

**Rapport sur la soutenance de la thèse de
Monsieur Jean-Luc Minguy :**

Concevoir pour aider à l'action située : le travail en passerelle de navires de pêche : rôle de la carte de pêche comme représentation

Monsieur Jean-Luc Minguy a soutenu une thèse d'Ergonomie le 4 Décembre 1995 devant un jury composé de MM. Alain Wisner (Professeur émérite CNAM, Directeur de la thèse, Président du Jury), Pierre Rabardel (Professeur à l'Université Paris VIII, tuteur), Pierre Dorval (Professeur de Bretagne-Sud, rapporteur), Madame Janine Rogalski (Directeur de recherches CNRS, rapporteur), Monsieur Peter Wieringa (Professeur à l'Université Technologique de DELFT (Pays-Bas).

Alain Wisner, pour éviter la confusion entre ses fonctions de Directeur de la thèse et de Président, interviendra deux fois. Au début de la soutenance, A. Wisner rappelle que J.L. Minguy a bénéficié, pendant la préparation de sa thèse, du soutien important qui lui a été accordé par deux membres de jury. Pierre Dorval a donné accès au terrain, prévu le thème de la recherche et a communiqué son savoir sur les techniques et l'instrumentation modernes de pêche. Pierre Rabardel a guidé les travaux de J.L. Minguy en lui communiquant son intérêt pour l'étude des représentations pour l'action, et, en particulier, pour sa modélisation des situations d'activités avec instruments. Malgré ces aides significatives, J.L. Minguy apporte une contribution qui lui est propre au moins sur 3 points : 1) Il a su se faire admettre dans un milieu très fermé, celui de la pêche hauturière, grâce à sa personnalité et son courage à participer à des activités très rudes pendant des périodes prolongées; 2) Il a découvert les caractéristiques et la construction de la carte de pêche; 3) Il a montré, dans ce cas, que le pêcheur utilisait, pour la carte de pêche, 3 groupes d'outils ou médiateurs au sens de Vygotsky, les instruments de bord, la carte de pêche et la représentation des fonds issue de la carte de pêche.

Pierre Rabardel considère que Jean-Luc Minguy présente un travail très intéressant dans un domaine de recherche difficile sur lequel peu de travaux existent : l'instrumentation des navires de pêche. Malgré des conditions de recueil de données elles aussi difficiles (embarquements longs mais en nombre réduit, faible disponibilité des personnels, conditions de vie et de travail à bord contraignantes), les matériaux sur lesquels s'appuie la thèse sont de bonne qualité. La thèse est écrite de façon très claire et est d'une lecture aisée aussi bien pour les parties théoriques qu'empiriques.

Jean-Luc Minguy manifeste une bonne connaissance de la littérature sur ces questions. Sa problématique théorique, inscrite dans le cadre des activités avec instruments, est développée de façon précise et bien articulée au problème de terrain qui est traité. Elle lui permet d'aborder le problème central de la thèse : l'usage et l'élaboration d'un instrument de passerelle particulier, la carte de pêche. Un des mérites du travail de Jean-Luc Minguy est d'avoir su identifier, dans l'ensemble des instruments de passerelle, la carte de pêche comme un instrument spécifique jouant un rôle particulier et central.

La carte de pêche constitue, en effet, à la fois un support de capitalisation des connaissances et de l'expertise du patron pêcheur, un moyen de transmission de cette expertise à d'autres patrons, un outil pour la gestion de l'activité en cours de pêche en même temps qu'un coordinateur des autres instruments de passerelle.

Il en analyse les caractéristiques structurelles et fonctionnelles, et il suffit de jeter un oeil sur cette carte pour se rendre compte de la difficulté d'une telle analyse pourtant menée de façon très serrée par l'auteur. Il en tire des conclusions claires et intéressantes sur la conception et l'usage de la carte. On peut regretter cependant que les éléments issus de l'analyse de l'activité restent peu nombreux. Il met en évidence le rôle crucial de la carte comme "pivot" du système d'instruments constitué par le patron pêcheur. Il développe un ensemble de propositions pour la conception articulant les besoins des utilisateurs (nécessité d'instruments évolutifs et adaptables en fonction des formes d'activités personnelles) tels qu'ils ressortent de ses analyses avec l'état actuel et les perspectives de développement des technologies dans le domaine.

Jean-Luc Minguy apporte une contribution importante à la compréhension de l'activité des patrons de pêche ainsi qu'au problème de la conception des instruments des navires de pêche. Certaines de ses propositions peuvent même apparaître comme de nature à réorienter la façon de traiter ce type de problème. Au-delà de ces apports liés au domaine, il a su prendre les distances nécessaires pour contribuer, d'une part, au développement des concepts et de la théorie en ergonomie (notamment en ce qui concerne les systèmes d'instruments), d'autre part, à l'élaboration d'orientation de conceptions fondées sur une approche développementale et constructiviste de l'activité et des instruments au travail.

Au total, Jean-Luc Minguy a très bien défendu sa thèse lors de la soutenance, et répondu du point de vue de Pierre Rabardel de façon très satisfaisante à ses questions : rapports entre l'analyse de l'activité et l'analyse des instruments; articulations entre une ergonomie des conditions du travail et une ergonomie des instruments de travail; problèmes posés par la conception d'instruments susceptibles d'être constitués en pivot d'un système d'instrument par les utilisateurs.

Pierre Dorval rappelle que J.L. Minguy a introduit son exposé en présentant le cadre théorique et la problématique de son travail de thèse.

Il a ainsi justifié avec beaucoup de pertinence le cadre théorique retenu, à savoir celui de la médiation instrumentale, cadre dans lequel s'inscrit la thèse défendue : la carte de pêche constitue le pivot organisant les instruments en système d'instruments pour former un système cohérent d'intégration, de capitalisation des connaissances, ainsi que de guidage et de réglage de l'action. Le candidat a ensuite présenté les caractéristiques et les déterminants du travail à bord permettant ainsi, au non spécialiste du domaine maritime, de se faire une idée concrète et relativement complète des conditions de l'activité d'un patron-pêcheur, insistant en particulier sur les différentes tâches à effectuer en passerelle, la multiplicité d'instruments, la caractérisation des outils ...

Cette présentation très claire permet alors au candidat d'introduire la carte de pêche au travers des deux questions principales suivantes : comment le patron prend-il ses décisions ? De quels outils dispose-t'il comme aide à la décision ?

A partir d'une carte clairement illustrée, l'auteur développe une analyse portant sur la structure, les fonctions et la production de la carte : les contenus représentatifs relatifs à l'environnement pertinent pour la pêche ainsi que ceux relatifs à la conduite du processus de pêche sont clairement distingués. Ils permettent de comprendre, à partir de quelques exemples, l'importance fondamentale que présente, pour l'élaboration de la carte de pêche, l'indication de trajectoire du chalut sur le fond.

L'analyse des fonctions de la carte distingue deux classes de situations dont l'une - celle où trajectoires du navire et du chalut sont différentes - est particulièrement intéressante. En utilisant de façon très convaincante des extraits de données recueillies en situation d'explication, l'auteur montre que la carte constitue un support multiple : d'intégration de données provenant de diverses sources, de

production d'enregistrement et de généralisation d'informations inférées; de traitement de données; de représentations mentales, source des actions en conduite de train de pêche.

Ce dernier point est illustré de façon saisissante à partir d'un exemple de représentation mentale d'une zone de pêche très localisée. Les extraits de verbalisation du patron, la description qu'il fait des fonds appuyée par un schéma, représentent un exemple aussi fort qu'original de "représentation pour l'action", représentation dont J.L. Minguy montre bien qu'elle se constitue progressivement au fur et à mesure des cours d'action que constituent les "coups de chalut" effectués sur cette zone. L'élaboration de l'instrument carte de pêche - dont ne dispose pas d'emblée le patron pêcheur - à travers des activités de genèse instrumentale est présentée de façon argumentée comme résultant d'un double processus d'instrumentalisation et d'instrumentation.

Les effets structurants de l'artefact sur l'activité et celui de sa transparence sont discutés : l'analyse des stratégies mises en jeu par le patron lors de l'exploration d'une nouvelle zone de pêche montre bien que l'activité développée est liée en grande partie à la structuration d'informations nouvelles portées sur la carte.

S'appuyant alors sur l'ensemble de ses développements portant sur la carte de pêche et sur un modèle développé dans son texte écrit, ainsi que sur les insuffisances des artefacts type traceur de route, J.L. Minguy peut maintenant effectuer un certain nombre de propositions de recommandations pour la conception de l'instrumentation de passerelle centrées sur les schèmes et les représentations qu'il a pu dégager lors de l'étude approfondie qu'il a menée sur le travail en passerelle d'un patron expert.

L'instrumentation de passerelle doit apporter une aide à la coordination des différentes sources d'information dont dispose le patron, et permettre de conserver des traces des actions passées pour aider à situer les actions présentes. Ces deux principes sont illustrés de façon complète à l'aide d'exemples concrets démontrant ici encore la maîtrise par l'auteur de son sujet. Il conclut cette dernière partie en évoquant la maquette d'imagerie du processus de pêche, soulignant au passage que ce n'est pas la structuration de l'interface qui importe à l'utilisateur patron de pêche, mais ce qui, dans cette structuration, oriente ses actions.

La représentation en mosaïque proposée nous apparaît comme très pertinente, et est accompagnée d'une excellente illustration pédagogique qui devrait, certainement, retenir toute l'attention des concepteurs d'appareillage de passerelle.

Au travers de sa présentation orale, J.L. Minguy a confirmé la contribution originale aux connaissances théoriques en ergonomie cognitive portant sur les situations instrumentées, qui ressortait de la lecture de son mémoire de thèse.

Les réponses qu'il a apportées aux questions des examinateurs, en particulier sur celles relatives au fait que le travail empirique a été centré sur la carte et sa genèse, plutôt que sur l'activité du patron pêcheur utilisant la carte, sont une excellente illustration de sa parfaite connaissance du sujet et de la solidité de ses connaissances théoriques.

Enfin, la maîtrise qu'il a démontrée lors de son exposé oral remarquablement clair et structuré dénote des qualités pédagogiques d'excellente augure si le candidat décidait de s'orienter vers une carrière dans l'enseignement supérieur.

Janine Rogalski félicite Jean-Luc Minguy pour sa présentation d'une analyse fine, bien située quant à sa problématique théorique et ses implications en matière de conception, d'un instrument représentatif complexe : la carte de pêche. Cet instrument représentatif apparaît dans le travail d'un patron de la marine de pêche expert comme un pivot organisateur au sein d'un système d'instruments pour les activités de navigation, de capture et de détection qui sont articulées. Cette étude est conduite dans la perspective de la conception de systèmes pour aider à l'activité dans les différentes situations du travail sur un navire de pêche.

Janine Rogalski considère que la thèse proposée est bien défendue par J.L. Minguy, à partir d'une analyse approfondie de l'objet en débat; elle regrette toutefois que l'analyse de l'activité n'ait pas eu de place dans la thèse, malgré la richesse des observations. J.L. Minguy montre bien : 1) en quoi la représentation permanente offerte par la carte de pêche contribue à la structure cohérente des informations; 2) comment le patron pêcheur élabore une représentation fonctionnelle à la fois comme concrétisation de son expertise dans les actions de capture du poisson - ce que je qualifierai d'activité tactique - et comme aide pour explorer de nouvelles situations - activité stratégique; et 3) que le patron pêcheur organise son utilisation des systèmes d'artefacts de la passerelle selon la manière dont ceux-ci contribuent à l'élaboration de représentations pour l'action.

J. Rogalski considère que l'approche constructiviste selon laquelle l'instrument n'est pas "donné", mais est construit par le sujet comme médiateur de ses interactions avec l'objet - ici l'espace marin et le processus de capture - est particulièrement adaptée à une situation où le patron de pêche élabore, on pourrait

dire constamment, son outil de travail. La présentation des situations de travail permet au lecteur non spécialiste du domaine, de se faire une idée assez concrète et complète des conditions de l'activité du patron pêcheur, et de suite, la démonstration que la simple transposition des instruments de la marine marchande est inappropriée à la conception d'instruments pour l'activité du patron pêcheur.

Elle souligne que J.L. Minguy s'est approprié les caractéristiques de cet instrument complexe, de même qu'il a pu obtenir la confiance du patron pêcheur expert, dont la carte est étudiée comme instrument de son activité, c'est-à-dire en incluant l'usage qui en est fait dans les activités de capture et de recherche de poisson. La richesse des résultats présentés au long de ce chapitre témoigne de cette appropriation personnelle et de la compréhension de la fonction instrumentale de la carte.

Interrogé sur la comparaison de l'activité instrumentée selon que l'artefact a été élaboré ou non par son utilisateur, J.L. Minguy apporte des précisions sur les différences effectives constatées entre l'utilisation de la carte par les deux patrons pêcheurs observés, et en particulier, sur la place dans le système d'instruments. Il répond également de manière convaincante sur le fait qu'il a pu repérer dans l'activité du patron expert, les processus d'élaboration différents de l'instrument s'agissant du niveau opérationnel (la gestion du trait de chalut en cours), du niveau tactique (la gestion de la capture du poisson dans une zone donnée) et du niveau stratégique (élaboration de connaissances et d'instruments pour de nouvelles zones de pêche).

En conclusion, Janine Rogalski félicite J.L. Minguy pour la richesse et l'intérêt du travail accompli.

Peter Wieringa* rappelle que la thèse de J.L. Minguy porte sur l'analyse de l'utilisation de la carte de pêche du pêcheur. Cette carte constitue une description détaillée de la situation locale dans l'eau et au fond de la mer.

Ce travail permet de démontrer que la pêche, dans de telles circonstances, requiert une haute compétence et que la carte de pêche contribue à construire une représentation interne du processus de pêche.

Remarques générales :

- pour permettre de rendre les résultats plus acceptables aux constructeurs de navires et aux concepteurs de l'interface avec l'homme, il aurait été souhaitable de

* Le texte anglais du rapport de P. Wieringa a été traduit en français par A. Wisner

fournir plus de diagrammes et de schémas de l'instrumentation et des activités observées. En particulier, un diagramme hiérarchique de l'analyse de la tâche et un schéma du flux d'informations manquent.

Au cours de la soutenance de J.L. Minguy, il est apparu clairement que l'instrumentation destinée à aider le pêcheur est dans un état d'avancement satisfaisant, mais on en a peu de traces dans la thèse, et les suggestions en vue de l'amélioration ultérieure du processus de pêche ne le mentionnent pas.

La littérature concernant le comportement humain au cours des tâches de poursuite n'est pas mentionnée; il aurait été souhaitable d'indiquer que le contrôle du processus de pêche constitue un mélange de tâches de contrôle de type manuel et de surveillance (modèle R.S.K. de Rasmussen).

Alain Wisner reprend la parole pour la 2e partie de son intervention où il souligne la portée théorique de la thèse de J.L. Minguy et ses relations avec la méthodologie et la nature des recommandations. L'ensemble de l'instrumentation - que l'on peut considérer comme un médiateur ou un ensemble de médiateurs techniques - selon la terminologie de Vygotsky a transformé la pêche, et plus précisément, les activités cognitives pendant la pêche. La preuve en est l'existence même de la carte de pêche qui n'existait pas auparavant. L'usage d'autres ensembles d'instrumentation ne permet pas la construction de la carte de pêche ou bien la carte de pêche ainsi construite est très pauvre. A partir du médiateur technique constitué par l'instrumentation, peut être construit un médiateur psychologique dont la manifestation principale est la carte de pêche.

Une autre étape est franchie quand la lecture de la carte de pêche permet à un pêcheur de se constituer une représentation du fond marin si précise qu'il peut la dessiner sous forme d'un paysage réel : le fond de la mer. Mais le paysage réel n'a jamais été vu par le pêcheur. On voit la perspective qui est ouverte ici sur des figurations virtuelles des fonds marins, des évolutions du navire et de celles du filet.

A. Wisner a donc pris beaucoup d'intérêt au travail accompli en commun avec J.L. Minguy, mais demeure avec quelques problèmes importants non résolus.

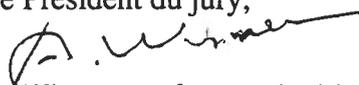
Comme cela est d'usage en Analyse Ergonomique du Travail et en Ethnologie, J.L. Minguy a cherché et trouvé un "informateur privilégié" excellent. Mais la lourdeur du travail de familiarisation, d'observation et d'interprétation n'a pas permis, ici

comme ailleurs, de multiplier les personnes étudiées. On sait seulement que les cartes de pêche sont secrètes, mais que certaines d'entre elles sont assez pauvres. En outre, le patron pêcheur "privilegié" a déclaré qu'il ne craignait pas que sa carte soit observée par un autre car "il ne saurait pas s'en servir". Il s'agit là d'une question essentielle : quelle est la proportion de patrons pêcheurs susceptibles d'utiliser l'ensemble instrumental de façon à pouvoir construire une carte de pêche efficace, quelle est la proportion de ceux qui ont construit une telle carte de pêche, et qui peuvent l'utiliser pour dessiner le paysage du fond. Doit-on, dans ce cas, construire une instrumentation qui soit orientée vers la construction de cartes de pêches pour quelques-uns seulement. Or, au contraire, doit-on former les marins pêcheurs à utiliser l'instrumentation puissante dont ils disposent pour construire des cartes de pêche ?

On voit que la thèse de J.L. Minguy est, aux yeux d'A. Wisner, un travail du plus grand intérêt théorique et pratique.

Après s'être retiré, le jury a délibéré et a décidé d'attribuer à Monsieur Jean-Luc Minguy le titre de Docteur en Ergonomie du CNAM avec la mention : Très honorable avec félicitations du jury.

Le Président du jury,



A. Wisner professeur émérite.

CNAM CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

Service de la Scolarité

AVIS DU JURY SUR LA REPRODUCTION DE LA THESE SOUTENUE

- 1) *Titre de la thèse* : "Concevoir pour aider à l'action située : le travail en passerelle de navires de pêches : rôle de la carte de pêche comme représentation.
- 2) *Nom de l'auteur et prénom* : Minguy Jean-Luc
- 3) *Membres du jury* : Pr Pierre Dorval, Université Bretagne-Sud, rapporteur
Pr Pierre Rabardel, Université Paris VIII, tuteur
Mme Janine Rogalski, Directeur de Recherche CNRS,
Université Paris VIII *rapporteur*
Pr Peter Wieringa, Université technique de Delft (Pays-Bas)
~~rapporteur~~
- 4) *Président du jury* : Pr Alain Wisner
- 5) *Date de la soutenance* : 4 Décembre 1995
- 6) *Reproduction de la thèse soutenue* :
- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <i>thèse pouvant être reproduite en l'état</i> |
| <input type="checkbox"/> | <i>thèse ne pouvant être reproduite</i> |
| <input type="checkbox"/> | <i>thèse pouvant être reproduite après corrections
suggérées au cours de la soutenance.</i> |

Signature du président du jury :



CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

PROCES VERBAL DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Thèse soutenue le : 4 Decembre 1995

par M JEAN-LUC MINOY né le :

Titre de la thèse : Concevoir pour aider à l'action nautique : le travail en passerelle de navires de pêche : rôle de la carte de pêche comme représentation

Spécialité : ERGONOMIE

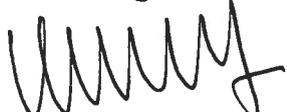
Composition du jury : (noms et qualités) P. Pierre DORVAL (Université de Bretagne Sud) ^{rapporteur}
 P. Pierre RABARDEL (Université de PARIS VIII) ^{tuteur}
 M. D. Jeanin ROGALSKI (Directeur de Recherche CNRS)
 P. Peter WIERINCA (Université technique de DELFT) ^{rapporteur}

Rapport de soutenance : P. Pierre ALAIN WISNER Professeur émérite CNAM ^{Directeur}

VOIR RAPPORT JOINT

Mention accordée au candidat par le jury (*) : TRÈS HONORABLE AVEC FÉLICITATION

DU JURY
Noms et signature des membres du jury :





 P. P. DORVAL P. P. RABARDEL D. J. ROGALSKI P. P. WIERINCA
 Le Président (A. Wisner)


(*) Mentions : Honorable, Très Honorable, Très Honorable avec félicitation.

Docteur ZABALOUEFF
Médecin Coordonnateur BPP
Tél. 42.47.37.14
Fax 42.47.22.84

Adresse postale
Usine de Fos
13776 Fos sur Mer cedex

Fos-sur-Mer, le 13 Juillet 1995

Liste de diffusion
in fine

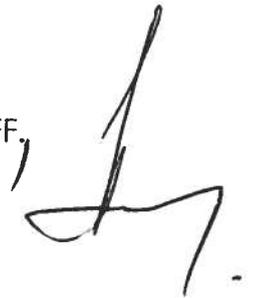
Téléphone : 42.47.33.33
Télex : 430 396 SLFOS
Télécopie :

MT - ZV/MM

Veillez trouver ci-après, le compte rendu des Journées
Plénières de Médecine du Travail BPP, Fos-sur-Mer, 1er et 2 Juin 1995,
consacrées au thème "Travail et Vieillesse".

Vous en souhaitant bonne réception,

V. ZABALOUEFF,



Conservatoire National
des Arts et Métiers

ERGONOMIE ET NEUROSCIENCES DU TRAVAIL

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CYCLE C

**APPORT DE L'ERGONOMIE
DANS LA PREVENTION
DES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES**

Pierre PAVAGEAU

Le 9 juin 1995

SOMMAIRE

I	INTRODUCTION.....	p2
II	PROBLEMATIQUE	
	1° terminologie.....	p4
	2° sites anatomiques concernés par les T.M.S.	p5
III	ECOLE DES FACTEURS HUMAINS	
	1° les facteurs de risques	p7
	2° le respect de seuils fonctionnels	p9
	3° l'adaptation gestuelle.....	p10
IV	ECOLE HYGIENISTE	
	1° les facteurs de risques	p15
	3° la conception de l'espace.....	p15
	4° les outils	p16
V	ECOLE ORGANISATIONNELLE	
	1° les facteurs de risques	p18
	2° pistes de prévention	p19

VI LA MACRO-ERGONOMIE

1° présentationp21

2° origine plurifactorielle des T.M.S.p23

VII PROPOSITION METHODOLOGIQUE D'INTERVENTIONp26

VIII CONCLUSIONp32

BIBLIOGRAPHIE

I INTRODUCTION

Les troubles musculo-squelettiques (T.M.S.) désignent les affections articulaires ou peri-articulaires attribuables au travail, notamment aux gestes répétitifs...Un phénomène "épidémique" se développe depuis quelques années et les T.M.S. intéressent de plus en plus les différents partenaires du travail. Ils préoccupent d'autant plus qu'un tableau (57) des maladies professionnelles leur est consacré. Il a d'ailleurs été élargi en 1991. Mais réparer le mal n'est pas suffisant. Aussi, de nombreux travaux de recherche tentent de mieux en comprendre les mécanismes d'apparition et de développement. La prévention est un des moyens de combattre le phénomène. Mais, celle-ci tend à approcher l'homme en le découpant ou porte son intérêt sur des points isolés du travail.

En effet, nous pouvons remarquer que les différentes approches menées sur le sujet considèrent soit quelques points physiologiques très précis, soit des points isolés du travail tel que le geste, la répétitivité du mouvement ou encore la force.

De récentes études commencent à aborder le problème sous un nouvel aspect : l'organisation du travail.

Après avoir défini notre problématique, nous étudierons les troubles musculo-squelettiques selon trois écoles :

l'école des facteurs humains

l'école hygiéniste

l'école organisationnelle

Puis, nous réunirons ces trois écoles dans une approche globale en reprenant le principe de Mat Hagberg et coll. (1995) : **la macro-ergonomie**.

Enfin, nous proposerons une méthodologie d'intervention en entreprise. Elle aidera tous ceux qui s'intéressent au sujet à appréhender l'analyse et la prévention des T.M.S. .

Remarque : pour une commodité de présentation, le terme de T.M.S. sera conservé.

II PROBLEMATIQUE

1° Terminologie

En France, on retrouve l'expression Troubles Musculo-Squelettiques " (T.M.S.). Ici, c'est l'homme qui est concerné par la prise en compte de son complexe articulaire.

Au Québec, on parle de "Lésions Attribuables au Travail Répétitif" (L.A.T.R.)

En Grande-Bretagne, on cite "Repetitive Strain Injuries" (R.S.I.)

Aux Etats-Unis, on dit "Cumulative Trauma Disorders" (C.T.D.) ou " Repetitive Trauma Disorders" (R.T.D.). Ces trois expressions insistent sur des aspects bien particuliers du travail : force, répétition, traumatisme ... C'est la cause des troubles qui est désignée.

En Suède, on trouve "Work Related Musculoskeletal Disorders" (W.R.M.D.). L'approche du sujet est cette fois-ci beaucoup plus large puisqu'elle considère l'homme dans son environnement de travail sans préciser tel ou tel aspect .

Cette revue terminologique appuie la problématique . Elle montre d'une part la complexité du sujet et la diversité des points abordés ou considérés voire privilégiés dans l'étude des T.M.S.

2° SITES ANATOMIQUES CONCERNES PAR LES T.M.S.

Les troubles musculo-squelettiques touchent le complexe articulaire de l'homme. Mais, toutes les régions articulaires sont-elles concernées par le phénomène ?

L'IN.PACT (1994) nous dit que "les TMS liés aux gestes répétitifs affectent de plus en plus de salariés, que cela soit aux membres supérieurs comme aux membres inférieurs" L'activité gestuelle reconnue comme à risque, n'impliquerait donc que les membres. Sont-ils les seuls éléments anatomiques à participer aux mouvements et à la réalisation des tâches? Sont-ils les seuls sites articulaires exposés aux risques? Peut-être ne sont-ils cités que parce qu'ils sont les seuls à être considérés dans le tableau des maladies professionnelles ?

