

CENTRE TECHNIQUE NATIONAL
D'ETUDES ET DE RECHERCHES SUR LES HANDICAPS ET LES INADAPTATIONS
2, rue Auguste-Comte 92170 VANVES

ergonomie et handicaps moteurs

III^e colloque

sous l'égide du ministère de la recherche
et de l'enseignement supérieur.

rapporteur

HENRI-JACQUES STIKER



Vient de paraître :

- L'ECHEC SCOLAIRE
Processus d'identification et prise
en charge spécialisée
G. COTTIN, CH. CUIN, J.C. GUYOT, P. LOUBET, C. RIOUAL
- FOYER POUR ADULTES HANDICAPES MENTAUX
Choix d'un lieu de vie ?
G. HAINAUD, J. LE MEN, A. MOREL, P. VIOSSAT
- TELEALARME AUJOURD'HUI, TELECONTACT DEMAIN
Michèle CONTE
- REPRESENTATIONS DES SITUATIONS DE HANDICAPS ET
D'INADAPTATIONS chez les éducateurs spécialisés,
les assistants de service social et les enseignants
spécialisés, en formation (2 Tomes)
Jean-Sébastien MORVAN
- SOINS ET AIDES AUX PERSONNES AGEES
Description, fonctionnement du système français
Jean-Claude HENRARD

COMITE D'ORGANISATION

- Professeur S. BOUISSET - Université Paris-Sud, Orsay.
Docteur M. BUSNEL - Centre de Rééducation et de Réadaptation Fonctionnelles de Kerpape, Lorient.
Professeur J.P. HELD - Hôpital Raymond Poincaré, Garches.
Monsieur H.J. STIKER - Service d'Etudes et de Recherches, Ladapt, Paris.

SOUS L'EGIDE

Du Programme Mobilisateur Technologie, Emploi, Travail
Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur

AVEC LE PATRONAGE DE

- INSERM - Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
PIRTTEM-CNRS - Programme Interdisciplinaire de Recherche sur la Technologie, le Travail, l'Emploi et les Modes de vie
Centre National de la Recherche Scientifique
CTNERHI - Centre Technique National d'Etudes et de Recherches sur les Handicaps et les Inadaptations
(Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi)
MIRE - Mission Recherche Expérimentation
(Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi)
ANACT - Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail
(Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi)
CERAH - Centre d'Etudes et de Recherche sur l'Appareillage des Handicapés
(Ministère des Anciens Combattants)
SELF - Société d'Ergonomie de Langue Française

FINANCEMENT :

- . PROGRAMME MOBILISATEUR TECHNOLOGIE, EMPLOI, TRAVAIL.
. INSERM
. PIRTTEM - CNRS

EDITION AVEC LE CONCOURS DE NATURALIA ET BIOLOGIA

PROGRAMME DU COLLOQUE

ALLOCUTIONS D'OUVERTURE

Ouverture

*Y. LICHTENBERGER, Secrétaire Exécutif du Programme Mobilisateur
"Technologie, Emploi, Travail", Ministère de la Recherche
et de l'Enseignement Supérieur, Parisp. 3*

Présentation du Colloque

H.J. STIKER, LADAPT, Parisp. 7

Ergonomie et Handicap

S. BOUISSET, Professeur, Université Paris-Sud, Orsay.....p. 13

THEME I :

CAPACITES FONCTIONNELLES ET CHARGE DE TRAVAIL

*Présidence : Professeur J.P. HELD
Hôpital Raymond Poincaré, Garches*

Aptitudes physiques chez les sujets vieillissants et handicapés

R. FLANDROIS, Professeur, U.E.R. Faculté de Médecine Grange Blanche, Lyonp. 23

L'Évaluation des Dysfonctions Motrices de la Marche et le Contrôle par ordinateur des Mouvements Volontaires et Passifs

E. KNUTSSON, M.D., Ph. D., Karolinska Hospital, Stockholmp. 39

Relation entre la posture et le mouvement chez le paraplégique

M.C. DO, Chargé de Recherches CNRS, Université Paris-Sud, Orsay.....p. 61

**Représentation de l'espace chez les enfants myopathes et
chez les enfants infirmes moteurs cérébraux**

P. TIGUET, P. LECOCQ, Professeur, Université Lille III, Villeneuve d'Ascq.....p. 77

THEME II :

**CONCEPTION ET EVALUATION ERGONOMIQUE DE
L'APPAREILLAGE ET DES AIDES TECHNIQUES**

*Présidence : Professeur L. AVAN,
Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris*

L'Ergonomie et la conception des moyens mobiles

R.H. ROZENDAL, Professor, Free University, Amsterdam p. 97

**Etude du rendement mécanique du déplacement en fauteuil
roulant de la personne handicapée**

*J.P. FOUILLOT, Dr., Chef de travaux, M. HADJ YAHMED, Dr., P. CHARPENTIER,
Dr. (Hôpital Cochin), P. LE NOUVEL, Dr. (Centre de Réadaptation,
Bouffémont), J.P. WEISBECKER, Professeur (ENSAM), Paris..... p. 119*

**Recherches ergonomiques sur la construction du fauteuil
roulant propulsé à main**

W. LESSER, Dr. Ing. Technischen Hochschule, Darmstadtp. 133

**Etude d'Evaluation dans la Rééducation des Personnes
Handicapées**

H.G. STASSEN, Professor, Dr. Ing. University of Technology, Delft.....p. 143

Pian incliné en fauteuil roulant

A. CAPOZZO, Professore, Università degli studi, Roma.....p. 145

**L'Ergonomie et l'Evaluation des Aides Techniques pour les
Personnes Handicapées**

R.J. FEENEY, Senior Lecturer, University of Technology, Loughborough.....p. 147

**Evaluation de la qualité des prothèses de membres inférieurs
chez l'amputé vasculaire : la mesure du coût énergétique
du mètre parcouru**

*J.P. DIDIER, Professeur, J.M. CASILLAS, Médecin, C.H.R., Université de Dijon,
Dijon.....p. 155*

Table ronde : Perspectives sur la recherche.

**Quelles recherches de base pour répondre aux besoins
de la pratique ? Comment les développer ?**

*Présidence : Y. LICHTENBERGER, Secrétaire exécutif du Programme
Mobilisateur "Technologie, Emploi, Travail"*

*Participants : L. AVAN (Pr CNAM), S. BOUISSET (Pr, Université Paris-Sud),
Y. DUROUX (Directeur adjoint, PIRTEM-CNRS), M. FARDEAU (Directeur
scientifique, INSERM), P. MINAIRE (Pr, CHRU Saint-Etienne), R. NAQUET
(Directeur adjoint Département Sciences de la vie, CNRS), A. WISNER
(Pr. CNAM)*

THEME III :

AMENAGEMENTS DES POSTES ET DES ESPACES DE TRAVAIL

Présidence : H.J. STIKER, LADAPT, Paris

**Quelques Applications de l'Ergonomie dans les Centres de
Rééducation Professionnelle**

P. CORNES, Senior Research Fellow, University of Edinburgh, Edinburgh.....p. 159

**Les Méthodes Ergonomiques pour Adapter le Poste de Travail
aux Personnes Handicapées**

*K. WIELAND, Dr. H. SCHUTTE, Institut für Arbeitsphysiologie an der
Universität, Dortmund.....p. 169*

AMAS, Une approche Ergonomique pour le Placement des Personnes Handicapées

R. BREEZE, Senior Research Officer, Institut for Consumer Ergonomics, Loughborough

I.E. WOLSKEL, Personnel Manager, Remploi Limited, London.....p. 179

Ergonomie et Réinsertion Professionnelle

B. MICHEL, Ergonome, CRRF Kerpape, Lorient.....p. 187

Aménagements de postes de travail informatisés aux PTT

Th. LAPLAUD, Ergonome, LADAPT, D. WALFARD, Ingénieur, CNET/GESCOM, Paris.....p.195

Corrections d'environnements lumineux et handicaps visuels

R. GENICOT, Directeur des Centres Pouplin, Université de Liège, Liège.....p. 203

Handicap Mental et Travail : habileté et comportement au travail des opérateurs handicapés mentaux

A. MOALLEM, Ergonome, SNAPEI, Paris.....p. 213

L'Apport de l'Ergonomie dans la Rééducation des Patients atteints de douleurs lombaires

T.M. KHALIL, Pr. University of Miami, Coral Gables, Floridap. 219

Conception Ergonomique d'un Catamaran. Prise en Compte des Difficultés Rencontrées par les Personnes à Mobilité Réduite

Ch. DEBALLE, Ergonome, CRRF Kerpape, Lorient.....p. 223

Etude Ergonomique d'un Poste de Travail Informatique pour Utilisation en Position alitée

J.P. ARDISSONE, Ingénieur, M.F. CUSTAUD, Association des Assises

Régionales de la Recherche et de la Technologie, Marseille.....p. 227

Table ronde : Perspectives sur les aménagements du travail : pratiques et politiques des entreprises pour les travailleurs en situation de handicap

Présidence : Professeur A. WISNER.

Participants : M. DANIAU (IBM FRANCE), J.L. DAMON (Régie Renault),

C. VERNET (Rhône-Poulenc), C. BARROT (Total), K. CROCHARD (CNET/

GESCOM), C. MALLEJAC (Elf-France), A. BRIOTET (Direction de

l'Inspection Médicale du Travail, Ministère des Affaires Sociales et de

l'Emploi), A. MALLET (GIRPEH)

Clôture :

*C. LESNE, Programme Mobilisateur Technologie-Emploi-Travail,
Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur*

COMMUNICATIONS ECRITES, NON PRONONCEES

**L'Ergonomie et le Rendement Mécanique des Fauteuils à
Propulsion Manuelle**

H.E.J. WEEGER, L.H.V. VAN DE WOULDE, R.H.R. ROZENDAL, Amsterdam.....p. 235

L'Ergonomie et la Réadaptation aux Etats-Unis et au Canada

*F. POIRIER, Professeur à la Faculté de Médecine, Université Laval,
Québec.....p. 249*

RESUMES DES POSTERS.....p. 259

LISTE DES PARTICIPANTS.....p. 311

ALLOCUTIONS D'OUVERTURE



OUVERTURE

*Yves LICHTENBERGER
Secrétaire Exécutif du Programme
"Technologie-Emploi-Travail"
Ministère de la Recherche
et de l'Enseignement Supérieur*

J'ai l'honneur d'ouvrir ce colloque au nom du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. Mes premiers mots seront pour remercier les organismes et les personnes qui ont oeuvré à la préparation de ce colloque et tout particulièrement H.J. Stiker qui en est l'animateur.

Le Programme Technologie, Emploi, Travail a pour mission d'associer les chercheurs et les milieux professionnels à l'action du Ministère sur trois thèmes qui accompagnent les changements technologiques : les évolutions de l'emploi, des entreprises et de la santé au travail. Au sein de ce programme, le Comité "Technologie-Santé-Travail" présidé par le Professeur Alain Wisner et suivi par le Docteur Claude Lesné s'est fixé, en 84, quatre priorités : la toxicologie et l'épidémiologie professionnelles, l'ergonomie des handicaps moteurs, la santé mentale et le travail, l'ergonomie cognitive.

L'axe de recherche "Handicap moteur et travail" a été retenu dans les priorités du Programme Technologie Emploi Travail, pour plusieurs raisons :

- tout d'abord, c'est la suite logique de notre préoccupation de tenir compte de l'homme réel, y compris handicapé, dans la

conception de l'organisation du travail, des équipements, des machines et des locaux ;

- ensuite, s'il s'agit pour nous d'étudier les retombées des technologies sur l'homme et la société, et également de mettre au service de concepteurs de technologies les ressources des sciences de l'homme - comme être animal et comme être social - pour qu'elles soient performantes, il s'agit aussi que la technologie serve à résoudre les difficultés de l'homme au travail et à améliorer ses conditions de travail ;

- enfin, si nous n'y avons pas pensé, ce domaine de préoccupation a fortement émergé dans les concertations organisées lors de la mise en place du Programme Mobilisateur, tant dans le groupe de travail impulsé par l'INSERM et dont vous connaissez certainement le rapport, que dans les travaux réalisés par le CNRS au démarrage du PIRTTEM.

Pour bien remplir ces objectifs, pour à la fois mieux concevoir la technologie et la faire servir à l'homme, pour la faire servir à l'homme consommateur et aussi à l'homme producteur, vous voyez tout de suite qu'il nous a fallu développer nos actions en plusieurs directions :

- en direction de recherches de base pour bien comprendre et pouvoir retransmettre la nature exacte des problèmes rencontrés et les caractéristiques exactes de l'homme réel qu'il s'agit de servir : de l'homme utilisateur des techniques inséré dans une équipe de travail ;

- et en direction également de réalisations concrètes incluant ces connaissances dans des équipements industrialisables.

Ainsi, nous venons d'organiser à la Grand Halle de la Villette ERGOFORUM, le premier salon français de matériel et d'équipement ergonomiques.

Le thème Ergonomie et handicap moteur s'y retrouve naturellement comme un thème fort de cette manifestation :

- exposition d'équipements réalisés pour favoriser l'insertion professionnelle des handicapés, en particulier par le CNET, LADAPT ,IBM, BULL ;

- tenue de tables rondes et ateliers sur ce thème qui ont permis de faire mieux comprendre aux concepteurs et utilisateurs les connaissances acquises en ce domaine.

Enfin se tient actuellement et jusqu'à fin décembre, dans la Cité des Sciences au Musée des Sciences et des Technologies à la Villette, l'exposition ERGOPILOTE présentée en avant-première à ERGOFORUM et qui montre des réalisations pilotes parmi lesquelles des équipements et un poste de travail conçu pour handicapé.

Pour nous ce présent colloque, après ceux de 79 et 81, doit permettre de dresser un nouveau bilan des recherches réalisées en France et à l'étranger, qu'il s'agisse de recherches de base ou de recherches développement sur la conception de nouveaux équipements de travail et d'aides techniques au travail des handicapés.

La préparation de ce colloque a donné lieu à des missions à l'étranger pour amorcer un inventaire des recherches les plus avancées dans ce domaine et il faut saluer aujourd'hui la participation à nos travaux d'éminents spécialistes de la recherche représentant la Suède, la Grande-Bretagne, les Pays-Bas, l'Allemagne, la Belgique, l'Italie, les Etats-Unis.

PRESENTATION

Henri-Jacques STIKER
Directeur du Service Etudes
et Recherches de LADAPT

INTRODUCTION

Le poète René Char a écrit : "Nous faisons nos chemins comme le feu ses étincelles, sans plan cadastral" (Chants de la Balendrane). Je n'aurais pas imaginé, il y a dix ans, quand j'ai pris mon bâton de pèlerin pour visiter les personnalités importantes en ergonomie, qui seront présentes ici, que le petit feu que j'allumais ferait autant d'étincelles et dans différents sens ! Déjà deux Colloques (Orsay 1979, Faculté des Sciences ; Kerpape-Lorient 1981) ont eu lieu ; des recherches et des études de base ont été réalisées, des applications concrètes en nombre non négligeable ont vu le jour, des embauches d'ergonomes dans les Etablissements de Réadaptation et leur regroupement dans une Association (GEDER) se sont produites ; un intérêt accru d'un certain nombre d'organismes de recherche et d'études et d'institutions de réadaptation s'est révélé.

Ce mouvement a été voulu par le groupe organisateur du Colloque. Je tiens à souligner combien le Professeur Held se soucie, pour prolonger son action médicale, dont nous savons tous la haute valeur, de la réadaptation et de l'insertion. Je lui dis une fois encore qu'il nous est indispensable. Je dois saluer chez le Docteur Busnel la lucidité et le courage qu'il a eus en promouvant, et d'abord au Centre de Kerpape justement renommé, l'ergonomie pour la réadaptation. La connivence du Professeur Bouisset avec nous tous, sa pertinence et sa performance scientifique, sa ténacité

le place au centre, si j'ose dire, de notre quatuor qui n'est pas éloigné du schéma d'Alexandre Dumas. Mais je serais, ici, trop long.

Notre Colloque aurait été impossible sans le Programme Mobilisateur "Technologie Emploi Travail", dont il faut souligner l'appui technique et financier. Le Colloque est patronné par l'INSERM, le PIRTEM-CNRS, le CTNERHI, la MIRE, l'ANACT, le CERAH et la SELF, que nous remercions le plus vivement.

ORIGINE ET ORIENTATIONS DU COLLOQUE

Au départ, je n'avais qu'une intuition précise mais générale. Ayant visité beaucoup d'Etablissements de Travail Protégé, considérant la difficulté de placer dans l'emploi, analysant les conditions de travail ou de vie souvent mauvaises des personnes handicapées, je trouvais étonnant que l'ergonomie n'apportât point de contribution dans le concert interdisciplinaire nécessaire à toute réinsertion sociale et professionnelle.

Je voyais d'autre part que cette interdisciplinarité faisait défaut dans le secteur que l'on nomme réadaptation, trop souvent composé d'une juxtaposition de spécialistes. L'ergonomie, discipline interdisciplinaire par nature, pouvait apporter non seulement un point de vue complémentaire mais être instigatrice de cette pratique interdisciplinaire.

Il fallait donc provoquer la greffe et développer l'implant. Nous le fîmes principalement en soudant une collaboration étroite entre LADAPT et le Laboratoire de Physiologie du Mouvement de la Faculté d'Orsay, espérant que cette alliance entre le champ de la recherche et celui du reclassement serait à la fois exemplaire et expérimental. En effet, le petit groupe organisateur de ce Colloque n'entend pas accaparer l'ergonomie en direction des personnes handicapées. Nous entendons seulement souligner les points suivants qui nous paraissent essentiels :

- la nécessité de la recherche, que nous appelons de base, pourvoyeuse de connaissances scientifiques. Une grand voie est ouverte, nous avons voulu simplement la commencer.

- la nécessité de lier cette recherche scientifique spécifique et les applications de l'ergonomie. Car si il est évident que l'ergonomie des personnes handicapées ne constitue qu'une facette de l'ergonomie en général, il n'est pas moins évident que la connaissance des incapacités résultant des déficiences, sous le point de vue des stratégies fonctionnelles développées par type de lésion peut et doit être précieuse pour tout praticien de l'ergonomie, même bénéficiant déjà des connaissances générales acquises.

- la nécessité de développer le point de vue ergonomique dans l'ensemble du domaine du handicap : dans les établissements de rééducation pour qu'ils deviennent aussi des établissements de réadaptation, dans les établissements de formation professionnelle en vue d'une insertion adaptée, dans les établissements de travail protégé, pour que les travailleurs handicapés soient plus à l'aise et qu'ils soient mieux aidés à retrouver le milieu ordinaire, dans tous les services de reclassement tels que l'ANPE, les EPSR et autres éventuellement, dans l'entreprise elle-même bien sûr, dans la conception et l'usage des aides techniques et des appareillages de tous ordres. Car rééduquer, faire travailler, placer et remettre dans la vie, fournir des aides, des prothèses ou des orthèses sans se demander continuellement comment l'individu et la situation où il se trouve sont, peuvent et doivent être en rapport, risque de conduire à des efforts que ne vont pas au bout d'eux-mêmes.

BUTS ET LIMITES

L'esprit que je viens de suggérer sera, je l'espère, manifeste au cours de ce colloque.

Mais il était difficile d'honorer tous les aspects possibles de l'ergonomie des personnes handicapées, d'autant que certains domaines potentiels sont encore vierges. On ne peut parler et faire parler que de ce qui a déjà une consistance et que de ce que l'on connaît. Nous avons donc limité notre ambition, pour cette fois, aux aspects moteurs des handicaps. Notre titre était peut-être subtil : "Handicaps moteurs", ce qui ne veut pas dire handicapés moteurs, cela vise les questions concernant la motricité des handicaps quels qu'ils soient. Plusieurs communications du reste traitent de personnes handicapées sensorielles ou mentales.

Dans ces limites, et pour être fidèles à nos principes, nous avons considéré que trois thèmes s'imposaient, déjà largement évoqués dans le document de l'INSERM : "Santé et Conditions de Travail, une Recherche à développer" (Documentation Française 1985).

- Le premier thème, concernant les capacités fonctionnelles et la charge de travail, permet de rassembler un certain nombre d'études de base, mais dont l'objectif d'application doit être clair.

Le Professeur Bouisset en parlera dans sa propre présentation de l'ergonomie pour les personnes handicapées.

- Le deuxième thème qui sera traité est proche du premier par tout un lot de questions connexes, mais il est encore en friche. C'est pourquoi nous l'avons choisi. Les aides techniques et les appareillages sont objet de recherche, de développement et de transformation. Mais il ne faudrait pas que le seul point de vue technologique, ou le seul point de vue commercial, ou le seul point de vue pragmatique domine. Il faut certes qu'en ce domaine les technologies, qui souvent existent, soient fiables, soient transférables, qu'elles soient accessibles financièrement aux usagers tout en étant d'une fabrication assez étendue pour être rentable et sans être trop sophistiquées. Nous sommes loin du compte sur ces questions. Mais c'est une raison supplémentaire pour se préoccuper du rapport étroit entre le sujet et ses besoins, afin que ces aides soient vraiment conçues par rapport à sa situation.

- Le troisième thème coule de source. Si l'ergonomie a un lieu privilégié, c'est bien dans les conditions de travail. Certes l'ergonomie s'applique à toute activité, domestique ou de loisir, aussi bien que de travail. Mais il demeure que c'est dans l'entreprise qu'elle a toute sa place et peut avoir toute son efficacité.

Nous avons fait appel aux communications. Mais nous voulions aussi structurer ce Colloque avec des interventions prévues et notamment par des apports d'autres pays que la France.

Il existe certes des travaux en France comme nous le verrons dans les heures qui viennent. Mais il reste vrai que la recherche demeure inchoative. Avec le Programme Mobilisateur nous avons perçu l'impérieuse nécessité de faire entendre ce qui se passe

ailleurs pour féconder et garder vivant le mouvement déclenché chez nous. La confrontation internationale est incontournable.

Ainsi nous avons été amenés, sans pouvoir excéder deux journées, à demander à bon nombre de ceux qui nous ont proposé des communications, de présenter un poster sur les programmes de leur organisme. Cela donnera d'ailleurs beaucoup de vie, je l'espère, à notre Colloque. Je vous invite à les regarder et les discuter. Outre les panneaux qui se trouvent dans le hall, il y a, à l'extérieur, un camion qui expose les aides techniques et un certain nombre d'aménagements aux personnes handicapées.

Dans le même sens d'animer notre rencontre et d'amorcer des conséquences concrètes, nous avons prévu deux tables rondes. L'une pour débattre de la manière d'inscrire la recherche ergonomique pour les personnes handicapées dans le contexte de la recherche, l'autre pour examiner les possibilités dans l'entreprise et les apports de celle-ci. J'insiste sur l'importance de ces tables rondes car elles mettent en relief notre volonté de faire aboutir concrètement l'ergonomie en lui donnant les connaissances spécifiques nécessaires et en l'appliquant à l'insertion des personnes handicapées.

Ainsi se dégage, sur fond des principes que j'ai rappelés, un équilibre qui ne satisfera sans doute pas toutes les attentes, mais qui s'impose pour continuer à avancer au mieux sur le chemin d'une insertion des personnes handicapées fondée sur des connaissances et une démarche rigoureuse.

ERGONOMIE ET TRAVAIL DES PERSONNES HANDICAPEES

*Professeur Simon BOUISSET
Université Paris-Sud -
91405 Orsay
Laboratoire de Physiologie
du Mouvement -
U.A. CNRS - 631*

Avant d'aborder le corps du sujet, il n'est probablement pas inutile de préciser un certain nombre de définitions ; le champ du handicap est en effet très vaste et la terminologie en cours souvent assez floue.

En premier lieu, on doit distinguer entre les notions de déficience, d'incapacité et de handicap. La déficience renvoie à la cause médicale ou physiologique. L'incapacité en exprime les conséquences au plan fonctionnel. Le handicap se définit par rapport à une situation. Ainsi, un paraplégique a pour déficience une section médullaire, entraînant une incapacité à marcher et se trouve handicapé lorsqu'il s'agit de courir un 100 mètres, mais pas en lisant son journal.

On peut ensuite remarquer que les personnes handicapées sont généralement celles qui ont des déficiences : à ce titre, elles vont comprendre une proportion de personnes vieillissantes, du fait de l'involution fonctionnelle qui s'attache à l'âge, ainsi que des personnes atteintes de maladies ou accidentées à des moments divers de leur existence. Dans ce dernier cas, déficience et incapacité peuvent être, soit provisoires soit définitives. Parmi les déficiences, diverses catégories peuvent être distinguées : motrices, sensorielles, respiratoires ou circulatoires, mentales, etc.

Enfin, il est clair que le soin des personnes handicapées revient à la médecine, qu'il s'agisse de la médecine curative, de la rééducation ou de la réadaptation. La rééducation est essentiellement fonctionnelle et a pour but de restaurer un fonctionnement normal ou aussi proche que possible de la normalité.

Mais la réadaptation socio-professionnelle a évidemment une finalité tout à fait différente, puisqu'il s'agit de fournir à la personne handicapée les moyens d'une **autonomie**, aussi complète que possible, dans sa vie socio-professionnelle, compte tenu de la nature et de l'importance de ses capacités résiduelles.

Cet objectif passe par la conception d'aides techniques variées, de l'aménagement de l'habitat, de l'accessibilité des moyens de transport, et de l'aménagement de situations de travail. C'est là que l'ergonomie est directement questionnée, tant pour l'adaptation du milieu de vie que pour l'adaptation du milieu de travail. Par ailleurs, le problème est loin d'être simple, dans la mesure où rééducation et réadaptation ne doivent pas se succéder, mais au contraire être menées en parallèle.

Dans ce qui suit, il est question d'ergonomie et travail des personnes handicapées, avec une attention particulière aux handicapés moteurs pour des raisons qui seront développées par la suite.

IMPORTANCE DU PROBLEME

Les personnes vieillissantes du fait de l'âge et/ou des conditions de travail et les personnes atteintes d'une déficience, notamment à la suite d'un accident ou d'une maladie, ont en commun d'avoir une capacité de travail réduite, de façon temporaire ou définitive. Le problème qui se pose est d'éviter que cette déficience provoque un handicap du fait de la situation de travail dans laquelle ces personnes sont placées.

Il s'agit là de l'un des aspects majeurs d'un problème de grande ampleur qui, par delà ses aspects individuels, est à la fois d'ordre économique et social : celui de la réadaptation et du reclassement professionnels. Il se pose actuellement à la plupart des pays industrialisés, les pays européens ou le Japon par exemple. Mais, s'il n'est pas propre à la France, il y présente une acuité particulière.

En effet, le rapport Le Net (1982) fait état de 4 millions de personnes handicapées à des titres divers et une estimation de l'ordre de 10 % de la population des travailleurs industriels semble pouvoir être avancée. Dans cet effectif, les handicapés moteurs sont en majorité. En outre le vieillissement de la population française est un fait statistique bien connu et, pour ne citer qu'un exemple, il y a quelques années, 50 % des travailleurs de la R.N.U.R. avaient plus de 39 ans. Enfin les reconversions industrielles en cours concernent un nombre élevé de travailleurs des industries traditionnelles, parmi lesquels la proportion des personnes vieillissantes et/ou handicapées est évidemment loin d'être négligeable.

Or, on ne peut attendre des mesures habituelles portant sur l'amélioration des conditions de travail qu'elles permettent aux diverses catégories de personnes présentant une capacité de travail réduite, le maintien ou l'accès au travail sans risque de discrimination ou de dégradation accrue de leur état de santé. Il faut mettre au point, à partir de connaissances nouvelles, les conditions particulières qui leur permettront d'acquérir ou de conserver une insertion sociale et professionnelle. Ce sont les bases scientifiques d'une ergonomie particulière qu'il convient donc d'établir.

POSITION DU PROBLEME

Charge de travail et capacité de travail

Le champ d'intervention de l'Ergonomie se situe au niveau des inter-relations entre l'Homme et son Travail. Dans cette perspective, le travail constitue une contrainte, à laquelle répond une astreinte qui permet à l'Homme de faire face aux exigences du travail : l'astreinte, c'est le prix à payer pour une tâche donnée, c'est-à-dire la charge de travail.

Comme il est bien connu, contrainte et astreinte doivent nécessairement être prises en compte dans toute approche ergonomique des conditions de travail et il est clair que, pour une contrainte donnée, la charge de travail n'est pas équivalente d'un sujet à un autre. En effet, la charge de travail est fonction de la fraction de la capacité de travail investie dans la tâche. La charge de travail présente donc un caractère relatif : elle dépend de

facteurs constitutionnels (sexe, âge,...), de facteurs de développement (entraînement, apprentissage, traditions socio-culturelles...) et de facteurs limitants (vieillesse, déficiences, habitudes alimentaires,...). Or il se trouve que les connaissances actuelles ne portent, pour l'essentiel, que sur l'échantillon normé habituel (sujets jeunes, masculins, bien portants, autochtones, etc.), à l'exception notable de quelques études, notamment sur l'effet du vieillissement.

Ce manque de connaissances entraîne, en retour, une inadéquation plus ou moins importante, non pas seulement de nombre de postes de travail, mais encore des méthodes classiques de l'étude ergonomique. Il a, en définitive, pour conséquence concrète d'exclure radicalement une proportion importante des personnes au travail du bénéfice de l'amélioration des Conditions de Travail, avec les implications multiples qui en découlent, et de rendre plus aléatoires les tentatives de reclassement professionnel.

Capacité de travail réduite et reclassement professionnel

Les éventualités de reclassement des personnes déficientes et/ou vieillissantes dépendent du contexte socio-économique dans lequel la personne se trouve placée, du milieu socio-culturel auquel elle appartient et, bien évidemment, de l'importance de la déficience. Ce sont, en fait, trois éventualités qui se présentent : a) reclassement externe pour ceux qui ont les moyens de faire une formation professionnelle convenable ; b) reclassement interne pour ceux qui ont un contrat de travail et se trouvent dans une entreprise importante ; c) impasse professionnelle pour ceux qui ont peu de facilités à assimiler une formation et n'ont plus d'employeur ; il s'agit là, en particulier, de jeunes présentant des déficiences variées ou des personnes vieillissantes et/ou déqualifiées en raison de l'évolution des emplois. Dans tous les cas, ce sont les travailleurs manuels et les travailleurs immigrés qui se trouvent placés dans les situations les plus difficiles, en raison de leur inaptitude à exercer désormais des métiers à forte charge physique, ainsi que du caractère spécifique de leur formation professionnelle.

Pour résoudre le problème du reclassement professionnel, il apparaît qu'actuellement deux solutions sont envisagées. Ou bien, on décide de reclasser les personnes déclarées "inaptes" en fonction

des possibilités existantes, c'est-à-dire de procéder à un bilan fonctionnel et de rechercher une adéquation du schéma organisationnel en place ; cette solution, qui est la plus communément adoptée, nécessite le recours à une réadaptation professionnelle adaptée. Ou bien, on choisit d'"adoucir" les postes de travail par abaissement de leurs exigences, selon une démarche ergonomique : une telle solution permet d'être (ou de rester) opérationnelle à une proportion plus grande de personnes handicapées.

Les deux parties de cette alternative ne sont d'ailleurs pas nécessairement exclusives l'une de l'autre. La mise en place de structures de travail adaptées dès leur conception, évidemment la plus satisfaisante pour permettre une réelle intégration des personnes handicapées, n'est encore adoptée que de façon exceptionnelle.

Quelle que soit en définitive la solution retenue, il apparaît que les échecs sont nombreux et que ceux-ci peuvent s'expliquer en premier lieu par le manque d'outils appropriés. Ainsi, le bilan fonctionnel effectué par les ergothérapeutes est-il avant tout une appréciation en termes d'aptitude (et sans mesure objective) portant principalement sur les possibilités gestuelles ; le test de mise en situation est jugé d'après les seuls critères de performance, l'astreinte n'étant pas prise en compte, avec pour conséquence possible, une charge de travail accrue chez des personnes ayant justement une capacité de travail réduite. Ainsi également, la validité de l'outil méthodologique qu'offre l'ergonomie est-elle pour l'essentiel limitée à l'échantillon normé habituel (sujets jeunes, masculins,...) et les critères et/ou les indices pertinents pour pouvoir fonder l'approche ergonomique dans le cas des différentes catégories de personnes déficientes doivent être définis. Par exemple, la posture est considérée comme un indice global d'adéquation du poste de travail, mais les critères de jugement, valables chez les valides, s'avèrent partiellement inopérants chez les paraplégiques, et il s'avère notamment nécessaire d'étudier leurs ajustements posturaux en rapport avec l'exécution du mouvement. Ainsi, a fortiori, les recommandations ergonomiques pour le travail des différentes catégories de personnes déficientes sont-elles rares.

Il y a donc nécessité d'un effort de recherche conséquent, impliquant la production de connaissances, tant dans les domaines physiologique que proprement ergonomique.

PROGRAMME DE RECHERCHE

Compte tenu de la situation actuelle de la recherche dans le secteur, il paraît souhaitable d'identifier un certain nombre d'axes en fonction d'une part, de leur intérêt scientifique et social et d'autre part, de l'existence de compétences, déjà rassemblées dans des équipes de recherche ou susceptibles de l'être dans un proche avenir. C'est ainsi, par exemple, que les questions posées par le reclassement des travailleurs manuels et par les déficients physiques et moteurs apparaissent comme particulièrement importantes pour différentes raisons exposées plus haut. En outre le contexte scientifique national permet d'envisager dans ce domaine des travaux de qualité. Enfin, ce n'est que depuis peu que ce champ de recherche commence à être investi par les équipes étrangères, ainsi que l'atteste la littérature.

Axes généraux de recherche

Deux axes généraux de recherche pourraient être retenus :

1 - RECHERCHE SUR LA CAPACITE FONCTIONNELLE ET LA CHARGE DE TRAVAIL.

Il conviendrait d'étudier les critères et indices pertinents de la charge de travail ainsi que les niveaux -seuils correspondants, chez différentes catégories de personnes déficientes. Celles-ci devraient être placées dans des situations-tests, permettant des examens-standards et à définir selon la nature de la déficience.

Dans une telle perspective, il serait nécessaire de porter une attention particulière aux mécanismes physiologiques qui sous-tendent tant la fonction sensori-motrice que les adaptations circulatoires et respiratoires.

2 - RECHERCHE DE CRITERES ERGONOMIQUES POUR L'ANALYSE DU TRAVAIL

Il conviendrait d'élaborer un outil méthodologique utilisant différents types de critères (physiologiques et psychologiques) et permettant l'analyse du travail en situation pour différentes caté-

gories de personnes déficientes. Des indices globaux, tant de charge physique que de charge mentale, devraient être recherchés. L'élaboration de recommandations ergonomiques pour le travail des différentes populations concernées devrait constituer un des aboutissements de ces recherches.

Populations concernées et thèmes particuliers

Ces axes de recherche doivent être traités en fonction de catégories bien identifiées pour chacun des principaux facteurs de déficience (âge, troubles ostéo-articulaires, déficiences sensori-motrices, insuffisance respiratoire ou circulatoire, etc.) et en tenant compte des possibles particularités des groupes concernés (travailleurs immigrés, etc.).

Certaines questions particulières pourraient, dans ce contexte, faire l'objet d'études approfondies : détermination des zones de préhension fonctionnelle, force musculaire et capacité de travail, biomécanique de la jonction lombo-sacrée et pathologie discale, posture et équilibration, comportement sensori-moteur et ajustements posturaux au cours de tâches gestuelles, adaptations circulatoires et respiratoires à l'effort, capacité d'adaptation aux variations de l'ambiance thermique, travail et fonction visuelle - notamment stratégies d'exploration visuelle -, fonctions mentales et travail cognitif, etc.

Thème I

**CAPACITES FONCTIONNELLES
ET CHARGE DE TRAVAIL**

APTITUDE PHYSIQUE CHEZ LES SUJETS VIEILLISSANTS ET LES HANDICAPES

Rolland FLANDROIS
Professeur
U.E.R. Faculté de Médecine
Grange Blanche, Lyon

L'aptitude physique à un travail professionnel ou à un exercice sportif évolue constamment à partir de l'âge adulte sous l'influence de facteurs propres à chaque individu ou à l'environnement. Cette évolution se manifeste au niveau de la consommation maximale d'oxygène (VO_2 max), laquelle dépend en particulier des possibilités d'adaptation du système d'échange gazeux respiratoire et circulatoire ainsi que des possibilités des muscles actifs d'oxyder les substrats énergétiques disponibles, mais aussi de la masse musculaire impliquée dans l'exercice. Dans la vie courante, il existe diverses situations où un de ces facteurs de l'aptitude se trouve altéré ; il en résulte une détérioration de VO_2 max avec pour conséquence une diminution de la tolérance à une charge de travail donné. Il est évidemment impossible d'aborder ici toutes les situations possibles. On se limitera donc à celles que nous avons eu l'opportunité d'étudier.

Un problème préoccupant est celui de la détérioration de l'aptitude avec l'âge. En effet, dès la 4ème décennie de la vie, on observe généralement une diminution significative qui s'accroît progressivement et inexorablement pour des tranches d'âge correspondant pourtant à une activité professionnelle.

Un autre problème important est représenté par les sujets paraplégiques dont l'aptitude physique est gravement altérée du fait de leur section médullaire.

L'APTITUDE PHYSIQUE EN FONCTION DE L'AGE

L'évolution de l'aptitude physique avec l'âge a suscité de très nombreux travaux depuis plus de 30 ans. I. Astrand (1960) en a donné une première description importante chez l'homme et la femme.

La consommation maximale d'oxygène diminue de façon continue avec l'âge. Comme le montre la figure 1, cette diminution est quasi linéaire et à peu près semblable chez les individus de même sexe et de même activité physique habituelle. La figure 2 objective l'évolution tout à fait comparable chez la femme, l'aptitude à un âge donné étant légèrement inférieure. A 40 ans, l'aptitude est déjà abaissée d'environ 20 %. A 50 ans, la baisse atteint 25 % par rapport à la valeur observée à 20 ans. Le degré d'aptitude initial et la différence dans le niveau d'activité physique habituel ne modifient pas l'allure de la courbe, qu'il s'agisse de sportifs (fig. 1) ou de travailleurs divers (fig. 3) et plus l'activité physique liée aux contraintes professionnelles est intense, plus la courbe d'évolution de l'aptitude se déplace vers le haut. Ces résultats, dans leur ensemble, indiquent qu'une excellente aptitude à 20 ans, obtenue grâce à la pratique d'un sport alliée à une activité physique régulière, retarde de façon importante la dégradation de l'aptitude liée à l'âge avec pour conséquence une meilleure tolérance à une charge de travail donnée et probablement un risque moindre de morbidité. On peut à ce propos regretter que l'amélioration des conditions de travail ne se soit pas traduite par un engagement vers des activités de sport-loisir suffisamment fréquentes et intenses pour retarder la détérioration de l'aptitude liée à l'âge.

Quel que soit le niveau d'entraînement, l'aptitude baisse cependant inexorablement et l'on peut observer sur la figure 2 que la pente des courbes est sensiblement comparable : elle objective assez bien l'influence de l'âge proprement dit. Il est important de noter que ces courbes correspondent à des moyennes obtenues à partir d'études transversales et que dans l'évolution de l'aptitude inter-

viennent de façon importante les facteurs individuels au premier rang desquels se situe l'hérédité et des facteurs extérieurs liés aux conditions d'hygiène de vie.

L'entraînement physique n'a pas les mêmes effets bénéfiques sur l'aptitude tout au long de la vie : comme le montre la figure 4 d'après J.R. Lacour et coll. (1985 non publié) qui ont regroupé un grand nombre de données dans la littérature, on peut voir que l'entraînement a des effets d'autant plus importants que l'aptitude initiale est faible et que les individus sont plus jeunes. Chez les sexagénaires de 60 ans ayant initialement une valeur de la consommation maximale d'oxygène d'environ 50 ml/min/kg, Lacour et coll. n'ont observé aucune amélioration à l'issue d'un entraînement intense d'une durée de plusieurs mois, alors que des individus jeunes, dans les mêmes conditions, se sont améliorés notablement. On notera cependant sur la figure 4 que dans les tranches d'âge où existe encore une activité professionnelle les effets de l'entraînement sont évidents.

La cause de cette altération de VO_2 max avec l'âge est essentiellement circulatoire, comme l'ont montré initialement Strandelle et coll., 1964, puis Grimby et coll., 1966. Le débit cardiaque maximal qui est atteint en même temps que VO_2 max est altéré par suite d'une diminution de la fréquence cardiaque maximale (fig. 5), du volume d'éjection systolique et de la différence artério-veineuse d'oxygène. L'entraînement physique permet de ramener ces deux derniers facteurs à une valeur observée chez le jeune et d'élever en conséquence le débit cardiaque maximal et la consommation maximale d'oxygène. Cette dernière reste cependant encore diminuée par suite de la plus faible valeur de la fréquence cardiaque maximale (Hagberg et coll., 1985).

L'altération de la relation FC-Puissance ou VO_2 d'exercice est importante à considérer. Il en résulte en effet que la charge relative de travail augmente avec l'âge. Une même fréquence cardiaque observée à un poste de travail donné correspond à une fraction plus élevée de VO_2 max. Autrement dit, pour une fraction donnée de VO_2 max, la FC est plus faible à 60 ans qu'à 20 ans (sur la figure 5, elle est de 130 à 20 ans, 110 à 60 ans).

L'endurance maximale aérobie ou aptitude à tolérer un exercice submaximal prolongé n'est pas touchée dans les mêmes proportions que VO_2 max. Le seuil lactate ou seuil aérobie qui

constitue un moyen indirect de la déterminer survient pour un pourcentage de VO_2 max pratiquement équivalent par rapport au sujet jeune. La puissance absolue où est observé le seuil lactate est en revanche abaissée par suite de la diminution de VO_2 max.

Un autre point à considérer concerne l'influence de l'âge sur l'aptitude musculaire. Les forces maximales isométriques et dynamiques développées par les muscles extenseurs du genou diminuent, surtout à partir de 50 ans. Il en est d'ailleurs de même pour la vitesse maximale d'extension du genou (Larsson, 1978). Parallèlement, il existe une modification des caractères morphologiques du muscle conduisant à une atrophie musculaire. La proportion de fibres I à contraction lente augmente (Orlander et coll., 1978 ; Essen-Gustavsson et Borges, 1986). La proportion et la surface des fibres II à contraction rapide diminuent, ce qui serait en relation avec la diminution de la force. Il faut pourtant noter que si l'entraînement fait régresser l'atrophie musculaire et augmente la taille des fibres du sujet âgé, il n'a pas d'effet aussi net sur la force qui reste altérée, ce qui indiquerait que celle-ci n'est pas due primitivement à l'atrophie (Larsson, 1982). En revanche, on ne constate que des changements mineurs concernant les activités enzymatiques au niveau du muscle en faveur d'une conservation des potentiels énergétiques oxydatifs et glycolytiques, ce qui est vérifié par la similitude des effets de l'entraînement chez les sujets jeunes et âgés (Larsson, 1982).

L'endurance isométrique et dynamique (temps maximal de maintien d'une force à 50 % de la force maximale) augmente avec l'âge. Cette tendance serait en rapport avec l'évolution des paramètres histochimiques cités plus haut (pourcentage des fibres, surface des fibres II, enzymes). Mais il convient de remarquer que les forces maximales diminuant, il existe une réduction de l'endurance isométrique et dynamique musculaire en valeur absolue.

Cette altération de l'aptitude du sujet âgé, qu'elle se situe au niveau global ou musculaire, est cependant compensée partiellement, tout au moins pour les activités physiques modérées, par une économie des gestes acquise par l'expérience du poste de travail alliée à une certaine conservation de la force musculaire.

L'APTITUDE PHYSIQUE DU PARAPLEGIQUE

Le paraplégique est dans l'obligation de se déplacer en fauteuil roulant. Il ne dispose plus pour sa motricité que de la musculature des membres supérieurs, laquelle est plus fréquemment sollicitée que chez les individus valides et, en conséquence, généralement plus développée. Pourtant la consommation maximale d'oxygène du paraplégique est le plus souvent inférieure à celle observée chez le sujet valide pour le même type d'exercice des membres supérieurs (voir Glaser, 1985). Les paraplégiques sportifs ont des valeurs très nettement inférieures à celles des sportifs entraînés à l'exercice des bras (nageurs, kayakistes). Il existe une relation assez étroite et inverse entre VO_2 max et le niveau de la lésion médullaire (Manicek et coll., 1977 ; Gass et Camp, 1979 ; Coutts et coll., 1983) : plus celui-ci est haut, plus VO_2 max est bas (fig. 6). Les paraplégiques à lésion basse (Classes III, IV et V de la classification internationale) ont des valeurs très proches de celles de sujets peu entraînés à l'exercice des bras ; ceux à lésion haute ont une altération d'environ 50 %. En revanche, l'endurance maximale aérobie estimée à partir du seuil lactate est relativement bien conservée. Le seuil lactate survient pour un même pourcentage de VO_2 max que les kayakistes, mais du fait de l'altération de VO_2 max pour une puissance absolue plus basse que chez ces derniers, elle reste néanmoins comparable à celle des sujets valides sédentaires. Ceci est la traduction d'une meilleure aptitude à l'échelle musculaire comme en témoigne l'utilisation du glycogène dans le muscle deltoïde des athlètes paraplégiques pendant l'exercice prolongé qui correspond à celle observée dans le muscle quadriceps des athlètes valides. Cette bonne aptitude musculaire représente une compensation importante en ce qui concerne la charge relative de travail.

L'altération de l'aptitude chez le paraplégique même entraîné s'explique essentiellement par une perturbation de la régulation cardio-vasculaire à l'exercice, celle-ci étant aggravée dans le cas de lésion médullaire haute. La redistribution du débit cardiaque au profit des muscles actifs consécutive à une vasoconstriction des organes au repos ne se produit pas, ce qui provoque à puissance d'exercice égale une augmentation du travail cardiaque. La mesure du débit cardiaque et la fréquence cardiaque par la méthode de rebreathing, lors d'exercices d'intensité croissante, révèle que pour une puissance donnée le débit cardiaque sont plus élevés chez le paraplégique à lésion médullaire haute que chez le sujet valide. Le

volume d'éjection systolique et la différence artério-veineuse d'oxygène sont au contraire plus bas. A l'exercice maximal le débit cardiaque est à peu près égal dans les deux groupes mais la différence artério-veineuse de l'oxygène est plus basse, ce qui indique chez le paraplégique à lésion médullaire haute qu'une portion plus importante du débit cardiaque est distribuée à d'autres territoires au repos. La diminution de l'aptitude à l'exercice de bras chez le paraplégique haut s'explique aussi par une limitation du débit de perfusion des membres supérieurs. Chez le paraplégique à lésion basse, il n'a pas été noté de différence du débit cardiaque par rapport aux sujets valides (De Bruyn, 1985).

En définitive, l'aptitude du paraplégique dépend en grande partie du niveau de la lésion médullaire. Seuls, les paraplégiques à lésion haute ont une aptitude très diminuée pour l'exercice des bras, encore compensent-ils cette déficience par une bonne endurance.

Ces deux exemples de handicap, l'un physiologique lié à l'âge, l'autre moteur, ont un point commun qui est l'existence d'un déplacement de l'évolution de la fréquence cardiaque en fonction de la puissance, point dont il convient de tenir compte dans l'évaluation des charges relatives de travail.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTRAND I. - Aerobic work capacity in men and women with special reference to age.
Acta Physiol, Scand., 1960, *suppl.* 169, 49.
- ASTRAND I. - Aerobic working capacity in men and women in some professions.
Försvarmedicin, 1967, 3, 163-166.

- COUTTS K.D., RHODES E.C., Mc KENZIE D.C. - Maximal exercise response of tetraplegic and paraplegic.
J. Appl. Physiol., 1983, 55, 479-482.
- ESSEN-GUSTAVSSON B., BORGES O. - Histochemical and metabolic characteristics of human skeletal muscle in relation to age.
Acta Physiol. Scand., 1986, 126, 107-114.
- FLANDROIS R., GRANDMONTAGNE M., GERIN H., MAYET M.H., JEHL J.L., EYSSETTE M. - Aerobic performance capacity in paraplegic subjects.
Eur. J. Appl. Physiol., 1986, 55.
- GLASER R.M. - Exercise and locomotion for the spinal cord injured.
In *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 1985, 13, 263-304.
- GLASS G.C., CAMP E.M. - Physiological characteristics of trained Australian paraplegic and tetraplegic subjects.
Med. Sci. Sports, 1979, 11, 256-259.
- GRIMBY G., SALTIN B. - Physiological analysis of physically well-trained middle-aged and old athletes.
Acta Med. Scand., 1966, 179, 513-525.
- GRIMBY G., NILSSON N.J., SALTIN B. - Cardiac output during submaximal and maximal exercise in active middle-aged athletes.
J. Appl. Physiol., 1966, 21, 1150-1156.
- HAGBREG J.M., ALLEN W.K., SEALS D.A., HURLEY Ben F., EHSANI A.A., HOLLOSZY J.O. - A hemodynamic comparison of young and older endurance athletes during exercise.
J. Appl. Physiol., 1985, 58, 2041-2046.
- LACOUR J.R., FLANDROIS R. - Le rôle du métabolisme aérobie dans l'exercice intense de longue durée.
J. Physiol., Paris, 1977, 73, 89-130.
- LARSSON L. - Morphological and functional characteristics of the ageing skeletal muscle in man. A cross-sectional study.
Acta Physiol. Scand., 1978, 14, suppl. 457, 1-36.

- LARSSON L. - Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages.
Med. Sci. Sports Med., 1982, *14*, 203-206.
- MARINCEK C.R.T., VOJKO V., ENG M.S. - Arms cycloergometry and kinetics of oxygen consumption in paraplegics.
Paraplegia, 1977, *15*, 178-185.
- ORLANDER J., KIESSLING K.H., LARSSON L., KARLSSON J., ANIANSON A. - Skeletal muscle metabolism and ultrastructure in relation to age in sedentary men.
Acta Physiol. Scand., 1978, *104*, 249-261.
- PROFANT G.R., EARLY R.G., NILSON K.L., KUSUMI F., HOFER V., BRUCE R.A. - Responses to maximal exercise in healthy middle-aged women.
J. Appl. Physiol., 1972, *33*, 595-599.
- SHEPHARD R.J. - World standards of cardiorespiratory performance.
Arch. Environ. Health, 1966, *13*, 664-672.
- SKRINAR G.S., EVANS W.J., ORNSTEIN L.J., BROWN D.A. - Glycogen utilization in wheelchair-dependent athletes.
Int. J. Sports Med., 1982, *3*, 215-219.
- STRANDELL T. - Circulatory studies on healthy older men with special reference to the limitation of the maximal physical working capacity.
Acta Med. Scand., 1964, *suppl. 114*, 1-43.

- Fig. 1 - Evolution de la consommation maximale d'oxygène avec l'âge. La courbe selon Shephard résume les données de la littérature en 1966. La courbe Lacour et Flandrois correspond à une population sédentaire française. La courbe selon Grimby et Saltin a été obtenue chez les athlètes continuant à s'entraîner.
- Fig. 2 - Evolution de VO_2 max chez la femme avec l'âge. La population étudiée par I. Astrand est plus active que celle rapportée par Profant et coll.
- Fig. 3 - Evolution de VO_2 max avec l'âge pour 3 groupes d'individus à activité physique professionnelle plus ou moins intense. (modifié d'après I. Astrand, 1967).
- Fig. 4 - Amélioration de l'aptitude (ΔVO_2 max) selon le degré d'aptitude initial et l'âge (d'après Lacour et coll., non publié).
- Fig. 5 - Fréquence cardiaque maximale et à 50 % de VO_2 max en fonction de l'âge chez l'homme et la femme (d'après I. Astrand, 1960).
- Fig. 6 - VO_2 max pour l'exercice des membres supérieurs chez le sujet paraplégique en fonction du niveau de la lésion. A titre de référence sont notées en pointillés les valeurs maximales moyennes observées pour le même exercice chez les sédentaires et les nageurs de compétition.

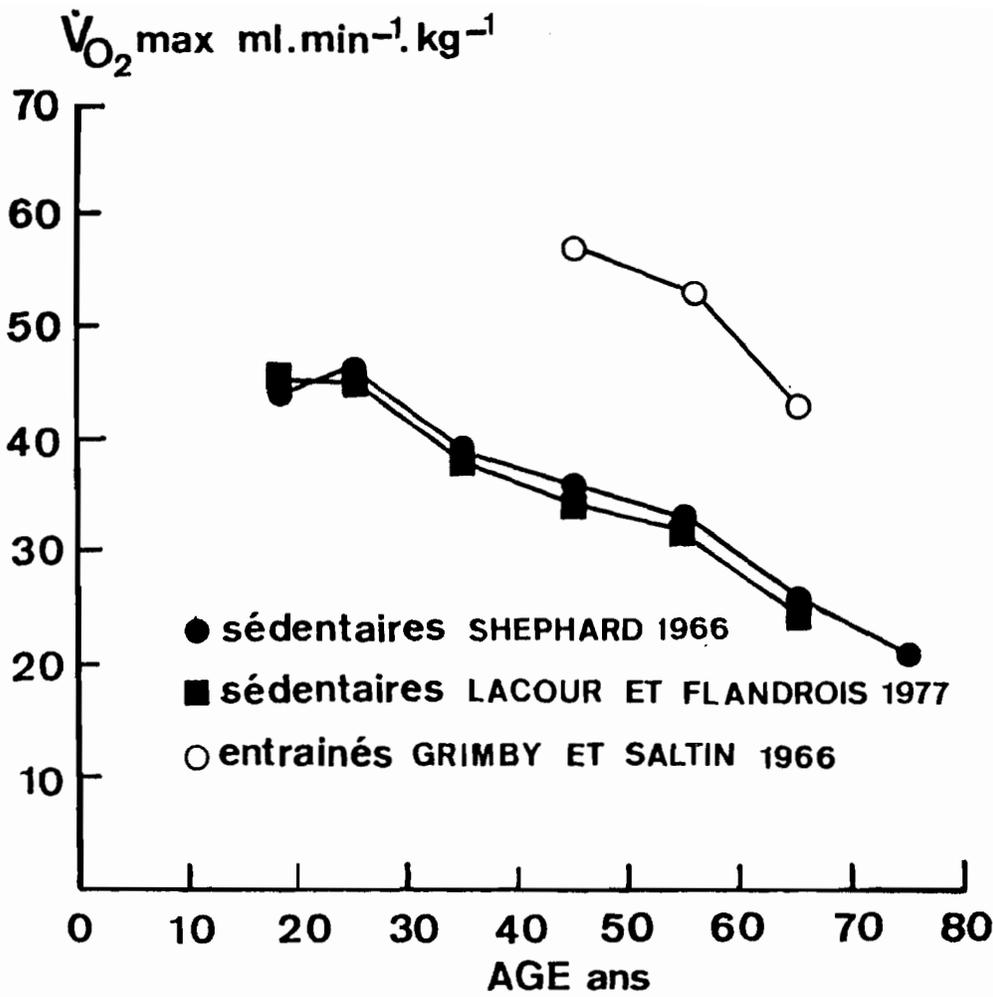


Figure 1

\dot{V}_{O_2} max ml.min⁻¹.kg⁻¹

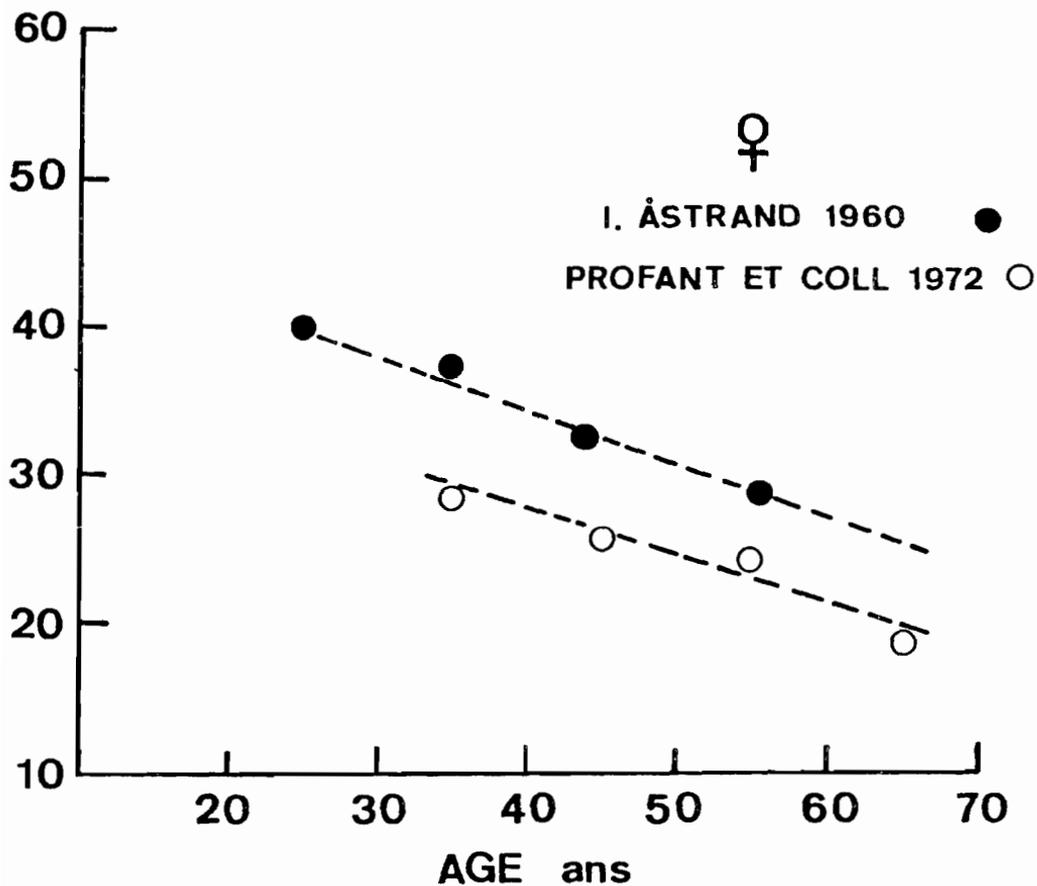


Figure 2

$\dot{V}O_2$ max. L min⁻¹

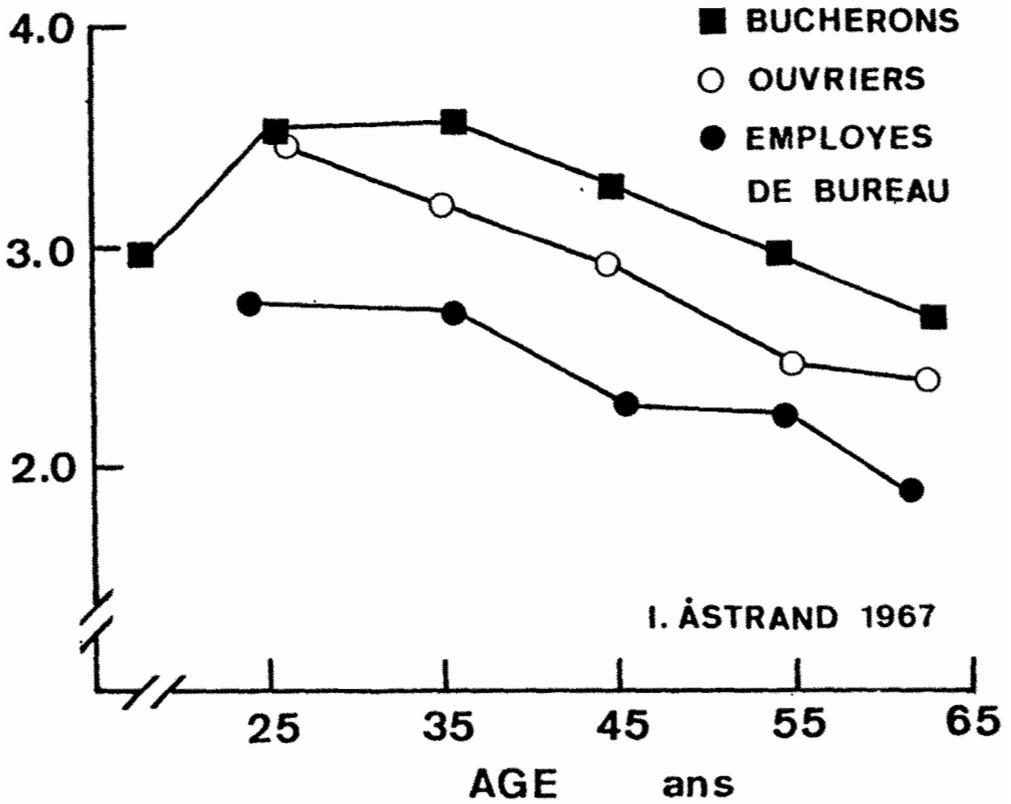


Figure 3

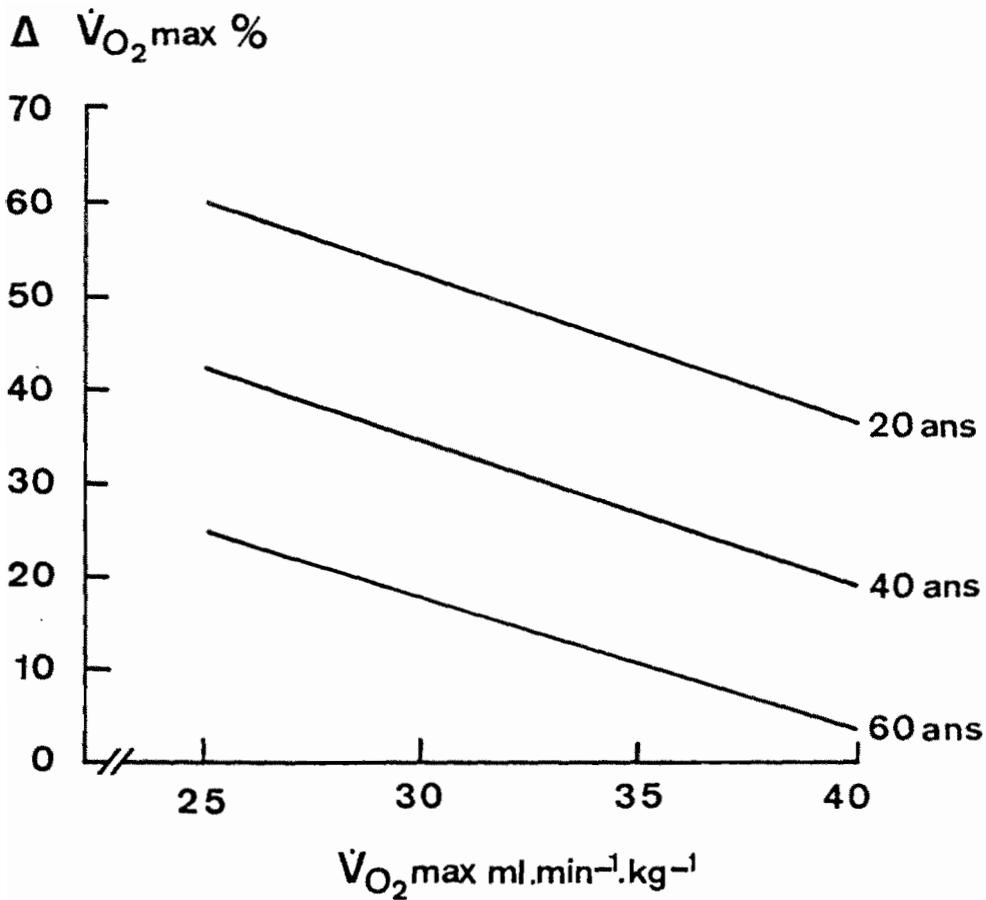


Figure 4

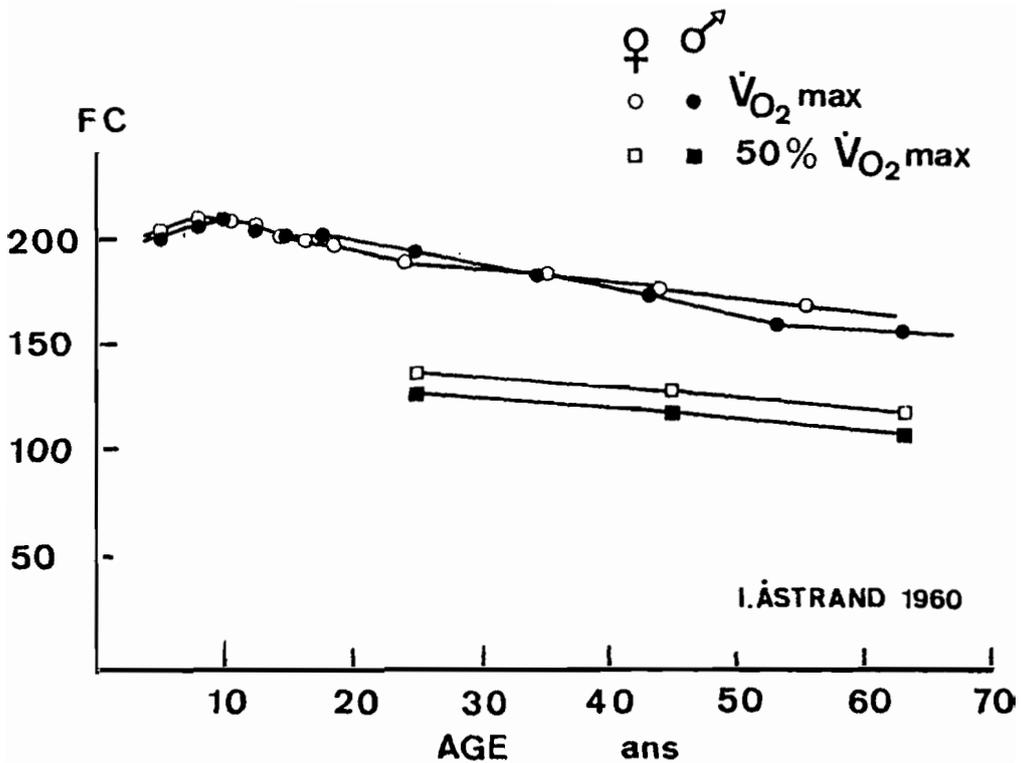


Figure 5

$\dot{V}O_2 \text{ max ml. min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

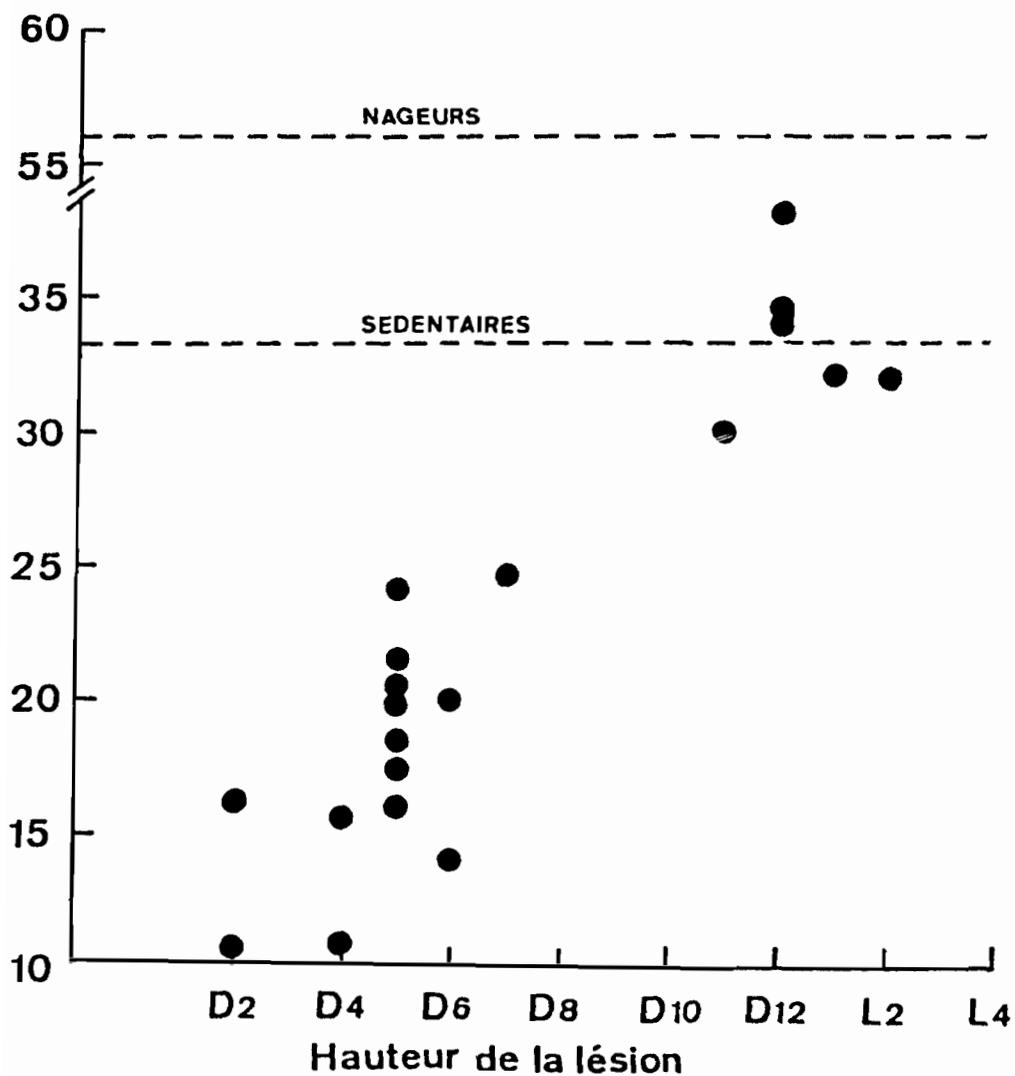


Figure 6

**L'ÉVALUATION DES DYSFONCTIONS MOTRICES
DE LA MARCHÉ ET LE CONTRÔLE PAR ORDINATEUR
DES MOUVEMENTS VOLONTAIRES ET PASSIFS**

*M.D. EVERT-KNUTSSON
Department of Clinical
Neurophysiology
Karolinska Hospital
Stockholm, Suède*

Dans l'évaluation des dysfonctions motrices, on peut admettre deux principes différents pour mesurer un handicap.

