1982), pp. 1165-1173.
 198. SMIALOWICZ, R.J. et coll. «Chronic exposure of rats to 100-MHz (CW) radiofrequency radiation: assessment of biological effects», *Radiation Research*, (U.S.A.), vol. 86, n° 3, (1981), pp. 448-505.
 199. SMITH, M.J. *Select Research Reports on Health Issues in Video Display Terminal Operations*, rapport présenté à la Division of Biomedical and Behavioral Science, NIOSH, [s.l.], 1981.
 200. SMITH, M.J. «A review of literature relating to visual fatigue», *Proceedings of the Human Factors Society 23rd Annual Meeting*, Boston, 1979, pp. 362-366.
 201. SMITH, M.J. et coll. «Job stress in video display operations», dans *Ergonomic Aspects of Video Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp 201-210
 202. SMITH, M.J. et coll. «An investigation of health complaints and job stress in video display operations», *Human Factors*, vol. 23, n° 4, (1981), pp 387-400, 1981.

203. SNYDER, H. et MADDOX, M. *Information transfer from computer-generated dot-matrix displays*, rapport présenté au U.S. Army Research Office, n° HFL-78-3/AR078-1, North Carolina, 1978.
204. SOLON, L.R. «A local health agency approach to a permissible environmental level for microwave and radiofrequency radiation», *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, vol. 55, n° 11, (1979), pp. 1251-1266.
205. SPÉRANDIO, J.-C. «Les activités mentales dans les tâches de service», *Le travail humain*, vol. 45, n° 2, (1982), pp. 357-363.
206. SPÉRANDIO, J.-C. *La psychologie en ergonomie*. Presses Universitaires de France, Paris, 1980.
207. STAMMERJOHN, L.W. Jr. et coll. «Evaluation of work station design factors in VDT operations», *Human Factors*, vol. 23, n° 4, (1981), pp. 401-412.
208. STARR, S.J. et coll. «Effects of video display terminals on telephone operators», *Human Factors*, vol. 42, n° 6, (1982), pp. 699-711.
209. STARR, S.J. «A study of video display terminal workers», *Journal of Occupational Medicine*, vol. 25, n° 2, (1983), pp. 95-98.
210. STEWART, T.F.M. «Eyestrain and visual display units - a review», *Displays*, vol. 1, (1979), pp. 25-32.
211. STEWART, T. «Problems caused by the continuous use of visual display units», *Lighting Research and Technology*, vol. 12, n° 1, (1980a), pp. 26-36.
212. STEWART, T. «VDU ergonomics - a review of the last two years», *Proceedings of the HUSAT Research Group, One Day Conference on Health Hazards of VDUs*, Loughborough University, (1980b), pp. 39-47.
213. STUCHLY, M.A. «Interaction of radiofrequency and microwave radiation with living systems: a review of mechanisms», *Radiation and Environmental Biophysics*, vol. 16, n° 1, (1979), pp. 1-14.
214. SWEDISH NATIONAL BOARD OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. *Reading of Display Screens*. Directives n° 136, 1978.
215. Szekely, J. *Évaluation de la charge mentale dans le cadre de l'étude et de l'aménagement des conditions de travail: théorie, mesure, application*. Paris, I.N.R.S., 1975, 64 p. (Collection «Notes scientifiques et techniques»).
216. TA-FU HUANG, A. et MOLD, N.G. «Immunologic and hematopoietic alterations by 2,450 MHz electromagnetic radiation», *Bioelectromagnetics*, vol. 1, n° 1, (1980), pp. 77-87.
217. TERRANA, T. et coll. «Electromagnetic radiations emitted by visual display units», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 13-22.
218. TIEFENBACH, W.P. *Video Display Terminals and Possible Radiation Hazards*, rapport présenté au Saskatchewan Department of Labour, Radiation Safety Unit, n° RSU 24/OE 1081, 1981.
219. TIMMERS, H. et coll. «Visual work recognition as a function of contrast», dans *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals* London, Taylor and Francis, 1982, pp. 115-120.
220. TISSERAND, M. et SCHOLLER, J.F. «Dimensionnement des postes de travail: application au poste sur terminal écran-clavier. 1. Le Diagnostic», *Cahiers de notes documentaires*, n° 105, (1981), pp. 535-558.
221. TISSERAND, M. et SAULNIER, H. «Dimensionnement des postes de travail: application au poste sur terminal écran-clavier: 2 Conception du poste», *Cahiers de notes documentaires*, n° 1389-108-82, (1982), pp. 377-395.
222. TJONN, H. «Can VDU operation cause dermatitis?», dans *Ergonomic Aspects of Video Display Terminals*. London, Taylor and Francis, 1982, pp. 263-264.
223. TOBIS, J.S. et coll. «Visual perception of verticality and horizontality among elderly fallers», *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 62, n° 12, (1981), pp. 619-622.