Le Dr. Eddy Kay (1992) s'intéresse particulièrement à la manutention. Il avance comme régions à risque : la colonne lombaire, la paroi abdominale et les membres supérieurs. Que deviennent les membres inférieurs ? Ne participent-ils pas à la manutention ou pas suffisamment pour être pris en compte dans le problème des T.M.S. ?

Cependant, cette étude se démarque par le fait qu'elle s'intéresse à des régions non mentionnées dans le tableau 57 des maladies professionnelles. Il est plus acceptable de partir du principe que tout complexe articulaire est susceptible de développer des troubles musculo-squelettiques. Surtout que depuis 1994 une commission spéciale à la Sécurité Sociale a été mise en place et peut reconnaître une pathologie non incluse dans ce tableau, comme maladie professionnelle. C'est un élargissement de reconnaissance.

Une équipe de l'Unité de Physiologie du Travail de Bruxelles (1993) relève quant à elle : le bas du dos, la nuque, les bras, les poignet pour finir par présenter le disque inter-vertébral L4-L5. Les zones à risque sont encore plus précises mais peut-on limiter la représentation de l'homme à un disque ?

En conclusion, l'homme est bien découpé dans son approche et la non homogénéité des études démontre à nouveau la complexité du sujet. Cependant, en réunissant ces trois exemples, nous retrouvons l'homme dans sa globalité sur un plan anatomique. Aussi, nous sommes amenés à penser que les troubles musculo-squelettiques peuvent intéresser l'ensemble du corps humain et surtout toutes ses régions articulaires sans distinction. Néanmoins, des régions sont peut-être plus exposées aux risques que d'autres.

III L'ECOLE DES FACTEURS HUMAINS

1° Les facteurs de risques

Elle représente une approche qui prend en compte les possibilités physiques et fonctionnelles des opérateurs. Elle tend à les exploiter dans un but de production. Elle étudie aussi les facultés perceptives et cherche le lien entre toutes ces informations et la réponse au travail.

Les facteurs de risque reconnus à ce niveau sont les suivants :

- les postures
- les amplitudes articulaires
- la force musculaire

En fait, c'est le mouvement ou l'activité gestuelle qui prédomine. Aussi, le geste répétitif est fortement reconnu comme responsable ainsi que les amplitudes articulaires extrêmes.

Prenons un exemple des dossiers adressés aux médecins du travail (1991). Le métier de scieurs et coupeurs présentent comme "facteurs générateurs de T.M.S. : la flexion répétée de l'épaule, la déviation répétée du cubitus, la flexion répétée du poignet, la pression à la base de la paume de la main ". Ce type de métier favoriserait alors comme troubles : une tendinite de Quervain ,le Syndrome du Canal Carpien (SCC). De tels gestes associés à une répétition importante sur des cycles courts, provoquent au niveau du poignet, un épaissement du ligament antérieur du carpe, une ténosynovite... comprimant ainsi le nerf médian dans le canal carpien. Les symptômes associeront douleurs, fourmillements, engourdissement (surtout nocturne), hypoesthésie des trois premiers doigts, une atrophie des muscles de l'éminence thénar avec une gêne aux mouvements d'opposition et d'adduction du pouce.

Il faut donc bien comprendre que les T.M.S. vont entraîner une altération des capacités fonctionnelles des opérateurs. Une lésion qu'elle soit articulaire, nerveuse ou musculaire présentera comme symptôme d'alerte une douleur puis une diminution des capacités gestuelle, une raideur articulaire... Des T.M.S. peut naître un handicap, lui même évolutif par la poursuite de l'exposition aux risques. (J.C. Cnoackaert- 1991)

L'étude serait incomplète si elle se limitait aux gestes. En effet, nous pouvons aujourd'hui reconnaître l'existence de facteurs associés tels que l'âge, le sexe ou encore le stress. Aptel et coll. (1994) écrivent "des modifications de la capacité fonctionnelle des salariés sont parfois liées à un état de stress ou du vieillissement, lesquels sont considérés comme des co-facteurs de risques des T.M.S."

Ces deux grandes séries de facteurs sont bien entendues liées : selon l'âge, les possibilités musculaires diffèrent. D'autre part, le stress amène une hyper-activité des catécholamines , neurotransmetteurs qui accentuent la charge musculaire... Il faut bien voir que le caractère évolutif est lié notamment à la variabilité individuelle.

Les actions de prévention dans cette école, proposent :

le respect de seuils fonctionnels

l'adaptation gestuelle

2° Le respect de seuils fonctionnels

Compte tenu de la reconnaissance d'un certain niveau fonctionnel comme dangereux pour l'opérateur et son complexe articulaire, il semble cohérent de concevoir une prévention qui encourage à respecter certains seuils. C'est à dire un respect d'amplitudes articulaires et un exercice limité de la force. Le tableau suivant présente plusieurs propositions pour l'articulation du poignet.

<i>Source</i>	<i>amplitude articulaire</i>
M. Aptel, I. Limousin, G. Didry, <i>I.N.R.S., France</i>	flexion forte > 30° flexion faible entre 30 et 0° zon neutre entre 0 et -30° extension faible entre 30 et -45° extension forte <-45°
M. Aptel, <i>U.A.P.E./I.N.R.S., France</i>	flexion importante flexion faible extension faible entre 10 et 20° extension importante
M. St. Vincent , D.Chicoine , <i>I.R.S.S.T., Montréal</i>	flexion + force importante 45° 20 à 45 N
J. Malchaire, B. Rezk-kallah, <i>U.H.P.T., Bruxelles</i>	flexion latérale effort exercé nul léger moyen lourd

Ce tableau nous montre combien il est difficile de définir des seuils fonctionnels. En effet, les propositions de chaque équipe sont différentes dans leur quantification. La qualification de l'exercice de la force ou du mouvement est laissée à l'appréciation subjective de l'observateur. Que faut-il comprendre par force importante ? extension faible ? Où est la limite avec une extension importante ? Ces arguments appuient encore une fois la complexité du problème. Vouloir établir une norme est bien illusoire. Nous savons d'ailleurs comme elle est "dangereuse" tant dans son interprétation que chacun peut en faire que dans le risque de sélection au travail. Aptel et coll. (1994) confirment cette idée "il est encore prématuré de proposer des valeurs limites".

3° L'adaptation gestuelle

Pour éviter des gestes à risque, certains proposent aux opérateurs d'adopter une nouvelle stratégie. Un exemple bien connu dans ce domaine est la formation en gestes et postures souvent dispensée par des animateurs C.R.A.M. (Caisse Régionale d'Assurance Maladie) pour prévenir les dangers de la manutention.

Dans les dossiers E.H.S.(1993), nous pouvons lire " la formation gestuelle tend à adapter l'homme à son travail, à sa manutention à effectuer...il y a deux façons de manipuler une charge : la bonne et la mauvaise ". Cette vision du travail est bien simpliste et d'ailleurs combien sont les échecs à ce niveau ! Adapter l'homme à son travail n'est pas acceptable, il ne résoud pas les difficultés. Il est par contre plus souhaitable de comprendre le travail pour le transformer et l'adapter à l'homme.

Ces mêmes dossiers poursuivent par "on est conduit à admettre que l'activité biomécanique et manuelle se circoncrit à l'utilisation du tronc et des membres". Il faudrait rappeler aux moniteurs que le geste est commandé par le système nerveux, que l'activité biomécanique est indissociable d'une activité cérébrale elle-même en relation avec l'environnement. Il est bien regrettable de vouloir réduire l'homme à un ensemble de bras de leviers ou à une machine effectrice de consignes. L'ergonomie ne peut accepter une réduction de l'homme mais le considère comme un être bio-psycho-social. Aussi, adapter le geste pour prévenir les T.M.S. est fort insuffisant.

D'autre part, comme nous l'avons dit précédemment, il est difficile de déterminer des seuils fonctionnels qu'il faudrait respecter. Considérant ce point de vue, comment pouvons-nous concevoir une éducation gestuelle fiable et efficace ? Avant d'encourager les opérateurs à organiser voire adapter leur gestuelle, il serait nécessaire de mieux apprécier le degré du risque.

En règle générale, il est recommandé en économie articulaire de respecter une position neutre c'est à dire celle qui sollicite le moins les éléments capsulo-ligamentaires. Aptel, Limousin et Didry (1994) préconisent " la main dans le prolongement de l'avant-bras, le coude à 90° et le bras dans un angle solide de 20 à 30°, les efforts de préhension ne doivent dépasser 20% de la force maximale." Une telle adaptation nécessite un apprentissage par les opérateurs et bien sûr une formation. Mais elle demande aussi une connaissance des possibilités des opérateurs : il faut définir la force musculaire maximale de chacun et surtout savoir la contrôler.

Cependant, il n'est pas démontré que le respect de cette position empêche tout développement de T.M.S. . Mais, c'est un moyen de réduire le risque.

En conclusion, nous pouvons retenir l'adaptation gestuelle et le contrôle de certaines positions comme piste de prévention. Celle-ci passe par la prise en compte des caractéristiques propres de la population et la formation de celle-ci. La formation encourage l'auto-gestion de sa santé. Aptel, Limousin et Didry (1994) proposent même une activité sportive et un entraînement au sein de l'entreprise...

Cependant il est nécessaire de bien évaluer les situations à risque avant de proposer une nouvelle façon de faire. Il faut identifier les phases les plus pénibles ainsi qu'apprécier la charge physique (*J. Malchaire, B. Rezk-kallah -1993*). L'analyse du travail est indispensable pour y répondre. Elle permettra d'apporter des propositions gestuelles adaptées tant aux situations de travail qu'aux opérateurs.

IV L'ECOLE HYGIENISTE

1° Les facteurs de risques

Le centre d'intérêt de cette école est l'environnement physique du travail et les répercussions sur la santé des travailleurs. Dans ce cadre, nous retrouvons comme facteurs de risque de T.M.S. :

- les vibrations
- les ambiances thermiques
- le dimensionnement du poste
- les outils

Une température froide peut détériorer la circulation sanguine des mains et notamment des extrémités distales des doigts. Des troubles sensitifs peuvent survenir ainsi qu'une altération fonctionnelle de l'ensemble articulaire main-poignet.

Les vibrations entraînent des microtraumatismes des os et altèrent ainsi les capacités fonctionnelles des articulations, le squelette perdant de sa résistance aux efforts.

Le dimensionnement du poste quant à lui rejoint le point des facteurs humains puisqu'il induit notamment les postures de travail.

Les outils rejoignent eux aussi les facteurs humains, ils induisent un geste ou une posture, une amplitude articulaire ou l'exercice d'une force. La tenue et l'utilisation des outils sont les conséquences de ce dernier. De plus, nous pouvons ajouter aux outils de travail, les pièces et divers matériaux à manipuler. Des auteurs tel qu'Aptel de l'INRS (1992), Kay (1992) de l'unité d'hygiène et physiologie du travail de Bruxelles présentent alors comme facteurs de risque supplémentaires le poids des pièces. En fait, il faut retenir la nature, le type de l'objet et son poids.

La prévention sur les aspects physiques et environnementaux s'appuie sur :

- le respect de niveaux d'ambiance
- l'aménagement de l'espace
- la forme des outils

2° Les niveaux d'ambiance

Puisque les vibrations et les ambiances thermiques sont reconnues comme facteurs de risques des T.M.S., il est intéressant de proposer une réduction de ces nuisances. Il s'agit d'éviter ou de réduire les situations dangereuses. Les solutions "idéales" consistent à agir à la source. Supprimer quand cela est possible la nuisance et respecter les seuils reconnus comme à risque. Sur ce sujet il existe des normes. Les respecter est déjà un moindre mal, aller au-delà est préférable.

- limiter les temps d'exposition
- augmenter une température froide
- proposer des moyens de protection individuelle
- etc

Cependant, toute proposition de correction suppose là encore une connaissance des situations à risque. C'est à dire une analyse du travail.

3° La conception de l'espace

L'espace et son aménagement doivent éviter les contraintes posturales pour les opérateurs et permettre de réaliser les tâches dans des conditions qui respectent tant les données anthropométriques que les capacités fonctionnelles. Le Dr. Eddy Kay (1992) propose de trouver la meilleure adéquation entre les dimensions corporelles de l'opérateur et son poste de travail. Plus cette adéquation sera respectée, moins les postures qui en découlent auront une probabilité d'augmenter le risque de T.M.S. .

Néanmoins, il ne s'agit pas de définir comme le suggère le Dr. Eddy Kay (1992), " un homme et une femme standard". Concept inacceptable qui tend à exclure une partie de la population :les plus grands, les plus petits, les travailleurs handicapés... tous ceux qui ne peuvent correspondre au standard. Il y a un danger de sélection du personnel. Et que deviennent les personnes déjà sujettes aux T.M.S. ?

Il faut donc tout de suite faire le lien avec l'importance de coupler l'aménagement de l'espace et les caractéristiques de la population. On rejoint donc l'école des facteurs humains.

4° Les outils

Les outils ont une part de responsabilité dans le développement des T.M.S. . En effet, ils participent activement à certaines situations à risque. Ils induisent un mouvement, une position articulaire, une pression sur les articulations, une tension ligamentaire...

Compte tenu des propositions d'économie articulaire que nous avons évoquées dans l'école des facteurs humains, le respect de ces consignes suggère de revoir la conception des outils manuels.

La prévention doit donc passer par la réalisation de nouveaux outils de travail. La coopération entre concepteurs et designers doit être encouragée. (*PREMUS-1992*)

L'expérience de l'entreprise Volvo Car est intéressante car elle intègre la participation des opérateurs . En effet ils ont leur avis à formuler à travers une grille d'évaluation ("*A good tool-check yourself . PREMUS-1992*).

L'environnement joue un rôle certain dans le développement des T.M.S. . Le modifier apparait comme une piste de prévention. L'ergonomie peut y participer . Encore une fois, l'analyse du travail trouve sa place puisqu'elle permet de relever les situations dangereuses et de définir des besoins. Aussi, c'est en collaboration avec les architectes, les ingénieurs et designers que l'ergonome pourra concevoir de nouveaux espaces et outils. La participation des opérateurs peut apporter des éléments complémentaires. Enfin, les caractéristiques de ceux-ci et les facteurs de variabilité sont là aussi nécessaires à intégrer.

V L'ECOLE ORGANISATIONNELLE

1° Les facteurs de risques

P. Negroni (1993) écrit "Pour l'instant il y a trop peu d'études et d'analyses de type mécanique et rien ne peut prétendre justifier clairement les causes réelles de la maladie et ainsi anticiper". Cette citation remet en cause les actuels facteurs de risque des T.M.S. et P. Negroni introduit l'idée que l'organisation du travail participe au développement des T.M.S. .

En matière d'organisation du travail, les causes sont généralement attribuées à :

- l'augmentation
 - de la production
 - de la productivité
 - des cadences
- l'automatisation
- la parcellisation des tâches

Les origines ne sont plus directement de type mécanique. Cependant, elles ont certainement un effet de ce type sur la santé des opérateurs. Il faut voir un lien direct entre les modes d'organisation et les phénomènes physiologiques des T.M.S. . En effet une hausse de la productivité ou des cadences peuvent être à l'origine d'une répétitivité gestuelle excessive, elle même reconnue comme facteur de risque. L'automatisation quant à elle laisse à l'opérateur des tâches dites très simples et répétitives (*J. Maline et coll-1993*). La parcellisation des tâches renvoie à des types d'activité répétitives et monotones. Certains vont jusqu'à accuser les modes de relations clients-fournisseurs . Le soucis de répondre en fonction des besoins sans faire de stock, l'organisation en juste à temps impose des périodes difficiles pour les opérateurs (*J. Maline et coll-1993*). Ces modes d'organisations ont de plus, tendances à

stresser les opérateurs qui ne peuvent alors prendre soins de leur santé (*P. Negroni-1993*). Voilà pourquoi de nouvelles démarches préventives proposent non pas de traiter le geste mais d'agir sur l'organisation du travail.

2° Pistes de prévention

A ce stade, la prévention ne cherche pas à isoler tel ou tel facteur mais à déreminer une situation référentielle (*J. Maline et coll-1993*). Il ne s'agit pas de quantifier tel ou tel facteur organisationnel mais de comprendre les liens de causalité entre un système et ses acteurs. L'objectif est de modifier l'ensemble des méthodes et procédures d'une structure.

Les solutions se tournent vers :

- un enrichissement des tâches
- l'élargissement des tâches
- la formation du personnel
- la rotation du personnel

L'enrichissement des tâches consiste à réduire le sentiment de monotonie, et le caractère répétitif. Il doit permettre l'intégration de périodes de récupération et ainsi empêcher par exemple des arrêts de tapis coûteux à l'entreprise (*J Maline et coll-1993*). Il doit assouplir un système de production rigide. L'élargissement des tâches et la rotation du personnel visent à diversifier les activités des opérateurs. Ceci passe par la formation du personnel et l'acquisition de nouvelles connaissances.

Mais la rotation ne sera efficace que si elle permet de diversifier les contraintes musculaires et articulaires et bien entendu si elle diminue les risques (*Aptel et coll-1994*).

Ces propositions visent en fait à modifier la répétitivité gestuelle et à réduire l'exposition des opérateurs à des situations qui seraient nuisibles.

Cependant, si les modes d'organisation tel que le juste à temps sont incriminés, ne faudrait-il pas approfondir la réflexion. C'est l'exigence des délais et de la production qu'il faut peut être reconsidérer ...Un problème de fond est peut être à revoir : par exemple reconsidérer la notion du temps, employer plus de personnel, redéfinir les relations clients-fournisseurs et les délais...

L'ergonome ne prétend pas vouloir reconcevoir l'organisation du travail mais doit prendre en compte certains indicateurs organisationnels car ils peuvent aider à comprendre l'origine des T.M.S. . L'ergonome participera à l'éclaircissement de causes de dysfonctionnement de l'outil de production. Il peut notamment aider à expliquer des arrêts de machines, un absentéisme. Ils peuvent être révélateurs d'un besoin de récupérer à un moment où les exigences de production ne le permettent pas. L'ergonomie pourra mettre à jour un lien probable entre facteurs organisationnels et problème de santé. Les solutions qu'il proposera devront à la fois répondre à des besoins de production et à un souci de protection de la santé. Mettre en évidence la part de responsabilité de l'organisation dans les phénomènes de T.M.S. par l'analyse du travail, permet de justifier la conception de nouvelles méthodes.

VI LA MACRO-ERGONOMIE

1° Présentation

Nous avons vu que chaque école apporte des éléments différents mais essentiels sur la compréhension des T.M.S..Il est clair que les troubles musculo-squelettiques sont d'origine plurifactorielle.

Un concept cité par Hagberg et coll.(1995), explique qu'un facteur engendre plusieurs effets

:

direct sur l'homme

indirect par son effet sur d'autres facteurs

Les facteurs sont donc liés les uns aux autres. En effet une augmentation de la cadence peut induire une répétitivité importante du geste. Des changements technologiques peuvent aussi être dus à une augmentation de la production entraînant elle-même des postures ou l'exercice d'une force tels qu'ils sont facteurs de risque de T.M.S....

La prise en compte d'aspects précis du travail et de l'homme ont permis de comprendre des éléments sur les mécanismes d'apparition et de développement des T.M.S..Mais, la considération globale du système homme-machine devient nécessaire puisqu'il s'avère si difficile de dissocier tel ou tel facteur. La macro-ergonomie peut y répondre. Elle retient :

la technologie

l'homme

les caractéristiques de la tâche

l'organisation du travail

Elle se donne pour objectif d'analyser les phénomènes locaux puis d'en comprendre les liens sur un plan global.

Une étude menée dans un atelier de confection de bottes a suivi une démarche globale en s'attardant sur les différents niveaux de compromis. (*cabinet AB Conseils-1993*)

Le terme de compromis signifie "la manière dont un membre de l'entreprise particulier compose entre les différentes exigences de la situation de travail et ses caractéristiques personnelles afin d'atteindre au travers de ses activités les objectifs fixés (ou qu'il se fixe) au sein de l'organisation."

L'étude porte tant sur les caractéristiques propre de l'homme , ses possibilités que sur les aspects environnementaux qu'organisationnels. Elle met en évidence les liens entre ces trois domaines et montre ainsi l'origine plurifactorielle des T.M.S.. Elle analyse ce qui se passe au niveau de l'homme et sa propre situation de travail ainsi que les liens avec les autres hommes et situations de travail. Les solutions proposées se situent alors sur un plan global et local. Il ne s'agit pas d'isoler un facteur et d'agir sur celui-ci mais de comprendre les relations entre les facteurs associés, de domaines différents. Les solutions proposées deviennent multidisciplinaires.

D'autre part l'approche globale peut même s'étendre jusqu'à la vie extra-professionnelle. Nous pouvons d'ailleurs lire dans le premier congrès PREMUS (1992) "they are many causes of musculoskeletal disorders? They can be caused by activities at home or during leisure time. Sport involve physical load."

L'intérêt de la vie extra-professionnelle est notamment d'appuyer la crédibilité et la reconnaissance de certains événements comme responsables dans la genèse des T.M.S. Le tennis est un sport qui sollicite les membres supérieurs : répétitivité du geste et force associée. Aussi il peut être à l'origine d'un trouble musculo-squelettique : le tennis elbow. La vie extra-professionnelle ne fait qu'appuyer la reconnaissance des facteurs de risque mais il ne faudrait pas que l'employeur se voit déresponsabilisé des troubles développés par le travail de ses opérateurs.

2° Origine plurifactorielle des T.M.S.

Nous savons maintenant que les T.M.S. se développent suite à une exposition à des situations modifiant les capacités fonctionnelles. Chacune fait l'objet de tentative de quantification . Nous pouvons ainsi dresser le schéma suivant (*IN.PACT-1994*) :



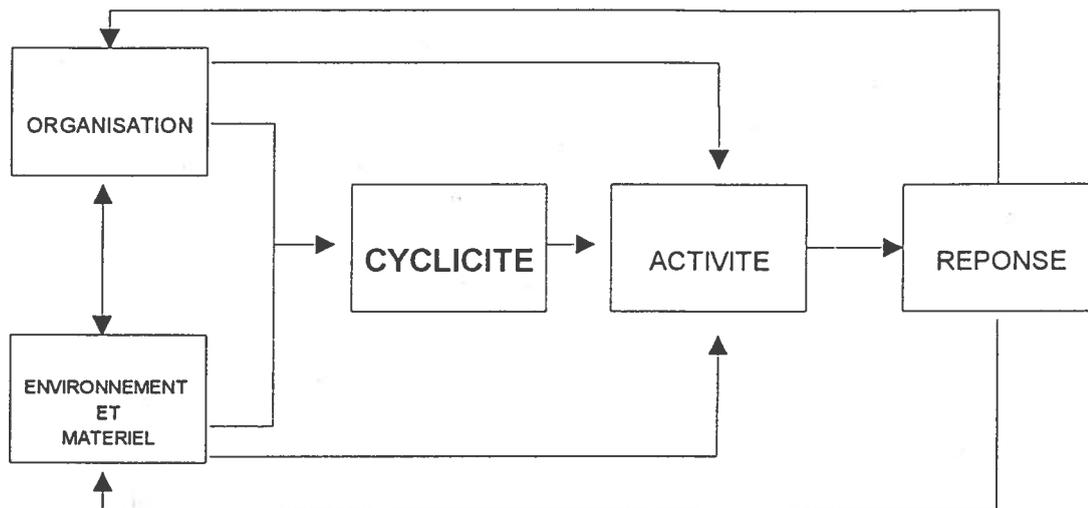
Mais, compte tenu des facteurs de risque que nous connaissons et de l'approche globale que nous voulons mener, nous pouvons compléter le schéma de la façon suivante , qui présente l'origine plurifactorielle des T.M.S. .

Il est essentiel de mettre en évidence les liens existants entre les indicateurs relevés. Cette étape permet ainsi de passer d'une analyse locale à une analyse globale.

Nous voyons ici l'intérêt du caractère multidisciplinaire de l'ergonomie. Il lui permet de s'attarder sur des points variés du travail et de les lier.

Il lui permet aussi de pouvoir échanger avec les intervenants des différentes disciplines et ainsi de pouvoir mieux comprendre les points qui sont observés et analysés.

Enfin, c'est en considérant tous ces éléments que nous pouvons élaborer une méthodologie d'intervention en entreprise.



La macro-ergonomie analyse donc les situations de travail en s'attardant sur chaque point de ce schéma :

l'activité humaine,

l'environnement et le matériel

l'organisation

Il est nécessaire de pouvoir identifier un caractère de "*cyclicité*". Ce terme comprend à la fois une connotation cyclique c'est à dire que des caractéristiques se reproduisent régulièrement, ainsi que la notion de répétitivité qui sous entend un aspect de rapidité. Le cycle sera donc assez bref : quelques secondes à quelques minutes.

La réponse correspond alors au travail (la production) et parfois au développement de T.M.S..

VII PROPOSITION METHODOLOGIQUE D'INTERVENTION

Compte tenu de la complexité du problème des T.M.S., et du caractère plurifactoriel et multidisciplinaire, une certaine méthodologie rigoureuse s'impose pour toute analyse du travail en entreprise. Elle n'a pas la prétention d'être la seule à suivre mais elle représente une piste à tous ceux qui s'y intéresseraient. Elle passe par une approche locale pour s'orienter ensuite sur une dimension globale à partir des éléments relevés. Elle nécessite la recherche d'indicateurs techniques, organisationnels et humains.

Elle se déroule au sein d'une équipe pluridisciplinaire.