Le premier principe suppose un test de performance afin de déterminer le degré du handicap. La méthode consiste, au cours d'un ou plusieurs exercices, à mesurer le temps mis pour accomplir une tâche, par exemple, parcourir une certaine distance, ou encore, remplir de chevilles un panneau alvéolé. Elle réside aussi dans la détermination du nombre ou de la nature des exercices qui peuvent être exécutés par ordre de difficulté. Le degré du handicap se détermine de la sorte, principalement dans la recherche des effets thérapeutiques.

Généralement, l'évaluation des symptômes et des signes, ainsi que le propre jugement du patient complètent la mesure du handicap. L'objet de ces recherches est d'indiquer s'il existe ou non un effet thérapeutique sur la fonction motrice. Et si on trouve un effet bénéfique, les implications sur la fonction motrice dans la vie quotidienne doivent être mesurées et rattachées à de possibles réactions contraires.

Le second principe repose sur le souci de définir les mécanismes entraînés dans la dysfonction motrice et de préciser leur relative importance pour le handicap. Dans cette catégorie de tests, toutes les mesures des différents composants de la fonction et de la dysfonction motrices existent, tels, la force du muscle volontaire, la contraction spasmodique, le spasme, le clonus, le tremblement, les mouvements de co-contraction antagonistes et associés. Il s'agit de trouver les facteurs critiques qui, peut-être, permettront d'élaborer une thérapie et une rééducation.

Je vais décrire, en quelques mots, deux méthodes auxquelles nous avons parfois recours aujourd'hui :

- . l'enregistrement de la marche ;
- . Le contrôle de la vitesse des mouvements volontaires et passifs.

LA MARCHÉ NORMALE

Dans la marche normale, le contrôle des mouvements dépend fortement de commandes centrales préprogrammées. Les mouvements se font de façon automatique et, dans les séquences complexes qui sont maîtrisées, les phases composant les mouvements n'atteignent jamais un niveau conscient. Les commandes de la volonté sont utilisées seulement pour le début et l'arrêt du mouvement, pour le réglage de son intensité et de sa direction.

La figure 1 nous montre une démarche enregistrée chez un sujet en bonne santé. Nous apercevons l'EMG corrigée de surface d'un groupe de 6 muscles (les abducteurs et adducteurs de la hanche, le quadriceps, le grand fessier, les triceps sural et le jambier antérieur), les mouvements de hanche sur le plan sagittal ainsi que les mouvements des articulations du genou et de la cheville. Chaque courbe représente les valeurs moyennes établies pour 96 cycles de la marche. Les points indiquent une variation de plus ou moins 1 SD.

L'EMG et l'angle sont relatifs aux cycles de la marche normalisée. Le cycle de la marche est défini comme la période entre deux appuis au sol successifs avec le même pied, soit, une phase où le sujet se met en position suivie d'une phase en inclinaison. Chez un

adulte en bonne santé, le cycle dure environ 1,2 seconde et correspond à une progression égale approximativement à la longueur de son corps. La durée d'un cycle peut varier légèrement mais sa normalisation implique qu'il soit toujours fixé à une unité de longueur.

Chez les patients atteints de troubles de la marche, la durée du cycle peut atteindre plusieurs secondes et les variations entre les différents pas être assez grandes. Dans ce cas, la normalisation du cycle par unité de longueur rend beaucoup plus facile la définition des déviations d'un contrôle de la marche normale.

Comme nous l'avons vu sur la figure, la déviation standard est petite. Cela suppose que les variations dans les déplacements angulaires et l'activité EMG dans les différents pas sont petites, et que les mouvements et les activations musculaires sont stéréotypés.

Aussi, quand on compare la marche chez différents individus, les variations se trouvent être petites. La figure 2 donne la moyenne de l'activité EMG et les déplacements angulaires chez 10 individus en bonne santé. Les déviations standards (en ligne pointillée) indiquent la variation des courbes moyennes de différents individus. Le fait que les déviations standards soient petites implique que les types de mouvement et l'activité EMG sont très proches d'un individu à l'autre.

Récemment, nous avons recueilli des informations sur la marche dans différentes catégories d'âge : 4-8 ans, 8-12 ans, 22-38 ans et 53-77 ans sur 10-22 personnes dans chaque groupe. Avec la normalisation des cycles dans la méthode décrite, il n'y a aucune différence importante dans l'EMG et les types de mouvement, bien que la lenteur des pas et la vitesse de propagation soient très petites chez les enfants à cause de jambes très courtes.

Les types normaux de l'activité EMG et les mouvements reflètent une série de fonctions motrices distinctes toujours présentes dans la marche normale. Cela est facile à comprendre si on tient compte de l'EMG d'un muscle par rapport à son changement de taille. Ainsi, le mouvement dans le triceps sural paraît quand la cheville est "dorsiflexée". Cela signifie que le muscle s'allonge. La contraction dans le triceps s'oppose à cet allongement mais ne doit pas le gêner. L'activation musculaire produit une contraction excentrique qui empêche la jambe de trop plier et ainsi la stabilise. Cela peut aussi compenser le contrôle du mouvement en avant de la jambe au-dessus du pied.

Pendant que le triceps sural s'allonge, la tension du muscle augmente pour devenir plus grande que sa masse ; dès lors, le muscle se raccourcit et produit une poussée en avant. L'activité EMG est réellement tombée à 0 à ce moment, mais la tension restante est suffisante pour produire le mouvement. C'est la première force motrice du muscle. Ainsi, le triceps sural résiste d'abord à cette poussée et, plus tard, dans le cycle, produit un mouvement en avant.

Dans la phase initiale du cycle de la marche, il y a une forte activation du muscle abducteur de la hanche. La longueur musculaire de l'abducteur ne peut être évaluée d'après les mouvements articulaires sur un plan sagittal. Pour comprendre la fonction de ce mouvement nous devons savoir s'il y a une abduction ou une adduction dans l'articulation de la hanche. On peut le déterminer à l'aide d'un gonio-tri-dimensionnel. La figure 3 montre les déplacements angulaires moyens sur trois niveaux - hanche, articulation du genou, articulation de la cheville - chez 9 hommes en bonne santé marchant à vitesse normale (Isacson, Gransberg et Knutsson, 1986). Comme nous l'avons vu sur les enregistrements de l'articulation de la hanche, l'articulation est constamment en légère adduction pendant la principale partie de la phase où le sujet se met en position. Les muscles abducteurs de la hanche qui sont actifs durant cette période agissent apparemment comme un stabilisant sur l'articulation.

Dans la marche normale, il y a une séquence complexe des fonctions de la force motrice : contractions stabilisantes musculaires et actions maîtrisées des mouvements musculaires. Une évaluation de la dysfonction de la marche a pour but de démontrer comment ces fonctions sont compromises dans certains cas.

LES DYSFONCTIONS DE LA MARCHÉ

La figure 4 illustre un problème commun aux patients atteints de parésie spasmodique. Cette paralysie est provoquée par un mouvement précoce du triceps sural dû à un réflexe excessivement exagéré. Dans la marche normale, le contact pied-sol se fait avec le talon. La contraction du triceps sural commence quand la jambe se met à s'incliner en avant vers le pied. La tension monte dans le

muscle et il se produit une poussée quand le corps est bien en avant du pied. Sur les enregistrements d'un hémiparétique nous pouvons voir que le triceps sural est très actif depuis le tout début du cycle. La jambe va être tirée en arrière. Le corps avance, le genou est en hyperextension. La poussée est supprimée étant entendu que la force pour activer le triceps s'achève par une poussée en arrière.

Il existe trois façons de contrôler cette désorganisation de la marche. D'abord, traiter la spasmodie pour réduire les réflexes exagérés. Ensuite, utiliser une cale pour soulever le talon du sol et ainsi soulager le triceps d'une quelconque tension. Enfin, apprendre à pivoter sa hanche sur l'avant lorsque l'on s'incline pour avancer. Cela positionne le corps plus en avant par rapport au pied d'appui. Si c'est suffisant, cela transforme la poussée en arrière de la jambe en une poussée en avant du corps (Bogardh et Richards, 1974).

Nous voyons figure 5 l'enregistrement d'un autre patient atteint d'hémiparésie spasmodique. Le trouble de la marche chez cet homme est complètement différent. Il se caractérise par un mouvement extrêmement faible de tous les muscles examinés. Les digressions angulaires sont limitées, la progression est lente et le contrôle de la stabilité du corps est faible. Dans ce type de trouble, le traitement antispasmodique ne va pas améliorer le contrôle de la marche, bien qu'il y ait sans doute l'évidence d'une paralysie spasmodique malade. La stabilité du corps peut se détériorer davantage par un traitement antispasmodique puisque le support du corps est en partie obtenu par une poussée tonique des réflexes activée par la charge d'un poids sur les muscles.

Nous voyons sur la figure 5 un troisième type de désorganisation du contrôle de la marche. L'enregistrement a été fait sur un patient atteint d'une paralysie cérébrale. Le trouble est caractérisé par un co-mouvement de tout ou partie des muscles de la jambe. Habituellement, le co-mouvement commence à la fin de la phase d'inclinaison et se poursuit au-delà avec une relaxation incomplète entre les mouvements en phase. Cela signifie que les muscles antagonistes sont activés ensemble dans un mouvement similaire afin que leurs contractions s'opposent les unes aux autres. Bien que le niveau de l'activation ne diminue pas et soit relativement haut, les mouvements sont extrêmement lents et faibles. Les recherches thérapeutiques ont été largement couvertes d'insuccès. A présent,

l'entraînement à la bioréaction et la poussée prolongée semblent plus prometteurs.

Ces trois types de désorganisation de la marche, c'est-à-dire, le mouvement prématuré du triceps sural dû à la paralysie spasmodique, la faiblesse ou le manque de puissance pour activer les muscles de la jambe à la marche et la co-activation excessive, étaient observés d'abord chez les patients atteints d'hémiplégie spasmodique (Knutsson et Richards, 1979). Les mêmes types de désorganisation du contrôle de la marche ont été plus tard examinés dans le cas d'une paraparésie spasmodique et d'une paralysie cérébrale. Les types d'une activation musculaire anormale sont souvent fortement ancrés chez l'individu. Ainsi, ils peuvent rester inchangés après le transfert des tendons, même quand la marche est sensiblement améliorée.

Chez les parkinsoniens (Knutsson et Martensson, 1986) et chez les patients atteints d'apraxie cérébelleuse, l'EMG indique d'autres mécanismes de désorganisation du contrôle de la marche.

LA VITESSE CONTROLEE DES MOUVEMENTS

Le contrôle de la vitesse dans les tests des mouvements simples d'une seule articulation a plusieurs avantages pour évaluer les dysfonctions motrices. Cela est dû au fait que la fonction motrice est très dépendante de la vitesse des mouvements.

Cette dépendance de la vitesse est due à la composition des fibres musculaires et aux contraintes spasmodiques des antagonistes.

Il existe deux appareils qui mesurent la capacité dynamique motrice. Le premier est le Cybex Dynamomètre. Son mode de fonctionnement est d'offrir une résistance au mouvement quand il atteint une vitesse désirée. Après une accélération jusqu'à la vitesse présélectionnée, la vitesse reste constante jusqu'à la fin des mouvements. Il s'agit de l'**isokinétique**. Une accélération incontrôlée résulte des oscillations qui perturbent les mesures. Pour diminuer ce phénomène, l'accélération peut être contrôlée électroniquement (Gransberg et Knutsson, 1983). Le deuxième appareil, le Kim-Com, Chattecx Corp., garde le contrôle à la fois sur l'accélération et sur la vitesse constante. Il permet aussi de tester les contractions

excentriques, c'est-à-dire les contractions contre une force externe supérieure à la force musculaire.

La figure 7 nous montre l'enregistrement d'une torsion et d'un EMG rectifié durant les flexions passives du genou, et ceci, à 3 vitesses constantes, 60, 120 et 240°/s., chez un patient atteint de paraparésie spasmodique. Aux deux vitesses les plus lentes, la résistance passive est faible, en-dessous de 5 Nm, et l'EMG dans le quadriceps tendu par le mouvement est limité. A haute vitesse, 240°/s., il y a une forte activation du quadriceps bandé, et la résistance passive atteint un niveau au-dessus de 30 Nm traduisant une sévère paralysie spasmodique.

Pour définir la contrainte spasmodique chez un individu, les tests des mouvements passifs à différentes vitesses sont nécessaires. Habituellement, les enregistrements des contractions sont suffisants à 3 ou 4 vitesses, entre 30 et 180°/s. Les enregistrements EMG sont utiles pour séparer les contractures musculaires de la contrainte spasmodique ; quand cette dernière est due à une contracture musculaire, il n'existe pas d'EMG correspondant à la contrainte, et celle-ci ne varie pas sensiblement avec la vitesse. Lorsque la paralysie spasmodique et la contracture sont simultanément présentes, ce qui n'est pas rare, il peut être difficile de les différencier.

La contrainte diffère selon la nature du mouvement, volontaire ou passif. De temps en temps, les réflexes du handicapé moteur sont maîtrisés durant le mouvement volontaire. Ordinairement, les réflexes sont facilités au cours de l'effort volontaire maximal. La figure 8 montre les extensions passives et volontaires du genou à 3 vitesses, 30, 60 et 120°/s. La contrainte du mouvement passif est faible à toutes les vitesses, ne dépassant pas 8 Nm. L'EMG activité dans le grand fessier, bandé lors de l'extension du genou, est faible aussi. Dans les extensions volontaires du genou, la torsion décroît sensiblement quand la vitesse augmente. L'EMG dans la face motrice musculaire, le quadriceps reste semblable à différentes vitesses. Si l'on compare l'activité EMG dans le grand fessier, il apparaît clairement que l'activation de ce muscle est beaucoup plus grande lors de mouvements volontaires que lors de mouvements passifs à vitesse égale. On peut aussi remarquer sur les enregistrements que l'activation inadvertante du grand fessier augmente avec la vitesse de mouvement, et ainsi, avec la vitesse du muscle réflexe.

Par conséquent, il est probable que l'effort volontaire favorise les réflexes spasmodiques.

La figure 9 montre la force dans les mouvements concentriques et excentriques de l'articulation du genou chez un patient atteint de paraparésie spasmodique à une vitesse de 180°/s. Dans l'extension concentrique du genou, de 90 à 30°, la force est basse, ce qui est en partie dû à l'activation des muscles antagonistes du tendon.

Dans le mouvement excentrique de 30 à 90°, le genou est plié par la force du dynamomètre et le quadriceps essaye de résister au mouvement. La force produite est beaucoup plus grande ici que dans le mouvement concentrique. Bien que la force excentrique soit toujours plus grande que la force concentrique (à cause de facteurs mécaniques), la forte augmentation de la force dans ce cas est due au fait que les réflexes spasmodiques travaillent avec un effort volontaire dans un mouvement excentrique au lieu d'agir contre lui dans un mouvement concentrique.

CONCLUSION

Un compte rendu des deux méthodes utilisées pour évaluer la désorganisation du contrôle moteur a été présenté. Il démontre que la variation est complexe dans les moyens de contrôle des mouvements affectés par la maladie. Malgré cela, nous sommes en mesure, dans certains cas, de trouver les facteurs critiques qui permettront d'élaborer avec succès une thérapie et une rééducation. Encore qu'il reste beaucoup d'aspects qui sont mal appréhendés dans la désorganisation du contrôle moteur.

Cette réunion nous aidera à mieux comprendre les problèmes et amorcera, sans doute, de nouvelles recherches qui enrichiront nos connaissances des handicaps moteurs et de leur traitement.

BIBLIOGRAPHIE

- BOGARDH E., RICHARDS C. - "Gait analysis and re-learning of gait control in hemiplegic patients".
In Seventh International Congress, World Confederation for Physical Therapy, London, 1974, p. 443-453.
- GRANSBERG L., KNUTSSON E. - Determination of dynamic muscle strength in man with acceleration controlled isokinetic movements.
Acta Physiol Scand., 119 : 37-320, 1983.
- ISACSON J., GRANSBERG L., KNUTSSON E. - Three-dimensional electrogoniometric gait recording.
J. Biomechanics, 19 : 627-635, 1986.
- KNUTSSON E. - Assessment of Motor function in spastic paresis and its dependence on paresis and different types of restraint.
In : Recent Achievements in Restorative Neurology. 1 : Upper Motor Neuron Functions and Dysfunctions. Ed. Sir J. Eccles & M. Diemetrijevic. Karger, Basel 1985a, pp. 199-210.
- KNUTSSON E. - Quantification of spasticity.
In : Electromyography and Evoked Potentials. Ed. A. Struppler & A. Weindl. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1985b, pp. 84-91.
- KNUTSSON E. - Il cammino nel paziente emiplegico ed il suo trattamento.
In : Rieducazione funzionale del cammino. Ed. N. Basaglia & N. Mazzini, Liviana, Padova, 1985c, pp. 241-253.
- KNUTSSON E., LYING-TUNELL U. - Gait apraxia in normal-pressure hydrocephalus : Patterns of movement and muscle activation.
Neurology, 35 : 155-160, 1985.

- KNUTSSON E., MARTENSSON A. - Dynamic motor capacity and its relation to prime mover dysfunction, spastic reflexes and antagonist co-activation.
Scand. J. Rehabil. Med., 12 : 93-106, 1980.
- KNUTSSON E., MARTENSSON A. - Posture and gait in parkinsonian patients.
In : Disorders of Posture and Gait. Ed. W. Bles & R.H. Brandt, Elsevier, Amsterdam, New-York, Oxford, 1986, pp. 217-229.
- KNUTSSON E., RICHARDS C. - Different types of disturbed motor control in gait of hemiparetic patients.
Brain, 102 : 405-430, 1979.

LEGENDES

- Fig. 1 - Enregistrement de la marche chez une femme en bonne santé, âgée de 30 ans. Les courbes représentent une variation de plus ou moins 1 SD (en ligne pointillée) d'un EMG de 6 muscles de la jambe et de l'angle sagittal des articulations de la hanche, du genou et de la cheville dans les cycles de la marche normalisée. Les informations sont recueillies à partir de 96 cycles de la marche, sans vitesse imposée. Par Knutsson, 1985c.
- Fig. 2 - Moyenne des types d'EMG et des digressions angulaires sagittales chez 10 personnes, en bonne santé et d'un certain âge. Les courbes représentent les variations recueillies sur 20 cycles pour chaque personne. La variation interindividuelle est indiquée par les courbes moyennes des individus (en ligne pointillée). L'examen se fait sur un passage pour piétons sans vitesse imposée. Par Knutsson, 1985.
- Fig. 3 - Enregistrements des déplacements angulaires sur 3 niveaux, rotation en dedans et rotation en dehors, adduction et abduction, flexion et extension, de la hanche, du genou et de la cheville au cours d'une marche sans vitesse imposée. Les courbes représentent l'angle et la variation plus ou moins 1 SD dans les cycles de la marche normalisée sur 9 hommes, en bonne santé et volontaires. Par Isacson, Gransberg et Knutsson, 1986.
- Fig. 4 - Exemple d'une activation prématurée du triceps sural chez un patient atteint d'hémiplégie spasmodique. Se reporter au texte pour un exposé complet. Par Knutsson, 1985.
- Fig. 5 - Enregistrements de la marche chez un patient atteint d'hémiplégie spasmodique. L'EMG représente une amplitude maximale pour chaque groupe de muscle, les informations sont recueillies à partir de 20 cycles de la marche, sans vitesse imposée, sur un passage pour piétons. Par Knutsson, 1985.
- Fig. 6 - Enregistrements de la marche chez un patient atteint de paralysie cérébrale. Les conditions sont identiques à celles qui sont observées figure 5.

- Fig. 7 - Enregistrement de la torsion et de la surface EMG corrigée d'un quadriceps chez un patient atteint de paraparésie spasmodique pendant la flexion passive du genou, à 3 vitesses, 60, 120 et 240°/s., respectivement en a, b et c. Chaque courbe est une moyenne des 3 tests. Par Knutsson, 1985.
- Fig. 8 - Enregistrements de la torsion et de la surface EMG corrigée pendant l'extension passive et volontaire du genou, à 3 vitesses, chez un patient atteint de paralysie spasmodique. Chaque courbe est une moyenne des 3 tests. Par Knutsson, 1985.
- Fig. 9 - Enregistrements de la force et de la surface EMG corrigée pendant la contraction volontaire maximale concentrique et excentrique du quadriceps. Le mouvement concentrique a débuté avec le genou fléchi à 90° pour se poursuivre jusqu'à 30° (sur la gauche de la figure), le mouvement excentrique, avec le genou fléchi à 30° pour atteindre 90° (sur la droite de la figure). Chaque courbe est une moyenne des 3 tests.

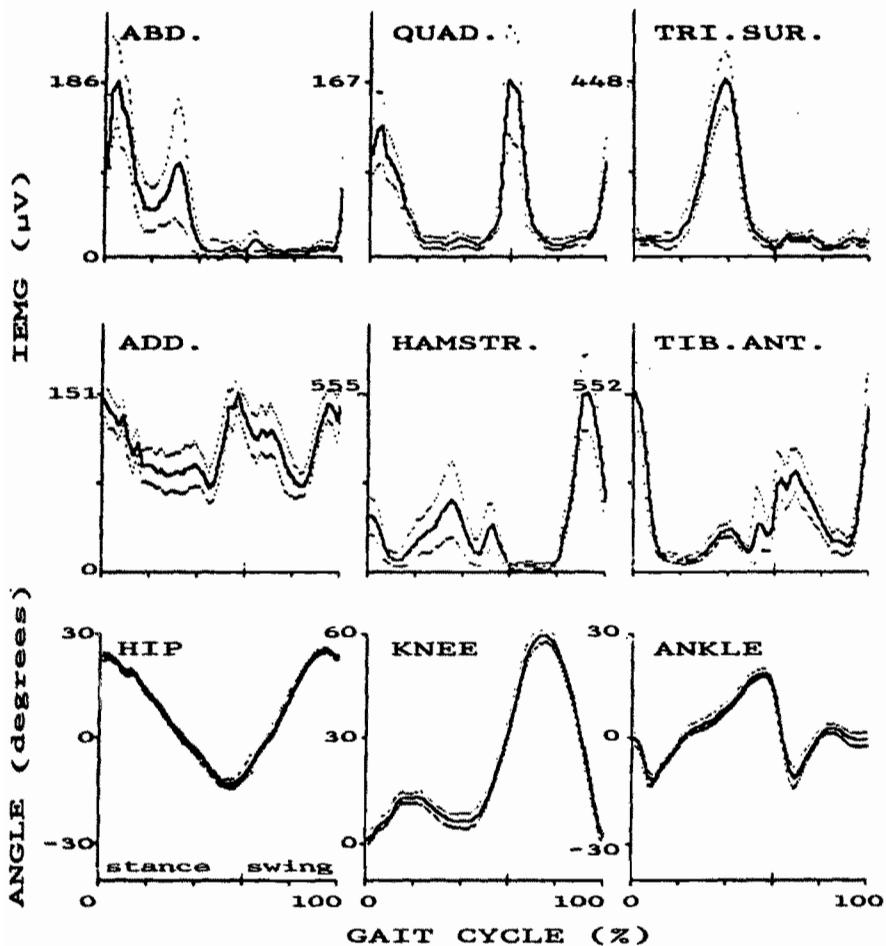


Figure 1

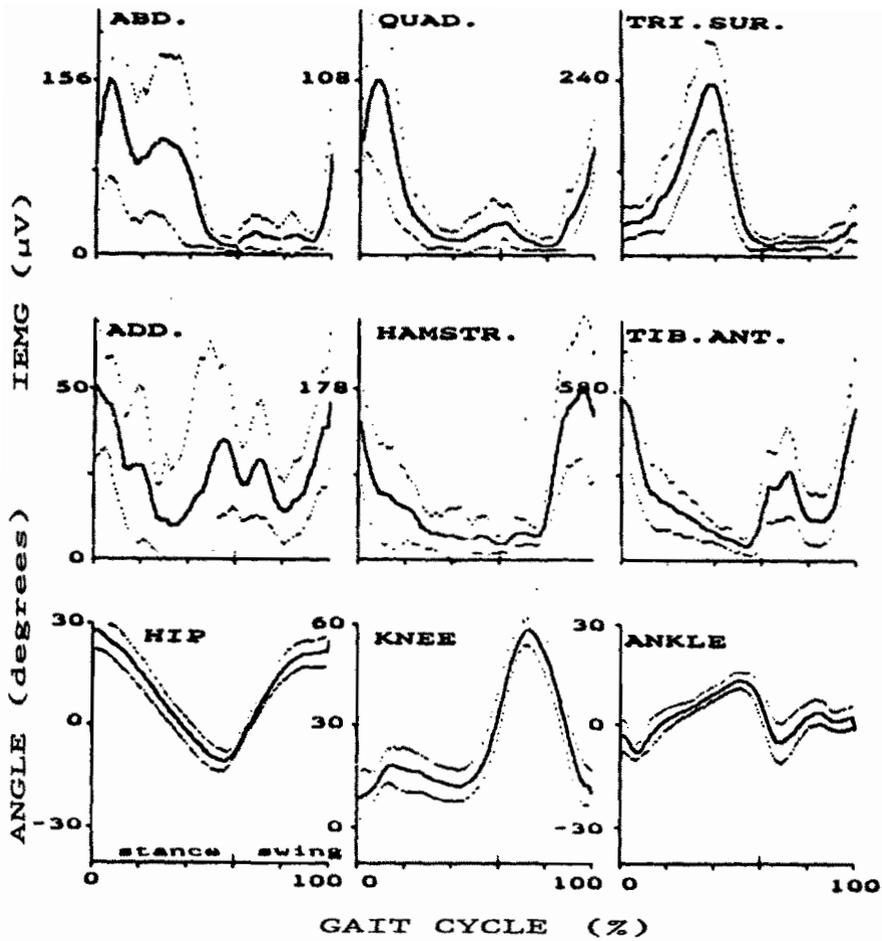


Figure 2

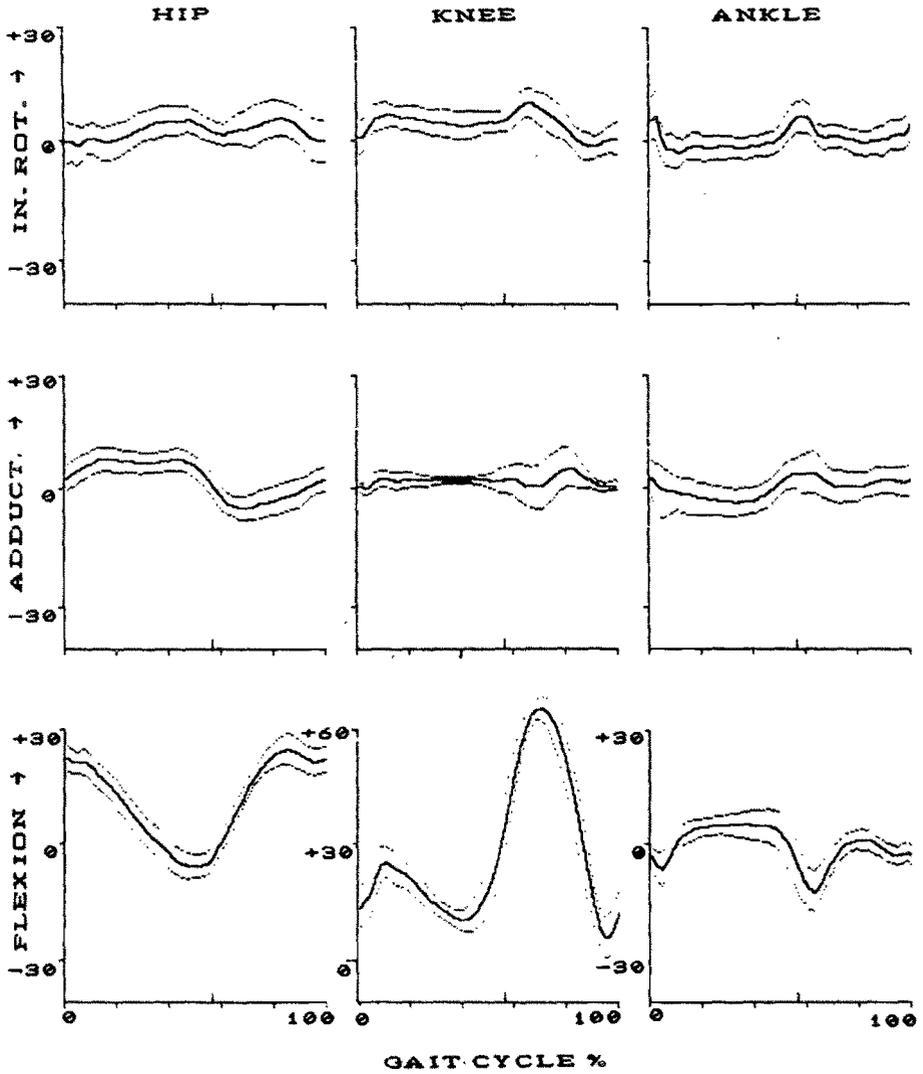


Figure 3

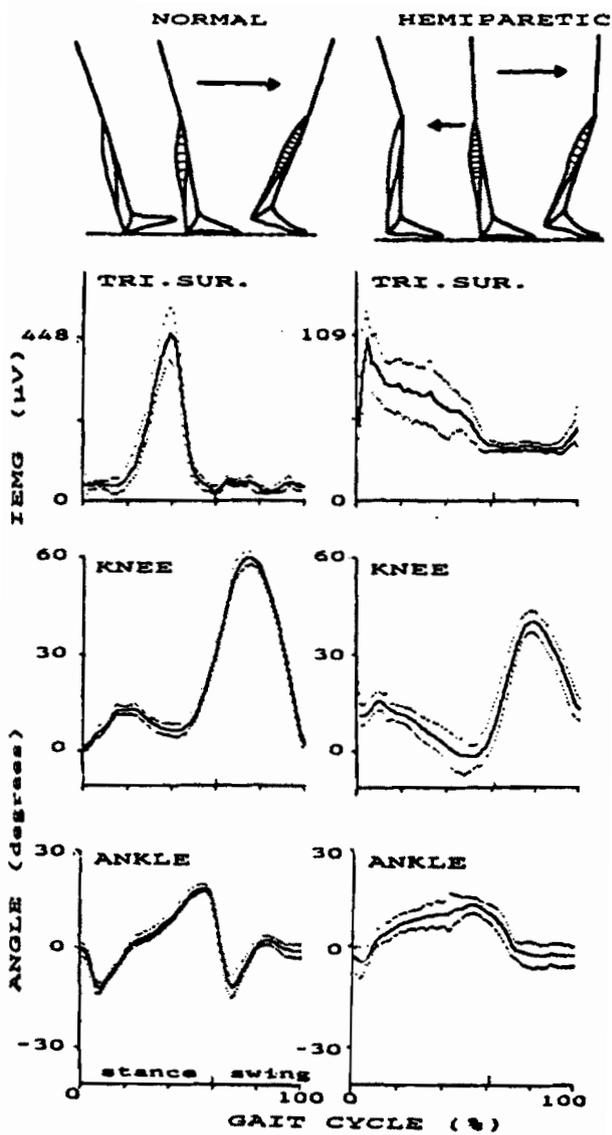


Figure 4

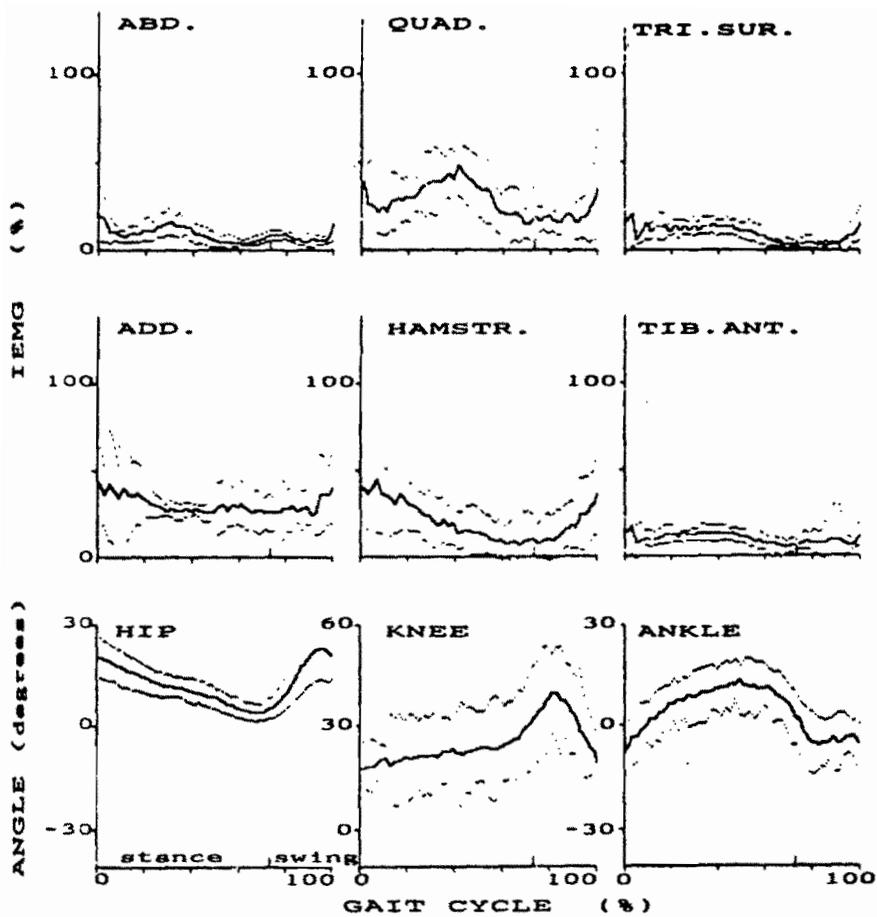


Figure 5

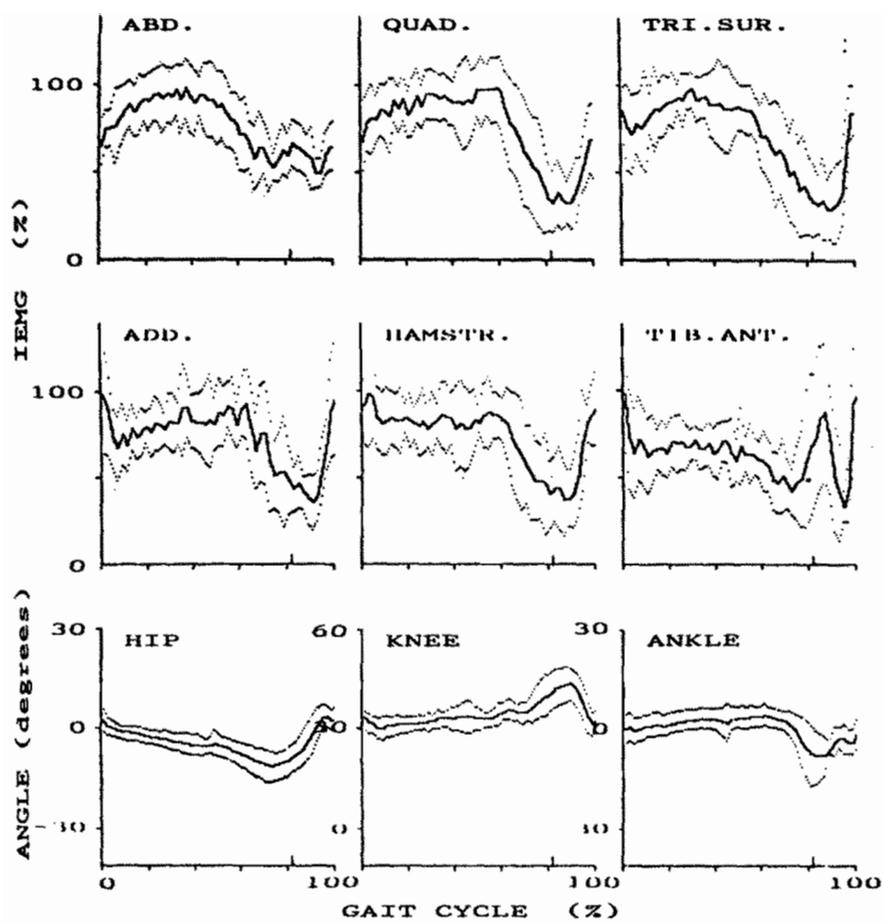


Figure 6

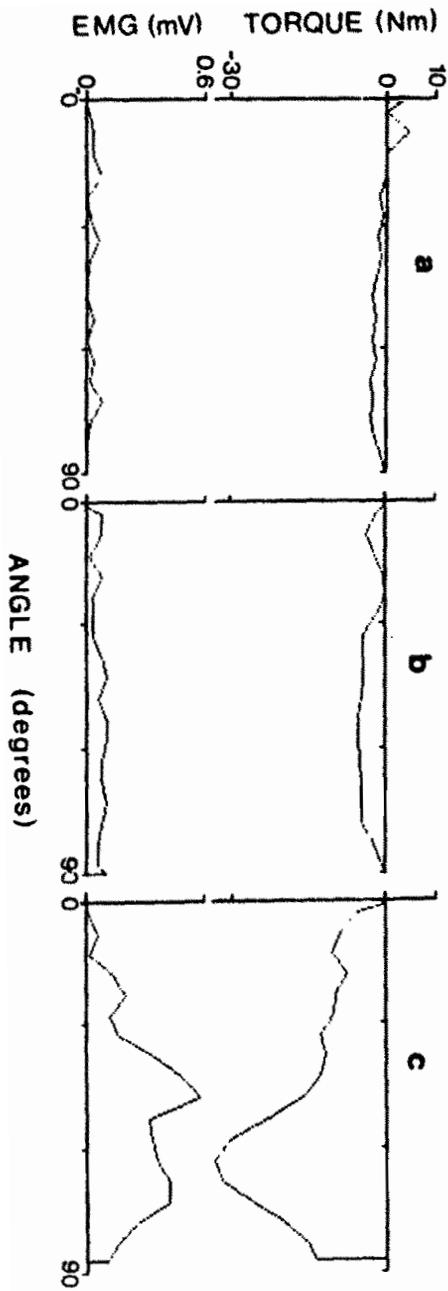


Figure 7

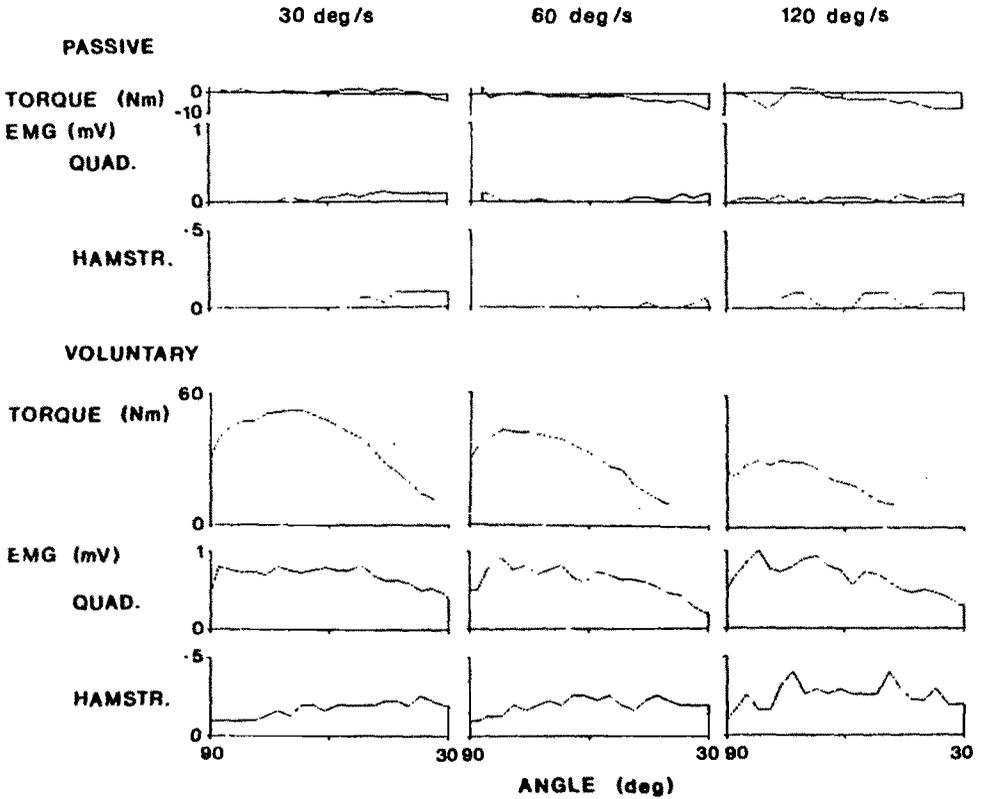


Figure 8

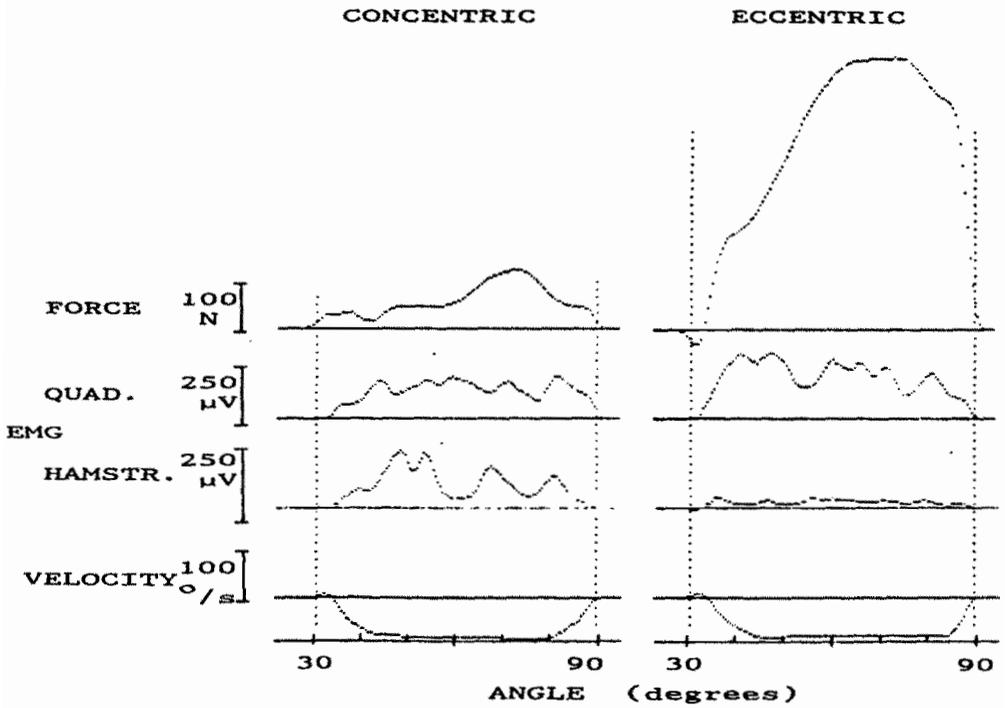


Figure 9

RELATION ENTRE LA POSTURE ET LE MOUVEMENT CHEZ LE PARAPLEGIQUE

Manh-Cuong DO
Chargé de Recherches CNRS
Université Paris-Sud
Laboratoire de Physiologie
du Mouvement
Orsay

Il convient de définir les termes de déficience, incapacité et handicap. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la déficience désigne la cause médicale ; l'incapacité définit les conséquences fonctionnelles de la déficience ; quant au handicap, il désigne les conséquences sociales des deux facteurs précédents. Ainsi par exemple, les paraplégiques, qui ont une lésion de la moelle, présentent une déficience motrice, ils ont une incapacité à marcher ; ils sont handicapés dans les situations qui nécessitent un déplacement et ce, évidemment, d'autant plus que l'environnement est moins adapté à l'utilisation des fauteuils roulants.

La question qui est posée dans la présente étude est de savoir si des paraplégiques peuvent être handicapés dans l'exécution d'une tâche manuelle, c'est-à-dire dans une situation de travail sur table, considérée habituellement comme non handicapante. Une telle question est loin d'être de pure forme. Il est en effet bien connu, depuis Hess (1943), que toute activité motrice volontaire nécessite une base posturale, que l'exécution du mouvement a pour conséquence de perturber. La réaction à cette perturbation se traduit par des ajustements posturaux anticipateurs qui ont été décrits aussi bien chez l'animal par Ioffe et Andreyev (1969), Massion et Gahery

(1981), que chez l'homme par Belenkii et al. (1976), Bouisset et Zattara (1981) et par Cordo et Nashner (1982). Ces ajustements posturaux ont pour rôle de s'opposer à la perturbation due au mouvement et tendraient à en réduire l'effet perturbateur. Du fait des déficits sensori-moteurs que l'atteinte médullaire induit chez les paraplégiques, ceux-ci seraient donc susceptibles de présenter des ajustements posturaux différents des sujets valides. Si aucune recherche n'a, semble-t-il, été consacrée à l'examen du bien-fondé de cette hypothèse, on peut toutefois considérer comme des arguments favorables, certains des résultats obtenus par Pauly et Steele (1966) et par Andersson et Ortengren (1974), étudiant chez des paraplégiques l'activité des extenseurs du rachis. Donc vérifier cette hypothèse et en apprécier les conséquences ergonomiques constituent l'objet de la présente étude.

La figure 1 montre schématiquement la tâche test que doit réaliser le sujet assis dans un fauteuil roulant (F.R.). La tâche consiste à déplacer vers l'avant avec la main droite le plus rapidement possible une charge de 1 kg entre deux emplacements d'un plan de travail horizontal, les deux emplacements sont situés dans le plan sagittal du sujet et localisés de manière à imposer une amplitude presque maximale au déplacement de l'objet. La tâche étant exécutée à vitesse maximale, le sujet se trouvait donc en situation d'être soumis à une perturbation posturale non négligeable. Il est à noter que l'exigence de précision n'est pas présentée comme impérative. Le dossier du F.R. est mis à la verticale et les freins sont bloqués. L'ensemble F.R./sujet repose sur un plateau de forces qui est un dispositif de mesures.

Figure 2 : Le plateau de force (P.F.) peut être schématisé comme la reproduction d'un morceau du sol dont il est possible de connaître l'amplitude et la direction des forces qui s'exercent à sa surface, on démontre alors que l'ensemble de ces forces peuvent se réduire à une force résultante appliquée au centre des pressions. La connaissance de cette force résultante permet donc de connaître la dynamique du système qui évolue à sa surface. En d'autres termes le P.F. est équivalent à un triple accéléromètre placé au centre de gravité du système. Le P.F. donne comme informations : les forces antéro-postérieure, latérale, et verticale. L'intégration simple et

double de ces forces donne la vitesse et le déplacement du centre de gravité. Le P.F. permet également de connaître les coordonnées du centre des pressions. Le P.F. utilisé dans cette étude possède des dimensions suffisantes pour recevoir un fauteuil roulant (F.R.), il a une forme triangulaire de 2 m de côté, les quatre rectangles schématisent les roues et les roulettes du F.R., le grand rectangle en pointillé représente le plan de travail qui ne repose pas sur le P.F. Chaque sommet du triangle est encastré dans un ensemble de trois capteurs (un vertical et deux horizontaux).

Figure 3

Parallèlement nous avons examiné par électromyographie de surface le niveau d'excitation d'un certain nombre de muscles du membre supérieur, de la ceinture scapulaire et du tronc.

Au cour de l'expérimentation, on a considéré, de façon systématique, le niveau d'excitation de six muscles du tronc et de la ceinture scapulaire, muscles bénéficiant d'une innervation normale chez les paraplégiques examinés et présentant un comportement consistant dans le mouvement étudié : ce sont, les Trapezius (portion supérieure), T.S., les Serratus Anterior (portion inférieure), S.A., les Latissimus Dorsi, L.D., droits et gauches. Les électrodes étaient de préférence placées au milieu du corps musculaire au niveau des digitations se terminant sur les 5ème et 6ème côtes pour les S.A. et 3 cm environ en-dessous de la pointe de l'omoplate pour les L.D. Par ailleurs, on a également considéré, par rotation, de façon à faire toutes les comparaisons souhaitables, les Trapezius (portion moyenne), T.M., le Triceps et le Biceps droits (T.B.d et B.B.d), les Pectoralis Major (portion claviculaire), P.M., ainsi que, chez les valides, les Erectores Spinae (au niveau L4), E.S., voire de façon exceptionnelle, d'autres muscles, tels le Rectus Abdominis. Ce sont, au total, seize muscles qui ont ainsi été enregistrés de façon plus ou moins systématique.

La figure 4 résume les moyens techniques utilisés.

Le signaux des capteurs du P.F. sont digitalisés et échantillonnés avec une période d'échantillonnage de 5 ms par un mini-ordinateur PDP 11/04, ces signaux ainsi que celui du début de l'exécution de la tâche, c'est-à-dire, le début du mouvement de la

main et la fin de l'exécution de la tâche sont stockés sur disquette. Les activités électromyographiques sont enregistrées sur bande magnétique. Elles sont traitées en différé sur le mini-ordinateur avec une période d'échantillonnage de 1 ms.

L'expérimentation a porté sur deux échantillons de sujets droitiers, soit douze paraplégiques (neuf hommes et trois femmes), d'âge compris entre 19 et 49 ans et huit valides (cinq hommes et trois femmes), d'âge compris entre 20 et 33 ans.

Les paraplégiques ont été choisis en fonction de leur atteinte. Ce sont des T4 complets d'origine traumatique qui impliquait la perte des abdominaux et des érecteurs du dos. Ils ne portaient ni corset ni gaine au cours de l'expérimentation ; ils exerçaient tous une activité professionnelle et certains pratiquaient un sport.

Chaque sujet effectue des séries de 5 essais consécutifs, séparés par des périodes de repos suffisantes pour éviter tout risque de fatigue. Deux à trois séries de mouvements identiques ont été effectuées.

La figure 5 présente la superposition de 5 enregistrements d'un sujet paraplégique, le trait vertical correspond au début de l'exécution de la tâche. Cette superposition montre la reproductibilité des tracés mécaniques et les tendances des activités électromyographiques. Les deux premiers tracés mécaniques YI et XI correspondent aux variations des coordonnées latérale et antéro-postérieure du centre des pressions (C.P.) ; on peut constater que la composante latérale n'a pratiquement pas varié à la fin du mouvement, ceci à cause de la direction du mouvement. Sur la composante antéro-postérieures du C.P. on peut constater un déplacement vers l'arrière, précédant de peu la date d'exécution de la tâche. En examinant les tracés des accélérations verticales RZ, latérales RY et antéro-postérieures RX, on remarque que l'accélération est dirigée vers l'avant et vers le haut. Les variations de RX et RZ précèdent également t_0 . Sur les enregistrements des EMG redressés, on constate que les activités musculaires sont, pour la plupart des muscles, bilatérales et qu'elles précèdent l'instant t_0 . L'examen de tous les enregistrements des sujets paraplégiques et valides d'une part, et d'autre part considérant que le mouvement se fait principalement dans le plan sagittal, nous n'avons quantifié qu'un certain nombre de paramètres.

Figure 6

A gauche de la figure est présentée la superposition de 5 enregistrements de l'accélération verticale RZ et de l'accélération antéro-postérieure RX d'un sujet valide, tandis qu'à droite ce sont des enregistrements appartenant à un sujet paraplégique. Premièrement, on peut constater aussi bien chez le sujet paraplégique que chez le valide, la présence d'une phase anticipatrice à l'exécution de la tâche. Deuxièmement, la durée de transport, c'est-à-dire le temps entre t_0 et t_e est significativement plus long chez le paraplégique que chez le valide, ce qui signifie également que la vitesse moyenne de déplacement de la charge est plus faible chez les paraplégiques. Troisièmement, la durée de la tâche est très significativement inférieure à la durée $d_1 + d_2$, c'est-à-dire, la durée du mouvement volontaire du membre supérieur de la main ne constitue qu'une fraction de la durée du mouvement du centre de gravité du corps, qui commence en effet avant l'exécution de la tâche et se prolonge bien après la dépose de la charge. Il y a d'autres différences concernant la dynamique du mouvement que nous ne développerons pas ici. Examinons maintenant les activités EMG.

Figure 7

Cette figure présente la superposition de 5 enregistrements d'activités EMG de 6 paires de muscles chez un sujet valide à gauche et de 5 paires chez un sujet paraplégique à droite.

Du point de vue du niveau d'activation des muscles on constate que les muscles du tronc et de la ceinture scapulaire sont davantage actifs chez les paraplégiques, surtout sur les muscles contralatéraux. En outre, les muscles qui sont déjà actifs chez les valides présentent, en règle générale, une activité plus importante et plus complexe, s'étendant en particulier sur une durée plus longue du mouvement, comme on peut le constater en se rapportant au décours de RX. Certains caractères plus particuliers apparaissent avec régularité. Ainsi, en posture initiale, on trouve chez les paraplégiques une activité de type tonique, plus ou moins importante, dans la plupart des muscles posturaux considérés. Du point de vue de la chronologie de la mise en jeu des muscles, il semble qu'il faille retenir surtout que le premier muscle activé est le Trapèze Supérieur droit, c'est-à-dire, le premier muscle de la ceinture scapulaire aussi bien chez le sujet valide que chez le sujet paraplégique.

gique (à l'exception près de 3 sujets paraplégiques sur les 12 examinés). Chez les 3 sujets, le premier muscle activé est le Trapèze Supérieur gauche.

Par ailleurs, lorsque le premier muscle activé est le T.S.d, le deuxième est toujours un muscle contralatéral (S.A.g, L.D.g, T.S.g) du moins chez les paraplégiques. De façon plus générale, si aucun ordre de mise en jeu ne se dégage très nettement en raison des différences inter-individuelles, on constate toutefois que, dans la plupart des cas, l'activation se distribue, chez les paraplégiques, soit alternativement à droite et à gauche, soit simultanément.

Les résultats présentés montrent que les paraplégiques ne répondent pas de la même manière que les valides à la perturbation posturale que constitue le mouvement volontaire et mettent en jeu une stratégie posturale de substitution qui implique une activation plus importante de la partie de la musculature encore fonctionnelle. Comme par ailleurs la performance est inférieure dans la mesure où la durée d'exécution est plus longue pour une tâche donnée et la vitesse plus faible, on peut dire que les sujets paraplégiques sont handicapés dans l'exécution de la tâche considérée. Toutefois, le handicap en question est lié à une situation expérimentale particulièrement défavorable. En effet, la tâche considérée présentait un caractère déséquilibrant certain du fait de la conjonction de différents facteurs tels que le transport de charge (amplitude et vitesse maximum), effectué dans la direction antéro-postérieure et dans le sens centrifuge, et de la stabilité de la posture initiale (fauteuil roulant non ergonomique et exclusion de la main gauche de toute fonction d'appui). Ainsi la question qui se pose est-elle de savoir quelles mesures ergonomiques adopter pour supprimer éventuellement le caractère handicapant de la situation de travail. En fonction de ce qui a été dit précédemment, les mesures découlent d'une réduction de la perturbation constituée par le mouvement volontaire et d'une augmentation de la stabilité posturale.

Les mesures permettant d'augmenter la stabilité posturale sont liées à la conception du fauteuil roulant et, de façon plus générale, à la disposition d'appuis convenablement répartis. Les caractéristiques d'un fauteuil roulant ergonomique ont été d'abord étudiées par Brattgard (1969), puis précisées par Andersson et Ortengren (1974).

On peut par ailleurs se demander, du fait de l'instabilité liée à la position du tronc en fin de mouvement, si un appui antérieur fixé au plan travail ne serait pas souhaitable. D'après les mêmes auteurs, l'utilisation d'accoudoirs, convenablement réglés, favoriserait, tout comme l'inclinaison du dossier, la stabilité posturale et la diminution tant de la pression intra-discale (au niveau L3) que de l'activité EMG des muscles du dos. En outre, la saisie de l'accoudoir pouvant être un facteur important de la stabilité posturale, il conviendrait, conformément à la présente analyse, d'en concevoir la forme et le diamètre en fonction des données ergonomiques permettant la prise (grip) la plus efficace.

En conclusion, si les paraplégiques de niveau T4 peuvent être handicapés dans l'exécution d'une tâche manuelle, une adaptation convenable du poste de travail devrait être susceptible de supprimer et, pour le moins, de réduire le caractère handicapant de la situation de travail.

Enfin, une conséquence pratique doit être soulignée. Elle concerne les méthodes de rééducation qui devraient privilégier sans aucun doute les exercices synthétiques, c'est-à-dire globaux, de façon à atteindre une meilleure coordination et un moindre coût des différents muscles.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSSON B.J.G., ORTENGREN R. - Myoelectric back muscle activity during sitting.
Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 1974a,
Suppl. 3, 73-90.

- ANDERSSON B.J.G., ORTENGREN R. - Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. III. Studies on a wheelchair.
Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 1974b, 6, 122-127.
- BELENKII V.Y., GURFINKEL V.S., PALTSEV Y.I. - Elements of control of voluntary movement.
Biofizika, 1967, 12, 135-141.
- BOUISSET S., ZATTARA M. - A sequence of postural movements precedes voluntary movement.
Neuroscience Letters, 1981, 22, 263-270.
- BRATTGARD S.O. - Anatomiskt-fysiologiska krav pa rullstolar
Svensk. Lakartidn 53 : 3036.
Réadaptation, 1969, 162, 11-18 (in French).
- CORDO P.J., NASHNER L.M. - Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements.
Journal of Neurophysiology, 1982, 47, 2, 287-302.
- HESS W.R. - Teleokinetisches und ereismatisches Kräftesystem in der Biomotorik.
Acta Physiologica et Parmacologica Helvetica, 1943, 1, C62-C63.
- IOFFE M.E., ANDREYEV A.E. - Inter-extremities coordination in local motor conditioned reactions of dogs (in Russian).
ZH Vyssh Nervn Deyat Pavlova, 1969, 19, 557-565.
- PAULY J.E., STEELE R.W. - Electromyographic analysis of back exercizes for parapagic patients.
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 47, 730-736.

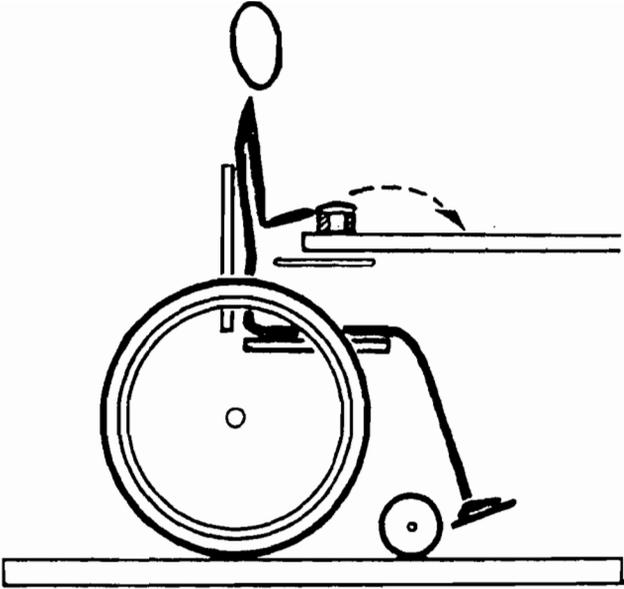


Figure 1

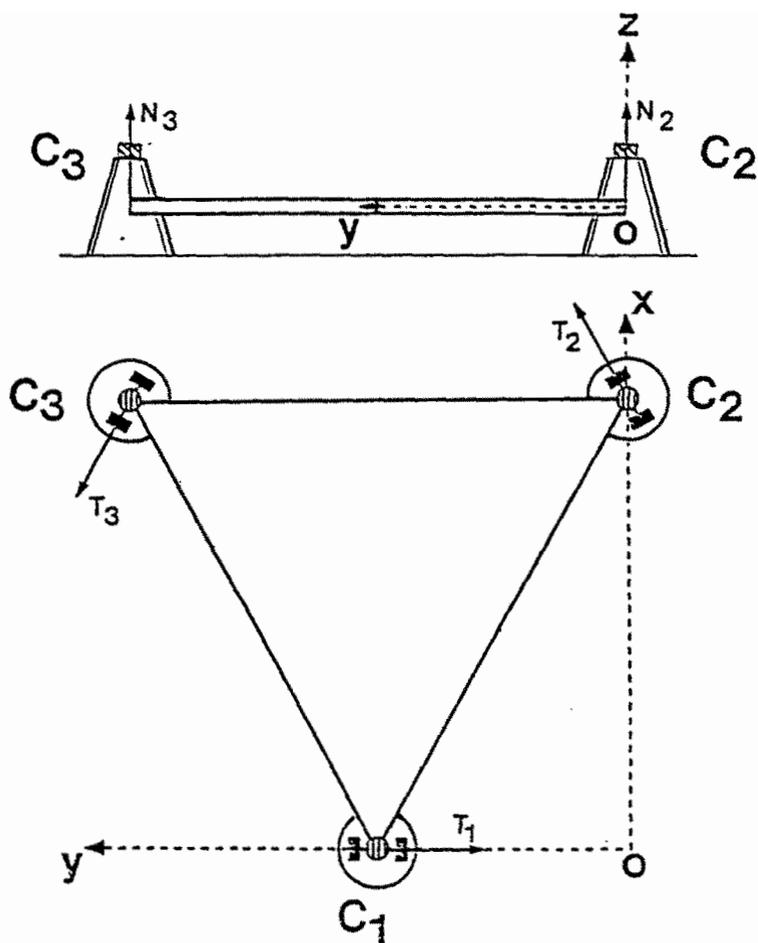


Figure 2

Schéma du plateau de forces et matérialisation des axes de mesure
 en haut : vue en coupe passant par les capteurs C_2 et C_3
 en bas : vue de dessus

C_1 , C_2 et C_3 : capteurs (en noir, capteurs horizontaux, en hachure, capteurs verticaux)

N_1 , N_2 et N_3 : forces mesurées par les capteurs verticaux

T_1 , T_2 et T_3 : forces mesurées par les capteurs horizontaux

O_X , O_Y et O_Z : axes orthogonaux de mesure du plateau de forces.