224. TRAVAIL CANADA. *La micro-électronique au service de la collectivité*, Rapport du groupe de travail de Travail Canada sur la micro-électronique et l'emploi. Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1982, 104 p.
225. TUBIANA, M. «Effets sanitaires des faibles doses», *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, vol. 30, (1982), pp. 131-149.
226. TULLIS, T.S. «An evaluation of alphanumeric, graphic, and color information displays», *Human Factors*, vol. 23, n° 5, (1981), pp. 541-550.
227. U.S. BUREAU OF RADIOLOGICAL HEALTH DIVISION OF COMPLIANCE. *X-Radiation and Identification Characteristics of CRTs of Foreign Manufacture*. DHEW/PUBI FDA-79 8081, FDA/BRH - 79/69, NTIS Report PB-293 459, 1979, 80 p.
228. U.S. CONGRESS HOUSE. *Potential Health Effects on Video Display Terminals and Radio Frequency Heaters and Sealers* Committee on Science and Technology, Subcommittee on Investigations and Oversight, 1981, 764 p.
229. U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *An Evaluation of Radiation Emission from Video Display Terminals*. Public Health Service, Food and Drug Administration, HHS Publication FDA 81-8153, 1981.
230. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. *Resource Packet: Hazards Associated with Video Display Terminals*. Labor Occupational Health Program, 1979.

231. UPTON, A.C. «How dose radiation: risks vs benefits», *Postgraduate Medicine*, vol. 70, n° 6, (1981), pp. 34-37, pp. 40-41, pp. 45-47.
232. VARTABEDIAN, A. «The effects of letter size, case and generation method on CRT display search time», *Human Factors*, vol. 13, n° 4, (1971), pp. 363-368.
233. VERHAGEN, L.H. J.M. «Experiments with bar graph process supervision displays on VDUs», *Applied Ergonomics*, vol. 12, n° 1, (1981), pp. 39-45.
234. VILLEDIEU, Y. «Des écrans plein les yeux», *Québec science*, (1981), pp. 32-37.
235. WAHLSTROM, R. et coll. *Working Conditions at VDUs* (Conditions de travail devant les écrans de visualisation). Luxo France, Lyon France, 1980, 62 p.
236. WARR, A. «VDUs - the outcome of a screen test», *Occupational Health*, vol. 33, n° 6, (1981a), pp. 324-326.
237. WARR, A. «Operating VDUs: work organization and subjective effects on operator health and psychology», *Journal of Physics*, vol. 14, n° 5, (1981b), pp. 530-540.
238. WEBER, A. et coll. «Psychophysiological effects of repetitive tasks», *Ergonomics*, vol. 23, n° 11, (1980), pp. 1033-1046.
239. WEISS, M.M. et PETERSEN, R.C. «Electromagnetic radiation emitted from video computer terminals», *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 40, (1979), pp. 300-309.
240. WEISS, M.M. «The video display terminals: is there a radiation hazard?» *Journal of Occupational Medicine*, vol. 25, (1983), pp. 98-100.
241. WELFORD, A. «La charge mentale de travail comme fonction des exigences, de la capacité, de la stratégie et de l'habileté», *Le travail humain*, vol. 40, n° 2, (1977), pp. 283-304.
242. WEST, D. et coll. «Radiofrequency (RF) sealers and heaters: potential health hazards and their Prevention», *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 41, (1980), pp. 22-38.
243. «West Germany. Joint new technology rules on the use of visual display units (VDUs)», *European Industrial Relations Review*, n° 86, (1981), pp. 17-18.
244. WILKINS, A.J. «Epileptogenic attributes of TV and VDUs», *Ergonomics Society Meeting, Eyestrain and VDUs*, Loughborough, (1978), pp. 27-35.
245. WILKINS, R., *Health and Safety Aspects Associated with the Use of Microelectronics Technology in the Workplace: An Overview of the Current Debate Concerning Video Display Terminals (VDTs)*, rapport présenté au Labour Canada Task Force on Microelectronics and Employment, Institute for Research Policy, [s.l.], 1982, 123 p.
246. WILSON, J.G. et FRASER, F.C. «Principles of teratology», *Handbook of Teratology*, vol. 1, (1979), 476 p.
247. WISNER, A. «Contenu des tâches et charge de travail», *Sociologie du travail*, vol. 16, n° 4, (1974), pp. 339-357.
248. WISNER, A. *Ergonomie, travail mental et anthropotechnologie*, rapport 68 du Laboratoire de physiologie et d'ergonomie, Paris, C.N.A.M., 1981.
249. WOLBARSHT, M.L. et coll. *Electromagnetic Emission from Visual Display Units: a Non-Hazard. Ocular Effects of Nonionizing Radiation*, Bellingham, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, 1980.
250. WRIGHT, G.R. «Overview of VDT ergonomics», *14th Annual Congress. Human Factors Association of Canada*, (1981), pp. 38-42.
251. *L'examen médical périodique*, l'Union médicale du Canada, Supplément au vol. 108, n° 12, 1979.