Plusieurs étapes sont à suivre :

1. mettre en évidence des facteurs de risques connus par une description des activités de travail
2. déterminer les caractéristiques propres de la population
3. analyser les interactions entre les différents indicateurs relevés
4. rechercher des solutions globales et locales
5. évaluer et accompagner les changements

1° Mettre en évidence des facteurs de risque

Il s'agit de relever dans les postes de travail concernés les points qui semblent aller dans le sens du développement des T.M.S.. L'ergonome devra être curieux et savoir relever les éléments pertinents, ceux qui induisent une stratégie opératoire coûteuse pour le système musculo-squelettique.

Une tentative de quantification peut être intéressante, même si les actuels résultats sont encore embryonnaires. Elle peut aider à faire avancer les connaissances.

Nous proposons donc :

Identifier la pénibilité musculo-articulaire et posturale. Cette phase passe par une mesure de la charge physique (mesure de la fréquence cardiaque, électromyographie, goniométrie).

recherche d'un éventuel cycle de base (le cycle est court : quelques secondes à quelques minutes)

description des outils manipulés et de leur utilisation

analyse du dimensionnement des poste, des ambiances physiques si besoin

recherche des indicateurs organisationnels

2° Déterminer les caractéristiques propres de la population

Il est nécessaire de relever en plus des données habituelles, les capacités fonctionnelles des opérateurs. Une attention particulière sera portée sur les articulations fortement sollicitées dans les situations de travail étudiées.

Des informations sur la vie extra-professionnelle peuvent nous renseigner sur les incidences des T.M.S. en présence dans les activités de la vie quotidienne.

D'autre part, l'estimation de la douleur certes difficile car elle laisse une grande part de subjectivité, est utile. Elle est l'expression d'un conflit et peut représenter une limite dans les possibilités de faire et d'agir...

Enfin, l'évaluation du Stress peut se réaliser sous forme de questionnaire.

3° Analyser les interactions

L'analyse des observation va nous permettre de mettre en relation les données sur la population, les caractéristiques des postes de travail et l'organisation sur un plan local puis à un niveau global ;c'est à dire relier les différents postes de travail. Il faut coupler les exigences de l'entreprise aux incidences qu'elles enjendrent sur les opérateurs, sur leur façons de faire et de se comporter, sur leur santé.

C'est comprendre le lien de cause à effets entre les indicateurs et la réponse des opérateurs.

4° Rechercher des solutions

première étape

Les solutions seront à la fois locales et globales : locales car elles interviennent sur des points déterminés des postes de travail ou sur des indicateurs précis; globales car elles agissent sur le système de production, sur les liens entre situation de travail. Elles feront concilier les exigences de production et le respect de règles protectrices. Elles aboutissent aux transformations des situations de travail. Nous pouvons retenir :

- supprimer les positions articulaires extrêmes

- varier les positions

- concevoir en équipe pluridisciplinaire de nouveaux outils respectant les positions neutres ...

- respecter des niveaux d'ambiance

- intégrer des temps de pause

- élargir les tâches pour casser le caractère répétitif

- élaborer un plan de formation

 - sur l'apprentissage des nouvelles tâches

 - sur la santé :

 - apprentissage d'une auto correction

 - prise de conscience de la position de son corps

 - encourager l'élargissement de l'hygiène de vie hors

 - champ professionnel

Cette liste ne présente que quelques exemples et n'est évidemment pas exhaustive. Il conviendra à chacun de trouver les solutions appropriées aux situations de travail et à la population.

deuxième étape

Elle vise à anticiper sur les effets des transformations envisagées. : mener une reconstitution prévisionnelle de l'activité future probable.

Elle consiste par le biais de maquettes à réfléchir sur le fonctionnement des nouveaux moyens qui seront mis en oeuvre. Elle permet d'envisager les effets du changement et peut être de corriger. La participation des opérateurs et des différents intervenants est souhaitée.

Elle doit porter une attention particulière à la rotation : en effet celle-ci peut devenir néfaste si la variation des postes recrée des situations à risque.

Une grille d'évaluation qui sera remplie par les opérateurs permet d'apprécier la qualité de nouveaux outils ou d'un programme de formation.

5° Evaluer les modifications, accompagner

Cette phase se réalise à la mise en place des transformations et lorsque celles-ci sont opérationnelles. Un certain temps de recul est nécessaire.

L'évaluation permettrait de valider les modifications réalisées et de tirer certaines conclusions sur les TMS. Elle permet un ajustement des transformations et avec du recul de mieux concevoir les actions de prévention.

A ce titre il faut souligner l'intérêt du tableau de bord (*J. Maline et coll.- 1993*). Il représente une grille de suivi d'indicateurs relevés au cours des analyses du travail. Conçu simplement et clairement, il peut recueillir des données et suivre leurs évolutions .

L'ergonome peut revenir pour étudier les conséquences des changements mais il peut aussi déléguer un membre du personnel pour le suivi des indicateurs retenus. le médecin du travail peut en être l'acteur.

L'analyse des T.M.S. passe donc par plusieurs phases . Il est indispensable de mener une analyse du travail avec rigueur pour ne pas se disperser, le sujet recouvrant une certaine complexité. Le partenariat avec les opérateurs, le médecin du travail et différents membres de l'entreprise est indispensable tant pour comprendre le problème que pour concevoir et mettre en oeuvre des solutions.

Enfin, il est essentiel d'expliquer clairement aux responsables comme aux opérateurs ce que sont les troubles musculo-squelettiques et leurs conséquences sur la santé mais aussi sur le travail.

VIII CONCLUSION

Les troubles musculo-squeletiques représentent un sujet complexe. Son caractère plurifactoriel doit inciter à mener des études ergonomiques multidisciplinaires. Elles tendent à rechercher des indicateurs humains, environnementaux, techniques, et organisationnels. Leurs interactions sont essentielles à analyser. Les solutions proposées se situeront tant sur un plan local que global pour être efficaces.

Il faut d'autre part insister sur la nécessité de mener des actions de recherche pour mieux comprendre le phénomène. Il est souhaitable de travailler en collaboration avec des ingénieurs, organisateurs du travail, médecins, designers ...L'ergonome est un des acteurs de la prévention des T.M.S. mais pas le seul.

Une terminologie internationale commune doit elle aussi être encouragée afin d'homogénéiser les différentes actions dans ce domaine. Elle en faciliterait la compréhension par tous.

Le dépistage est indispensable et représente un moyen de prévention.

Enfin, l'information doit se développer et une campagne de sensibilisation ne pourrait-elle pas être mener au même titre que les campagnes contre le tabagisme...?

BIBLIOGRAPHIE

APTEL M. (1992)

Quantification des facteurs de risques bio-mécaniques du syndrome du canal carpien,
U.A.P.E., INRS

APTEL M., LIMOUSIN I., DIDRY G. (1994)

Troubles musculo-squelettiques du membre supérieur dans une entreprise de métallurgie :
diagnostic ergonomique et piste de prévention,
les notes scientifiques et techniques de l'INRS

CNOCKAERT J.C. (1991)

Troubles musculo-squelettiques,
Documents pour le médecin du travail, I.N.R.S.

ETIENNE P., HERVE J.B., PRIVET L., ZERDIB J.C. (1994)

Prévention des troubles musculo-squelettiques liés aux gestes répétitifs,
Guide IN.PACT, 67 p

HAGBERG M., SILVERSTEIN B., WELLS R., SMITH M.J., HENDRICK H.W.,
CARRAYON P.(1995)

Work related musculoskeletal disorders (WMSDs) : A reference book for prevention,
Scientific editor, 421 p

KAY Eddy (1992)

Lésions musculo-squelettiques et travail : revue du problème,
Cahiers de médecine du travail, volume XXIX,4

MALCHAIRE J., B. REZK-KALLAH (1993)

Etude des problèmes musculosquelettiques au poste de maçon dans la sidérurgie,
Unité Hygiène et Physiologie du Travail, Bruxelles

MALINE J., FRANCHI P., PELLEGRIN P., JABES A. (1993)

Affections péri-articulaires des membres supérieurs et organisation du travail : points de
repères pour intervenir,
XXVIII Congrès de la S.E.L.F., Genève

NEGRONI Philippe (1993)

Les troubles musculosquelettiques liés aux gestes répétitifs,
IN.PACT

Principes et techniques de formation du personnel aux gestes et postures de travail :
Contribution à la prévention des accidents et de la fatigue dans les opérations manuelles
(1993),

Dossiers Permanents E.H.S. 13, les Editions d'Ergonomie, Marseille, 32 p

Report from international Scientific Conference on Prevention of Work- related
Musculoskeletal Disorders, PREMUS (1992),
National Institute of Occupational Health, Sweden

RUAUD S., BENETTI A., ELIA C., JOSSE P., MARY I. (1993)

Prise en compte des facteurs organisationnels dans l'approche et la prévention des troubles
musculosquelettiques,
Cabinet AB Conseils, Angers

ST. VINCENT M., CHICOINE D. (1993)

Développement et évaluation d'une méthode d'analyse de postes destinée à la prévention des
atteintes musculo-squelettiques reliées au travail répétitif,
Institut de recherche en santé et sécurité du travail, Montréal

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

PARIS

Mémoire d'étude bibliographique

Valeur C

en Ergonomie

par

François MASSOLO

**Premiers jalons pour l'évaluation
des pratiques ergonomiques
en réadaptation**

Entre recommandation et co-construction

Soutenu le 7 juin 1996

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

PARIS

Mémoire d'étude bibliographique

Valeur C

en Ergonomie

par

François MASSOLO

**Premiers jalons pour l'évaluation
des pratiques ergonomiques
en réadaptation**

Entre recommandation et co-construction

SOMMAIRE

Chapitre 1- Introduction.....	p.3
Chapitre 2 - Un contexte d'intervention spécifique et prégnant.....	p.5
2.1 - Un contexte de demande particulier.....	p.5
2.2 - Un faisceau d'acteur.....	p.5
2.3 - Une contrainte de temps corrélée à un enjeu social.....	p.5
2.4 - Le financement.....	p.6
2.5 - Des perspectives d'évolution.....	p.6
Chapitre 3 - Spécifier, construire, transformer : des actions aux effets à apprécier.....	p.7
3.1- Des prescriptions aux effets indésirables.....	p.7
3.1.1 Expertise et spécification.....	p.7
3.1.2 "Effets de bord".....	p.8
3.1.2.1 Des recommandations non suivies d'effet.....	p.8
3.1.2.2 Effets sur le collectif.....	p.8
3.1.2.3 Représentations négatives sur le handicap.....	p.9
3.2 - Une construction de solutions aux effets recherchés.....	p.9
3.2.1 L'insertion comme projet.....	p.9
3.2.2 Un projet spécifique ?.....	p.10
3.2.3 Le préalable de la demande.....	p.10
Chapitre 4 - Evaluation des actions ergonomiques.....	p.12
4.1 - Démarches intermédiaires, une réalité à interroger.....	p.12
4.2 - Deux évaluations comme éclairage.....	p.13
4.2.1 Le Diagnostic Court ANACT.....	p.13
4.2.2 La réflexion post-intervention sur la conception des IHM.....	p.13
4.3 - La dimension pédagogique dans l'action ergonomique.....	p.14
4.3.1 Portée stratégique.....	p.14
4.3.2 Nécessité d'une étape d'explicitation.....	p.14
4.3.3 Traces écrites et restitutions.....	p.15
4.4 - La transformation des représentations : des statuts différents.....	p.15
4.4.1 La transformation des représentations comme effet.....	p.16
4.4.2 Moyen.....	p.16
4.4.3 Objectif.....	p.17
4.4.4 Condition.....	p.17
4.4.5 Indicateur.....	p.17
4.5 Quels modèles pour évaluer ?.....	p.17
4.5.1 Pertinence du modèle objectif/moyen ?.....	p.17
4.5.2 Un éclairage théorique.....	p.18

4.5.3 Paradigmes de l'évaluation.....	p.18
Chapitre 5 - Conclusion.....	p.20
5.1 Résultats, effets et enjeux.....	p.20
5.2 Des fonctions différentes pour l'évaluation.....	p.20
5.2.1 Evaluer les pratiques pour légitimer l'ergonomie.....	p.21
5.2.2 Evaluer les pratiques à travers leurs effets dans l'entreprise.....	p.21
5.2.3 Evaluer l'action de l'ergonome dans une visée réflexive.....	p.21
5.3 Le pilotage par évaluation.....	p.21
5.4 Perspectives pour les pratiques en réadaptation.....	p.22
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	p.23

Chapitre 1 : Introduction

Dans son propos introductif aux 2èmes journées d'études du GEDER¹ "Situation de handicap - Nouvelles approches ergonomiques"², Pierre NAHON, son Président, argumentait le choix de ce thème : " Situation de handicap, pour rappeler que le handicap est une notion relative, où les relations entre opérateurs et situation de travail sont centrales pour comprendre les processus d'insertion, mais aussi plus globalement l'entreprise.

Nouvelles approches ergonomiques, car dans ce domaine l'approche des situations handicapantes a mûri, s'est enrichie des développements de la discipline (conduite de projet, psycho-dynamique du travail, conception des aides techniques) et a considérablement consolidé son expérience de la pratique".

Qualifier certaines approches ergonomiques de "nouvelles", c'est déjà introduire un seuil qualitatif qui pourrait relever d'une évaluation des pratiques ergonomiques dans le domaine de l'insertion professionnelle des personnes handicapées. Et pourtant, ce thème de l'évaluation des pratiques en tant que tel n'a fait l'objet d'aucune communication pendant ces Journées d'Etudes. Il a été certes présent par l'évocation des effets négatifs produits par certaines formes d'intervention et des effets positifs recherchés à travers d'autres. L'ergonomie en réadaptation est traversée des mêmes riches débats que sa grande soeur "généraliste".

En l'absence d'une méthodologie d'évaluation particulière, une première phase exploratoire des pratiques développées dans ce champ particulier permettra peut-être d'entreprendre cette réflexion.

Parallèlement et conjointement à l'évolution de l'ergonomie dans son ensemble, cette ergonomie en réadaptation et ses contextes ont aussi évolué depuis l'énoncé d'une certaine définition ergonomique du handicap³ en 1982.

La loi du 10 juillet 1987 fixant l'obligation d'emploi de travailleurs handicapés et la création de l'AGEFIPH⁴ ont contribué à la fois à développer le volume des demandes et, par la mobilisation des entreprises et des organisations professionnelles, à structurer un type de demande plus global, plus collectif.

L'évaluation des pratiques ne peut ignorer le contexte spécifique du champ d'intervention. Dans le domaine qui nous intéresse, il se singularise par au moins cinq aspects : des

¹ - Groupement pour l' Etude et le Développement de l'Ergonomie en Réadaptation

² - Ces journées se sont tenues les 23 et 24 mars 1995 à PARIS

³ - D'après Barbier et Florès : " le handicap est la résultante d'une déficience compensée ou non et de situations de travail et de la vie courante, en face desquelles des personnes ne correspondant pas à la norme de l'Homme standard se retrouvent en situation de difficulté , voire d'incapacité à réaliser des tâches".

⁴ - Association de GEstion du Fonds pour l'Insertion Professionnelle des Handicapés

demandes émanant essentiellement de PME-PMI, la présence d'acteurs multiples impliqués dans un dispositif complexe, une forte contrainte de temps, l'impact des financements possibles, enfin l'émergence de nouvelles problématiques.

Schématiquement de l'intervention-correction où l'ergonome-expert produit des recommandations en terme d'aide technique, l'idée d'une intervention de type conduite de projet destinée à construire collectivement les solutions semble s'imposer a contrario. L'une et l'autre produisent des effets remarquables, spécifiques, indésirables, recherchés, induits...

Les évaluations opérées dans d'autres domaines (conception, diagnostic court, conduite de projet, formation) constituent elles-mêmes une ressource pour ré-interroger nos pratiques ergonomiques.

Plutôt que l'aménagement de poste ou la compensation de la déficience, la transformation des représentations est considérée comme le moyen, voire comme l'objectif à atteindre. Est-ce la mise en évidence récente de cet effet immatériel qui lui vaut de tels statuts ?

Légitimité de l'intervention et effets dans l'entreprise sont des objets d'évaluation évidents. Leur caractère récurrent dans les débats en témoigne.

Les modèles d'évaluation implicites pèsent sur notre lecture des pratiques. Il reste à construire des méthodes pour mieux comprendre ce qui se joue dans l'action ergonomique.

Chapitre 2 - Un contexte d'intervention spécifique et prégnant

Dans le domaine du handicap, les interventions ergonomiques conduites diffèrent par la variabilité des situations de travail, de handicap voire par le caractère énoncé comme spécifique de certaines déficiences. Cependant, elles ont toutes en commun de se dérouler dans un environnement socio-politique façonné à partir des lois d'intégration de 1975 et 1987⁵. La configuration particulière de ce contexte d'intervention devrait amener l'ergonome à une gestion des demandes qui tienne compte des logiques diverses, parfois contradictoires.

2.1 - Un contexte de demande particulier

Rappelons que la loi du 10 juillet 1987 fait obligation aux entreprises de plus de 20 salariés de s'acquiescer de son obligation d'emploi de travailleur handicapé. Parmi les quatre possibilités offertes par la loi, figure notamment le fait d'employer des travailleurs handicapés, une autre possibilité consiste à verser une contribution volontaire à l'AGEFIPH.

En 1994, l'AGEFIPH a financé près de 1200 interventions au titre des études et aménagements de poste et 370 au titre du maintien dans l'emploi, pour 100 MF, soit 15% de son budget d'engagement.

65% des 39000 embauches ont été réalisées dans des entreprises de moins de 20 salariés, les demandes émanent ou impliquent donc majoritairement des PME-PMI.

2.2 - Un faisceau d'acteurs

Qu'ils soient internes à l'entreprise (opérateurs, maîtrise, direction), interlocuteurs habituels (services de médecine du travail, services sociaux) ou partenaires institutionnels chargés de l'insertion des travailleurs handicapés (associations, EPSR, AGEFIPH, pouvoirs publics), tous sont appelés à intervenir à un moment donné dans le processus d'insertion.

2.3 - Une contrainte de temps corrélée à un enjeu social

Répondre à une demande dans un projet d'insertion ou de reclassement professionnel c'est souvent devoir répondre rapidement. Au risque, de voir dans le premier cas, l'offre d'emploi être proposée à un autre candidat qui ne posera "a priori" pas de problème et, dans le deuxième cas, de laisser se poursuivre ou s'aggraver une situation invalidante. Dans les deux situations, la fragilité sociale des personnes handicapées concernées est patente.

⁵ - Loi d'Orientation en faveur de l'intégration des personnes handicapées de 75 et Loi régissant l'obligation de travailleur handicapé du 10 juillet 1987

2.4 - Le financement

Les études préalables et les aménagements peuvent faire l'objet d'un financement partiel ou intégral par des organismes "ad hoc".

L'AGEFIPH peut être sollicitée à ce titre sous certaines conditions.

Au delà des conditions générales d'éligibilité de la demande de financement (soit globalement une demande émanant d'une entreprise privée pour une action destinée à un salarié bénéficiaire de "la loi de 87"), la mesure "Aménagements des postes de travail" est définie par son objectif "Modifier l'outil ou l'organisation de travail pour permettre l'emploi ou le maintien dans l'emploi de personnes handicapées identifiées" et dans son contenu :

- Etudes des moyens techniques et organisationnels à mettre en oeuvre pour réduire l'écart entre les exigences du poste et les aptitudes de la personne handicapée.

- Adaptation du poste et de l'organisation du travail aux aptitudes de la personne handicapée :

Les aménagements proposés doivent, se faire au regard de la déficience afin de compenser le handicap. Il peut s'agir d'un accès à l'emploi, d'un reclassement ou d'une évolution dans l'emploi".

Il n'est aucunement fait mention de méthode à utiliser pour l'analyse des situations et la mise en oeuvre de solutions.

Les financements sont attribués en deux étapes : la première pour l'étude et la deuxième pour les aménagements. L'attribution de ces financements est subordonnée à la constitution d'un dossier et à la production d'un rapport (dont le statut est à questionner).

"L'ergonome (peut) se retrouve(r)⁶ à agir en qualité d' "expert" pour le compte d'un financeur direct ou indirect mais dont le projet n'est pas à son compte et pour un maître d'ouvrage qui ne finance pas."⁷

De plus le financeur est aussi évaluateur et contrôleur, évaluateur de la pertinence globale des actions financées et contrôleur de la correcte utilisation des fonds.

2.5 - Des perspectives d'évolution

Sur le terrain, la question de l'insertion professionnelle, qui se présente le plus souvent sous l'angle d'un problème individuel, semble évoluer vers des approches plus collectives. L'émergence de politiques d'emploi, de prévention de l'exclusion, la prise en compte de l'impact des mutations technologiques liées aux changements de process nécessiteront de recourir à des interventions plus classiques de type projet de conception, de formation.

⁶ - N.d.A.

⁷ - POETE V. (1996) : Impact du financement a priori sur la conception d'une situation de travail, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.63-65

Chapitre 3 - Spécifier, construire, transformer : des actions aux effets à apprécier

3.1- Des prescriptions aux effets indésirables

3.1.1 Expertise et spécification

Face à un problème de handicap au travail (accès ou maintien), les solutions semblent s'imposer d'elles-mêmes. La solution technique correctrice ou palliative est souvent envisagée en premier recours. L'ergonome est alors appelé pour déterminer le bon choix, voire pour le valider, lorsque celui-ci a été arrêté par l'entreprise (parfois avec le soutien de partenaires comme un médecin du travail ou un chargé d'insertion). Cette réponse se doit d'être rapide, souvent sans que le problème ait été réellement posé.

Ex : Une entreprise de reconditionnement de téléphone fait appel à un ergonome, après avoir embauché 5 travailleurs handicapés, afin de déterminer les mobiliers les plus adaptés aux handicaps (notamment des sièges).

Les 5 travailleurs handicapés rencontrent des situations handicapantes différentes, engendrées par des tâches différentes et des déficiences différentes.

Deux expriment des souffrances dorso-lombaires mais occupent des postes différents. Le troisième se plaint de troubles articulaires. Le quatrième ne supporte pas, du fait de problèmes articulaires, la station assise prolongée imposée par la tâche. Le cinquième est qualifié de "caractériel" et est gêné dans son espace de travail par le port d'une prothèse de jambe.

Ces 5 personnes sont nouvellement embauchées par l'entreprise pour répondre à l'obligation d'emploi.

L'ergonome convoqué comme expert peut produire des recommandations ou un cahier des charges énonçant des spécifications, le plus souvent formulées sous l'angle technique, matériel visant une transformation du poste de travail, dans une optique palliative.

L'objet de l'intervention n'est pas le travail mais la fonction physiologique déficiente à remplacer, à assister, à préserver, pour permettre ou garantir la fonction de production. Le point de vue de l'emploi occulte le point de vue du travail. Cette relation linéaire entre déficience/incapacité et solutions produit des stéréotypes qui ne sont pas sans rappeler les standards ou les normes ergonomiques utilisées dans les spécifications en conception.

Un parallèle peut être réalisé avec le problème des spécifications dans le domaine de la conception des interfaces Homme-Machine⁸.

⁸ - LE PORT MC., La réflexion post-intervention : application à la conception d'IHM, Séminaire Cycle C, 1996, Paris, CNAM

L'énoncé de spécifications peut sembler répondre dans un premier temps à la question posée (il est sans doute des cas où elles suffisent), mais ce type d'intervention présente aussi des limites et des effets négatifs.

3.1.2 "Effets de bord"

L'expression "effet de bord" est employée par MC LEPORT⁹ pour qualifier des effets négatifs induits par des spécifications qui s'avèrent inapplicables .

3.1.2.1 Des recommandations non suivies d'effet

Si elles ne répondent pas notamment aux critères d'utilité ou d'utilisabilité¹⁰ , ces recommandations resteront sans effets.

Des aménagements peuvent perdre de leur utilité lorsque :

- l'opérateur handicapé élabore (seul ou en coopération avec le collectif de travail) des stratégies de compensation. Si ces compensations s'opèrent pas dans la limite d'effets trop coûteux du point de vue de la production ou du point de vue de la santé, elles constituent une évolution positive. Il n'en reste pas moins vrai que des investissements parfois lourd et onéreux peuvent perdre leur pertinence et devenir inutile.
- la tâche s'est transformée levant la situation handicapante.

Leur utilisabilité tant au sens fonctionnel, économique que psycho-sociologique peut être remise en cause. L'environnement technique ou organisationnel peut modifier les conditions d'utilisation (espace, contraintes de temps, exigences de qualité) et rendre inutilisable un équipement. L'évolutivité de certaines déficiences peut être à l'origine d'inadéquation. Un équipement peut être utilisable pour une personne handicapée mais constituer une gêne pour le reste du collectif. Le risque est d'installer des verrues sur le système.

Lorsque les deux critères ne sont pas ou plus remplis, le risque est de retrouver une nouvelle situation handicapante où la réalisation de l'objectif assigné par la tâche n'est plus possible ou alors à un coût humain tel que l'on peut craindre une situation invalidante.

3.1.2.2 Effets sur le collectif

La seule démarche de recommandations ne permet pas de prendre en compte la globalité des interactions notamment celles qui existent au sein du collectif de travail. "Pourquoi pas nous ? Il a fallu qu'on ait un travailleur handicapé pour qu'on se rende compte de nos conditions de travail, mais nous personne ne nous paye du bon matériel".

⁹ - LE PORT MC, op.cit.

¹⁰ - LE PORT MC, op.cit.