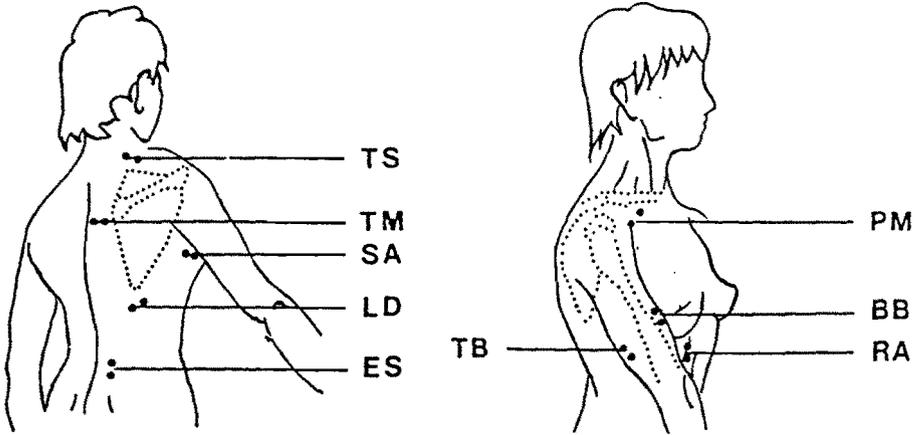


Figure 3

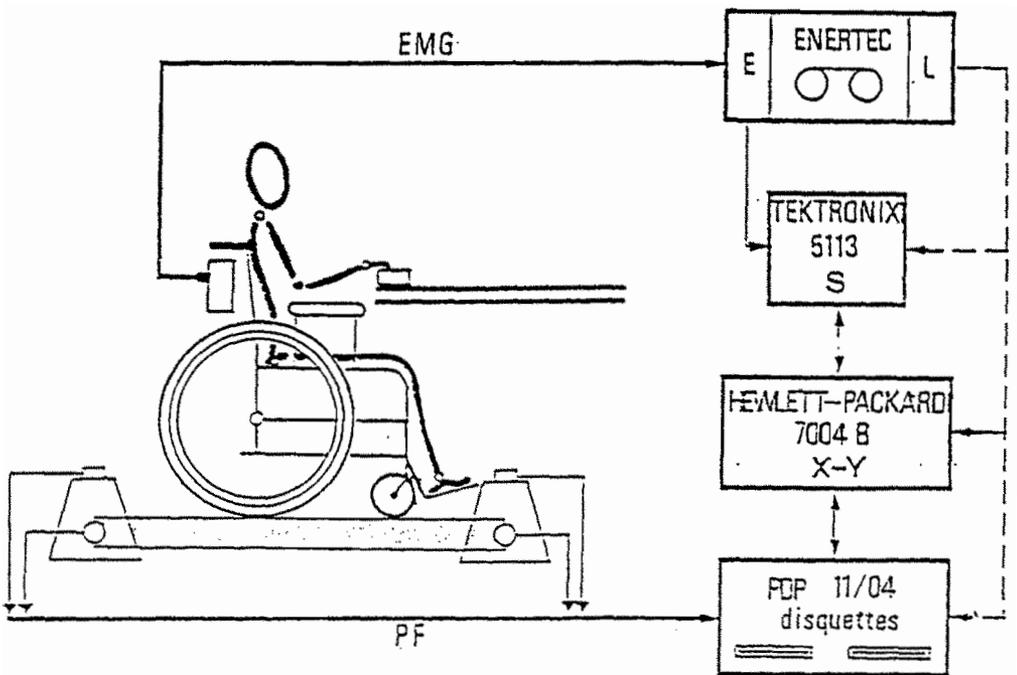


Figure 4

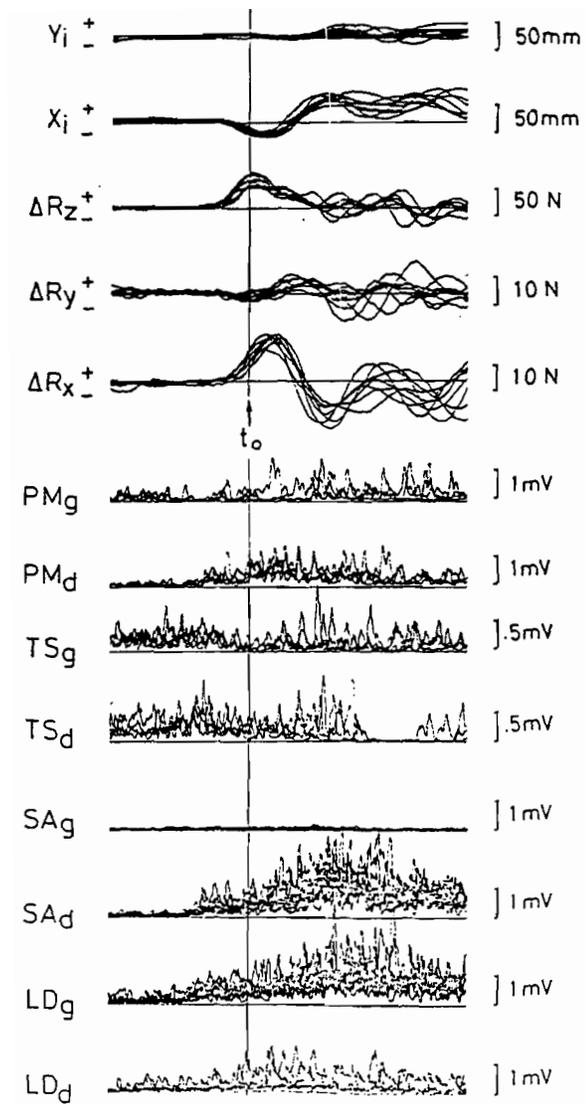


Figure 5

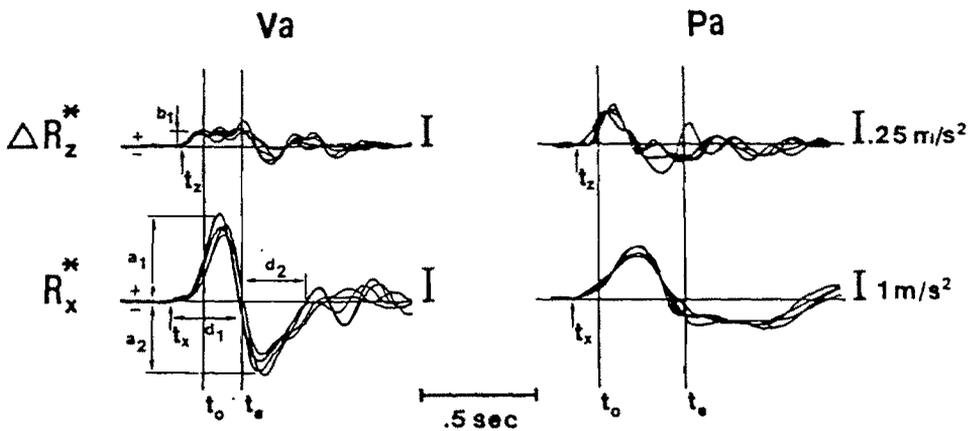


Figure 6

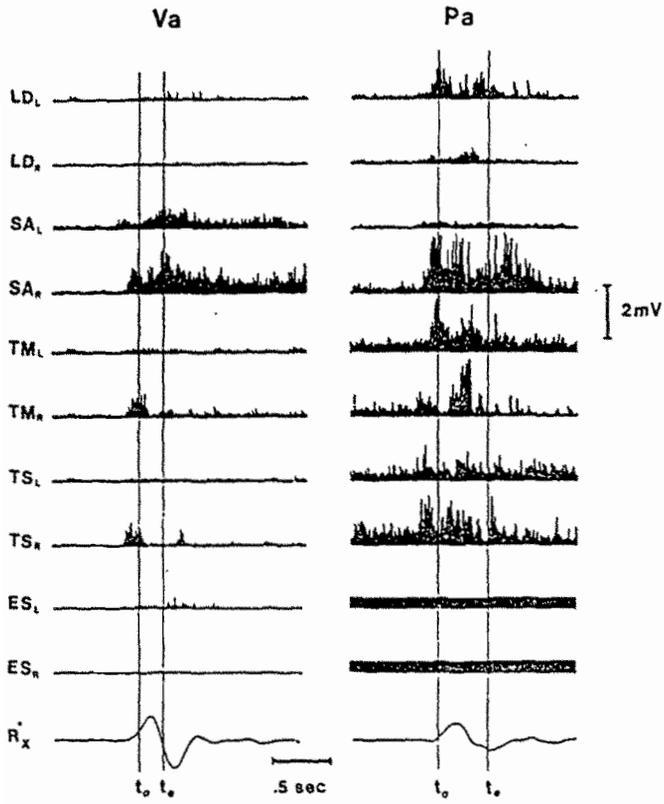


Figure 7

**LA REPRESENTATION DE L'ESPACE
CHEZ LES ENFANTS MYOPATHES
ET CHEZ LES ENFANTS I.M.C.**

(évaluation du déficit et des possibilités de compensation cognitive)

*Philippe TIQUET,
Allocataire de recherche
Pierre LECOCQ
Professeur à l'Université de Lille III
Laboratoire des acquisitions
cognitives et linguistiques
D.U.L.J.V.A. Université de Lille III
BP 149, Villeneuve d'Ascq*

Le travail rapporté dans cette communication concerne les résultats partiels d'un programme de recherche plus large qui s'intéresse aux problèmes de représentation spatiale liés au handicap moteur, avec ou sans atteinte neurologique, et à la mise en place d'un environnement compensatoire.

Différentes recherches ont mis en évidence l'existence de déficits dans les capacités de représentation de l'espace des enfants handicapés moteurs (1). Ces mêmes travaux conduisent à penser que pour les enfants sans atteinte neurologique, l'activité de

1. Colin D., Le Moine C., La construction de l'espace projectif, étude comparée d'enfants handicapés moteurs et valides, *Neuropsychiatrie de l'enfance*, 1980, 28, (1-2), 13-20.

Colin D., Nurit J.F., Etude génétique de la construction de l'espace chez les enfants myopathes, *Neuropsychiatrie de l'enfance*, 1980, 28, (1-2), 21-28.

représentation spatiale n'est pas cognitivement impossible mais limitée par une carence en expérimentation active. S'appuyant sur des recherches qui relativisent les liaisons entre perturbations motrices et perturbations cognitives (2), une part de notre projet vise à systématiser l'observation des capacités représentatives sur le plan spatial, d'un large échantillon d'enfants myopathes (myopathie lente ou rapide) et d'enfants IMC (spastiques ou athétosiques), dans le but de dégager les variables signalétiques les plus significatives quant au niveau de représentation obtenu. Dans la partie qui nous intéressera ici, nous tenterons de montrer l'effet compensateur que peut avoir le langage LOGO sur la limitation des expériences spatiales, propre à ces enfants, et les conséquences que son utilisation peut entraîner sur le plan de la construction de l'espace. Pour cela, 60 enfants répartis en un groupe expérimental (groupe Logo) et un groupe de référence (groupe contrôle) ont été suivis durant huit mois. Pour tous, ce temps d'observation a commencé par un pré-test (niveau 1) constitué de deux épreuves permettant d'apprécier leur niveau de représentation spatiale. Quatre mois plus tard (niveau 2), les mêmes tests sont appliqués, ainsi qu'à l'issue des huit mois d'expérimentation (niveau 3).

LE LANGAGE LOGO

C'est un langage parent du LISP, mis au point au M.I.T. par une équipe dont le but était de créer un champ d'exploration, d'apprentissage en accord avec les présentations piagétienne du développement de l'enfant. Un des points importants du travail en milieu Logo, est que l'enfant (ou l'adulte) est l'acteur principal de sa progression. On ne trouve pas une progression, mais des progressions propres aux différents sujets, caractérisées par la démarche suivie et le temps consacré à celle-ci (ce qui est très appréciable dans le cadre de l'éducation spécialisée). Le milieu Logo est un milieu à structurer ; la personne en situation se structure elle-même en cherchant à organiser cet environnement. C'est

2. Mounoud P., La main et le développement cognitif. Importance de l'action dans le développement cognitif. In : *Maîtrise du geste et pouvoir de la main chez l'enfant*. Colloque Unicef, Flammarion, Paris, 1985.
De Schöner S., Activités sensorimotrices et développement des représentations spatiales dans les 2 premières années de la vie. In : *Maîtrise du geste et pouvoir de la main chez l'enfant*. Colloque Unicef, Flammarion, Paris, 1985.

ce qui différencie Logo de l'E.A.O. (3) traditionnel, où la personne est confrontée à une machine savante qui lui transmet une connaissance. Ici le sujet apprend à l'ordinateur ignorant (4) en apprenant lui-même. On imagine sans peine (et d'autant mieux qu'on l'aura parcouru) la valeur d'un tel champ d'exploration au niveau de l'induction de structures logiques pouvant déboucher sur un nouveau mode de fonctionnement cognitif.

Pour notre travail une partie du Logo fut exploitée, il s'agit du Logo graphique ou plus exactement du monde de la tortue. La tortue de sol (5) est un robot programmable qui se dirige par l'intermédiaire de cartes, chaque carte correspond à un primitif logo. La tortue graphique est la représentation à l'écran de cette tortue de sol. Pour déplacer cette tortue, le sujet est constamment obligé de manipuler des ordres de positionnement dans l'espace (l'importance du vocabulaire spatial disponible joue un rôle dans la structuration de l'espace (6)) et de projeter ses propres références corporelles sur cet objet qui peut soit être en accord d'orientation, soit en opposition totale (position du vis-à-vis). L'enfant qui manipule doit aussi tenir compte de références objectives qui peuvent être positionnées à l'écran.

EPREUVES UTILISEES

Deux tests permettent de situer l'enfant dans son degré de structuration de l'espace : ils sont empruntés à Laurendeau et Pinard (7) qui ont constitué un étalonnage sur une population d'enfants sans problème moteur. Le test des notions de droite et de gauche cerne l'acquisition des notions de base de l'espace projectif. L'épreuve de localisation de sites topographiques met en évidence le niveau de construction du système projectif de perspectives et du système euclidien de référence.

3. Enseignement Assisté par Ordinateur.

4. Voir Weir S., Watt D., Logo : a computer environment for learning disabled students, the computer teacher, 1981, 5, 11-17.

5. Jeulin, 28 rue Lavoisier, ZI n° 2, BP 3110 - 27031 Evreux Cedex.

6. Bibeaud J., Colin D., Feulvé, La construction de l'espace projectif, étude comparative d'enfants sourds et entendants. Neuropsychiatrie de l'enfance, 1980, 28, (1-2), 45-49.

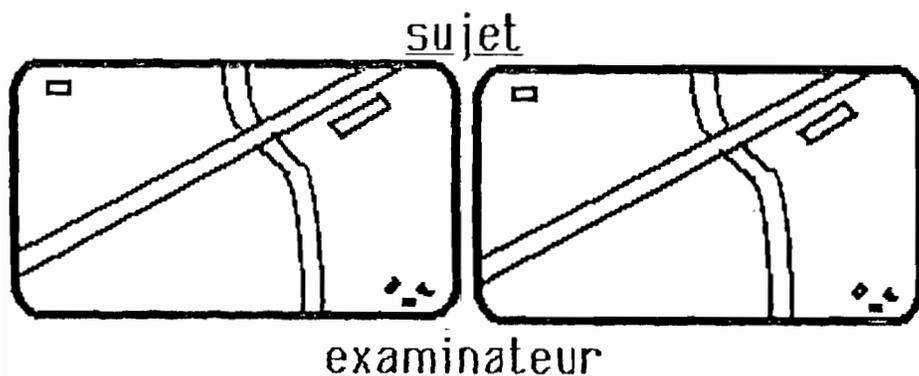
7. Laurendeau M., Pinard A., Les premières notions spatiales de l'enfant. Delachaux et Niestle, Neuchatel, 1968.

L'épreuve des notions de droite et de gauche est constituée de trois ensembles de questions. La première section regroupe les questions relatives à l'opposition Droite-Gauche sur le corps propre du sujet. La deuxième procède de même, mais sur le corps du vis-à-vis, dégageant ainsi le niveau de décentration du sujet. Le troisième ensemble cherche à vérifier le niveau d'intégration, par le sujet, de la relativité de ces notions de droite et de gauche (un objet central dans une série de trois, n'est jamais toujours à droite, ou toujours à gauche, tout dépend de son point de référence). Le degré de succès à ces différentes sections permet le classement de la personne dans une échelle de stades et de sous-stades en accord avec la description piagétienne de la décentration spatiale progressive. Le stade 0 décrit l'incompréhension totale de l'opposition Droite-Gauche. Le stade 1 est divisé en deux sous-stades, le premier 1A, regroupe les enfants dont la compréhension de l'opposition est encore instable, le second 1B, caractérise l'affirmation du point de vue égocentrique du sujet, capable de raisonner sur cette opposition des notions, mais uniquement dans sa propre perspective. Au stade 2, la personne est alors capable de rompre avec cette unicité de jugement spatial, en se projetant sur le vis-à-vis. Le stade 3 est celui où le sujet tient compte à la fois du point de vue de l'observateur et du point de vue de l'objet lui-même.

L'épreuve de localisation de sites topographiques est composée de deux sections. Dans chacune d'elles le sujet et l'expérimentateur disposent d'un paysage (voir fig. 1) sur lequel sont présents différents repères géographiques simplifiés (voie de chemin de fer, route, maisons). Ils possèdent également un petit bonhomme à positionner, le sujet devant reproduire la localisation réalisée par l'expérimentateur. Dans la section A, les deux plans sont orientés de façon identique. Dans la section B, le plan de l'adulte subit une rotation de 180° . Lors de chaque section, 12 sites de positionnement sont utilisés.

Figure 1

**Positionnement des paysages du test de localisation
de sites topographiques, section A**



L'épreuve de localisation de sites topographiques permet d'explorer le prolongement des notions topologiques en notions projectives et euclidiennes. La réussite à cette tâche est possible si l'enfant est capable de reconnaître les rapports euclidiens qui existent entre les objets appartenant à un même ensemble préstructuré. L'enfant doit également maîtriser la coordination des notions projectives droite-gauche et avant-arrière, lorsqu'il y a rotation du plan. Les stades mis en évidence sont organisés de la manière suivante : un stade 1 où le sujet utilise des relations d'ordre topologique (dominée par la continuité du champ perceptif ou l'unité fonctionnelle d'un champ d'expérience relatif à un objet qui ne peut être considéré dans ses relations avec les autres) ; un stade 2 où apparaît une utilisation progressive des rapports projectifs (devant-derrrière, Droite-gauche) ; un troisième stade correspondant à la coordination opératoire des rapports projectifs (coordination des objets et de leur emplacement).

POPULATION

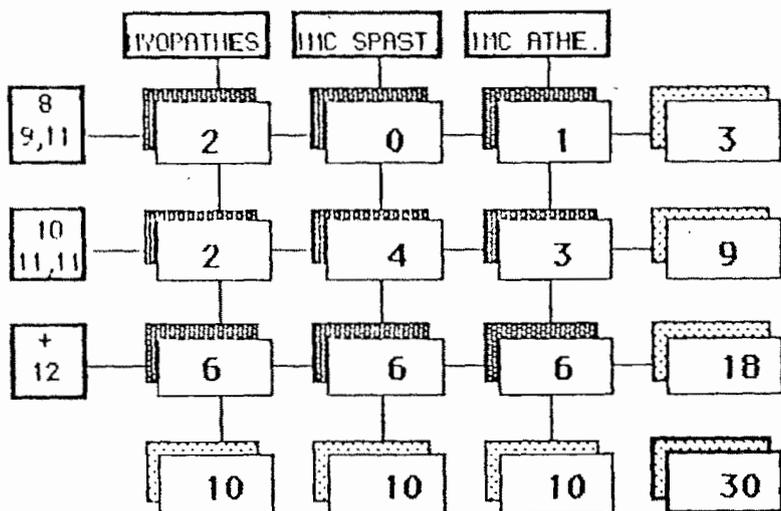
Nous ne présentons ici que les résultats issus de la comparaison de deux groupes d'enfants âgés de 8 à 16 ans (voir fig. 1) et appariés selon différentes variables : l'âge, le Q.I., le type de handicap moteur (myopathie lente ou rapide, infirmité motrice cérébrale de type spastique ou athétosique), le niveau de base aux différents tests utilisés, la scolarisation et la maîtrise du langage oral.

Les 30 enfants du groupe expérimental (groupe Logo) ont participé à 8 mois d'atelier informatique en environnement Logo, à raison d'une heure chaque semaine, et d'un micro par enfant. La démarche éducative de ces séances visait à l'exploration la plus complète possible du Logo graphique compte tenu des possibilités de chaque enfant. Dans cette optique les enfants ont alterné le libre choix de projets graphiques et la résolution de problèmes de déplacement de la tortue, en situations hiérarchisées selon la difficulté de décentration spatiale requise. Les premiers ateliers étaient consacrés à la manipulation de la tortue de sol Jeulin, étape nécessaire pour passer au travail sur le plan vertical de l'écran de l'ordinateur.

Les 30 enfants du groupe contrôle, ne bénéficiaient pas d'une intervention Logo, mais participaient aux mêmes évaluations du niveau de représentation de l'espace. Il est également important de signaler pour la validité de l'appariement que ce groupe d'enfants était aussi en contact avec des intervenants utilisant la micro-informatique comme support pédagogique (ergothérapeutes, orthophonistes, éducateurs ou enseignants).

Figure 2

Répartition des enfants dans le groupe logo et le groupe contrôle



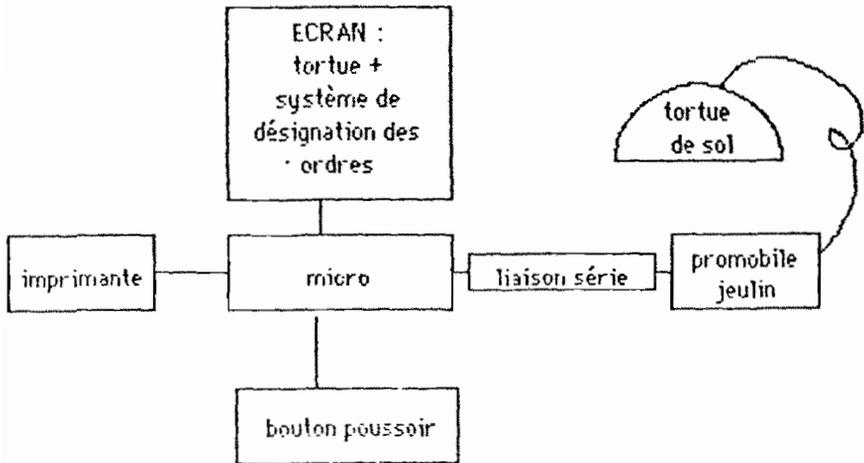
INTERFACE ENFANT-MICRO

Pour les enfants ne pouvant manipuler un clavier ou un lecteur de cartes pour la tortue de sol, notre collaboration avec l'équipe informatique du centre Marc Sautelet (8) a permis la mise au point et l'utilisation d'interfaces logicielles et matérielles. Celles-ci rendent possible pour l'enfant fortement limité dans sa motricité, la désignation des primitifs logo ou des dictionnaires de la tortue de sol, par simple pression sur un bouton-poussoir (voir fig. 3).

8. Taquet E. et Destop X., Centre APF, Villeneuve d'Ascq.

Figure 3

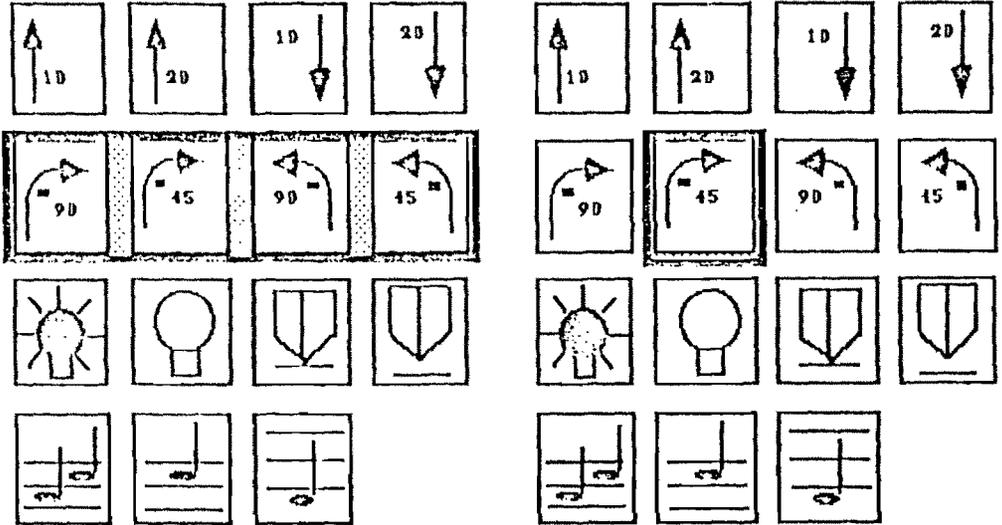
Présentation du matériel utilisé lorsque l'enfant ne peut manipuler directement le clavier ou le lecteur de carte de la tortue de sol



Nous présentons en figures 4 et 5 quelques exemples de systèmes de désignation d'ordres à destination de la tortue de sol ou de la tortue écran. Pour le premier on observe à l'écran un balayage en vidéo inverse des lignes les unes après les autres. Lorsque l'enfant voit la ligne où se situe le pictogramme choisi, il appuie sur le bouton-poussoir. Le balayage se poursuit alors sur cette ligne, colonne après colonne, jusqu'à la vignette désirée qui est sélectionnée par un nouvel appui. Le système envoie cet ordre à la tortue de sol.

Figure 4

Exemple de désignation de pictogrammes pour la tortue de sol (9).
Ici balayage "lignes-colonnes" pour le choix de Droite 45°



Pour désigner un primitif Logo, dans le cadre du Logo écran, on peut proposer la désignation par quadrants (voir fig. 5). Chacun de ceux-ci affiche au départ un ensemble de primitifs qui peut être sélectionné lors du passage du curseur noir, par pression sur le bouton-poussoir. Quand un ensemble est choisi, ses éléments se redistribuent sur les quadrants et la désignation reprend jusqu'au nouvel appui qui permettra le choix de l'ordre désiré. Si la primitive Logo nécessite un paramètre numérique, une désignation, linéaire ou par quadrant, du chiffre est alors proposée.

9. D.M.I. Centre Marc Sautet, 64 rue de la liberté, BP 119, 59652 Villeneuve d'Ascq Cedex.

Figure 5

Exemple de désignation par quadrant.

Ici visualisation du bas de l'écran (la partie supérieure servant au tracé du Logo graphique) pour la sélection de Droite 9°

AV RE DR GA <input type="checkbox"/>	LC BC MT CT
APPRENDS ED MOT	VE CENTRE

AV	RE
GA	<input checked="" type="checkbox"/> DR

1 2 3 4 5 6 7 8 <input checked="" type="checkbox"/> 9 0 STOP
DR 9

Résultats :

Pour chaque test, nous avons retenu comme variables dépendantes le stade atteint par l'enfant et le nombre d'erreurs commises (10). Les résultats présentés ne font que comparer le groupe logo et le groupe contrôle tels qu'ils ont pu être décrits, la prise en compte des niveaux d'âge et des types de handicaps (de façon séparée et non pas en interaction vu le faible effectif par cellule) est en cours de traitement.

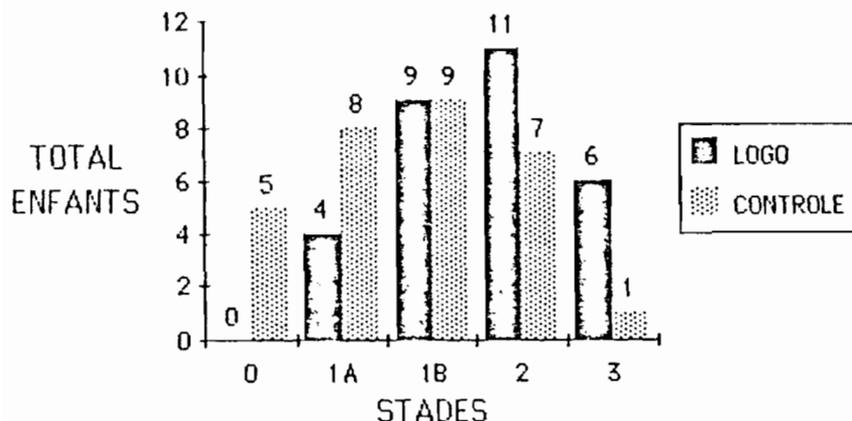
10. Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans les détails des sections ou des types d'erreurs.

Résultats concernant la répartition des enfants en stades et sous-stades :

La figure 6 permet de saisir la différenciation significative des deux groupes après les huit mois en milieux distincts, quant à la répartition des enfants dans l'échelle des stades. Ici pour le test de notion de droite et de gauche, on observe deux distributions décalées et statistiquement différentes (Khi^2 , $p < .03$). Le groupe Logo ayant plus d'enfants dans les stades supérieurs et moins dans les stades inférieurs. On remarque aussi qu'aucune des deux distributions (même celle du groupe Logo) n'a sa valeur modale au stade 3.

Figure 6

Notion de droite et de gauche
Répartition des enfants dans les stades et sous-stades
comparaison groupe logo/groupe contrôle au post-test



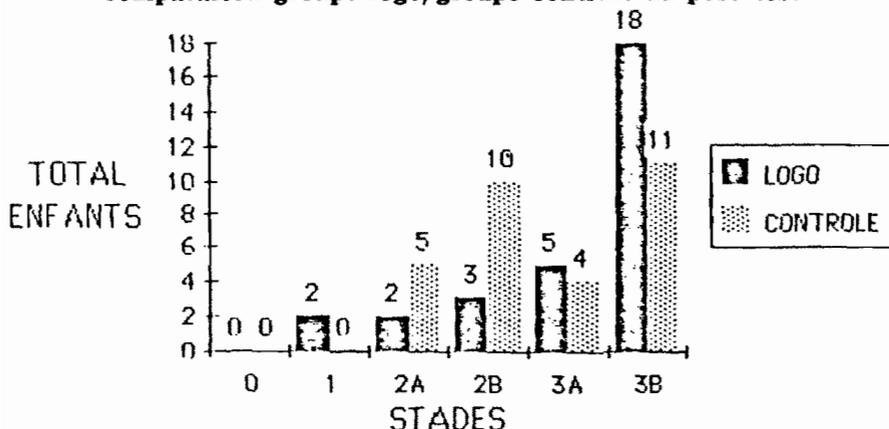
L'intervention Logo apparaît efficace pour cette variable dépendante puisqu'elle décale dans l'échelle des stades, deux populations qui possédaient la même distribution statistique, huit mois auparavant (voir annexe).

En ce qui concerne l'épreuve de localisation de sites topographiques (voir fig. 7), les deux populations sont significativement distinctes (Khi^2 , $p < .06$), mais on s'aperçoit des différences de répartition suivantes : l'étendue est plus importante pour le groupe Logo, alors que le groupe contrôle semble organisé bimodalement.

L'analyse plus fine des résultats (intégrant l'âge ou le handicap) permettra probablement d'éclaircir la situation. A la différence des enfants du groupe contrôle, la majorité des enfants du groupe Logo ont un niveau 3B, donc une bonne coordination de l'inversion des dimensions Avant-Arrière et Droite-Gauche lors de la section B, une bonne intégration des dimensions projectives et euclidiennes.

Figure 7

Localisation de sites topographiques
Répartition des enfants dans les stades et sous-stades
comparaison groupe logo/groupe contrôle au post-test



L'évolution habituelle (hors milieu Logo), représentée par le groupe de référence, est distincte de celle observée en milieu Logo.

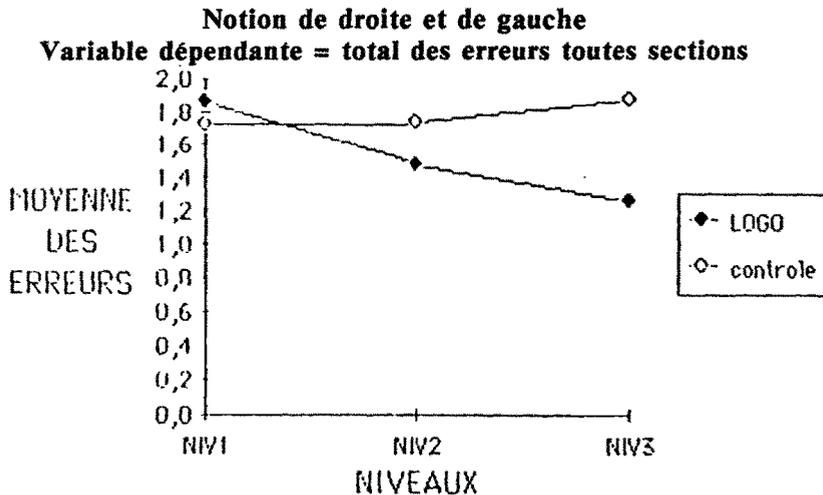
Résultats concernant le nombre d'erreurs dans les différents tests :

Nous resterons pour le test de notion de droite et de gauche au niveau d'un regroupement des erreurs à travers toutes les sections. Comme il est visible sur la figure 8, l'évolution des deux groupes n'est pas semblable. Du pré-test au post-test, le groupe contrôle reste statistiquement au même niveau de réussite. Le groupe Logo diminue significativement ses erreurs dès le niveau 2 (T apparié, $p < .05$), et continue cette amélioration jusqu'au niveau 3 (T apparié, $p < .005$). Au moment du post-test, le groupe contrôle fait

significativement plus d'erreurs que le groupe Logo (T indépendant, $p < .025$).

Lorsque l'on compare par la méthode des contrastes le niveau 1 (où l'environnement logo n'est pas encore intervenu) et le regroupement des niveaux 2 et 3, on obtient une interaction significative avec la variable milieu ($F, p < .05$). L'introduction de la pédagogie Logo pour un groupe permet de différencier deux populations homogènes quant à leur niveau de base à l'épreuve de notion de droite et de gauche. Cette différenciation se fait au bénéfice des enfants participant aux ateliers Logo.

Figure 8

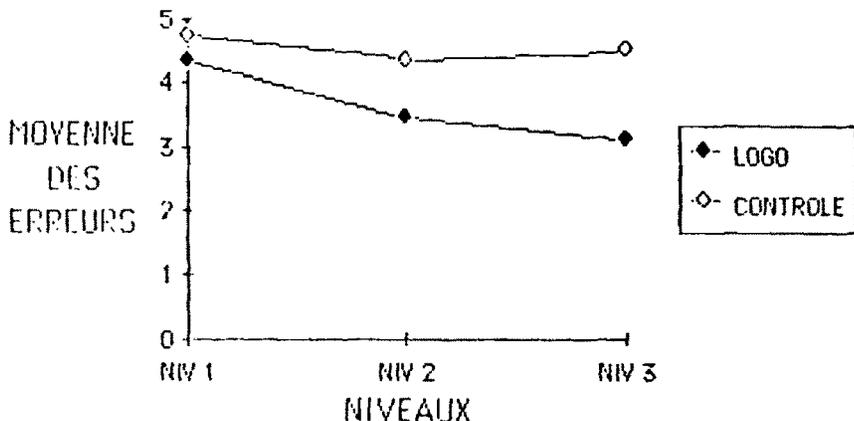


Les observations recueillies avec l'épreuve de localisation de sites topographiques mettent en évidence une évolution semblable du nombre d'erreurs commises par les deux groupes dans la section A du test. Ce n'est qu'en section B, plus difficile puisque contemporaine de la rotation du plan, que les deux populations évoluent différemment. Pas de changement pour les enfants du groupe contrôle le long des huit mois, et chute de la quantité d'échecs pour les enfants travaillant en milieu Logo à l'issue de ces huit mois de pratique (T apparié, $p < .01$) (voir fig. 9). Au post-test le groupe logo réalise moins d'erreurs que le groupe de référence (T indépendant, $p < .06$). La différenciation de l'évolution des deux groupes se

fait donc sentir là où le niveau de représentation spatiale requis est le plus important.

Figure 9

Localisation de sites topographiques
Variable dépendante = erreurs dans la section B
Comparaison logo/contrôle



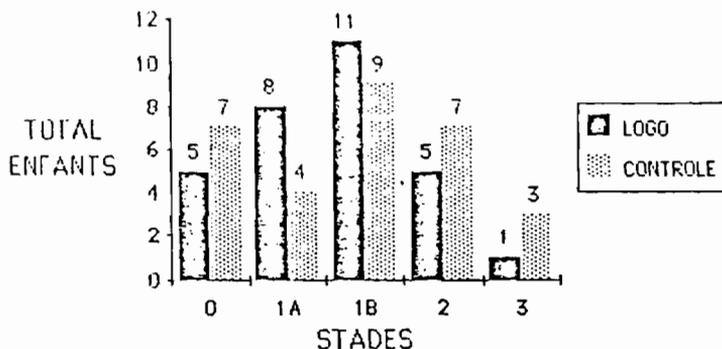
Dans l'état actuel du traitement des résultats, notre hypothèse de l'évolution différenciée des deux groupes est confirmée. Le décalage qui s'instaure progressivement au long des huit mois aboutit à cette situation qui voit les enfants ayant bénéficié de l'intervention Logo réaliser moins d'erreurs que les enfants du groupe contrôle, au test de notion de droite et de gauche et dans la section la plus exigeante quant aux capacités de représentation exigées, de l'épreuve de localisation de sites topographiques. Cette efficacité du contact avec l'environnement Logo apparaît aussi dans la répartition des deux groupes d'enfants dans les échelles de stades des deux épreuves.

BIBLIOGRAPHIE

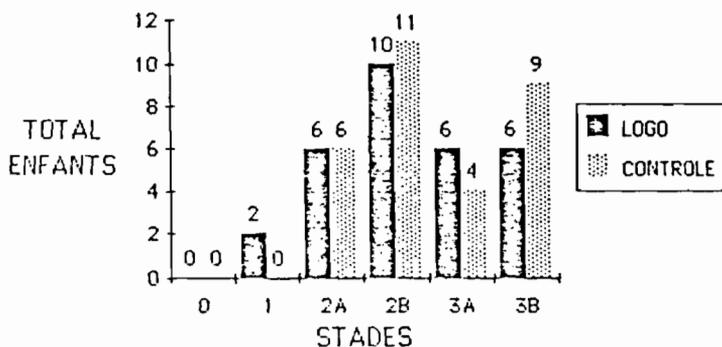
- LECOQC P., SIZAIRE P., TIQUET P. - A propos des "prothèses cognitives".
Communication au colloque "Activités cognitives : modèles de processus, niveaux d'observation", Colloque S.F.P. Aix, 13-14 mars 1986.
- TIQUET P. - Quelques réflexions sur LOGO et la représentation de l'espace chez les handicapés moteurs.
In : *L'informatique et l'éducation spécialisée*, Le courrier de Suresnes, 41, 1984.
- TIQUET P. - Apports du langage informatique LOGO dans le développement et l'entretien des représentations spatiales d'enfants handicapés moteurs.
Mémoire de D.E.A., Université de Lille III, octobre 1984.

ANNEXE : Présentation des répartitions des deux populations au pré-test. Pour les deux tests utilisés, les groupes ne sont pas différents statistiquement.

Notion de droite et de gauche
répartition des enfants dans les stades et sous-
stades comparaison groupe logo /
groupe controle au pré-test

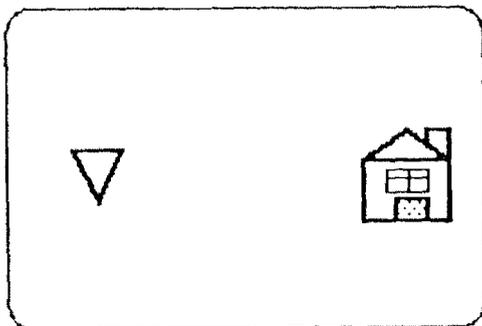
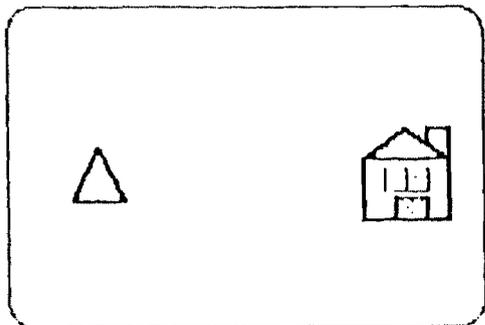


LOCALISATION DE SITES TOPOGRAPHIQUES
répartition des enfants dans les stades et sous-
stades comparaison groupe logo /
groupe controle au pré-test



Exemples de situations hiérarchisées proposées :

Dans la première l'orientation spatiale de la tortue (le triangle) est en adéquation avec celle de l'enfant ; dans la seconde elle est en opposition. La consigne est d'amener le plus rapidement possible la tortue dans sa maison. 16 situations de ce type ont été utilisées.

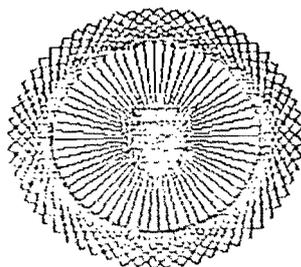
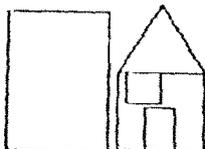


Exemples de réalisations d'enfants en LOGO :

L'hélicoptère est réalisé sous forme d'appel de procédures totalement paramétrées ; ce qui permet de changer sa taille à volonté (enfant à myopathie rapide, 15 ans).

La maison et le garage proviennent d'un travail sur la base d'un emboîtement de procédures simples (enfant IMC sans langage, triplégie spastique, accès au clavier).

La nappe est créée selon la méthode de l'emboîtement de procédures, par un enfant ne pouvant manipuler le clavier et utilisant un système de désignation (enfant IMC avec quadriplégie athétosique sévère, sans langage, 11 ans).



Thème II

CONCEPTION ET EVALUATION ERGONOMIQUE DE L'APPAREILLAGE ET DES AIDES TECHNIQUES

L'ERGONOMIE ET LA CONCEPTION DES MOYENS MOBILES *

*R.H. ROZENDAL, Professeur,
L.H.V. VAN DER WOUDE,
H.E.J. VEEGER
Department of Functional
Anatomy
Interfaculty of Physical
Education - Free University
Amsterdam, Pays-Bas*

INTRODUCTION

Cet exposé a pour objet d'informer, notamment les personnes handicapées moteurs, des programmes de recherche mis en oeuvre sous l'impulsion du Gouvernement hollandais. Des subventions ont déjà été obtenues et nos recherches vont s'étendre de façon remarquable.

UN PROGRAMME DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT

C'est en 1983 que les Pouvoirs Publics hollandais lancent un programme de recherche et de développement en faveur des personnes handicapées sur les aides et les équipements. Cette poli-

* La recherche sur les fauteuils roulants, leur utilisation et les aspects ergonomiques, tel est le thème de ce résumé. Signalons que ces travaux sont soutenus par les Pouvoirs Publics hollandais dans le cadre de deux programmes de recherche en faveur des personnes handicapées : l'un traite de l'innovation, l'autre de la qualité et de la fonctionnalité, quant aux aides et aux équipements.

tique stimule alors la coopération entre la recherche et l'industrie et encourage le transfert de technologie. Les thèmes sont la communication chez les personnes aveugles, les diminués physiques, les sourds et les mal-entendants, mais aussi, la mobilité des personnes handicapées, ou encore le développement de postes de travail pour toute personne handicapée. Ce programme vise à accroître les nouvelles aides et à innover en matière d'équipement.

En ce qui concerne la mobilité, deux projets ont fait l'objet d'études sur les prothèses :

1) Les prothèses pour personnes âgées, les prothèses fémorales notamment, pour lesquelles une nouvelle chaussette est développée. Un modèle de prothèse standard est utilisé pour le pied, la jambe, le genou et la cuisse. La nouveauté a résidé en une chaussette de polymousse provoquant par ventouse un contact souple et total. Cette chaussette peut être enfilée par le patient en position assise. Elle est montée sur une coque en carbone aramide transmettant la force sur la partie supérieure de la prothèse fémorale.

Le poids total de la chaussette est de 2 kg, ce qui représente un gain de poids d'environ 35 % par rapport aux prothèses traditionnelles. Manipuler la valve et assembler la coque est assez facile. Pratique et légère : c'est ce que recherche l'ergonome. Ce modèle a été mis au point par le Centre de Rééducation de Muiderpoort à Amsterdam et la Faculté de l'Université Technique de Delft.

2) Les prothèses et orthèses pour enfants qui sont dessinées dans la même Université, c'est-à-dire, Département de Construction Mécanique.

3) De nouveaux matériaux composites et de nouveaux procédés, CAD/CAM par exemple, pour le développement desquels d'autres projets ont été subventionnés sans qu'il soit pour autant question d'ergonomie.

Dix subventions ont été allouées pour ces projets visant à améliorer les fauteuils roulants manuels et électriques pour adultes et pour enfants. On a testé de nouveaux matériaux de construction sans grand succès. Un compte rendu de différents projets et les débats menés par les concepteurs nous révélaient que ces derniers recherchaient la plupart du temps la mise au point d'une position assise variable. Dans diverses positions la projection verticale du centre de gravité de l'ensemble fauteuil-usager resterait aussi

fermée que possible par rapport aux axes des roues arrière ; ceci, afin de faciliter la conduite et la manoeuvre du fauteuil.

La politique de transports publics, consistant à améliorer l'accessibilité des bus aux personnes en fauteuil roulant, et plus généralement aux personnes handicapées, est développée mais pas assez soutenue à l'époque. Les études sont menées par les Centre de Rééducation de Muiderpoort et les tests sont effectués à l'Institut de Recherche "TNO - Road Vehicles" à Delft.

Aujourd'hui, nous sommes à mi-chemin du programme. La moitié des dépenses a été consacrée aux prothèses, 13 % aux orthèses, 25 % aux fauteuils roulants et 3 % aux transports publics (15 millions de Florins en 5 ans).

Les trois quarts ont été employés au développement des produits, le reste étant investi dans la recherche. L'industrie a participé à hauteur de 50 % et seuls les instituts de recherche ont collaboré à tous les autres projets.

Il est devenu de plus en plus manifeste que l'on délaissait les implications fondamentales de la personne handicapée elle-même sur la recherche des aides et des équipements. Cette constatation se retrouve dans la répartition des subventions allouées.

UN PROGRAMME DE RECHERCHE AXE SUR LA QUALITE ET SUR LE PLAN FONCTIONNEL

Concevoir à nouveau les aides et les équipements ne sera possible qu'en prenant connaissance des types de handicaps et des satisfactions des usagers bénéficiant des aides et des équipements. Ainsi l'Institut de Recherche et d'Evaluation sur l'équipement en faveur des personnes handicapées et le Gouvernement ont incité à programmer une recherche sur la qualité et sur le plan fonctionnel des équipements. Cette étude de marché a défini des produits adaptés aux handicaps et compensant les déficiences. Il ne s'agit donc pas de biens de consommation courante. On peut ne pas considérer comme des outils ou des "ustensiles" si on ne tient pas compte de leurs caractéristiques ni de leur consommation. Une méthodologie spécifique doit être employée pour adapter les fonc-

tions et les propriétés du produit aux caractéristiques fonctionnelles des usagers.

En dépit des interrelations de l'équipement et de l'utilisateur, un certain nombre de produits destinés aux personnes handicapées a été soumis à des tests comme c'est l'usage pour des biens de consommation.

1) Par exemple, les revêtements de sol, les couches pour personnes incontinentes, les aides aux ADL.

2) Ou encore, les béquilles, les prothèses des membres inférieurs, les systèmes d'alimentation ou d'alarme. Les comptes rendus ne sont pas encore disponibles.

Notons que ce programme s'élève à 3,6 millions de florins sur quatre ans.

DEUX EXEMPLES :

La devise des ergonomes est "Adapter le travail au bien-être". Par cette formule, on suppose l'existence d'une relation entre l'homme et son environnement (physique) axé sur le respect des mouvements de l'homme. Les objectifs que se fixe l'ergonomie pourraient être l'adaptation des aides et des équipements aux besoins fonctionnels des personnes handicapées. Développer l'ergonomie sous cet angle suppose de rechercher des solutions techniques et de connaître les handicaps et leurs interactions. A partir de cette réflexion, deux lignes de recherche ont été menées :

1) Une enquête semi-longitudinale auprès des usagers sur les qualités fonctionnelles et de résistance des fauteuils à propulsion manuelle.

2) Une analyse ergonomique de la propulsion des fauteuils concernant les mécanismes de base physiologiques, biomécaniques et anatomiques, et aussi les implications pratiques dues aux différentes conceptions.

Le choix de la conception des fauteuils pour illustrer notre propos s'explique ainsi : tous les équipements sont disponibles, les fauteuils à propulsion manuelle sont fabriqués à l'unité et suscitent

de très complexes interactions avec l'utilisateur, une personne handicapée.

CONCEPTION ET RECHERCHE

Un fauteuil à propulsion manuelle est souvent conçu selon un compromis entre plusieurs exigences fonctionnelles : le déplacement à l'intérieur comme à l'extérieur, la position assise, le travail, le voyage en transport public ou privé. Il devrait être solide, léger, stable, pliant, manoeuvrable, résistant sur le carrelage ou la moquette, dans la rue ou en forêt, à des fins professionnelles ou récréatives. Les personnes non handicapées utilisent d'autres équipements, tenues et moyens de locomotion en diverses occasions. Il ne s'agit pas ici de rechercher un compromis entre toutes ces exigences fonctionnelles. Il est plutôt question de savoir quels sont les besoins susceptibles d'être satisfaits par la recherche d'une conception. Pour y répondre, il suffit de réunir les appréciations des usagers eux-mêmes quant à la qualité technique et à la capacité de service des fauteuils qu'ils utilisent. Une seconde approche consiste à rechercher les aspects techniques et ergonomiques de l'emploi du fauteuil. Nous essayons de faire cohabiter les deux démarches en collaboration avec nos collègues du Centre de Rééducation fonctionnelle de l'Université de Virginie (à Charlottesville, Etats-Unis) où ces dernières années, ont été menées des recherches d'ordre technique et ergonomique.

LA CAPACITE DES SERVICES

Une enquête semi-longitudinale auprès des usagers de fauteuils roulants est conduite par notre groupe. Elle s'attache :

a) aux propriétés et caractéristiques des usagers : âge, sexe, profession, diagnostic médical et fonctionnel du handicap... ;

b) aux conditions et fréquence d'utilisation du fauteuil, chez soi, dehors...

c) aux caractéristiques du fauteuil : marque, modèle, année, caractéristiques techniques ;

d) à la résistance, défaut technique et usure ;

e) aux besoins d'utilisation, aux réclamations, à l'indice de satisfaction sur la solidité et à la capacité de service dans un emploi quotidien.

Cette enquête repose sur :

- un questionnaire téléphonique (564 questions). Les interviews se font deux fois, à neuf mois d'intervalle. On prélève au hasard trois échantillons de 250 usagers, dans trois classes d'âge sur trois années (82, 83 et 84).

- entre les deux interviews, les personnes sondées sont tenues de tenir un journal dans lequel elles décrivent les circonstances et les répartitions suite à d'éventuels problèmes mécaniques.

- environ 10 % des personnes interviewées auront la visite d'un technicien juste après chaque interview. Il fera une vérification "technique type" du fauteuil et décrira avec détail l'état du fauteuil ou toute modification survenue au cours des neuf mois.

- pendant une semaine, on devra tenir un journal d'activité sur les conditions d'emploi et sur la résistance du fauteuil.

- un compte-tour mécanique sera monté sur l'une des grandes roues du fauteuil après la première visite du technicien. Ainsi, la distance parcourue entre les deux visites est évaluée.

Deux autres instruments mesureront la précision et la qualité des données recueillies ci-dessus.

On a espéré recouper les informations sur 250 usagers par classe d'âge. Mais pour diverses raisons, 75 % des gens n'ont pas répondu. C'est très décevant et inattendu. Nous essayons de limiter ces échecs autant que possible (Tableau 1). On peut s'attendre à ce que l'enquête, de par son aspect longitudinal, subisse les effets d'une "mortalité réelle et méthodologique" (Campbell et Stanley, 1963).

REPARTITION DE LA FORCE DANS LES MOUVEMENTS CYCLIQUES

L'analyse du mouvement par l'ergonomie rattache nécessairement une donnée cardio-respiratoire à un effort externe et à une charge mécanique. De ces trois conditions, la première peut être mesurée, la seconde normalisée et manipulée en ergométrie, la troisième analysée en biomécanique. Ingen Schenau (1981) a développé une approche générale afin d'étudier les aspects physiologiques et biomécaniques en interrelation pratique avec les mouvements cycliques, tels le patinage de vitesse, le cyclisme, la natation, la course en fauteuil.

Dans cette approche, la répartition des forces du corps est définie, modélisée et mesurée. Le rendement mécanique peut être enregistré et rapporté aux caractéristiques biomécaniques du mouvement en général et des cycles en particulier.

A l'état constant, la force d'un tel mouvement est générée afin de surmonter les pertes d'énergie externes (la résistance au roulement, à l'air...). La force externe est égale à la somme des résistances externes pendant la vitesse de déplacement mais est aussi égale au travail par cycle.

Si ce n'est dans un état constant, la force de génération s'achève par une accélération.

A l'état constant, la propulsion du fauteuil est :

$$(1) P_0 = P_{Rd} + P_{air} + P_{int}$$

Lorsqu'on ne peut assurer une vitesse constante par cycle et quand le déplacement se fait sur une pente,

$$(2) P_0 = P_{Rd} + P_{air} + P_{int} + P_{acc} + P_{sl}$$

P_0 représente la force externe, P_{Rd} est due au test de roulement, P_{air} la résistance à l'air, P_{int} est la perte d'énergie due à une déformation mécanique du fauteuil pendant la propulsion, P_{acc} est la force exercée pour l'accélération, P_{sl} est la perte d'énergie due à une pente longitudinale ou transversale. Lorsqu'on utilise un treuil électrique comme ergomètre au cours d'un travail expérimental, seuls les pentes longitudinales et les angles d'inclinaison peuvent être simulés.

Pour mesurer P_0 , on utilise un treuil électrique en test de résistance ; le sujet en fauteuil roulant est remorqué par un câble qui le ceinture et qui est relié à un transducteur. Dans ces conditions :

$$(3) P_0 = P_{Rd} + P_{air} + P_{int} + P_{sl} = Fd \cdot V$$

où Fd est la mesure de la résistance et V la vitesse du treuil.

Les effets de P_0 sur les systèmes cardio-respiratoire et musculo-squelettique sont mesurés au cours d'un test par un ergomètre à différentes vitesses et résistances. Avec le treuil, le sujet peut être soumis aussi bien à la vitesse qu'à la pente longitudinale, et ainsi, produire une force externe. Tandis que les autres ergomètres ne prennent pas souvent en compte les effets d'inertie qu'engendre le sujet et son fauteuil, le treuil simule des conditions de déplacement naturelles incluant les effets d'inertie et de résistance (Dreissinger et Londeree, 1982). La résistance à l'air peut être simulée par la compensation d'un poids ou d'une pente.

A l'état constant et submaximal, le résultat de l'efficacité mécanique brute (ME) peut tenir au fait qu'il existe une force externe et une dépense d'énergie (EN) exprimée en unité de temps :

$$(4) ME = P_0/E_n \times 100 \%$$

E_n exprimé en unité de distance est la dépense d'énergie.

LA RESISTANCE ET LES AUTRES PERTES DE PUISSANCE

Deux des termes de l'équation (3) méritent un examen rigoureux. Au cours de la propulsion du fauteuil, le test de roulement consiste :

a) en une perte de contrôle due à la déformation rigide des surfaces de contact ;

b) en une légère glissade des roues sur le sol.

Sauf dans des conditions extrêmes où la force de transmission est soudaine et élevée, où le dérapage constant produit un survirage ou un sous-virage du fauteuil, la glissade reste très modeste

(Mc Laurin, 1983, Mc Laurin et al., 1984). Il apparaît que les résultats de ce test dépendent fortement du poids total du sujet en fauteuil, du diamètre des roues, du type de surface et des pneus. Le concepteur propose un choix de pneus sous-gonflés et de roues grande taille afin de limiter les déformations rigides (Kauzlarich et Thacker, 1985).

Analyser P_{int} n'est pas aisé. Généralement, la perte de puissance est due à une déformation mécanique du fauteuil ; celle-ci est rigide et se fait dans le sens de la propulsion ou dans d'autres directions. Dans le système de propulsion bimanuelle, les pertes de ce type peuvent avoir lieu quand une partie de la puissance exercée par un bras est neutralisée par l'autre bras. Les vecteurs de force qui ne sont pas tangentiels à la rotation de la propulsion d'origine mécanique (jante, levier), ainsi que les déformations rigides (articulations du cadre) ou encore, les contraintes exercées sur le siège et le dossier pourraient être à l'origine de pertes d'énergie. Il est reconnu que les mécanismes de propulsion des fauteuils se différencient par leur niveau de rendement mécanique (Smith, 1983, Kroeger, 1971, Brubaker, 1983, 1984). Woude et son équipe croyaient que les propulsions de type Manivelle et Levier synchronique avaient un rendement 2 à 3 % supérieur aux propulsions à roues, et ceci, pour l'usage quotidien de fauteuil classique et de fauteuil de sport équipé de jante de 40 cm de diamètre. Ces différences d'efficacité peuvent s'expliquer principalement par la variation des pertes d'énergie (P_{int}).

Figure 1.

A ce stade, il n'est guère possible de distinguer les pertes d'énergie de l'utilisateur de celles de P_{int} . A priori, on pourrait le faire par une analyse biomécanique portant sur les dynamiques inverses et centrée sur la mesure des forces exercées lors de la propulsion sur la mécanique, le siège et le dossier. A posteriori, une telle analyse pourrait soutenir le fait que certains types de propulsion, notamment à levier, sont particulièrement adaptés au travail des bras (Brubaker, 1983) et que d'autres engendrent plus spécifiquement des pertes d'énergie dans la conduite bi-manuelle.

D'une part, une perte de coordination dans la conduite bi-manuelle (sur un fauteuil rigide et à levier) peut résulter des pertes d'énergie de l'utilisateur et tendre à une sensible baisse de ME.

D'autre part, ce n'est plus un secret que certains types de transmission et de freinage augmentent P_{int} . Il n'est pas facile de discerner en quelques exemples un travail corporel inefficace et la baisse de ME due à P_{int} .

Les coureurs en fauteuil roulant s'efforcent de garder leur poids afin de réduire P_{dR} . La conception des fauteuils roulants peut garantir ou dépendre de ce principe. Il arrive que l'on rencontre parfois cette situation lorsque la roue arrière est équipée d'une suspension adaptable. A cet effet, et pour permettre une meilleure efficacité du roulement (Kavzlarich, 1986), on limite la capacité du système tout entier. La projection horizontale du centre de gravité du système sur l'axe des roues reste petite. De plus, de courts instants (M) sont requis.

Pour savoir si l'habitude de choisir des jantes très petites en course confirme ou non un tel raisonnement, on a étudié les effets d'ordre psychologique et technique quant à l'emploi de jantes plus ou moins grandes. Il s'avère que les jantes de faible diamètre (30 à 38 cm) offrent plus d'efficacité que les grandes (56 cm). Malgré le paramètre vitesse-efficacité propre à chacune de ces jantes, le rendement mécanique n'excède pas 8,5 % (Figure 2).

Il est possible que la position assise invariable, en tenant compte des hauteurs de buste et des diamètres de jantes différents, tende à minimiser l'importance de ces valeurs. C'est dans la plus grande taille de jante que les facteurs corporels pourraient jouer un rôle déterminant.

Une bonne adaptation des dimensions du fauteuil à l'utilisateur selon des valeurs anthropométriques est un prérequis ergonomique. La courbure des roues pourrait, avec la stabilisation latérale de l'utilisateur en fauteuil, procurer un avantage, à savoir, de moindre perte dans la force de transmission non-tangentielle. Une recherche intensive devrait identifier les facteurs liés à P_{int} ou à la perte d'énergie de l'utilisateur relative aux caractéristiques du fauteuil.

ANALYSE TECHNIQUE DU MOUVEMENT

Lors de mouvements cycliques ou répétitifs la force externe produite peut être aussi exprimée de la façon suivante :

$$(5) P_0 = A \cdot F$$

où A est le travail par cycle et F est la fréquence du cycle. Pour définir un cycle et le mouvement, on détermine l'activité de l'utilisateur. Le cycle correspond à une phase de mouvement dans laquelle a lieu la force de transmission et à une phase complémentaire de récupération. Sur les fauteuils équipés de roues à propulsion le bras dans cette phase revient à sa position initiale.

On peut atteindre différentes vitesses en associant la longueur du pas à la fréquence du pas. Notons qu'on a trouvé des associations particulières pour rendre optimums la vitesse et l'économie de l'énergie (Inman et al., 1981).

Durant la marche et la course, tant chez le chat que chez l'homme (Grillner, 1981), la période d'appui diminue, et dans le même temps, l'effort augmente avec la vitesse. La durée du cycle décroît dans la même proportion que la vitesse. Il existe deux phases dans le cycle, l'extension et la flexion, l'extension se composant d'une phase d'appui plus une phase d'élan.

Extension et flexion diminuent avec la vitesse mais de façon différente. La première phase devient progressivement plus courte au fur et à mesure que la vitesse augmente, la deuxième phase aussi, mais dans un temps plus réduit.

En patinage, sur 500 - 1 500 - 5 000 et 10 000 m, on atteint de grandes vitesses en réduisant la fréquence du mouvement dans la même proportion que l'effort au travail (à peu près égale au travail par rapport à l'effort par mouvement). Sur chaque distance (et à des niveaux de vitesse) les meilleurs patineurs se distinguent par leur très grande puissance de mouvement à des fréquences très basses (Ingen Schenau, 1985). En fauteuil roulant (propulsion à roues), l'effort produit par mouvement et la fréquence des mouvements augmentent avec la vitesse. Cela signifie qu'au cours d'une période très courte sera exercée une plus grande puissance par l'effet conjugué des bras et des jambes.

Sur le fauteuil roulant à levier, la diminution du cycle et l'augmentation de la vitesse sont fortement générés par la réduction de la phase du mouvement (Fig. 3). Le temps de récupération reste à peu près constant, voire augmente légèrement, proportionnellement au cycle. Grillner (1981) affirmait que chez le chat la phase de flexion constante lorsqu'il est en pleine vitesse indique une

production de la vitesse grâce à l'extension. Cela impliquait que la vitesse était régulée par le niveau d'activation des générateurs de pas. La même chose pourrait se vérifier pour le niveau de déplacement du fauteuil roulant : il s'agirait vraisemblablement de la phase de récupération balistique.

Figure 3.

Si tel est le cas, il n'existe d'un point de vue ergonomique aucune condition relative à une récupération non balistique du fauteuil qui ne soit pas moins optimale. L'activité extra-musculaire jouant contre la gravité était déjà sous-entendue très tôt comme une source d'action corporelle non optimale (Brubarer, 1984). L'environnement pourrait bien tendre vers une telle activité extra-musculaire.

Dans l'analyse de la marche, la co-contraction des muscles était perçue comme peu souhaitable sur un plan ergonomique (Pedotti, 1977). On pouvait dire que pour quelques mouvements d'ordre sportif, de telles activités musculaires favorisaient la production de puissance en très peu de temps.

On a identifié un très puissant mécanisme de fonctions musculaires (I. Schenau, Rozendal, 1986) par l'analyse de la vitesse de patinage et de saut d'obstacles grâce à l'EMG et l'enregistrement du mouvement des forces réactives et des dynamiques inverses.

En saut d'obstacle, s'exerce une puissance allant du tronc jusqu'à la jambe et de la cuisse jusqu'au pied. Au moment où l'extension de la hanche décroît et où, consécutivement, celle du genou diminue, ces forces résultent respectivement de l'extension du genou et de la flexion de la cheville. Il s'ensuit une accélération par une accentuation prolongée du centre de gravité dans l'axe vertical. En patinage de vitesse, un tel mécanisme est impossible : la flexion de la cheville ferait toucher la glace du patin et l'extension de la hanche augmenterait la résistance à l'air.

Dans ce genre d'effort musculaire, tels ceux exercés dans le saut d'obstacles et résultant d'une très grande force comparative-ment aux forces mesurées dans les mouvements de l'articulation distale, au moins trois segments et muscles biarticulés du segment intermédiaire doivent être actifs.

Il serait hypothétique qu'une face optimale dans la conduite du fauteuil puisse bénéficier d'un mécanisme semblable. Le bras se

compose de quatre segments : l'omoplate, l'humérus, l'avant-bras et la main. Les trois premiers segments ont des paires de muscles parallèles biarticulés. Même si l'articulation du poignet et la main ne peuvent librement fonctionner (mais doivent suivre la marche de la jante), l'omoplate sera libre de se mouvoir. Il est reconnu qu'un dossier haut entrave le mouvement de l'omoplate et nuit à l'efficacité de la propulsion.

Dessiner un dossier bas sur un fauteuil roulant permettrait d'optimiser la propulsion.

En saut d'obstacle, le mouvement du tronc est à l'origine de tout le processus et le rectus biarticulé exerce la force engendrée par le mouvement du tronc jusqu'à la jambe et au genou. Il s'agit de savoir si les mouvements du tronc ont les mêmes caractéristiques et les mêmes effets pour la conduite d'un fauteuil. Ils sont impossibles chez les personnes atteintes de lésions spinales graves. Mesurer ces mouvements et les forces nées des contraintes du siège et du dossier peut nous apporter la réponse. Celle-ci pourrait bien impliquer que l'absence des mouvements du tronc devient instrumentale en raison de la baisse du ME dans la plupart des fauteuils.

LA CONCEPTION

L'objet de ce programme de recherche est de formuler les principes fondamentaux qui régissent la conception des fauteuils destinés à divers emplois et catégories d'utilisateurs. Ces règles seraient conformes aux traits distinctifs des utilisateurs et de leur fauteuil.

La conception d'un fauteuil pour la vitesse optimisera le fonctionnement des muscles en question selon leur puissance relative à la vitesse et à d'autres capacités fonctionnelles. La phase du mouvement en conduite rapide sera courte. Si de longs déplacements angulaires doivent être effectués, la puissance sera diminuée et écourtée seulement si la force exercée par la prise de levier est faible. Il est suggéré d'intensifier la recherche sur un système de propulsion à levier bidirectionnel et variable par la longueur du mouvement. Dans un tel système, la durée du mouvement peut être optimisée par l'utilisateur pour toute association travail-levier ou force-levier.

On proclame dans les débats (Asmussen et Bonde-Peterson, 1974, I. Schenau, 1984) que les cycles des réflexes courts ou l'accumulation de l'énergie élastique dans la marche et la course représentent une importante source d'énergie pour le mouvement du corps chez l'homme. On se demande si les personnes handicapées seraient vraiment désavantagées ici. Avec un levier bidirectionnel, tirer le levier aboutira à créer une force sur le tronc qui ne sera pas compensée de la même façon, cela va de soi, que lors de la poussée. On doit tenir compte de ces forces dans la construction du fauteuil.

Bien entendu, quand l'activité musculaire est anormale ou quand la stabilité pose un problème supplémentaire (Do, 1985), ME est soumis à des contraintes négatives.

Les fauteuils roulants représentent les pièces d'équipement les plus complexes et les plus sensibles pour les usagers. La plupart des réflexions que nous avons menées ici pourraient être résumées et se rapporter à d'autres équipements pour d'autres emplois individuels. L'équipement courant, même s'il est spécialement conçu pour les personnes handicapées, devra répondre à des normes ergonomiques applicables à toute personne valide.

CONCLUSION

A la lumière des exemples cités, une nouvelle chaussette plus légère pour les amputés fémoraux, une enquête sur l'emploi actuel des fauteuils roulants et la recherche des facteurs relatifs à une puissance équilibrée dans la propulsion du fauteuil, on peut conclure que les principes ergonomiques sont très importants quant à la conception des aides et des équipements destinés aux personnes handicapées. La forte et complexe interaction de l'équipement et de l'utilisateur mérite une attention toute particulière dans cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- ASMUSSEN E., BONDE-PETERSON F. - Apparent efficiency and storage of elastic energy in human muscles during exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 1974, 92, 537-545.
- BOBBERT M.F., HUIJING P.A., VAN INGEN SCHENAU G.J. - A model of human triceps surae muscle-tendon complex applied to jumping. *J. Biomechanics*, sous presses.
- BOBBERT M.F., HUIJING P.A., VAN INGEN SCHENAU G.J. - An estimation of power output and work done by human triceps surae muscle-tendon complex in jumping. *J. Biomechanics*, sous presses.
- BRUBAKER C., MC CLAY I. - Determination of the relationship of mechanical advantage with propulsion efficiency. In : *Wheelchair Mobility, 1982-1983, Virginia, REC.*, p. 1-7.
- BRUBAKER C.E., MC CLAY I.S., MC LAURIN C.A. - The effect of mechanical advantage on handrim propulsion efficiency. *2nd. Int. Conf. Rehab. Enging.*, 1984, June 17-22, Ottawa, Canada.
- BRUBAKER C.E., ROSS S.A. - Analysis of selected upper extremity muscles during wheelchair propulsion. *2nd. Int. Conf. Rehab. Enging.*, 1984, June 17-22, Ottawa, Canada.
- CAMPBELL D.T., STANLEY J.C. - *Experimental and quasiexperimental designs for research.* Rand Mc Nally College Publ. Cy. Chicago.
- DO M.C., BOUISSET S., MOYNOT C. - Are paraplegics handicapped in the execution of a manual task ? *Ergonomics*, 1985, 28, 1363-1375.
- DREISSINGER T.E., LONDEREE B.R. - Wheelchair exercise : a review. *Paraplegia*, 1982, 20, 20-34.