Ces réflexions recueillies auprès d'opérateurs non-handicapés mais souffrant illustrent la nécessité d'accompagner l'introduction d'équipements destinés à compenser le handicap. Les situations handicapantes révèlent souvent au grand jour, les conditions de travail difficiles rencontrées par l'ensemble des opérateurs. La question du handicap doit être abordée pour éviter des réactions de rejet par méconnaissance, par gêne ou encore par idéologie défensive de métiers ("Chez nous pour faire ce boulot, il faut avoir tous ses abattis !").

3.1.2.3 Représentations négatives sur le handicap

La demande étant formulée en terme de mobilier, d'aspects matériels, une réponse est attendue dans les mêmes termes. Un échec peut renforcer l'idée selon laquelle le handicap (au sens commun du terme) rend rédhibitoire l'accès à tel poste de travail, car même l'expert a échoué.

3.2 - Une construction de solutions aux effets recherchés

Peut-être pour éviter les écueils précédemment évoqués certains ergonomes positionnent leur action résolument sous l'angle de la conduite de projet. Ces interventions sont jugées "efficaces"¹¹ lorsque "...l'ergonome convainc l'entreprise de saisir l'occasion d'une réinsertion pour s'attaquer, plus globalement à son mode de fonctionnement".

3.2.1 L'insertion comme projet

L'insertion est alors considérée comme un projet. L'apport de l'ergonome consiste comme dans toute démarche de ce type, à analyser la situation de travail existante (et/ou de référence) pour éclairer les choix futurs, en faisant circuler un certain point de vue sur le travail pour **transformer les représentations**.

Il s'agit donc de tenter de transférer une démarche de conduite de projet aux acteurs de l'entreprise. La participation des différents acteurs à un projet d'insertion peut alors s'apparenter à la participation à un projet de conception industrielle.

Si dans un cas de figure, il s'agit de faire valoir et de s'appuyer sur l'activité pour appréhender un futur probable et concevoir les méthodes et les moyens de production (répondant aux critères d'efficacité, de sécurité et de confort), dans l'autre cas il peut s'agir, toujours à partir du travail réel, de déterminer les moyens et les méthodes qui permettent et/ou autorisent une insertion durable tout en respectant les mêmes critères.

¹¹ - DANIELLOU F., MARTIN C. (1996) : L'insertion une construction sociale et collective, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.10-12

3.2.2 Un projet spécifique ?

On retrouve dans ce type de démarche une des difficultés typiques des contextes de conception, soit la non-disponibilité de la population future, lorsque le travailleur handicapé n'est pas encore présent (arrivée ou retour) dans l'entreprise.

Dans le domaine de l'insertion, cette démarche de co-construction trouve en partie sa spécificité dans la diversité des acteurs, dans le phasage particulier qui doit prendre compte, en plus de l'évolution du groupe de projet, les caractéristiques propres à l'opérateur concerné (aspects de santé, aspects sociaux), les procédures administratives, les démarches de financement.

3.2.3 Le préalable de la demande

Généralement, la demande des employeurs n'est pas de transformer le travail mais de résoudre "un problème posé par une personne qui est handicapée". Quand bien même, il s'agit pour l'employeur de s'acquitter de ses obligations légales, employer un travailleur handicapé "qui pose des problèmes" reste perçu comme générant un coût supplémentaire réel ou potentiel. L'employeur souhaite aller vite, il est dans une logique d'emploi (de même que le travailleur handicapé, que le chargé d'insertion) qui n'échappe pas à une certaine règle d'opportunité.

Les échecs de démarches de co-construction sont imputables (ou imputés par les praticiens) à une demande qui ne peut suffisamment évoluer, à des déterminants de type psychosociologique (conflits antérieurs, représentations sur la déficience...).

D'autre part, les modalités de financement sont évoquées comme une difficulté par les ergonomes qui plaident pour ce type de démarche. Ces modalités apparaissent comme déconnectées du processus de construction collective. L'idée qu'un financement doit en principe compenser le surcoût¹², en terme d'aménagement, lié au handicap contrarie l'idée d'une dimension plus globale et systémique du travail.

Cependant, si un taux de financement conséquent de l'intervention et des investissements d'aménagements est permis par un objectif lié à l'insertion de personnes handicapées, une participation de l'entreprise (par un financement interne ou externe) est à envisager dès lors que l'intervention et les investissements débordent la problématique strictement liée au handicap.

Là encore, la question de la demande apparaît comme centrale.

Les deux approches précédemment évoquées représentent en quelque sorte les extrêmes de l'intervention de l'ergonome. La première, qui historiquement a été la plus pratiquée, n'est plus

¹² - Ceci nous renvoie à la métaphore hippique dont est tiré le mot handicap - Voir HJ STIKER "Corps infirmes et Sociétés".

satisfaisante (voire pour certains inacceptable) ; la seconde devenant, la démarche de référence.

Cette seule alternative permet-elle de répondre à la diversité et la complexité des situations humaines, sociales et techniques rencontrées ?

Si spécifier ne garantit pas la fiabilité des solutions et donc à terme celle de l'insertion, la démarche de type projet de transformation exclut les situations dans lesquelles la demande n'a pu être suffisamment élaborée. Il reste très hasardeux de chercher à poser des liens de causalité directe entre pratiques et effets.

Faut-il pour autant accepter de laisser des entreprises et des travailleurs handicapés sans réponse ? Doit-on "aménager l'acceptable" ?

Doit-on attendre que le dispositif législatif évolue ? Les praticiens en ergonomie doivent-ils s'interdire d'intervenir ?

Entre demande de spécifications et demande de transformation du travail, reste-t-il un mode d'action dans lequel l'ergonome peut tout de même faire valoir le point de vue de l'activité ?

Comment dépasser cette approche duelle où deux formes de pratiques sont renvoyées dos à dos, en négligeant des formes d'intervention intermédiaires ?

Chapitre 4 - Evaluation des actions ergonomiques

4.1 - Démarches intermédiaires, une réalité à interroger

Des formes de pratique ergonomique "intermédiaire", c'est-à-dire ni plus tout à fait de type prescription, mais pas non plus de type "intervention-canonique" tentent de répondre à la diversité et à la complexité des problèmes posés dans le domaine de la réadaptation.

Dans la mesure, où la perspective de changement n'est pas négociable d'emblée (du point de vue de l'entreprise, du financeur), il reste possible de faire valoir le point de vue du travail dans le projet d'insertion. L'ergonome peut reformuler l'action corrective demandée, dans les termes plus généraux, plus globaux autour de la question du travail (aspects de gestion, de formation, par exemple). Le demandeur peut être à même de comprendre que les solutions ne peuvent s'envisager éphémères mais durables.

Cette re-formulation peut-être formalisée dans les contrats, les restitutions et les rapports écrits.

Dans cette perspective, la phase d'analyse de la demande et du diagnostic revêt un caractère particulier. Non seulement pour les raisons méthodologiques qui imposent de rechercher les sources du problème avant de déterminer les solutions, mais aussi parce que cette étape s'avère stratégique pour la suite de l'intervention.

Une dynamique peut s'y engager, une dynamique d'élargissement du problème, de déplacement. En effet, le handicap par sa composante médicale rattache le problème à l'individu et par sa formalisation administrative le stigmatise. Le handicap de situation est une notion qui souvent s'efface au profit des notions de déficience ou d'incapacité.

Cette dynamique doit aussi permettre d'élargir le cercle des acteurs à d'autres intervenants (médecin du travail, chargé d'insertion, financeurs, bureau d'étude, DRH, ...).

"Quand on ne peut identifier ou classer un problème, il est souhaitable de s'appuyer sur des expériences passées et de proposer une solution analogique d'un problème déjà rencontré.¹³ "

En l'absence d'une évaluation proprement dite de ces pratiques "intermédiaires", une des façons de dépasser le débat d'opinion consiste à tenter le transfert de connaissances acquises lors de l'évaluation d'autres formes d'actions ergonomiques.

Nous proposons d'opérer une sorte de retour d'expérience inter-démarche à partir de formalisations disponibles :

- l'évaluation du diagnostic court¹⁴ complété de l'intervention de Serge Deltor¹⁵
- la méthode de conception des IHM¹⁶ (interfaces Homme-Machine)

¹³ - ATTIPOE A., DURSTEWITZ M., KARSENTY L., LAFRIQUE D. (1995) : La communication via documents dans les projets de conception, *Actes du Colloque 01 Design'95*

¹⁴ - BOUTTERIN C.- DELTOR S., GUERIN F. (1994) : Evaluation du diagnostic court, Montrouge, ANACT

¹⁵ - DELTOR S. (1996) : Evaluation du diagnostic court, Séminaire Cycle C, Paris, CNAM

4.2 - Deux évaluations comme éclairage.

4.2.1 Le Diagnostic Court ANACT

Ce type d'intervention a fait l'objet d'une évaluation¹⁷ externe conduite par un groupe pluridisciplinaire. Le recueil de cette évaluation est un document riche. Il nous est difficile de ne pas citer de larges extraits, tant les thèmes abordés croisent nos interrogations et nos intuitions.

Une certaine similarité des contextes d'intervention nous conduit à rechercher à travers cette évaluation des clefs de lecture de nos pratiques en réadaptation.

En effet, par définition le Diagnostic Court est une intervention de courte durée, gratuite et principalement mise en oeuvre par des petites entreprises. Il consiste en une aide à la définition de projets dans l'optique d'investissements à réaliser.

Deux enseignements majeurs sont à retirer :

- la dimension pédagogique de l'action
- l'importance des traces écrites et des restitutions

De plus, l'évaluation souligne que les intervenants développent et ont recours à des compétences qu'il conviendrait d'analyser.

En premier lieu, les évaluateurs soulignent la difficulté à mettre en évidence les effets de l'intervention. "Une action quelle qu'elle soit n'a jamais des effets déterministes directement observables. Elle s'insère dans les faisceaux d'autres actions plus ou moins repérables : elle n'est qu'un élément de la dynamique de l'entreprise à un moment donné".

4.2.2 La réflexion post-intervention sur la conception des IHM

L'évaluation conduite par MC LEPORTE¹⁸ sur ses propres interventions en conception est, elle aussi, riche d'enseignements :

- l'auto-évaluation est le fruit d'une construction qui a permis de dépasser le constat d'effets négatifs. Elle s'est construite dans une démarche explicative.
- l'évaluation a transformé la pratique de l'ergonome, dans le sens d'une réponse plus adaptée intégrant une dimension pédagogique.

Le domaine de la conception des logiciels, des interfaces Homme-Machine, du point de vue de l'action ergonomique, peut paraître très éloigné de celui de la réadaptation. Une des questions qui les rapproche est certainement celle des recommandations, des spécifications. Le parallèle avec les recommandations en terme d'aménagements "standards" en réadaptation s'impose.

¹⁶ - LE PORT MC, op.cit.

¹⁷ - BOUTTERIN et al., op.cit.

¹⁸ - op.cit

4.3 - La dimension pédagogique dans l'action ergonomique

4.3.1 Portée stratégique

Le Diagnostic Court est orienté vers la mise en mouvement de l'entreprise. Cette visée suppose un comportement stratégique de la part de l'intervenant pour à la fois apporter une réponse (mais peut-être pas la réponse directement attendue) à une situation dont l'enjeu social est fort et tenter le déplacement du mouvement initié par l'entreprise dans le sens d'un élargissement, peut-être au prix d'une prise de risque méthodologique. Cette ambition exige d'être présent dans le registre local et le registre global. "Le registre local est celui de l'opérationnel immédiat, de la résolution d'un problème ponctuel. Le registre global est celui de la stratégie, du long terme, des modèles de gestion". L'intervenant doit résister à la demande dans sa formulation initiale.

L'intervention est caractérisée par une dimension pédagogique répondant à **"la finalité de modifier les représentations et les processus de pensée"**, dimension dont le support est le comportement-même du diagnostiqueur".

Le terme de "posture" est sans doute à préférer à celui de comportement. L'intervenant adopte une posture clinique pour construire la connaissance en situation dans une démarche de co-construction. Il s'agit davantage de co-opérer que d'expertiser. "...L'observation a une fonction pédagogique : elle contribue à révéler ce qui est habituellement ignoré". L'intervenant dispose pourtant d'un guide méthodologique du diagnostic court qui pourrait l'amener à appliquer une méthodologie, une stratégie prescrite.

Lorsqu'il persiste "un écart entre la représentation que se construit le diagnostiqueur et ce qui est acceptable, assimilable, ce que peuvent entendre ses interlocuteurs d'entreprise", l'attitude adoptée est alors "une remise en question adaptée à la capacité de compréhension des interlocuteurs."

"Il faut que le temps du DC soit utilisé au mieux pour esquisser une prise de conscience du caractère stratégique de la question du travail".

A travers cette évaluation du diagnostic, l'importance du travail avec et sur les représentations est clairement présenté comme une finalité.

4.3.2 Nécessité d'une étape d'explicitation

L'évaluation conduite par MC. LEPORT montre qu'une "simple" prescription en terme de standard et de normes ergonomiques peut aboutir à une non-application de ces spécifications. Une nouvelle méthode de conception, élaborée à partir des enseignements de l'évaluation, introduit une étape supplémentaire formalisée par un "document intermédiaire" de spécification. "Le document de spécification de l'application précise la typologie et les

caractéristiques des utilisateurs, son contenu en terme d'objectifs recherchés par l'utilisateur pour réaliser sa tâche, et de fonctionnalité"¹⁹.

La prise en compte des besoins "du client" et des "utilisateurs", la phase intermédiaire de spécifications justifiées du point de vue du travail, transforment radicalement la posture de l'intervenant. Il ne s'agit pas uniquement de raisonner en terme de "processus technique"²⁰ mais aussi de "processus social"²¹. Cette étape intermédiaire qui a pour but d'expliciter des logiques signe une intention pédagogique qui n'est pas sans rappeler celle évoquée à travers l'évaluation du Diagnostic Court ANACT.

4.3.3 Traces écrites et restitutions

Dans les deux formes d'action, l'évaluation relève la nécessité pour les intervenants de laisser des traces écrites, de formalisation la "production ergonomique".

Pour MC. LEPORT, le document intermédiaire a pour but de formaliser les justifications qui ont permis de préciser les spécifications, non seulement dans le sens d'une définition de ces dernières mais aussi en terme de processus de décision, de choix en positif ou en négatif.

Dans le cadre du diagnostic court, le rapport final est certes une obligation. Mais ce rapport remplit aussi une fonction de formalisation de la démarche et de l'évolution de l'entreprise, dans sa découverte de la question du travail, et éventuellement de sa prise en compte.

Le rapport écrit n'est plus seulement un compte-rendu des résultats de l'application d'une méthode, mais il vise dans un souci "d'accompagnement cognitif" à retracer une évolution, une dynamique ou des logiques. Il permet de capitaliser les choix, les démarches, pour l'entreprise, pour d'autres intervenants, pour l'ergonome qui est intervenu lui-même.

Si par définition, un rapport écrit permet de laisser des traces, les restitutions sont elles, plus délicates à appréhender du point de vue de l'évaluation. Elles nécessiteraient la mise en place d'outils spécifiques (enregistrement audio, video, analyse de contenu, ...). On peut formuler l'hypothèse d'une portée pédagogique et stratégique. Pédagogique, par la révélation et l'explicitation d'éléments liés au travail, et stratégique, parce qu'elle est à même d'éclairer des choix, voire de les orienter.

4.4 - La transformation des représentations : des statuts différents

Cette posture pédagogique relevée dans le Diagnostic Court et dans la méthode de conception des IHM permet d'effectuer un apport de connaissances mais permet aussi de faire évoluer les représentations des concepteurs, du client, de l'employeur, de l'opérateur. Lorsque le chapitre

¹⁹ - LE PORT MC., op.cit.

²⁰ - GARRIGOU A. (1995) : La compréhension de l'activité des concepteurs : un enjeu essentiel pour les ergonomes, *Performances Humaines et Techniques*, 74, pp.12-18

²¹ - Id.

de l'évaluation s'ouvre, la transformation des représentations occupe une place centrale dans les débats de la profession, les ergonomes de ou en réadaptation n'y échappent pas.

Il y a d'abord lieu de s'interroger sur le statut de cette transformation : moyen, objectif, finalité, indicateur ou simple effet induit ou tout à la fois ?

4.4.1 La transformation des représentations comme effet

Parmi les effets qui accompagnent l'intervention de l'ergonome, les effets matériels sont les premiers effets repérables. Ils sont concrets, directement visibles et constituent des résultats tangibles pour le client. Leur permanence dans la durée peut être un indicateur des résultats de l'intervention. Par exemple, un aménagement spécifique visant à compenser un handicap au travail pourra s'avérer inutilisé ou inutilisable ("effet placard").

La production d'effets matériels s'accompagne aussi d'effets plus immatériels : évolution des rapports sociaux, modification des organisations, changement de comportement, transformation des représentations.

Ces effets sont liés entre eux. Mais constater les effets ne suffit pas pour établir des liens de causalité entre intervention et transformation des représentations.

Il peut aussi être tout simplement constaté et ne faire l'objet d'aucune prise en compte particulière.

4.4.2 Moyen

"Le rôle de l'ergonome est en continuelle transformation. En effet, celui-ci n'est plus seulement un fournisseur de données ergonomiques ou de connaissances sur le fonctionnement de l'homme. Il est aussi un intervenant du processus de conception, dont les objectifs sont d'améliorer les futures situations de travail du point de vue de la santé et de l'efficacité. Pour atteindre ces objectifs, il va alors chercher à transformer des représentations des autres intervenants de la conception portant sur l'être humain en situation de travail".²²

"La transformation des représentations sur le handicap.

Un des moyens de l'ergonome est de mettre en circulation un point de vue sur le reclassement de la personne handicapée qui mette l'accent sur les compétences (associés au fonctionnement du collectif de travail) et les compensations déployées dans la future activité."²³

²² - GARRIGOU A. (1995) : La compréhension de l'activité des concepteurs : un enjeu essentiel pour les ergonomes, *Performances Humaines et Techniques*, 74, pp.12-18

²³ - DUFFORT A., THIBAUT J-F.(1996) : Le processus de conception lors du reclassement professionnel ou du maintien dans l'emploi d'un travailleur handicapé, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.29-32

4.4.3 Objectif

"...dans un cadre plus général ça sert à quoi l'intervention d'un ergonomiste? Cela sert à modifier les représentations d'un certain nombre d'acteurs au sein d'une structure. Si l'ergonomiste n'a pas la capacité de faire évoluer la représentation des décideurs et acteurs de cette structure, il ne sert à rien. Cela ne sert à rien de mettre un bon siège, une belle table, de faire un investissement matériel dit ergonomique si, une fois que l'ergonomiste est parti cet investissement n'est pas utilisé. Cet investissement ne sera utilisé que si les représentations mentales des gens qui vont décider, qui vont coordonner, qui vont contrôler, qui vont changer le fonctionnement du système, vont changer par l'intervention.

Donc, on peut mesurer l'efficacité par le résultat de l'impact de l'intervention de l'ergonomiste sur ses représentations mentales. Mais comment mesure-t-on cela ?"²⁴

4.4.4 Condition

"...Il est nécessaire ici aussi de renvoyer aux acteurs une certaine vision du fonctionnement actuel, basée sur l'analyse de l'activité afin de faire évoluer leur représentation du travail."²⁵

4.4.5 Indicateur

Ces transformations des représentations peuvent aussi être choisies comme indicateur d'une certaine réussite (voire d'une réussite certaine) de l'intervention. Mais l'indicateur peut être à la fois l'objectif.

4.5 Quels modèles pour évaluer ?

4.5.1 Pertinence du modèle objectif/moyen ?

Cette énumération de points de vue d'auteurs-intervenants sur la transformation des représentations suscite quelques interrogations.

Ces affirmations traduisent peut-être un déficit d'évaluation sur un mode explicatif. Tout praticien a pu constater que le changement de point de vue, de regard peut survenir après un certain temps, certaines étapes de l'intervention notamment quand "ça s'est bien passé". Peut-on pour autant établir des liens de causalité de type objectif / moyen parce que l'intervention s'accompagne d'effets sur les représentations ?

²⁴ - LAURENT M. : Intervention Journée Thématique du GEDER, Rennes

²⁵ - DANIELLOU F., MARTIN C. (1996) : L'insertion une construction sociale et collective, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.10-12

4.5.2 Un éclairage théorique

D'après les présupposés théoriques concernant le rôle de la formation dans la transformation des représentations²⁶ :

La représentation peut-être considérée d'un point de vue dynamique comme un travail et comme un travail jamais achevé du point de vue des sujets.

Le changement dans l'ordre de l'action dépend du changement dans l'ordre de la représentation qui fait apparaître des structures nouvelles de la situation.

Le travail de représentation qui entraîne un remaniement et une restructuration au plan cognitif, contribue à créer et contribue à créer "un changement de point de vue" sur la situation permettant d'initier, d'activer ou de réactiver le processus du "concevoir autre chose", la situation et le rapport à la situation apparaissant sous un angle nouveau.

Mais ce travail de représentation nécessite des conditions particulières (contexte de formation, moyens spécifiques mis en oeuvre,...)qui me semblent très éloignées de celles des interventions habituelles,

Il serait logique pour transformer le travail de tenter de transformer les représentations.

Cependant, les formations élaborées à partir de ces principes se déroulent dans des contextes très différents de ceux des interventions généralement menées en entreprise. Elles supposent la mise en oeuvre de moyens adaptés, pertinents et maîtrisés dans un contexte de demande de formation pour atteindre un objectif énoncé et connu de tous.

Retirer de ces présupposés des éléments de méthodes, des principes d'action, voire un référentiel présente quelques limites.

Aussi la question du modèle théorique d'évaluation est à se poser pour éviter une approche "naïve" des phénomènes.

4.5.3 Paradigmes de l'évaluation

Il convient d'être vigilant au modèle d'évaluation (cartésien ou relativiste) qui sous tend les affirmations, les conclusions tirées des interventions.

Deux approches s'opposent :

- Une approche cartésienne qui ayant déterminé un référentiel, en apprécie l'écart avec l'objet à évaluer. Elle revient à poser la transformation des représentations comme objectif. Le référentiel ne fait pas l'objet, lui de l'évaluation²⁷. Une pratique ergonomique qui consisterait à appliquer une méthodologie fixée par avance pourrait se satisfaire d'un tel contrôle. "Si ça ne bouge pas, c'est un échec".
- Une approche relativiste qui construit l'évaluation en fonction de l'objet à évaluer. Elle doit permettre de rentrer dans la compréhension du processus. La première étape est donc de

²⁶ - TEIGER C. (1993) : Représentation du travail et travail de la représentation, *In Représentations pour l'action*, Weill-Fassina, Rabardel P., Dubois D., Octares pp.311-345

²⁷ - BERGER G. (1996) : L'évaluation comme champ culturel, comme paradigme, comme pratique, Séminaire Cycle C, Paris, CNAM

déterminer clairement l'objet à évaluer. Si l'on veut évaluer l'action de l'ergonome sur les représentations, il faudra en déterminer des indicateurs repérables, sensibles et pertinents. Une pratique ergonomique qui construit le problème doit bénéficier pleinement d'une telle évaluation.

Chapitre 5 - Conclusion

5.1 Résultats, effets et enjeux

Tout ce qui résulte de l'intervention de l'action ergonomique ne peut être ramené à un seul et même niveau. Il y a donc nécessité de hiérarchiser la "production ergonomique". Jacques DURRAFOURG propose la grille suivante :

	Constitution du point de vue de l'Activité	Construction du point de vue du Travail	Confrontation des points de vue
Instruction de la demande	OBJET de l'Intervention	POSITIONNEMENT de l'intervention	CONDITIONS de l'intervention
Formulation du diagnostic	Apport de connaissances sur l'Activité	Analyse du travail par l'Activité Mise en relation des Conditions de Travail	Mise en débat sur les critères de santé, d'efficacité
Définition des objectifs d'action	Enrichir du cahier des charges des transformations	Poser le Travail comme Variable Stratégique	Clarifier des marges de manoeuvre et des bases de compromis à passer
	RESULTATS	EFFETS	ENJEUX

L'hypothèse est que si l'intervention de l'ergonome a été efficace, il doit en rester des traces tout au long des 3 étapes classiques de l'intervention (analyse de la demande, formulation du diagnostic, définition des objectifs d'action) du point de vue:

- de l'Activité que l'ergonome est pratiquement le seul à faire valoir
- du Travail qu'il peut contribuer à structurer autour de l' Activité ou comment les autres domaines de l'entreprise sont articulés avec les problèmes de conditions de travail.
- des débats, des choix stratégiques dans l'entreprise, éclairés par l' Activité.

5.2 Des fonctions différentes pour l'évaluation

L'évaluation du diagnostic court de l'ANACT et la réflexion post intervention de MC. LEPORT montrent l'intérêt d'une démarche d'évaluation visant à comprendre les processus d'action pour modifier et enrichir la pratique.

Ces questions soulevées par le Pr Pierre FALZON, au cours du Séminaire CNAM de cycle C "L'évaluation de l'action ergonomique" amènent à considérer plusieurs niveaux d'évaluation et signalent des enjeux importants en terme de pratique.

5.2.1 Evaluer les pratiques pour légitimer l'ergonomie

L'évaluation sommaire des deux formes de pratiques présentées dans le chapitre 3 rejoint cette question de la légitimité. "Doit-on aménager l'inacceptable" ? Quelle est la valeur ajoutée de l'intervention ? Cette quête de légitimité nous conduit peut-être à formuler des référentiels d'action "pour être efficace l'intervention doit avoir produit tel effet".

5.2.2 Evaluer les pratiques à travers leurs effets dans l'entreprise

Les deux évaluations présentées dans le paragraphe 4 ont pour objet partiel d'identifier les effets de l'action pour en retour adapter la pratique.

5.2.3 Evaluer l'action de l'ergonome dans une visée réflexive

Les actions ergonomiques en réadaptation n'échappent pas à la règle qui veut que "la pratique ergonomique, c'est aller traiter des cas dans des univers très compliqués, avec des entreprises qui ne ressemblent pas du tout aux autres, avec des gens qui ne sont pas les mêmes ici et là, des organisations qui ne sont pas les mêmes...On est pris dans la variabilité et la complexité des situations ! Comment faire, en dépit de cette variabilité et de cette complexité, pour construire des savoirs plus généraux, des règles que l'on a construites en faisant des méthodologies que l'on acquises progressivement? Comment aider ce processus d'abstraction?". Ce niveau le plus fin a pour objet l'activité de l'ergonome dans le cadre d'une intervention. Le dicton " c'est le cordonnier qui est le plus mal chaussé" semble aussi s'appliquer à l'ergonome. Cet axe est suggéré dans l'évaluation ANACT "idée d'une métacompétence spécifique de l'intervenant diagnostiqueur, à construire"²⁸. "Cette métacompétence se détecte dans les traces de sa mise en œuvre, il reste à mieux la caractériser".

5.3 Le pilotage par évaluation

L'ergonome co-construit l'intervention. Il construit son activité et ses connaissances.

Un des axes pour suivre ses constructions consistera à exploiter les traces de l'intervention : les rapports écrits remis à l'entreprise, aux financeurs ; l'enregistrement des restitutions ; les traces techniques (équipement utilisés, non-utilisés, détournés). Cette auto-évaluation en continue peut permettre un pilotage de l'intervention.

²⁸ - BOUTTIN et al., op.cit.

5.4 Perspectives pour les pratiques en réadaptation

Ces pratiques trouveront à s'enrichir par l'apport des évaluations d'interventions et de pratiques réalisées dans d'autres champs (conception, formation,...). La formation des professionnels de l'insertion des personnes handicapés à l'ergonomie ou au moins à une certaine lecture ergonomique des situations de travail doit contribuer d'une part à modifier la nature des demandes et d'autre part à élargir l'éventail des emplois proposés aux personnes handicapés. L'évaluation de nos pratiques dans ce domaine a pour enjeu d'identifier les processus de transformation des représentations sur le travail et sur le handicap, pour mieux les prendre en compte.

La diversité des situations et des demandes a contribué à la constitution de certaines connaissances (parmi celles là, la maîtrise des dispositifs socio-juridiques de l'insertion, les stratégies spécifiques mises en œuvre par les personnes handicapées en fonction du handicap,...) et de certaines méthodes qu'il conviendrait d'identifier afin de les diffuser.

Enfin, nous formulons l'hypothèse que l'activité de l'ergonome est pour une bonne part de type méta-fonctionnelle²⁹. Il reste à en faire la démonstration, peut-être à travers une évaluation.

²⁹ - Il s'agit d'activités non directement orientées vers la production immédiate, activité de construction de connaissances ou d'outils (outils matériels ou outils cognitifs), destinés à une éventuelle utilisation ultérieure, et visant à faciliter l'exécution de la tâche ou à améliorer la performance.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATTIPOE A., DURSTEWITZ M., KARSENTY L., LAFRIQUE D. (1995)** : La communication via documents dans les projets de conception, *Actes du Colloque 01 Design'95*
- BEGUIN P. (1994)** : Travailler avec la CAO en ingénierie industrielle : de l'individuel au collectif dans les activités avec instruments, *Thèse de doctorat CNAM*
- BLANC P. (1996)** : Situations de handicap Nouvelles Approches ergonomiques, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.7-9
- BONNET C., GHIGLIONE R., RICHARD JF. (1990)** : Traité de psychologie cognitive tome 2, Paris, Dunod
- BOUTTERIN C.- DELTOR S., GUERIN F. (1994)** : Evaluation du diagnostic court, Montrouge, ANACT
- DANIELLOU F., MARTIN C. (1996)** : L'insertion une construction sociale et collective, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.10-12
- DELTOR S. (1993)** : PME-PMI : des acteurs et des méthodes pour transférer des technologies, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.44-46
- DUFFORT A., THIBAUT J-F.(1996)** : Le processus de conception lors du reclassement professionnel ou du maintien dans l'emploi d'un travailleur handicapé, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.29-32
- FALZON P. (1994)** : Les activités métafonctionnelles et leur assistance, *Le Travail Humain*, 57, N°1, pp. 1-23
- FALZON P., TEIGER C. (1995)** : Construire l'activité, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.34-39
- FALZON P., VISSER W. (1992)** : Catégorisation et types d'expertise. Une étude empirique dans le domaine de la conception industrielle, *Intellectica*, 15, N°3, pp.27-53
- FILIPPI G. (1994)** : La construction collective de la régulation du trafic du RER, *thèse de doctorat Université Paris Nord*
- FRIMAT P., LAFORCE E., VAXEVANOGLOU V., SIX F. (1993)** : Le rôle des régulations collectives dans l'insertion professionnelle d'opérateurs handicapés moteurs, In Les aspects collectifs du travail Six F., Vaxevanoglou V. (eds) Octares, pp. 191-196
- GARRIGOU A., CARBALLEDA G. (1993)** : Pour une approche réflexive en ergonomie: un exemple d'analyse a posteriori d'une intervention ergonomique, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.47-52
- GARRIGOU A. (1995)** : La compréhension de l'activité des concepteurs : un enjeu essentiel pour les ergonomes, *Performances Humaines et Techniques*, 74, pp.12-18
- LEPLAT J. (1992)** : L'analyse du travail en psychologie ergonomique, Toulouse, Octares
- de MONTMOLLIN M.(1994)** : Sur le travail , Toulouse, Octares
- MASSOLO F. (1993)** : Incidences de l'héminégligence en réadaptation professionnelle : apports conjoints des théories explicatives et de l'ergonomie, In Expériences en ergothérapie, IZARD MH., MOULIN M., NESPOULOS R. (eds), Paris, Masson

NAHON P. (1993) : Quelles pratiques de l'ergonomie dans les entreprises en faveur des personnes handicapées, *Performances Humaines et Techniques*, 64, pp.16-18

POETE V. (1996) : Impact du financement a priori sur la conception d'une situation de travail, *Performances Humaines et Techniques*, Hors série, pp.63-65

STIKER J. (1982) : Corps infirmes et sociétés, Paris, Aubier Montaigne

TEIGER C. (1992): Le travail, cet obscur objet de l'ergonomie, *Actes du Colloque Interdisciplinaire Travail : Recherche et prospective*, Lyon, CNRS

TEIGER C. (1993) : Représentation du travail et travail de la représentation, *In Représentations pour l'action*, Weill-Fassina, Rabardel P., Dubois D., Octares pp.311-345

**Communications du séminaire cycle C - CNAM :
"L'évaluation de l'action en ergonomie" 1995-1996**

BERGER Guy : L'évaluation comme champ culturel, comme paradigme, comme pratique.

BLASSEL Hugues : Choix des investissements en moyen de production, gestion des compétences et amélioration des conditions de travail.

BONNIFET Fabrice : Evaluation d'une structure documentaire d'aide à l'activité.

BOURDON Francis : Evaluation des formations à l'ergonomie des CHSCT.

CHESNAIS Marion : Evaluations des formations des préventeurs à l'ergonomie : des effets sur les pratiques ?

De MONTMOLLIN Maurice : Evaluation de l'action ergonomique dans la représentation qu'ont les décideurs de la conception.

DELTOR Serge : Evaluation du diagnostic court.

DURRAFOURG Jacques : L'évaluation de l'action du point de vue du travail.

FALZON Pierre : Les effets à moyen et long terme d'un recueil de connaissances.

GAUTREAU Marc : Effets immatériels de l'intervention d'un ergonomiste d'entreprise.

HUBAULT François : Niveaux d'intervention et critères "de validation".

LANOE Dominique : Retour vers le futur, ou l'évaluation des expertises CHSCT.

LAPEYRIERE Solange : Les écarts de représentation sur l'intervention : travail fantasmé, travail prescrit, travail réel.

LE PORT Marie Christine : La réflexion post-intervention : application à la conception d'IHM.

MARTINOT-LAGARDE Oïric : Les différents critères d'aboutissement d'un projet d'insertion.

MOISAN André : Evaluation d'une convention de recherche à la SNCF : les malentendus et leur production.

NEBOIT Michel : Evaluation de la participation d'ergonomes à la reconception de cellules robotisées.

NIKOLOPOULOU Hélène : Evaluation des coûts et bénéfices de l'action ergonomique dans les télécommunications.

SAUVAGNAC Catherine : Retour sur les lieux du crime : réflexion sur la traçabilité de l'intervention.

TEIGER Catherine : Evaluation des effets de la formation à l'ergonomie des acteurs de l'entreprise.

WISNER Alain : Evaluation de l'action en ergonomie.

**VALORISATION
DES SAVOIR FAIRE
SÉCURITAIRES DE PRUDENCE
ET
FIABILITÉ**

**Par Patrick Chalons
Mémoire du cycle C
C.N.A.M. 1995**

Améliorer la fiabilité d'un système par la valorisation des savoir faire sécuritaires: apports de l'ergonomie cognitive.

Introduction	p. 2
La fiabilité:	p. 3
Définitions	p. 3
L'erreur humaine	p. 4
L'erreur humaine et la fiabilité	p. 5
La construction des savoir faire de prudence	p. 6
La relation entre la sécurité et la fiabilité	p. 6
La fiabilité vue par les concepteurs	p. 7
La construction d'un savoir faire de sécurité spontanée de l'utilisateur	p. 9
Comment favoriser la construction des savoir faire sécuritaires?	p. 11
Les outils organisationnels	p. 12
Les outils cognitifs	p. 12
Les outils technologiques	p. 13
Conclusion	p. 13
Bibliographies	p. 14

Introduction

L'évolution des techniques de gestion et la compétition internationale amènent de profonds changements dans les méthodes de travail dans les entreprises.

A l'éclairage d'un accident mortel mettant en cause la conception d'une machine, nous nous proposons d'effectuer une revue des bibliographies récentes sur la construction et la mise en oeuvre des savoir faire sécuritaires.

Les tâches sont de plus en plus parcellisées et spécialisées. Les opérateurs vivent une mutation importante de leur métier. De techniciens, ils deviennent de plus en plus des gestionnaires de systèmes techniques compliqués ou d'équipes pluridisciplinaires extérieures à l'entreprise.

La prévention des incidents et des accidents de travail est la préoccupation de tout concepteur de système complexe. Ces choix sécuritaires sont arbitrés en fonction des contraintes financières. Des systèmes de défense : les sécurités actives et les procédures sont intégrées dans les systèmes de production. Leurs fonctionnements sont souvent obscurs pour l'utilisateur qui n'a pas participé à leur étude et leur élaboration.

Des risques de défaillances techniques et humaines persistent, générateurs de stress chez le concepteur et l'utilisateur. Il est le fait de l'évolution de la crainte matérielle d'un danger quotidien perceptible et mesurable vers une crainte immatérielle d'un danger plus aléatoire aux conséquences peu prévisibles, mais tout aussi présent.

Pour améliorer la fiabilité d'un système complexe, nous allons étudier quels sont les apports de l'ergonomie cognitive dans la construction des savoir faire sécuritaires et leur transmission entre les équipes conceptrices et utilisatrices.

La fiabilité

Définitions

sous l'angle de la technique

La fiabilité a, tout d'abord, été définie par les sciences de l'ingénieur comme une aptitude technique (d'un système technique) pour accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant une durée donnée. Cette définition s'est révélée rapidement incomplète, car le couplage homme - machine n'est pas abordé. Elle amène à distinguer la fiabilité humaine de la fiabilité technique. La nature des défaillances est ambiguë et aboutit à une multiplicité d'appellations (défaillances, dysfonctionnements, erreurs, fautes) avec la connotation qui s'y rapporte.

Il n'est donc pas possible d'opposer les facteurs techniques aux facteurs humains. La fiabilité d'un système est la résultante d'une fiabilité de conception et d'exécution, mais aussi du couplage des composantes organisationnelles, techniques et humaines.

(GUILLEVIC)

sous l'angle humain

Du point de vue de l'ergonomie, la fiabilité humaine peut être définie comme une "capacité de l'homme à accomplir une fonction" ou comme "une aptitude de l'opérateur humain à accomplir une mission". Appliquée à un système d'un ou plusieurs opérateurs et de une ou plusieurs tâches, elle peut être définie comme la probabilité qu'un individu, une équipe, une organisation humaine accomplisse une mission dans des conditions données à l'intérieur de limites acceptables pendant une certaine durée. (LEPLAT et de TERSSAC).

les limites de ces définitions

Ces définitions sont trop limitatives puisqu'elles amènent à considérer l'opérateur humain comme un agent d'infiabilité du système. Or, nous savons que l'opérateur est capable de faire varier son degré de mobilisation en fonction des situations et des exigences de la tâche, de faire face à des incidents ou mieux de les anticiper et d'empêcher leur survenue. A ce titre, il est également un agent de fiabilité.

La fiabilité humaine dépend aussi de la qualité du couplage entre les compétences de l'opérateur et le travail demandé dans des conditions données. Elle met à jour la notion de compétence contrariée, lorsque les moyens (techniques) sont absents ou inadéquats. (de TERSSAC)

La fiabilité humaine peut être finalement définie comme: "le corps de connaissances concernant la prédiction, l'analyse et la réduction de l'erreur humaine en se focalisant sur le rôle de l'homme dans une opération de conception, de maintenance et de gestion du système sociotechnique en sachant que l'homme n'est réductible à un facteur de dégradation de la fiabilité d'un système : il est aussi un facteur d'amélioration de celle-ci notamment lorsqu'il élabore ou met en oeuvre des solutions nouvelles". (EMBREY, LEPLAT et de TERSSAC).

L'erreur humaine

Quel est le statut de l'erreur humaine?

La notion d'erreur est inséparable de la notion d'intention?

Les actions sont - elles dirigées par une intention préalable ?

Les actions se déroulent - elles comme prévues ?

Aboutissent - elles aux fins poursuivies ?

les actions délibérées et les actions non délibérées

Les actions non délibérées dont deux classes: celles qui atteignent néanmoins leur but et celles qui ne l'atteignent pas. Elles sont la conséquence de moments de distraction dus aux variations de vigilance renforcée par l'exécution d'une tâche quasi automatique dans un contexte familier et une " capture " attentionnelle par quelque chose d'autre que ce qui est en cours. Elles correspondent à des échecs d'exécution et sont à rapprocher des ratés ou des lapsus.

Les actions délibérées ou fautes impliquent une incohérence entre l'intention préalable et les conséquences attendues, elles correspondent à des échecs de planification et se partagent entre: actions intentionnelles sans intention préalable et actions sans intention et actions involontaires. (REASON)

les erreurs: ratés et lapsus par rapport aux fautes

En terme cognitif, l'erreur est prise au sens générique, qui couvre tous les cas où une séquence planifiée d'activités mentales ou physiques ne parvient pas à ses fins désirées, et quand ces échecs ne peuvent être attribués à l'intervention du hasard.

Les ratés et les lapsus sont des erreurs qui résultent d'un défaut dans l'exécution et/ou dans le stockage d'une séquence d'actions, indépendamment de l'adéquation du plan qui les guide à son objectif.

Les fautes peuvent se définir comme des déficiences ou des défauts dans les processus de jugement et/ou d'inférence, qui sont impliqués dans la sélection d'un objectif ou dans la spécification des moyens pour l'atteindre, indépendamment du fait que les actions basées sur ce schème de décision se déroulent ou non conformément au plan. (REASON)

Les classifications des erreurs suivant la forme et le type

Les erreurs peuvent être classées en trois catégories:

Le premier niveau est **comportemental**, elle met en cause directement l'individu:

l'opérateur ou le concepteur, mais ne permet pas d'apprécier l'aspect séquentiel de l'activité de l'opérateur.

Le deuxième niveau est **contextuel**, plus intéressant, car on s'appuie sur des hypothèses causales et permet de recueillir le plus d'informations sur les conditions de survenue de l'incident, d'analyser les conditions d'apparition des erreurs et d'établir des relations entre le type d'erreurs et ses conditions d'apparition. Mais il ne permet d'expliquer qu'en partant de circonstances identiques, les résultats de l'erreur puissent être différents.

Le troisième niveau est **conceptuel**, il exploite des hypothèses sur les mécanismes cognitifs; ce sont les plus fructueuses. Il amène à distinguer les types d'erreurs et les formes d'erreurs.(REASON)

Le type d'erreur peut être classé en trois catégories: la planification, le stockage et l'exécution. Les fautes peuvent être subdivisées en une défaillance d'expertise (application inappropriée) ou un manque d'expertise (absence de routine appropriée). Les formes d'erreur sont très étendues et prennent leurs racines dans des processus cognitifs universels, les formes les plus intéressantes sont les biais de similitudes et de fréquence.(REASON)

L'erreur humaine et la fiabilité

Pour revenir en terme de fiabilité humaine,

" L'erreur est humaine, mais jamais seulement humaine "

A ce titre, l'erreur de l'opérateur est conditionnée par les situations techniques et organisationnelles dans lesquelles elle s'est produite,

" L'erreur est humaine, mais elle est positive "

Ce sont les erreurs qui permettent de constituer l'apprentissage d'une tâche, d'étudier des solutions pour améliorer le travail.

" L'erreur est humaine, mais elle n'est pas aléatoire "

Tout opérateur situé dans les mêmes conditions reproduira les mêmes erreurs, c'est à dire que le statut de l'erreur dépasse le contexte de l'individu.(GUILLEVIC)

Pour comprendre dans quelles circonstances l'erreur humaine met en défaut la fiabilité, il est nécessaire de clarifier au préalable la notion tâche/mission, la notion d'erreur/défaillance et la notion de récupération:

- strictement, la tâche est l'objectif assigné à l'opérateur, il comporte des instructions, des consignes, le dispositif pour réaliser l'objectif et les conditions dans lesquels la tâche est effectuée. Plus largement, nous dissociions la tâche prescrite (que l'on attend de l'opérateur) de la tâche effective (qu'il fait réellement).(NEBOIT).

La notion de tâche appliquée à un groupe correspond plutôt à la notion de mission.

- la défaillance technique et la défaillance humaine

Dans le cas de l'élément technique, la défaillance concerne par la cessation ou la non conformité du service attendu et la non réalisation de la tâche.

La défaillance humaine, par la cessation de l'aptitude de l'opérateur humain à accomplir une mission requise, prend une autre dimension puisqu'elle sous-entend des défaillances physiologiques et qu'elle peut être considérée comme une "faiblesse intrinsèque de l'opérateur" ce qui donne le statut négatif de l'erreur humaine.(NEBOIT, CUNY, FADIER)

- la fiabilité humaine comme résultante du système opérateur / tâche

Pour gérer les aléas de sa tâche, l'opérateur humain met en oeuvre des procédures de récupération en permanence pour lui permettre d'accomplir celle-ci.

L'activité de récupération consiste pour l'opérateur humain à ramener un résultat non acceptable à un résultat acceptable avant que l'effet ne soit irréversible.(FADIER)

La performance d'un individu ou d'un système est compromise lorsqu'il n'y a pas récupération de l'erreur ou de la défaillance technique par le système ou l'individu ou lorsqu'il y a combinaison négative des erreurs du système technique et des opérateurs humains.(FAVERGE)

La fiabilité humaine ne se limite donc pas seulement à la fiabilité intrinsèque de l'opérateur mais est la résultante du système opérateur / tâche. L'erreur doit être analysée, non, comme un écart à une procédure prescrite, mais comme le symptôme d'un mauvais couplage opérateur/tâche. L'opérateur humain doit donc être capable de gérer ses dysfonctionnements physiologiques et techniques.(NEBOIT, CUNY)

La construction des savoir faire de prudence.

Pour comprendre l'élaboration du savoir faire de prudence de l'opérateur, nous étudierons quelles sont les stratégies opératoires mises en place pour gérer ses prises de risques.

La relation entre la sécurité et la fiabilité

La sécurité est l'absence de danger, un système parfaitement fiable minimise le risque d'accident, mais l'inverse n'est pas vrai car incident n'est pas toujours accident, du fait de l'intervention humaine de récupération ou de correction, ceci a un coût pour l'opérateur surtout en cas de répétition des incidents. L'opérateur peut modifier sa prise de risque sous l'influence des contraintes de production, récupérer un incident n'est pas seulement réparer, mais aussi ajuster, réguler c'est à dire ramener à la norme. Il développe une **activité de récupération ou de régulation.**

L'incident est révélateur d'un état de dégradation, sa venue perturbe l'équilibre du système.(LOUKIL).

Pour pallier à ces défaillances techniques, l'opérateur reformule sa tâche "normale" (pour ne retenir que le but à atteindre) par la mise en oeuvre continue de savoir faire et de procédures de compensation spécifiques. Ce sont des solutions procédurales, des règles et de capacités fonctionnelles non écrites mises en oeuvre dans une situation de carence. Il acquiert des schémas d'intervention, d'habileté, de connaissances, de représentation. (LOUKIL)

Deux types de tâches prédominant:

la **récupération** où il cherche à résorber l'incident avant de poursuivre sa tâche par les mêmes moyens que ceux qui lui avaient été initialement assignés.

Les **vicariants** où l'objectif est atteint par des procédures de détournement, l'opérateur tourne la difficulté.

L'échec de la mise en oeuvre de celles-ci aboutit à l'accident qui s'inscrit donc dans un historique. (LOUKIL)

La **régulation** dépasse la simple récupération à posteriori d'événements. L'opérateur anticipe ceux-ci par la prise d'informations sur le fonctionnement du système à partir d'indices précoces.

Les dispositifs de contrôle et de commande ne permettent pas toujours de prévenir les dysfonctionnements surtout en mode dégradé, l'opérateur construit des repères qui sont pour lui des indices spécifiques par ses contacts directs avec la matière.

" Le monde est un cryptogramme, l'homme son décrypteur " disait BRETON.

L'opérateur construit une représentation fonctionnelle du comportement du matériel.

En l'absence de représentation, l'opérateur est aveugle et les signes avant coureurs d'un dysfonctionnement passent inaperçus. Dans un contexte dégradé, les pratiques de sécurité sont décontextualisées, la réalisation de la production sans danger est plus aléatoire avec un risque de conduites inadaptées elles - mêmes génératrices de danger avec négligence et scotomisation des procédures par un réflexe de peur

La fiabilité vue par les concepteurs.

" **Prévoir les incidents** " est une composante essentielle dans la gestion de la fiabilité globale d'un système. (LOUKIL)

La sécurité ne résulte pas essentiellement des compétences des utilisateurs, mais aussi des politiques élaborées (ou non) et mises en oeuvre (ou non). La connaissance du fonctionnement du concepteur, de ses **prises de risques**, des risques d'erreur engendrées par celles-ci est indispensable pour limiter ou anticiper les possibilités d'erreur humaine et assurer la sécurité du système .(REASON)

L'accident amène un réflexe de peur , une culpabilité car c'est une atteinte au corps qui peut aller jusqu'à la mort. Il déstabilise les représentations habituelles du travail et entraîne un **processus de réparation**. Au niveau psychique , il peut entraîner des troubles qui peuvent aller jusqu'à la névrose traumatique (syndrome de répétition ou obsession du retour de l'accident).(LLORY)

Dans des ensembles techniques de plus en plus élaborés, les cadres craignent les accidents et les incidents, non seulement pour leurs conséquences matérielles et économiques , mais aussi en raison de leurs incidences pour la santé de leurs subordonnés ou de la population environnante.(LLORY)

Dans la conception de l'installation, leur objectif est d'assurer la sûreté de l'installation en fonctionnement. Cet objectif est impératif pour réaliser le pilotage, la gestion, le contrôle, la réparation des installations et des systèmes techniques. Mais ces aspects sont assurés par des organisations humaines.

La prévention et la limitation des accidents se heurtent à l'aspect incontournable des facteurs humains.(LLORY)

Pour limiter l'influence des facteurs humains, un découpage à l'extrême (**heuristique**) de la tâche est pratiqué de manière à résoudre les problèmes de sécurité à des **algorithmes** possibles, choisir celui qui a le plus de chance de mener à la solution , mettre en place des systèmes de sécurité redondants puis élaborer des procédures.(LLORY)

La démarche heuristique ne favorise pas la surveillance dynamique du système complexe en fonctionnement normal et ce sont des décisions prises au niveau organisationnel et " managérial " qui sont à l'origine des incidents des systèmes complexes et bien protégés. REASON l'appelle l'accident organisationnel dont les effets se produisent sur le long terme dans un contexte de décision opaque.

L'évaluation raisonnable des défaillances de la technique, des insuffisances du savoir technoscientifique peut devenir intolérable mentalement et affectivement et fragilise le processus de décision du concepteur.(LLORY).

Le système et l'organisation mis en place ne réduisent pas totalement les incertitudes puisqu'une grève du zèle peut amener la paralysie d'un processus de fabrication.(LLORY)

Tous les aléas n'ayant pu être prévus dans leur totalité, les systèmes proposés étant le plus souvent opaques du fait des sécurités actives mises en place, les utilisateurs se retrouvent face à un fonctionnement incertain dont ils ne peuvent prévoir les effets.

Pour diminuer l'influence négative de ce stress, l'opérateur met en place des stratégies d'ajustements pour accomplir sa mission. (REASON)

La sûreté d'une installation ne dépend donc pas seulement des savoirs, des connaissances et des savoir faire des ingénieurs, mais aussi des connaissances et des savoir faire des opérateurs de terrain et de l'encadrement immédiat .(LLORY).