- GREGOIRE L., VEEGER H.E., HUIJING P.A., VAN INGEN SCHENAU G.J. - Role of mono - and bi - articular muscles in explosive movements.
Int. J. Sports Med., 1984, 5, 301-305.
- GRILLNER S. - Control of locomotion in bipeds, tetrapods and fish.
In : V.B. Brooks (Ed.), Handbook of Physiology Sec. I, 2 (Motor Control), 1981. Bethesda : American Physiological Association.
- INGEN SCHENAU G.J. VAN - A power balance applied to speed skating.
Thesis, 1981, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- INGEN SCHENAU G.J. VAN - An alternative view to the concept of utilization of elastic energy.
Human Movement Science, 1984, 3, 301-336.
- INGEN SCHENAU G.J. VAN, BOBBERT M.F., DE GRAAF J.B., TETTEROO W.E. - The action of the biarticular muscles in explosive movements.
In : N. Berne and A. Capozzo (Eds.). Biomechanics of human movement, Martinus Nijhoff, Dordrecht (sous presses).
- INGEN SCHENAU G.J. VAN, DE GROOT G., DE BOER R.W. - The control of speed in elite female skaters.
J. Biomech., 18, 91-96.
- INMAN V.T., RALSTON H.J., TODD F. - Human walking.
London : Williams and Wilkins, 1981.
- KAUZLARICH J.J., THACKER J.G. - A theory of wheelchair, wheelie performance.
UVA/REC, 1986, 102-86.
- KAUZLARICH J.J., THACKER J.G. - Wheelchair tire rolling resistance and fatigue.
J. Rehab. R and D 22, 25-41.
- KROEGER J. - Vergleichende Untersuchungen von Körper und Kreislaufbelastung beim Fahren zweier. Standard-Rollstuhlmodellen unter besonderen Berücksichtigung der Lenksicherheit. Akad. Dissertation. Marburg/Lahn, 1971.

- MC LAURIN C.A. - Determination of rolling resistance for manual wheelchairs.
UVA/REC, 1983, 110-83.
- MC LAURIN C.A., BRUBAKER C.E., THACKER J.G. - Measurement of wheelchair rolling resistance.
2nd Int. Conf. Rehab. Enging., 1984, June 17-22, Ottawa, Canada.
- ROZENDAL R.H., VAN INGEN SCHENAU G.J., BOBBERT M., VAN DER WOUDE L.H.V. - Biarticular muscles in multi-segment limbs.
In : Proc. North Am. Congress on Biomech., 1986, Vol. I, 69 en 70.
- PEDOTTI A. - A study of motor coordination and neuromuscular activities in human locomotion.
Biological Cybernetics, 1977, 26, 53-62.
- WOUDE L.H.V. VAN DER, DE GROOT G., HOLLANDER A.P., VAN INGEN SCHENAU G.J., ROZENDAL R.H. - Wheelchair ergonomics and physiological testing of prototypes.
Ergonomics, sous presses.

Tableau 1 - Nombre des usagers et organisations de l'enquête portant sur un échantillon de fauteuils roulants au cours des mois et des années mentionnés.

Fig. 1 - Rendement mécanique brut - ME (en fonction de la pente fournie par le MDT) de quatre types de propulsion sur quatre modèles de fauteuils (n = 10).

Fig. 2 - Rendement mécanique brut (en fonction de la vitesse procurée par le MDT) de fauteuils de course équipés de 5 jantes (diamètre : D1 = 0,3 m, D2 = 0,35 m, D3 = 0,38 m, D4 = 0,47 m, D5 = 0,56).

Fig. 3 - Temps du mouvement (S), temps de récupération (R), partie du cycle (C) en fonction de la vitesse d'un fauteuil à propulsion manuelle. Exercice effectué à l'aide du treuil électrique à des degrés de pente nuls en deux expériences différentes (0, X) au cours desquelles on a utilisé un fauteuil de basketteur.

Tableau 1
Organisation du sondage et des interviews

	Echantillon 1		Echantillon 2		Echantillon 3	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Total	4 013	-	3 315	-	3 144	-
Adressé	660	100	925	100	925	100
Réactions						
. Positives	175	26,5	236	25,5	?	
. Négatives	41	6,2	76	8,2	?	
Interviews	164	24,8	228	24,6	?	
1ère enquête						
avril, mai, juin 1986	avril, mai, juin 1984, après 2 ans					
juillet, août, sept 1986			juil., août, sept. 1983, après 3 ans			
oct., nov., déc. 1986					oct., nov., déc. 1982, après 4 ans	
2ème enquête						
janv., févr., mars 1987	avril, mai, juin 1984, après 2 3/4 ans					
avril, mai, juin 1987			juil., août, sept. 1983, après 3 3/4 ans			
juillet, août, sept 1987					oct., nov., déc. 1982, après 4 3/4 ans	

Figure 1
Tests physiques des prototypes

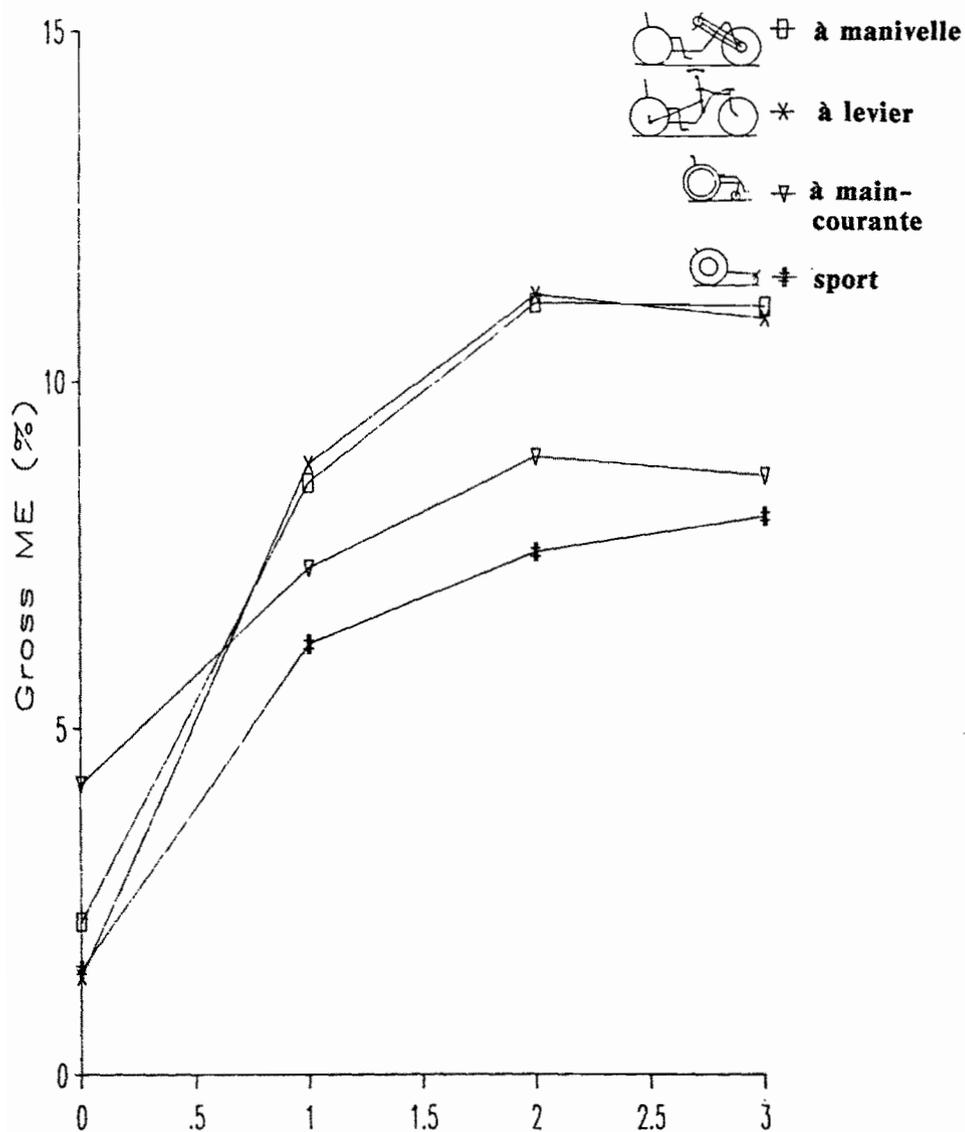


Figure 2

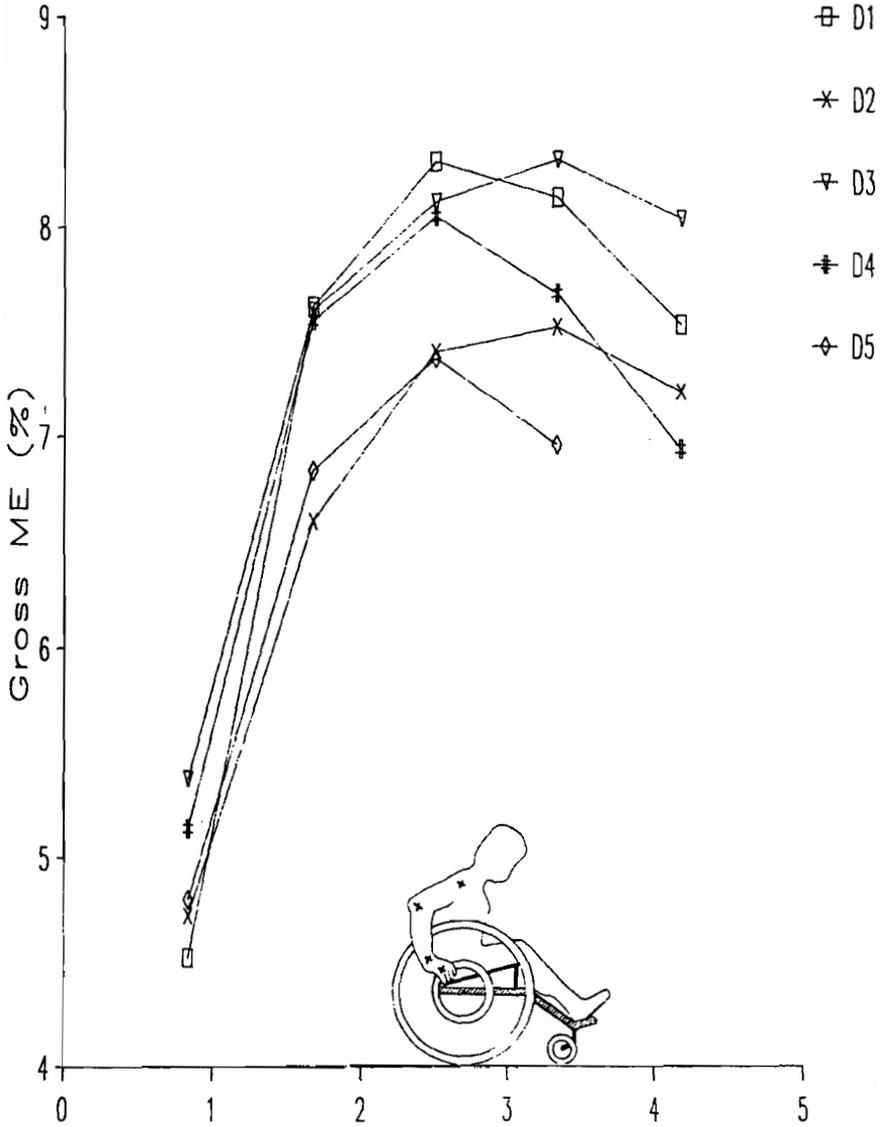
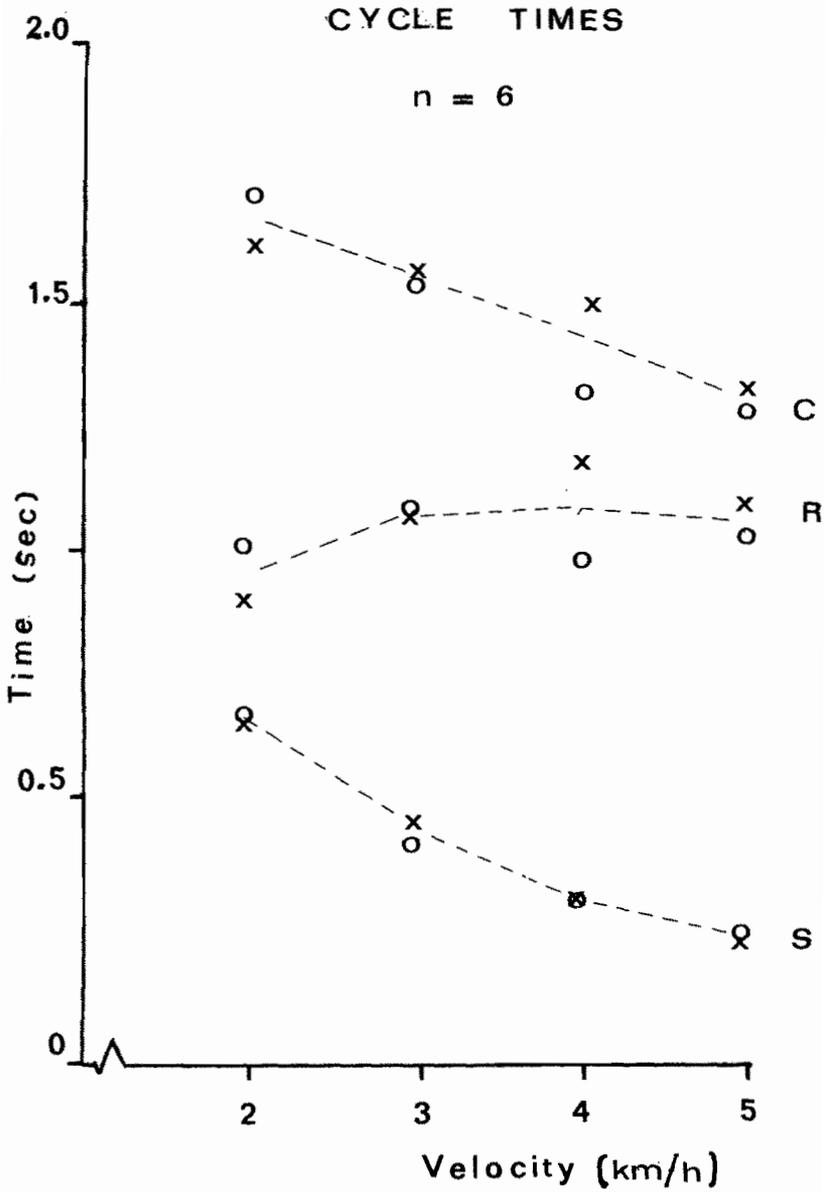


Figure 3



ETUDE DU RENDEMENT MECANIQUE DU DEPLACEMENT SUR FAUTEUIL ROULANT

*M. HADJ YAHMED,
J.P. FOUILLOT
P. CHARPENTIER
J.P. WEISSBECKER
P. LENOUVEL
Laboratoire de physiologie
Faculté de Médecine
COCHIN-PORT ROYAL
24 rue du Fg St Jacques
75674 Paris Cedex 14*

INTRODUCTION

La personne handicapée des membres inférieurs n'utilise qu'une petite fraction de sa masse musculaire lors de la propulsion sur fauteuil roulant. Cependant, ce mode de déplacement demande une dépense d'énergie importante (Brattgard, 1970, Glaser, 1980) et seuls les sujets ayant une bonne aptitude physique sont capables de s'assurer une grande autonomie.

Outre l'aptitude physique, l'autonomie de la personne handicapée dépend fortement du coût énergétique du déplacement. Ce dernier paramètre varie en fonction du modèle de fauteuil roulant utilisé : fauteuils à trois roues avec système de propulsion à manivelle ou à levier, fauteuils à mains courantes (Woude, 1986).

De nos jours, l'usage du fauteuil roulant par les personnes handicapées est largement étendu aux activités physiques et sportives. Cette évolution a suscité le développement d'autres types de

fauteuils mieux adaptés à la pratique sportive : fauteuil de course, fauteuil de basket...

Au cours de cette étude, nous avons entrepris d'étudier l'aptitude physique de la personne handicapée et de comparer la dépense d'énergie aérobie et le rendement mécanique du déplacement au moyen de trois types de fauteuil roulant : le modèle classique, de basket et de course.

MATERIEL ET METHODE

1. Sujets

La population étudiée est composée de 14 sujets handicapés physiques volontaires, de sexe masculin, recrutés aux centres de rééducation fonctionnelle de Bouffemont et de Coubert. Les caractéristiques de cette population sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1
Caractéristiques de la population étudiée

Sujet	Age (ans)	Poids (Kg)	Niveau lésion	Classe	Sport pratiqué
DUR.	27	60	C8	1B	course
FER.	32	50	D4	2	sédentaire
MAR.	22	54	D4	2	basket
XAV.	24	65	D4	2	course
CAN.	22	54	D7	3	basket
DES.	30	70	D12	4	course
FOU.	30	54	D12	4	basket
LEO.	34	60	D12	4	course
MAT.	24	70	D12	4	basket
MOR.	37	72	D12	4	course
PAS.	26	68	D12	4	sédentaire
POI.	34	50	D12	4	course
BAD.	22	70	Amputé fémoral		course
COU.	25	68	lésion périphérique		sédentaire

Tous ces sujets se déplacent en fauteuil roulant non motorisé, pratiquent des activités physiques en particulier le basket et la course sur fauteuil roulant. Ils participent régulièrement à des séances d'entraînement, à des compétitions de niveau national et international pour quelques-uns d'entre eux. De ce fait, ils utilisent couramment plusieurs modèles de fauteuil roulant.

2. Matériel

La puissance mécanique est mesurée au moyen d'un ergocycle Manark relié mécaniquement à un "Home trainer" adapté spécialement au fauteuil roulant (fig. 1).

La consommation d'oxygène (VO_2) et d'autres paramètres ventilatoires ont été mesurés au département médical de l'INSEP et au centre de rééducation fonctionnelle de Coubert grâce à un appareil Minjhart Oxycon 4 et un appareil Ergostar FG 90 respectivement. La fréquence cardiaque est mesurée à l'aide d'un Physiograph MK III et un électrocardiographe Hewlett Packard.

Les test d'effort consiste à augmenter progressivement la puissance développée par palier de trois minutes jusqu'à l'exercice maximum pour chaque sujet. Une charge de freinage est maintenue constante durant tout le test. L'augmentation de la puissance résulte donc d'une augmentation progressive de la vitesse.

Les paramètres étudiés, VO_2 , FC, VE et rendement mécanique brut sont mesurés à l'état stable obtenu au cours de chaque palier d'effort.

RESULTATS

Nous avons étudié l'évolution de la consommation maximale d'oxygène (VO_2 max) en fonction du siège de la lésion. Il apparaît que la VO_2 max est d'autant plus faible que le niveau de la lésion est élevé. En effet, VO_2 max augmente progressivement de la classe 1B (tétraplégique) à la classe 5 (paraplégique) (fig. 2).

Ce paramètre ne dépend pas uniquement du niveau de la lésion, il varie également en fonction du niveau d'entraînement.

Chez le sujet XAV., très entraîné à la course sur route et présentant une lésion haute en D4 (classe 2), nous avons observé une VO_2 max relativement élevée (2,66 l.min), supérieure à celles de plusieurs sujets ayant une lésion en D12 (classe 4).

La comparaison des VO_2 max moyennes atteintes sur fauteuil roulant et sur ergocycle à bras ne montrent aucune différence significative. Les VO_2 max que nous avons mesurées sont égales à 2,24 et 2,20 l.min⁻¹ au cours de l'exercice sur ergocycle à bras et sur fauteuil roulant respectivement. Les mesures de VO_2 max sur fauteuil roulant sont étroitement corrélées ($r = 0,94$) aux mesures obtenues sur ergocycle à bras.

Par contre, nous avons relevé une différence significative au niveau de la capacité maximale de travail et du rendement mécanique de ces deux types d'exercice.

La puissance maximale moyenne développée sur fauteuil roulant (227,5 + 77,6 kgm.min⁻¹) est nettement inférieure à celle fournie sur ergocycle (612,0 + 122,3 kgm.min⁻¹).

Le rendement mécanique du déplacement sur fauteuil roulant est aussi plus faible que celui observé sur ergocycle à bras. Il est compris entre 6 et 7 % au cours de l'exercice sur fauteuil roulant et a tendance à diminuer au fur et à mesure de la puissance augmente. Par contre, il varie entre 10 et 14 % sur ergocycle à bras mais augmente progressivement en fonction de la puissance développée.

L'étude comparative des modèles de fauteuil roulant a été réalisée au cours de deux épreuves d'effort où la charge de freinage était fixée respectivement à 500 et 300 g.

Au cours du premier test d'effort (charge de 500 g), le rendement mécanique brut de l'exercice sur fauteuil classique diminue alors que celui sur fauteuil de course augmente significativement en fonction de la puissance développée. Toutefois, le rendement sur fauteuil de course reste toujours plus faible. Une différence significative n'est observée qu'à faible puissance. A 80 kgm.min⁻¹, le rendement atteint 2,5 % sur fauteuil de course et 3,5 % sur fauteuil classique (fig. 3).

Lors du deuxième test (charge de 300 g), le rendement sur fauteuil de course augmente progressivement en fonction de la

puissance développée et atteint des valeurs plus importantes à vitesse élevée (fig. 4).

DISCUSSION

VO_2 max mesurée lors d'un exercice maximal avec les membres supérieurs est en grande partie limitée par la faible masse musculaire des bras (Sawka, 1983). Elle atteint en moyenne 70 % de VO_2 max mesurée par un travail de jambes sur bicyclette ergométrique (Stemberg, 1967), mais peut varier entre des limites plus larges de 50 à 60 % chez les sédentaires jusqu'à 97 % chez les sujets très entraînés tels que les kayakistes.

Chez la personne handicapée des membres inférieurs, VO_2 max est d'autant plus faible que le niveau de la lésion est élevé. Nous avons observé une augmentation progressive de VO_2 max en passant de la classe 1B (tétraplégique) à la classe 4 (paraplégique). Des résultats similaires ont été également obtenus par d'autres auteurs tels que Coutts (1983) et Wicks (1983).

Une lésion haute de la moelle épinière réduit nettement la masse musculaire active et par conséquent la consommation maximale d'oxygène.

Dans les atteintes supérieures à D6, des perturbations hémodynamiques telles que l'absence de vaso-constriction artériolaire et de veino-constriction dans les territoires sous-lésionnels sont à l'origine d'un mauvais retour veineux et d'une dérive du débit cardiaque vers les territoires inactifs (Bidart et Maury, 1970).

Cependant, VO_2 max chez la personne handicapée ne dépend pas uniquement du siège de la lésion car elle peut être élevée par l'entraînement physique.

En comparant nos résultats à ceux de Glaser (1980) et Coutts (1983), il apparaît que les VO_2 max que nous avons mesurées sont plus élevées et reflètent un meilleur niveau d'entraînement chez nos sujets.

Cette augmentation de VO_2 max est le résultat d'un accroissement de la masse musculaire active (Glaser, 1981) et d'une meilleur

leure aptitude à l'extraction d'oxygène par les muscles en activité à partir du sang artériel (Hjeltnes, 1977).

Le rendement mécanique de l'exercice sur fauteuil roulant dépasse rarement 10 % (tableau 2). Les meilleurs rendements obtenus au cours de cette étude sont inférieurs à 8 %.

Tableau 2

Rendement mécanique de la propulsion sur fauteuil roulant mesuré par différentes techniques de mesure

Auteur	Sujets	Matériel utilisé	Puissance (kgm.min ⁻¹)	Rendement (%)
Présente étude	sujets handicapés	fauteuil sur home traîner	60 à 180	5,5 à 6,5
BRATTGARD et al., 1970	valides de sexe féminin	fauteuil ergométrique	65 à 110	7 à 8
HILDEBRANDT et al., 1970	sujets handicapés	fauteuil sur tapis roulant	4 Km.h	7,7
GLASER et al., 1979	sujets handicapés	fauteuil ergométrique	30 à 150	7,8 à 9,8

Ces valeurs sont plus faibles que pour d'autres types d'exercice avec les membres inférieurs (course, cyclisme) aussi bien qu'avec les membres supérieurs (pédalage sur ergocycle à bras).

En effet, pour une puissance donnée la VO₂ atteinte sur fauteuil roulant est nettement plus élevée que sur ergocycle à bras. Les meilleurs rendements que nous avons obtenus sont de l'ordre de 7 % sur fauteuil roulant et 14 % sur ergocycle à bras. Ceci implique de très grandes pertes mécaniques et une demande énergétique très importante durant la propulsion sur fauteuil roulant. Au cours de l'exercice de pédalage avec les bras, la force est appliquée en continu sur les manivelles de l'ergocycle. Par contre, au cours du déplacement sur fauteuil roulant, l'application de la force

qui est intermittente, a lieu seulement durant le balancement avant des bras. Le balancement des bras vers l'arrière n'entraîne aucun travail mécanique et sera à l'origine de pertes d'énergie supplémentaires.

L'étude comparative des modèles de fauteuil roulant est faite selon deux protocoles qui ne diffèrent que par la charge de freinage.

Avec une charge de 500 g, le rendement sur fauteuil classique est plus élevé bien qu'il diminue lorsque la puissance de l'exercice augmente. Par contre, sur fauteuil de course, le rendement tend à augmenter mais reste toujours plus faible. Ce résultat peut paraître surprenant dans la mesure où les meilleures performances sont généralement observées chez des athlètes se propulsant sur ce modèle.

Au contraire, si la charge de freinage est moins élevée (charge de 300 g), le rendement sur fauteuil de course devient effectivement meilleur uniquement à puissance élevée.

La puissance mécanique développée sur fauteuil roulant est égale au produit du couple appliqué sur les mains courantes par la vitesse de rotation des roues. Or, pour développer le même couple, la force déployée au cours du déplacement sur fauteuil de course doit être plus importante en raison du faible rayon des mains courantes. En revanche, pour une puissance donnée, la vitesse de contraction des muscles actifs doit être plus faible.

Sur le fauteuil classique ou de basket, on devrait observer le phénomène inverse. Cependant, d'après les résultats que nous avons obtenu, la relation qui existe entre ces deux paramètres (relation force-vitesse) est plus efficace sur fauteuil classique à faible puissance et sur fauteuil de course à forte puissance. En effet, pour atteindre des vitesses élevées le sujet se propulsant sur fauteuil classique ou de basket doit réaliser des mouvements rapides et de faible amplitude. Ceci s'accompagne d'une augmentation de la vitesse de raccourcissement et du nombre de mobilisations de la masse musculaire active et donc de la dépense d'énergie. De plus, il est encore possible d'envisager une mise en jeu plus importante des muscles stabilisateurs.

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que chez la personne handicapée des membres inférieurs, la consomma-

tion maximale d'oxygène varie en fonction du niveau de la lésion médullaire et du degré d'entraînement. L'étude comparative des modèles de fauteuil roulant montre qu'à faible puissance développée avec une charge élevée, le rendement mécanique du déplacement sur fauteuil de course est moins élevé que sur fauteuil classique. Ce résultat concerne en particulier les sujets ayant de faibles aptitudes physiques, donc non entraînés ou présentant une lésion haute de la moelle épinière. Dans ces conditions qui reproduisent un déplacement en pente, l'usage d'un fauteuil de course semble nettement moins favorable.

Par contre, à puissance plus élevée fournie avec une charge plus faible, le rendement mécanique sur fauteuil de course est effectivement meilleur que sur fauteuil de basket.

L'intérêt du fauteuil de course se trouve ainsi justifié pour les sujets susceptibles de mettre en jeu une masse musculaire importante et capables de développer des puissances élevées ; ce qui est le cas des personnes entraînés ou présentant des lésions basses.

BIBLIOGRAPHIE

- BIDART Y., MAURY M. - La vaso-motricité sous-lésionnelle dans les lésions médullaires complètes.
Annal. Méd. Phys., 1971, 14, 428-447.
- BRATTGARD S., GRIMBY O.G., HOOK O. - Energy expenditure and heart rate in driving a wheelchair ergometer.
Scand. J. Rehab. Med., 1970, 2, 143-148.
- COUTS K.D., RHODES E.C., MC KENZIE D.C. - Maximal exercise responses of tetraplegics and paraplegics.
J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol., 1983, 55 (2), 479-480.

- GLASER R.M., SAWKA M.N., BRUNE M.F., WILDE S.W. -
Physiological responses to maximal effort wheelchair and
arm crank ergometry.
J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol., 1980,
48, 1060-1064.
- GLASER R.M., SAWKA M.N., LAUBACH L., SURYAPRASAD
A.G. - Metabolic and cardiopulmonary responses to wheel-
chair and bicycle ergometry.
J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol., 1979,
46, 1066-1070.
- GLASER R.M., SAWKA M.N., DURBIN R.J., FOLEY D.M.,
SURYAPRASAD A.G. - Exercise program for wheelchair
activity.
Am. J. Phys. Med., 1981, 60, 67-75.
- HILDEBRANDT G., VOIGHT E.D., BAHN D., BERENDES B.,
KROGER J. - Energy cost of propelling wheelchair at
various speeds: cardiac response and effect on steering
accuracy.
Arch. Phys. Med. Rehabil., 1970, 51, 131-136.
- HJELTNES N., VOKAC Z. - Circulatory strain of every day life
of paraplegics.
Scand. J. of Rehab. Med., 1979, 11, 67-73.
- SAWKA M.N., FOLEY M.E., PIMENTAL N.A., TORNER M.N.,
PANDOLF K.B. - Determination of maximal aerobic power
during upper body exercise.
J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol., 1983,
54, 113-117.
- STEMBERG J., ASTRAND A., EKBLÖM B., MESSIN R. -
Haemodynamic response to work different muscle groups,
sitting and supine.
J. Appl. Physiol., 1967, 22, 61-70.
- WICKS J.R., OLDRIDGE N.B., CAMERON B.J., JONES N.L. -
Arm crank and wheelchair ergometry in elite spinal cord-
injured athletes.
Med. Sci. Sports Exerc., 1983, 15 (3), 224-231.

WOUDE L.H.V., DE GROOT G., HOLLANDER A.P., SCHENAU
G.J., ROZENDAL R.H. - Wheelchair ergonomics and phy-
siological testing of prototypes.
Ergonomics, 1986, 29, 1561-1573.

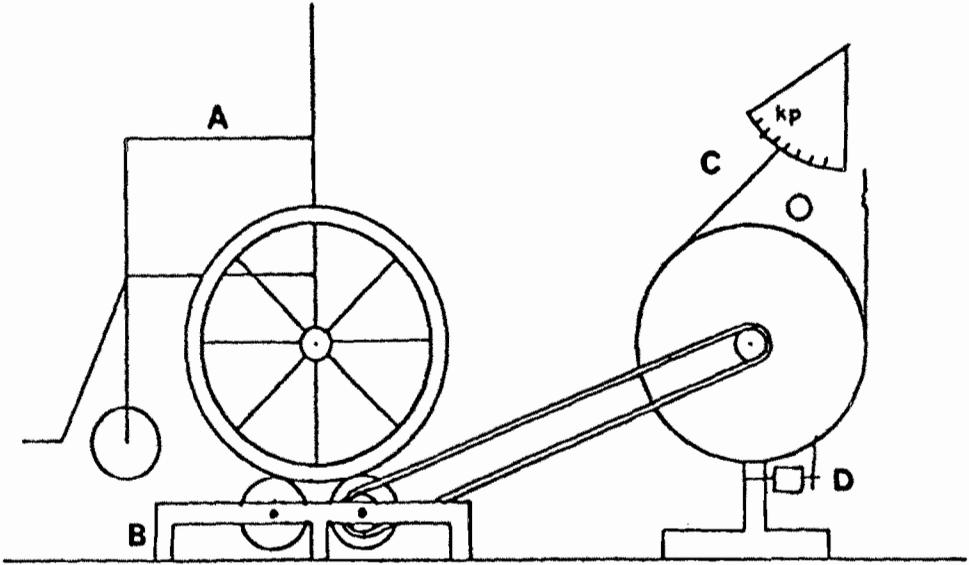


Figure 1

Schéma simplifié du montage utilisé pour mesurer la puissance mécanique développée

A : fauteuil roulant, B : home-trainer, C : volant d'inertie d'une bicyclette ergométrique, D : compte-tours

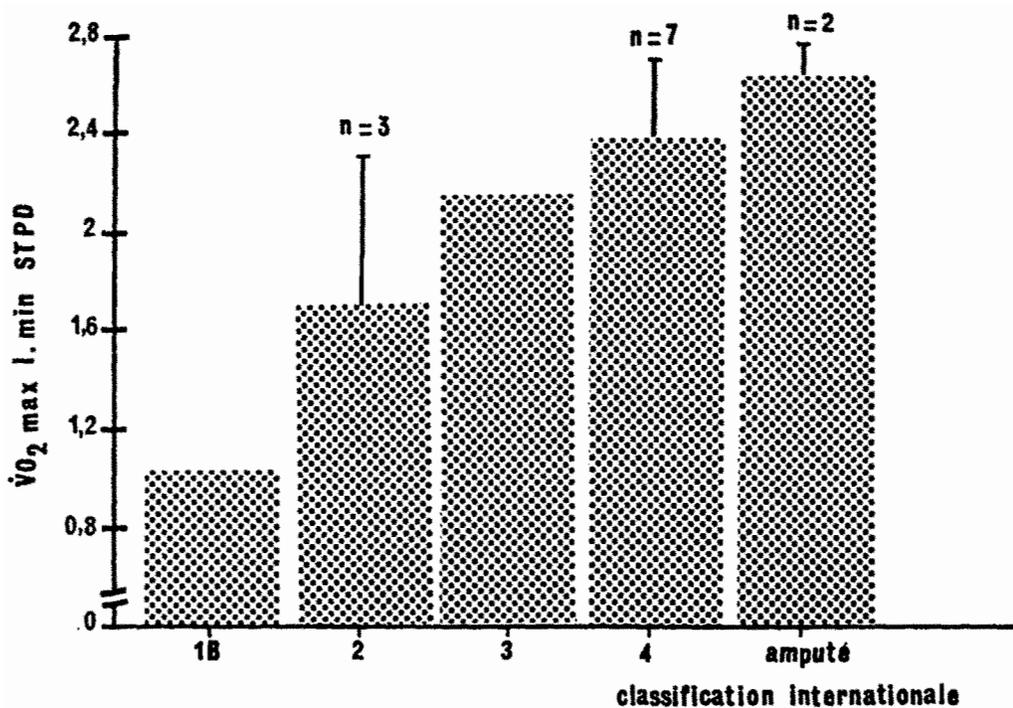
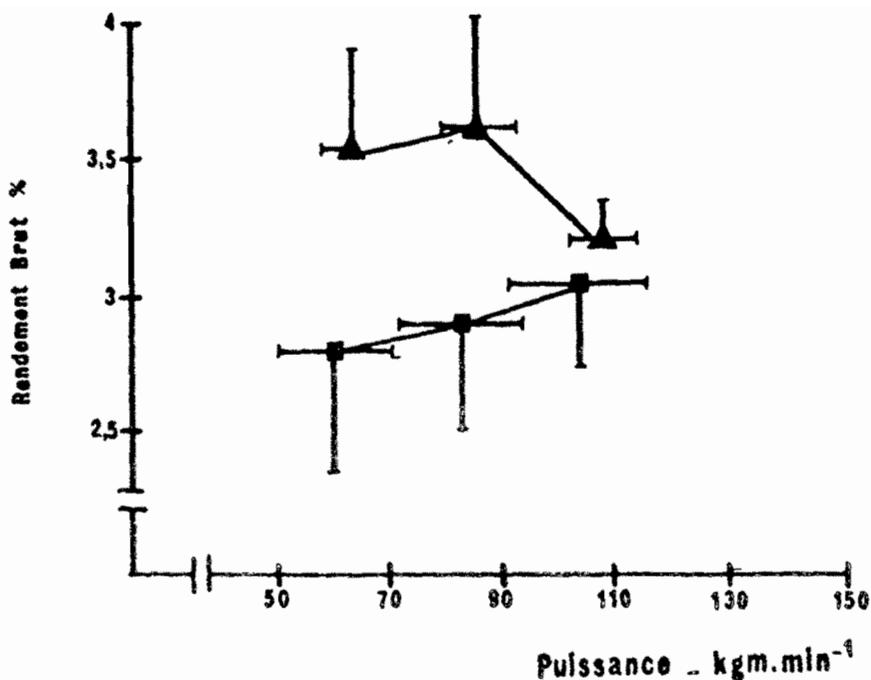


Figure 2

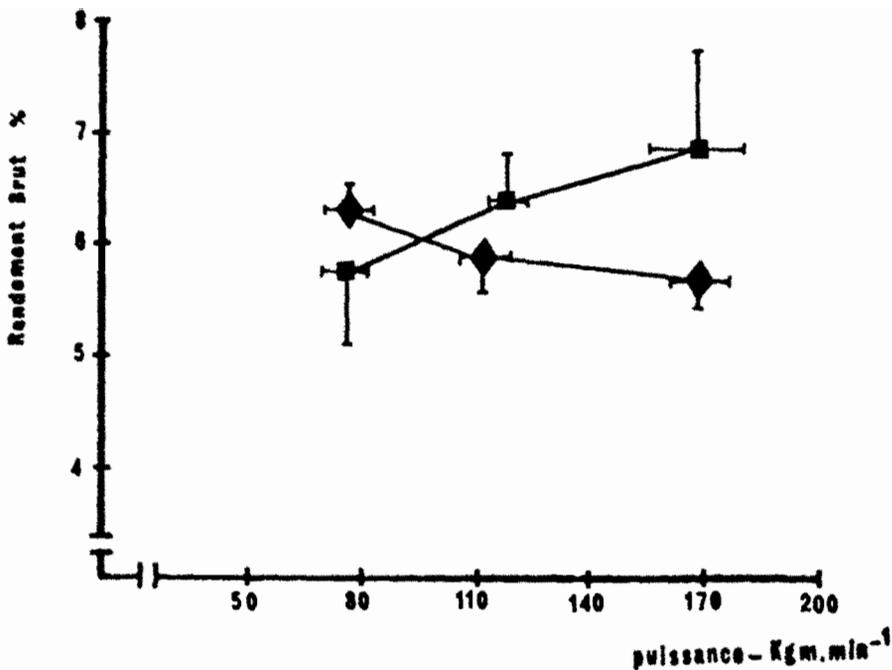
Evolution de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2 \text{ max}$) en fonction de la classification internationale en vue des jeux sportifs pour handicapés physiques



■ fauteuil de course
 ▲ fauteuil classique

Figure 3

Evolution du rendement mécanique brut en fonction de la puissance développée sur deux modèles de fauteuil roulant. Les résultats sont obtenus avec une charge de freinage de 500 g, dans des conditions aérobies strictes (quotient respiratoire inférieur à 1)



- ◆ fauteuil de basket
- fauteuil de course

Figure 4

Evolution du rendement mécanique brut en fonction de la puissance développée sur deux modèles de fauteuil roulant. Les résultats sont obtenus avec une charge de freinage de 300 g, dans des conditions aérobies strictes (quotient respiratoire inférieur à 1)

RECHERCHE ERGONOMIQUE SUR LA CONSTRUCTION DU FAUTEUIL ROULANT PROPULSE A MAIN

W. LESSER
Docteur Ingénieur
Technischen Hochschule
Darmstadt - R.F.A.

AVANT-PROPOS

Le fauteuil roulant à propulsion manuelle est un moyen important de réhabilitation pour des personnes handicapées des membres inférieurs. Il se doit de compenser les fonctions physiologiques perdues. Le but de cette recherche était une analyse ergonomique, la variation et la disposition des aspects fonctionnels selon l'emploi de ce remède orthopédo-médical.

RECHERCHE D'INFORMATION

Nous avons fait une recherche pour recueillir tout ce qui a été écrit à ce sujet. On a rassemblé des informations concernant les personnes utilisant des fauteuils roulants, concernant la disposition des fauteuils et leurs possibilités d'utilisation.

Les utilisateurs de fauteuils roulants

Les données sur la composition du groupe de personnes se servant d'un fauteuil roulant ont été recueillies à partir de sources nationales et internationales ; puis elles ont été comparées. Le pourcentage de handicapés employant le fauteuil roulant par rapport à la population d'Allemagne Fédérale est de 0,3 %. Le groupe d'âge au-delà de 65 ans en représente la plus grande partie avec à peu près 50 %. Le nombre de femmes est légèrement supérieur au nombre d'hommes, ce qui est dû à la plus grande espérance de vie chez les femmes. On peut distinguer, selon l'âge, des maux qui peuvent être la cause de l'emploi du fauteuil roulant. Chez les personnes plus âgées, il s'agit de maux d'articulations, de rhumatismes, d'amputations, de paralysies et de maladies cardiaques et circulatoires. Chez les personnes plus jeunes, il s'agit plus souvent de paraplégies, de maladies cérébrales ou de dystrophies musculaires.

Types de construction de fauteuils roulants

Pour examiner le grand nombre de types de fauteuils roulants, une recherche a été effectuée dans le cadre de la production. Un formulaire a été conçu pour enregistrer les données concernant la propulsion. Les principaux types de propulsion sont ceux par main courante, par manivelle et par levier. Les fauteuils roulants avec main courante varient selon la position des roues, ceux avec levier selon la mécanique de transmission de force. Chaque type de propulsion a son influence sur les autres éléments de construction comme le système de direction ou de freinage.

L'emploi du fauteuil roulant

L'emploi du fauteuil roulant, comme remplacement des jambes, par principe ne devrait pas avoir de restriction. Or, diverses restrictions, dues à des facteurs techniques, peuvent être observées. Des sondages et des expertises médicales, techniques, ergothérapeutiques et sportives ont montré qu'il y avait souvent des problèmes au niveau de la propulsion, qui demande de grands efforts. De plus, l'emploi du fauteuil roulant peut avoir des consé-

quences malsaines, par exemple sur le décubitus, qui résulte d'une mauvaise qualité du siège.

RECHERCHE

Afin de vérifier les déclarations au sujet du système homme - fauteuil roulant et d'en dériver les règles ergonomiques, on a effectué une recherche ergonomique. Le but de cette recherche fut une analyse de l'état actuel de l'effort de la personne qui se déplace avec le fauteuil roulant. Le plan des expériences prévoyait d'essayer plusieurs types de propulsion du fauteuil. L'effort devait être estimé du point de vue objectif et subjectif. Les activités observées devaient correspondre aux situations réelles en portant surtout l'attention sur les limites de la faisabilité.

Le sujet expérimental

Des limites de faisabilité ou supportabilité peuvent se présenter à partir de points faibles de l'organisme malade, mais aussi de l'organisme sain. Pour examiner le rapport entre ces limites et des lésions typiques, on a comparé les performances de personnes handicapées (paraplégiques) à celles de personnes non-handicapées. Ayant examiné les régularités générales de l'activité dans le fauteuil roulant, on a aussi analysé les variations des moyens physiques en fonction de maladies, d'entraînement ou d'habitude.

Développement méthodique

Pour effectuer les recherches, il était nécessaire de concevoir un développement méthodique. Des systèmes de mesure de l'effort et des dispositifs de simulation ont été conçus. Pour mesurer la force de propulsion on a développé un système de mesure, ainsi qu'un procédé dirigé par microprocesseurs pour l'enregistrement des valeurs d'énergie humaines. Pour une recherche détaillée de la propulsion on a construit un mécanisme de simulation universel de fauteuil roulant. Ce système permettait la reproduction de tous les systèmes de propulsion habituels.

Résultats : propulsion par main courante

Les résultats de l'analyse de l'état actuel des systèmes à propulsion par main courante ont montré un certain nombre de problèmes. Le système de propulsion ne fait pas valoir les capacités et l'habileté humaine comme il le faudrait. De grands efforts du côté des muscles, des articulations et des tendons mènent à la longue à des conditions insupportables. Surtout pour le biceps et le deltoïde, qui prennent part, avant tout, à la propulsion du fauteuil roulant. Des analyse de la fréquence cardiaque et de l'activité électrique de muscles déterminés, prenant part au mouvement, font preuve de l'insuffisance de ce système de propulsion.

Une partie seulement de l'énergie humaine peut être transformée en énergie de mouvement ; ceci est démontrable en mesurant le degré d'efficacité. Le degré d'efficacité pour l'effort de déplacement avec le fauteuil roulant est entre 6 et 8 %. En comparaison, le degré d'efficacité pour l'effort de pousser un chariot est de 27 %. La consommation d'oxygène augmente dégressivement selon l'intensité de l'effort, ceci permet de conclure que l'approvisionnement d'énergie a lieu de façon anaérobie.

Les désavantages sont confrontés à des avantages en ce qui concerne l'emploi quotidien de ce type de fauteuil roulant. Le système de propulsion est caractérisé par un haut degré de mobilité, même dans un espace réduit. Il permet aussi de franchir facilement des marches sans un trop grand effort statique. Un avantage important consiste dans la simplicité technique du système, qui nécessite peu de révisions.

Résultats : propulsion à levier et manivelle

Des degrés d'efficacité relativement plus hauts (12-16 %) peuvent être obtenus avec une propulsion par manivelle et levier. L'énergie de propulsion est transmise par une poignée fixée à un levier, qui actionne la roue par une bielle. Les analyses faites avec ce système ont montré que l'effort cardiaque est moins grand qu'avec le système de propulsion par main courante. Mais ici aussi les muscles de bras et d'épaules sont soumis à de grands efforts. La consommation d'oxygène augmente de façon linéaire selon le degré d'effort, ce qui montre que les muscles travaillent de façon aérobie.

D'autre part, l'effort statique augmente quand la vitesse diminue, parce que la fréquence d'actionnement du levier diminue. Ce jugement plutôt positif sur ce système de propulsion n'est valable que pour une vitesse entre 3 et 6 km/h.

COMPARAISON ERGONOMIQUE DES SYSTEMES DE PROPULSION

La comparaison des limites de la faisabilité montre les problèmes de la propulsion par levier et manivelle. La coordination de l'introduction de la force est difficile en montant des pentes, parce que la vitesse du levier au moment du retour de la direction de mouvement tend vers zéro. La coordination dépend de la vitesse des mouvements. Des grandes vitesses de leviers produisent des grandes forces, qui ne correspondent pas complètement à la propulsion du fauteuil roulant.

Un autre inconvénient consiste dans le système de direction qui ne permet qu'une manoeuvrabilité réduite. Pouvant tourner sur place avec un fauteuil roulant à main courante, le cercle de manoeuvre du fauteuil roulant avec levier comporte 1,5 m au minimum. Le poids supérieur de 50 % est aussi un inconvénient. Ceci explique aussi le rare emploi de ce modèle.

Propulsion à main courante et à levier

En résumant les résultats de l'analyse, en l'état actuel, on aperçoit, pour les deux systèmes, un déficit dans l'exploitation des capacités et de l'habileté humaine. Ces résultats ont donné lieu à une comparaison ergonomique et à un développement d'éléments de propulsion.

La main courante

La transmission de force a été étudiée en comparant 14 types de mains courantes. On analysait la transmission de force statique, l'effort cardio-circulatoire et musculaire lors d'efforts dynamiques,

l'effort de la main, la durée maximum de travail et l'estimation subjective. On pouvait montrer que les types nouveaux de main courante étaient meilleurs du point de vue ergonomique que les types existants.

Des réactions différentes ont été remarquées en comparant des personnes habituées à un type de main courante normal avec des personnes qui ne l'utilisaient que depuis quelque temps.

POSITION DE PROPULSION AVEC LE SYSTEME A MAIN COURANTE

On a fait varier la position relative des bras et des mains par rapport aux mains courantes systématiquement. Les références de limite étaient les fauteuils roulants avec les roues de propulsion avant et les fauteuils roulants avec les roues de propulsion arrière. Outre la distance verticale entre la personne et l'essieu de la main courante, la distance horizontale influence également l'ergonomie du système homme - fauteuil roulant. On pouvait constater que l'effort diminuait en réduisant la distance verticale. L'effort diminuait également en réduisant la distance horizontale ; l'effort est le moins grand, quand l'épaule est vis-à-vis de l'essieu de l'anneau. Les personnes handicapées et non-handicapées constatèrent le même résultat.

DISPOSITION DU DOSSIER ET DU SIEGE SUR LE FAUTEUIL A PROPULSION PAR MAIN COURANTE

En changeant la disposition du dossier, on a pu constater aussi une diminution de l'effort. L'appui du corps sur un dossier adapté aux mouvements de propulsion entraîne une diminution de l'effort et du jugement subjectif de l'effort. On pouvait constater des différences de jugement entre des personnes handicapées et celles non-handicapées ; les personnes handicapées jugeaient plus important la stabilité de la position assise que les personnes non-handicapées, qui ont la possibilité de s'appuyer sur leurs pieds.

LA DIRECTION AVEC LE FAUTEUIL A PROPULSION PAR MAIN COURANTE

Le système de direction du fauteuil à propulsion par main courante est caractérisé par la possibilité de tourner le fauteuil en

tournant plus ou moins l'une des deux roues de propulsion. La disposition des roues de propulsion par rapport aux roues de direction influence beaucoup la précision de direction et la force nécessaire.

En mouvement libre, le fauteuil à propulsion arrière est stable, c'est-à-dire qu'il continue à rouler en gardant la bonne direction. Le fauteuil à propulsion avant a un comportement instable. Des forces minimales peuvent déséquilibrer le système, ce qui provoque une rotation du fauteuil roulant. La force nécessaire pour tourner le fauteuil varie selon la distance du centre de gravité par rapport à l'essieu de propulsion. Cette distance influence aussi la force de compensation nécessaire pour rouler sur un plan incliné latéralement. Ces différences de force peuvent atteindre l'ordre de 60 N pour une pente latérale d'à peu près 3 %. Cela signifie que la personne handicapée doit en même temps pousser et freiner le fauteuil roulant, ce qui demande un effort supplémentaire. Lorsqu'il s'agit de rouler en pente, on a des difficultés de freinage et de direction. De grandes forces de frottement sont nécessaires pour freiner et pour diriger le fauteuil.

SYSTEME DE DIRECTION SUPPLEMENTAIRE

Pour éviter cet effort, on a développé un système de direction supplémentaire. Une des roulettes du fauteuil roulant a été équipée d'un dispositif débrayable, qui transmet les forces de direction. On peut fixer le levier de direction pour tenir les forces qui résultent de l'inclinaison latérale du chemin. Pour freiner, nous avons construit un autre levier, qui commande les deux freins. Avec ce système, on peut rouler sur une pente en fauteuil roulant sans prendre en mains les mains courantes et sans le danger de se blesser la main et les doigts.

Développement d'un système nouveau de propulsion par levier

Pour améliorer le système de levier-manivelle, nous avons construit un principe nouveau pour transmettre le mouvement et les forces sur les roues. Le principe est simple, il y a le levier, que tient à un point variable deux cordes de transmission. Pour chaque direction du mouvement on a une corde, qui est enroulée sur un rouleau. Ces deux rouleaux sont assemblés sur une roue libre et

l'essieu de la roue. Par le point variable de la fixation des cordes de transmission, il est possible de changer la transmission entre 0,5 et 1,5.

Comparaison ergonomique de système de propulsion par levier

Nous avons comparé ce nouveau système avec le système utilisé par simulation en laboratoire. On pouvait constater de plus bas efforts cardiaques et musculaires. Un grand avantage est la possibilité de choisir individuellement l'amplitude du mouvement. Grâce à la roue libre, ce n'est pas nécessaire de mouvoir les leviers au moment de rouler pour propulser le fauteuil roulant.

CAHIER DES CHARGES ERGONOMIQUE

Les résultats de nos recherches sont discutés en comparaison avec les résultats d'autres centres scientifiques, qui s'occupent aussi des fauteuils roulants. Tous les résultats sont collectionnés dans un cahier des charges. Dans ce cahier des charges toutes les réalisations ergonomiques pour la construction du système de propulsion et toutes les observations des différentes personnes handicapées sont décrites. Les mesures et les moyens physiques et l'influence de l'âge et du handicap sont observés. La construction des fauteuils roulants n'est pas bonne en ce qui concerne le siège. Nous avons décrit les plus importantes règles pour une construction ergonomique du siège. Il est plus important de considérer les mesures individuelles des personnes handicapées en construisant un fauteuil roulant qu'en construisant un siège pour des personnes non-handicapées.

REALISATION DES RESULTATS DE NOTRE RECHERCHE

C'est très difficile et compliqué de réaliser un fauteuil roulant avec propulsion ergonomique d'un unique modèle technique pour tous les domaines d'utilisation et pour toutes les personnes handicapées. Le poids d'une telle construction serait vraisemblablement

trop lourd. Pour résoudre ce problème, on peut imaginer de construire un type de fauteuil roulant avec différentes possibilités de variation du mécanisme de propulsion.

Le savoir ergonomique de la construction des fauteuils roulants peut aider les possibilités des personnes handicapées plus qu'on ne le fait à l'heure actuelle. Les producteurs, les distributeurs, les médecins et les spécialistes de réhabilitation peuvent utiliser les résultats de notre recherche pour améliorer l'adaptation entre personne et machine et pour élargir l'espace de mouvements des personnes handicapées.

A la Gesamthochschule Kassel, un fauteuil roulant a été construit d'après les résultats de nos recherches ergonomiques. Mr. Klosner et Mr. Seeliger ont développé ce fauteuil roulant avec deux principes de propulsion. Ils ont construit un système de levier et de main courante avec disposition variable d'utilisation. Le siège et le dossier sont construits avec une meilleure prise en compte des règles ergonomiques.

ETUDE D'EVALUATION DANS LA REEDUCATION DES PERSONNES HANDICAPEES

Henk. G. STASSEN
Professor in Man-Machine Systems
Laboratory for Measurement and
Control of the Department of
Mechanical Engineering
Delft University of Technology
Delft - Pays-Bas

RESUME

La principale caractéristique de la rééducation des personnes handicapées est sa pluridisciplinarité. Nous savons que l'interaction des disciplines entre elles et l'évaluation constante de leurs résultats sont le plus sûr garant du succès. L'Université de Technologie de Delft a réalisé un certain nombre d'évaluations et d'études afin d'analyser systématiquement les méthodes de traitement ainsi que les résultats obtenus.

Notons qu'il est intéressant de s'appuyer sur une méthode de langage courant pour communiquer entre les différentes disciplines. Cette démarche peut tendre vers la cybernétique, science applicable aux techniques de rééducation afin de formuler une stratégie de traitement optimale.

Au cours de nos résultats, nous aurons l'occasion de revenir sur quelques-unes de ces techniques. Les applications se font dans le cadre de l'évaluation des prothèses de bras et sont axées sur le traitement des tétraplégiques, ainsi que des malades atteints de

lésion au plexus. Un ensemble linéaire systématisé, la suite Markow et les systèmes experts, telles sont les techniques les plus couramment employées.

PLAN INCLINE EN FAUTEUILS ROULANTS

*A. CAPPOZO, F. FIGURA,
M. MARCHETTI
Istituto di Fisiologia Umana
Università degli Studi
"La Sapienza"
Roma - Italy*

RESUME

Il est fort décevant de constater l'insuffisance des aménagements extérieurs pour l'accès en fauteuil roulant des personnes handicapées. Même si ces personnes sont correctement rééduquées, elles restent tributaires du fauteuil et sont confrontées à de nouveaux problèmes de déplacement. Dans le souci de bâtir des édifices publics fonctionnels et accessibles aux fauteuils roulants, on construit le plus souvent des rampes dont la pente optimale est de 8 %. Ce taux d'inclinaison ne semble parfait qu'a priori ; de plus, il s'avère particulièrement contraignant quand il s'agit d'aménager un immeuble ancien ayant un certain cachet. L'objet de ce résumé est de présenter une méthodologie spécifique qui a été conçue pour l'étude de l'inclinaison optimale permettant à l'utilisateur en fauteuil roulant de s'autopropulser.

La méthode repose sur l'utilisation d'un modèle mécanique analysant les réactions du couple patient-fauteuil.

Les paramètres de ce modèle sont :

- a) la rotation de la roue pendant l'exercice de la force musculaire ;

- b) l'emplacement du centre de gravité du patient en fauteuil roulant ;
- c) la nature de la force musculaire exercée sur la roue au cours du cycle de propulsion.

Les variables exprimées sont :

- a) la force isométrique maximale exercée par le patient lorsqu'il agrippe les roues de son fauteuil ;
- b) le poids du patient et de son fauteuil ;
- c) le plan incliné ;
- d) le rayon maximum de la roue.

Il se trouve que les moments de friction et d'inertie sont négligeables. Le modèle prévoit la possibilité de monter une pente dont le degré et la longueur sont définis selon le développement de la force musculaire. Si la force exercée est suffisante, il nous fournit les données suivantes : la variation de la vitesse avec laquelle le patient monte la rampe ; la durée et le nombre de cycles de propulsion requis ; les risques de basculer ou de culbuter pendant la montée.

Une enquête préalable a été réalisée auprès de cent personnes handicapées. Selon le modèle, les prévisions sont exécutées dans 90 % des cas lors d'activités extérieures, et il est convenu qu'une pente de 10 % nécessite une rampe d'au moins 6 mètres de long.

L'ERGONOMIE ET L'EVALUATION DES AIDES TECHNIQUES POUR LES PERSONNES HANDICAPEES

*R.J. FEENEY
Senior Lecturer, Department
of Human Sciences
University of Loughborough
and Managing Director of
Ergolaboratory
Grande-Bretagne*

Depuis plus de 20 ans, il est un sujet devenu en vogue auprès de maintes professions : comment aider la personne handicapée dans son environnement. Savants, ingénieurs, concepteurs et architectes se sont tous penchés sur ce thème, et de nombreuses revues spécialisées traitent ce sujet sous différents aspects. Cela représente une abondante littérature dont le thème principal porte sur la recherche et l'étude du développement des aides pour les personnes handicapées.

Il est néanmoins regrettable qu'on ait pu tirer la conclusion d'un certain déséquilibre entre, d'une part, l'énorme travail de recherche et d'étude afin d'aider la personne handicapée dans son environnement, et, d'autre part, la réalisation de produits manufacturés et autres équipements qui sont en libre circulation pour cette même population.

Prenons un exemple significatif. Depuis très longtemps, il y a de nombreuses recherches sur le fauteuil roulant. En effet, au Royaume-Uni, il y a très peu d'Universités où ingénieurs et concepteurs n'ont pas été impliqués, d'une façon ou d'une autre,

dans le développement du fauteuil roulant. Et bien, malgré tout, très peu d'améliorations ont vu le jour depuis 30 ou 40 ans et les usagers attendent toujours.

Notre démonstration peut s'appuyer sur bien d'autres exemples. Il n'y a aucun doute, l'une des raisons de ce déséquilibre s'explique ainsi. Ingénieurs, savants, concepteurs (et particulièrement ceux qui travaillent dans les universités) ont disposé de ressources leur permettant d'oeuvrer dans ce sens sans être aussi contraints par une logique de marché, à savoir par créer des produits manufacturés et commercialisables.

Il est une autre raison, peut-être plus importante encore. Trop souvent, on a perçu d'une manière ou d'une autre tous ces efforts comme étant finalement inadaptés à la réalité des besoins des personnes handicapées. On peut se demander par exemple s'il est intéressant de poursuivre le développement de prothèses de la main : sophistiquées, elles permettent aux amputés des membres supérieurs une indépendance gestuelle de tous les doigts et sont d'une grande esthétique. Mais, en aucun cas, elles ne leur facilitent la vie, si ce n'est sur un plan purement esthétique. Par ailleurs, un produit qui doit être vendu à une personne handicapée, s'il est subventionné ou non par les Pouvoirs Publics, doit être bon marché et rentable. Telle est, pour une large part, la réalité commerciale dans laquelle nous vivons.

Ce raisonnement suggère fortement que le développement de ces aides doit résulter de la collaboration des savants, concepteurs, ingénieurs de production et des commerciaux.

Ces principes énoncés, et auxquels je crois fondamentalement, je vais à présent résumer un ou deux thèmes particuliers quant au développement des aides et à leur disposition. Il s'agit du travail de conception et d'évaluation, condition préalable pour toute production spécifique, manufacturable et commercialisable.

LES CRITERES DE CONCEPTION

Pour être fonctionnel, un produit, qu'il soit destiné aux personnes handicapées ou non, doit répondre à certains critères fondamentaux :

Robustesse - Fiabilité - Solidité - Rendement - Pratique - Encombrement (facile pour l'utilisateur) - Facilité d'emploi - Commodité - Sécurité.

Les cinq premiers critères correspondent à des besoins techniques qui, bien que centrés sur l'analyse des besoins et des conditions d'emploi, peuvent néanmoins être définis selon des mesures techniques. Les quatre autres répondent aux caractéristiques, aux capacités des usagers et particulièrement aux attentes de cette population en matière de locomotion. Donc, toute conception visant à se conformer à ces critères, nécessiterait finalement une analyse des besoins pour des usagers potentiels ou non.

Dans chaque cas, il est nécessaire de réaliser au préalable une analyse et une recherche détaillée des besoins. En premier lieu, cette recherche serait axée sur la synthèse des données relatives aux capacités et aux caractéristiques des usagers, sur les conditions et sur l'environnement dans lesquels un produit doit être utilisé. Cela entraînerait également une recherche sur l'emploi envisagé et les abus prévisibles.

Bien que l'on dispose de peu d'écrits en la matière, on peut s'inspirer de quelques ouvrages spécialisés ou non qui répertorient les caractéristiques et les capacités de personnes handicapées. Dans la plupart des cas, c'est à la lecture d'enquêtes que l'on devra recueillir les informations sur les usagers et les conditions d'emploi.

A cet égard, l'investigation des différents types d'emplois et d'aides d'un point de vue conceptuel confrontée à la réalité du marché est une méthode très utile. Rencontrer les usagers eux-mêmes peut être une riche source d'information sur les besoins prérequis. Ce sera aussi la première occasion de réunir les informations sur les caractéristiques et les capacités des usagers.

Une autre démarche, tout aussi utile, consiste à évaluer les études sur les aides qui sont semblables à celles que l'on a l'intention de développer. Elles nous permettront de connaître les caractéristiques des usagers et les conditions d'emploi et de souligner les avantages et les inconvénients de ces types d'aides.

Nous donnons des exemples sur la nature des informations à recueillir, bien qu'il ne soit guère possible d'entrer dans les détails.

La nature et les contraintes auxquelles le produit sera largement soumis comprend :

- La fréquence.
- La température, l'humidité, les chocs et les vibrations auxquels le produit risque d'être exposé.
- Les contraintes dues à l'espace et l'environnement.
- L'espérance de vie.
- L'encombrement par rapport à la corpulence des usagers et à leur projet.
- La nature spécifique de l'emploi tenant compte du handicap de l'utilisateur potentiel.
- Les besoins fonctionnels du produit selon les usagers.
- La sécurité sur les plans électrique et mécanique.
- Des aspects qui risquent de compromettre la sécurité de l'utilisateur.
- Les goûts des usagers sur la couleur, la forme et le modèle.

Utiliser des questionnaires lors d'interviews, ou mieux, associer les usagers eux-mêmes dans la définition des besoins et de la conception est une autre façon de procéder qui peut être une très grande source d'information, en particulier, si les usagers ont employé des produits de conception similaire.

ETUDE DE LA CONCEPTION ET CONSTRUCTION DU PROTOTYPE

Après avoir recueilli toutes les informations, on doit entamer l'étude de la conception. Le dossier que possède le concepteur déterminera largement et précisément la nature de cette étude. Il s'agira de développer un produit entièrement nouveau qui remplira une tâche particulière conformément aux besoins recueillis préalablement, de créer une version améliorée des produits existant déjà sur le marché, de réunir de nouvelles caractéristiques, plus performantes et répondant mieux aux besoins des personnes handicapées.

Par exemple, à propos du fauteuil roulant, il pourra être question d'introduire des caractéristiques jusqu'ici inconnues ou proposées seulement pour l'achat de fauteuils onéreux : un système amélioré de soutien, de freinage, un autre matériau de construction et, si le fauteuil est électrique, un système régulant la souplesse à très faible vitesse et destiné, ainsi, aux personnes handicapées sévères.

Le concepteur devra nécessairement rédiger une prescription détaillée sur la population cible, sur les critères généraux, définis antérieurement et dont il devra tenir compte, sur les méthodes de fabrication, sur les matériaux et les éléments à employer. Enfin, devra apparaître une évaluation du développement, des coûts d'usinage et de production et du prix de vente.

Bien que ce ne soit pas notre propos de tenter de décrire le rôle du concepteur, il est néanmoins impératif de comprendre qu'à ce stade, ont doit considérer tous les facteurs désignés précédemment. Et il importe d'associer toutes les disciplines concernées, industrie, production, marketing, sans oublier les bureaux d'étude. L'issue de cette phase se traduira par la construction de modèles grossiers ou de prototypes, par l'apparition de caractéristiques spécifiques. Il ne s'agira plus que d'évaluer ou tester ces modèles ou prototypes face aux caractéristiques initiales.

L'EVALUATION

L'un des aspects les plus importants de cette étude est l'évaluation du prototype, à la fois sur le plan technique et des capacités d'emploi et du point de vue ergonomique. Les critères d'évaluation ont toujours été définis. Pour les besoins du test, des critères devront être décrits et détaillés, indiquant les niveaux de performance requis.

Par exemple, pour déterminer dans un test technique la solidité d'un siège, les forces auxquelles le siège sera soumis devront être reproduites dans des conditions d'utilisation normale ou non.

La nature et l'importance de ces forces seront définies par suite des méthodes d'information décrites précédemment. Les forces résultantes appliquées dans le test technique se fonderait sur les forces mesurées avec une marge de sécurité convenable et appliquée assez longtemps pour simuler l'espérance de vie du produit.

On peut appliquer de tels tests pour d'autres caractéristiques, notamment, la résistance à l'usure, aux réactions chimiques ou climatiques et la sécurité sur les plans électrique et mécanique.

Dans chaque cas, la méthode d'évaluation devra être décrite dans son ensemble avec les niveaux de performance minima auxquels le produit doit répondre.

Ces tests se réaliseront sans la présence des usagers, mais d'autres évaluations (capacités d'emploi du produit par exemple) nécessiteront la participation d'un échantillon d'usagers potentiels ou non. Elles se réaliseront soit en laboratoire où les conditions d'utilisation seront simulées aussi fidèlement que possible, soit dans des conditions de vie réelle en prêtant le produit aux usagers un certain temps afin qu'ils puissent l'utiliser dans un environnement naturel. Dans le cas précédent, on peut exercer sur l'expérimentation un contrôle strict, alors que dans le dernier cas, les types d'utilisation seront fortement déterminés par les priorités qu'accordent les usagers. Mais dans les deux cas, l'information sur les aspects spécifiques peut être systématiquement révélée.

Il est évident que les méthodes pour recueillir l'information sont différentes, qu'elles se fassent en laboratoire ou sur place. Le laboratoire offre beaucoup plus de possibilités pour l'enregistrement de la conduite, sur film par exemple. Dans les deux situations, une information subjective peut être recueillie à l'aide de questionnaires préétablis auprès des usagers et en notant les réponses techniques pour chaque emploi, commodité d'emploi, sécurité et types d'abus.

De tels tests sous-entendraient l'usage d'un panel soigneusement sélectionné, représentatif des usagers potentiels ou non du produit testé, réalisant des activités en liaison avec son emploi selon un questionnaire standard et géré par des chercheurs formés. Ce formulaire se référerait à chacune des caractéristiques du produit destiné à être évalué et une réponse notée serait utilisée pour chacun, à tour de rôle. Ces réponses apparaîtraient sur une échelle à 5 points et révéleraient les différents jugements de valeur sur des critères tels que le niveau de difficulté, le sentiment de confort, la sensation de sécurité... dépendant du type de produit testé et du jugement apporté.

A titre d'exemple, l'échelle suivante pourra se référer au degré de difficulté quant à l'ouverture d'un fauteuil roulant pliant : Très difficile - Difficile - Satisfaisant - Facile - Très facile.

En questionnant l'échantillon, on pourra tirer au clair le point de vue des usagers, confrontés au produit un certain temps, sur chacun des critères ci-dessus désignés. Ce travail sera complété par

l'observation des usagers démontrant leurs capacités de tirer profit du produit, et ceci, en présence de chercheurs.

Premièrement, au moins 90 % des usagers ayant participé au test estimeraient le produit satisfaisant, selon l'échelle 5 points décrite précédemment. Les questions et les formulaires seraient gérés selon une organisation expérimentale garantissant la validité de chiffrage. Deuxièmement, sur un plan qualitatif, l'observation des chercheurs devrait au moins aboutir à une conclusion - réponse satisfaisante, conformément aussi à l'échelle proposée ci-dessus.

En associant l'information technique et l'observation de l'utilisateur, nous arriverions à adapter le produit, qu'il ait besoin ou non de modifications particulières ; par son adaptation, nous pourrions supprimer ses défauts.

L'évaluation devrait jouer un tout premier rôle dans la méthode de conception du produit. Pour une large part, on peut déceler à travers les procédures d'évaluation tout défaut de conception, et ceci, avant la production et la commercialisation.

L'autre option consistant à ne pas réaliser ces tests, aboutirait à une mauvaise qualité du produit, voire une désaffection des consommateurs. De même que la sécurité des usagers peut être gravement mise en cause, cette négligence se soldant parfois par des accidents. Le fabricant pourrait alors recevoir des réclamations et le produit mis en vente lui serait retourné. En outre, pour les usagers handicapés, un produit défectueux ne leur permet pas de compenser leur handicap et ne leur est d'aucune utilité dans les gestes quotidiens qu'ils doivent réaliser.

Pour toutes ces raisons, l'organisation et l'exécution de telles évaluations ne sauraient dépendre du concepteur ou du fabricant.

CONCLUSION

Ce résumé a décrit une approche pour concevoir des aides destinées aux personnes handicapées.

Il a été démontré qu'il est nécessaire :

a) d'intégrer les besoins des usagers, et au stade de la conception, et au cours d'exercices d'évaluation.

b) de tester en détail les produits sur les plans ergonomiques et techniques.

c) de tenir compte des besoins de production et de commercialisation.

**L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ FONCTIONNELLE
DES PROTHÈSES DE MEMBRE INFÉRIEUR
GRACE À L'ANALYSE DU RENDEMENT
DE LA MARCHÉ APPAREILLÉE**

*J.P. DIDIER, Professeur
J.M. CASILLAS, Docteur
CHRU de Dijon
Service de rééducation
fonctionnelle
23, rue Gaffarel - BP 1542
21034 Dijon Cedex*

RESUME

L'évaluation de la qualité fonctionnelle d'une prothèse de membre inférieur ne peut s'envisager que par rapport à l'indépendance qu'elle permet. Elle relève donc de deux analyses. L'une s'intéresse à sa mise en place, elle répond à la question "l'amputé peut-il installer seul sa prothèse et dans quelles conditions ?". L'autre s'intéresse à l'usage qui en est fait, elle répond à la question "l'amputé peut-il marcher avec sa prothèse, et dans quelles conditions ?".

Nous nous sommes attachés au second aspect en considérant que la qualité de la marche prothétique était davantage le reflet du bon rendement de l'ensemble amputé/prothèse que celui de la seule qualité mécanique du matériel. Nous avons abordé la question par l'analyse du rendement de la marche appareillée apprécié à partir de la mesure de la dépense calorifique rapportée à la distance par-

course. De l'ensemble des études réalisées, tant chez des amputés traumatiques que vasculaires de jambe ou de cuisse, avec divers types d'appareillage et après confrontation avec les données de la littérature, il apparaît que le coût énergétique du mètre parcouru représente un critère particulièrement intéressant de la qualité fonctionnelle d'un appareillage.

- Il permet de démontrer l'absence de corrélation directe entre l'intérêt mécanique présumé d'une prothèse et le rendement qui caractérise son utilisation par le patient.

- Il permet d'obtenir une évaluation objective de l'utilisation qui pourra être faite d'un matériel.

Il représente donc une aide à la décision médicale utile lors que la conception du matériel prothétique et de l'établissement du pronostic d'utilisation.

Thème III

**AMENAGEMENTS DES POSTES
ET ESPACES DE TRAVAIL**

QUELQUES APPLICATIONS DE L'ERGONOMIE DANS LES CENTRES DE REEDUCATION PROFESSIONNELLE

*P. CORNES,
Senior Research Fellow
University of Edimburgh
Ecosse - Grande-Bretagne*

L'ERGONOMIE ET LA REEDUCATION

L'ergonomie a résolu, ou a aidé à résoudre, les nombreux problèmes d'emploi auxquels sont confrontés les personnes handicapées. Cependant, il serait bon de mesurer notre optimisme, car l'ampleur de ces succès peut être facilement nuancée si on ne tient pas uniquement compte des développements théoriques résumés au cours des meetings professionnels ou dans des ouvrages spécialisés. A la lumière de leurs efforts, trop souvent officieux et méconnus, le personnel des services de rééducation professionnelle pourrait, manifestement, constituer un impressionnant dossier sur le traitement ergonomique répondant aux problèmes de leur clientèle. Par exemple, après la seconde guerre mondiale, l'ergonomie n'était qu'à ses débuts et le personnel de rééducation utilisait les avantages thérapeutiques que procurent les machines-outils adaptées aux personnes blessées.

Plus tard, on a imaginé, de temps à autre, des solutions d'ordre technique pour régler des problèmes individuels, nombreux et variés, ou pour aider, de façon significative, le développement des techniques d'évaluation fonctionnelle.

De nos jours, ces premières tentatives, principalement axées sur l'évaluation des savoir-faire et des capacités résiduelles afin d'attribuer aux travailleurs handicapés des postes existant, peuvent apparaître plutôt primitive. Cette impression se confirme surtout face au courant actuel dont le principe repose sur l'adaptation ; étayé de récentes études sur l'aménagement du travail, sur les aides techniques et sur les méthodes d'évaluation fonctionnelle, il vise à optimiser la relation travailleur handicapé - exécution des tâches.

Les précurseurs de ces innovations ont concouru à élever la conscience du personnel de rééducation et contribué à ce que l'ergonomie puisse oeuvrer pour la réduction des handicaps auxquels sont confrontées certaines personnes.

Nous ne sommes pas pour autant résignés quant à de nouvelles améliorations. Dans une perspective de rééducation professionnelle, nous pourrions faire un usage plus efficace des recherches de l'ergonomie et de ses applications dans l'emploi. Et sur un plan ergonomique, nous devrions à l'avenir porter notre attention sur les praticiens, sur leur méthode de traitement, et encourager une plus grande concertation entre les patients et le personnel soignant. Généralement, nos réunions de travail traitent des derniers développements scientifiques et techniques, occultant quelque peu les problèmes d'ordre pratique ou administratif.

Ce résumé illustré par une évaluation réalisée dans les centres de rééducation professionnelle en Angleterre (CRP)* suggère qu'il est possible de renforcer les liens déjà noués entre l'ergonomie et la rééducation ; ceci, à condition de rééquilibrer le temps et l'attention consacrés à la recherche et au développement, d'une part, à la mise en application, d'autre part.

LA REEDUCATION PROFESSIONNELLE EN GRANDE-BRETAGNE

L'une des principales institutions pour l'insertion ou la réinsertion des personnes handicapées en Grande-Bretagne regroupe sur

* Employment Rehabilitation Centres (ERCs), traduit ici par Centre de Rééducation Professionnelle, à ne pas confondre avec l'acception française courante synonyme de Centre de Formation Professionnelle.

tout le territoire 27 centres de rééducation professionnelle. Gérés par la Commission des Services Manpower, ces centres accueillent chaque année environ 20 000 personnes pour un coût annuel de 20 millions de livres. Le personnel se compose d'équipes multidisciplinaires.

La plupart des patients sont des hommes (90 %), des travailleurs manuels dont la moyenne d'âge est 35 ans. Ils sont handicapés physiques ou ont des déficiences d'ordre psychologique. Un quart d'entre eux séjourne environ une semaine afin de permettre aux praticiens d'évaluer leurs capacités fonctionnelles. Les autres restent plus longtemps, sept semaines en moyenne. Les plus longs séjours autorisent un large éventail d'appréciations qui peuvent varier d'une personne à une autre selon ses propres besoins. Cela peut déboucher sur une amélioration des facultés physiques ou mentales, une évaluation fonctionnelle, une orientation professionnelle, une recherche d'emploi réaliste et tendre à trouver un emploi adapté ou une formation dans un autre domaine (une reconversion). Ces dernières années, une attention grandissante a été portée sur le rôle que l'ergonomie peut jouer dans l'insertion ou la réinsertion des patients grâce à des emplois, des équipements et des locaux adaptés.

Ces centres ont été créés dans les années 40, dans le cadre de mesures globales destinées à assurer une plus grande participation des personnes handicapées sur le marché du travail. Au début, elles ont eu beaucoup de succès. Plus des trois quarts des anciens patients étaient, en 1980, reclassés à l'issue des trois mois.

Ce dramatique revirement de situation survenait, en partie, à la suite du premier choc pétrolier dont furent victimes les économies occidentales. Il s'ensuivit une récession dont les effets furent accentués par le déclin simultané de nombreuses industries traditionnelles, voire par leur disparition. A celles-ci furent substituées de nouvelles technologies, de nouveaux emplois, moins nombreux et plus qualifiés. Cependant, d'autres signes avant-coureurs ont marqué ce déclin ; officiellement, l'augmentation des coûts et le progrès technique auquel les centres tenaient (par exemple en ergonomie) en réponse à de nouvelles exigences.

Un tel constat aboutissait à décider, en 1975, la création d'un Centre National de Recherche par la Commission des Services Manpower au sein duquel un expert allait examiner et évaluer

l'organisation et les résultats des CRP tout en proposant des recommandations d'ordre pratique et politique.

Ce programme de recherche a été réalisé sous la direction des auteurs du Centre de Recherche et de Rééducation Professionnelle (CRRP) de 1976 à 1982. Il comprenait plusieurs projets individuels qui visaient à expliquer la réussite des CRP conformément à leurs objectifs officiellement proclamés (I), à améliorer les méthodes et les procédures en usage (II), et à expérimenter d'autres solutions (III). Ce résumé décrit les aspects ergonomiques de ce programme. D'autres points de vue ont été, par ailleurs, présentés (Cornes, 1982, 1985).

LES ASPECTS ERGONOMIQUES DU PROGRAMME DU CRRP

Au sein de son programme, le Centre de Recherche a développé trois projets ergonomiques. Le premier comprenait l'étude ergonomique détaillée des ateliers d'un centre et était supervisé par deux étudiants en troisième cycle d'Ergonomie inscrits au Département de Production mécanique de l'Université de Birmingham (Bowmer, 1979 et Mokdad, 1979). Le second projet, sous la forme d'une enquête, s'intéressait aux 27 CRP afin de mesurer l'ampleur des méthodes et techniques ergonomiques utilisées et d'obtenir des informations pratiques en la matière (Horton, 1982). Le troisième projet, conduit sous la collaboration du personnel médical d'un autre CRP, consistait à contrôler et à évaluer deux hypothèses opposées sur l'action des CRP quant aux capacités physiques et professionnelles des patients (Cornes, 1981).

L'ETUDE ERGONOMIQUE DES ATELIERS D'UN CRP

Tous les CRP s'efforcent de créer et de maintenir un véritable environnement industriel. Pour atteindre cet objectif, les patients sont observés et évalués dans plusieurs situations réelles de travail. Ces séances se passent dans chaque atelier subdivisé en deux sections qui regroupent des activités diverses, tertiaire, menuiserie, électricité, électronique, mécanique générale et jardinage. La

première de ces deux études s'attachait à examiner l'interrelation des capacités du patient et de son affectation dans les sections d'atelier. Il s'agissait de déterminer si l'aménagement du poste de travail ou l'adaptation des équipements augmenteraient le champ de l'évaluation ouverte aux patients atteints de handicaps spécifiques. La seconde étude portait sur la conception des postes pour des personnes handicapées opérant debout.

Ces deux études constataient que les sections intégraient déjà le concept d'adaptation. Néanmoins, on y distinguait aussi plusieurs nouveautés. Par exemple, les machines à bois ne satisfaisaient pas à des conditions de travail confortable et il n'y avait aucune fraiseuse installée pour les gauchers.

On s'était aussi aperçu que la section Machine-outils regroupait des patients dont les handicaps étaient beaucoup moins diversifiés que dans les autres sections. Ceci était dû au fait que les personnes déficientes sur le plan physique étaient incapables de travailler sur des machines-outils (le levier du tour était particulièrement difficile à manipuler) ou de déplacer des mandrins lourds et encombrants. Suite à ces études, les CRP ont été équipés d'établis réglables ; des machines ont été transformées pour que gauchers et droitiers puissent les utiliser ; le levier de contrôle des mandrins sur tous les tours a été remplacé par un système d'air comprimé et tous les centres ont été équipés de monte-charges. Bien que toutes ces conséquences aient leur importance propre, il en est une, peut-être plus significative, qui est pédagogique. Elle démontre au personnel que même un milieu de rééducation peut être un handicap et prouve que l'ergonomie peut aider à identifier et surmonter de tels problèmes.

ENQUETE ERGONOMIQUE SUR LES CRP

L'étude était suivie d'un questionnaire adressé à tous les directeurs des CRP afin d'analyser la portée du rôle actuel que jouent les applications ergonomiques. Autrement dit, ces applications étaient-elles bénéfiques pour tous les patients ou seulement pour ceux qui étaient atteints d'un handicap spécifique ? Comment pouvait-on réunir les expertises et les expériences acquises dans chaque centre afin que tout le monde puisse en bénéficier ?

Tous les centres citaient de récents exemples d'aides techniques pour l'insertion de personnes atteintes de handicaps physiques et sensoriels variés. La plupart (80 %) pouvaient mentionner l'adaptation d'équipements conformément aux besoins individuels ou non, l'amélioration du site de travail ou de l'accessibilité au centre lui-même ou aux postes de travail individuels. Une minorité d'entre eux ont signalé des problèmes particuliers relatifs aux services locaux des appareillages ou à la formation des personnes aveugles.

Pour illustrer le succès des CRP on peut étudier un cas qui pourtant n'a pas eu recours à la théorie ergonomique. Il s'agit d'un patient handicapé par l'amputation de sa main droite et de l'avant-bras dans un accident de travail et qui espérait retrouver son ancien emploi de tourneur. Pendant des années, le département des prothèses et de l'appareillage a produit des prothèses à crochet et d'autres prothèses pour ces personnes. Dans le cas présent, il n'existait aucun appareil susceptible d'aider ce patient faute de pouvoir procurer une rotation et une préhension nécessaires pour la manipulation d'une coulisse transversale équipant le tour. Un autre patient suggérait que le problème pouvait être résolu grâce à une prothèse de rotule et, après quelques essais infructueux, les deux patients ont travaillé en compagnie d'un membre du CRP à la conception et à la production de l'équipement. Le résultat était si concluant que notre patient était capable de travailler sur un tour en toute compétitivité.

Bien que cet exemple puisse étayer le propos énoncé précédemment sur l'application informelle de l'ergonomie, les résultats de l'enquête semblent indiquer que ces potentialités n'avaient pas été systématiquement développées. Une autre enquête souscrivait à ce constat, révélant l'existence d'un fort appui de l'ergonomie en formation de personnel et d'un centre d'information diffusant les méthodes pratiques auprès des 27 CRP.

LA MISE EN VALEUR DES CAPACITES PHYSIQUES AU TRAVAIL

Un troisième projet testait deux assertions opposées sur l'action des CRP quant aux capacités physiques et professionnelles des

patients. La première affirmation stipule que seule l'assistance et la participation aux travaux d'atelier améliorent les aptitudes ou les capacités physiques au travail. La seconde avance que de tels progrès sont possibles en participant et aux programmes d'exercices physiques et aux travaux d'ateliers classiques.

Ces deux idées opposées étaient expérimentées sur un petit échantillon et par des groupes constitués de différents contingents pris dans un CRP. Ces hommes âgés de 17 à 43 ans étaient handicapés physiques ou avaient des troubles psychiques et psychologiques. L'analyse statistique confirmait qu'il n'y avait aucune différence entre le groupe expérimental et le groupe de contrôle en ce qui concerne l'âge, la taille, le poids, la pression artérielle ou les handicaps.

Les sujets du groupe de contrôle poursuivaient des activités normales et journalières dans l'atelier. On demandait en plus aux sujets de l'autre groupe la participation à un contrôle médical surtout dans les programmes d'exercices de force et de mobilité pour une période supérieure à six semaines. La forme physique des deux groupes était évaluée par l'interprétation d'une procédure de stepping test ; ces évaluations ont été calculées grâce à un index de la capacité physique au travail en utilisant les rythmes cardiaques durant le recouvrement des états de stimulation submaximale et stationnaire.

Ces dispositions étaient faites au début de la procédure et renouvelées toutes les six semaines.

Ainsi, il en résultait l'hypothèse suivante. L'amélioration de la forme physique et des capacités de travail est consécutive uniquement au régime de rééducation qui intègre un programme d'exercices physiques (en sus, donc, des travaux d'atelier classiques). L'analyse statistique ne révélait aucune différence dans les scores des deux groupes au début de l'expérience. Cependant, au bout de six semaines, le score moyen du groupe expérimental était sensiblement différent de l'autre groupe dont les capacités physiques au travail étaient très basses. Une analyse supplémentaire utilisant une modification individuelle indiquait dans le même temps qu'aucun membre du groupe de contrôle n'enregistrait une modification des capacités physiques supérieure à ce critère, tandis que 51 % des membres du groupe expérimental arrivaient à améliorer ce score.

Cette étude était considérée comme importante dans deux implications de la rééducation pratique. D'une part, les CRP doivent incorporer un programme d'exercices spécifiques afin d'améliorer la santé de leurs patients ou d'atteindre une augmentation sensible du temps et des besoins physiques pour les travaux d'atelier. D'autre part, les avantages concrétisés par une amélioration des capacités physiques de travail et résultant des programmes de rééducation peuvent être de courte durée si les patients s'obstinent à ne pas s'exercer ou à ne pas se mettre au travail rapidement. Telle est la deuxième implication mettant en évidence la rechute rapide du patient au cas où il ne continuerait pas ses exercices.

RESULTAT PRATIQUE

De ces études nous pouvons résumer plusieurs conséquences pratiques. Premièrement, comme nous le remarquons précédemment, tous les CRP ont été équipés en matériels nouveaux et adaptés et ont été encouragés à modifier le plan des postes et les conditions de travail. Tout ceci a concouru à mieux accueillir dans ces centres les personnes handicapées. Deuxièmement, des appareils "multigym" ont été installés dans des centres et des physiothérapeutes ont été nommés pour superviser le traitement curatif et les programmes de formation physique. Troisièmement, un CRP, à Birmingham (Antenne britannique du Réseau des Centres de Rééducation dans la CEE) se développe pour centraliser les ressources en matière d'ergonomie destinées aux 27 CRP. Finalement, et c'est peut-être le plus important, les besoins en personnel pour la formation d'ergonomes ont été reconnus par la réalisation de cours professionnels adaptés.

DES IMPLICATIONS TRES LARGES

Ces exemples peuvent illustrer le fait que les services de rééducation ont fait des progrès considérables pendant des années et qu'ils ont maintenant appris à mieux apprécier les diverses contributions de l'ergonomie théorique et pratique dans leur travail.

Ils peuvent aussi démontrer combien l'avenir est important dans un travail de collaboration sur de nombreux problèmes pratiques qui restent à résoudre. Naturellement, les ergonomes auront leur mot à dire sur les priorités à dégager. Cela peut ou non coïncider avec le point de vue de ceux qui travaillent dans la rééducation. Laissez-moi, par conséquent, en guise de conclusion, porter mon attention sur deux problèmes qui méritent une grande priorité à l'avenir. Le premier problème concerne l'issue de la réalisation. Il existe un abîme entre nos laboratoires, nos travaux littéraires et les ateliers de rééducation. Sommes-nous assez nombreux de part et d'autre pour nous rejoindre ? Le second problème touche aux besoins d'une partie relativement importante des patients de nos services de rééducation. Tandis qu'ils sont aptes physiquement, ils sont par ailleurs handicapés la plupart du temps dans l'organisation sociale du travail et moins dans la relation homme-travail. Consacrons-nous une attention et des ressources suffisantes pour résoudre ces problèmes essentiellement "socio-techniques" ?

BIBLIOGRAPHIE

- BOWMER G. - An ergonomic survey in an employment rehabilitation centre.
Unpublished MSc dissertation, Department of Engineering Production, University of Birmingham, 1979.
- CORNES P. - Physical aspects of ERC courses.
Employment Rehabilitation Research Centre Information Paper 3. Birmingham : MSC, 1981.
- CORNES P. - Employment Rehabilitation : the aims and achievements of a service for disabled people.
London : HMSO, 1982.

- CORNES P.** - Employment rehabilitation in Great Britain.
In : Cornes P. and Hunter J. (Eds), Work, disability and Rehabilitation. East Lansing : University Center for International Rehabilitation, 1985, 64-72
- HORTON D.** - Rehabilitation ergonomics.
Employment Rehabilitation Research Centre Information Paper 13. Birmingham : MSC, 1982.
- MOKDAD M.** - The need for new designs of workplaces for the disabled at an employment rehabilitation centre.
Unpublished MSc dissertation, Department of Engineering Production, University of Birmingham, 1979.
- SEDGWICK A.H. et al.** - Long-term effects of physical training programmes on risk factors for coronary heart disease in otherwise sedentary men.
British Medical Journal, 5 july 1980, 7-10.
- TUXWORTH W., SHAHNAWAZ H.** - The design and evaluation of a step test for the rapid prediction of physical work capacity in an unsophisticated industrial work force.
Ergonomics, 1977, 20, 181-191.

LES METHODES ERGONOMIQUES POUR ADAPTER LE POSTE DE TRAVAIL AUX PERSONNES HANDICAPEES

*K. WIELAND et M. SCHUTTE
Institut für Arbeitsphysiologie
an der Universität Dortmund,
R.F.A.*

INTRODUCTION

Adapter la personne handicapée au poste de travail et prendre en compte la spécificité de ses capacités et de ses compétences, tels sont les objectifs visant à l'intégration de cette population dans l'entreprise. Pour autant que l'entreprise soit concernée, il en résulte trois principes fondamentaux (cf. Wieland, Laurig, 1981 ; Priest, Roessler, 1983 ; Wieland, Schutte, 1985) :

- le choix d'un poste de travail adapté
- son organisation et sa conception
- sa connaissance et son apprentissage

ceci, afin de s'assurer que la personne handicapée est apte à développer et mettre en pratique ses capacités, son savoir-faire et son expérience professionnelle, et est en mesure de fournir un travail analogue à celui d'un travailleur en bonne santé.

LES TACHES DE L'ENTREPRISE

L'une des conditions préalables au choix d'un poste de travail adapté à la personne handicapée est d'établir une comparaison entre le profil du poste et les capacités, les savoir-faire, et ceci pour chaque cas. Ce travail peut être souvent facilité en étudiant les documents (études de séquence de travail...) disponibles dans l'entreprise. Ces pièces ne sont cependant pas exhaustives ; elles doivent être complétées et précisées puisqu'elles concernent, en principe, des travailleurs "en bonne santé". L'évaluation des capacités personnelles face au travail est ici réalisée selon des critères psychologiques et ergonomiques. Néanmoins, une telle comparaison ne permet pas encore d'arrêter immédiatement son choix, étant bien entendu que l'adaptation du poste, qu'il soit existant ou à créer, ne peut être envisagée qu'à un coût raisonnable. On doit, en outre, savoir s'il est possible d'améliorer les capacités fonctionnelles par la formation ou par l'apprentissage. Le poste de travail une fois redessiné ou modifié, la personne handicapée demande à recevoir un apprentissage spécifique. L'efficacité de toutes ces phases est, entre autres, fortement liée à l'influence qu'exerce la personne handicapée dans le choix, l'organisation et l'adaptation de son poste de travail (cf. Wieland, 1985).

L'ERGONOMIE ET LE POSTE DE TRAVAIL : ORGANISATION ET CONCEPTION

Concevoir un poste de travail en fonction de critères d'ergonomie relève d'une démarche à la fois préventive et corrective.

En règle générale, adapter l'emploi à l'homme permet de maîtriser les charges de travail et, ainsi, d'empêcher d'éventuels problèmes de santé. Qui plus est, l'application systématique d'une discipline transférable - l'ergonomie - autorise une adaptation plus grande, voire une amélioration du poste en regard de la personne handicapée dont les capacités personnelles sont restreintes.

Dans la procédure utilisée pour l'organisation de la conception des postes de travail réservés aux personnes handicapées, on distingue les deux phases suivantes :

- a) l'organisation globale des méthodes de travail ;
- b) l'adaptation du poste de travail aux personnes handicapées.

(Se reporter au diagramme 1).

Organisation générale de la méthode de travail

Il est important de connaître la répartition numérique des handicaps ou types de handicaps ainsi que les différentes combinaisons qui se produisent, pour l'organisation générale de la méthode de travail (cf. tableau 1).

Le tableau 1 est l'exemple même de l'analyse des types de handicaps. Il répertorie les handicaps que l'on rencontre le plus souvent dans une compagnie minière, la Berghan AG Westfalen (cf. l'analyse détaillée de Schutte et Wieland, 1986). L'évaluation porte sur un total de 1 308 mineurs, âgés entre 25 et 59 ans. Nous constatons que la majorité d'entre eux, plus de 60 %, souffrent de la colonne vertébrale. Par ailleurs :

- plus de 50 % ont des troubles circulatoires ou vasculaires ;
- 43 % sont atteints aux extrémités des membres inférieurs et 24 % aux extrémités des membres supérieurs ;
- 40 % ont une déficience du système respiratoire, 29 % des organes du système digestif, 20 % du coeur, 15 % des oreilles, 14 % du foie et de la rate et 11 % du métabolisme.

Le tableau 2 nous révèle, à partir de l'analyse d'un petit groupe, les handicaps associés les plus courants. Nous remarquons, d'une part, qu'il existe quatre types de handicaps non associés (concernant les extrémités des membres inférieurs, la colonne vertébrale et le système nerveux, les systèmes cardiovasculaire et circulatoire, les extrémités des membres supérieurs). D'autre part, seuls les trois premiers d'entre eux peuvent aussi être associés, et, dans la majorité des cas, associés à tous les autres types de handicaps.

L'organisation générale suivante et la conception résultent de méthodes de travail particulières : a) diminution du travail musculaire, b) élimination progressive des défauts de posture, c) amélioration des déplacements.

Diagramme 1
Choix d'un poste de travail adapté
aux travailleurs handicapés

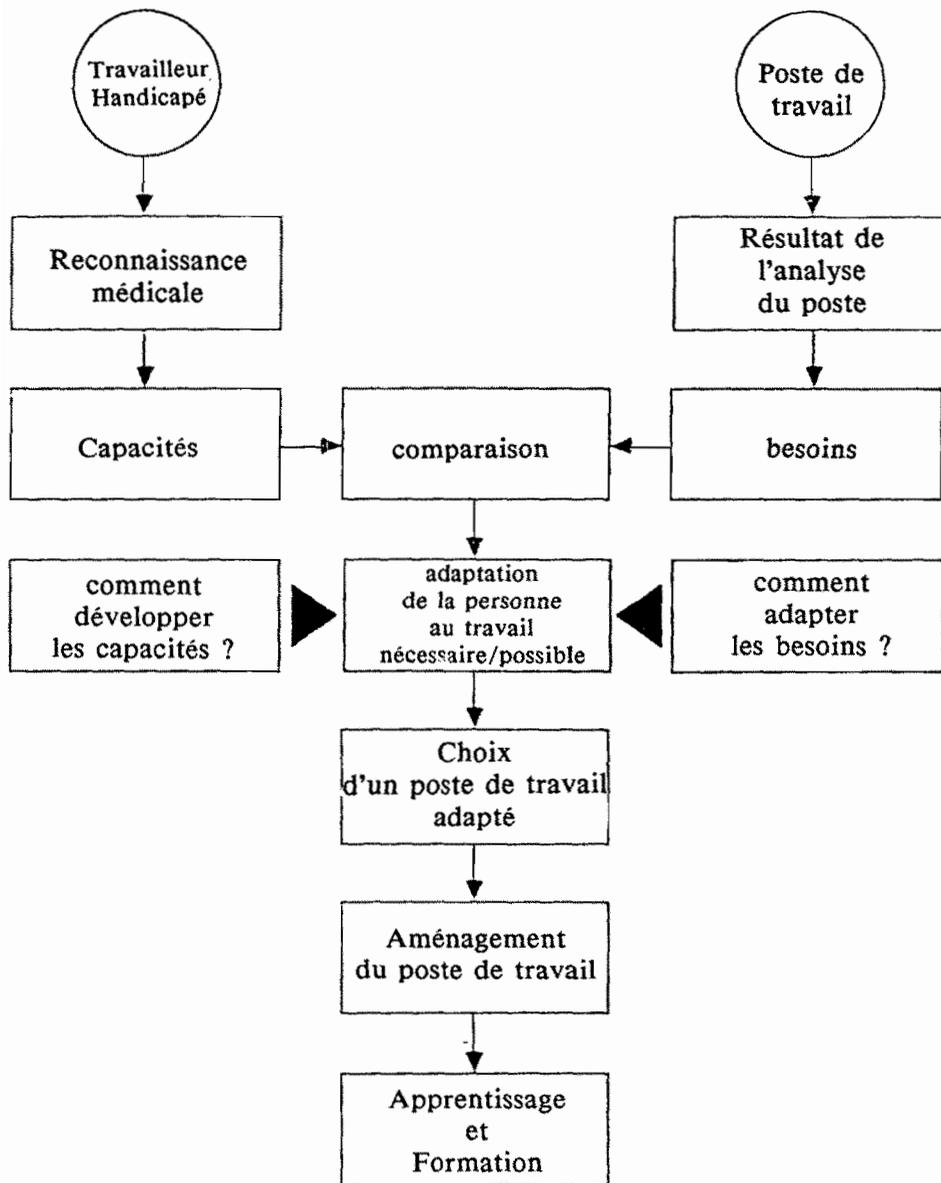
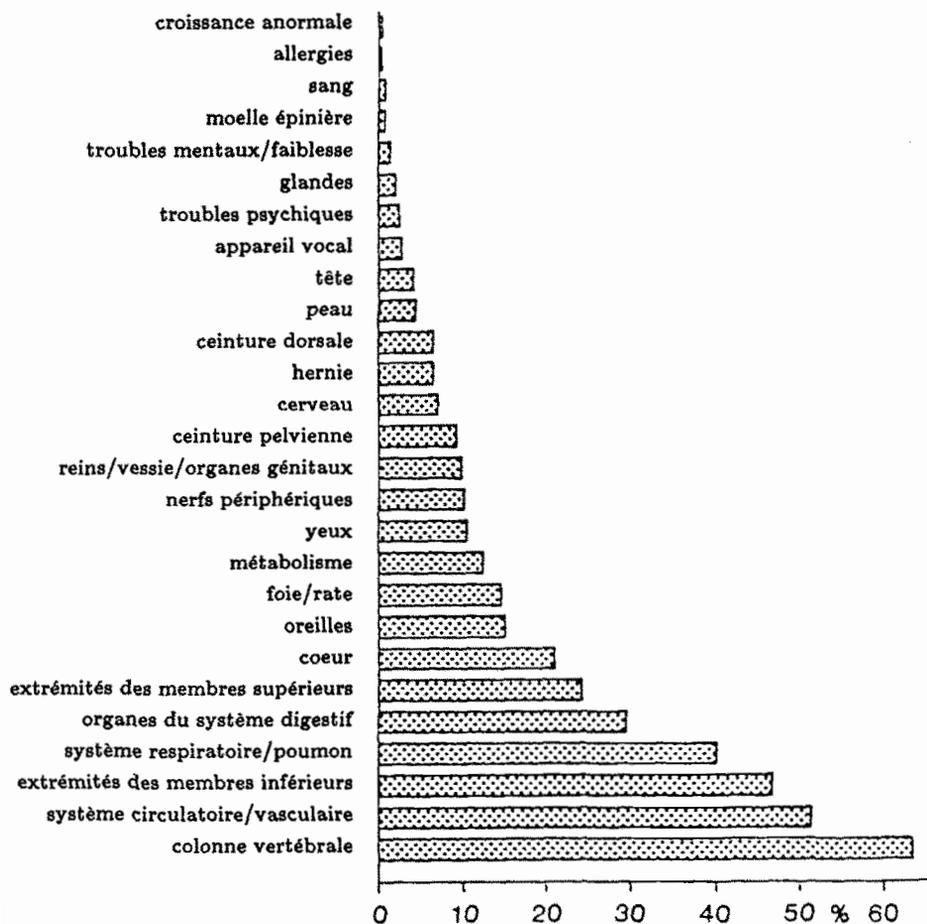


Tableau 1
Répartition des handicaps



TAUX DE REPARTITION DES EMPLOYES

Tableau 2

Résultats d'une analyse de groupe.

N_1, \dots, N_{22} sont classés par ordre décroissant en fonction de la taille de l'échantillon indiquée sous chaque N abrégiation

TYPES D'AFFECTIONS	N ASSOCIATION DE HANDICAPS ET MESURE D'UN ECHANTILLON																							
	N1 44	N2 40	N3 37	N4 35	N5 29	N6 25	N7 21	N8 19	N9 18	N10 18	N11 17	N12 17	N13 15	N14 13	N15 13	N16 12	N17 12	N18 12	N19 10	N20 10	N21 10	N22 10		
Extrémité des membres supérieurs	•		•	•	•				•	•							•	•	•	•	•	•	•	
Articulation de l'épaule																								
Colonne vertébrale/Neufs							•																	
Extrémité des membres inférieurs	•	•	•	•						•	•													
Articulation de la hanche																								
Différence auditive																								
Extromac																								
Troubles cardio-vasculaires																								
Foie/Pancréas																								
Silicose/Emphyseme pulmonaire																								
Système respiratoire																								

Une organisation globale des méthodes de travail, centrées sur les handicaps courants, qu'ils soient simples ou associés, favorise, en principe, l'adaptabilité du poste de travail pour un plus grand nombre de personnes handicapées. Pour l'entreprise, cela a pour conséquence d'augmenter la flexibilité de l'emploi.

L'ADAPTATION DU POSTE DE TRAVAIL

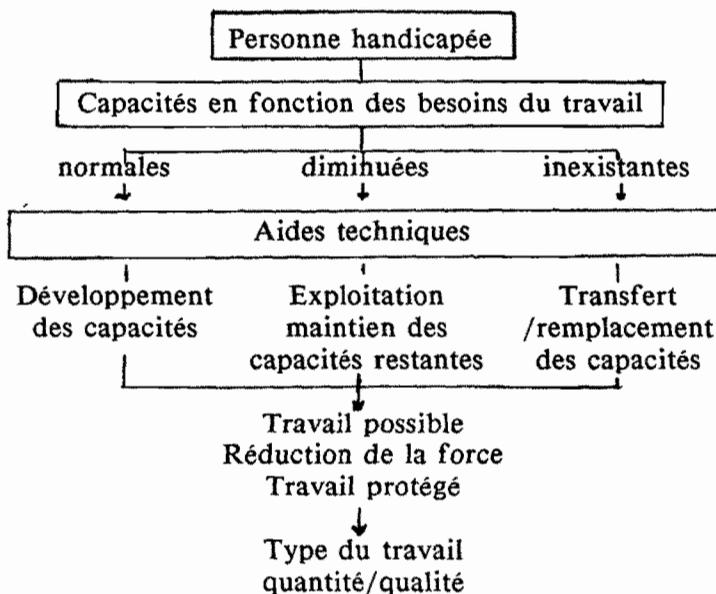
Une fois l'organisation assise et les objectifs définis, on peut entreprendre d'adaptation du poste de travail au handicap. Des mesures significatives sont alors engagées, entre autres choses, la prévision d'une aide technique adaptée (cf. Mohler, 1959 ; Berning, 1975 ; Paeslack, 1981 ; Wieland, 1984 ; Wieland, Laurig, Schulze-Icking, 1985). Par exemple, on pourrait réduire l'effort musculaire par l'emploi de palans, corriger la position du corps par l'usage de chaises pour les travailleurs assis/debout, faciliter la locomotion par l'aménagement de voies d'accès. Si la situation l'exige, une aide technique doit être fournie à la personne handicapée afin de l'encourager, de la soutenir et de la réduire au regard de ses capacités ou de ses handicaps (cf. le diagramme 2). En présence de certains handicaps, seul l'emploi d'aides techniques peut lui permettre de travailler.

De nombreuses entreprises démontrent que la plupart des personnes handicapées peuvent, conformément à leurs capacités et leurs savoir-faire, être employées à des postes de travail organisés et adaptés selon des critères ergonomiques. L'expérience le prouve et, dans de tels cas, aucun équipement n'est spécialement requis. Cela représente un avantage économique tant que des dépenses supplémentaires pour l'aménagement du poste ne se fait pas sentir. Néanmoins, on peut mettre à la disposition de la personne handicapée, selon le type et la sévérité de son handicap, un poste de travail nouvellement équipé.

Ainsi, le poste de travail est adapté en tenant toujours compte, lors de son organisation et de sa conception, et de façon concomitante des éléments suivants :

Diagramme 2

Application des aides techniques en faveur des travailleurs handicapés



CONNAISSANCE ET APPRENTISSAGE

On peut considérer la formation dite active comme l'une des méthodes d'apprentissage la plus couramment usitée dans l'industrie jusqu'à présent. Dans un souci de posséder les connaissances, le travailleur réalise à maintes reprises de nouvelles tâches, et de façon méthodique. Ce type d'apprentissage a été bien étudié au cours d'expériences avec pour conséquence l'institution d'un certain nombre de règles utiles à l'organisation et la conception d'une méthode d'instruction. Par exemple, l'introduction de pauses dans l'organisation par opposition à une "pratique en bloc" sans temps morts, peut améliorer l'apprentissage (cf. Adams, 1954). En outre, interrompre l'acquisition de connaissances dans différentes phases de mouvement et mettre l'accent sur l'exécution de ces mouvements

non maîtrisés est l'une des méthodes qui a fait ses preuves en pratique.

Ensuite, les séquences de travail pour chaque cas sont réalisées ensemble afin qu'émerge progressivement une phase de plus en plus longue jusqu'à ce que, finalement l'acte puisse être exécuté en entier (cf. Seymour, 1980 ; Rohmert, Rutenfranz, Ulich, 1971 ; Volpert, 1976). A l'inverse, les méthodes de formation "mentale" ou "par observation" ne sont pas largement connues. Dans le cas de la méthode "par observation" le travailleur en situation d'apprentissage observe très souvent une autre personne réalisant réellement le travail à apprendre (cf. Rohmert, Rutenfranz, Ulich, 1971).

Au contraire, dans la méthode dite "mentale", le travailleur s'efforce d'imaginer seulement la séquence de travail. A ce jour, les conclusions sur ces types de méthodes sont, cependant, encore inachevées. D'abord, on peut supposer que toutes les activités ne peuvent pas se pratiquer par observation ou mentalement. Par ailleurs, il apparaît que l'association des formations dites "active" et "mentale" est plus avantageuse que l'emploi d'une seule des trois méthodes. Ainsi, pour des personnes handicapées moteur formées aux travaux manuels, qu'ils soient délicats ou non, combiner ces deux méthodes a largement porté ses fruits ; il n'en va pas de même quant à l'usage de la seule méthode active (Mayer, Hamster, Gunther, en cours de préparation). Dans le cas de la méthode mentale, nous ne savons pas encore quelles sont les raisons de ses bons résultats. Le niveau pratique et professionnel constaté à l'entrée en formation exerce-t-il une influence décisive ? Ou bien, est-ce dû à d'autres facteurs ?

Diagramme 3

Conception du travail pour les personnes handicapées du point de vue ergonomique

Organisation et conception de type ergonomique

+ organisation et conception relative aux handicaps

= organisation et conception adaptées aux handicaps

▽
d'où un poste de travail adapté à la personne handicapée.

PERSPECTIVES

Les dispositions que nous venons de décrire augmentent les chances d'une intégration professionnelle durable pour les personnes handicapées.

D'abord, l'apport de l'ergonomie dans l'organisation et la conception des postes de travail offre à l'entreprise l'avantage d'une très grande flexibilité de l'emploi. Ensuite, les surcoûts nécessaires au réaménagement du poste pourraient être évités en tenant compte suffisamment tôt de ces principes ergonomiques, par exemple, pendant la phase d'organisation (cf. Laurig, 1984). Enfin, on ne saurait nier l'effet psychologique d'un poste de travail conçu selon des critères ergonomiques bien qu'il ne s'adresse pas directement aux personnes handicapées. Ainsi, la naissance du préjudice peut être arrêtée.

**AMAS - UNE APPROCHE ERGONOMIQUE
POUR LE PLACEMENT DES PERSONNES HANDICAPEES**

R. BREEZE
Senior Research Officer
Institute for Consumer Ergonomics
Loughborough - Grande Bretagne
I.E. WOLSKEL
Personnel Manager
Remploy Limited
London - Grande Bretagne

INTRODUCTION

L'Institut d'Ergonomie a développé une nouvelle méthode, le système AMAS - Activity Matching Ability System*. Ce travail a été réalisé avec le concours de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, de la British Steel Corporation et, actuellement, par la Société Remploy. Il a pour but d'aider au placement les travailleurs handicapés dans les emplois adaptés.

Notre actuel sponsor est la Société Remploy, une entreprise fondée en 1945 pour trouver du travail aux personnes handicapées sévères. Il existe, aujourd'hui, 94 centres à travers le pays qui emploient 10 000 personnes, la majorité d'entre elles étant handicapées sévères. Cela recouvre divers handicaps, tels amputations, paraplégies, arthrites, lésions spinales, affections cardiaques et

* Méthode d'Evaluation des Capacités de Travail.

respiratoires, circulatoires et du système digestif, maladies mentales, déficiences légères, troubles nerveux et épilepsies.

Les clients de Remploy sont des ménages de l'Europe tout entière, et les types de production comprennent le secteurs des vêtements, des meubles, des cartons et boîtes, des reliures, des emballages et assemblages. La Société se diversifie dans une très large gamme de produits et bien industriels ; ainsi comme la société créé de nouveaux articles, ses employés doivent être formés et instruits pour produire une qualité nouvelle et des objets plus performants. La société Remploy est persuadée qu'être handicapé n'est pas un obstacle à la production d'objets de qualité correspondant aux exigences du consommateur. Ses employés sont traités comme ils le seraient dans n'importe quelle autre société : la discipline y est modérée, la présence assidue, quant au salaire, les employés ont une prime de productivité. Pour toutes ces raisons, évaluer les gens au travail est de première importance pour la société Remploy. En effet, bien que les employés aient certaines compétences, ils ont aussi leurs limites, il faut le reconnaître. En outre, placer ces nouvelles recrues a engendré de sérieuses difficultés, car il a fallu non seulement identifier leurs compétences et leurs limites, mais aussi mesurer leurs capacités face aux exigences requises pour différents postes de travail.

On nous attribue, d'une part, la gestion d'une méthode de mesure, développée et testée par l'Institut d'Ergonomie à la British Steel à Scunthorpe (Sinclair, Whalley et Watson, 1984), d'autre part, l'adaptation des besoins de Remploy à un site, à une usine produisant des cartons et des boîtes à Handsworth, à Sheffield.

Il existe trois principaux composants dans la méthode AMAS. Ce rapport les décrira brièvement, l'un après l'autre, en soulignant les aspects ergonomiques les plus pertinents.

1. Evaluation des profils des postes et des compétences des personnes consistant en une méthode systématique de mesure des tâches requises face à un travail et des capacités fonctionnelles de la personne.

2. Une méthode de calcul pour mesurer la tâche au travail en fonction des capacités et suivant les informations recueillies, extraites et manipulées.

3. Les procédures d'organisation pour interpréter les résultats et exécuter la méthode.

Il importe que ces trois domaines soient abordés sur un même plan. Premièrement, il s'agit de s'assurer que la méthode est bonne à l'aide d'une information pertinente et précise. Deuxièmement, l'effort que l'on exige des usagers dans la mise en oeuvre de la méthode doit en retour leur être directement profitable.

EVALUATION DES TACHES D'ORDRE PROFESSIONNEL ET D'ORDRE PERSONNEL

Le principe de la méthode d'évaluation est de recueillir une information aussi objective que possible, qui soit à la fois utile et pertinente, et ceci, à l'aide d'une échelle adéquate et reproductible.

Les évaluations reposent sur 103 questions couvrant les domaines de l'environnement du travail, de l'équipement, des contraintes physiques et autres conditions requises dans le travail (y compris perceptions sensorielles et cognitives).

Le profil des postes de travail : Une information relative au profil du poste est recueillie pour les travaux d'atelier en fonction de ce qui est exigé et de ce qui ne l'est pas, pour chaque travail. On utilise une échelle à 3 points, autrement dit, à chaque question, il s'agit de cocher l'une des trois cases correspondantes :

aucune exigence requise

certaines exigences sont requises

beaucoup d'exigences sont requises

Les évaluations sont réalisées par les ergonomes et transmises aux membres du personnel de Remploi (le Directeur et l'Ingénieur du Bureau d'Etude). L'information est mise à jour de même que les nouveaux produits et méthodes sont adoptés.

Le profil des capacités : les nouvelles recrues pour Remploi et les employés en place sont évalués, un profil de leurs capacités est

établi sur une échelle semblable à 3 points. Ainsi, une personne est évaluée en fonction des critères suivants :

n'a aucun problème (capacité normale)

a des problèmes (quelques troubles ou difficultés)

a beaucoup de problèmes (troubles majeurs et incapacité)

Les évaluations de personnes sont réalisées par le médecin du travail et renouvelées tous les semestres pour s'assurer que les profils sont actualisés et pertinents.

La conception des évaluations : on a tenu compte de la formulation des questions pour montrer l'utilisation logique et objective de l'échelle 3 points. Des témoignages sont apportés pour aider les experts à affiner leur évaluation. Le caractère et le cadre des évaluations ont été définis pour concilier les différents besoins du travail et des experts.

Les évaluations des tâches sont définies afin que l'ordre des questions soit logique au regard des exigences du travail. Tous les témoignages sont inclus dans le support de l'évaluation afin qu'ils soient utilisables par les experts. L'ordre des questions sur les évaluations des personnes est différent. Il vise à mettre le médecin du travail et l'individu à l'aise pour minimiser la pression exercée sur l'individu et pour fournir au médecin les moyens de vérifier les réponses obtenues pour chaque personne par une observation. Le médecin se munit d'une plaquette contenant des tests fonctionnels et d'un guide pour évaluer les questions, ainsi que des témoignages des ouvriers et d'un modèle type A3 pour enregistrer les réponses.

La formation des experts : la formation dispensée aux personnes qui conduisent ces évaluations est une des conditions sine qua non pour assurer des évaluations précises et reproductibles. Ces experts ont besoins de comprendre les principes de la méthode et d'analyser les résultats pour utiliser au mieux l'information dans le processus de mesure. Ils doivent nécessairement connaître les tâches incombant à chacun et non celles relatives à la machine ou au processus. Le médecin doit avant tout rechercher les capacités fonctionnelles dans l'activité d'un travail spécifique et non s'attacher à leur handicap ou à l'aspect du traitement médical. En

outre, les experts doivent porter leur attention sur chacune des tâches sans être influencés par les titulaires d'un poste en particulier. Les évaluations couvrent tous les aspects du travail, incluant les activités liées au temps (par exemple, le début ou la fin d'une relève, les emplois saisonniers), à la nature des produits ou des procédés. De la même façon, le médecin doit tenir compte, non seulement, des compétences observées en situation d'évaluation, mais aussi, des autres facteurs susceptibles d'influencer l'examen et de marquer le handicap de l'individu tels, les traitements médicaux, la durée de la journée de travail, ou encore, l'époque de l'année.

LA METHODE DE MESURE PAR ORDINATEUR

Le profil des postes et des capacités sont traités par ordinateur. L'ordinateur est préalablement programmé pour permettre à l'utilisateur de sélectionner les profils de l'information et de mesurer une ou plusieurs personnes en situation de travail et une ou plusieurs tâches incombant à une et une seule personne. Ainsi, il existe de multiples variantes : une personne peut correspondre à une poste et l'information peut être générale et détaillée.

Pour obtenir l'adéquation entre le travail et la personne, chacune des 103 questions relatives aux profils du poste et du candidat est mesurée selon une combinaison de 9 possibilités :

- Cinq d'entre elles concluent qu'il n'y a aucun problème, soit parce qu'aucune exigence n'est requise pour le travail, soit parce que la personne n'a aucun problème.

- Un autre conclut qu'il y a beaucoup de problèmes, soit parce que de multiples exigences sont requises, soit parce que la personne a beaucoup de problèmes.

- Les trois autres combinaisons concluent qu'il existe quelques problèmes car la personne a certains problèmes au regard des exigences du poste.

A la lumière des résultats portant sur les 103 questions, on vérifie si le travail proposé ne pose aucun problème, quelques problèmes ou beaucoup de problèmes à la personne évaluée.

Le développement de la méthode a été réalisé en présence des usagers. Les débats, lors de consultations privées, ont été menés

sous la direction du Siège de Remploy et de l'Unité Informatique pour que le projet s'intègre aux spécificités et aux contraintes de la Société. Partout, une approche itérative a eu lieu afin d'autoriser la réaction des usagers, en vue de l'amélioration de la méthode. La population touchée se compose d'usagers relativement candides et intermittents. Une interface a été définie pour éclairer et aider l'utilisateur à suivre pas à pas sa voie au cours de la méthode, pourvu que l'information soit donnée, ceci afin de corriger les erreurs. Une attention toute particulière a été apportée au modèle, à la forme et à la présentation de l'information utilisée. Des instructions simples, des messages "erreur" et une information générale occupent l'écran de façon logique. Une codification en couleur, un texte en caractères gras et un soulignement ont été utilisés avec sobriété pour le plus grand effet.

Une documentation du système informatisé a été préparé à trois niveaux différents :

- un manuel de l'utilisateur, particulièrement soigné dans sa présentation, afin que les instructions soient clairement localisées ;
- une documentation software sur le listing du programme et les codes d'accès ;
- les caractéristiques du système - ses fonctions et ses modalités, ainsi que les circonstances dans lesquelles le système a été défini. Ceci pour s'assurer que les facteurs ergonomiques induits peuvent être relevés utilement par quiconque désire comprendre ou modifier le système.

LE PROCESSUS D'ORGANISATION POUR INTERPRETER LES RESULTATS ET EXECUTER LA METHODE

Le développement du projet a dans l'ensemble provoqué une discussion à tous les niveaux afin que l'on puisse établir les exigences et les contraintes organisationnelles liées à l'application de la méthode.

Interprétation des résultats. En réalité, le système AMAS met en lumière les problèmes mais ne fournit pas les réponses. Avoir une liste de problèmes que pose la relation personne-poste de

travail permet aux dirigeants de mener en profondeur les débats quant à la meilleure adéquation personne-poste de travail. Ils peuvent estimer les besoins et prévoir les modifications des machines, postes de travail et répartitions des tâches. Cela permet aussi un usage plus spécifique de la médecine quant aux handicaps. Lorsqu'ils recherchent des personnes issues d'un atelier pour remplir certaines tâches, ils peuvent apprécier plus facilement et plus rapidement celles qui conviennent le mieux aux postes, mais il importe de voir aussi quelles sont les implications sur le repos des ouvriers. Par exemple, il se peut qu'il ne soit pas aisé de remplacer quelqu'un à cause de son savoir-faire, son statut, son rendement ou pour des raisons sociales. Cependant, on peut dire que la décision finale repose encore sur la compétence et l'expérience acquises au cours des années de présence dans l'entreprise. Le système AMAS est le garant de décisions pertinentes et objectives et réactualise les données.

L'exécution de la méthode a couvert tous les aspects de l'utilisation de AMAS et s'est attachée à réduire les moyens requis pour l'organisation. Une attention a été apportée aux problèmes organisationnels pour chaque partie de la méthode et à l'appel aux ressources (horaires et charges de travail, recettes, espaces, perte de production...). Des idées ont été proposées sur l'organisation des interviews avec plusieurs recrues potentielles (le temps des interviews, des évaluations, des débats). D'autres avantages ont été soulignés tels le contrôle de santé des employés quand leurs conditions de travail et leurs capacités se modifient en raison de l'âge, d'un handicap, ou du travail lui-même ; telle, aussi, la prévision des problèmes qui pourraient surgir par la conception de la machine ou du travail. Les directeurs peuvent être avisés des besoins individuels et aussi des problèmes éventuels. La méthode peut aussi aider l'organisation à être plus pointue dans ses critères de recrutement auprès des Centres de Travail, de Rééducation Professionnelle et de Formation pour Adultes.

En outre, le développement de l'informatique et sa situation, le type d'environnement, les méthodes de conception des postes, favorisent l'adaptation des conditions de travail aux usagers.

Pour faciliter l'approbation de la méthode AMAS, encore à l'essai, les représentants des syndicats, les directeurs, l'encadrement

et les employés de l'entreprise d'Handsworth sont régulièrement informés de ses progrès.

De plus, plusieurs autres dirigeants d'entreprise participent aux débats sur la recherche d'une équipe pour l'utilisation du système AMAS sur une plus grande échelle.

CONCLUSION

Au moment où je vous parle, l'efficacité de la méthode AMAS est évaluée uniquement dans la société Remploi. L'inclusion pertinente de l'ergonomie dans le développement et la réalisation du projet permettra de faire une évaluation objective.

ERGONOMIE ET REINSERTION PROFESSIONNELLE

B. MICHEL
Ergonomiste au C.R.R.F.
de Kerpape - Lorient

En introduction, je vous propose d'illustrer le court exposé qui va suivre de quelques diapositives*.

1. C'est une vue générale d'un atelier de fabrication de briquets. Les postes de travail sont disposés sur des petites tables dans une ambiance lumineuse générale correcte, bien qu'insuffisante pour la vision des détails.

Deux contraintes ne peuvent apparaître sur une photo : la contrainte auditive extrêmement élevée et que l'on peut traduire en disant que l'on ne peut se parler qu'à voix forte et à 30 cm l'un de l'autre. La deuxième contrainte non visible est la cadence dont nous reparlerons plus loin.

2. Voici une vue plus détaillée du poste de travail. L'opératrice dispose à sa droite d'un bac gris contenant des molettes servant au réglage de hauteur de flamme. En face d'elle, le bac rouge contient des briquets n'ayant pas encore reçu leur molette ; à sa gauche, le bac rouge contient les briquets qu'elle vient d'équiper de la molette à l'aide de la machine qui se trouve sous ses mains.

3. Une vue encore plus détaillée montrant l'opératrice qui saisit dans sa main droite une molette de réglage ; la main gauche vient

* Nous n'avons pas pu reproduire, dans de bonnes conditions, les diapositives présentées. Nous laissons cependant le texte tel qu'il fut présenté.

d'insérer le briquet dans le gabarit situé sous sa main ; puis la main droite va disposer la molette sur un petit gabarit face au briquet.

4. On voit ici sous le coude gauche une commande actionnée par le coude et qui va déclencher un piston dont le rôle est de pousser la molette dans le briquet.

A ce stade, il faut imaginer la cadence extrêmement élevée ; en effet, un bac contient 210 briquets et l'opératrice travaille sur plus de 50 bacs par jour, soit plus de 10 500 briquets par jour, ce qui correspond à un peu plus de 2 secondes par briquet. A ce rythme et, du fait de la disposition des éléments de travail (notamment le piston et la commande), la posture est très rigidifiée.

Enfin, on notera au passage un auto-aménagement de dossier.

5. et sur cette diapo, un auto-aménagement pour l'inclinaison d'un bac.

6. Ici un auto-aménagement d'assise.

7. et un auto-aménagement de repose-pied.

8. Sur cette diapo on remarque trois bacs posés à terre. Ces bacs sont ceux contenant des briquets équipés de leur molette...

9. ...et voici la posture adoptée pour poser le bac à terre.

10. ...enfin sur cette diapo, on observe la posture adoptée par l'opératrice du poste de travail suivant qui vient chercher un bac si judicieusement posé à terre précédemment.

L'intérêt de ces diapositives est d'apporter un éclairage presque caricatural sur la question de la place et du rôle des aménagements de poste de travail dans le processus d'insertion ou réinsertion professionnelle. Cet éclairage se focalise sur deux aspects :

- l'un concerne les conditions de travail réelles des secteurs de production peu ou moyennement qualifiés. Car c'est bien dans ces secteurs et non dans les secteurs très qualifiés que se pose la majorité des problèmes d'insertion. En effet, on voit exceptionnellement un ingénieur, un médecin, un technicien qualifié solliciter le soutien d'un service de réinsertion sociale et professionnelle.

- l'autre aspect concerne le contexte de l'entreprise et du chômage. En effet, dans l'exemple des diapos, s'il était accordé d'étudier un aménagement de poste pour un travailleur handicapé,

il était hors de question de toucher aux postes identiques tenus par des opératrices dites valides.

Ce refus avait pour origine d'une part le fait que cet atelier devait s'automatiser et donc qu'il n'était pas question d'investir en aménagements sur les postes de travail manuels, d'autre part le volant d'embauche en période de chômage était suffisamment important et les ouvrières étant, pour la plupart, a contrat à durée déterminée, il était plus "facile" de changer d'opératrice lorsqu'elle ne tenait pas le poste.

Cette question des aménagements de poste est ancienne et de nombreuses explications ont été avancées pour expliquer le petit nombre d'aménagements observables et leur côté souvent parcellaire ; parmi ces explications, on peut retenir :

1. Les réticences diverses de l'entreprise vis-à-vis du handicap.
2. Le fait qu'un aménagement porte le regard sur la personne qui en bénéficie et la re-révèle comme handicapée.
3. La crainte observée dans l'entreprise lorsque l'intervention dépasse les conditions matérielles de travail et aussi lorsque l'intervention pourrait être généralisée aux autres salariés.
4. Enfin, il faut aussi citer le problème majeur que constitue le fait que c'est l'ergonome qui est demandeur d'aménagement et non l'entreprise.

Or, face à toutes ces difficultés d'intervention, il y a la demande pressante et justifiée faite aux ergonomes exerçant en réadaptation de montrer des exemples d'aménagement pour prouver que l'insertion est possible.

Pour examiner cette demande et situer l'aménagement de poste dans le processus de réadaptation, il m'a semblé utile de reprendre un des axes de réflexion du GEDER (Groupement d'Etude pour le Développement de l'Ergonomie en Réadaptation). Cette réflexion porte sur les situations handicapantes et invalidantes et permet de situer dans le temps de la réadaptation et de la réinsertion professionnelle :

- d'une part les facteurs permettant ou non d'envisager l'adaptation de poste comme partie intégrante du projet professionnel ;
- d'autre part, les lieux privilégiés d'intervention ergonomique dans le processus de réadaptation et réinsertion professionnelles.

Le concept de situation handicapante a été proposé dans la continuité des termes de déficience, incapacité et handicap définis par l'Organisation Mondiale de la Santé.

Ce concept fait référence à un dysfonctionnement dans la rencontre d'une déficience ou d'une incapacité et d'une situation de vie telle que l'activité devient impossible ou fortement limitée.

Le concept de situation invalidante est un prolongement proposé par des membres du GEDER pour désigner des situations pour lesquelles certaines personnes paraissent bien adaptées à leur poste au regard de critères tels que quantité et qualité, mais qui en fait fournissent, pour tenir leurs objectifs de production, un surcoût physiologique ou psychologique par rapport à d'autres opérateurs. Ces surcoûts (astreintes) pouvant entraîner une détérioration telle que la personne se trouve à plus ou moins long terme en situation handicapante.

Les diapositives et leur contexte de bruit, de posture et de cadence sont illustratives mais la plupart du temps les situations invalidantes ne sont véritablement perçues que suite à une analyse du travail.

Ces concepts peuvent être représentés sur un schéma théorique et fictif qui en abscisse indique le temps en années et en ordonnée indique un % fictif de pénibilité du poste de travail. De 0 à X % on se trouve en zone de situation adaptée, de X à Y %, on se trouve en zone de situation invalidante et au-delà on est en situation handicapante.

Plusieurs cas de figure peuvent se présenter, par exemple :

1. Une personne travaille en situation adaptée mais une rupture se produit du fait d'un accident ou d'une maladie et la personne se trouve en situation handicapante.

2. Une personne travaille en situation invalidante comme, par exemple, une activité à forte sollicitation du rachis et la rupture se produit lorsque la détérioration du rachis est telle que le maintien au poste n'est plus possible et la personne se trouve en situation handicapante.

3. Une personne a une déficience de naissance et se trouve en situation handicapante, par exemple dans les activités de déambulation.

D'autres exemples peuvent être donnés qui aboutissent à l'impossibilité soit d'exercer l'activité précédente, soit d'envisager une activité sollicitant la fonction déficiente.

On entre alors dans un temps de rééducation, réadaptation et insertion ou réinsertion professionnelle qui passera par les différentes étapes médicales, paramédicales, éducatives puis dans une phase d'élaboration de projet professionnel, de formation puis de recherche d'emploi et enfin d'insertion en entreprise.

Or, que se passe-t-il lors de l'élaboration du projet professionnel ?

Le cas le plus favorable est celui où la réembauche dans la même entreprise est possible. Dans ce cas et surtout si l'employeur a une obligation de réembauche suite à un accident du travail, l'aménagement de poste pourra être une donnée de réinsertion recevable voire même demandée par l'employeur. Dans ce cas, toute la difficulté de l'intervention ergonomique sera d'éviter de remettre la personne handicapée en situation invalidante.

Par contre, lorsqu'aucune réembauche n'est envisageable ou qu'il s'agit d'envisager un premier projet professionnel, quels vont être les facteurs d'étude de ce projet ?

Nous allons bien entendu tenir compte des aptitudes physiques et intellectuelles du sujet, de son histoire personnelle et sociale mais aussi nous allons effectuer un pré-tri des professions possibles en fonction de ce que l'on sait des situations handicapantes que la personne risque de trouver mais aussi de ce que l'on peut évaluer des situations invalidantes qui, à terme, la rendraient inapte.

Ce pré-tri se fait donc à partir d'une projection que l'on fait sur ce que l'on sait des situations de travail ; le "on" désigne ici l'ensemble des personnes concernées par la réinsertion, y compris les commissions d'orientation et les centres de formation.

Mais comme nous l'avons indiqué en début d'exposé, les facteurs liés à l'entreprise et au chômage interviennent dans ce pré-tri : automatisation, chômage, changements technologiques, baisse des carnets de commandes, polyvalence, etc.

En définitive dans ce double contexte de conditions de travail invalidantes et de précarité de l'emploi, on se rend compte que si la personne handicapée ne se présente pas à compétence égale et si en

plus son embauche nécessite un aménagement de poste, alors elle n'aura pratiquement aucune chance sur le marché du travail ; son employabilité sera très faible.

Ainsi, on est amené à ne pas prendre le risque de devoir proposer un aménagement de poste. On aboutit donc à une situation où l'aménagement de poste ne peut faire partie de l'élaboration du projet professionnel réduisant ainsi le champ des emplois possibles pour une personne handicapée alors même que l'on sait de la plupart des situations de travail qu'elles sont invalidantes pour beaucoup de personnes dites valides.

Pour résumer, on peut penser que l'aménagement serait souhaitable pour certaines insertions de travailleurs handicapés, non pas tant du fait de la déficience mais souvent du fait même que la situation est déjà mal adaptée aux personnes dites valides et qui les supportent relativement mieux puisqu'elles ne présentent pas d'incapacité.

Si l'on revient maintenant au schéma théorique, on peut situer le moment privilégié pour intervenir : ce sera avant l'apparition de situations handicapantes en ayant une action de prévention des situations invalidantes et ce :

1. en s'associant encore plus étroitement aux interventions des Médecins du Travail, voire en créant des Associations d'Ergonomes Inter-entreprises ;

2. en concevant des matériels destinés au plus grand nombre ;

3. en essayant de s'associer aux projets de création d'entreprises,

4. en développant les connaissances sur des populations ciblées en activité.

Cependant, il reste à améliorer notre prestation pendant et après réadaptation. Pendant ce temps de réadaptation, il s'agit :

- d'une part, d'interventions où l'ergonome doit jouer son rôle d'acteur d'une équipe pluridisciplinaire et dont le but sera de permettre à la personne :

. de retrouver son identité ;

. de prendre la mesure de ses capacités ;

. de développer ses compensations ou la connaissance de ses limites ;

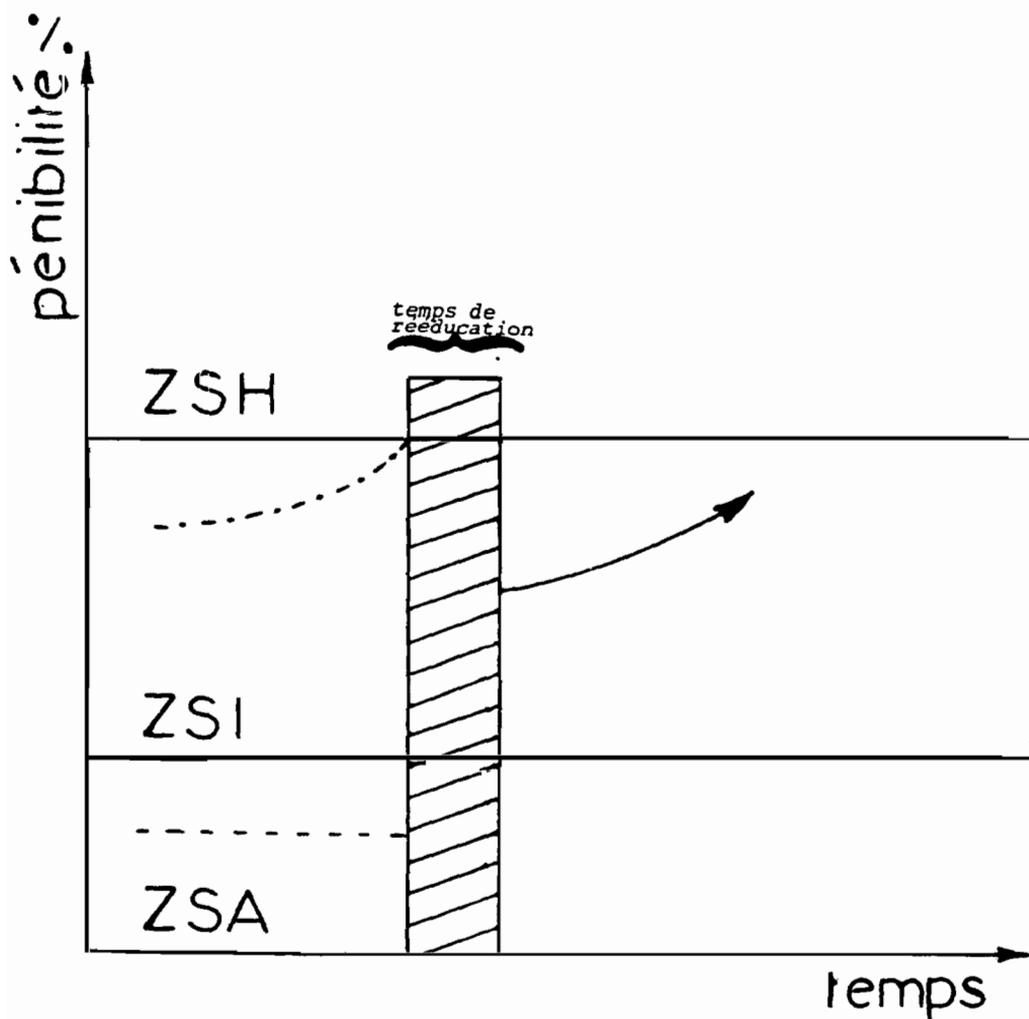
de réapprendre à être acteur de son projet professionnel.