Les difficultés liées aux défaillances de conception des installations suscitent des tensions entre les opérateurs, entre encadrement et subordonnés . Les cadres dénoncent alors un manque de savoir faire , de formation des ouvriers et des employés , de sérieux , une indiscipline , une négligence . Dans certaines situations délicates , ils élaborent une stratégie défensive contre la peur liée à la nature même du process de travail et des incidents ou accidents qui peuvent se produire et dont ils se sentent responsables. (DEJOURS)

Cette stratégie défensive s'oppose à celle mise en place par les utilisateurs que nous allons maintenant étudier.

la construction d'un savoir faire de sécurité spontanée de l'utilisateur.

Les stratégies défensives des utilisateurs.

La stratégie de défense individuelle et/ou collective qui, dans certains cas, soulage la souffrance au travail, génère des **comportements paradoxaux**.

Ces comportements: attitude de dérision, d'insolence, de refus de port de protection, voire de défi aux risques, renversent symboliquement la position subjective des opérateurs vis à vis de ces risques. De victimes potentielles, ils deviennent acteur volontaire d'une pantomime dont ils maîtrisent, cette fois le scénario. Grâce à des stratagèmes, d'ailleurs coûteux psychologiquement, ils parviennent à s'affranchir de la perception constante et douloureuse du risque et de l'incertitude.(DEJOURS)

Ces comportements peuvent être collectifs et partagés par l'ensemble d'une profession pour assurer une efficacité symbolique.(DEJOURS)

La doctrine dominante, en matière de fiabilité, ne prend pas en compte cette dimension affective du travail dans des tâches impliquant des risques pour la sécurité et la sûreté. Cette dimension affective n'est pas utilisée essentiellement dans la lutte contre la peur, elle est aussi impliquée dans la capacité des opérateurs à intervenir sur le process de travail.

Lorsque les stratégies défensives des uns et des autres se font face, c'est la communication et le dialogue qui sont entravés.(DEJOURS)

Les stratégies défensives n'apparaissent que dans les situations de rupture. Le plus souvent, l'opérateur élabore des stratégies d'intervention pour garder des marges d'adaptation pour anticiper ou limiter les situations stressantes et/ou les risques encourus. (VALOT)

La construction d'un savoir faire de sécurité spontanée ou de prudence se fait par la création de pratiques informelles complètement intégrées dans le métier; l'appropriation par l'opérateur amène chez lui une **double transformation** par une sélection des consignes et l'introduction de pratiques complémentaires qui dépassent la sécurité et visent à prévenir les aléas de toute nature et facilitent le déroulement du travail, c'est une **approche positive de la sécurité**.(LOUKIL). Ce sont les métaconnaissances qui permettent cette transformation.

Les métaconnaissances.

Leur mode d'élaboration

Les opérateurs optimisent leurs actions en fonction de la connaissance qu'ils ont de leur propre fonctionnement cognitif et déterminent des préférences (RASMUSSEN).

L'opérateur intègre de nombreuses données de son fonctionnement cognitif pour définir la précision, l'efficacité, le coût de son activité et s'adapter aux exigences du contexte pendant les périodes de moindre activité.

Il élabore des **métaconnaissances** qui sont:

- des connaissances sur les connaissances de 2 types: de stratégie qui orientent la sélection, d'apprentissage qui permettent de modifier leurs propres connaissances
- des connaissances sur les compétences: sélection des connaissances pertinentes sur ses propres capacités cognitives comme la résistance au stress, capacité de focalisation en situation de forte pression temporelle. Elle traduit le compromis entre le coût cognitif et l'efficacité technologique.(VALOT)

Celles - ci permettent à l'opérateur de développer une **gestion des marges d'ajustements**:

- par un maintien de la précision d'une fonction par le relâchement d'autres moins indispensables (peut être aidée par la présence d'aide automatique).
 - par un partage de l'activité lors de la phase de préparation sous forme d'allocation de ressources pour définir un investissement cognitif le plus efficace, non optimal technologiquement parlant mais maîtrisé dans des marges tolérables.
 - par une évaluation des risques potentiels de dépassements des capacités cognitives en fonction des contraintes de l'environnement.
 - par l'élaboration de repères fiables et précis permettant d'évaluer l'interaction entre les capacités de l'opérateur et les capacités du système.
- que nous pouvons assimiler à une **gestion de ressource** résultante dynamique de l'ajustement entre un ensemble de mécanismes cognitifs, des effets des contraintes de l'environnement sur la personne et des effets de l'apprentissage.(VALOT)

Cette gestion de ressources prend plusieurs modes: des économies des activités *activité*, la distribution de l'activité, des stratégies différentes en fonction des situations rencontrées.

L'élaboration de ces métaconnaissances est individuelle, mais elles sont élaborées suivant 3 formes:

l'une est dépendante de la personne: la métacognition difficile à énoncer

la seconde opérationnalise la métaconnaissance: l'heuristique choix de solutions en fonction des résultats attendus

la dernière est dépendante du domaine: la procédure intégrée tant lors de la planification que de l'exécution.(VALOT)

Leur modélisation

La modélisation de l'ensemble des connaissances peut paraître paradoxal du fait de leur forte composante individuelle, mais si le contenu varie, les fonctionnalités restent les mêmes. Deux niveaux de l'activité cognitive peuvent être évoqués:

- le niveau **stratégique** a pour objet de sélectionner et d'organiser des procédures en vue d'un objectif à atteindre. L'opérateur développe des **heuristiques de préférence** qui opérationnalise son expérience à propos des situations rencontrées et de ses capacités cognitives de contrôle, de traitement des événements. Deux formes de métaconnaissances sont associées: des métaconnaissances de type classique " savoir sur le savoir " et des métaconnaissances sur son efficacité cognitive, ses risques d'erreurs, son degré de fiabilité.

- le niveau **procédural**, l'opérateur possède un ensemble de procédures qui servent au contrôle de l'activité en situation. Ces métaconnaissances sont activées dans deux situations: l'une " à blanc " lors de la validation de la planification, l'autre en cours de réalisation de l'action en situation réelles pour contrôler le déroulement de l'action.

Ces deux niveaux sont employés en interaction.

Les métaconnaissances évoluent en permanence avec l'apprentissage par la confrontation avec les résultats attendus ou obtenus et développent les connaissances sur l'exécution des procédures, sur leur efficacité et la qualité du choix des stratégies.

L'expression des métaconnaissances de compétence est difficile à formaliser, néanmoins quelques généralités peuvent être évoquées sur la réalisation de l'activité, le discours de l'opérateur, la tentative de généralisation entre les opérateurs.

Elles permettent d'apporter des éléments de compréhension entre les différents opérateurs.
(VALOT)

L'opérateur opérationnalise ces connaissances dans le cadre de ses activités métafonctionnelles dont l'objectif est de créer des outils et des savoir: savoir usuels ou des métaconnaissances centrée sur le futur et d'activités métaopérationnelles pour rendre possible la réalisation de la tâche centrée sur le futur.(FALZON)

Comment favoriser la construction des savoir faire sécuritaires.

Nous avons abordé tout d'abord la fiabilité d'un système, les relations entre la fiabilité et l'erreur humaine, mais aussi l'élaboration de savoir faire nouveaux, notamment la construction des métaconnaissances.

La formalisation de celles - ci et des activités métafonctionnelles sont des voies à approfondir pour améliorer la fiabilité des systèmes complexes. Nous envisagerons, quels sont les outils pouvant être mis en oeuvre pour faciliter la transmission des savoir faire entre les opérateurs de même niveau, les utilisateurs et les concepteurs.

En effet, si les utilisateurs sont amenés à gérer des situations nouvelles et élaborer des savoir faire sécuritaires nouveaux, il convient que ceux - ci puissent remonter vers le concepteur pour qu'il puisse lui - même mettre à jour ses propres connaissances.

Plusieurs types d'outils peuvent être proposés: les outils organisationnels, les outils cognitifs, les outils technologiques:

Les outils organisationnels.

Parmi les outils organisationnels, nous retrouvons:

- l'étude clinique des incidents et des accidents connus basée sur l'analyse des documents tels que fiches d'anomalies de qualité des produits ou des procédures, fiches de premiers soins ou déclaration d'accident de travail.

- Les grilles d'analyse de risques

L'évaluation Probabiliste du Risque est la plus connue,

Deux formes de base d'arbre d'analyse des causes: les arbres de défauts et les arbres événements.

Ils permettent d'identifier les zones potentielles à risque significatif et indique comment des améliorations peuvent être introduites et permet de quantifier le risque global présenté par une installation potentiellement dangereuse, puis d'élaborer des bibliothèques de cas.

- Les techniques d'analyse de la fiabilité avec la technique prédiction du taux d'erreur humaine intéressante mais l'activité de l'opérateur est découpée en tâches élémentaires. Ces techniques si elles sont intéressantes pour orientation diagnostique ne prennent en compte que les erreurs répertoriées dans la base de données. (REASON)

Plusieurs autres grilles d'analyse ont été étudiées. (REASON)

Ces techniques sont à pratiquer dans le cadre de réunion multidisciplinaire opérateur - concepteur, concepteurs de divers corps de métier pour en optimiser l'analyse.

Les outils cognitifs.

Parmi les outils cognitifs, nous retrouvons les outils d'accompagnement par la formation avec explicitation et analyse des processus par les concepteurs aux utilisateurs, la participation des opérateurs permet la reconnaissance de savoirs jusque là ignorés, la transformation de ces savoirs en compétences utilisables pour l'action. Une telle démarche assistée par un ergonome favorise le partage des savoirs par l'ensemble des opérateurs participants au groupe de travail.(FALZON)

L'auto-analyse ergonomique de l'activité s'effectue en présence d'un ergonome qui aide à la formalisation: des compétences conscientes mais jamais verbalisées; inconscientes mais conscientisables; enkystées car inexactes ou stéréotypées; qu'il faut déconstruire; "résistantes" difficile à exprimer car en contradiction avec certaines contraintes institutionnelles ou affectives; indicibles car ces activités sensori-motrices sont inexprimables du fait de l'automatisation; autocensurées car l'opérateur pense ne pas agir sur elles. Cet outil permet de faire découvrir à l'opérateur la complexité de leur propre activité et de porter un oeil critique sur elle.(FALZON)

Les outils technologiques.

Parmi les outils technologiques

Nous retrouvons l'élaboration de bases de connaissances avec création et mise en place de bibliothèques de cas, l'étude systèmes d'aides à l'abstraction proche des outils de simulation et des systèmes d'exploration de l'univers technique avec des systèmes d'aide à la conduite. Ces outils sont en cours d'étude et de mise en oeuvre encore spécifiques.(FALZON)

Conclusion

Ces différents outils permettent une évaluation, à partir du point de vue de l'opérateur, de la fiabilité et de la prévention de l'erreur humaine et une promotion de la sécurité intégrée dès la conception du système. Nous concluons sur le rappel des principes de conception définis par NORMAN:

- utiliser à la fois les connaissances "dans le monde" et "dans la tête" pour faciliter l'adoption d'un modèle conceptuel du système par ses utilisateurs, ce qui exige une cohérence entre le modèle du concepteur, le modèle du système et le modèle de l'utilisateur.
- simplifier la structure des tâches pour minimiser la charge de processus cognitifs vulnérables tels que la mémoire de travail, la planification ou la résolution de problème;
- rendre visibles à la fois l'aspect exécution et l'aspect évaluation d'une action; exploiter les correspondances naturelles entre les intentions et les actions possibles, entre les actions et les effets sur le système, entre l'état actuel et ce qui est perceptible, l'état du système et les besoins, les intentions et les attentes de l'utilisateur;
- exploiter la puissance des contraintes qu'elles soient naturelles ou artificielles;
- intégrer des erreurs connues dans la conception pour connaître leur mode de survenue, la récupération des erreurs, faciliter les retours en arrière et éviter les actions irréversibles
- la standardisation des actions, des résultats, des dispositions des écrans, celle-ci facilite l'utilisation du système mais ne prévient pas les erreurs, elle ne doit être utilisée qu'en dernier recours.(REASON)

Bibliographies:

- AGOPIAN D. , MANICUTA M. , SUCIU D.(1994), - Stress et sécurité des systèmes sociotechniques . *Ergonomie et ingénierie 1* , Congrès de la SELF , Paris , 21 - 23 Septembre 1994 , éd EYROLLES , p 469 .
- BAINBRIDGE L.(1991), - Les systèmes expert résoudre- raient - ils tous les problèmes des opérateurs . Conférence introductive . *Actes du colloque de Vandoeuvre* , I.N.R.S. Nancy Lorraine , 17 / 18 avril 1991 , p. 17 .
- BENSAÏD A. , DEJOURS C.(1994), - Psychopathologie et psychodynamique du travail . Editions Techniques , *Encyclopédie Médico Chirurgicale* (Paris , France) , Toxicologie , Pathologies Professionnelles , 16-535-P-10 , 1994 , 7p .
- DANIELLOU F.(1994), - La participation d'opérateur à la conception , une condition de la fiabilité . *Actes du colloque de Vandoeuvre* , I.N.R.S. Nancy Lorraine , 17 / 18 avril 1991 , p. 80 - 83.
- DARSES F. et FALZON P.(1994), - La conception collective , une approche de l'ergonomie cognitive . *Séminaire Coopération et Conception* , Toulouse , 1 - 2 Avril 1994 .

- DEJOURS C.(1991), - Approche du facteur humain dans la fiabilité par psychologie du travail . *Actes du colloque de Vandoeuvre* , I.N.R.S. Nancy Lorraine , 17 / 18 avril 1991 , p. 33 - 36 .
- EMBREY E.D.(1994), - Conception et mise en oeuvre de programme visant à la réduction de l'erreur humaine dans l'industrie . Conférence introductive , *Actes du colloque de Vandoeuvre* , I.N.R.S. Nancy Lorraine , 17 / 18 avril 1991 , p. 54 - 55 .
- FALZON P.(1993), - Médecin , pompiers , concepteur - *Performances Humaines et Techniques* , septembre / octobre 1993 - 66 p - p 35 / 44 .
- FALZON P.(1994), - Les activités métafonctionnelles et leur assistance . *Le Travail Humain* , 1 / 1994 , tome 57 , p 1 / 23 .
- GUILLEVIC G.(1991), - Les composantes humaines de la fiabilité . *Actes du colloque de Vandoeuvre* , I.N.R.S. Nancy Lorraine , 17 / 18 avril 1991 , p. 26 - 29 .
- LEPLAT J. ,de TERSSAC G.(1990), - Facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes , Présentation générale, in : *Facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes* , éd. Octarès 1990.
- LLORY (Annick) , LLORY (Michel) , BARRABAN (Pierre).(1994), - La mise évidence des savoirs faire de prudence lors d'une enquête de sécurité . *Ergonomie et ingénierie 1* , Congrès de la SELF , Paris , 21 - 23 Septembre 1994 , éd EYROLLES , p. 403 .
- LLORY (Michel).(1994), - La sûreté au quotidien et le spectre des accidents . *Ergonomie et ingénierie 1* , Congrès de la SELF , Paris , 21 - 23 Septembre 1994 , éd EYROLLES , p. 49 .
- LOUKIL W.(1994), - La sécurité en milieu industriel dégradé . Modalités des compensations des carences technologiques. *Thèse 1994.*
- NEBOIT M. , CUNY X. , FADIER E. , HO M.T.(1990), -Fiabilité humaine : présentation du domaine ,in : J. LEPLAT , G. de TERSSAC *Facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes* , éd. Octarès 1990.
- OCHANINE D.(1978), - Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail , Extraits de la conférence , U.E.R des sciences du comportement, 11/12 Mars 1976
- PRUVOT A.V., VAXENOGLOU X. (1989), - Enquête psycho-sociologique sur l'utilisation des protections respiratoires à la cokerie de SOLLAC Dunkerque. G.E.R.N.
- REASON J.(1990) - *L'erreur humaine* (1993.). *Le Travail Humain*, éd P.U.F. 1993
- de TERSSAC G.(1991), - L'opérateur humain comme acteur de la fiabilité / sécurité . Facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes , *Actes du colloque de Vandoeuvre* , I.N.R.S. Nancy Lorraine , 17 / 18 avril 1991 , p. 17.
- VALOT C. , GRAU J.Y. , AMALBERTI R.(1993), - Les métaconnaissances : des représentations de ses propres connaissances, *Représentation pour l'action*, p.271 - 293.

**CONSERVATOIRE NATIONAL
des ARTS et METIERS**

ERGONOMIE et NEUROSCIENCES du TRAVAIL

**REVUE BIBLIOGRAPHIQUE
CYCLE C d'ERGONOMIE**

***LE VIEILLISSEMENT ET LES NOUVELLES TECHNOLOGIES
DANS L'INFORMATIQUE***

**Luis Miguel LOPEZ
Septembre 1996**

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	3
RESUME	5
INTRODUCTION	6
PROBLEMATIQUE	7
I) Effet de génération	7
II) Autres facteurs qui rendent difficile l'accès de personnes âgées aux nouvelles technologies	7
III) Age et apprentissage	9
3.1. Tâche familière et compensation	9
3.2. Cadre expérimental et situation réelle.	10
IV) Apprentissage et formation	11
4.1. Accès à la formation	11
4.2. Le recours à l'expérience et le surapprentissage	11
V) Conception des Equipements.	12
VI) Vieillesse et capacités d'apprentissage : facteurs psychomoteurs et psychologiques.	13
VII) L'ergonomie des logiciels.	15
VIII) Contenu des tâches et Organisation du travail.	16
IX) Des nouvelles formes de Taylorisme ?	17
9.1. Stress et Informatique.	17
9.2. Le rôle des délais	17
9.3. Le travail sous pression.	18
9.4. Un espace de communication élargi.	18
9.5. Davantage d'autonomie et d'initiative.	18
9.6. Des salariés responsabilisés.	19
9.7. Un champ d'action étendue.	19
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	20
CONCLUSION	22

AVANT PROPOS

Avant tout il faut peut-être se mettre d'accord sur ce qu'on appelle : vieillissement et nouvelle technologie .

Si on considère le *vieillissement* comme l'inscription du temps chez l'individu, celui-ci provoquant des transformations à différents niveaux : biologique, psychologique, psychique, social et économique on arrive au repère principal qui est l'âge chronologique. Sa signification est toute relative et suivant les niveaux d'organisation auxquels on se réfère, on peut définir un âge biologique, un âge fonctionnel, un âge psychique, un âge social, ..

En principe, il est impossible d'assigner un âge biologique unique à un individu pris comme un tout puisque les organes (sensoriels, centraux et moteurs) intervenant dans le comportement vieillissent à des allures différentes ; nous devons au contraire le faire pour chaque organe séparément , à moins que l'on ne rencontre des organes dont le taux de vieillissement soit en corrélation. Plusieurs scientifiques ont tenté de résoudre ce problème en proposant des méthodes intégrant l'évaluation des « capacités » physiologiques et psychologiques en relation avec l'âge chronologique pour obtenir l'âge fonctionnel. Mais, sans doute, dû à leur complexité la plupart des études utilisent des échantillons classés selon l'âge chronologiques des sujets, pour des raisons évidentes de commodité.

Certains auteurs pensent que : « le vieillissement d'un individu est primitivement lié à l'efficacité, pour ne pas dire l'intégrité, des mécanismes régulateurs homéostasiques de l'organisme » et ils rajoutent « le vieillissement est tout d'abord le résultat d'une altération des mécanismes de contrôle plutôt que celui d'une altération de la fonction d'un organe ». Il est vrai que chacun entre nous peut mourir de vieillesse avec des milliards de cellules en bonne santé et même avec certains de ses tissus capables de se régénérer ». Sans qu'on puisse répondre actuellement en quoi le dysfonctionnement des systèmes que participent à l'homéostasie est la cause du vieillissement, il est probable qu'il y participe.

La question du rôle de l'environnement, et en particulier du travail, dans ces transformations biologiques avec l'âge est encore mal maîtrisé. Il reste encore des nombreux chaînons explicatifs à découvrir sur les relations vieillissement cellulaire, transformations pathologiques, et travail: s'agit-il d'un vieillissement accéléré, de phénomènes indirects où le vieillissement joue un rôle, ou bien d'altérations étrangères aux processus de vieillissement ?

nouvelles technologies, définition : selon le dictionnaire Larousse, la technologie c'est l'étude des outils , de machines, de techniques; ensemble de savoirs, des pratiques, fondés sur des principes dans un domaine technique.

L'usage courant confond technique et technologie ainsi donc le terme « nouvelles technologies » est un peu flou . Beaucoup d'auteurs définissent la technologie comme un ensemble comprenant la technique proprement dite et les savoirs faire afférents.

Les champs d'application se trouvent très souvent dans les industries manufacturières; comme exemple, les M.O.C.N. (Machine Outils à Commande Numérique), aussi dans d'autres industries la G.P.A.O. (Gestion de Production Assistée par Ordinateur) et dans les activités d'études et de recherche , c'est-à-dire le tertiaire dans son ensemble. L'informatique est omniprésente avec la C.A.O. (Conception Assistée par Ordinateur), la C.F.A.O. (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur), la D.A.O. (Dessin Assistée par Ordinateur), ...

J'ai préféré de ne pas aborder mon sujet sous l'angle de l'évaluation de l'action ergonomique surtout à cause de la difficulté d'avoir de références bibliographiques de

recherche sur lesquelles j'aurais pu m'appuyer. Par contre j'ai pris le choix de me centrer sur l'impact des nouvelles technologies chez les personnes vieillissant et notamment dans le domaine de l'informatique de bureau.

Résumé

Avant l'arrivée des nouvelles technologies on demandait : stabilité au travail; aujourd'hui en plus on demande adaptation aux nouvelles technologies. Ce qu'on observe, aussi aujourd'hui, c'est que le salariés âgés sont faiblement représentés dans la formation; il y a des stéréotypes, de la part des employeurs et même des propres intéressés, sur la motivation, la capacité d'apprendre.

Les plus âgés nécessitent plus de temps pour parvenir à un niveau de performance comparable aux jeunes : ils ont plus de difficultés à manipuler le matériel abstrait et spatial et plus de difficulté aussi à créer des images à partir de matériaux verbaux. Quand les tâches sont complexes et/ou quand la progression de l'apprentissage est rapide les difficultés se font sentir. Les situations d'apprentissage ne permettent que de manière très partielle le recours à l'expérience des individus. L'apprentissage est plus aisé chez les plus âgés lorsqu'il repose sur des connaissances acquises antérieurement.

Mais il faut quand même remarquer que les effets du vieillissement sur l'apprentissage restent cependant modérés jusqu'à (vers) 60 ans, donc durant la période d'activité professionnelle et aussi que la variabilité interindividuelle augmente avec l'âge.

Concernant l'apprentissage et la formation, des réflexions sont nécessaires sur l'introduction des changements intégrant la dimension de variabilité :

- associer les salariés dans la démarche de changement.
- autour de la pédagogie.

- rassurer les personnes âgées sur la crainte : par rapport à l'emploi, à la situation d'apprentissage (suis-je capable?), à l'enseignement proprement dit; mais aussi des craintes par rapport à une possible perte de leur savoir-faire et d'une certaine connaissance basée sur leur expérience; crainte face à la machine de faire des erreurs (peut-être irrécupérables).

D'une manière plus précise sur la formation, sachant que les différences s'atténuent au cours de l'apprentissage il faudrait se centrer plutôt sur le premier temps lui même avec des méthodes adaptées. Des solutions à rechercher en termes de :

- * Démarche active de découverte : « en faisant ».
- * proposition d'une graduation des difficultés avec progression de l'apprentissage.
- * actions basées sur l'activité des opérateurs.
- * développement d'une culture locale de transmission de savoir.

Pour l'après-formation :

* installer une procédure d'accompagnement pour s'assurer que les personnes formés tiendront sur les postes.

* éviter une trop grande spécialisation que les renfermerait dans leur activité et rendrait l'ampleur des changements plus importants par rapport à l'activité initiale (rupture).

* nécessité d'une formation réellement continue au cours de la carrière professionnelle qui ait un sens par rapport au déroulement des carrières désintéressées.

D'une manière générale des réflexions aussi sur :

* la polyvalence (connaissances plus larges et maintien de la capacité à apprendre).

* conception de nouveaux outils (ex.: pour palier des difficultés dans la manipulation du matériel abstrait).

* variabilité des formateurs (attitudes personnelles, niveau de connaissances, aptitudes et attitudes pédagogiques, ...).

INTRODUCTION

L'ampleur et la rapidité de changements technologiques constitue certainement un des phénomènes les plus marquants de ces dernières décennies.

Soit dans le domaine de la vie quotidienne, publique ou privé, on assiste à un foisonnement de machines nouvelles avec ces technologies récentes: distributeurs (de banque, d'essence, de boisson, ..), d'objets, gadgets, équipements dans les systèmes d'information, appareils ménagers programmables, les télédispositifs (achats, surveillance médicale à distance, ..), ... Dans le domaine professionnel aussi l'usage de nouvelles technologies ne cesse pas de progresser (Cézard, Dussert et Gollac 1993). Il en est de même concernant les machines spécialisées de traitement de texte (plus de 1,5 millions d'utilisateurs), le Minitel (plus de 4 millions), les techniques vidéo (plus de 1,2 millions) ou encore les robots ou les machines à commande numérique (entre 250 à 300.000 utilisateurs pour chacune de ces technologies).

Ce n'est pas seulement le nombre d'utilisateurs qui ne cesse de croître, mais aussi le temps passé sur ces machines. Cette pénétration touche un grand nombre de professions, et entre elles les spécialistes de l'informatique (analystes, programmeurs, pupitreurs, agents d'exploitation, ...) qui constituent une proportion minime des utilisateurs totaux (Gollac 1990). Mais cette progression n'est pas équivalente dans toutes les classes d'âge. On observe une sous-représentation de classes d'âge au-dessus 45 ans dans l'utilisation de l'informatique de bureau et une utilisation massive dans les âges intermédiaires (avec proportions équivalentes pour les deux sexes) des outils informatiques.