- d'autre part, il s'agit d'interventions plus typiquement ergonomiques basées sur un aller-retour stage en entreprise-centre de rééducation au cours desquels l'hypothèse et l'aménagement de poste pourra être évaluée comme partie intégrante du projet professionnel.

Enfin, après ce temps de réadaptation, il est nécessaire d'améliorer l'insertion en entreprise : là encore, c'est d'équipe pluridisciplinaire qu'il s'agit puisqu'il faut vaincre "le regard des autres". Ce regard pourra changer en comptant uniquement sur l'exemplarité des aménagements de poste bien qu'il nous faille chaque fois que cela est possible exploiter **de façon pédagogique** une intervention qui pourrait sensibiliser des entreprises similaires.

Un autre axe de réflexion qui rejoint celui de l'ergonome en général c'est celui de la négociation de l'intervention : son champ, ses limites, les personnes concernées. Sur ce point, il reste la question de l'origine de la demande, mais n'est-ce pas tout simplement un paradoxe avec lequel il faut vivre : en réadaptation, l'ergonome est à l'encontre de la méthodologie habituelle et se trouve la plupart du temps en situation de demandeur.

Articulation des concepts :
situations handicapantes et invalidantes



**AMENAGEMENTS DES POSTES DE TRAVAIL
INFORMATISES AUX P.T.T.**

*T. LAPLAUD, Ergonome
LADAPT/
Service Etudes et Recherches
D. WALFARD, Ingénieur,
CNET/GESCOM - Paris*

L'étude que nous présentons a été réalisée par le Service Etudes et Recherches de LADAPT (Ligue pour l'Adaptation du Diminué Physique Au Travail) dans le cadre d'un contrat avec le CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications).

Cette étude concerne l'élaboration d'un **cahier des charges industriel de mobilier** pour postes écran-clavier afin de faciliter l'accès des personnes handicapées moteurs à des emplois informatisés aux P.T.T.

Initialement, les expérimentations en situations simulées ont été réalisées en laboratoire auprès de personnes handicapées présentant des déficiences fonctionnelles au niveau des membres inférieurs, certaines utilisant un fauteuil roulant.

Les recommandations établies se sont matérialisées par l'élaboration d'une maquette de support écran-clavier dont l'essai auprès des personnes handicapées et auprès des personnes valides a révélé de nombreuses exigences communes de fonctionnalité.

Pour compléter ces résultats de laboratoire et aboutir à des réalisations industrielles, nous avons procédé à une deuxième phase de conception et d'expérimentation de maquettes en situations

réelles de travail aux P.T.T. Cette phase a débuté par l'analyse des préoccupations et besoins des principaux acteurs de l'insertion professionnelle des travailleurs handicapés et de l'amélioration des conditions de travail.

Les responsables de l'insertion et des conditions de travail constatent que les difficultés d'insertion des personnes handicapées aux emplois informatisés concernent plus leurs niveaux d'études, de formation et de qualification que leurs déficiences fonctionnelles.

Les responsables des centres d'exploitation sont réticents à employer des personnes handicapées pour des raisons d'accueil mais aussi par rapport aux coûts des aménagements nécessaires pour permettre ou faciliter leur travail.

Les industriels du mobilier de bureau ne sont pas intéressés par la fabrication de produits spécifiques pour handicapés. En effet, de tels produits impliquent un marché limité, donc moins d'effets de séries et des coûts excessifs.

Quant aux personnes handicapées, elles estiment que les difficultés qu'elles rencontrent au niveau de leur poste de travail sont secondaires par rapport à leurs préoccupations socio-professionnelles. Leurs handicaps physiques sont souvent résolus par des astuces ou l'aide de collègues de travail. En fin de compte, toutes les mesures mettant en relief les handicaps, c'est le cas des aménagements spécifiques, ne sont pas souhaitables.

METHODOLOGIE

Face à ces constats, nous avons élaboré une méthodologie d'étude prenant simultanément en compte les préoccupations industrielles, commerciales, fonctionnelles et socio-professionnelles.

Cette démarche a nécessité l'**élargissement du champ d'application** de l'étude à l'ensemble des utilisateurs de postes à écran-clavier, qu'ils soient handicapés ou non. Nous nous sommes orientés vers des **produits modulaires**, facilement adaptables aux situations de travail et aux exigences de confort des utilisateurs.

La première phase de la démarche a consisté à regrouper dans un dossier de contraintes techniques : les résultats d'expérimenta-

tions de laboratoire obtenus dans le cadre d'un premier contrat entre le CNET et LADAPT, ainsi que d'autres recommandations et normes ergonomiques relatives au dimensionnement des postes de travail pour handicapés moteurs et au travail sur postes à écran-clavier.

La deuxième phase a concerné le lancement d'un appel d'offre auprès des industriels de mobilier de bureau pour l'élaboration de maquettes. Leur modularité, leur destination à une population large d'utilisateurs et l'ouverture potentielle de marchés ont été déterminantes dans les réponses des industriels. Cinq ont accepté de réaliser une maquette et de l'adapter au fur et à mesure de l'étude en fonction des critiques et exigences des utilisateurs.

En tant qu'ergonomes, nous avons aidé les industriels aux différents stades d'élaboration des maquettes en définissant leur fonctionnalité.

De leur côté, les industriels ont mis à notre disposition leur savoir-faire technique.

Ce travail interdisciplinaire a permis d'élaborer des solutions techniques industrielles répondant simultanément aux exigences fonctionnelles et aux contraintes commerciales.

La troisième phase a concerné l'expérimentation des maquettes en situations réelles de travail aux P.T.T. et en situation de laboratoire dans un Centre de réadaptation de LADAPT.

Aux P.T.T., les responsables des conditions de travail ont participé aux différentes phases :

- d'élaboration de la méthodologie ;
- de mise en oeuvre de l'étude ;
- et d'analyse des résultats.

L'évaluation des maquettes a impliqué une part importante d'observations et de mesures, et s'est déroulée selon une démarche participative prenant en compte les avis et critiques des opérateurs volontaires pour participer à l'étude au moyen d'entretiens et questionnaires d'auto-évaluation. Ces données ont été discutées en groupes de travail réunissant les opérateurs et les responsables de l'étude afin d'élaborer des solutions techniques adaptées.

Par ailleurs, pour assurer une transmission de l'information vers tous les intervenants : responsables de l'étude, du personnel, du recrutement des personnes handicapées..., un groupe de suivi s'est réuni régulièrement.

Les expérimentations en laboratoire ont permis une analyse approfondie de certains aspects difficiles à appréhender en situations réelles de travail. Certaines déficiences fonctionnelles ont révélé des dysfonctionnements difficiles à mettre en évidence auprès des travailleurs handicapés employés aux P.T.T., présentant pour la plupart des handicaps moins lourds.

RESULTATS

L'ensemble des situations étudiées, des mobiliers testés et des personnes handicapées ou non ayant participé à l'étude, ont permis de concevoir des mobiliers modulaires comportant une structure de base identique dans tous les cas d'utilisation et des modules complémentaires pour une adaptation plus fine du poste de travail.

Les modules complémentaires permettent deux niveaux d'adaptation :

- un premier niveau tenant compte des caractéristiques des situation de travail ;
- un deuxième niveau tenant compte d'exigences particulières de certaines personnes handicapées.

Par ce concept de modularité, seules quelques caractéristiques du mobilier diffèrent selon les cas, ce qui évite la marginalisation des personnes handicapées et réduit sensiblement le coût global du poste de travail.

Les caractéristiques du module de base et des modules complémentaires sont illustrés sur la figure 1.

MODULE DE BASE

Le module de base répond à des critères de fonctionnalité minimum et nécessaire quelles que soient ses conditions d'utilisation.

La partie inférieure du plan de travail comporte un espace libre évitant toute gêne au niveau des membres inférieurs en tenant compte :

- de la morphologie des utilisateurs ;
- des mouvements des membres inférieurs particulièrement fréquents et souhaitables lors d'un travail en position assise ;
- des caractéristiques du siège ou du fauteuil roulant.

Le plan de travail comporte un ou deux plateaux réglables en hauteur pour satisfaire les exigences d'accessibilité et permettre un libre choix des conditions d'activité gestuelle et de lecture sur écran.

Ces réglages sont motorisés pour les cas d'utilisation soutenue du poste écran-clavier, lorsque l'organisation du travail implique une forte rotation de personnel ou pour certaines personnes handicapées.

En outre, le module de base comporte un voile de fond et des panneaux latéraux dont l'écartement varie selon la largeur utile du plan de travail.

MODULES COMPLEMENTAIRES

Sur ce module de base, s'adaptent un ou plusieurs plateaux de formes et dimensions variables.

D'autres éléments peuvent également s'y adapter :

- des supports amovibles pour les réglages d'inclinaison, de rotation, de déplacement latéral et avant-arrière de l'écran ;
- des repose-pieds réglables ou non ;
- différents modèles de boîtiers de commandes électriques ;
- des éléments de rangement pour objets personnels ;
- des caissons à tiroirs fixes ou mobiles, etc.

Chacun de ces modules est adaptable aux principaux besoins des personnes handicapées.

Le support défini dans son ensemble peut lui-même être relié à d'autres mobiliers par des éléments de liaison, ce qui permet de nombreuses possibilités d'agencement de l'espace de travail.

CONCLUSION

En conclusion, au début de l'étude aucun modèle de support écran-clavier ne répondait aux exigences de confort des utilisateurs handicapés ou non. Aujourd'hui, plusieurs modèles conformes à ces exigences (cf. photos 1 et 2) sont commercialisés et nous pouvons considérer qu'environ 500 sont déjà implantés aux Télécommunications.

Sur la base de ces résultats, nous nous permettrons de formuler certains conseils concernant l'ergonomie de conception et les aménagements de postes de travail pour personnes handicapées.

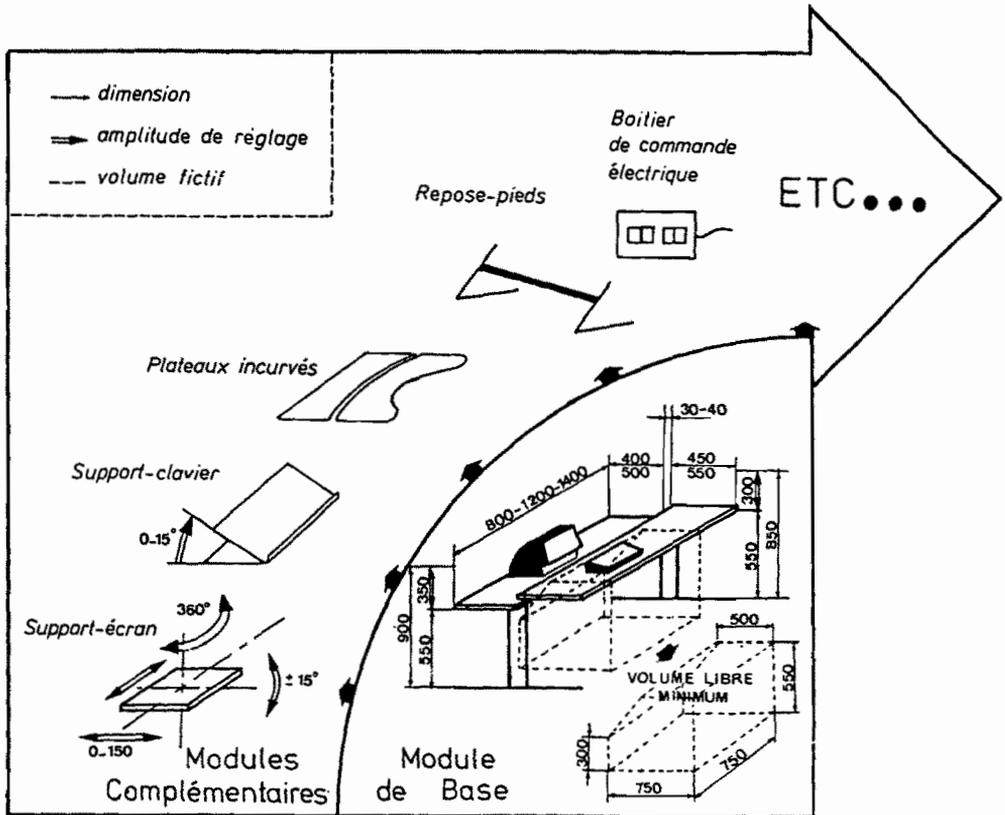
Au stade de la conception, les démarches mises en oeuvre devraient systématiquement prendre en compte une population large d'utilisateurs handicapés et non-handicapés, ainsi qu'un grand nombre de conditions d'utilisation afin de déceler et donc de prévenir la plupart des situations handicapantes ou d'inconfort.

Dans ce cadre, les handicaps des personnes handicapées sont des révélateurs de dysfonctionnement au même titre que d'autres situations handicapantes liées à des inadaptations matérielles.

Par ce type de démarche à la fois globale et individuelle, la fonctionnalité des produits sera améliorée. Leur non-spécificité permettra une fabrication industrielle de produits pour tous à des coûts concurrentiels.

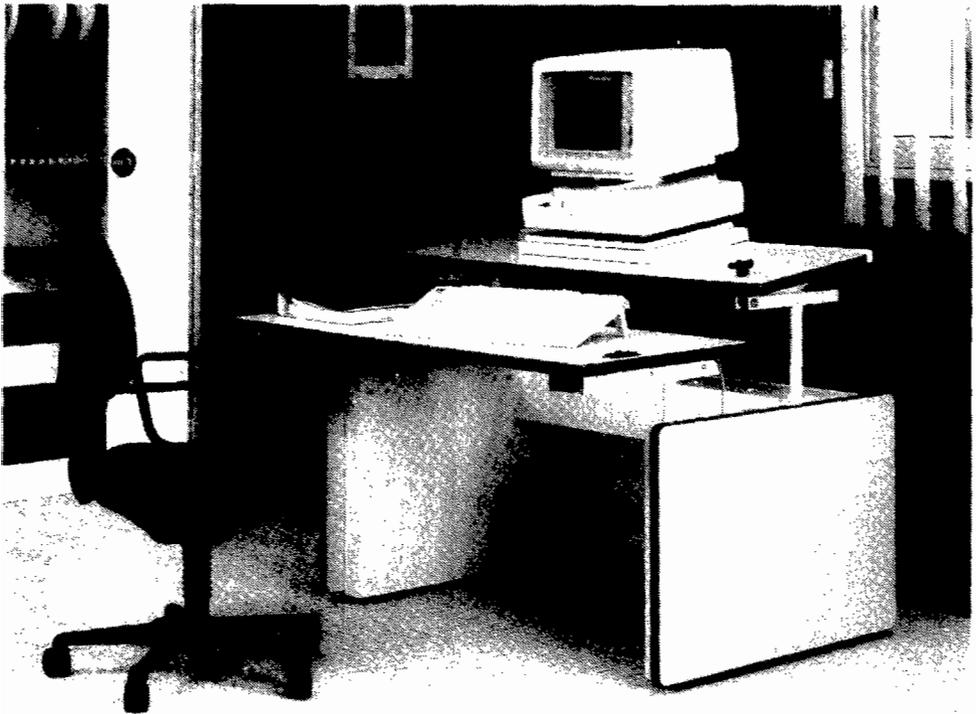
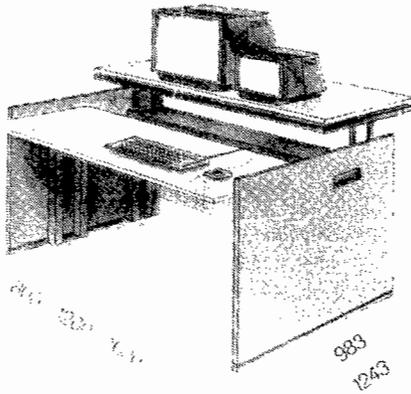
Figure 1

Illustration des caractéristiques du module de base
et des modules complémentaires du support écran-clavier



Photos 1 et 2

Modèles de support écran-clavier satisfaisant aux contraintes techniques imposées aux industriels du mobilier de bureau



CORRECTIONS D'ENVIRONNEMENTS LUMINEUX ET HANDICAPS VISUELS

R. GENICOT
Directeur des Centres Pouplin
Maître de Conférences,
Université de Liège, Belgique

Que viennent faire l'éclairage et les troubles visuels dans une réunion sur le handicap moteur ? Quelle "lumière" tirer de l'éclairage pour nous instruire sur l'acte moteur en général et sur celui du malvoyant en particulier ?

Poser la question en ces termes, c'est l'éclaircir déjà. La marche est mieux assurée dès lors que l'on voit où l'on va et que les accidents du sol sont perçus. Toute manipulation est aussi visuo-motrice. Les coordinations visuo-motrices régissent en effet l'ensemble de nos actes. Elles seront d'autant plus précises et efficaces que le niveau de perception sera suffisant ; il en va des déplacements roulants ou pédestres, des travaux d'atelier (sur objets divers aux tridimensions appréhendables), des tâches rapprochées de bureau (avec représentations graphiques principalement), ou encore sur centraux de commandes (avec séquences gestuelles selon des règles),...

LUMIERE ET VISION

L'éclairement de ces lieux, espaces d'action, en détermine la perception. Il conditionne la vision de l'environnement projeté sur la rétine. De subtiles mécanismes accommodateurs et transducteurs procèdent aux dosages lumineux. Ceux-ci sont la clé de notre perception visuelle. Ils calibrent d'abord le niveau d'éclairement rétinien sur le niveau moyen de luminance scénique afin d'ajuster plus finement les seuils différentiels (réflexe pupillaire), ils contrôlent ensuite l'imprégnation rétinienne de lumière en filtrant sélectivement des bandes de longueur d'ondes pour émettre des influx nerveux en relation avec la quantité d'énergie lumineuse reçue (taux de décomposition relatif du pourpre rétinien).

Cela revient à dire que toute notre activité visuelle est soumise aux "grains de lumière", aux rayonnements de photons. Ceux-ci se définissent sur la surface rétinienne en micro-mosaïques de distribution spatiale de clairs-obscur rétiniens (les gradients de texture et fréquences spatiales), se définissent également en échelles photométriques décimales (les seuils d'intensité lumineuse), se définissent enfin en échelles fréquentielles qualitatives (les tonalités et répartitions spectrales).

De ce point de vue, on peut transcrire l'environnement visuel en points de lumière, en foyers émissifs discrets à la manière d'un décodeur digital sur écran pour synthétiseur d'images. La vision est ainsi ramenée à la collecte serrée d'informations contingentes. A chaque changement ténu du stimulus ponctuel correspond un changement au niveau du récepteur visuel (cellules - cônes - bâtonnets). C'est le processus sensoriel ou premier système de signalisation. Il s'agit de la voie d'entrée vers le niveau perceptuel plus élaboré : véritable cheminement intégré de la vision.

PSYCHOPHOTOMETRIE

Ce second niveau propre à la perception visuelle possède deux caractéristiques biologiques supplémentaires par rapport au modèle simulateur physique sensoriel. La vision est d'abord éminemment adaptable, modifiable sous l'influence des contraintes physiques. La vision est en effet plastique sous l'empreinte extérieure. Elle est

capable de covariations fines avec les paramètres physiques. Elle s'accorde "syntoniquement" avec l'environnement pour en retirer les moindres modifications. On a en effet comparé l'oeil à un résonateur s'abouchant (par les menus orifices transparents des milieux oculaires antérieurs) sur l'air ambiant baigné de lumière. L'avantage certain, dans cette situation, est que peu de nuances lui échappent ; encore faut-il que cette grande sensibilité réceptrice ne se transforme en bruits de lumière aux aléas peu structurés et donc flouants. Selon la théorie gibsonienne, l'organisation extrinsèque propre au stimulus serait de nature à structurer par imprégnation la perception elle-même.

C'est alors qu'intervient une autre caractéristique, un autre phénomène perceptuel régulé celui-là par des inférences internes propres à la structuration de la vision, à son histoire biologique (détecteur de traits et apprentissages). Cette structuration tient compte à la fois du contexte visuel présent et des contextes antérieurs préalablement stockés en mémoire qui permettent de voir en fonction de l'expérience consciente et des attentes perceptives plus ou moins conscientes (expectations - anticipations - schémas pré-perceptifs). A ce niveau, percevoir peut signifier deviner, établir des suppositions à propos d'un environnement ambigu par exemple. La perception est donc une élaboration constructive voire créative sur base d'éléments figuratifs mentaux guidant la stratégie perceptive ou la leurrant lors des illusions perceptives (notions de gestalt). La perception est aussi reconnaissance de formes et d'objets, et véhicule de ce fait des significations (notions de gnosies visuelles). Ainsi donc, la perception visuelle se déroule sur un plan psychophysique et sur un plan cognitif (l'un et l'autre en corrélation avec les substrats physiologiques sous-jacents).

Il ressort de tout ceci que la vision ne peut être comparée à un simple système récepteur, fût-ce très sophistiqué et très fin, moulant son activité sur les moindres variations du contexte physique. Par ailleurs, on ne peut non plus faire l'économie de cet aspect en ne réservant une place primordiale qu'aux contraintes psychologiques d'apprentissage, d'ontogenèse et de préparations sensorielles lors de diverses tâches.

LES CORRECTIFS

S'agissant de rendre l'environnement mieux perceptible et au demeurant s'agissant de résorber quelque peu le trouble visuel, nous disposons de procédures correctives tantôt modifiant le cheminement des rayons lumineux, tantôt modifiant la qualité de l'information énergétique.

- L'oeil qui ne permettrait plus le centrage correct des objets sur la rétine (oeil amétrope), peut être appareillé par des systèmes optiques pour compenser la réfraction déficiente (verres correcteurs de différentes dioptries) ou pour accroître la dimension apparente de l'objet (loupes, télescopes), ce qui revient à rapprocher l'objet et à le sous-tendre par un angle visuel plus grand et donc modifier le centrage oculaire (modification de focale). On connaît aussi les sophistications des polissages optiques en vue de réaliser des verres aux dioptries variables, des modifications optiques méridiennes dans le cas de l'astigmatisme ou encore des combinaisons loupe-télescope, des systèmes fortement convergents, etc.

- A ces changements modifiant le cheminement des rayons lumineux et agissant ainsi sur la réfraction compensatoire artificielle, il y a des changements que l'on peut apporter à l'énergie lumineuse soit en la filtrant (verres teintés, neutres ou sélectifs selon des bandes passantes plus ou moins larges), en apportant des changements au rendu des couleurs et des contrastes, des modification de luminances, des niveaux d'éclairements, des changements d'orientation de la lumière et d'ouverture des cônes lumineux, des diagrammes de répartition polaire des intensités,...

LA SCENE LUMINEUSE

Le paysage baigné de lumière procure à l'oeil une source ininterrompue d'informations diverses et disparates. Il reste que ces excitations, aussi variées et fugaces soient-elles, sont fiables. Elles gardent quelques valeurs pertinentes et ces variables sont stabilisées par le filtre visuel et les grilles visuo-spatiales du décodage au niveau du système nerveux central et des pré-traitements sous-corticaux.

La lumière faiblissant, les objets petits se fondent, s'estompent et malgré les rattrapages d'accommodation à l'obscurité, ils finissent à un moment donné par se dissoudre dans le sombre ; les limites d'objets, les arêtes, les traits, se diluent dans les gris foncés suite à l'évanescence des couleurs. La netteté disparaît, les aspérités se confondent avec les autres caractéristiques de surfaces telles les différentes plages lumineuses en effaçant la perception des textures.

A l'autre extrémité, un surcroît excessif de lumière lave les objets au point d'en voiler l'apparence en provoquant un éblouissement ou plus simplement une gêne par opposition flagrante de luminances très contrastées.

HANDICAP VISUEL ET PAYSAGE LUMINEUX

Dans le cas d'une basse vision profonde ou sévère (selon les normes et l'acception O.M.S.*), la netteté disparaît et la lumière recherche, pourrait-on dire, d'autres ancrages, l'oeil est livré à un autre découpage paysager avec dislocation forme/lumière. Tout se passe comme si (du point de vue de l'observateur) l'objet apprivoisait différemment la lumière captée et réfléchi. Le paysage est, dans certaines affection oculaires, très flou, déformé, discontinu et le rendu des choses lumineuses prend d'autres apparences qu'en vision nette, apparences parfois déroutantes. Dans d'autres cas, la lumière est très prégnante pour l'oeil, elle n'est plus le fond énergétique qui met "en lumière" les formes, les caractéristiques de détails, mais est un élément primordial de forme, de relief, de contour, de contraste, de volume. La lumière et ses variantes deviennent un objet perceptif. Ainsi, les ombres et pénombres (par rapport aux clartés) peuvent être, dans certains cas, beaucoup plus significatives que l'objet lui-même et devenir une sorte de lumière-objet (sollicitant un ancrage morphoscopique). Une simple ombre au sol peut prendre illusoirement la "consistance" d'une marche d'escalier ou d'une chaise. De même un mur dont une partie aurait une luminance plus forte, suggérerait une fenêtre ou un paysage.

* Acuité visuelle inférieure à 1/10 au meilleur oeil après correction ou réduction du champ visuel à 10 degrés.

Ainsi donc, la lumière peut devenir, pour un espace plus ou moins éloigné, indicatrice de structures. Ce ne sont plus des éléments fins et discrets de l'environnement perceptibles par une bonne acuité visuelle qui vont être prégnants, mais plutôt des éléments relatifs à la luminance, aux contrastes, aux mouvements et aux localisations spatiales d'ensemble. On retrouve ici le double système visuel mis en évidence ces quelques dernières années par les physiologistes entre d'une part le parvo-système (système régi par l'acuité visuelle fine et détaillée) et le magno-système (système régi par la perception des ensembles, des luminances, des contrastes, des mouvements et de manière générale, de l'orientation spatiale visuelle).

PROCEDURES D'EXAMENS PSYCHOPHOTOMETRIQUES

Afin de définir les meilleures prescriptions d'amélioration de rendu visuel dans le cas d'une basse vision, il convient d'abord de préciser les éléments lumineux qui procurent une meilleure définition de forme (forme indicatrice de direction, d'obstacle, de volume, de localisation, de position, de relative structure spatiale, de contour d'objet, etc.). Il convient donc d'étudier et de réaliser les meilleures conditions d'éclairage afin d'améliorer la perception de l'environnement chez la personne atteinte d'une cataracte profonde ou naissante, d'une très forte myopie, d'une maladie de la rétine ou d'un glaucome, etc.

Afin de conseiller un éclairage optimum,

. rendant plus perceptible la localisation des objets utilitaires dans un lieu de séjour (téléphone, objets ménagers, tables, chaises, etc.) ;

. signalant les endroits à risques (marches d'escalier, portes, objets au sol, obstacles divers) ;

. améliorant le rendu visuel de plans de travail (lieux de lecture, de couture, de cuisine, d'activités ménagères en général, de bricolage, etc.),

des tests, des expériences et des contrôles des caractéristiques d'éclairage sont proposés aux patients dans divers lieux spécialement aménagés dans le cadre du service des basse visions du Centre Pouplin.

A. Une salle polyvalente d'éclairage a été conçue sur le modèle d'un décor traditionnel (living) dotée de plus de cent sources lumineuses réparties dans tous les endroits de la pièce et permettant des éclairages de surfaces, des éclairages ponctuels ou accentués, des éclairages rasants ou de face,...

Ces multiples sources de lumière sont commandées d'un pupitre par le handicapé qui, à volonté ou selon consignes, peut faire varier en intensité, en tonalité (températures de couleurs) et répartitions spatiales ces multiples sources de lumière. Il en résulte la possibilité de "sculpter" différemment ce lieu de séjour grâce aux jeux de lumière. La perception des lieux et des objets est directement liée à la manière dont ceux-ci sont éclairés. On peut rendre un même lieu tour à tour terne, coloré, vivant, petit, spacieux, chaud, froid, proche, lointain, plat ou en relief, en jouant sur les distances subjectives, etc.

Pour la personne malvoyante, cette expérience permet de mettre en évidence de façon concrète et participative les niveaux de lumière optimum, les tonalités mieux perceptibles, les contrastes adéquats, les luminances appropriées afin de faire de ce lieu un espace repérable, plus facile à vivre, plus confortable et permettant des actions plus assurées (marcher sans crainte, mieux s'orienter, mieux localiser, mieux prendre le objets,...).

Durant toutes ces démarches, la personne malvoyante est assistée par des spécialistes qui commentent les diverses situations d'éclairage et les éventuels progrès dans la perception visuelle. Par ailleurs, le patient a l'occasion de préciser les niveaux de son confort fonctionnel afin de juger lui-même de la pertinence de ses progrès. Des mesures précises sont effectuées, de même qu'un schéma des rendus visuels et un protocole psychophotométrie détaillé. Celui-ci comprend des relevés photométriques (éclairages et luminances) et chromamétriques (les coordonnées de températures de couleurs), des indications topologiques et caractéristiques dimensionnelles des objets, des niveaux seuils de contrastes (neutres, colorés, consécutifs, successifs), des diagrammes directionnels des rayons lumineux par une méthode d'ombres et pénombres sphériques en cours d'élaboration dans notre laboratoire, des relevés panoramiques effectués par le sujet sur grilles synoptiques, du descriptif des enclaves de champ visuel,...

Une fois l'optimum atteint (il s'agit d'un meilleur rendu relatif et pas de la restitution d'une bonne vision : c'est une méthode palliative), nous composons des filtres visuels afin de se rapprocher le plus possible de la vision du malvoyant. Notre méthode est dans ce cas soustractive (par absorption sélective de lumière, diffusion et réfraction).

Ces filtres masquant vont permettre trois objectifs :

1. de vérifier par des tierces personnes l'efficacité des rendus de lumière ;

2. de faire des mesures précises afin de transférer ces conditions d'éclairage dans le lieu habituel du patient (chez lui, dans un home, au lieu de travail,... dans la mesure du possible) ;

3. de faire partager et faire comprendre le handicap par l'entourage, les proches, les enseignants s'il s'agit de jeunes, les employeurs, et en général toute personne plus ou moins concernée par le handicap visuel du patient.

Cette approche emphatique du déficit visuel est très instructive et déterminante pour les prescriptions ultérieures d'éclairage et cela malgré son approximation psychophysique. En effet, le flouage visuel ainsi réalisé est artificiel. On n'est jamais tout à fait à la place du malvoyant ne fût-ce que parce que l'on conserve ses propres mécanismes accommodateurs.

B. Un autre lieu a été conçu de la même manière (polyvalence des éclairagements). Il s'agit d'un couloir où est expérimentée l'efficacité des rendus de lumière lors des déplacements : signalement des portes, des escaliers, des murs, des obstacles au sol, des changements de direction, des croisements, etc., grâce à des défilements de lumière, des guides lumineux directionnels, des modifications de contrastes, des éclairagements de surfaces, des plans horizontaux bas, des jeux d'ombres, etc.

Une application dans le lieu habituel du patient est ensuite réalisée grâce aux conclusions tirées des examens pratiqués au Centre Pouplin.

C. Enfin, un troisième lieu complète l'étude des conditions d'éclairage. C'est celui impliqué dans les travaux de manipulation, de lecture et d'écriture.

Une table polyvalente d'éclairage offre nombre de conditions de s'éclairer lorsque l'on effectue un travail proche.

Eclairage variable en qualité et quantité, éclairage sur lutrin, éclairage très localisé ou diversement réparti, éclairage offrant des contrastes négatifs. Usage de filtres neutres ou colorés. Adaptation des éclairages aux grossissements optiques (loupes et verres correcteurs) et électroniques (TV Loupe). Adaptation des éclairages aux agrandissements graphiques et photographiques.

Toutes ces études s'inscrivent en complément des consultations ophtalmologiques et optométriques du service de basses visions et en parallèle avec les exercices d'entraînement de la vision restante.

Ces études nécessitent la collaboration complémentaire de spécialistes de la vision (médecin oculiste, psychologue de la perception, ergothérapeute, optométricien) et de spécialistes de l'aménagement intérieur (architecte, éclairagiste, designer,...).

Le transfert d'un rendu de lumière du lieu d'évaluation au lieu d'effectuation pose pas mal de problèmes techniques car l'éclairage est aussi relatif aux sources secondes de clarté et de tonalités (les caractéristiques de décoration : papier peint, mobilier, recouvrant,...) relatif aussi aux sources de lumière naturelle nécessairement variables (fenêtres, verrières,...), relatif également aux volumes et configurations des locaux (une pièce basse et spacieuse), relatif enfin au mode de vie ou de travail effectué et ce y compris l'environnement social.

Il convient dans ces conditions de retirer les éléments les plus significatifs d'amélioration fonctionnelle mis en épingle lors de l'évaluation pour les réinsérer (moyennant une étude de faisabilité) dans le contexte vernaculaire. Le masque simulateur (filtres flouants) s'est avéré utilement complémentaire aux données métrologiques.

HANDICAP MENTAL ET TRAVAIL
HABILETE ET COMPORTEMENT AU TRAVAIL
DES OPERATEURS HANDICAPES MENTAUX

*A. MOALLEM, Ergonome
Syndicat National
des Associations de Parents
d'Enfants Inadaptés
(S.N.A.P.E.I.) - Paris*

La mise au travail des personnes handicapées mentales (P.H.M.) est un phénomène récent en France, et même dans le monde. Aujourd'hui, malgré le nombre important des travailleurs handicapés mentaux (T.H.M.) qui travaillent dans les entreprises de secteur protégé, les travaux de recherches dans ce domaine sont rares, voire inexistant. Les seules études faites sur ce sujet en France jusqu'à nos jours sont des études institutionnelles et socio-psychologiques. Les particularités du travail des P.H.M. n'ont jamais été étudiées ni en France ni ailleurs à notre connaissance.

Dans une première étude (A. Moallem, 1986) sur les T.H.M., nous avons constaté que l'évaluation médico-psychologique, surtout par le biais du Q.I., joue un rôle important dans le dépistage et le niveau de la déficience mentale d'une part, et d'autre part dans l'orientation des P.H.M.

Dans la recherche que nous vous présentons ici, nous avons commencé notre interrogation par deux questions.

La première question est de savoir si l'évaluation médicale et psychologique plus particulièrement par le biais du Q.I. sont perti-

nentes dans la détermination de la capacité de travail des personnes handicapées mentales (P.H.M.) ?

La deuxième question est de savoir quelles sont, en situation de travail, les particularités des comportements des travailleurs handicapés mentaux et leur niveau de technicité. Quels sont les critères qui différencient ou ne différencient pas les travailleurs handicapés mentaux des travailleurs non handicapés ?

METHODE

Un échantillon de dix sujets a été choisi dans un Centre d'Aide par le Travail (en trois groupes : cas sociaux, cas psychiatriques et cas de débilité d'origine organique) d'après une méthode précédemment mise au point, basée sur la nature du handicap, le bilan psychologique et l'évaluation par le moniteur d'atelier (A. Moallem, 1986)*.

Les postes de travail : préparation des panneaux des postes de voiture, identiques pour tous les sujets.

La tâche : consistait à mettre des couches de mousse à des endroits bien précis sur le panneau et à les agraffer à l'aide d'une agrafeuse, puis à les mettre dans une caisse.

L'analyse ergonomique du travail a été effectuée sur 40 minutes d'enregistrements vidéo en situation naturelle de travail pour chaque sujet. L'enregistrement a été effectué de manière à ce que les sujets ne soient pas perturbés par la présence d'une caméra.

Analyse ergonomique du Travail

Nous avons réalisé deux séries d'analyse :

- **Analyse quantitative du travail** : portant sur la durée d'exécution de chaque cycle de travail (divisé en trois phases, I, II, III) et la durée des activités non finalisées non indispensables à

* A. MOALLEM, Evaluation médico-psychologique et habileté du travail des travailleurs handicapés mentaux, Handicap et Inadaptation, Les Cahiers du C.T.N.E.R.H.I., N° 33, 1986.

l'exécution de la tâche que nous avons qualifiées comme "activités annexes", en vue d'obtenir le niveau de stabilité sur le poste de travail.

- **Analyse qualitative du travail** : portant sur le mode opératoire (ordre d'agrafage, ordre de mise en place des mousses), la nature des activités annexes, la direction du regard, le changement des dispositions de chaque poste et les particularités spécifiques des comportements de certains sujets.

RESULTATS

Les résultats obtenus d'après l'analyse quantitative du travail et l'analyse qualitative du travail sont :

1 - Q.I. - performance au travail : La performance au travail de chaque sujet a été comparée avec les Q.I. (une fois avec le Q.I. total et une fois avec le Q.I. de performance, WAIS). Les résultats montrent que les sujets les plus performants ne sont pas forcément les sujets à Q.I. élevé, au contraire, certains sujets avec un Q.I. très faible ont une performance bien meilleure que les autres.

2 - Instabilité : L'indice obtenu pour l'instabilité sur le poste de travail a été comparé avec les Q.I. (total et performance). Nous n'avons pas trouvé de relation directe entre ces deux critères.

3 - Mode opératoire : L'analyse du mode opératoire (ordre d'agrafage, ordre de mise en place des mousses, etc.) montre la variabilité de ce mode pour chaque opérateur.

4 - Nature des activités annexes : L'étude des activités annexes montre que la plupart des sujets sont constamment en interaction avec leur environnement (interaction qui donne lieu à un arrêt ou prolongement important du cycle de travail). Par ailleurs, nous constatons une série d'activités spécifiques qui ne sont pas totalement indépendantes de la tâche mais tout à fait inutiles dans le processus de travail.

5 - Direction du regard : L'analyse du regard montre que les opérateurs ne sont pas seulement en interaction permanente avec leur environnement de travail par les activités annexes mais aussi par des micro-comportements, comme des coups d'oeil sur

l'environnement, pendant l'exécution de la tâche. Aussi pendant toute la durée du travail. L'opérateur, à différentes occasions, oriente son regard vers l'environnement.

CONCLUSION - DISCUSSION

L'étude des résultats des observations et analyses du travail d'un échantillon de dix opérateurs handicapés mentaux en trois groupes (cas sociaux, cas psychiatriques et cas de débilité d'origine organique) travaillant sur des postes à caractère manuel et répétitif nous mène vers les conclusions suivantes :

1 - La confrontation de la performance au travail avec le Q.I. montre que le Q.I. ne peut pas être une évaluation pertinente des capacités de travail des T.H.M. et de leur niveau de technicité. Par ailleurs, le niveau de Q.I. ne donne pas des indications suffisantes pour le pronostic et l'orientation professionnelle des adultes handicapés mentaux. Ces résultats nous mènent vers deux types de conclusions :

A) Inadaptabilité des tests d'intelligence dans l'évaluation des capacités professionnelles des adultes handicapés mentaux.

B) Habileté manuelle des sujets et son développement par le travail. A ce sujet nous pensons que l'opérateur handicapé mental se construit une représentation de sa tâche et choisit une conduite intelligente adaptée à cette tâche. Tant que l'exécution de la tâche ne nécessite pas des conduites intelligentes complexes, l'opérateur handicapé l'exécute avec la même précision qu'un opérateur non handicapé, pour un résultat identique.

2 - L'analyse de modes opératoires et comportements des opérateurs handicapés mentaux montre :

A) L'existence d'une variabilité et d'un système de régulation comparable aux opérateurs non handicapés sur ce type de postes.

B) Cette variabilité de régulation existe à la fois dans le mode opératoire et dans l'aménagement du poste.

3 - L'analyse des observations sur les activités, qualifiées d'"activités annexes", comme conversations, balades, pauses, etc., fait apparaître que :

A) Ces activités ont les mêmes caractéristiques chez les opérateurs handicapés mentaux et non handicapés.

B) Quelques particularités se manifestent cependant dans les activités annexes de ces opérateurs :

a) Des comportements spécifiques, qui ne sont pas totalement indépendants de la tâche, comme le rangement inutile, le comptage inutile, les contrôles tactiles. Donc nous formulons l'hypothèse que ce type d'activités est en relation avec la nature du handicap puisqu'ils sont rarement observés chez les travailleurs non handicapés.

b) Des micro-comportements, notamment des coups d'oeil systématiques que les opérateurs jettent sur l'environnement pendant l'exécution de la tâche. Ce type de comportement témoigne à notre avis d'une interaction permanente entre le sujet et son environnement : soit que le sujet tente de se distraire, ce qui serait un mécanisme de régulation comportementale par des activités non directement engagées dans la tâche, soit que par ce moyen le sujet manifeste son angoisse.

c) Le pourcentage et la durée d'apparition des activités annexes : la comparaison du temps consacré à l'exécution de la tâche et le pourcentage de temps des activités annexes montre l'importance de ces activités par rapport aux cycles de travail sans activités annexes. Cela pourrait être :

- dû à l'absence de cadence imposée ;
- soit en relation avec la déficience cognitive du sujet.

L'APPORT DE L'ERGONOMIE DANS LA REEDUCATION DES PATIENTS ATTEINTS DE DOULEURS LOMBAIRES

*T.M. KHALIL, S.S. ASFOUR,
R. STEELE, H.L. ROSOMOFF
Comprehensive Pain
and Rehabilitation Center
and Departments of Industrial
Engineering and Neurological
Surgery.
University of Miami
FL 33124 - U.S.A.*

RESUME

Ce résumé passe en revue les contributions qu'apportent l'ergonomie en matière de rééducation.

Une attention toute particulière sera portée aux travaux actuellement entrepris par la Section d'Ergonomie du Centre de Rééducation et de Recherche sur la Douleur (sur toutes les formes de douleur) de l'Université de Miami. En introduction, nous soulignerons le traitement et l'évaluation effectués dans le cadre de la rééducation de patients souffrant de douleurs lombaires. Des études de cas expliciteront et illustreront l'originalité de cette démarche. Nous constatons, à la lumière du bilan des évaluations menées par les ergonomes, toute l'efficacité de la méthode quant au rétablissement fonctionnel des patients.

INTRODUCTION

On peut considérer les douleurs lombaires comme l'un des problèmes de santé affectant couramment la population dans son ensemble. Selon une estimation, 80 % de la population souffrira de douleurs lombaires au moins une fois dans sa vie. Ces douleurs, en tant que telles, sont les plus communément répandues après les maux de tête et les plus handicapantes après les maux de gorge chez les personnes âgées de moins de 55 ans. Il s'agit d'un problème économique majeur tant au niveau national que sur un plan organisationnel. En plus du coût élevé que représentent les soins, d'une part, les allocations prénatales et handicapés, d'autre part, ce "mal" est une cause importante d'absentéisme et d'arrêt de travail. Les statistiques révèlent qu'il est urgent de prévenir et traiter les douleurs lombaires ; sur le plan humain et d'un point de vue économique, cela est devenu une priorité.

LE ROLE DE L'ERGONOMIE

L'ergonomie, en tant que discipline, a beaucoup apporté quant à la recherche de solution aux problèmes que nous étudions. Son champ d'investigation est un terrain propice à l'examen de ce fléau, et ceci, à trois stades critiques :

1. La prévention : Par la réduction des contractions musculaires et par la prévention des accidents, l'ergonomie est la meilleure démarche pour éviter la blessure.

2. La rééducation : La démarche la plus efficace actuellement, tant du point de vue médical qu'économique, est de rétablir rapidement les capacités fonctionnelles du patient atteint de douleurs lombaires. Cette prise en charge était considérée du seul domaine des médecins et d'autres spécialistes de la santé.

L'Université de Miami révèle ainsi que la coopération des ergonomes dans le domaine clinique est source d'enrichissement pour les équipes soignantes (Khalil, 1983 ; Asfour, 1983).

3. La réinsertion : la rééducation par le travail autorise une meilleure concordance entre les personnes atteintes de douleurs lombaires, leur travail et leur mode de vie.

L'APPORT DE L'ERGONOMIE DANS LA REEDUCATION

Le programme de rééducation des personnes atteintes de douleurs lombaires est assuré par l'Université de Miami et géré par le Département de Chirurgie Neurologique qui a une longue expérience dans ce domaine. L'équipe du Centre de Rééducation se compose de plus de 80 personnes spécialistes en neurochirurgie, en médecine physique, en psychiatrie, en ergonomie, en psychologie, en thérapie physique, occupationnelle et fonctionnelle, en soins. Inclure l'ergonomie au sein d'une équipe de santé a porté ses fruits quant à la rééducation des patients.

Les ergonomes travaillent quotidiennement dans le milieu hospitalier, aussi bien en liaison avec les patients qu'avec les autres membres de l'équipe soignante. L'apport de l'ergonomie recouvre les domaines suivants :

1. Définition de la situation actuelle relative aux capacités fonctionnelles d'un patient atteint de douleurs lombaires. Ceci est obtenu avec une série de tests quantitatifs qui permet d'établir les capacités fonctionnelles de chaque patient.

2. Comparaison des capacités fonctionnelles du patient relatives aux contraintes physiques qu'exigent son emploi.

3. Développement des techniques de rééducation fonctionnelle grâce à une meilleure efficacité du système musculo-squelettique. A l'Université de Miami, des techniques particulières ont été développées - de bioréaction, de rééducation et de stimulation musculaires.

4. Développement des programmes pédagogiques centrés sur les propriétés mécaniques du corps et rationalisés par différents modèles biomécaniques et concepts ergonomiques.

5. Aide au choix du travail par la mesure des capacités fonctionnelles de la personne handicapée. Cette approche relève d'une stratégie de prévention des accidents.

6. Evaluation de l'efficacité des politiques de traitement pour le rétablissement des capacités fonctionnelles et la résorption de la douleur.

7. Recherche et développement relatif aux appareils de diagnostic et de traitement des douleurs lombaires.

8. Evaluation des sites d'emploi pour faire des recommandations en matière de conception des postes de travail afin d'empêcher la blessure.

9. Conception et/ou conseils portant sur les appareils, équipement et mobilier afin de réduire les contraintes.

10. Développement des phases de simulation de travail afin que les patients sous surveillance médicale reproduisent les tâches requises pour ne plus dépendre du milieu hospitalier.

BIBLIOGRAPHIE

ASFOUR S.S., KHALIL T.M., MOTY E.A., STEELE R., ROSOMOFF H.L. - Proceedings of the 7th International Conference on Production Research. Windsor, Canada, 1983, 813-818.

KHALIL T.M., ASFOUR S.S., MOTY E.A. - Proceedings of the 1984 Annual Human Factors Society Conference. San Antonio, Texas, 1984, 465-470.

**CONCEPTION ERGONOMIQUE D'UN CATAMARAN
PRISE EN COMPTE DES DIFFICULTES RENCONTREES PAR
LES PERSONNES A MOBILITE REDUITE**

*C. DEBALLE, Ergonome
M.C. DETRAZ, Ergothérapeute
CRRF Kerpape - Lorient*

Depuis décembre 1984, navigue en Bretagne le *DELTA 7*, *CATAMARAN* encore à l'état de prototype, à bord duquel personnes handicapées et personnes valides sont toutes équipiers à part entière.

Durant deux ans nous avons mené au Centre de Kerpape, en équipe pluridisciplinaire (ergonome, ergothérapeutes, médecins...) une étude ergonomique qui avait pour objectif la prise en compte dans les plans du catamaran, dessinés par l'architecte navigateur Gilles Gahinet, des limitations touchant les fonctions de déplacement et d'équilibre à bord du bateau, ainsi que des risques de lésions cutanées souvent associées.

Le point de départ de l'étude a été l'analyse des difficultés et obstacles rencontrés par les personnes handicapées qui avaient tenté de pratiquer la voile dans des situations non adaptées. Nous avons essayé de résoudre les problèmes de façon concrète en réalisant une maquette grandeur nature représentant certaines parties du bateau.

Celle-ci nous a permis de mettre en situation une population diversifiée, aussi bien par la nature des lésions, que par l'âge, la morphologie ou le niveau d'entraînement sportif. Des personnes valides ont aussi pratiqué des essais.

Tous les problèmes posés ont fait l'objet de confrontations entre l'équipe ergonomique, l'architecte et les constructeurs pour trouver des solutions qui soient toujours un compromis entre d'une part les exigences fonctionnelles liées aux caractéristiques des utilisateurs et d'autre part les exigences techniques, liées aux matériaux et à la navigation.

FICHE TECHNIQUE

Pourquoi un Catamaran ?

En raison de sa gîte d'abord ! Quand un monocoque gîte de 33°, un catamaran gîte de 5°. Qualité particulièrement précieuse pour les personnes handicapées dont le problème essentiel est l'équilibre. De sa grande surface entre les deux coques, en deuxième lieu. De sa vitesse enfin en raison notamment d'un poids plus faible et de sa technologie.

Fiche technique

- . Deux tonnes de déplacement à vide.
- . Coques en sandwich Mousse Airex et Epoxy.
- . Voilure : au près 73 m², au portant 145 m².
- . Architecte : Gilles Gahinet.
- . Etudes ergonomiques : Centre de Rééducation Fonctionnelle de Kerpape.
- . Constructeur : Chantier B. et B. - La Trinité sur Mer.

Les aménagements réalisés

1 - L'ACCES A BORD

Il se fait sur le côté des coques par un transfert fauteuil roulant - bateau, plus ou moins facile à réaliser selon les aménagements portuaires.

2 - LES DEPLACEMENTS DANS LE COCKPIT

L'espace de circulation assis est plat, continu (banquette en forme de U) sans aspérités ni angles vifs, garni sur toute la surface d'un rembourrage amovible afin d'éviter les lésions cutanées.

3 - LA DESCENTE DANS LES COQUES

Le principe d'une ouverture sur le côté avec accès direct sur la banquette en U ainsi que les marches adoucissant la descente a été retenu. Elles sont complétées par une système de double rampe en hauteur facilitant les déplacements assis.

4 - LA POSITION ASSISE ET LES MANOEUVRES

Presque toutes les manoeuvres sont accessibles en position assise, dans le cockpit. Forme et dimensions de l'assise et du dossier, accessoires (accoudoirs relevables, sangles de maintien et barres d'appui antérieures) sont prévus pour apporter confort et stabilité aussi bien en position de repos que lors des manoeuvres. Les winches ont été choisis à plusieurs vitesses et autobloquants, afin d'être utilisés de façon optimale.

5 - LE POSTE DE BARREUR

Le principe de deux barres à roue a été retenu. Ceci permet une meilleure visibilité en position assise, un changement de poste est plus aisé et l'intérêt d'un point de vue pédagogique (possibilité de contrôle du moniteur sur l'autre barre). Les sièges sont rabattables afin de permettre aux valides de barrer debout. Les dimensions des mini-cockpit et l'inclinaison à la colonne de la barre à roue assurent le confort en position assise et facilitent les transferts.

6 - LES AMENAGEMENTS INTERIEURS

Les deux coques sont symétriques. Elles possèdent chacune trois couchettes dont une au niveau intermédiaire, plus accessible. A ce niveau, se trouvent également les W.C. très simples d'utilisation. Dans l'une des coques, le bloc cuisine ; dans l'autre, la table à cartes et les instruments de navigation.

ETUDE ERGONOMIQUE D'UN POSTE DE TRAVAIL INFORMATIQUE POUR UTILISATION EN POSITION ALITEE

*J.P. ARDISSONE,
Ingénieur - Enseignant
Association des Assises
Régionales de la Recherche et
de la Technologie - Marseille
M.F. CUSTAUD
Directrice - Enseignante
Ecole des Enfants Hospitalisés
Hôpital d'Enfants
CHU La Timone - Marseille*

L'Association des Assises de la Recherche et de la Technologie (A.A.R.R.T.), dans le cadre de l'opération "Aide Technologique aux Handicapés" pendant la période 1984-1985, a pris comme champ d'action l'aide à l'apprentissage de l'informatique et l'étude des problèmes spécifiques à l'utilisation de l'ordinateur par les personnes handicapées.

Un des lieux d'étude a été l'Ecole d'Enfants de l'Hôpital de la Timone à Marseille, dirigée par Madame Marie-France Custaud.

Cette action a permis de mettre à jour l'important problème de l'utilisation du matériel informatique par des personnes alitées, en particulier des enfants. L'utilisation d'un matériel usuel, comme le montrent les photos, présente des difficultés pour certains malades et se révèle totalement impossible pour d'autres.

Dès l'étude de notre premier cahier des charges, il nous est apparu qu'une collaboration avec Monsieur Claude Boulet, ensei-

gnant à l'I.U.T. de Génie Mécanique et Productive d'Aix-en-Provence et Monsieur Claude Raval, designer, était souhaitable.

La réalisation du cahier des charges fonctionnel, effectuée par la méthode de l'analyse de la valeur, nous a amenés à établir une structure arborescente des grandes fonctions nécessaires à ce poste de travail :

- utilisation
- intégration
- accès au matériel
- résistance à l'environnement
- respect des normes de réglementation
- esthétique
- possibilité d'adaptation aux différents modèles du commerce.

Le milieu hospitalier nous impose son ergonomie. Le produit table-support de matériel informatique doit pouvoir accéder aux divers étages du bâtiment ; passer aisément toutes les portes : ascenseur, chambres et, surtout, s'insérer entre les lits, sur le côté gauche ou droit suivant l'emplacement laissé libre. Il doit constituer une gêne minimale pour le personnel hospitalier dans son travail de soins et être facile à déplacer.

Les cotes maximales d'encombrement ainsi établies sont de :
- 1,35 mètres sur 0,65 mètre.

La position elle-même de l'utilisateur impose aussi ses contraintes : un enfant d'une douzaine d'années, alité en position couchée, devant avoir accès à un écran, un clavier, un stylo optique, un lecteur de disquettes, une imprimante, des documents de travail.

Les données anthropométriques et biomécaniques des sujets étant très variables, nous portons une moyenne des diverses mesures faites sur place.

Dans bien des cas, le buste du malade peut être relevé jusqu'à 25° environ par rehausse du sommier. Entre l'utilisateur et le plan de l'écran, une distance de 50 centimètres nous est imposée par l'utilisation du crayon optique ; l'angle ainsi obtenu est de 35°. Il est aussi nécessaire d'incliner de 35° le clavier qui doit être à 20 centimètres au-dessus de l'utilisateur pour lui éviter toute fatigue et gêne.

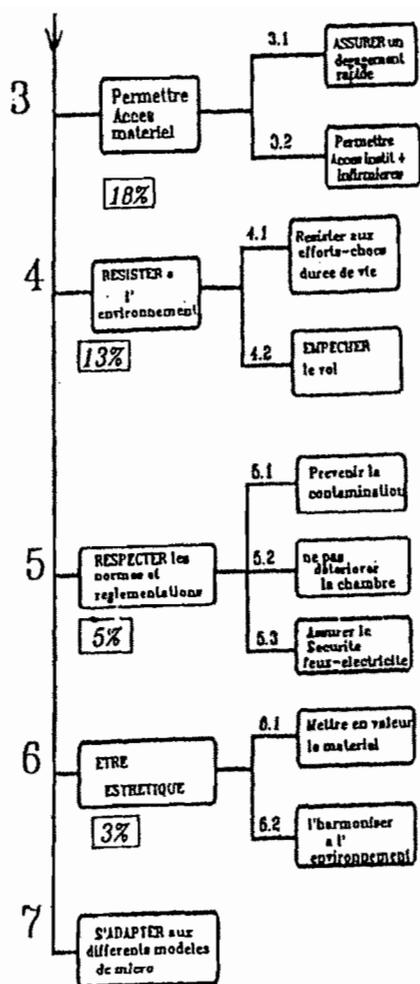
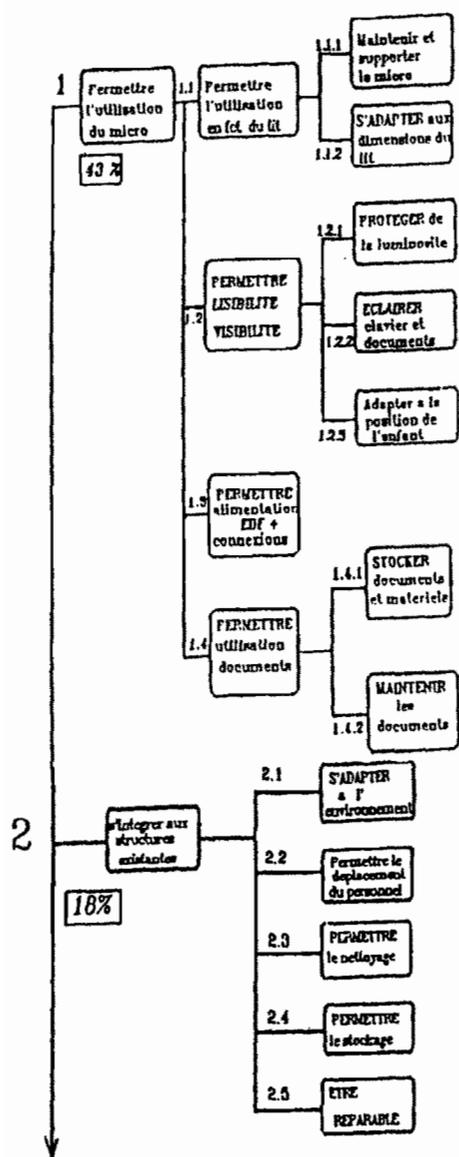
Par conséquent, dans un repère cartésien, notre dispositif devait permettre à ces divers éléments de pivoter aussi bien autour des axes oz pour une utilisation à la droite ou à la gauche du lit, que des axes ox pour incliner clavier et écran.

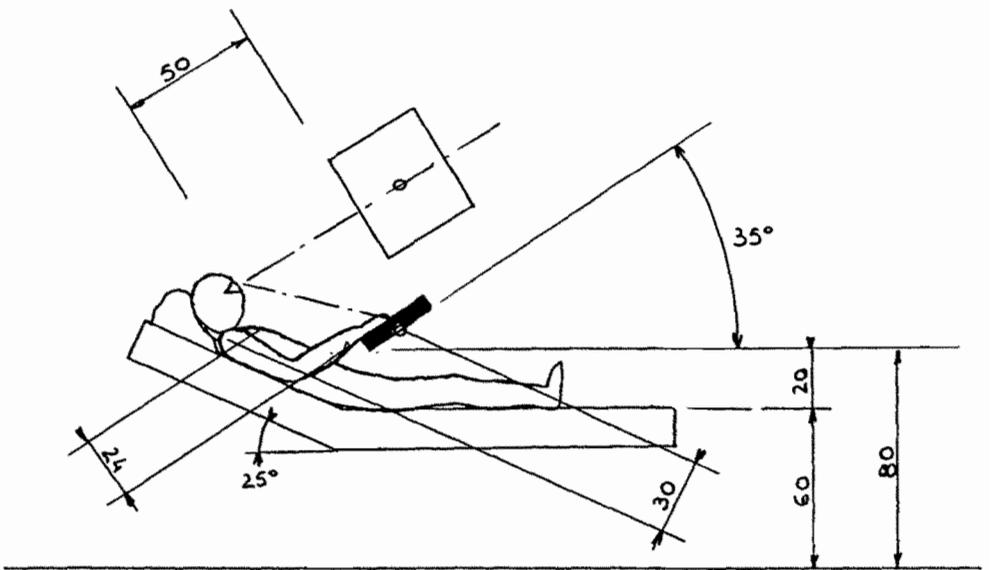
L'écran est maintenu sur les côtés par friction, le moniteur étant une télévision couleur normale et non un moniteur vidéo spécialisé ; dans ce dernier cas, une fixation sur les systèmes d'orientation et d'inclinaison existant d'origine à la base du moniteur est préférable.

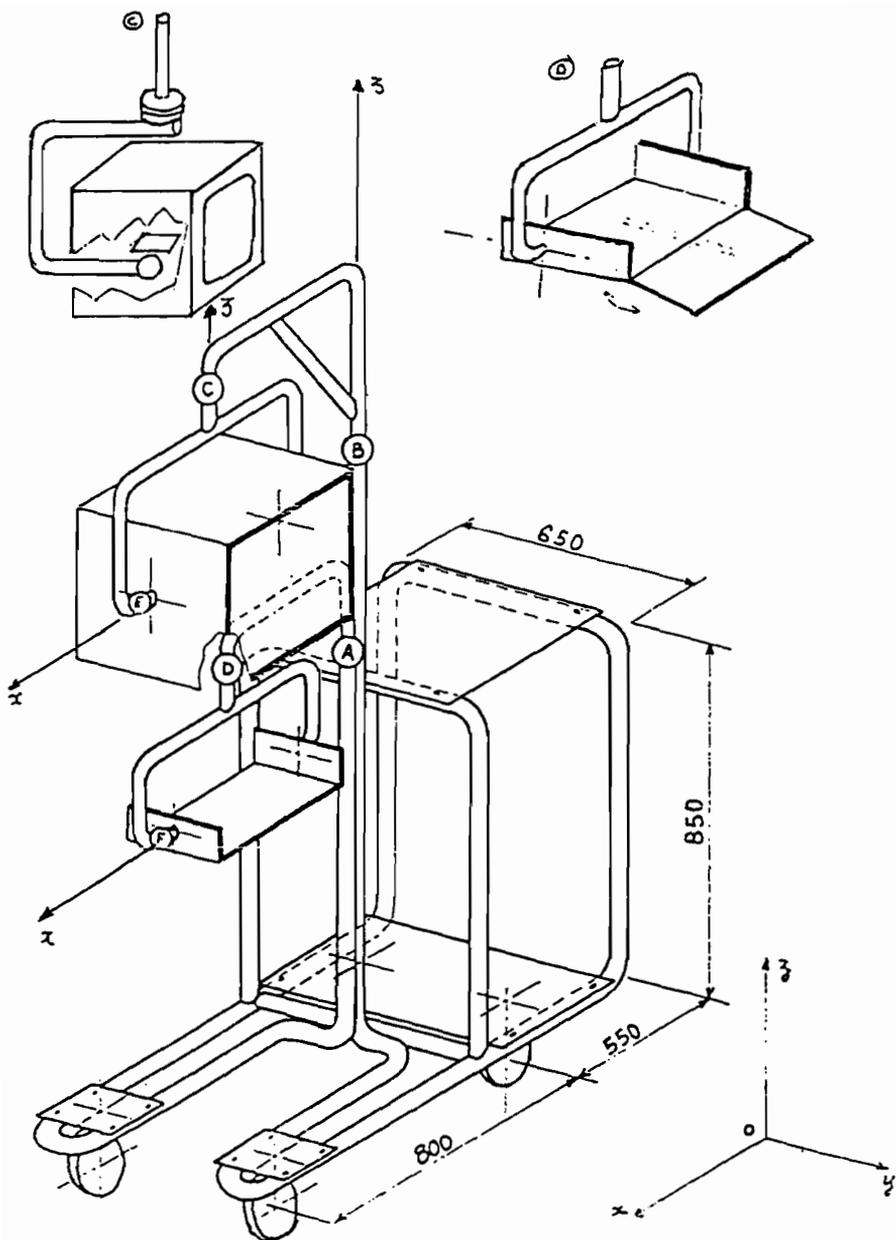
Dans le cas d'une unité centrale munie d'un lecteur de disquettes et d'un clavier séparé, un simple prolongement inclinable du support inférieur permet le montage de l'ensemble.

Les liaisons électriques seront solidaires du support, évitant ainsi l'amoncellement des fils, comme on peut le constater sur les photos.

Les premières analyses nous ont conduits à réaliser une maquette à l'échelle 1/10ème pour harmoniser les implantations respectives des volumes. Une deuxième maquette à l'échelle 1 respectant les volumes prévus pour les matériaux nous a permis d'envisager la possibilité d'un allègement des structures à des fins esthétiques. Un prototype sera réalisé ; il nous permettra d'affiner la mise au point de l'étude et de vérifier si le confort d'utilisation souhaité est obtenu.







**COMMUNICATIONS ECRITES
NON PRONONCEES**

L'ERGONOMIE ET LE RENDEMENT MECANIQUE DES FAUTEUILS A PROPULSION MANUELLE*

*H.E.J. VEEGER,
L.H.V. VAN DER WOUDE
et R.H.R. ROZENDAL
Inter-Faculté de l'Education
Physique, de l'Université
Libre/Publique
Amsterdam, Pays-Bas*

INTRODUCTION

Se déplacer en fauteuil roulant exige de grands efforts, surtout pour la population concernée. Afin d'améliorer ce type de locomotion, on s'est efforcé, par une approche ergonomique, d'analyser les éléments déterminants d'utilisation du fauteuil roulant et relatifs au système cardio-respiratoire (à l'état stationnaire).

Il est fréquent de nos jours de tester la forme physique des usagers du fauteuil (Franklin, 1985 ; Hoffman, 1986). C'est principalement dans les domaines du sport et de la rééducation que sont menées des évaluations fiables et souvent périodiques, notamment à l'aide d'un ergomètre à pédales. Cependant, pour l'étude de charges et mouvements spécifiques, l'utilisation d'un tapis roulant électrique donne des résultats plus spécifiques.

* La recherche sur les fauteuils roulants, leur utilisation et les aspects ergonomiques, tel est le thème de ce résumé. Ces travaux sont subventionnés par les Pouvoirs Publics hollandais dans le cadre du Programme de Recherche sur les nouveaux équipements destinés aux personnes handicapées.

L'utilisateur est soumis à la même charge comme dans la conduite dans un environnement réel : par exemple, il y a à la fois une nécessité de se diriger et de vaincre les effets d'inertie. Ces deux facteurs peuvent être modifiés en sélectionnant la vitesse et la pente du tapis roulant.

Ingen Schenau (1980) et Bassett (1985) ont démontré qu'en théorie et en pratique il n'y a aucune différence entre se mouvoir sur un tapis roulant et se mouvoir sur un sol ordinaire. Cela explique la prédominance de l'emploi du tapis roulant sur celui de l'ergomètre.