Comment expliquer ce phénomène? Pourquoi les nouvelles technologies informatiques conduisent-elles à la marginalisation de fait de certaines catégories d'opérateurs, notamment les **opérateurs âgés** (Marquié et Gollac 1989).

des études l'ont montré de façon détaillée, que la situation de la majorité des salariés âgés fluctue au gré du marché de l'emploi. En période de croissance, de plein emploi, de pénurie de main d'oeuvre, le salarié âgé est considéré comme un producteur efficace qu'on cherche à retenir au travail et à protéger. Il est fiable, expérimenté, fidèle, apte à apprendre et à s'adapter. Avec les crises économiques, le chômage, le sureffectif, le salarié âgé est perçu comme rigide, improductif, résistant au changement, démotivé, en somme quelqu'un dont il faut se séparer en priorité.

Un des résultats majeur de l'étude de Jean-Claude Marquié et Bruno Baracat (1992) est de nous apprendre *que la résistance au changement dépend moins de l'âge ou de quelque autre facteur individuel, que de la méconnaissance des conséquences de l'innovation*. Les réticences maximales se rencontrent chez les non-utilisateurs, plus encore s'ils sont âgés et surtout anciens dans les services, mais ces réticences s'atténuent ou disparaissent lorsque ces personnes commencent à utiliser les outils informatiques. Ceci montre clairement le rôle principal que peut jouer l'information et l'implication de tout le personnel dès les premières étapes de l'informatisation pour démystifier l'informatique, et donner les moyens aux employés d'évaluer réellement les conséquences, pour eux des transformations envisagées. Cela permettrait de diminuer l'anxiété qu'il est légitime d'éprouver face à tout changement ayant des conséquences pour sa vie quotidienne.

Le salarié âgé est devenu un *homme-en-sandwich* pris entre les transformations d'un modèle ancien (fin de carrière continu, du prima à l'ancienneté, de poste doux, de retraite à âge fixe et tardif), et les nouvelles orientations dans la gestion des entreprises (l'excellence, la qualité totale, la productivité à tout prix, les carrières et les retraites flexibles).

PROBLEMATIQUE

Quelles difficultés spécifiques peuvent éprouver ces opérateurs devant tels changements technologiques dans les environnements de travail?

La réponse à ces questions constitue un enjeu important lorsqu'on voit que l'informatique envahit tous les secteurs de la vie professionnelle et privée.

I) Effet de génération

La population active vieillit et ce vieillissement est appelé à se poursuivre dans les décennies à venir. Parmi les causes de ce vieillissement : les générations nombreuses nées après la guerre atteignent et dépassent les quarante ans; la fin de la scolarité est plus tardive; le taux d'activité des femmes de quarante à soixante ans s'élève, ...

L'entrée massive de l'informatique provoquant ce déséquilibre de classes d'âge dans l'utilisation de l'outil informatique (INSEE sur technique et organisation, 1987; sur conditions de travail, 1991) pourrait s'expliquer par un **effet de génération**.

Une bonne partie de la différence de culture informatique, liée à la formation scolaire reçue par les jeunes et pas par les plus âgés, devraient se résorber progressivement dans les 10 ou 15 ans qui viennent. Mais il faudra quand même tirer les conséquences de cet écart si l'on veut limiter la marginalisation de certaines catégories d'âge.

On pourrait s'attendre à que cette relation entre l'âge et la pratique de technologies nouvelles soit plus durable dans le temps. La rapidité des changements qui caractérise la technologie risque, en effet, d'introduire entre les phases successives de l'informatisation autant de distance qu'entre les systèmes de travail traditionnels et informatisés, et perpétuer ainsi le problème au-delà des générations actuelles.

Des études faites entre 1987 et 1991 nous montrent que tout se passe comme si les salariés qui utilisaient un ordinateur dans leur travail en 1987 continuaient encore en 1991 quelque soit leur âge, mais que les chances d'être un « nouvel utilisateur » s'amenuisaient nettement pour les générations les plus âgées. Et plus le travail sur ordinateur est intensif comme dans les cas des employés, plus la probabilité qu'un salarié « commence » à utiliser l'informatique dans son travail à un âge avancé se réduit encore. L'usage de l'informatique semblerait donc dépendre largement de l'âge au moment de l'introduction de l'informatique ainsi que des conditions dans lesquelles cette technologie a été introduite.

Etant donné la difficulté d'affectation des salariés de plus de 40 ans dans les années qui viennent il faudrait être vigilant aux pertes de savoir-faire et de compétences qui en découlent.

II) Autres facteurs qui rendent difficile l'accès de personnes âgées aux nouvelles technologies

Quels sont donc les facteurs qui, au-delà de l'effet génération peuvent rendre l'accès aux nouvelles technologies plus difficile aux plus de 45 ans?

Les âgés sont-ils réfractaires aux outils nouveaux? Quelles mesures dans le domaine de la formation, de la concertation, et de la conception des tâches et des outils facilitent ou

rendent plus difficile l'intégration des salariés les plus âgés dans les processus modernes de production?

Les résultats des enquêtes réalisées en 1992, par Marquié, Baracat et Thon, concernant l'utilisation de l'informatique donnent une représentation peu favorable des âgés, aussi bien chez les jeunes que chez les sujets âgés eux-mêmes sur des tâches pouvant nécessiter l'utilisation de matériel informatique de bureau. Ils trouvent 62% des personnes qui considèrent l'avancée en âge une difficulté plus grande à se mettre à l'informatique. Si ces représentations reflètent en partie ce que les individus constatent chez eux-mêmes ou dans leur environnement, il est possible qu'en retour elles caricaturent quelque peu la réalité avec le risque de la figer. D'autres études en 1992 apportent des résultats qui ne donnent pas une image systématiquement négative de l'attitude des personnes âgées. Des résultats plus encourageants, en particulier sur la traditionnelle croyance selon laquelle les personnes âgées ne sont pas désireuses ou capables d'adopter et/ou de suivre les changements technologiques n'est pas toujours vraie, notamment lorsque ces changements correspondent à leurs besoins et qu'ils leur sont présentés d'une manière adéquate.

D'autres chercheurs se sont intéressés aux attitudes d'adultes âgés avant et après un programme d'apprentissage d'un logiciel de PAO (Publication Assistée par Ordinateur), d'une durée de 2 semaines, d'accord à leur expérience en l'informatique. Les résultats ont montré que les attitudes des adultes âgés sont non seulement modifiables, mais que l'expérience directe de l'ordinateur est un moyen efficace de changement positif à cet égard.

Les non-utilisateurs se caractérisent surtout par le fait qu'ils ont une moins bonne perception de l'utilité des outils informatiques, et manifestent un intérêt pour leur utilisation moins grand. Ils sont plus nombreux que les utilisateurs à avoir une représentation négative des conséquences de ces outils sur les conditions de travail.

Après les non-utilisateurs, la variable la plus directement associée à des représentations peu favorables à l'égard de l'informatique est l'ancienneté dans le service et en troisième lieu c'est l'âge. Ces résultats (Marquié, Thon et Baracat, 1994) montrent que tant que ce « pas » n'est pas franchi, la perception de l'informatique est globalement peu positive. Lorsqu'il est franchi, alors les avantages de l'informatisation peuvent apparaître plus clairement aux opérateurs, et les craintes présentes chez les non-utilisateurs s'atténuent considérablement.

D'autres facteurs jouent aussi un rôle sur les variables mesurées: les opérateurs de niveau de qualification et de scolarisation élevé, et ceux qui font surtout du traitement de texte ou utilisent l'ordinateur pour divers usages ont sur tel ou tel aspect mesuré, ou sur l'ensemble, une situation et des habitudes plus favorables à l'égard de la technologie informatique.

Quels sont donc les facteurs susceptibles de générer ou de renforcer les attitudes observées chez les personnes non encore utilisatrices, surtout si elles sont âgées et ont une grande ancienneté dans le service?

Tout d'abord les représentations des opérateurs âgés peuvent différer des celles des jeunes parce qu'ils n'en sont pas au même point dans l'avancement de leur carrière, et n'ont donc pas nécessairement les mêmes intérêts: ils ont une probabilité plus grande d'avoir atteint une position terminale ou qui rend un avancement plus improbable.

Les nouvelles technologies sont souvent associées à des restructurations ayant des conséquences possibles sur l'emploi et le niveau de qualification. La crainte d'être remplacé par la machine est présente chez le personnel confronté à ses outils. Les plus âgés semblent être plus menacés que les jeunes à cet égard et perçoivent avec une anxiété plus grande tout événement susceptible d'avoir des conséquences sur ce plan.

III) Age et apprentissage

Un des moyens privilégiés pour acquérir la maîtrise d'une technique nouvelle est la formation, car elle permet de limiter le coût de l'apprentissage et d'optimiser les chances de succès. Peut-on considérer qu'un individu a, tout au long de sa vie, les mêmes aptitudes, les mêmes capacités pour envisager ces mutations et les formations qui les accompagnent?

Quel est l'impact de l'âge sur l'apprentissage?

Dans ce domaine des capacités et aptitudes il y a surtout de la recherche expérimentale. Selon nombreux auteurs, ces différences seraient liées non aux aptitudes des individus mais à la vitesse dans l'exécution de la tâche. Elles seraient à mettre en relation avec une diminution de la capacité de mémorisation et de compréhension de consignes : les sujets âgés mettent plus de temps pour assimiler une consigne surtout avec des tâches complexes. Lorsqu'il s'agit de tâches nouvelles ou celles impliquant des stimuli peu familiers ou s'inscrivant dans des contextes nouveaux on trouve des déficits liés à l'âge.

Dans les situations nouvelles, les capacités mises en jeu font appel aux capacités fondamentales de traitement d'information des individus et, en ce sens, sont particulièrement sensibles aux modifications biologiques qui affectent le comportement. Par contre dans les situations familières en plus de ces capacités familières se rajoutent un ensemble de connaissances acquises antérieurement dans de situations analogues ou comparables, permettent de retarder l'expression du vieillissement.

Dans la même ligne, pour Salthouse (1988) il y a des « processus » et de « produits ». Les process correspondent aux capacités de traitement de l'information fortement dépendantes de l'état de processus biologiques sous-jacents. Les products seraient les connaissances que les structures de traitement ont permis d'élaborer. Ces dernières joueraient un rôle plus ou moins important dans les tâches présentées aux sujets selon le degré de familiarité des sujets avec ce type de tâches.

3.1. Tâche familière et compensation

Mais pour T.A. Salthouse,(1990) il y a deux problèmes qui rendent difficile la conclusion définitive concernant la possibilité d'avoir des différences dues à l'âge entre tâches familières et non familières. Le premier problème c'est le concept de *familiarité* qui a été rarement défini de manière opérationnelle ou systématiquement recherché chez les adultes d'âge différents. En théorie quelques tâches sont exécutées plus fréquemment que d'autres et elles devraient être documentées avec évidence surtout celles qui concernent la quantité relative de temps dédiée aux différentes activités entre les échantillons d'adultes représentatifs.

Sans informations précises et détaillées de la vie de tous les jours, on trouve que pour ça que les jugements sur la familiarité des différentes tâches sont nécessairement subjectifs et de validité contestable. Le fait de savoir si les différences liées à l'âge, sont plus petites avec les tâches familières que avec des tâches non familières ou de nouvelles tâches constitue un seconde problème qui complique la réponse parce que les deux types peuvent varier dans d'autres dimensions que la familiarité. La familiarité peut être aussi confondue avec la quantité de *processing* dans ce que les tâches familières peuvent impliquer des opérations de *processing* moindre ou de niveau plus bas de complexité que les tâches non

familiales. Si on compare les tâches familiales et non familiales sur des dimensions telles que le type de cognition établie et la quantité de processing requis ne sera pas probablement facile, mais si les tâches sont équivalentes on peut être persuadé que les différences attribuées dans les âges observés tendent vers l'effet de familiarité.

La familiarité avec la tâche peut permettre aux travailleurs âgés de compenser les déficits physiologiques ou même cognitifs. Ainsi le sujet âgé arrive en général au même résultat que le sujet jeune mais par des voies différentes. Ces différences dans la façon d'aborder une tâche sont particulièrement intéressantes en matière d'information : un travailleur vieillissant, du fait de son expérience, a besoin de comprendre ce qu'il apprend, de le relier à ce qu'il sait déjà, donc en termes de pédagogie la formation ne pourrait pas être identique pour des jeunes débutants et pour de travailleurs âgés ayant une expérience.

Plusieurs mécanismes par lesquels l'expérience peut résulter en la préservation de la compétence globale malgré les déclinés lié à l'âge dans l'efficacité de processus basiques ont été relatés par Salthouse (1984, 1987, 1989). Par exemple, le fonctionnement effectif peut être maintenu par : a) *compensation*, c'est-à-dire les pertes dans certains processus sont compensées par des gains dans d'autres; b) *accommodation*, dans laquelle la nature d'une des activités est altérée pour minimiser les situations qui mettent en évidence le déficit; c) *élimination*, dans laquelle les processus handicapants sont graduellement réduits en importance quand la compétence dans les habilités relevantes se développent; et d) *compilation*, par lequel une fois que les habilités les plus importantes sont rassemblées ou compilées, elles deviennent indépendantes des déclinés subséquents dans l'efficacité des processus.

3.2. Cadre expérimental et situation réelle.

Mais dans ces problèmes d'apprentissage liés à l'âge il faut considérer leur cadre, c'est-à-dire le contexte professionnel qui est quand même particulier : les personnes face à la tâche se trouvent plus dans un cadre expérimentale. L'implication et la motivation sont sans doute beaucoup plus fortes dans une démarche personnelle ou professionnelle du fait des enjeux qui la sous-tendent. Pareillement les possibilités d'un transfert de connaissances sont plus aisées probablement : une de limites de l'expérimentation en laboratoire est d'enlever cette dimension de familiarité et d'expérience. Ceci pourrait expliquer l'écart observé quelques fois entre les données théoriques et le haut niveau de performance atteint jusqu'à un âge avancé dans certains secteurs (Marquié, 1988).

Le processus d'apprentissage est aussi évalué sur de *longues périodes* qui n'ont rien de comparable avec les protocoles expérimentaux.

La dimension temporelle est importante dans le processus d'apprentissage . L'âge de l'individu à un moment donné ne reflète pas seulement l'état de son évolution biologique. Le vieillissement est un processus dynamique qui recouvre également le produit de tout le cheminement de l'individu depuis sa naissance, ses conditions de vie, de travail, c'est-à-dire son expérience. Le vieillissement de l'homme serait ainsi la variable résultant d'un compromis entre des déterminants biologiques (génétiquement inscrits chez l'individu, eux-mêmes sensibles à l'environnement), et son expérience professionnelle (c'est-à-dire ses apprentissages, ses savoirs faire acquis au fil du temps). Cela lui permet de compenser parfois les conséquences de transformations biologiques en élaborant des stratégies et de modes opératoires. Alors dans les situations où les individus ont une pratique, une maîtrise importante de la tâche, l'impact du vieillissement biologique devrait être donc moins perceptible. Par contre, il serait plus aigu quand les mécanismes de compensation liés à l'expérience ainsi que leur expérience spécifique peuvent intervenir difficilement.

IV) Apprentissage et formation

La question que se pose aussi est de savoir si l'accès à la formation aux nouvelles technologies est équivalent pour les opérateurs jeunes et anciens. Des travaux avant les années 80 suggèrent une discrimination à l'égard des employés âgés dont le choix de personnes à qui est proposée une formation à l'occasion de changement technologique.

4.1. Accès à la formation

Mais la dessus il y a des désaccords une enquête faite par Marquié, Thon et Baracat (1994) obtient des résultats différents puis que le nombre de jours de formation reçue concernant les outils informatiques s'est avéré assez voisin dans les différents groupes d'âge. Il faut cependant signaler qu'un tiers des utilisateurs de l'informatique interrogés ont déclaré n'avoir reçu aucune formation, et que pour la grande majorité de ceux qui en ont reçu une, cette formation a dure moins de sept jours et souvent n'a pas dépassé trois jours.

Il semblerait que des durées courtes ont des chances d'être plus pénalisante pour les âgés. Les études de Czaja, (1989), Baracat et Marquié (1994) montrent en effet que les adultes d'âge moyen (40-50 ans) et élevé (plus de 65 ans) sont capables d'apprendre à utiliser correctement des logiciels informatiques, mais ont besoin d'un peu plus de temps que les jeunes pour y parvenir, et requièrent éventuellement un peu plus d'aide au cours de la formation.

Certains adultes âgés paraissent aborder ces nouvelles formations avec plus d'anxiété que les jeunes, et cette dernière est susceptible de perturber l'apprentissage, au moins dans ses premières étapes (Baracat et Marquié, 1994). La peur de se retrouver lors de l'acquisition d'un nouveau savoir de ce type dans une situation d'infériorité vis-à-vis des plus jeunes qu'ils estiment souvent plus capables qu'eux, de perdre le bénéfice des compétences acquises, la crainte plus grande de faire des erreurs, voir même d'endommager le matériel, sont en effet plus fréquemment observée avec l'âge.

4.2. Le recours à l'expérience et le surapprentissage

La possibilité d'exécuter un travail selon différentes méthodes permet de répondre aux excès de charge et fournit un moyen de compenser les difficultés entraînées par l'usage de certaines méthodes. Il y a des effets négatifs qui proviennent du fait que dans certaines conditions le stock de méthodes utilisable se réduit avec l'âge. Les possibilités de régulation étant alors limitées, la charge supportée risque davantage d'excéder le niveau accepté. Entre les raisons de cette limitation du nombre de méthodes on peut trouver, par exemple : *le recours à l'expérience plutôt qu'à de solutions originales*; cette tendance à faire appel aux méthodes déjà utilisés plutôt qu'à en rechercher des plus spécifiquement adaptés au problème a été noté déjà dans les années 70 Avec l'âge on recours moins volontaire au raisonnement direct sur les données d'un problème mais qu'on essaie davantage de le ramener à une classe de problèmes connus pour en déduire la solution ou la méthode à appliquer.

Sur apprentissage de certains méthodes; les travailleurs vieillissants se caractérisent souvent par le fait qu'ils sont devenus surentraînés dans un certain domaine - ceci valant aussi bien pour des travaux mettant en jeu de manipulations que pour des travaux plus purement intellectuels. Il existe en effet des automatismes cognitifs, comme des automatismes sensori-moteurs. Avec le temps, ces automatismes perdent leur motivation,

c'est-à-dire que l'opérateur arrive de plus en plus difficilement à les justifier (il sait faire les opérations correctes, mais il peut de plus en plus difficilement dire pourquoi il le fait). Il s'en suit une certaine rigidification et une perte d'adaptabilité de telle façon qu'en face d'une modification de la situation, l'opérateur aura toujours tendance à recourir au même type de méthode alors que des méthodes plus économiques pourraient être découvertes. Une longue expérience continue dans un champ étroit peut entraîner une rigidité d'esprit qui rend difficile l'élimination non seulement des habitudes, mais aussi des attitudes qui ont été acquises dans des travaux antérieurs.

Enfin l'après-formation est une période particulièrement difficile, car c'est un moment où les opérateurs se retrouvent bien souvent seuls devant leur machine sans aide. Ceci est fortement ressenti lors de la phase de transition entre le système ancien et le nouveau système informatisé. Donc la charge de travail est alors importante du fait que l'apprentissage n'est pas terminée, et que ils doivent travailler simultanément avec l'ancienne méthode et la nouvelle pendant un certain temps. Période délicate où le risque d'erreur, incident et découragement est important.

V) Conception des Equipements.

Concernant la conception des équipements on peut dire qu'en informatique les utilisateurs subissent assez souvent d'une abondance d'information à gérer, d'une taille trop petite des caractères, ... Outre des difficultés de nature anthropométriques, pas totalement spécifiques aux personnes âgées on arrive à mettre en évidence des problèmes relatifs aux propriétés physiques et psychologiques des informations présentées.

Une des caractéristiques des nouvelles technologies est qu'elles ont réduit progressivement l'ensemble des modalités possibles de prise d'information.

Dans la mesure où on admet l'idée que toute activité mentale porte sur des symboles, la charge de travail doit avoir un rapport, pour un individu donné, avec l'adéquation à la tâche proposée des systèmes symboliques aux langages disponibles. En fait un système peut être doublement adéquat : d'une part aux habitudes de travail de l'individu, résultat en particulier de sa formation et de sa expérience, d'autre part à la nature du problème à résoudre. La solution d'un problème est souvent liée à la substitution aux données qui le constituent d'autres données exprimées dans un autre langage plus facile à manier, où les propriétés et relations soient plus claires et mieux distinguées.

L'intérêt quasi exclusif sur les informations visuelles prive certainement l'opérateur de régulation jouant sur l'utilisation de plusieurs registres sensoriels. Elles nécessitent donc, de la part des concepteurs, d'accorder une attention d'autant plus grande à la lisibilité des informations que s'adressent à cette modalité. Ceci est particulièrement important pour les personnes vieillissantes sujettes à des changements dans leurs capacités perceptives. Assez abondamment on aborde la question ergonomique de présentation des informations visuelles mais pas assez souvent encore en prenant en compte les caractéristiques particulières des opérateurs vieillissants sur ce point. Les mesures (taille des informations, contraste, couleur, reflet et éblouissement générés par des sources situées dans l'environnement des écrans ou de tout autre système d'affichage, du positionnement spatial, ...) pouvant favoriser une meilleure adaptation des dispositifs de visualisation de l'information aux caractéristiques des opérateurs vieillissants sont multiples. D'une manière générale, on peut dire que la plupart des recommandations visant à optimiser les propriétés physiques des informations sur écran sont d'abord profitables à ceux dont les capacités perceptives sont amoindries du fait de l'âge ou de toute autre raison.

Peu de travaux ont évalué le dispositif d'entrée de données sur ordinateur (clavier, souris, joystick, crayons optiques, ...) en relation avec l'âge. Les novices, notamment âgés,

pourraient profiter des dispositifs adéquats à la manipulation des outils informatiques et ainsi avantager la première phase de familiarisation qui pourrait s'avérer décisive.

En ce qui concerne le clavier, il est clair que la majorité des utilisateurs d'ordinateur s'en servent sans avoir acquis une technique spécifique de frappe dactylographique. Ces utilisateurs sont alors dans une situation de type exploration sélective du clavier, relativement coûteuse sur le plan attentionnel et sur le plan de la mémoire de travail. La frappe est alors peu rapide au début, mais elle devient progressivement plus efficace au fur et à mesure que s'accroît la pratique du clavier. Dans ce domaine les connaissances concernant les effets de l'âge sur le processus perceptivo-moteur permettent de prédire une vitesse de frappe probablement un peu plus lente chez le débutant âgé, bien que ce fait ne soit pas si flagrant. Des résultats s'éloignant de ceci ont été observés par Marquié et Baracat (1992) sur des tâches de transcription dactylographique.

La dimension temporelle, comme formation de l'expérience et de savoir-faire au cours de l'apprentissage devrait à terme réduire les différences liées à l'âge.

VI) Vieillesse et capacités d'apprentissage : facteurs psychomoteurs et psychologiques.

Une étude caractéristique sur l'impact du vieillissement sur les capacités d'apprentissage des personnes jeunes et plus âgées et aussi de l'interaction « vieillissement / expérience » est faite par Dominique Paumès en 1990. La question de départ était si des adultes de 40 ans ont-ils les mêmes facilités à apprendre la dactylographie que des personnes jeunes. L'encadré méthodologique était, en quelques mots, le suivant :

Stage d'initiation à la dactylographie de 25 heures pour des femmes de tout âge, de toute formation. Il n'y avait pas de femme de plus de 47 ans. Quatre groupes de stagiaires furent formés: jeunes sans expérience, jeunes expérimentées, moyennement âgées sans expérience et âgées expérimentées. L'étude portait sur deux phases bien distinctes de l'apprentissage : I) phase d'acquisition de la technique de frappe pour comparer les capacités d'apprentissage des stagiaires en fonction de l'âge et de l'expérience antérieure de dactylographie des stagiaires. II) sur les dernières heures de formation pour faire le bilan de l'apprentissage.

Faits marquants : L'effet de l'âge se manifeste préférentiellement dans la phase de familiarisation : dans la première partie de la formation au cours de laquelle les stagiaires doivent acquérir les automatismes de la dactylographie et principalement chez les stagiaires n'ayant pas bénéficié d'une connaissance antérieure susceptible de faciliter cet apprentissage. Il s'agirait néanmoins d'un phénomène très localisé dans le temps puisqu'en quelques heures de pratique et d'apprentissage, l'âge ne devient plus un critère de discrimination entre les différents groupes de stagiaires du fait de l'acquisition des automatismes.

Les erreurs ne sont pas spécifiques aux stagiaires les plus âgées sans expérience antérieure de la dactylographie: dans le cas des omissions de caractères ce sont ces stagiaires qui en produisent le moins.

Concernant le débit de frappe, significativement plus faible dans le groupe moyennement âgé sans expérience pendant la période d'apprentissage du clavier nous pourrions le considérer comme relevant d'une stratégie visant à privilégier la qualité de l'apprentissage, l'acquisition du clavier et de mécanismes psychomoteurs, par la mise en oeuvre d'un rythme de progression dans les exercices plus lent plutôt que la vitesse de frappe. Cela les amènerait à faire moins d'erreurs, à une plus grande précision de frappe, leur permettant de parvenir, après quelques séances de pratique, à une qualité de frappe en terme d'erreurs tout à fait comparable aux autres groupes de stagiaires. Cette stratégie serait à mettre en relation avec *l'attitude plus précautionneuse liée à l'âge.*

D'autres facteurs plus psychologiques liés à l'âge comme l'appréhension par rapport à la situation d'apprentissage (peu de familiarité dans la situation de formation, réminiscences scolaires assez lointaines, ...), crainte d'une situation nouvelle, manque de confiance en leurs capacités personnelles face à une telle situation, ... entraînerait un sentiment d'infériorité par rapport aux autres stagiaires qui ne contribuerait qu'à renforcer leur sentiment d'échec et à accentuer davantage le décalage de performances.