Le paramètre - efficacité mécanique brute (ME) - est utilisé pour décrire la relation entre la consommation d'énergie dans le cadre de l'aérobic et la force exercée sur l'utilisateur en fauteuil dans différentes conditions d'expérience. Ainsi, on peut évaluer divers types de fauteuils, tant par le modèle que par ses dimensions (se reporter à la figure 1). Woude (1986) nous donne une description plus détaillée du type d'expérimentation.

La ME pour la conduite du fauteuil excède rarement 10 % (Brubaker et Mc Laurin, 1982 ; Brubaker, 1984 ; Woude, 1986). D'autres mouvements cycliques, tels le patinage (17-20 %, Ingen Schenau, 1983) ou le pédalage (20-22 %, Coast, 1986) peuvent atteindre des rapports bien supérieurs. Cette étude est centrée sur les causes et les conséquences d'un ME plus faible dans la propulsion du fauteuil et sur les moyens d'améliorer les taux désignés ci-dessus (Figure 1).

LA METHODE

ME est le rapport entre la puissance (PO) et l'énergie dépensée nécessaire pour vaincre la puissance dépensée dans la déambulation (PO) et la dépense d'énergie au cours d'une propulsion stationnaire sousmaximale (EN).

$$ME = PO / EN * 100 \%$$

A l'aide d'un treuil électrique, PO peut être déterminé. Le sujet subit un test de résistance en étant remorqué et tiré par un câble relié à un capteur de force. La force mesurée, multipliée par

la vitesse des tapis roulants est égale au PO moyen que le sujet aura exercé au cours d'un test à la même vitesse et sur une même pente (Figure 2).

Basé sur l'analyse de l'air expiré, EN est déterminé par l'emploi du Sac de Douglas. Les autres paramètres mesurés sont VE, VO₂, VCO₂, RER et la fréquence cardiaque (pour une description plus détaillée de la méthode, consulter les travaux de Woude, 1986).

LES CONSEQUENCES

Il est très rare de pouvoir étudier ces problèmes en employant ce tapis roulant. Aussi, peu connus sont les effets physiologiques des différentes combinaisons de la vitesse et de la déclivité. L'association de ces deux paramètres déterminent la charge appliquée sur l'utilisateur en fauteuil. La littérature a montré l'existence d'une relation entre ME et la magnitude de la force appliquée (Voigt et Bahn, 1969 ; Kroeger, 1971 ; Brauer, 1972 ; Brubaker et Mc Laurin, 1982). ME dépend aussi du niveau d'entraînement, de l'expérience et de la nature des besoins (manivelles, leviers, la main courante) (Woude, 1986). La figure 3 représente les courbes moyennes de ME de basketteurs en fauteuil ; elle associe plusieurs combinaisons. Ces enregistrements se sont déroulés pendant quatre séances de 30 minutes chacune avec huit basketteurs en fauteuil. Au cours de l'exercice, la pente est restée constante de 0 à 3 degrés, tandis que la vitesse augmentait toutes les 3 minutes (au début, 0,55 m/s, puis 0,83 m/s, 1,11 m/s et finalement 1,39 m/s). Durant chaque séance, on mesurait l'air expiré et l'énergie dépensée. ME était calculé en fonction de ces données, mais aussi des informations fournies par les tests de résistance et pour chaque combinaison possible.

ME augmente aussi bien avec la vitesse qu'avec la pente et atteint un taux optimum de 11 % à 2 et 3 degrés de déclivité et à des vitesses de 1,11 et 1,39 m/s. Ces conditions restent exceptionnelles, probablement bien au-dessus des possibilités de la majorité des usagers en fauteuil. Sur les sujets testés, la charge maximale tourne autour de 100 Watts. En temps normal, il est rare qu'elle atteigne 20 Watts. A des puissances plus basses, ME excède à peine

4 %. En outre, les résultats de cette expérience montrent que ME dépend aussi de la façon dont sont combinés les deux facteurs vitesse et pente : les charges obtenues avec une faible pente et une vitesse élevée donnent un ME plus faible que pour des charges élevées avec une pente raide et les vitesses faibles.

La figure 4 nous donne les résultats comparés de ME pour quatre types de fauteuils roulants. Cette expérience regroupait dix personnes non handicapés, conduisant un fauteuil à trois roues équipé d'une manivelle (C), un fauteuil à trois roues équipé d'un levier (L), un fauteuil classique (R) et un fauteuil de sport équipé d'une main courante de petit diamètre (0,4 - 5).

Pendant les séances (12 minutes), la vitesse est restée constante (0,96 m/s) tandis que la pente augmentait toutes les trois minutes de 3 degrés. Il en résulte que les modèles C et L sont plus efficaces sur des pentes raides supérieures à 1 degré. Le fauteuil classique est efficace pour des pentes à 0 degré, quant au modèle sport, c'est le moins performant. A tous les niveaux, les efforts cardio-respiratoires sont moins élevés avec les fauteuils C et L qu'avec les modèles R et S. De même, EN et PO sont beaucoup plus bas avec le modèle Sport par rapport au modèle R, et la performance maximale serait atteinte au niveau de puissance le plus élevé par le fauteuil classique (R). Cela signifie que ce modèle est sans doute le mieux adapté à la course en dépit d'une faible efficacité et d'un manque de puissance.

Ces résultats mettent aussi l'accent sur la nécessité d'étudier ME selon d'autres paramètres (notamment, d'ordre physiologique) (Figure 4).

Pour les courses de fauteuil, on utilise généralement le modèle avec la petite main courante. Afin d'établir l'avantage que procure ce fauteuil en course et d'étudier aussi le ME de ces modèles, de les observer à des conditions de vitesse plus réalistes, on a comparé cinq diamètres de main courante. Les tests se sont effectués à des vitesses de 0,83 m/s, 1,67 m/s, 2,5 m/s, 3,33 m/s et 4,17 m/s sur une pente de 5 degrés. Huit sportifs en fauteuil ont conduit le modèle de course "Speedy Wheely" équipé de main courante d'un diamètre de 0,3 m (D1), 0,35 m (D2), 0,38 m (D3), 0,47 m (D4) et 0,56 m (D5). La figure 5 nous montre les résultats concernant ME et la vélocité.

La relation existant entre ME et la vitesse PO apparaît clairement. De plus, l'influence du diamètre est claire. Un diamètre très grand entraîne un ME très bas. Cette tendance se manifestait aussi sur les paramètres cardio-respiratoires.

L'explication de ces différences peut être trouvée dans les différents niveaux de force que les mains exercent sur les mains courantes afin de produire le couple de propulsion nécessaire. Si le fauteuil est équipé de mains courantes larges, la force doit être plus faible mais il importe qu'elle s'exerce à une vitesse tangentielle beaucoup plus grande. Si le fauteuil est équipé de mains courantes plus petites, le processus est inversé. Considérant la relation force - vitesse pour un muscle isolé, il se pourrait qu'il existe une relation similaire pour un mouvement complexe. Sinon, ces différences pourraient résulter du fait que la position assise ne modifie pas le diamètre des mains courantes par des mouvements types en fonction de la distance entre le haut des épaules et les mains courantes.

CONCLUSIONS

Le rapport ME est forcément soumis à la puissance exercée. La conduite d'un fauteuil équipé de mains courantes traditionnelles est exigeante à cause du faible ME associé aux besoins cardio-pulmonaires importants. La course en fauteuil roulant n'est pas encore très performante et demande une moins grande énergie chez les usagers. De nombreuses adaptations ont été faites aux fauteuils de course, l'un des facteurs déterminant l'efficacité est le diamètre des mains courante. En général, une petite main courante est plus efficace qu'une grande. D'autres systèmes de propulsion, à manivelle ou à levier, sont plus efficaces et moins exigeants quant aux contraintes cardio-pulmonaires. Les différences de ME sont un indice utile pour l'analyse de la relation conception-besoins. Il est cependant nécessaire d'interpréter ces différences au regard d'autres paramètres - le système cardio-pulmonaire, la technique de propulsion, la force de transmission, les segments de mouvement ou l'EMG.

L'intégration de ces paramètres dans l'étude ergonomique sur les fauteuils roulants est l'objectif de ces recherches.

BIBLIOGRAPHIE

- BASSETT D.R., GIESEN M.D., NAGLE F.J., WARD A., RAAB D., BALKE B. - Aerobic requirements of overground versus treadmill running.
Med. Sci. Sports Ex., 1985, 17, 4, 477-481.
- BRAUER R.L. - An ergonomic analysis of wheelchair wheeling.
University of Illinois, Urbana Champaign, 1972.
- BRUBAKER C., MC LAURIN C. - Ergonomics of wheelchair propulsion.
In : Wheelchair III : Report of a workshop on specially adapted wheelchairs and sports wheelchairs : 22-42. Rehab. Eng. Soc. North America, Bethesda, 1982.
- BRUBAKER C. - Determination of the effects of mechanical advantage on propulsion with hand rims.
In : Wheelchair mobility 1983 - 1984 : 1-3. Rehabilitation Engineering Center, Virginia, 1984.
- COAST J.R., COX R.H., WELCH H.G. - Optimal pedalling rate in prolonged bouts of cycle ergometry.
Med. Sci. Sports Ex., 1986, 18, 225-230.
- FRANKLIN B.A. - Exercise testing, training and arm ergometry.
Sports Med., 1985, 2, 100-119.
- HOFFMAN M.D. - Cardiorespiratory fitness and training in quadriplegics and paraplegics.
Sports Med., 1986, 3, 100-119.
- INGEN SCHENAU G.J. VAN - Some fundamental characteristics of overground versus treadmill walking.
Med. Sci. Sports Ex., 1980, 12, 257-261.
- INGEN SCHENAU G.J. VAN, DE GROOT G., HOLLANDER A.P. - Some technical, physiological and antropometrical aspects of speed skating.
Eur. J. Appl. Physiol., 1983, 50, 343-354.

- KROEGER J. - Vergleichende Untersuchungen von Körper und Kreislaufbelastung beim Fahren zweier. Standard-Rollstuhlmodelle unter besonderer Berücksichtigung der Lenksicherheit.
PhD thesis, Marburg/Lahn, 1971.
- VOIGT E.D., BAHN D. - Metabolism and pulse rate in physically handicapped when propelling a wheelchair up an incline.
Scand. J. Rehab. Med., 1969, *1*, 101-106.
- WOUDE L.H.V. VAN DER, DE GROOT G., HOLLANDER A.P., VAN INGEN SCHENAU G.J., ROZENDAL R.H. - Wheelchair ergonomics and physiological testing of prototypes.
Ergonomics, 1986, 29.
- WOUDE L.H.V. VAN DER, HENDRICH K.M.M., VEEGER H.E.J., VAN INGEN SCHENAU G.J., ROZENDAL R.H., DE GROOT G., HOLLANDER A.P. - Manual wheelchair propulsion : effects of speed and slope on physiological and propulsion technique parameters.
Med. Sci. Sports Ex., (submitted).

- Fig. 1 - Schéma type de l'équilibre des forces appliqué à l'analyse ergonomique sur la propulsion du fauteuil roulant (Woude, 1986).
- Fig. 2 - Test de résistance à l'aide d'un tapis roulant électrique pour déterminer la résistance moyenne (F_d).
- Fig. 3 - Efficacité mécanique de huit basketteurs en fauteuil dans différentes combinaisons vitesse-pente.
- Fig. 4 - Efficacité mécanique de dix personnes non handicapées conduisant quatre modèles de fauteuils à 0,96 m/s et sur une pente maxi de 3 degrés.
- Fig. 5 - Efficacité mécanique de six coureurs conduisant des fauteuils équipés de cinq tailles de mains courantes sur une pente de 5 degrés et à 4,17 m/s.

Figure 1

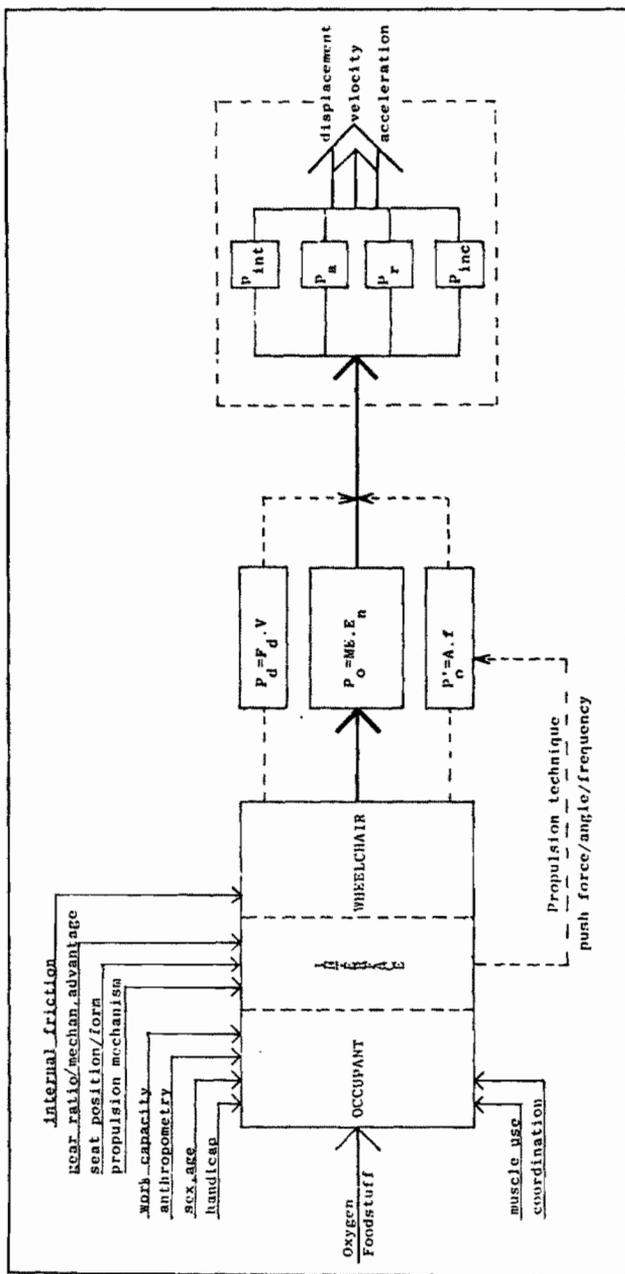


Figure 2

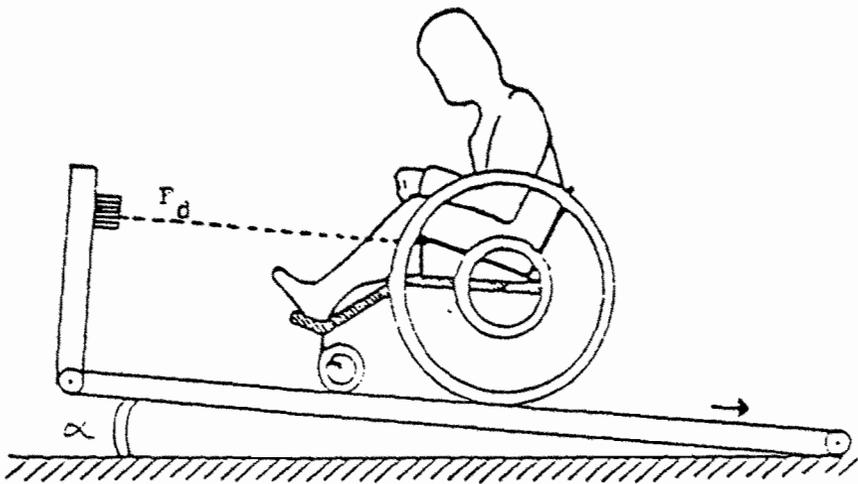


Figure 3

SPEEDxSLOPE

(N=8 wheelchair sportsmen)

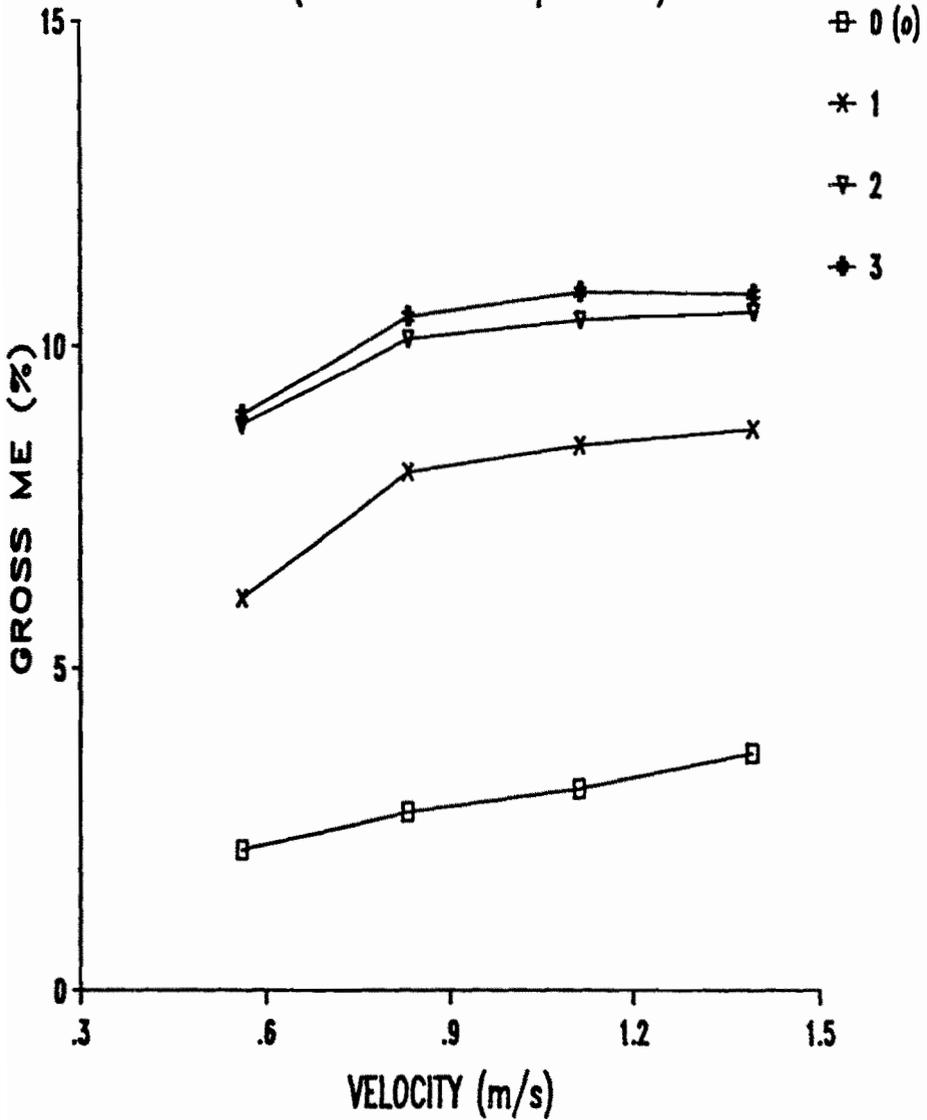


Figure 4

PHYSIOLOGICAL TESTING OF PROTOTYPES

($V=0.96\text{m/s}$; $N=10$ non-wheelchair users)

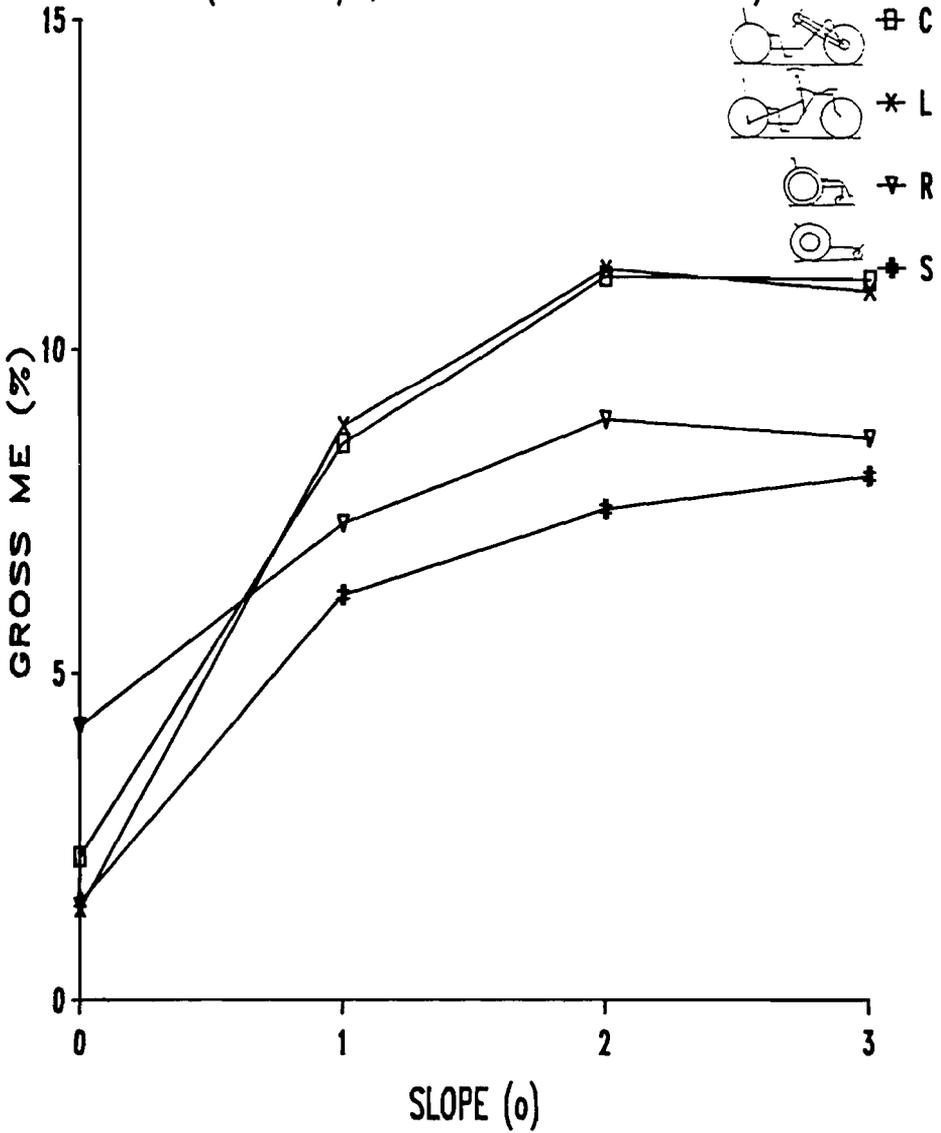
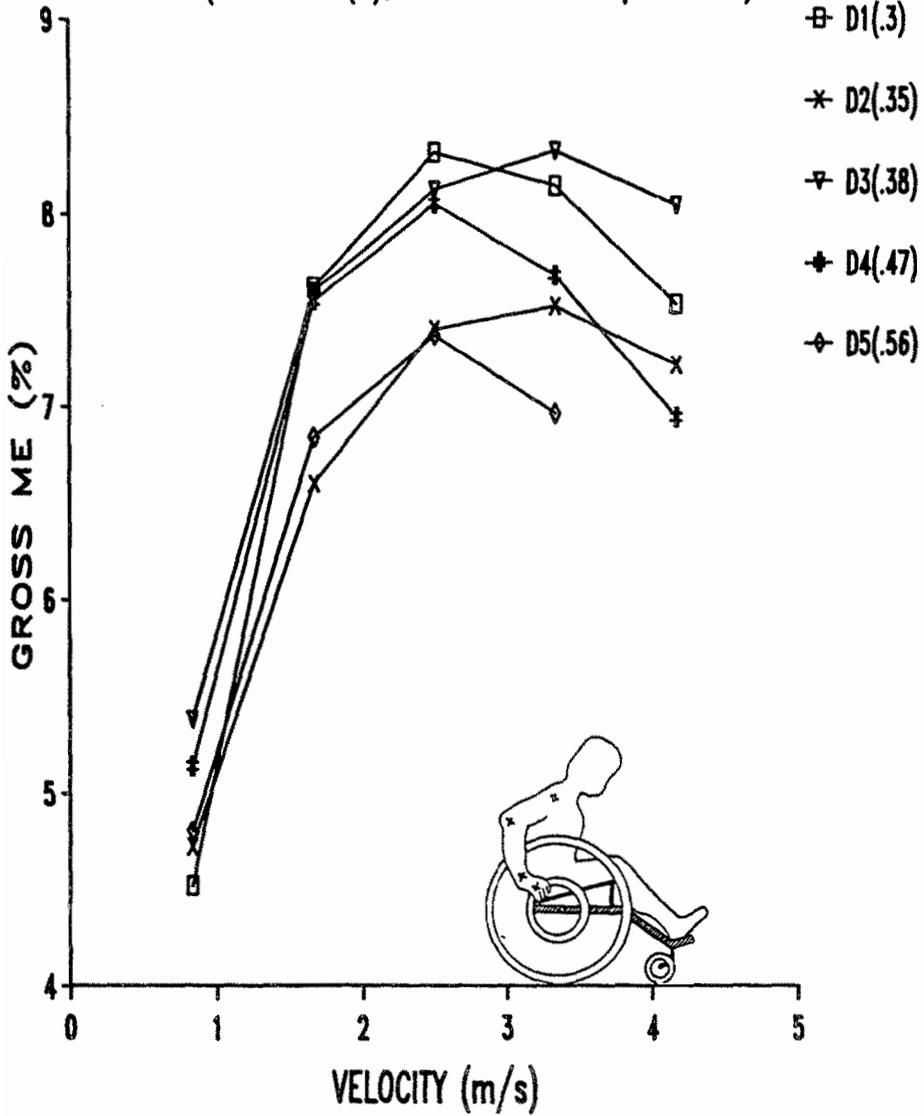


Figure 5

HAND RIM DIAMETERS (racing wheelchair)

(SLOPE .5 (o); N=6 wheelchair sportsmen)



L'ERGONOMIE ET LA READAPTATION AUX ETATS-UNIS ET AU CANADA

*Dr. F. POIRIER**

Dans un régime capitaliste tel que celui des Etats-Unis et du Canada, la préservation des ressources humaines est certes importante. Cependant, cette importance est intimement liée à la production industrielle, et sa protection se justifie de façon concrète par le biais des programmes de formation et de recherche et leur application axée sur le bien-être du travailleur.

En présentant cette communication, nous tenterons de donner une vue d'ensemble de la situation de l'ergonomie dans nos deux pays. De plus, il sera intéressant de voir comment la réadaptation peut aussi être complémentaire de l'intervention ergonomique. Bien que le Canada et les Etats-Unis soient des voisins immédiats, et que les échanges culturels, économiques, professionnels, et autres soient constants entre eux, les populations américaine et canadienne ont leur spécificité propre, y compris en matière d'ergonomie et de réadaptation. Nous ne prétendons pas présenter une étude exhaustive, de ce qui nous distingue les uns des autres dans ces domaines,

* Dr Françoise Poirier détient un baccalauréat ès Arts, est diplômée en ergothérapie et physiothérapie (Université de Montréal), détient une maîtrise en Sciences de l'administration (Master in Business Administration, Université Laval), et un doctorat de 3ème cycle (Université de Paris). Elle est professeur agrégé à la Faculté de médecine de l'Université Laval, et est présidente directrice d'une firme de consultation en Ergonomie et Réadaptation "S.E.R.E.S. Consultation Inc". Elle a été directrice de l'Ecole de réadaptation de l'Université Laval durant plusieurs années, est membre du bureau des directeurs de l'Association canadienne d'ergonomie, et est présidente du groupe "Réadaptation" de cette association.

mais seulement donner quelques indications pouvant faciliter la compréhension du lecteur.

Au cours des dernières années, deux éléments sont à l'origine de l'intérêt pour l'ergonomie qui s'est développée dans les entreprises :

1. de la part de l'employé, la préoccupation pour son bien-être et pour sa qualité de vie a certes contribué à exiger de l'employeur qu'il se soucie de préserver l'intégrité tant corporelle qu'intellectuelle et psychologique de son personnel ;

2. de la part de l'employeur, les coûts engendrés par les accidents de travail et les indemnisations qui en découlent accusent une montée en flèche inquiétante, à un point tel qu'il devient impératif d'analyser toutes les facettes de leur gestion.

Face aux exigences du travailleur pour son mieux être, exigences qui s'expriment par le biais des revendications syndicales, et face à l'absolue nécessité de préserver le capital humain en contrôlant les accidents du travail, les concepts ergonomiques contiennent des éléments de réponse aux problèmes de sécurité au travail tout autant que de productivité. Ces deux volets caractérisent actuellement le terme "ergonomie". L'étude de l'organisation du travail et de la productivité nous fera découvrir des professionnels gravitant autour de l'ingénierie ; par contre l'étude du système de santé régissant le travailleur accidenté à partir du moment où il est frappé jusqu'à son retour au travail, nous dévoilera l'intervention d'une autre gamme de professionnels dont la formation est à caractère médical. Ces deux créneaux peuvent nous aider à saisir la diversification des interventions observées en milieux de travail, en même temps que de remarquer la multitude des disciplines qui s'y trouvent ; selon que l'on évoluera dans l'une ou l'autre de ces avenues, les différences se révéleront dans une approche des problèmes, dans le vocabulaire, dans les systèmes de valeurs propres à chaque discipline. La complexité des problèmes fait émerger plusieurs professionnels qui s'identifient clairement dans l'un ou l'autre créneau selon leur formation. Le travailleur n'étant ni uniquement une machine à produire, ni uniquement un corps à soigner lorsque blessé, il s'ensuit une confusion embarrassante lorsqu'il s'agit de trouver une solution à des problèmes multidimensionnels. L'employeur doit tout à la fois assurer une productivité rentable à son entreprise, et mettre en application les recom-

mandations formulées par des experts pour assurer la sécurité et la santé de sa main-d'oeuvre.

Dans un tel contexte, l'ergonomie est très mal servie par son absence de spécificité, par son envergure non délimitée, par sa définition non établie. L'ergonomie peut-elle être considérée comme un science dont l'apprentissage puisse être complet en soi, et être en mesure d'apporter une solution à des problèmes dont la multidimensionnalité est évidente ? Un récent document de travail publié par le Conseil national de recherches du Canada (1) fait état de la confusion qui règne actuellement quant aux attentes, et aux rivalités que génère l'ergonomie. La complexité des problèmes favorise l'intervention de multiples spécialistes, chacun marqué par la caractéristique de sa formation première. L'ergonomie est-elle une science ou une façon de voir qui puisse favoriser l'analyse plus rigoureuse d'une problématique ? A notre avis, l'ergonomie constitue une façon de voir les choses qui permet d'apporter un éclairage additionnel sur des questions jusque là demeurées sans réponse. L'ergonomie ne constitue pas en soi une discipline spécifique reconnue mais bien plutôt une approche qui peut, semble-t-il, être utilisée par quiconque le désire. L'employeur qui a besoin de se faire aider pour résoudre un problème complexe, aura davantage tendance à s'adresser à un ingénieur ou à un médecin, selon la nature du problème. Tant mieux si cet ingénieur ou ce médecin possède quelques connaissances en ergonomie. Mais cet employeur ne recrutera pas un ergonome, même s'il serait souhaitable que s'établisse un travail d'équipe entre ingénieur, médecin et ergonome.

Il faut aussi souligner l'ambiguïté générée par le terme "Human Factors" utilisé aux Etats-Unis et au Canada. La traduction de ce terme par "Facteurs Humains" et/ou Ergonomie ne fait qu'ajouter à la confusion. L'expression "Human Factors" s'applique à une population cible alors que le terme ergonomie lui, s'applique à une école de pensée. Aux Etats-Unis, la préoccupation ergonomique est davantage cristallisée autour de l'expression "Human Factors". Les offres d'emploi publiées par la revue spécialisée "Human Factors" sont très révélatrices à cet égard : on recherche de façon privilégiée un ingénieur ou un psychologue ayant une formation additionnelle

1. Conseil national de recherches du Canada. (1985). Obstacles à l'application de l'ergonomie au monde du travail, Ed. Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, KIA OR6, Canada, 31 p.

dans le domaine des "facteurs humains". L'envergure de l'expression "Human Factors" peut varier à l'infini. Aux Etats-Unis, les besoins précis d'un employeur éventuel constituent le critère réel de sélection d'un candidat.

La situation est moins claire au Canada. Quoiqu'on ne rejette pas la façon de voir des américains, on sous-entend quand même des préoccupations différentes. Tout récemment, "the Human Factors Association of Canada" a traduit le nom de son association par celui d'"Association canadienne d'ergonomie", ce qui dénote déjà une préoccupation différente du côté canadien de la frontière. Si on veut bien admettre l'implication que sous-tend le terme "Human Factors", on veut bien aussi se réserver la flexibilité dérivant du terme "Ergonomie".

Au Québec, on opte définitivement pour le terme "Ergonomie". On ne voit guère d'offre d'emploi, mais les employeurs éventuels recherchent officieusement pour leurs cadres, des personnes ayant une formation complémentaire en ergonomie.

LES PROGRAMMES DE FORMATION

Les programmes de formation reflètent les besoins du marché de l'emploi ; rien de mieux donc que de jeter un coup d'oeil sur les programmes qui sont offerts dans les collèges et les universités.

Aux Etats-Unis, la formation en ergonomie aux niveaux gradués : maîtrise (2ème cycle), doctorat (3ème cycle) est très courante (2). Nous avons relevé un certain nombre de données dans 59 universités qui offrent une telle formation soit au 2ème cycle, soit au 3ème cycle, soit aux 2ème et 3ème cycles (tableau 1). Bien entendu, nous n'avons pas inventorié tous les programmes des 3 100 collèges et universités des Etats-Unis. Cette formation est habituellement offerte dans un département d'ingénierie, ou dans un département de psychologie. Nous n'avons pas fait de relevés des programmes de formation au niveau du 1er cycle (baccalauréat). Nous présumons que cette formation doit être très répandue,

2. The Human Factors Society, Inc. (1985). Directory of Human Factors Graduate Programs in the U.S.A. Mark S. Sanders and Lynn Brekm Strother Ed. The Human Factors Society, Inc., P.O.Box 1369, Santa Monica, California, 90406, U.S.A., 57 p.

compte-tenu du grand nombre de programmes offerts à un niveau gradué. Nous savons cependant, que l'emploi de cadres oeuvrant aux niveaux décisionnels où l'on exige souvent une formation de 2ème ou de 3ème cycle en "Human Factors" est chose courante.

Tableau 1
Programmes de formation offerts dans 59 universités
des Etats-Unis (Etudes graduées)

FACULTE OU DEPARTEMENT	(NOMBRE)	1er CYCLE	2ème CYCLE	3ème CYCLE
Design	(2)	-	2	-
"Human Factors"	(1)	-	1	-
Industrial engineering	(32)	-	31	25
Management	(1)	-	1	1
Occupational health and safety	(1)	-	1	1
Operations research	(1)	-	1	-
Psychology	(21)	-	18	12
TOTAL	59	-	55	39

Au Canada, la situation est plus nuancée. L'enseignement universitaire en ergonomie est morcelé et semble prendre la forme des besoins spécifiques reliés à des populations-cibles (3). Dans 19 universités, 29 facultés ou départements offrent un enseignement en ergonomie au niveau du 1er cycle ou du deuxième cycle. Aucun enseignement n'est offert au niveau du 3ème cycle (tableau 2). Il n'est pas exclu que deux facultés d'une même université puissent offrir un programme d'enseignement puisque les besoins des clien-

3. Conseil national de recherches du Canada. (1986). Formation en ergonomie. Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, KIA 0R6, Canada, 17 p.

tèles visées peuvent diverger. Les canadiens détenteurs d'un doctorat (3ème cycle) ont donc forcément été formés à l'étranger.

Neuf institutions de niveau pré-universitaire assurent aussi un enseignement en ergonomie.

Tableau 2
Programmes de formation au Canada
(incluant ceux de la province de Québec)

FACULTE OU DEPARTEMENT	(NOMBRE)	1er CYCLE	2ème CYCLE	3ème CYCLE
Administration	(1)	1	-	-
Anthropologie	(1)	1	-	-
Biologie humaine	(1)	1	1	-
Design Environnement	(4)	2	3	-
Education physique	(2)	2	2	-
Foresterie	(2)	1	1	-
Génie industriel	(8)	8	6	-
Informatique	(2)	2	2	-
Kinésiologie	(2)	2	1	-
Médecine sociale	(1)	-	1	-
Physiothérapie	(1)	-	1	-
Psychologie	(10)	9	3	-
Relations Industrielles	(1)	1	1	-
TOTAL	36	30	22	-

Au Québec, la situation ressemble à celle qui prévaut dans le reste du Canada. Quatre universités québécoises offrent un ensei-

gnement en ergonomie, soit au 1er cycle, soit au 2ème cycle (tableau 3). Cet enseignement se retrouve à l'intérieur de six programmes. Les détenteurs d'un diplôme de troisième cycle en ergonomie sont rarissimes et ont été formés à l'étranger.

Une seule institution de niveau pré-universitaire offre un enseignement en ergonomie.

Tableau 3
Programmes de formation au Québec

FACULTE OU DEPARTEMENT	(NOMBRE)	1er CYCLE	2ème CYCLE	3ème CYCLE
Administration	(1)	1	-	-
Design industriel	(1)	1	1	-
Education physique	(1)	1	1	-
Génie industriel	(2)	2	2	-
Médecine sociale	(1)	-	1	-
Relations Industrielles	(1)	1	1	-
TOTAL	7	6	6	-

Déoulant de ces faits, l'emploi reflète la même situation que les programmes de formation. Aux Etats-Unis, on recherchera un diplômé de préférence ingénieur ou psychologue, ayant complété sa formation au niveau du 2ème cycle et du 3ème cycle en "Human Factors". Au Canada, on préférera recruter un ingénieur ayant eu un apprentissage complémentaire en ergonomie. Le Québec n'échappe pas à cette conjoncture. Ceci a comme conséquence que l'employeur éventuel recherche, non pas un ergonome, mais plutôt un ingénieur possédant un complément de formation en ergonomie. Cette réalité comporte des répercussions prévisibles a posteriori sur les résultats de l'intervention en ergonomie, laquelle sera modulée par la formation professionnelle initiale de l'intervenant.

LA READAPTATION

Le terme "réadaptation" s'applique à la fonction de tous les professionnels de la santé qui ont à intervenir auprès de l'handicapé. Ces professionnels sont tous détenteurs d'au moins un diplôme universitaire de premier cycle. Leur intervention peut prendre place à tous les niveaux de soins curatifs de première ligne, tout autant qu'en phase de récupération, avec comme objectifs le maintien ou le retour à la vie active familiale, et au travail.

La montée astronomique des coûts de la santé tout autant que des coûts des indemnisations versées pour les séquelles résultant des accidents du travail, commande qu'on intervienne de façon préventive. L'accidenté du travail reçoit certes les soins requis par sa condition ; cependant, une fois la condition médicalement stabilisée, il faut que le travailleur songe aussi à recouvrir son autonomie financière par le retour au travail. Et c'est ici que l'on peut prévoir une très forte modulation des services de santé actuellement offerts, qui sont à caractère médical et curatif, pour devenir plus accessibles aux travailleurs, et ainsi prendre un aspect qui serait davantage préventif en milieux industriels.

Plusieurs facteurs contribuent à imposer ces changements et à choisir une approche plus approfondie. Considérons entre autres : la sécurité d'emploi qui exige notamment une indemnisation permanente suite à un accident "handicapant" ; le droit pour le travailleur (article 56 de la loi sur les accidents du travail) à tous les services pouvant favoriser et faciliter sa ré-insertion à son poste de travail ou son reclassement (4), le droit à l'emploi pour tous. On constate que si les causes d'accident ou de lésions professionnelles pouvaient être éliminées, tous, patrons et employés, s'en trouveraient satisfaits.

Aux Etats-Unis, les spécialistes de la réadaptation interviennent de plus en plus dans les milieux du travail. On les retrouve plus particulièrement reliés au service de santé de l'entreprise directement sur les lieux du travail, ou travaillant en cabinet privé en association à un médecin, ou très souvent encore en pratique privée autonome. Le système de santé aux Etats-Unis permettant la pratique privée sur une grande échelle, on peut s'attendre à ce que

4. Gouvernement du Québec. (1984). Loi sur les accidents du travail. L.R.Q., chapitre A-3. Editeur officiel du Québec, Gouvernement du Québec, Québec, Canada, article 56.

les entreprises aient de plus en plus recours aux services de ces spécialistes dans les années à venir.

Au Canada, on retrouve aussi occasionnellement ces spécialistes de la réadaptation à l'intérieur d'un service de santé d'une entreprise. Les industries très importantes peuvent offrir un tel service. Mais l'usage n'est cependant pas courant, surtout dans les petites et moyennes entreprises.

Au Québec, on retrouve ces spécialistes de la réadaptation dans quelques cabinets privés de médecins du travail, dans les hôpitaux et centres de santé. A notre connaissance, ces spécialistes n'oeuvrent pas encore en industrie. Cependant, compte-tenu de leur compétence, on peut s'attendre à les voir dans un proche avenir intervenir de façon préventive, et sur les lieux mêmes du travail. En effet, un nombre croissant de ces spécialistes ont poursuivi des études au niveau des 2ème et 3ème cycles, et ils sont ainsi tout désignés pour détecter les situations à risque dans les entreprises ; ils apportent aussi des solutions à beaucoup de problèmes chez le travailleur pour ce qui est notamment de la posture, de la dépense énergétique, de la locomotion.

Les professionnels de la réadaptation qui sont intéressés, optent pour une formation additionnelle en ergonomie soit dans le cadre de l'éducation permanente, soit dans le cadre d'études de 2ème cycle. Et c'est ici que l'on retrouve l'enseignement des concepts ergonomiques. Il est en effet très courant de retrouver ces enseignements à l'intérieur des programmes de cours de réadaptation offerts dans les universités. Autre indice important du développement de cette discipline : la participation des professionnels de la réadaptation est de plus en plus évidente si l'on en juge par les communications dans le cadre des congrès scientifiques en ergonomie. Cette constatation peut être vérifiée en feuilletant les actes de la conférence annuelle de l'Association canadienne d'ergonomie depuis quelques années (5). On peut prévoir que cette participation s'accroîtra au cours des ans.

L'ergonomie et la réadaptation constituent deux volets importants de la préservation des ressources humaines. Si nous avons axé

5. Association canadienne d'ergonomie. (1984). Proceeding of the 1984 International Conference on Occupational Ergonomics, Ed. Human Factors Conference, Inc., c o Human Factors Association of Canada, P.O. Box 1085, Station B, Rexdale, Ontario M9V 2B3, Canada, 616 p.

notre réflexion sur le milieu du travail et le travailleur, il n'est pas exclu que les connaissances scientifiques particulières à ces deux disciplines puissent être jumelées et appliquées en d'autres domaines pour le bénéfice du travailleur.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à souligner l'apport du Docteur Louise Dumais, Ph.D., Fellow of the American College of Sports Medicine, professeur agrégé à la Faculté des Sciences de l'éducation de l'Université Laval, dans l'élaboration de ce texte.

RESUME DES POSTERS PRESENTES

**LE C.E.P.I.A.T.H. : SA MISSION AU SEIN
DE LA COMMUNAUTE FRANÇAISE DE BELGIQUE**

*Gh. DE BORNE, Ergothérapeute
M. BAILY, Economiste
Service des Aides Techniques
C.E.P.I.A.T.H. Croix-Rouge de Belgique
Bruxelles - Belgique*

Une convention signée entre la Croix-Rouge de Belgique et le Ministère des Affaires Sociales de la Communauté Française de Belgique a permis, depuis le 1er juillet 1985, la création du Centre d'Etude, de Promotion et d'Information sur les Aides Techniques aux Handicapés.

Un Comité scientifique composé de représentants des différentes universités et un Comité d'accompagnement dans lequel siègent des représentants des personnes handicapées et des personnes âgées, du Ministre des Affaires Sociales, de l'Office Belge du Commerce Extérieur et de l'Union Wallonne des Entreprises, orientent les activités du centre.

Pour remplir sa mission de centralisation et de diffusion des informations relatives aux personnes handicapées physiques, sensorielles, mentales et des personnes âgées dans le domaine des aides techniques, le C.E.P.I.A.T.H. mène ses travaux dans cinq axes :

1. Etude des besoins en aides techniques

L'ensemble des informations récoltées par le service des Aides Techniques nous a permis d'entamer une étude des besoins.

Tout le travail entrepris a pour objectif de tenter de trouver une réponse aux besoins exprimés et latents des personnes handicapées et/ou âgées en la matière.

2. Evaluation des solutions apportées par les aides techniques

En fonction de l'expérience acquise par le service des Aides Techniques de la Croix-Rouge de Belgique depuis 1963 et en collaboration avec les centres de réadaptation et certains services spécialisés, le C.E.P.I.A.T.H. évalue les solutions apportées par les nouvelles aides techniques.

3. Collecte et diffusion de l'information sur les aides techniques

Les contacts réguliers, avec les firmes fabriquant et distribuant les aides techniques en Belgique, nous permettent de tenir à jour, depuis 1963, les informations ergonomiques, techniques et commerciales concernant ces produits. Ces informations nous permettent de répondre à plus de 2 000 demandes par an.

Par ailleurs, nous éditons un bulletin d'information trimestriel, des fiches techniques et un fascicule reprenant des aides techniques, des brochures spécialisées telles "Le handicapé en fauteuil roulant, comment l'aider?", "Les moyens d'aide à la communication pour les personnes handicapées ou âgées",....

Notre bibliothèque spécialisée reprend plus de 1 000 titres dans le domaine des aides techniques et de l'accessibilité des bâtiments.

4. Analyse du marché belge des aides techniques et des possibilités d'extension

Le suivi de l'élaboration de prototypes en collaboration avec des centres de recherche universitaires et des inventeurs est entrepris en fonction des circonstances soit pour l'amélioration ergonomique des projets, soit pour la protection juridique de l'invention, soit pour la recherche d'un partenaire industriel.

5. Sensibilisation des autorités publiques et des services spécialisés pour obtenir les meilleures conditions d'achat

Le C.E.P.I.A.T.H. se voit chargé en la matière d'une mission délicate : essayer de sensibiliser les autorités concernées afin que les personnes handicapées obtiennent des facilités à l'achat de tels produits.

RESUME DES POSTERS PRESENTES

OPERATION HANDICAP INTERNATIONALE

*Ph. CHABASSE, Docteur
Opération Handicap Internationale
(O.H.I.) - Paris*

Opération Handicap Internationale est une organisation privée d'aide humanitaire, dont le but est d'apporter une aide appropriée à la population des handicapés dans les pays où ils se trouvent en situation de dénuement complet.

Les techniques utilisées tendent à éviter le piège de la sophistication et celui de la création d'une dépendance vis-à-vis de cette aide. Fondée sur l'expérience des frères Pierre et Raymond Jaccard (fondateurs du Centre National de prothèses de Yaoundé au Cameroun), ce projet s'efforce d'opérer simultanément dans trois directions :

- mise au point d'appareillages simplifiés, réalisés à partir de matériaux locaux et peu coûteux, appareillages solides ajustables et réparables ;

- formation intensive d'appareilleurs, de préférence parmi les handicapés eux-mêmes, afin de leur procurer une autonomie maximale et leur donner les moyens de prendre en charge les autres handicapés ;

- dans le même esprit, formation de kinésithérapeutes à des principes très simplifiés de prise en charge des handicapés et de prévention des complications.

Médecins, infirmiers, kinésithérapeutes, menuisiers ou autres techniciens oeuvrent ainsi ensemble depuis plus de quatre ans et quelques 200 techniciens locaux ont déjà été formés pour venir en aide à plusieurs milliers de handicapés dont plus de 5 000 amputés déjà appareillés.

Outre les ateliers permanents de formation, Opération Handicap Internationale met en place des équipes mobiles capables de se déplacer de façon à ce que le service soit offert là où se trouvent les handicapés plutôt que de les obliger à se déplacer vers un grand centre. Débutés en Thaïlande, les programmes se sont progressivement élargis au Cambodge et au Laos, puis à l'Angola, au Tchad, à Djibouti, Madagascar, et bientôt en Egypte, Colombie et Equateur.

**EVALUATION DE LA PUISSANCE MECANIQUE
ET DE LA DEPENSE ENERGETIQUE DU DEPLACEMENT
EN FAUTEUIL ROULANT EN SITUATION REELLE DE PROPULSION**

*J.P. WEISBECKER, P. REOCREUX
E.N.S.A.M. - Paris*

*J.P. FOUILLOT, M. HADJYAHMED
Laboratoire de Physiologie
Faculté de Médecine Cochin-Port Royal - Paris*

*P. LE NOUVEL
C.R.F. De Bouffémont - Bouffémont*

*C. CHARBENTIER, D. BOULONGNE
C.N.R. - C.R.F. - Coubert*

Le coût énergétique du déplacement en fauteuil roulant de la personne handicapée est susceptible d'être influencé par le handicap lui-même (niveau de la lésion), l'aptitude du sujet à l'exercice, la technique employée, le matériel utilisé. Il est par conséquent très spécifique du mode de déplacement choisi, et ne saurait être mesuré à partir d'une épreuve d'effort sur ergomètre à bras, ou sur fauteuil roulant relié à un ergomètre soit directement (Glaser et coll.), soit par l'intermédiaire d'un home-trainer, comme nous l'avons réalisé pour comparer deux modèles de fauteuils roulants, en faisant abstraction de toute dépense d'énergie supplémentaire, éventuellement due à un mauvais contrôle de la direction, ou au type de revêtement, etc.

Nous avons donc développé une méthode d'évaluation de la puissance mécanique et de la dépense énergétique du déplacement en fauteuil roulant en situation réelle de propulsion par :

- monitoring ambulatoire de la fréquence cardiaque, la relation entre celle-ci et la consommation d'oxygène étant préalablement établie au cours d'une épreuve d'effort en fauteuil roulant sur "home-trainer" relié à un ergocycle ;

- mesure de la puissance mécanique par les efforts appliqués sur la main courante et les paramètres cinématiques de déplacement (vitesse, accélération) enregistrés sur système numérique embarqué.

L'ensemble des résultats devrait nous permettre d'une part, d'aider au dimensionnement mécanique des fauteuils roulants, d'autre part, de valider leur architecture dimensionnelle (influence du diamètre de main courante, du diamètre de roue, de la hauteur de châssis, etc.).

**AIDES TECHNIQUES ET ERGONOMIE
ACTIVITES DU SERVICE**

*Comité National Français de Liaison
pour la Réadaptation des Handicapés
C.N.F.L.R.H. - Paris*

*** Participation à des groupes de travail :**

- HLM : catalogue des produits sanitaires pour "Mieux Vivre".
- GPEM : (groupe permanent d'Etude des Marchés)
 - . Cahier des Charges d'un fauteuil de repos pour personnes à mobilité réduite.
- GESSHOGA : (groupe d'Etude du Sanitaire Spécialisé pour l'Hôtellerie du Grand Age) :
 - . Etude d'un module sanitaire.

*** Publication des Cahiers de la Vie Quotidienne :**

- Les Lève-Malades :
 - . Enquête auprès des utilisateurs - Fiches Techniques avec description et critères de choix.
- Les Activités Ménagères :
 - . Recherches dans les produits grand public, des matériels les mieux adaptés aux personnes handicapées et/ou âgées.

- Aides Techniques pour l'Aménagement des Postes de travail dans le secteur Tertiaire :

. Etude des difficultés, solutions pour y remédier, et description des matériels (2ème édition).

* **Service des aides et équipements techniques** : faciliter la vie quotidienne des personnes handicapées ou âgées.

* **Mobilier** (lit, plan de travail, fauteuil roulant et sièges,...).

ERGONOMIE DU POSTE DE TRAVAIL INFORMATIQUE

*P. LOSLEVER, A. KEBAB,
A. RANAIVOSOA, F.X. LEPOUTRE
Laboratoire d'Automatique Industrielle et Humaine
UA. CNRS N° 1118
Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
Valenciennes*

INTRODUCTION

Avec l'accroissement des moyens informatiques et de leurs utilisations est apparue la nécessité d'analyser plus profondément le système Homme - tâche informatique. Cette analyse a pour but essentiel d'adapter l'outil informatique à l'opérateur humain en tenant compte, tant des aspects physiologiques et biomécaniques que des facultés cognitives. Au L.A.I.H., le système Homme-tâche est analysé selon ces deux aspects. Le premier consiste, par exemple, à aménager les différents éléments du poste de travail en fonction des exécutants, le second aspect concerne l'étude et la mise en oeuvre de moyens de communication Homme-machine. Nous en présentons ici deux applications.

ANALYSE DU POSTE DE TRAVAIL BUREAUTIQUE

Une analyse ergonomique sur le mobilier du poste de travail bureautique a été entreprise en collaboration avec le CETIM (Centre Technique des Industries Mécaniques), pour une tâche de dactylographie. En raison des sollicitations importantes du rachis liées au maintien de l'individu en position assise et pendant des durées prolongées, on a entrepris d'évaluer le comportement postural au niveau du dos. Pour cela, on utilise un dispositif qui mesure les

courbures en quatre points du dos et l'inclinaison à la base du tronc, appelé "courbomètre" (Lepoutre, 1985). Ce dispositif, relativement simple à mettre en oeuvre et peu gênant pour l'utilisateur, permet de reconstituer, en utilisant des algorithmes de tracé de courbe appropriés, la forme approximative du dos dans le plan sagittal.

L'analyse des données posturales a alors révélé que les réglages du siège et de la table de travail ont une influence importante sur le comportement postural. De plus, les impressions subjectives recueillies au cours des expériences ont permis de montrer qu'une configuration de réglage était beaucoup mieux perçue que les autres (Loslever, 1986).

COMMUNICATION HANDICAPE L.I.S. - ORDINATEUR

Pour améliorer la communication des handicapés avec leur environnement, l'outil informatique nous apparaît comme un moyen indispensable. Il est alors nécessaire d'accorder une attention toute particulière au moyen de les faire communiquer via l'ordinateur et notamment de mettre en oeuvre un outil de dialogue approprié à chaque type de handicap. Une étude menée en collaboration avec le service neurologique de l'hôpital Hélios-marine de Berck porte actuellement sur la mise en oeuvre d'un système de communication entre des handicapés L.I.S. (Locked In Syndrome) et l'environnement via l'utilisation d'un micro-ordinateur fonctionnant à base de signaux électro-oculographiques (E.O.G.). Un système de détection des mouvements oculaires est délicat à mettre en oeuvre car il doit tenir compte de leur rapidité et doit être adaptable à chaque individu. En effet, il arrive qu'entre deux patients on assiste à une très grande différence de niveau de signal E.O.G. De plus, afin de distinguer tous les types de mouvement de l'oeil, il est alors nécessaire de mettre au point un traitement logique de tels signaux.

En vue d'accélérer la communication écrite, un logiciel d'édition de texte est également à l'étude. Il est basé sur des tableaux de caractères où l'on tient compte des probabilités d'apparitions successives des lettres.

CONCLUSION

La mise en oeuvre d'outils de dialogues entre le "monde des handicapés" et le "monde extérieur" apparaît donc comme fondamentale dans notre société. L'informatique doit alors jouer un rôle important pour diminuer les distances entre ces deux mondes.

Pour cela, il est nécessaire de développer des périphériques d'entrée-sortie adaptés à chaque forme de handicap, mais également de mettre en oeuvre des langages informatiques capables de manipuler des concepts plus en rapport avec les modes de pensée de l'homme.

BIBLIOGRAPHIE

LEPOUTRE F.X., CLOUP P., GUERRA T.M. - Posture and dorsal shape at a sitted workstation, Biostereometrics, 1985.

LOSLEVER P., LEPOUTRE F.X., ROGER D. - Système vision-posture, Rapport interne, juin 1986.

PRATIQUE DE L'ERGONOMIE EN MILIEU HOSPITALIER

M.C. GREGOIRE,
Kinésithérapeute
Centre Hospitalier Régional de Montpellier
Hôpital Lapeyronie - Montpellier

L'ergonomie hospitalière a un double but :

- améliorer les conditions de travail du personnel ;
- favoriser le bien-être du malade

Le personnel

Il y a trois catégories de personnel à l'hôpital : le personnel soignant, le personnel technique et ouvrier et le personnel administratif.

Pour chacune de ces catégories, le "savoir-faire" est important, mais le "pouvoir faire" dans des conditions de sécurité physique et d'économie de l'effort est tout aussi important.

C'est par la **formation** à un meilleur comportement gestuel, qui protège en particulier la colonne vertébrale, que le personnel pourra économiser les efforts, donc sa fatigue, et éviter les risques d'accident.

Il faut ensuite placer le personnel éduqué en situation réelle de travail. Il peut apparaître alors des défauts au niveau de l'environnement matériel qui vont recréer les mauvaises habitudes et réactiver la fatigue. Une correction de ces postes de travail ou de l'environnement architectural est nécessaire, si l'on veut que la formation ait un impact. Mais l'ergonomie de correction coûte cher, ce qui freine sa réalisation.

Il faut donc agir au moment des achats de matériel et des conceptions architecturales par une ergonomie de **conception** qui permet de définir un cahier des charges répondant aux besoins des utilisateurs.

Le malade

Le malade est par définition une personne diminuée, donc handicapée.

Son environnement à l'hôpital ne doit pas le mettre en difficulté. **L'accessibilité** à toutes les commandes ou accessoires dont il a besoin est primordiale pour lui donner la plus grande autonomie possible. Le **confort** au lit et au fauteuil est si important que son absence peut aller à l'encontre d'une amélioration de l'état du malade (créer des troubles orthopédiques par exemple). La **sécurité** du malade est essentielle.

Une ergonomie de correction ou mieux de conception seront, là, en faveur de la qualité du service rendu au malade.

DES OUTILS D'INVESTIGATION ERGONOMIQUE POUR LES P.P.T.H. UN ATOUT SUPPLEMENTAIRE A LA DEMARCHE DE PLACEMENT

F. ERULIN

Ergonomete C.N.A.M.

C. SENEZ, B. CHAISE

Direction Générale A.N.P.E.

Montrouge

1. L'objectif de cette formation destinée aux P.P.T.H.

- Apporter une information complète (et non une formation) sur la démarche ergonomique au travers du principe de globalité des situations de travail.

- Faire ressortir certains outils méthodologiques directement utilisables par les P.P.T.H. dans leur démarche de placement et dans le suivi professionnel des travailleurs handicapés (vérification dans la durée des effets de l'intervention ergonomique, interprétation et analyse des causes d'échecs éventuels, etc.).

Dans la démarche et la méthode ergonomiques, l'intervention du P.P.T.H. se situera à deux niveaux :

- définition de la démarche ;
- validation.

a. Démarche : Il s'agira pour le P.P.T.H. de collecter un certain nombre d'indicateurs permettant de mieux faire correspondre la démarche aux besoins réels. Cette démarche repose d'une part sur le principe de globalité des situations de travail (tel qu'il a été énoncé par A. Wisner et son équipe) et

les concepts de notion de handicap de situation et de situations invalidantes (R. Barbier et le GEDER).

Cette demande pourra alors être renvoyée, si besoin et si volonté et moyens..., vers l'ergonomie pour la détermination des besoins réels et la recherche optionnelle de solutions techniques.

Cette démarche investigative ergonomique devient alors un outil supplémentaire dans l'arsenal de ceux déjà déployés pour les P.P.T.H. dans leur démarche de placement des T.H. grâce aux nouveaux textes sur l'adaptation des postes, cela peut s'avérer un argument "de choc".

b. Validation : "Observateur" le P.P.T.H... Il permet de vérifier dans la durée la validité de l'adaptation de la situation de travail (vérification de l'intérêt de la démarche ergonomique). Il peut aussi faire apporter des modifications ultérieures, etc.

2. La formation proposée

Elle a été élaborée par un groupe constitué à l'initiative de F. Erulin et composée de cadres de l'A.N.P.E. et de spécialistes de l'ergonomie et de l'adaptation au travail des T.H. (Stiker). Ce groupe s'est réuni à plusieurs reprises sous forme de séminaires.

Il a élaboré un programme et une méthodologie adaptée à l'usage des P.P.T.H. Il correspond aux besoins et attentes de l'A.N.P.E.

Il utilise des supports audiovisuels afin d'illustrer avec des exemples vécus et pas trop théoriques, grâce, entre autres, à une méthodologie d'analyse (type C.N.A.M.).

**FORMATION, INSERTION SOCIO-PROFESSIONNELLE
ET AMENAGEMENTS DE POSTE DE TRAVAIL
POUR TRAVAILLEURS HANDICAPES**

*F. PLANCHE, Ergonome
Docteur en Gestion
Centre de Recherche en Economie Sociale
Université Paul Valéry - Montpellier III
Montpellier*

Quelle est la place et le rôle de la formation spécialisée dans l'insertion socio-professionnelle des travailleurs handicapés ?

Afin de répondre à cette question posée sur le tissu industriel et de service de la région montpelliéraine (une des villes pilotes choisie par la C.E.E. et le Fonds Social Européen pour l'étude de cette réinsertion), plusieurs approches sont proposées :

- l'évaluation des placements post-formation à partir des centres spécialisés (dépendants de la C.R.A.M., de l'A.F.P.A., d'associations privées...);
- le contrat de travail proposé et l'évolution de carrière (quand il y en a une envisagée);
- ainsi que les aménagements opérés.

Nous insistons, par entreprise recensée et identifiée (76 actuellement), sur les réalisations effectuées (ainsi que la recherche des causes de refus d'aménagements, donc de possibles refus d'embauches). Cela nous amène à chercher la stratégie actuelle des P.M.E. régionales, et plus particulièrement de celles utilisant des technologies nouvelles (plus propices à des aménagements mineurs compte tenu de leur souplesse).

INTEGRATION SOCIO-PROFESSIONNELLE D'UN HANDICAPE MOTEUR ET DEVELOPPEMENT D'UN MODELE D'INTEGRATION

V. COSTA MATOS, *Professeur*
A. VALERA, V. DA FONSECA, J. ALVES
Institut Supérieur d'Education Physique
Université Technique de Lisbonne
Portugal

Nous avons procédé à l'intégration socio-professionnelle d'un jeune homme avec un handicap moteur, à partir de son anamnèse et de son évaluation par rapport à des paramètres psychologiques.

On a procédé à son évaluation motrice et de personnalité, et on a développé un modèle d'intégration socio-professionnelle qui permettait d'obtenir des feed-backs et procéder aux ajustements nécessaires.

Deux programmes de réhabilitation, un du point de vue psychologique, émotionnel, social, l'autre adressé à sa motricité, ont été mis en place dès le début de son intégration.

L'évaluation a été répétée au bout de deux mois et au bout de quatre mois, et les résultats comparés.

Le modèle a été réajusté selon les résultats et les nécessités.

DEMARCHE ERGONOMIQUE EN READAPTATION PROFESSIONNELLE DANS LE TEMPS DE LA CONVALESCENCE ACTIVE

J.P. PRIOUL, Directeur
J.P. LEDUC, Directeur-Adjoint
Centre de Convalescence Active du Patis Fraux
Vern-sur-Seiche

Notre démarche ergonomique aide les salariés (encore sous contrat de travail) à préparer la reprise de leur activité professionnelle momentanément interrompue par suite d'accident ou de maladie.

Cette démarche s'articule autour des quatre points suivants :

1. Définir les conditions de travail antérieures et leurs exigences physiques et mentales avec :

- le salarié, le médecin du travail, l'entreprise.

2. Les reproduire dans nos ateliers :

- pour permettre un réentraînement professionnel,
- pour apprécier l'adéquation du système "homme-machine" (simulation),
- pour préciser la transformation de certaines composantes du système.

3. Analyser :

- l'activité actuelle au centre par le travail multidisciplinaire,
- l'activité future probable avec la collaboration de l'entreprise, du médecin du travail,

afin d'optimiser les conditions de travail à la reprise.

4. Concrétiser la reprise du travail :

avec le médecin du travail et l'employeur :

- dans les conditions antérieures,
- avec aménagement du poste ou de la charge de travail.

L'ergonome n'intervenant pas ici dans un cadre habituel (opérateur à un poste stable) mais sur une situation d'incertitudes et fluctuante :

- liée à des facteurs intriqués (médicaux, familiaux, de conditions de travail, sinistrosiques, de réparations financières...);
- imposant un travail multidisciplinaire pour définir les conditions de la reprise de l'activité professionnelle.

**REINSERTION PROFESSIONNELLE
ET APPLICATIONS ERGONOMIQUES
AU CENTRE DE LA GAUDINIÈRE - NANTES**

*Docteur F. CHATELIER
Centre de Rééducation Professionnelle
et de Réadaptation Fonctionnelle
La Gaudinière - Nantes*

L'ergonomie est intégrée à toutes les activités de l'établissement en vue d'une meilleure insertion ou réinsertion professionnelle du handicap moteur.

I. REEDUCATION FONCTIONNELLE

Les affections les plus fréquentes prises en charge en rééducation sont :

- les amputations (vasculaires, traumatiques, tumorales, congénitales) ;
- les lombalgies ;
- les scoliozes ;
- les mains traumatiques ;
- les rhumatismes (polyarthrite rhumatoïde surtout) ;
- les artérites ;
- les vertiges.

Les aide-techniques sont fabriquées en ergothérapie. Le matériel hospitalier est choisi de façon ergonomique pour un personnel soignant qui est lui-même formé aux manutentions des malades.

II. APPAREILLAGE

En liaison étroite avec le C.E.R.T.R.A.N. (Centre Régional de Traitement et de Recherche en Appareillage de Nantes), le centre possède notamment un laboratoire d'études de la marche pour l'adaptation des prothèses de membres inférieurs, la rééducation des traumatismes de membres inférieurs et le réentraînement des artéritiques. De nombreuses prothèses ou orthèses de membres supérieurs et de tronc sont également réalisées.

III. REENTRAINEMENT A L'EFFORT

Le réentraînement à l'effort est possible notamment grâce au service d'ergothérapie où les patients sont testés en endurance et en résistance. Des recherches sont particulièrement menées actuellement sur la réadaptation des lombalgiques. Lorsque la reprise de travail pose problème, le patient est vu en consultation par un médecin de rééducation et médecin du travail et ergonomiste. Des contacts sont pris avec le médecin du travail et l'employeur. Une analyse du travail est réalisée et confrontée aux possibilités fonctionnelles du patient. Des aménagements de poste peuvent être proposés et réalisés (ergonomie de correction le plus souvent, aménagement d'horaires...).

IV. EN ORIENTATION ET REEDUCATION PROFESSIONNELLE

Le centre possède deux sections d'orientation professionnelle et six sections de rééducation professionnelle :

- ébénisterie ;
- carrelage solier moquettiste ;
- podo-orthésie ;
- aide-comptable (2 classes) ;
- réparations matériel parcs et jardins.

Des aménagements ergonomiques : prothèses, orthèses, aide-techniques, pupitres... sont essayés et adaptés à chaque stagiaire individuellement.

V. ENFIN L'ERGONOMIE PEUT ETRE TOURNEE VERS L'EXTERIEUR DU CENTRE

a) par des projets et quelquefois même des réalisations d'aménagement de poste de travail ou de domicile.

b) par des conseils en ergonomie de conception auprès des industriels notamment.

Des exemples sont montrés à chacune de ces étapes sur le poster.

**LE HANDICAP COMME PARADIGME DE LA COMMUNICATION
SOCIALE ET INTERPERSONNELLE
VUE AU TRAVERS DE L'ANALYSE DES ESPACES PUBLICS**

*F. DEPRAS, Psycho-Sociologue
R. BARBIER, Ergonome-Consultant
Cabinet d'Etude "Mouvement" - Paris*

Face aux nouvelles technologies, capacités manipulatoires, prise et traitement de l'information, décision, anticipation décrivent les nouveaux modes opératoires de l'appropriation de l'espace.

L'étude du fonctionnement urbain constitue une "situation exemplaire" qui met en rapport les processus cognitifs (individuels et sociaux : images mentales et mémoire collective), les techniques et les usages sociaux (stockage, transmission, distribution, échange de l'information), les médiations technologiques (moyens de transport, cartes magnétiques, banques de données, etc.), qui posent le problème central de la maîtrise et de la valorisation technique de l'espace-temps.

Le projet d'intégration à l'oeuvre pour l'effacement du déficit et sa compensation par les aides techniques performantes constitue un horizon d'attente de plus en plus crédible et accessible pour l'ensemble des partenaires sociaux. Dès lors, les conditions nécessaires et suffisantes d'une émancipation, d'une autonomie, passeraient par les aides à "faible" ou à "haute" teneur technologique, selon les déficits fonctionnels en regard.

Alors que nous assistons à une "instrumentalisation" des pratiques urbaines, nous cherchons à comprendre comment fonctionne un système d'information sociale dans lequel intervient une part technologique de plus en plus importante ; autrement dit, la contrainte technique dans le comportement

social, le domaine du traitement de l'information. D'où apparaît la nécessité d'élaborer des méthodologies favorisant les approches pluri-disciplinaires.

La démarche adoptée a été d'étudier, d'une part le vécu du déplacement et, d'autre part, d'observer différents cas de déficits fonctionnels, dans différents modes de transports, dans leurs différentes étapes obligées et leurs enchaînements logiques (démarche dynamique des observations systématiques). L'analyse "fonctionnelle" résulte de l'interactivité, de la mise en synergie, de ces méthodes de prélèvement des données.

Les dispositifs techniques mis en oeuvre créent des langages "homme-machine"; c'est autant de "clés" qu'il faut acquérir, apprendre, intégrer, maîtriser dans leurs processus et leurs dérèglements.

Au regard des exigences de l'activité (sensorielle, cognitive, motrice), une quelconque altération de l'une de ces capacités va quelque peu perturber le schéma normatif du mode opératoire. La faisabilité de la tâche, en cas de défaillance d'une capacité fonctionnelle, va résulter de la réorganisation des fonctions. Cela se traduit par des mécanismes de suppléance (de ce fait, l'altération d'une capacité peut entraîner des contraintes, quelquefois très fortes, sur les autres capacités fonctionnelles). Les stratégies détectées, observées, analysées, avec la participation des "acteurs" concernés sont des indicateurs pertinents et significatifs du comportement social de l'individu handicapé et par là même de sa maîtrise technique de l'espace-temps.

**EVALUATION DU CONTROLE MOTEUR D'UNE PERSONNE HANDICAPEE
POUR L'OPTIMISATION DU DIALOGUE HOMME-ORDINATEUR**

G. LE CARDINAL, J.Y. BERIOT
U.T.C. - Compiègne

A. SYLVESTRE, C. HENNEQUIN
CRRF de Kerpape - Lorient

Les personnes atteintes de handicaps (moteurs et/ou mentaux) rencontrent des difficultés dans le dialogue avec un micro-ordinateur. Pour permettre de définir la meilleure combinaison "geste, interface, mode de désignation" relative à un utilisateur donné, une méthodologie systématique est proposée. Elle consiste à faire désigner par tous les moyens actuellement disponibles une case dans une grille de quatre lignes et quatre colonnes. Cette opération permet de définir le temps unitaire de désignation qui interviendra dans tout dialogue avec la machine lors du choix dans des menus à 16 propositions. Un logiciel a été élaboré pour obtenir des données objectives dans le choix du système de désignation le plus adapté. Il enregistre le comportement et les performances de l'utilisateur pour les modes de désignation suivants :

- Désignation passive (un interrupteur), active (au moins deux interrupteurs) : balayage séquentiel, ligne-colonne, quadrangulaire.

- Désignation directe :

a) analogique : joystick, souris (à la main, au casque) ;

b) numérique : notation matricielle, par numéro d'ordre, clavier.

- Désignation au toucher : écran tactile.

Le logiciel met en jeu deux disquettes : l'une pour définir et réaliser une séance, l'autre pour enregistrer les résultats.

Leur consultation permet de déterminer la vitesse de progression de l'utilisateur au cours de l'apprentissage dans les différentes configurations ergonomiques et à une date donnée le système de désignation le plus performant.

**A L'ARTICULATION DE DEUX ARTS COMPLEMENTAIRES,
QUEL ENSEIGNEMENT DE L'ERGONOMIE A PROPOSER
DANS LA FORMATION DES ERGOTHERAPEUTES ?**

*R. BARBIER,
Ergonome C.N.A.M., Ergothérapeute M.C.E.
Centre "Le Belloy"*

*D. DARNAULT,
Ergonome, Ergothérapeute D.E.
C.R.E.E. à Vienne*

*M.M. MESSIAEN
D.E.S.T. d'Ergonomie, Ergothérapeute M.C.E.
C.R.F. de Menucourt*

*Membres du G.E.D.E.R.
Créteil*

Ayant enseigné ou enseignant encore l'ergonomie dans les écoles d'ergothérapie, nous nous interrogeons, aujourd'hui, sur l'efficacité de notre prestation auprès des étudiants en ergothérapie.

Notre réflexion part d'un constat : la difficulté de faire passer le message ergonomique à des étudiants arrivant en 3ème année d'étude, ayant reçu, jusque là, une formation très médicalisée, préoccupés surtout par la perspective proche du diplôme d'Etat, et, n'ayant pas vécu de véritable expérience professionnelle.

La demande d'information s'avère, par contre, très forte chez les professionnels qui, se trouvant confrontés à des problèmes d'insertion, recherchent

des outils complémentaires devant leur permettre d'aider davantage leur patient dans la recherche d'issues au sortir de la phase de rééducation.

Il est d'ailleurs assez intéressant de noter que bon nombre d'ergothérapeutes ont choisi, et ce n'est sans doute pas un hasard, de suivre une formation complète en ergonomie, et cela, jusqu'à obtention d'un diplôme leur garantissant, éventuellement, cette nouvelle qualification d'ergonome. Mais, ayant "franchi ce pas", il apparaît curieusement que l'articulation entre ces deux disciplines reste difficile à établir...

Plusieurs questions se posent et peuvent d'abord être examinées au travers du concept de la notion de handicap : appréhender le déficit fonctionnel et/ou les situations données :

L'ergonomie générale n'a véritablement défini sa "méthodologie d'analyse des activités de travail" que depuis une dizaine d'années. Elle se présente de plus en plus comme une démarche complexe, pluridisciplinaire et relevant de l'art de l'ingénierie. (Suite à la définition de A. Wisner).

Par là même, la formation des ergonomes est axée sur la capacité d'analyser, non seulement les activités aux postes de travail, mais aussi les structures économiques, technologiques, psycho-sociologiques des situations de vie et de travail. L'activité ergonomique va de ce fait se nourrir d'observations sur le réel et, aussi, d'un indispensable élargissement du champ d'investigation. Un recueil effectué grâce à l'apport des entretiens psycho-sociologiques mais aussi, et davantage, des observations des ergothérapeutes, dans leur "suivi" de la personne handicapée.

L'ergothérapeute, relais du médecin, est aussi un spécialiste à part entière. Sa mission portera surtout sur la "capacité fonctionnelle", la prise en charge d'un patient en vue de son insertion ou réinsertion. Comment chercher à supprimer ou à alléger, par la rééducation ou l'adjonction d'un dispositif technique compensatoire (qu'il aura finement choisi et en collaboration avec la personne concernée...). Mieux que quiconque, il peut prévoir les évolutions de la personne, par la rééducation et les aides techniques, mais aussi les régressions face, par exemple, à des maladies invalidantes.

Prenons un exemple de collaboration pour la conception d'un dispositif technique d'aide aux personnes handicapées :

On s'aperçoit, dans la pratique, que l'ergothérapeute est souvent un "prescripteur" d'aides techniques (quand il n'est pas, par ingéniosité, un concepteur...). Une récente expérience menée, par un ergonome d'entre nous, pour la conception d'un nouveau déambulateur, a démontré l'intérêt de la consultation des ergothérapeutes dans la détermination des besoins réels.

Des besoins qui se déterminent non seulement à un moment donné, mais doivent se vérifier dans une perspective d'évolution, positive ou négative, en fonction de la connaissance des pathologies et des schémas psychologiques des patients à qui ces dispositifs s'adressent.

Dans cette démarche d'investigation de l'ergonome, ici maître d'oeuvre du projet, la participation des ergothérapeutes s'est avérée fort utile à différentes étapes :

1. Pour faire ressortir la demande (besoins satisfaits et non satisfaits...).
2. Pour la collecte documentaire des dispositifs déjà sur le marché : apport de critiques dans l'utilisation (porte-parole des utilisateurs et filtre).
3. Dans la validation du produit projeté.

Cet exemple nous ramène à la forme et au contenu de l'apport de connaissances sur l'ergonomie que nous devons dispenser dans la formation des ergothérapeutes. A savoir : ne pas apporter des clichés normatifs ou des méthodes et outils propres à l'art de l'ergonome, mais faire évoluer la demande des ergothérapeutes, situer les moments, les avantages et les limites de leur intervention.

Le débat est ouvert...

Peut-être était-il précoce de présenter l'ergonomie en réadaptation alors que nous n'avions pas encore défini nos propres concepts, forgés nos propres outils ? Mais nous savons, par ailleurs, que si le message n'a pas toujours été "décodé", nous avons quand même "semé"...

ACTIONCOM™
UN ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE ADAPTE

*E. TAQUET,
G. ANDRE, X. DESTOOP
Association des Paralysés de France
Centre Marc Sautelet
Villeneuve d'Ascq*

Nos travaux récents ont porté essentiellement sur les aides à l'enseignement et à la communication chez les enfants atteints de handicap moteur et privés, pour certains, de la parole.

D'une part, notre souci d'offrir un maximum d'autonomie et de confort à l'utilisateur et d'autre part l'existence d'enfants ayant des troubles de la parole, nous ont amenés à faire co-exister plusieurs applications dans un même système. Ainsi, l'enfant occupé à la rédaction d'un texte pourra, par exemple, faire émettre un message en voix artificielle ou téléphoner à ses parents ou encore passer lui-même à une autre activité.

L'environnement "Actioncom™" est un substitut à des fonctions déficientes ou inexistantes. Dans ce cadre, il doit être considéré comme une prothèse.

Les utilisateurs précédemment décrits éprouvant des incapacités dans certaines actions de la vie, il fallait élaborer un système leur permettant d'agir d'une manière se rapprochant de la normale tout au moins dans l'organisation et dans le résultat de l'action.

La création d'un environnement adapté doit donc comporter au minimum :

- Un choix d'activités aidées ;

- La possibilité de communiquer à tout moment si nécessaire ;
- La possibilité de changer d'activité de façon autonome ;
- Une très grande facilité d'emploi ;
- L'adaptabilité à une grande variété d'utilisateurs.

En effet, les utilisateurs potentiels de l'environnement "Actioncom™" peuvent présenter des spécificités très différentes. Les paramètres sont de deux ordres : intellectuels d'une part et liés au handicap moteur, d'autre part.

L'environnement "Actioncom™" offre ainsi une prise en compte personnelle de chacun.

Cette diversité nous conduit à considérer différents types de pré-éditeurs dont les paramètres déterminent le profil d'utilisation optimale pour une personne handicapée.

Les éléments nécessaires de la structure de cette interface homme-machine ainsi que les conséquences sur le matériel et le logiciel sont décrits (représentations graphiques et pictographiques, codes de communication adéquats, etc.).

Ces éléments ont été concrétisés chez nous par la réalisation d'une "Boîte à Outils Handicap Moteur" (BOHM) permettant de construire des logiciels spécialisés répondant tous au même modèle d'utilisation. Ce qui garantit confort, sécurité et facilité d'apprentissage pour les différentes activités proposées à l'enfant ou à l'adulte autour de l'ordinateur.

En particulier, cela nous a permis d'aborder efficacement des domaines comme :

- l'aide au graphisme (écriture, dessin, coloriage...) ;
- l'aide à la communication (synthèse de la voix, téléphone, Minitel) ;
- l'aide à la programmation (logo adapté, pilotage Tortue de soi Jeulin, etc.) ;
- le contrôle d'environnement.

"Actioncom™" propose ainsi des activités variées et adaptées aux utilisateurs. La nature et le nombre des activités disponibles sur la disquette dépend du choix lors de la commande. Il faut noter que l'environnement "Actioncom™" est modulaire, les activités qui seront développées à l'avenir pourront de ce fait lui être immédiatement intégrées. A terme, l'environnement "Actioncom™" présentera une palette d'activités très complète apportant une aide importante pour les utilisateurs.

LE RACHIS LOMBAIRE NOUS INTERPELLE

*J.E. LAULLA, Médecin
Centre de Rééducation Fonctionnelle "Les Ormes"
Nogent-sur-Vernisson*

Peuvent être esquissées les conséquences sur la santé physique et psychique des douleurs lombaires, et le retentissement socio-économique de cette pathologie. Sont rappelés :

- les causes et les facteurs de risques ;
- la place de la détention ;
- l'importance de la prévention et celle d'une thérapeutique bien conduite pour éviter les récives.

Aujourd'hui dans toutes nos consultations de rhumatologie, deux sur trois des patients sont des rachialgiques. Le mode de vie moderne ne fera qu'augmenter ce rapport.

SERVICE D'ETUDES ET DE RECHERCHES LADAPT

*H.J. STIKER, Chef de Service
T. LAPLAUD, Ergonome
G. ANDRE, Psychologue
Service d'Etudes et de Recherches
LADAPT - Paris*

Depuis plus de dix ans, le Service d'Etudes et de Recherches de LADAPT, budgétisé par la collecte des 10 % du 1,1 % de la taxe sur la formation professionnelle continue et par des contrats passés avec des organismes extérieurs, réalise différents types d'études :

- Etudes sur les populations handicapées à LADAPT :

Formation professionnelle, insertion, enquêtes psychosociales...

- Etudes pour la création et la transformation des centres de LADAPT :

Emploi, choix de formations, enseignement général, orientation, pédagogies...

- Etudes ergonomiques :

Les études ergonomiques ont débuté en 1977 par des contrats avec la DGRST, relatifs aux postes de travail pour personnes en fauteuil roulant.

D'autres contrats avec le CNET ont permis d'étudier les postes de travail informatisés pour personnes handicapées moteur aux P.T.T. et d'élaborer un cahier des charges industriel de support à écran-clavier.

Outre ces activités de recherche appliquée, le service intervient sur des demandes ponctuelles d'études et d'aménagements de postes et espaces de travail en direction des personnes handicapées.

Par ailleurs, le service participe aux activités d'autres associations : F.A.G.E.R.H., G.E.D.E.R., ACTIF 85..., et travaille sur des appels d'offre ou des projets d'organismes divers : AFNOR, A.N.P.E., C.T.N.E.R.H.I.,...

**L'ERGONOMIE EN READAPTATION ;
LA DEMARCHE SYNERGIQUE DU G.E.D.E.R.**

*R. BARBIER, Ergonomiste-CNAM
Centre "Le Belloy"
St Omer-en-Chaussée (Oise)*

*Y. CRIMERSMOIS, Ergonome
C.R.P. de Nanteau/Lunain
(Seine et Marne)*

Depuis le dernier Colloque "Ergonomie et Handicap", tenu à Kerpape en 1981, la réflexion a considérablement évolué.

Suite au Groupe National de Réflexion sur la Notion de Handicap (Ergonomes, Psycho-sociologues, Médecins, Kinésithérapeutes, Ergothérapeutes, Représentants d'Associations, etc.) et ayant dans son "Manifeste" de mars 1983, défini clairement les actions à mener et les domaines d'intervention, plusieurs Ergonomes praticiens se sont constitués en association : le GEDER.

Depuis maintenant trois ans, les échanges nombreux et fructueux ont permis d'avancer davantage dans la définition de l'apport de l'ergonomie dans la chaîne de la Réadaptation. Cette réflexion a permis, entre autre, de faire naître un nouveau concept : le Concept de Situation Invalidante.

Mais la démarche synergique et dynamique du GEDER est non seulement d'approfondir la réflexion, mais aussi de forger de nouveaux outils et d'élargir nos champs d'applications.

Les Journées d'étude du GEDER, en juin 1985, ont démontré l'intérêt de notre démarche réflexive. Elles ont posé un certain nombre de questions pour lesquelles nous essayons, par petits sous-groupes, d'approfondir la

réflexion, dans les domaines d'activité qui nous sont propres : la Conception, la Formation, la Rééducation, les E.P.S.R., la Préorientation, etc.

Les demandes que nous recevons au GEDER peuvent, par ailleurs, représenter autant de voies d'investigation : Etudes de postes, Design, Collaboration avec les Médecins du Travail, Formations pour les Para-médicaux, etc.

Ces demandes ponctuelle, tout comme nos pratiques professionnelles, représentent, dans les différents domaines, autant d'expériences qui sont soumises à la réflexion de l'ensemble du GEDER.

Nous tenons, au fur et à mesure, à témoigner de notre réflexion au travers des publications de notre bulletin : le GEDER-INFO.

Ainsi, dans cette dynamique et en nous fixant des objectifs, nous espérons créer de nouveaux concepts, de nouveaux outils, des principes méthodologiques fiables, performants, permettant de démontrer l'intérêt de la Démarche Ergonomique tout au long de la chaîne de la Réadaptation et même bien au-delà... !

**CONTRIBUTION A L'APPROCHE ERGONOMIQUE DU HANDICAP
UNE NOUVELLE GRILLE D'EVALUATION FONCTIONNELLE
ET SITUATIONNELLE**

*A.M. BEGUE-SIMON, M. WEBER,
C. HAMONET, D. BOULONGNE*

*Laboratoire Athena, Recherches appliquées à l'évaluation du handicap
Département Santé et Société
UFR Communication et Insertion dans la Société
(Anthropologie et Communication Sociale)
Université Paris Val-de-Marne - Créteil*

La Recherche appliquée aux Handicaps souffre principalement du manque d'outils adaptés. L'une des raisons de cet état de fait était l'absence de définition claire de ce qu'est le handicap.

La progression de nouvelles idées avancées sur le handicap par plusieurs auteurs et plusieurs équipes et tout particulièrement la notion de handicap de situation (P. Minaire), les travaux de P.H. Wood de Manchester en liaison avec l'OMS, les réflexions de notre propre équipe universitaire, ont permis de reconsidérer le problème de l'évaluation sur de nouvelles bases.

Nous considérons dans une approche à la fois médicale et ergonomique que cette mesure du handicap doit être tridimensionnelle :

- lésionnelle
- fonctionnelle
- situationnelle.

Nous avons construit plusieurs maquettes d'outils et entrepris une première étude rétrospective sur 500 personnes clientes d'un service de

réadaptation médicale polyvalente ou de la Cotorep du Val de Marne 1ère section.

Ce travail nous permet de présenter un nouveau prototype d'évaluateur. Il met en évidence les limitations et aptitudes fonctionnelles de la personne et de ses performances ou limites dans les diverses situations de vie.

Ce dispositif est conçu de telle sorte qu'il puisse être utilisé (avec quelques aménagements particuliers) dans toutes les circonstances de mesure et d'évaluation des handicaps.

Il permet une double appréciation :

- des capacités fonctionnelles de la personne ;
- des performances en situation.

Il permet aussi d'apprécier les effets de la réadaptation sur la lésion, sur la fonction et les situations.

Il apporte une contribution au problème de la classification des aides techniques.

**ACTIONS ERGONOMIQUES DE DEUX EQUIPES
PLURIDISCIPLINAIRES
PERSPECTIVES DE RECHERCHE**

J. GROSBOIS, R. CRISPILS

J. de LABARTHE, C. VILLENEUVE

Centre de la Vallée

*Rééducation, Réadaptation, Reclassement Professionnel
Betton (35)*

Le Centre de la Vallée se situe à quelques kilomètres de Rennes. Cet établissement de LADAPT présente deux équipes pluridisciplinaires au service des personnes handicapées. Ce sont les actions ergonomiques menées depuis plus de 10 ans qui permettent de proposer des perspectives de recherche :

La première équipe de **rééducation fonctionnelle** s'est spécialisée dans la connaissance des troubles neuropsychologiques. Pour cela il y a eu confrontation des expériences et travail de recherche avec les services spécialisés en neurologie et linguistique. Cette action ergonomique a permis une meilleure efficacité dans la réadaptation des "lésés cérébraux" : réinsertion dans la vie familiale, vie de loisirs et vie professionnelle chaque fois que faire se peut.

La seconde équipe de **réadaptation professionnelle** s'est spécialisée dans l'évaluation des situations handicapantes des travailleurs reconnus par la COTOREP en vue d'une orientation professionnelle. Les situations handicapantes sont polymorphes et nécessitent l'interdisciplinarité : moniteurs techniques, enseignants, ergonomes, assistante sociale, psychologue du travail, médecin, kinésithérapeute, infirmière.

Ces actions d'orientation ont été évaluées quant à leur efficacité dans l'enquête menée par le Docteur A. Benchimol.

En Ille et Vilaine il apparaît que la qualification professionnelle par le biais de formation offre quatre fois plus de chance de placement au travailleur handicapé.

Les perspectives de recherche sont nombreuses : l'adaptation entre poste de travail et séquelles neuropsychologiques est constamment rencontrée. L'adaptation emploi formation devrait rendre le système de reclassement plus performant.

Enfin il serait important de mener des travaux sur les problèmes spécifiques des personnes monomanuelles, lombalgiques ou épileptiques.

FABRICANTS PRESENTS AU COLLOQUE

ENGIPLAST

FABRICANT de résine en pâte durcissable a froid pour réalisation de poignées anatomiques, utilisation en Ergonomie et Ergothérapie.

ENGIPLAST - 147, rue Jouffroy - 59100 Roubaix
Tél. : 20.83.82.82

LAPLAUD ERGONOMIE DIFFUSION

CONCEPTION, AGENCEMENT et DIFFUSION de Mobiliers et équipements de bureaux. Mobiliers modulaires adaptables pour l'aménagement de postes de travail occupés par des personnes handicapées.

LAPLAUD ERGONOMIE DIFFUSION - Chanteclair 1 H1 - 77177 - Brou s/Chantereine
Tél. : 60.08.98.82

Etablissements GAILLOT

*ETUDES, REALISATIONS de matériels éducatifs spécialisés.
Matériels pour IMC (sièges baquets, hamacs, tricycles...) cycles spéciaux.*

Etablissements GAILLOT - 31450 Corronsac
Tél. : 61.81.96.46

CORAM

LES SPECIALISTES DU SIEGE SPECIAL. Sièges et accessoires (coussins, potences de transfert auto orientables...) pour personnes handicapées et autres utilisateurs. Multiapplications.

CORAM - 209, rue Saint Maur, 75010 Paris
Tél. : (1) 42.05.48.46

CENTRE ADAPT

ETUDES, REALISATIONS et DIFFUSION d'aides techniques : déambulateurs, tourne-pages électriques, stabilisateurs bicyclettes, et de mobiliers de Rééducation : chariots de transfert, tables de massage.

CENTRE ADAPT - 40, avenue Jean Jaurès - BP 63 - 93310 Le Pré Saint Gervais.
Tél. : (1) 48.45.57.15 ou 48. 43. 45. 60

LISTE DES PARTICIPANTS

ALEXANDER Jean, Directeur

Bureau Innovation - Aides pour les Handicapés - BOX 1039 - 3600 BA MAARSSEN - Pays-Bas

AMIGUES Nicole, Médecin du Travail

C.R.R.F. Kerpape - B.P. 241 - 56104 LORIENT CEDEX

ANDRE Geneviève, Ortophoniste

A.P.F. - Centre Marc Sautelet - 64, rue de la Liberté - B.P. 119 - 59652 VILLENEUVE D'ASQ CEDEX

ANDRE Geneviève, Psychologue

Service d'Etudes et de Recherches LADAPT - 185 bis, rue Ordener - 75882 PARIS CEDEX 18

ANDREASSIAN Renée, Professeur, Directeur du Laboratoire de Biologie et Physiologie du Comportement, chargé de Mission "Handicap et Université"

Laboratoire de Biologie et Physiologie du Comportement - Université de Paris X - Nanterre, 200 avenue de la République - 92001 NANTERRE CEDEX

ARDISSONE Jean-Paul, Ingénieur Enseignant

AARRT - Case 914 - Campus Luminy - 13288 MARSEILLE CEDEX 09

ARGA Albert, Directeur Général

LADAPT - 185 bis, rue Ordener - 75882 PARIS CEDEX 14

AUDRAN Robert, Chef du Service Etudes et Applications Médicales

I.N.R.S. - 30, rue Olivier Noyer - 75680 PARIS CEDEX 03

AVAN Louis, Professeur

C.N.A.M. - Laboratoire Brigitte Frybourg - 292, rue Saint Martin - 75141 PARIS CEDEX 03

BAILY Marc, Economiste

Service Aides Techniques - CEPIATH - rue J. Stallaert, 1, Bte 8, B 1060 BRUXELLES - Belgique

BARATOUX Marcel, Directeur

LADAPT - 12, rue Notre-Dame - 91450 SOISY-SUR-SEINE

BARBE Catherine, Ergothérapeute

40, avenue des Amandiers, 86180 BRUXELLES

BARBIER Raymond, Ergonome

6, Square Martinez - 94000 CRETEIL

BARRE Jean-Pierre, Médecin

Centre de Préorientation AFAH, 32, boulevard Jean-Casse - 13014 MARSEILLE

BARROT Colette, Direction du Personnel

TOTAL COMPAGNIE FRANÇAISE DES PETROLES - 5, rue Michel-Ange - 75016 PARIS

BAZALGETTE Didier, Etudiant

Laboratoire de Physiologie du Mouvement. Bât. 470 - Université PARIS-SUD, 91405 ORSAY CEDEX

BEGUE-SIMON Anne-Marie, Médecin

Université de PARIS VAL DE MARNE, Laboratoire Athéna, avenue du Général de Gaulle - 94010 CRETEIL CEDEX

BENCHIMOL Alain, Médecin

LADAPT - Centre de la Vallée, Cidex 1026 - 35830 BETTON

BERLOT Jean-Yvon, Ingénieur CNAM

Université de Technologie - B.P. 233 - 60206 COMPIEGNE CEDEX

BERTHAUD Colette

Centre National d'Etudes des Télécommunications, 38-40, rue du Général Leclerc - 92131 ISSY-LES-MOULINEAUX

BETZ Bruno, Directeur

ALPHA, Domaine de Lavaux - 57050 PLAPPEVILLE

BIPPUS Pascale, Ergothérapeute

Centre de Réadaptation - 57, rue Albert Camus - 68093 MULHOUSE

BIGUAND Yvonne, Psychologue-Ergonome

6, rue Panserot - 91510 LARDY

BLANC Pierre, Ergonome

Equipe de Préparation et de Suite du Reclassement - 13, boulevard Pablo Picasso, Quartier du Palais - 94000 CRETEIL

BLANC Jean-Michel

Association des Paralysés de France - avenue de la Concorde - 77100 MEAUX-BEAUVAL

BLONDEL René, Agent Technique

LADAPT - Atelier Arditti - 27220 SAINT-ANDRE-DE-L'EURE

BLOT-JOLIVET Liliane, Inspectrice

Office Nationale des Anciens Combattants et Victimes de Guerre - Inspection - Hôtel des Invalides - Corridor de Metz - 75007 PARIS

BOBENRIETH Edwin, Etudiant en Médecine du Travail

Centre de Traumatologie et Réadaptation, Place A. Van Gehuchten 4, 1020 BRUXELLES - Belgique

BOISSEAU Jean, Conseiller du Travail

27, avenue d'Italie - 75013 PARIS

BONNIER Nathalie, Ergothérapeute

C.R.F. Le BRASSET, 14, rue Louis Braille - 77100 MEAUX

BORDERIE Hervé, Etudiant en Ergonomie

AEAMSTEO - Université PARIS XI, Bât. 470 - 91405 ORSAY CEDEX

BORUCHOWITSCH Gilbert, Directeur

CERAH Route de Rombas, Belleville, B.P. 104 - 57140 WOIPPY

BOUCHARD Johanne, Etudiante

CIVP, MAISON DU CANADA, Atelier A4, 31, boulevard Jourdan - 75014 PARIS

BOUIN Michel, Responsable Réemploi

Institut de Réadaptation, 167, avenue de la Libération - 54000 NANCY

BOUISSET Simon, Professeur

Laboratoire de Physiologie du Mouvement, UA CNRS 631 - Université PARIS XI, Bât. 470 - 91405 ORSAY CEDEX

BOULONGNE Dominique, Médecin

HANDITEC, 3 avenue M. de Viaminck, Ascot 23 - 77680 ROISSY-EN-BRIE

BOUTRUCHE Chantal, Ergothérapeute

Centre La Buissonnière, 28, rue de Grand Champs - 44240 LA CHAPELLE-SUR-ERDRE

BOYER Annie, Psychologue du Travail

A.F.P.A., 21-23, rue Renan - 69007 LYON

BRAMS Lucien, Chef de Mission MIRE

MIRE, Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, 9-11, rue Georges Pitard, 75015 PARIS

BREEZE Rachel, Senior Research Officer

University of Technology, Institute for Consumer Ergonomics, 75 Swinbridge Road - LOUGHBOROUGH LE 11 0JB - Grande Bretagne

BRET Christophe, Etudiant

Résidence Universitaire de NANTERRE, B 921, 2, rue de Rouen - 92000 NANTERRE

BRIOTET Annie, Médecin

Inspection Médicale du Travail, Direction des Relations du Travail, Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, 1, Place Fontenoy - 75700 PARIS

BRUN François, Sous-Directeur

Condition de Travail et Protection Contre les Risques du Travail, Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, 1, Place Fontenoy - 75700 PARIS

BURLET René, Ergonome

GEDER, 93, boulevard d'Aulnay - 93250 VILLEMOMBLE

BUSNEL Michel, Médecin-Chef

CRRF Kerpape, B.P. 241 - 56321 LORIENT CEDEX

BUSSEL Bernard, Médecin

HOPITAL Raymond POINCARÉ - 92380 GARCHES

CALLEJA Marcel, Ergonome

COGEMA-MARCOULE, B.P. N° 170 - 30205 BAGNOLS-SUR-CEZE CEDEX

CAMBOURAKIS Jean-Michel, Médecin du Travail

Service Médical, SOCIÉTÉ GÉNÉRALE, 5, rue Edouard VII - 75009 PARIS

CANTOS Eduard

Departament de Sanitat y Seguretat Social, Institut Català d'Assistència i Serveis Socials, Travessera de les Corts, 131-159, 08028 BARCELONA - Espagne

CANU Pierre-Yves, Psychologue du Travail, Ergonomiste

ARCAF, 19, place de la Croix de Pierre - 31000 TOULOUSE

CAPPOZZO Aurelio, Professeur

Universita' Degli Studi - La Sapienza Istituto FISIO - UMANA CITTA' Universitaria - 00100 ROMA - Italie

CASSE Philippe, Responsable Pédagogique

C.A.T. BOUSBECQUE, 81, rue de Wervicq - 59166 BOUSBECQUE

CAVALIER Jacques, Ingénieur Ergonome

MICHELIN, Service Etudes Conditions de Travail - Ergonomie - 63000 CLERMONT-FERRAND

CHABASSE Philippe, Médecin

Opération Handicap Internationale, 60 Bd. du Montparnasse - 75015 PARIS

CHABIN Frédéric, Etudiant en Ergonomie

AEMSTEO, Université PARIS XI, Bât. 470 - 91405 ORSAY CEDEX

CHAISE Bernard, Chargé des Relations entreprises pour le Reclassement

A.N.P.E. - Centre Régional de PARIS, 3, rue des Nanettes - 75011 PARIS

CHANTREIN André

ALPHA, 18, rue du Général de Gaulle - 57050 PLAPPEVILLE

CHARPENTIER Pascal, Médecin-Chef

C.R.F. COUBERT, Route de Liverdy, COUBERT - 77170 BRIE-COMTE-ROBERT

CHATELIER Françoise, Médecin-Ergonome

Centre de Rééducation Professionnelle et de Réadaptation Fonctionnelle "La GAUDINIÈRE", 29, avenue Diane - 44072 NANTES CEDEX

CHAUMEIL Martine, Ergothérapeute

C.R.F. Beaulieu, 14, avenue des Buttes de Coesmes - 35700 RENNES

CHOT-PLASSOT Philippe, Kinésithérapeute

2, rue des Vanneaux - 91630 MAROLLES

CHRISTOL Jacques, Président de la SELF

24, rue Nazareth - 31000 TOULOUSE

CITON Brigitte, Responsable Service de Suite

C.F.P. HERISSON - 03190 HERISSON

COIC Bernard, Médecin Rééducateur

LADAPT, 26, rue Dailly - 92210 SAINT-CLOUD

COLSON Bernadette, Journaliste

La CROIX, 35, rue Bayard - 75008 PARIS

COMTE Michèle

15, Quai aux Fleurs - 75004 PARIS

COQUILLAT Brigitte, Kinésithérapeute

C.R.P.S. J.P.Timbaud, 60, rue de la République - 93100 MONTREUIL

CORDIER Catherine, Interne CHU en Rééducation

Hôpital Raymond Poincaré, Service Vidal I du Pr. Hel, - 92380 GARCHES

CORNES Paul, Senior Research Fellow

University of Edinburgh, Rehabilitation Studies Unit, 3, Lauriston Park - EDINBURGH EH3 9JA - Ecosse - Grande Bretagne

COUPIAC-GAJAC Patricia, Ergothérapeute

Centre Hospitalier Thermal, Service Polytraumatisés - 34240 LAMALOU-LES-BAINS

COUPRY Jacqueline, Prospecteur-Placier

27 bis, boulevard Ch. De Gaulle - 70000 - VESOUL

COURTY Jean-Claude, Chargé des Relations d'Entreprises

LADAPT, Le Grand Château, B.P. 16 - 27470 SERQUIGNY

CRIMERSMOIS Yves, Ergonome

CRPF, Château de Nanteau, B.P. 34 - 77792 NEMOURS

CRISPILS Roseline, Assistante Sociale

LADAPT, Centre de Rééducation Professionnelle "La Vallée" - 35930 BETTON

CROCHARD Karl, Chargé de la Mission Conception de Systèmes et Conditions de Travail

CNET/GESCOM, 38-40, rue du Général Leclerc - 92131 ISSY LES MOULINEAUX

CUSTAUD Marie-France, Directrice-Enseignante

C.H.U. TIMONE, Ecole des Enfants Hospitalisés, Hôpital d'Enfants - 13385 MARSEILLE CEDEX 5

DALMASSO Michel

C.R.C.T., EPSR Le Charles Emmanuel, Place Albert Serraz - 73800 MONTMELIAN

DAMBRICOURT Marc, Edudiant

10 bis, rue des Fonds Huguenots - 92420 VAUCRESSON

DAMON Jean-Louis, Chef du Service Central des Conditions de Travail 0714

REGIE RENAULT, 6 Place Bir-Hakeim - 92420 BOULOGNE BILLANCOURT

DANIAU Michel, Chargé de Mission

GIRPEH, 27, rue du Général Foy - 75008 PARIS

DAOUDAL Jean-Pierre, Etudiant en Ergonomie

AEMSTEO, Université PARIS XI, Bât. 470 - 91405 ORSAY CEDEX

DARMON Linda, Médecin

Secrétariat d'Etat aux Anciens Combattants, 10, avenue du Val de Fontenay - 94135 FONTENAY-SOUS-BOIS

DARNAJOU Félix, Médecin

Centre de Réadaptation Professionnelle, Le PATIS-FRAUX, 35770 VERN-SUR-SEICHE

DAUDIN Christophe, Etudiant

4, allée des Lilas - 78260 ACHERES

DEBALLE Christine, Ergonome

C.R.R.F. de KERPAPE, B.P. 241 - 56321 LORIENT CEDEX

DEHUISSERE Jacques, Educateur Technique Spécialisé

Centre de Rééducation Fonctionnelle I.M.C. - 64160 MORLAAS

DEJEAMMES Maryvonne, Chargée de Recherche

INRETS, 109, avenue Salvador Allende - 69500 BRON

DELANNOY Marie-Odile, Ergothérapeute

C.N.F.R.L.H., 38, boulevard Raspail - 75007 PARIS

DELHEZ Louis, Médecin-Directeur du Service de Physio-Pathologie du Travail

Institut Provincial Ernest Malvoz, 4, quai du Barbou - 40020 LIEGE - Belgique

DELMOTTE Chantal, Médecin du Travail

Banque de l'Union Européenne, 4, rue Gaillon - B.P. 89 - 75060 PARIS CEDEX 02

DELOURME Françoise, Chargée de Mission Département Génie Biomédical

Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur - 1, rue Descartes - 75005 PARIS

DEPRAS Francine, Psychosociologue

Cabinet Etude du Mouvement, 5 rue du Cardinal Mercier - 75009 PARIS

DESALLANGRE Anne, Attachée de Direction

F.N.M.F., 10, rue Desaix - 75015 PARIS

DESPLANCHES Claude, Ergothérapeute

C.R.R.F. KERPAPE, B.P. 241 - 56321 LORIENT CEDEX

DESRIAUX François, Ergonome

F.N.M.F., 10, rue Desaix - 75730 PARIS CEDEX 15

DESSERTINE André, Secrétaire Général de LADAPT, Président de l'ADEP

LADAPT, 185 bis, rue Ordener - 75882 PARIS CEDEX 18

DESTOOP Xavier, Instituteur IFIP

A.P.F., Centre Marc Sautelet, 64, rue de la Liberté, B.P. 119 - 59652 VILLENEUVE D'ASQ CEDEX

DE THEYE A.C.C., Ingénieur

G.M.D., P.B. 8071, 1005 AB AMSTERDAM - Pays-Bas

DETRAZ Marie-Christine, Ergothérapeute

C.R.R.F. KERPAPE, B.P. 241 - 56321 LORIENT CEDEX

DETRICHE Jean-Marie, Ingénieur

Centre Etudes Nucléaires, SACLAY - 91191 GIF-SUR-YVETTE

D'HUSLST Christine, Assistante d'Université

Institut de l'Education Physique, TERVAUNSEVEST 101 - 3030 LEUVEN - Belgique

DIDIER Jean-Pierre, Professeur

C.H.R. de DIJON, Service de Rééducation Fonctionnelle, 23, rue Gaffarel - 21034 DIJON CEDEX

DO Manh Cuong, Chargé de Recherche

C.N.R.S., Laboratoire de Physiologie du Mouvement, UA CNRS 631, Université PARIS XI
- 91405 ORSAY CEDEX

DOUBRE Serge, Moniteur en Gestes et Postures de Travail

CRAMIF, 17-19, rue de Flandre - 75954 PARIS CEDEX 19

DROUIN Gilbert, Professeur

Université de MONTREAL, ECOLE POLYTECHNIQUE, Campus de l'Université de
Montréal, Case Postale 6079, Succursale A - MONTREAL QUEBEC H3C3A7

DUBOIS Michael, Psychologue Industriel, Etudiant en ergonomie (UCL)

Centre de Réadaptation Fonctionnelle de la Clinique Reine Fabiola, 83, avenue du
Centenaire, B 6080 MONTIGNIES-SUR-SAMBRE - Belgique

DUBOURG Renaud, Ergothérapeute

C.M.U.D.D. - 38720 SAINT-HILAIRE-DU-TOUVET

DU MUR Jean, Médecin-Conseil, Chef de Service

CRAM Ile de France, 17, rue de Flandre - 75019 PARIS

DUROUX Yves, Directeur-Adjoint du PIRTTEM

C.N.R.S., 15, quai Anatole France - 75700 PARIS

DUSUZEAU Nathalie

111-113, rue de Reuilly - 75012 PARIS

DUYME Michel, Chargé de Mission

MIRE, Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, 9-11, rue Georges Pitard - 75015
PARIS

EMERIAU Bernard, Ergothérapeute

I.M.E. "Le Baudrier" - SAINT-SULPICE-LA-FORET - 35250 SAINT AUBIN D'AUBIGNE

ERULIN François, ANPE

Délégation Régionale ANPE, 3, rue Henri Baigne - 25044 BESANÇON CEDEX

ESNAULT Marc, Ergothérapeute

LADAPT, Château de VIRAZEIL - 47200 MARMANDE

FAKACS Christian, Médecin

Centre de Rééducation Neurologique, COUBERT - 77170 BRIE-COMTE-ROBERT

FARDEAU Michel, Professeur

CNAM, 292, rue Saint-Martin - 75141 PARIS CEDEX 03

FARENC Françoise, Psychologue-Pathologie clinique

262, avenue Saint Exupéry, Bât. VALAIS - 31400 TOULOUSE

FAURE Pierre, Ergonome

40, rue Georges Bouchet - 93250 VILLEMOMBLE

FEENEY R.J., Senior Lecturer

University of Technology, Department of Human Sciences - LOUGHBOROUGHLE 11 3
TU - Grande Bretagne

FELIX Isabelle

Programme Mobilisateur Technologie Emploi Travail - Ministère de la Recherche et de
l'Enseignement Supérieur, 1, rue Descartes - 75005 PARIS

FLANDROIS Roland, Professeur

UER, Faculté de Médecine Grange-Blanche, Uni. Lyon I, Laboratoire de Physiologie,
8, avenue Rockefeller - 69373 LYON CEDEX 08

FOREST Françoise, Ergothérapeute

C.R.F., 36, rue de Warca - 08000 CHARLEVILLE-MEZIERES

FOUILLOT Jean-Pierre, Médecin, Chef de Travaux de Physiologie

Laboratoire de Physiologie des Adaptations, U.E.R. - Faculté de Médecine COCHIN-
PORT ROYAL, 24, rue du Faubourg Saint-Jacques - 75014 PARIS

GALLE Nicole, Moniteur-Cadre de Masso-Kinésithérapie

C.H.R. Reims, Service de Rééducation, Hôpital Robert Debré - 51100 REIMS

GAILLOT Jeanne, Kinésithérapeute

Etablissements GAILLOT - 31450 CORRON SAC

GAILLOT Pierre, Etudiant en Médecine

Etablissements GAILLOT - 31450 CORRON SAC

GALLOT Nelly, Ergothérapeute

PEP 92, Centre de Soins et de Rééducation, 131, avenue de la Celle Saint-Cloud -
92420 VAUCRESSON

GARDIEN Pierre, Educateur Technique

EPSR de SAVOIE, Le Charles Emmanuel, Place Albert Serraz - 73800 MONTMELIAN

GAROT Marie, Etudiante en Psychologie

14/761, Place de la Grand' Goule - 86000 POITIERS

GAUSSIN José, Professeur

Université Catholique de Louvain, Faculté de Psychologie, voie du Roman Pays 20 -
B.1348 - LOUVAIN-LA-NEUVE - Belgique

GAVINET Anny, Prospecteur-Placier

E.P.S.R., 4, rue du Lavoir - 87000 LIMOGES

GAVREL Jean

S.E.L.F., 5, rue des Petits Bois - 92370 CHAVILLE

GENICOT Roger, Psychologue, Directeur des Centres Pouplin

Université de LIEGE, Laboratoire de Psychologie Expérimentale, 5, rue Charles Morren - 4000 LIEGE - Belgique

GIBERGUES Franck, Etudiant Ergonomie

AEMSTEO, Université PARIS XI, Bât. 470 - 91405 ORSAY CEDEX

GOUPIL François, Ergothérapeute

C.R.R.F. "Le Normandy" - 50400 GRANVILLE

GREGOIRE Marie-Claude, Kinésithérapeute, Analyste-Conseil en Conditions de Travail

Centre Hospitalier Régional de Montpellier, Le Parc du Belvédère, C, avenue Marius Carrieu - 34100 MONTPELLIER

GRIMAUD Michel, Ergothérapeute

Centre de la Gaudinière, 29, avenue de Diane - 44072 NANTES CEDEX

GROSBOIS Jacqueline, Médecin

LADAPT, Centre de la Vallée - 35830 BETTON

GUILLAUME Francis, Médecin

S.N.C.F., Zone Médicale Ouest, 38, rue de Rome - 75008 PARIS

GUILLAUMIN Jacques, Association des Paralysés de France

108, rue de Silly - 92100 BOULOGNE

GUILLEBAULT Jean-Michel

Entreprise Commerciale, 18, rue Dalou - 94400 VITRY-SUR-SEINE

HADJ YAHMED Mohamed, Médecin

U.E.R. Faculté de Médecine, Laboratoire de Physiologie des Adaptations, Faculté de Médecine COCHIN-PORT ROYAL, 24, rue du Faubourg Saint-Jacques - 75014 PARIS

HAMONET Claude, Professeur

Université Paris Val-de-Marne, avenue du Général De Gaulle - 94010 CRETEIL CEDEX

HANUS Bernard, Médecin du Travail

16, rue de la Côte F1 - 54000 NANCY

HELD Jean-Pierre, Professeur

Clinique de Rééducation Motrice, Hôpital Raymond Poincaré - 90380 GARCHES

HERVE Philippe, Kinésithérapeute

Institut d'Education Motrice, A.P.F., 6, rue Ronsard - 33400 TALENCE

HUBERT François, Directeur

Atelier Protégé Jean Del Cour, boulevard L. Hillier, 1, 4000 LIEGE - Belgique

HUMBERT Philippe, Formateur

CIPES, 13, rue Thierry Mieg - 90000 BELFORT

JACOB-CHIA Daniel, Médecin-Chef

Centre de Réadaptation, 57, rue Albert Camus - 68093 MULHOUSE CEDEX

JOHNSON Marc, Responsable Service Formation Professionnelle

C.A.T., 81, rue de Wervicq - 59166 BOUSBECQUE

JOLY Caroline, Etudiante

Résidence Universitaire de Nanterre, 2, rue de Rouen, Ch. D 315 - 92000 NANTERRE

JOLY-LEROY Martine, Médecin

C.N.E.T./LAA/TSS - C.N.E.T., Route de Trégastel - 22300 LANNION

JULIEN Pierre, Etudiant

23, Port Saint-Sauveur - 31000 TOULOUSE

KHALIL Tareck M., Professor and Chairman

University of Miami, Ergonomics and Bioengineering Division, Comprehensive pain and Rehabilitation Center, Dpt of Industrial Engineering, College of Engineering, P.O. Box 24894 - CORAL GABLES, FLORIDA 33124 - U.S.A.

KNUTSSON Evert, Professeur

Department of Neurophysiology, Karolinska Hospital, 10401 STOCKHOLM - Suède

KOECHLIN Sylvie, Ergothérapeute

66, rue des Granges - 25000 BESANÇON

KRITICOS André, Responsable d'Établissement

Centre de Préorientation A.F.A.H., 32, boulevard Jean Casse - 13014 MARSEILLE

LABAT Chantal, Ingénieur

Centre Etudes de SACLAY, Bat. 89, DPT/UGRA/SERA - 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX

LAINE François, Chargé de Mission

Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, Mission pour l'insertion Professionnelle des Travailleurs Handicapés, 1, place de Fontenoy, 75700 PARIS

LAMBERT Corinne, Ergothérapeute

Fondation Franco-Américaine BERCK-PLAGE, 29, rue aux Raisins - 62600 BERCK

LANDJERIT Bernard, Professeur

Laboratoire de Biomécanique ENSAM, 151, boulevard de l'Hôpital - 75640 PARIS CEDEX 13

LANOE Jacques, Enseignant

E.R.E.A., 131, avenue de la Celle-Saint-Cloud - 92420 VAUCRESSON

LAPLAUD Thierry, Ergonome

LADAPT, Service Etudes et Recherches, 185 bis, rue Ordener - 75882 PARIS CEDEX 18

LATREILLE J.F., Enseignant Faculté des Sciences

AARRT, Case 914, Campus Luminy - 13288 MARSEILLE CEDEX 09

LAULLA Jean-Etienne, Medecin

LADAPT, Centre de Rééducation Fonctionnelle "Les Ormes", OUZOUE-DES-CHAMPS - 45290 NOGENT-SUR-VERNISSON

LEBLAN Valérie, Ergothérapeute

ERGO PLUS, 115, rue du Parc - 77350 LE MEE-SUR-SEINE

LECAMP Gilles, Médecin de Rééducation

C.R.R.F. "Le Normandy", 35, rue de Scissy - 50400 GRANVILLE

LE CARDINAL Gilles, Maître de Conférences

Université de Technologie, B.P. 233 - 60206 COMPIEGNE CEDEX

LECOCQ Pierre, Professeur

Université de LILLE III, U.S.R. de Psychologie, B.P. 149 - 59653 VILLENEUVE D'ASCQ

LE DOARE Philippe, Ergothérapeute

A.P.F., 40, rue Danton - 35700 RENNES

LEDUC Jean-Jacques, Directeur-Adjoint

C.R.P. Le PATIS-FRAUX - 35770 VERN-SUR-SEICHE

LEFEBVRE D., Psychologue

COTOREP, 30, Place des Géants - 38000 GRENOBLE

LEFRANT Louis, Médecin-Directeur Adjoint

C.R.A.M. d'Ile de France, 17-19, rue de Flandre - 75954 PARIS CEDEX 19

LE GAL Gilles, Chargé de l'Emploi

C.R.R.F. Kerpape, B.P. 241 - 56321 LORIENT CEDEX

LEGALL Michel, Chef Ergothérapeute

C.R.F. COUBERT, Route de Liverdy, COUBERT - 77170 BRIE-COMTE-ROBERT

LE GARFF Sophie, Médecin Inspecteur Régional

DIRECTION REGIONALE DU TRAVAIL, 20, quai Duguay Trouin - 35000 RENNES

LE LUHANT Michèle, Médecin

C.R.F. de Charleville - 08011 CHARLEVILLE-MEZIERES

LEMPEREUR Jean-Jacques, Kinésithérapeute
SIFAM, Hôpital Saint-Eloi - 34059 MONTPELLIER CEDEX

LE NOUVEL Paul, Médecin
Service de Rééducation Fonctionnelle, 5, rue Pasteur - 95570 BOUFFEMONT

LERT France, Chargée de Mission
INSERM, Mission pour la valorisation Economique et Sociale, 101, rue de Tolbiac -
75654 PARIS CEDEX 13

LESAGE Anne, Ingénieur C.E.A. SACLAY
15, rue de Béhat, Rond Point du Manet - 78180 MONTIGNY-LE-BRETONNEUX

LESCOEUR Jean-Erick, Chirurgien Orthopédiste
2, square Rivoli - 78150 ROCQUENCOURT

LESIGNE Bernard, Ingénieur
Centre Etudes Nucléaires de SACLAY - 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX

LESNE Claude, Chargé de Mission
Programme Mobilisateur "Technologie, Emploi, Travail", Ministère de la Recherche et
de l'Enseignement Supérieur, 1, rue Descartes - 75005 PARIS

LESSER Werner, Docteur-Ingénieur
Institut Für Arbeitswissenschaft, Technischen Hochschule Darmstadt, Petersen-
strasse 30 - D 6100 DARMSTADT - R.F.A.

LESTIENNE Catherine, Educatrice
3, avenue de Vlainck, ASCOT 23 - 77680 ROISSY-EN-BRIE

LHERMITTE Dominique, Ergothérapeute
B.P. 14 - 03310 NERIS-LES-BAINS

LICHTENBERGER Yves, Secrétaire-Exécutif du Programme Mobilisateur
"Technologie, Emploi, Travail"
Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, 1, rue Descartes - 75005
PARIS

LIEGEOIS Jean-Marie, Médecin en Chef
Ministère des Armées, DRET-SDR-G9.3, 26, boulevard Victor Hugo, Tour DGA - 75996
PARIS ARMEES

LILLE Françoise, Médecin
Laboratoire de Physiologie, 91, boulevard de l'Hôpital - 75013 PARIS

LOJOU Chantal, Etudiante
15, allée de Sologne - 31770 COLOMIERS

LOSLEVER Pierre, Etudiant-Chercheur en Automatique Humaine
L.A.I.H., Université de Valenciennes, Le Mont Houy - 59326 VALENCIENNES CEDEX

LOUESSART Marie-Claire, Ergothérapeute
44, avenue d'Aix - 73000 CHAMBERY

LOURDAIS Nathalie, Etudiante Ergonomie
98, rue Damrémont - 75018 PARIS

LOUSTEAU Patrick, Etudiant Ergonomie
AEMSTEO, Université PARIS XI, Bât. 470 - 91405 ORSAY CEDEX

MAERTENS Nathalie, Etudiante Ergonomie
4, rue Serge Prokofiev - 92220 BAGNEUX

MAHUT Brigitte, Infirmière
BULL S.A., 331, avenue Patton, B.P. 428 - 49000 ANGERS

MAINGUY Louis-Marie, Médecin
LADAPT, Foyer de l'Espérance, PONTMAIN - 53220 MONTAUDIN

MALET Pierre, Médecin du Travail
Régie RENAULT, Service Médical RNUR 9810, 8, 10, avenue Emile Zola - 92109
BOULOGNE BILLANCOURT CEDEX

MALHERBE Alain, Responsable du Service Médico-Social
CRPS J.P. Timbaud, 60, rue de la République - 93100 MONTREUIL

MALLEJAC Claude, Direction du Personnel
ELF-FRANCE, Tour Elf, Place de la Coupole, LA DEFENSE 6 - 92078 PARIS-LA DEFENSE
CEDEX 45

MALLET Annick, Déléguée Générale
GIRPEH, 27, rue du Général Foy - 75008 PARIS

MALLOL Anne, Etudiante
125, rue de Montreuil - 75011 PARIS

MARCINIACK Kerstine, Ergothérapeute
A.P.F., Foyer Louis Fiévet, 2, allée George-Sand - 95570 BOUFFEMONT

MARTIN Jacqueline, Psychologue
A.F.P.A., Centre Psychotechnique, Le Clos de Passy, 710, rue d'Alco - 34100
MONTPELLIER

MARTIN Jean, Directeur
Atelier A.P.A.J.H., CAT Le Corbelet, 62, rue du Général Borson - 73000 BISSY
CHAMBERY Z.I.

MASSOLO François, Ergothérapeute

LADAPT, C.R.F. La Vallée - 35830 BETTON

MATHIEU Claudine, Directeur-Adjointe

ARSEA - C.A.T., 129, rue de la Ganzau - 67100 STRASBOURG

MATOS Virginia Costa, Professeur

Université Technique de Lisbonne, Instituto Superior de Educatiao Fisica, Estrada da Costa-Cruz Quebrada, 1499 LISBOA CEDEX - Portugal

MAURISSET Maeva, Médecin

Secrétaire d'Etat aux Anciens Combattants, 10, avenue du Val de Fontenay - 94135 FONTENAY-SOUS-BOIS

MAZET Georges, Médecin

LADAPT, Centre de Rééducation Professionnelle, Domaine de PEYRIEU - 01300 BELLEY

MERIADEC François, Ergothérapeute

C.R.R.F. Kerpape, B.P. 241 - 56321 LORIENT CEDEX

MEYER-BAGAOUY Myriam, Psychologue Industrielle

G.I.R.P.E.H., 27, rue du Général Foy - 75008 PARIS

MICHEL Bruno, Ergonome

C.R.R.F. Kerpape, B.P. 241 - 56321 LORIENT CEDEX

MINAIRE Pierre, Professeur.

C.H.R.U. de SAINT-ETIENNE, Service de Rééducation et Réadaptation Fonctionnelle, Hôpital Bellevue, Boulevard Pasteur - 42023 SAINT ETIENNE CEDEX

MOALLEM Abbas, Ergonome

S.N.A.P.E.I., 86, avenue de Saint-Ouen - 75018 PARIS

MOSTACCI Pierre, Responsable des Soutiens Médico-Sociaux

C.A.T., 290, rue Alexandre Descatoire - 59500 DOUAI

MOUSSEAU Bernard, Conseiller Technique

CREAI Poitou-Charente, 44, boulevard Pont Achard - 86000 POITIERS

MOYNOT Claire, Masseur-Kinésithérapeute

24, avenue de la Californie, 06200 NICE

MOYSE Michel, Psychologue

A.F.P.A., 13, Place de Villiers - 93108 MONTREUIL CEDEX

NAHON Pierre, Ergonome

C.R.P. Le Patis-Fraux - 35770 VERN-SUR-SEICHE

NAQUET Robert, Directeur de Recherche

C.N.R.S., Laboratoire de Physiologie Nerveuse, avenue de la Terrasse, B.P. 1 -
91190 GIF-SUR-YVETTE

NOCET Myriam, Ergothérapeute

A.P.F., Foyer-Résidence de Sénart, rue Pablo Picasso, B.P. 28 - 77380 COMBS-LA-
VILLE

NOISETTE Sylvie, Ergothérapeute

E.S.T.I. (CAT), B.P. 173 - 38404 SAINT-MARTIN-D'HERES

ORHAN Bernard, Médecin-Chef

C.R.A.M., Centre Lillois de Rééducation Professionnelle, 3, rue Charcot - 59000 LILLE

PAILHOUS Jean, Directeur de Recherche

C.N.R.S., Cognition et Mouvements, UA 1166, 5, rue des Géroaniums - 13014
MARSEILLE

PAOLIMI Martine, Médecin du Travail

Service Médical, SOCIETE GENERALE, 5, rue Edouard VII - 75009 PARIS

PASCAUD Marie-Odile, Ergothérapeute

LADAPT, C.R.F.M., 185 bis, rue Ordener - 75882 PARIS CEDEX 18

PASQUIER Claude, Prévention/Ergonomie

119 bis, avenue du Dr Roux - 91390 MORSANG-SUR-ORGE

PATRON Christine, Directrice

C.T.N.E.R.H.I., 2, rue Auguste Comte, Immeuble Berri - 92173 VANVES

PECEGUEIRO Elia, Professeur

Direction Générale de l'Enseignement Secondaire, 140, avenue du 24 Juillet, 1393
LISBONNE - Portugal

PETITJEAN Michel, Médecin-Etudiant

4, rue d'Issy - 92170 VANVES

PLANCHE Frédéric, Enseignant-Chercheur

Université PAUL VALERY MONTPELLIER III, place de la voie Domitienne - 34000
MONTPELLIER

PREL Gilles, Ergonome-Moniteur de Kinésithérapeutes

2, allée de la Pelouse - 38100 GRENOBLE

PRIEUR Daniel, Pharmacien

70360 SCEY-SUR-SAONE-ET-SAINT-ALBIN

RAVAUD Jean-François, Chargé de Recherche
INSERM U 215, Hôpital R. Poincaré - 92380 GARCHES

REILHAC Gérard, Médecin du Travail
AEROSPATIALE, 316, Route de Bayonne - 31060 TOULOUSE CEDEX 03

RENGGLE Jean-Claude, Ergonome
C.E.R.A.H., route de Rombas, B.P. 104 - 57140 WOIPPY

REMY Pierre-Louis, Directeur
ANACT, 7, boulevard Romain Rolland - 92128 MONTROUGE

RIEFFEL Philippe, Directeur
Centre LADAPT, LE GRAND CHATEAU - 27470 SERQUIGNY

RIMBERT Danielle, Consultant
ANAH/HANDYNET, 32, square Ambiorix, Bte 8, B - 1040 BRUXELLES - Belgique

RIVIERE Marie-Noelle, Etudiante
IES Les Hautes Noues, 39, rue de Bercy - 75012 PARIS

RIVOAL Martine, Etudiante en Ergonomie
AEMSTEO - Université PARIS XI, Bât. 470 - 91405 ORSAY CEDEX

ROCHER Michèle, Ergonomiste
INRS, 30, rue Olivier Noyer - 75014 PARIS

ROCHEREUX Bernard, Rédacteur
FNATH, Maison des Mutilés, 20, rue Tarentaize - 42029 SAINT-ETIENNE CEDEX 1

ROLLAND M. Odile, Médecin
LADAPT, Domaine de l'Abbaye - 89230 PONTIGNY

ROMERO Sylvia, Etudiante
Centre de Réadaptation, 57, rue Albert Camus - 68093 MULHOUSE CEDEX

ROMIER Paul, Rédacteur
FNATH, Maison des Mutilés, 20, rue Tarentaize - 42029 SAINT-ETIENNE CEDEX 1

ROSSIGNOL François, Médecin
200, rue de Charonne - 75020 PARIS

ROTHAN Armand, Médecin-Chef de Service
Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, Direction des Relations du Travail, 1,
place Fontenoy - 75700 PARIS

ROUILLARD Agnès, Etudiante
27, avenue Carnot - 25000 BESANÇON

ROUX Jacqueline, Ergothérapeute
CNFLRH, 38, boulevard Raspail - 75007 PARIS

ROYER Gilbert, Chef de Service, Equipt. Technop.
ASEI-SET, B.P. 43 - 31520 RAMONVILLE-SAINT-AGNE

ROZENDAL R.H., Professeur
Dpt. of Anatomy, Interfaculty of Physical Education, Free University, P.O. BOX 7161 -
1007 MC AMSTERDAM - Pays-Bas

SALANNE Maïthé, Chargée d'Etude
C.R.R.F. Kerpape, B.P. 241 - 56321 LORIENT

SANSOY Patrick, Chargé de Mission
MIRE, Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, 9, 11, rue Georges Pitard - 75015
PARIS

SAVY Jean, Rédacteur en Chef
Réadaptation, 10, rue de Sèvres - 75007 PARIS

SCHMITZ Francis, Directeur CAT/AP
A.P.F., 1, route du Cor de Chasse - 67400 ILLKIRCH GRAFFENSTADEN

SCHUTTE Martin
Universität DORTMUND, Institut Für Arbeitsphysiologie, Ardeystrasse 67, D - 4600
DORTMUND 1 - R.F.A.

SEDAGHAT Behdjat, Docteur en Biologie
CNAM, Laboratoire de Recherche Brigitte Frybourg, 2, rue Conté - 75003 PARIS

SENEZ Claude, A.N.P.E.
A.N.P.E., 3 rue des Nanettes - 75011 PARIS

SMAGGHE Vincent, Responsable Insertion
CAT, 81, rue de Wervicq - 59166 BOUSBECQUE

SOLDAN Maurice, Formateur
CIPES, 13, rue Thierry Mieg - 90000 BELFORT

SOT Viviane, Etudiante
29, rue Daviel - 75013 PARIS

SLOUDY Louis, Ergothérapeute
Centre des Massues-Alexandre Bonjean, 92, rue Edmond Locard - 69322 LYON
CEDEX 05.

SOUTEYRAND Yves, Chargé de Mission

MIRE, Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi, 11, rue Georges Pitard - 75015 PARIS

STASSEN Henk.G., Professeur dr. ir.

Delft University of Technology, Laboratory for Measurement and Control of the Dpt. of Mechanical Engineering - Makelweg 2 - 2628 CD DELFT - Pays-Bas

STIKER Henri-Jacques, Chef du Service Etudes et Recherches

LADAPT, 185 bis, rue Ordener - 75882 PARIS CEDEX 18

STORM André, Professeur-Directeur du CRF, Secrétaire National de Rehabil. International

Centre de Réadaptation Fonctionnelle de la Clinique Reine Fabiola, 73, avenue du Centenaire, B 6080 MONTIGNIES-SUR-SAMBRES - Belgique

STROBEL Pierre

Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, Programme Mobilisateur "Technologie Emploi Travail", 1, rue Descartes - 75005 PARIS

TAQUET Eric, Ingénieur

A.P.F. Centre Marc Sautet, 64, rue de la Liberté, B.P. 119 - 59652 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

TETE Evelyne, Médecin du Travail

S.M.I.R.R., 22, rue des Templiers - 51100 REIMS

THERRIAULT Pierre-Yves

B. Sc. Ergothérapie, 7595, rue Viau N° 302, SAINT-LEONARD (Québec), Canada H1S 2P4.

TIQUET Philippe, Etudiant

VSR de Psychologie, B.P. 149 - 59663 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

TROUBAT Maryse, Ergothérapeute

22, rue Richard Lenoir - 75011 PARIS

TYSMAN Léon, Médecin-Chef

C.R.A.M. Ile de France, 17-19 rue de Flandre - 75954 PARIS CEDEX 19

VANDERSTUFS Ch., Directeur

CRAM, Centre Lillois de Rééducation Professionnelle, 3, rue Charcot - 59000 LILLE

VAN DER WOUDE L.H.V.

Université d'AMSTERDAM, Dept. of Anatomy, Faculty of physical Education, Free University, P.O. BOX 7161, 1007 MC AMTERDAM - Pays-Bas

VANLANDEWYCK Yves, Assistant Université

Institut de l'Education Physique, TERVAUNSEVEST 101 - 3030 LEUVEN - Belgique

VAUTIER Jean-François, Ingénieur Ergonome

D.R.E.T., Direction des Recherches et Etudes Techniques, 26, Bd. Victor - 75996
PARIS ARMEES

VEEGER H.E.J.

Université d'AMSTERDAM, Dept. of Anatomy, Faculty of physical Education, Free
University, P.O. BOX 7161, 1007 MC AMSTERDAM - Pays-Bas

VENIARD Marie-Pierre, Ergothérapeute

C.R.R.F., "Le Normandy" - 50400 GRANVILLE

VERNET Claude, Responsable "Emplois Handicapés"

RHONE POULENC, 129, rue Servient - 69398 LYON CEDEX 03

VIEL Eric, Kinésithérapeute

Laboratoire P.L., Ecole de Cadres de Kinésithérapie BOIS LARRIS, B.P. 12 - 60260
LAMORLAYE

VINCENT François, Professeur

Laboratoire de Biologie et Physiologie du Comportement, Université Paris X Nanterre,
200, avenue de la République - 92001 NANTERRE CEDEX

VIET Dominique, Assistante Sociale

C.R.P.S. J.P. Timbaud, 60, rue de la République - 93100 MONTREUIL

VOGE Christine, Médecin du Travail

17, boulevard Rouget de l'Isle - 931000 MONTREUIL-SOUS-BOIS

WALFARD Dominique, Ingénieur

CNET/PAA/GESCOM, 38-40, rue du Général Leclerc - 92131 ISSY-LES-MOULINEAUX

WEISBECKER Jean-Pierre, Professeur Agrégé

Ecole Nationale des Arts et Métiers, 151, boulevard de l'Hôpital - 75013 PARIS

WIELAND Klaus, Dr. Universität

Institut Für Arbeitsphysiologie Ardeystrasse 67, D. 4600 DORTMUND 1 - R.F.A.

WISNER Alain, Professeur

C.N.A.M. Laboratoire d'Ergonomie et de Neurophysiologie du Travail, 41, rue Gay-
Lussac - 75005 PARIS

WITTAS J. Bernard, Médecin-Adjoint

LADAPT, 26, rue Dailly - 92210 SAINT-CLOUD

WOLSKEL I.E., Personnel Manager

REMPLOY, Personnel Department, 415 Edgware Road, CRICKLEWOOD, London NW 22
6LR - Grande Bretagne

ZUANG Marie-France, Assistante Sociale

C.F.P. HERISSON - 03190 HERISSON