Une fois la période de familiarisation au dispositif technique dépassée, les stagiaires moyennement âgées, même sans expérience, sont capables, avec un minimum de pratique d'une qualité de travail en terme d'erreurs tout à fait comparable à celle des stagiaires plus jeunes.

L'impact des processus de vieillissement n'a donc de sens que reconsidéré par rapport à l'expérience spécifique de chaque individu, expérience antérieure mais aussi expérience comme résultant d'une pratique.

Une deuxième étude, du même auteur, dans laquelle l'éventail de répartition d'âges nous apporte des résultats supplémentaires. Il s'agit d'une formation de pilotes de ligne sur des appareils de type Airbus. Trois indicateurs étudiés : le nombre de sessions supplémentaires données aux stagiaires en plus de programme de formation normal pour atteindre le niveau de compétence nécessaire à la qualification, le pourcentage d'échec à l'examen final et la distribution des résultats par domaine constituant l'examen final. La population est répartie en six classes d'âge différentes qui s'étalent entre inférieur à 30 ans et supérieur à 49 ans.

En considérant les test final on s'aperçoit de l'existence de difficultés supérieures pour les plus âgés pour tout ce qui fait référence aux systèmes automatisés mais plus performants que les jeunes pour manier les appareils. Plus l'âge de stagiaires augmente, plus les difficultés d'apprentissage sont importantes. La dégradation des performances se situe aussi bien au niveau du rythme de progression de la formation (nombre de sessions supplémentaires pour suivre la formation) que des résultats à l'examen. Cela pourrait venir du cumul d'un certain nombre de facteurs : des facteurs déjà cités sur l'autre étude comme les facteurs psychologiques :

Les difficultés face au changement ne sont pas seulement de nature cognitive. Il n'est pas rare que la situation de travail comporte des sources de souffrance susceptibles de déborder les capacités d'action et d'élaboration des individus. Incapables de pouvoir contribué à une évolution de l'organisation du travail qui prenne en compte cette souffrance, les collectifs des salariés vont se structurer sur un mode défensif, qui ne vise plus à agir dans la réalité sur l'origine de la souffrance, mais à en éliminer la perception. *Ces stratégies collectives de défense*, qui permette aux individus de maintenir leur engagement dans le travail, sont des mécanismes coûteux pour les individus et fragiles. Dans une telle situation toute transformation du travail sera redoutée en tant qu'elle est susceptible de faire éclater les systèmes défensifs et de laisser les individus désarmés à leur propre souffrance. Dans le changement ce n'est pas le future qui fait peur, c'est l'irruption d'une souffrance que l'on a eu tant de mal à juguler dans le passé.

A part l'effet de génération lié à l'informatique, il y a d'autres facteurs plus spécifiques à cette étude comme les longues expériences passées sur un autre type d'appareil, souvent de conception ancienne; plus les pilotes restent sur le même type d'appareil, plus il est difficile pour eux de changer d'appareil. Ceci aurait deux conséquences immédiates : la perte de l'habitude d'apprendre qui ne facilite pas le passage à des acquisitions nouvelles et la nécessité de réaliser un saut technologique important (ils doivent faire comme des « élèves lents », comparativement à des pilotes étant habitués à changer souvent de type d'avion.

Un autre facteur souligné c'est l'existence des difficultés de mémorisation et de manipulation de matériels abstraits, conforme à la littérature que l'on trouve sur le

vieillessement. Le pilotage sur les avions de nouvelle génération repose beaucoup plus que les avions de conception plus ancienne sur des représentations mentales du dispositif, aussi bien d'un point de vue de l'appréhension du pilotage lui même que de la nature même des informations présentées aux utilisateurs.

Dans cette étude l'effet de l'âge n'est réellement significatif qu'à partir de 45 ans, et se maintient tout au long de l'apprentissage, jusqu'à l'examen terminal. Ceci relativise en quelque sorte les résultats de l'étude sur les dactylos concernant les effets de l'âge (c'était un échantillon plus jeune).

Si on considère les résultats des épreuves de qualification on s'aperçoit de la nature différente des difficultés rencontrées par les stagiaires (jeunes et âgés). Le fait que les stagiaires les plus âgés aient de bonnes performances dans les épreuves de pilotage de maniement de l'appareil est intéressant car cela montrerait bien que l'expérience antérieure des stagiaires âgés, lorsqu'elle peut être mise en jeu, est un élément déterminant pour l'apprentissage. Par contre dans une ligne pédagogique le fait de proposer un rythme de formation comparable à tous les stagiaires contraint les pilotes plus âgés à devoir « apprendre comme les jeunes » alors qu'ils ne se trouvent plus dans les mêmes dispositions cognitives (moins grande vitesse de traitement de l'information, diminution des fonctions mnésiques, plus grande difficulté à travailler sur des domaines abstraits).

Le tout début d'apprentissage serait la période la plus sensible et la plus problématique pour les pilotes les plus âgés; ainsi ils ont intérêt à ne pas partir sur de mauvaises bases et avoir une progression souple et personnalisée de la formation (confort pour le stagiaire et gage de réussite de l'apprentissage). Donc facteurs à prendre en compte dans la conception de programmes de formation.

La conclusion de l'étude d'une manière générale : si l'âge en tant qu'indicateur non suffisant mais objectif du processus de vieillissement est un facteur important à prendre en considération. Les stagiaires ont d'autant plus de mal à réaliser l'apprentissage d'une technique nouvelle qu'ils seront âgés et que la situation sera nouvelle. Cependant dès lorsqu'ils auront acquis une certaine maîtrise de cet apprentissage ces différences tiendront à s'aplanir. L'âge ne constitue pas nécessairement un handicap pour apprendre.

VII) L'ergonomie des logiciels.

Il existe des aspects psychologiques de présentation et de manipulation des informations qui dépendent des logiciels sur lesquels les opérateurs vieillissants sont plus pénalisés que les opérateurs jeunes. Citons à titre d'exemple : la condensation excessive des informations (introduction de codages et de symboles diverses), la sollicitation plus grande de la mémoire à court terme (dû aux visions partielles de l'information lorsqu'on est en train de la manipuler), ...

D'après Spérandio (1987), les codes doivent être aussi peu arbitraires que possible, le vocabulaire familier à l'utilisateur occasionnel et non spécialisé, les règles syntaxiques pas trop complexes afin de limiter le risque d'erreur et la durée d'apprentissage. Les modes de dialogue entre l'opérateur et la machine (menus, arborescences, etc) doivent favoriser la manipulation directe des objets, des textes, des icônes sur un mode le plus ressemblant à la réalité. Il faudrait prévoir des sécurités et de systèmes d'assistance capable d'atténuer l'anxiété des opérateurs âgés débutants.

Les habilités technologiques de bureau sont relativement complexes et c'est fréquemment supposé que telles habilités peuvent être « cassés » en habilités cognitives qui forment de blocs construits. Des exemples incluent la mémoire de travail verbal et spatiale, la vitesse d'encodage d'information, la vitesse d'association de paires d'items, la capacité pour inférer des relations entre items familiers, etc.

Salthouse (1988) a montré que la performance déclinait de manière significative avec l'âge (entre 20 et 79 ans) utilisant des tests différents du même style, tels que l'apprentissage de paires associés, vitesse de comparaison de nombres et analogie géométrique.

Si les composants des habilités cognitives se détériorent avec l'âge on pourrait supposer que les individus plus âgés seraient relativement insuffisants dans l'acquisition d'habilités technologiques telles que le traitement de textes et l'utilisation de feuilles de calcul et de base de données. Il y a des études que le confirment en ce qui concerne les feuilles de calcul. Au sujet du traitement de texte certaines études prouvent que les formés plus âgés mettent plus de temps, rencontrent plus de problèmes ou nécessitent plus d'assistance en faisant des questions. D'autres études ne trouvent pas de différences dans l'acquisition de telles habilités. Des études d'acquisition et conservation d'habilités suggèrent que là où on n'observe pas de diminutions avec l'âge, soit les composants d'une habilité complexe sont compilés différemment sur les personnes vieillissantes et sur les jeunes ou bien les travailleurs vieillissants peuvent compenser les imperfections dans quelques capacités cognitives par des améliorations dans d'autres (Salthouse, 1988). Des études dans laboratoires tendent à affirmer l'interprétation de « compensations » même s'il y a eu peu d'études relevantes; par exemple Salthouse (1984) trouva que les dactylos plus âgées maintenaient leur niveau de performance, malgré leur vitesse motrice et perceptuelle déclinante, prévoyant d'une manière plus extensive les caractères à taper. D'ailleurs des données venant des études de traitement de texte suggèrent que certaines caractéristiques du système et la stratégie de formation employée peuvent améliorer l'apprentissage des plus âgés leur permettant de compenser par les changements liés à l'âge. Par exemple, l'apprentissage des personnes âgées est amélioré avec de la formation orientée vers un but plutôt que les exercices pas-à-pas et la pratique aussi, par l'usage de menus déroulants plutôt que les touches de fonction mémorisées (Czaja et al., 1989), ou par l'utilisation de l'édition plein écran plutôt que l'édition par ligne.

Concernant les procédures opératoires, les concepteurs doivent prédire les comportements des utilisateurs en considérant leur expérience, le contenu du travail, les méthodes de travail. Faciliter la souplesse pour se déplacer dans la tâche (par exemple pouvoir revenir en arrière). Des difficultés sont davantage ressenties lorsque les logiciels utilisés sont des logiciels standards, non spécifiquement adaptés à leurs propres besoins et à leurs méthodes de travail. Les concepteurs doivent s'efforcer d'élargir la gamme des modes opératoires possibles afin de **les rendre compatibles avec la variabilité interindividuelle** des opérateurs et leurs fréquentes variations intra-individuelles. Les plus anciens perçoivent aussi l'informatique comme rendant plus dépendant vis-à-vis de l'entourage (peut-être dû en partie à la maîtrise incomplète de l'outil qui oblige l'opérateur à demander fréquemment de l'aide).

VIII) Contenu des tâches et Organisation du travail.

Les conditions organisationnelles dans lesquelles les tâches sont réalisées, leur caractère et la multiplicité des tâches que le matériel informatique (clavier-souris, écran, unité centrale, ...) infligent, accroissent les difficultés des opérateurs et jouent souvent un rôle dissuasif.

Toute une série de symptômes physiques souvent exprimés en termes de problèmes visuels et/ou posturaux ainsi que des activités répétitives, exagérément simplifiées, et de peu de signification pour l'opérateur subies par les opérateurs devraient aboutir à des modifications même relativement simples comme davantage de flexibilité dans certains aspects de l'organisation du travail (la gestion de pauses par exemple) pour essayer d'améliorer sensiblement ces symptômes.

IX) Des nouvelles formes de Taylorisme ?

L'avènement des technologies nouvelles n'a pas fait disparaître automatiquement le taylorisme, même pour certains il n'a pas reculé.

Le lien entre informatique et organisation du travail est fort. L'informatisation va souvent de pair avec des changements d'organisation, sans qu'il soit possible de dire dans quel sens joue la causalité.

Les cadres et les employés de bureau sont fortement utilisateurs, les ouvriers le sont moins. L'informatique exige des compétences cognitives : capacités d'attention, mémorisation, représentation, abstraction. Elle accroît les contraintes psychologiques dans toutes les catégories socioprofessionnelles (ils ont une vive conscience des conséquences de leurs (éventuelles) erreurs sur la qualité du produit ou les finances de l'entreprise). Ils sont plus stressés. Ils doivent passer souvent d'une tâche à une autre.

9.1. Stress et Informatique.

Malgré le grand effort dédié à l'impact de tâches informatiques sur les travailleurs, peu d'études ont examiné les réactions de stress correspondant à ces tâches comme fonction de la charge mentale. Czaja et Sharit trouvent que l'âge et les dimensions des tâches sont des « prédicteurs » importants des réactions de stress.

En examinant la recherche de causalité de le stress occupationnel on identifie quelques facteurs en rapport avec le travail créent la possibilité de stress, en incluant les demandes physiques des tâches telles que l'allure et des éléments psychologiques tels que le contexte du travail. Des études récentes montrent que lorsque c'est la machine qui produit l'allure le stress induit est supérieur que lorsque l'allure du travail est maîtrisée par la personne.

Le fait que l'ordinateur contrôle le taux de flux d'information fait que les tâches qui étaient traditionnellement sans allure se transforment en tâches cadencées qui à leur tour imposent de contrôle externe sur le taux de *processing* d'information.

Pour Salthouse (1985) il y a d'autres facteurs dans la conception des tâches tels que la complexité cognitive de la tâche et le degré de contrôle sur la méthode du travail, qui mériteraient des recherches.

Les résultats qu'on peut trouver dans des groupes âgés vont dans le sens d'une augmentation de la fatigue perçue et à un ralentissement de la performance comme fonction de l'augmentation de la complexité de la tâche. D'un autre côté, les personnes âgées affichent aussi une plus grande variabilité entre elles dans leur temps de performance. Ceci impliquerait qu'ils compenseraient le fait de leur lenteur en augmentant la vitesse pour certains problèmes et en prenant plus de temps pour d'autres. D'une manière générale ces données suggèrent que les personnes âgées préfèrent travailler à une allure réduite et variable, mais il faudrait sûrement étaler ce genre de recherche avec de facteurs tels que l'expérience en informatique et l'entraînement.

9.2. Le rôle des délais

Compte tenu de leur profession, les salariés informatisés voient, davantage que les autres, leurs tâches organisées en référence à des délais. D'autre part les utilisateurs d'informatique peuvent, plus que les autres salariés, jouer avec les délais. Ils sont moins souvent que les autres salariés, inactifs par absence de travail, et ils le sont aussi moins souvent que ne le voudrait la structure de leurs emplois. Il s'agirait en somme d'une généralisation de la chasse aux temps morts chère aux organisateurs scientifiques du travail.

9.3 Le travail sous pression.

L'organisation tournée vers la demande est source d'astreintes psychophysiologiques : en particulier les contraintes liées au *juste à temps* apparaissent maintenant clairement. Cette organisation nécessite une grande disponibilité : les salariés informatisés se plaignent de devoir fréquemment abandonner une tâche pour en effectuer une autre non prévue d'avance. La pression temporelle retentit sur l'ensemble des conditions de travail : même une plus grande autonomie, considérée généralement comme un avantage, peut être source de charge supplémentaire si elle s'accompagne de contraintes temporelles fortes.

La pression de la demande est relayée par l'organisation du travail qui la traduit, tout en la citant comme cause justificative. Les salariés qui ont recours à l'informatique sont alors, plus que les autres, soumis à la double dépendance de la demande et des normes ou délais. Peu d'entre eux ne sont pas soumis à aucune des ces deux contraintes. Tout ceci est très net dans les métiers ouvriers de type industriel et beaucoup moins dans les métiers tertiaires d'exécution. L'usage de l'informatique s'accompagne d'un accroissement tant de la coopération que de la dépendance vis-à-vis des collègues (coopération étroite et contrainte, se traduit par la dépendance du rythme de travail).

9.4. Un espace de communication élargi.

Il existe un lien statistique très fort entre l'usage de l'informatique et toutes les formes de communication dans le travail (Gollac, 1991). Il s'agit bien d'un lien spécifique, et non d'une simple conséquence de ce que l'usage de l'informatique d'une part, les communications d'autre part, augmentent avec la qualification.

Les communications avec les collègues, et celles avec les autres salariés de l'entreprise, sont significativement plus probables si le salarié concerné utilise un ordinateur dans son travail, encore plus probable si l'ordinateur fonctionne en réseaux (terminal, micro connecté à une grosse machine ou à d'autres micros) que s'il s'agit d'un micro isolé. Certains auteurs japonais suggèrent que l'informatique peut faciliter les activités de coordination propres au modèle J (coordination horizontale et partage des informations). « *Dans le modèle J (...), une partie du temps et de l'énergie des unités d'exécution doit être distraite pour permettre l'acquisition de nouvelles informations (par effet d'apprentissage), ainsi que pour communiquer et négocier dans le cadre des efforts de coordination. De tels coûts peuvent (...) être réduits par le recours aux technologies de l'information : ordinateurs, logiciels, formation des personnels à l'informatique* » .

9.5. Davantage d'autonomie et d'initiative.

Les utilisateurs de l'informatique ont davantage d'autonomie dans leur travail que les non-utilisateurs, en tout cas cette autonomie est mieux reconnue. Ils disent plus souvent qu'ils font quelquefois ou souvent leur travail autrement que ne le prescrivent les indications qu'ils reçoivent. Les salariés informatisés ont un peu plus d'initiative que les autres salariés dans leur activité de travail : les cadres utilisant l'informatique sont plus nombreux que leurs collègues non informatisés à produire des réponses traduisant la reconnaissance de leur autonomie et de leur initiative. Les employés administratifs voient, au contraire, leur initiative limitée s'ils utilisent l'informatique : ils sont relativement moins nombreux à régler la plupart des incidents qui surviennent.

Pour les ouvriers et, d'une autre manière, les cadres, l'informatique sert le plus souvent à des tâches qui ne sont pas l'essentiel de leur activité, même si elles peuvent la structurer. Par contre une bonne part des employés de bureau utilisent l'informatique comme un ouvrier utilise une machine : l'information est la matière qu'ils travaillent ; son traitement manuel est remplacé par un traitement en partie automatique; l'employé peut n'être que le

servant de la machine. Les employés s'opposent aux cadres par une maîtrise bien plus faible de l'outil informatique, alors qu'ils sont ceux qui en font l'usage le plus intensif.

9.6. Des salariés responsabilisés.

La contrepartie de l'autonomie et de l'initiative reconnues aux salariés est leur plus grande implication. Les entreprises déploient de grandes efforts pour les persuader de leur responsabilités. Ils ne sont pas nombreux à dire qu'en cas de faute, leur emploi est menacé, ou qu'ils risquent de voir diminuer leur rémunération. L'implication des salariés permet d'éviter un accroissement du recours à ces menaces. Néanmoins, elles subsistent : l'imputation individuelle des fautes demeure un mode courant de traitement des dysfonctionnements. Les technologies de responsabilisation utilisées par les entreprises comprennent la fixation d'objectifs explicites, notablement plus fréquente dans les cas de salariés informatisés.

9.7. Un champ d'action étendue.

Les salariés utilisant l'ordinateur ont un champ d'action un peu plus large que leurs collègues de même catégorie socioprofessionnelle. A qualification reconnue, ancienneté, formation, ... égales, l'utilisation de l'informatique est liée à un supplément de salaire de l'ordre de 5%, et même davantage pour les salariés d'exécution. Tout se passe comme si l'informatique faisait gagner à ses utilisateurs un grade dans la hiérarchie de qualifications.

Les salariés informatisés sont plus disposés que les autres à parler de leur métier. Ceci manifeste une certaine essence dans le cadre de leur profession et de leur travail, une forme de qualification, convertible en capital social.

Changer l'organisation du travail est nécessaire. Des transformations importantes se produisent bien, mais elles ne sont pas (encore?) en phase avec les possibilités de la technique, les aspirations des salariés : le recours à l'outil informatique s'accompagne plutôt d'aménagement de l'organisation traditionnelle. La combinaison d'un modèle coopératif et d'un modèle hiérarchique risque d'être incohérent et instable.

Se référant plus particulièrement à la méthodologie de conduite de projet en informatique dans les entreprises, on constate que la division du travail entre la conception et l'exécution persiste encore dans bien de situations. On la retrouve non seulement entre les services de méthodes et les employés de bureau mais aussi à des échelons intermédiaires comme entre les services de méthodes et les informaticiens. Beaucoup d'échecs, de manque à gagner en productivité proviennent, d'une conception de la démarche d'informatisation trop formaliste qui ne prend pas suffisamment en compte le facteur humain, la concertation, la définition collective des projets. Donc la concertation est faible dans l'ensemble, qu'elle s'adresse surtout aux personnes les plus formés et qualifiés, et qu'elle soit plus développée dans les petites entreprises, probablement parce que la communication y est plus facile. De même quand elle existe, la concertation porte davantage sur la décision de s'équiper, et plus encore sur le choix du lieu d'implantation, que sur le choix du matériel et des logiciels qui semblent être confié aux personnes les plus compétentes en informatique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CEZARD M, DUSSERT F, GOLLAC M. (1992) « Taylor va au marché - organisation du travail et informatique » revue TRAVAIL et EMPLOI n° 54 (p. 4-19).

CUNY X. (1975) « Symbolisation et charge de travail » dans Age et contraintes de travail. Jouy-en-Josas, eds NEB

CZAJA S et SHARIT J (1991) « Stress reactions to computer interactive tasks : job design and person factors » in Y QUEINNEC et F DANIELLOU (Eds) Designing for everyone (pp. 1589-1591), volume II, London : Taylor & Francis.

DAVEZIES P., CASSOU B. et LAVILLE A. (1993) « Transformations avec l'âge et activité de travail » revue ARCHIVE des MALADIES PROFESSIONNELLES n° 3, vol. 54 (p. 190-197).

GAULLIER X, VOLKOFF S, DESPLANQUES G. (1993) « Age et entreprise, un enjeu de société » revue ARCHIVE des MALADIES PROFESSIONNELLES n° 3, vol. 54 (p. 184-190).

GOLLAC Michel (1996) « Le capital est dans le réseau : la coopération dans l'usage de l'informatique » paper présenté à la *Journée Compétences et qualifications*.

LAVILLE A. (1989) « Vieillesse et Travail » revue *Le Travail Humain*, tome 52, n° 1.

LEPLAT J. (1975) « La charge de travail dans la régulation de l'activité : quelques applications pour les opérateurs vieillissants » dans Age et contraintes de travail. Jouy-en-Josas, eds NEB

MARQUIE JC (1995) « Contraintes cognitives, contraintes de travail, et expérience : les marges de manoeuvre du travailleur vieillissant » dans *Le travail au fil de l'âge*, chapitre Marquié J.C., Paumès D., Volkoff S., eds Octarés.

MARQUIE JC et BARACAT B. (1995) « Les plus de 45 ans dans un contexte technologique mouvant . dans *Le travail au fil de l'âge*», partie IV- chapitre 1; Marquié J.C., Paumès D., Volkoff S., eds Octarés.

MARQUIE JC et BARACAT B. (1992) « Technologies nouvelles et travailleurs anciens : le cas de l'informatique de bureau » revue TRAVAIL et EMPLOI, n° 54 (p. 34-49).

MARQUIE JC, GOUIN V, MANRIQUE S, THON B, BARACAT B. « Older workers and the computerization of work situations preliminary results of a survey » in *Designing for everyone - Proceeding of the 11th congress of the International Ergonomics Association*, Paris 91, Queinnec Y., Daniellou F. (eds).

MOLINIE AF, VOLKOFF S. (1993) « Conditions de travail : des difficultés à prévoir pour les plus de 40 ans » revue DONNEES SOCIALES.

PAUMES D. et MARQUIE JC (1995) «Travailleurs vieillissants, apprentissage, et formation professionnelle». dans *Le travail au fil de l'âge*, partie IV- chapitre 3; Marquié J.C., Paumès D., Volkoff S., eds Octarés.

PAUMES D. et PELEGRIN C. « Apprendre... est-ce une aptitude réservée aux jeunes? » revue *FORMATION et EMPLOI* n° 41 (p. 43-54).

SALTHOUSE T. (1990) «Influence of experience on age differences in cognitive functioning » revue *HUMAN FACTORS* n° 5, vol. 32 (p.551-569).

STAMMERS RB, WONG CSK, DAVIES DR, GLENDON AI, TAYLOR RG, MATTHEW G.(1991) « Office technology skills and the older worker » in *Designing for everyone - Proceeding of the 11th congress of the International Ergonomics Association*, Paris 91, Queinnec Y., Daniellou F. (eds).

TEIGER C.(1989) « Le vieillissement différentiel dans et par le travail un vieux problème dans un contexte récent », revue *Le Travail Humain*, tome 52, n° I.

Conclusion

Sur la Méthodologie :

Pour éviter des contradictions dans l'interprétations des résultats, avant de confronter les résultats de différentes études il faudrait se poser des questions à propos des populations expérimentales utilisées, les méthodes, les caractéristiques des épreuves appliquées,...

Par exemple dans les études que j'ai consulté on trouve des fois des classifications d'âges très différentes. Dans le choix des populations expérimentales j'ai éprouvé aussi une certaine hétérogénéité des populations utilisées, où l'origine socioprofessionnelle est rarement contrôlée. On sait qu'il peut exister une différence plus grande entre deux individus de même âge appartenant à des groupes socioculturels différents, qu'entre deux individus d'âge différent appartenant au même groupe socioculturel.

Sur les types de méthodes (transversales ou longitudinales) j'ai surtout rencontré des études transversales. D'un point de vue théorique la méthode longitudinale est mieux reconnue mais sa mise en oeuvre est beaucoup plus difficile.

Concernant le type de tâches expérimentales je n'ai pas trouvé d'incompatibilité entre les caractéristiques des tâches expérimentales et celles de la population expérimentale choisie si bien souvent ce n'est pas rare de trouver de résultats contradictoires dans la littérature notamment dans les épreuves intellectuelles et psychométriques, pas autant dans les épreuves sensorielles.

J'ai été surtout frappé par les études de laboratoire que j'ai consulté dans mes lectures; je les ai trouvé plutôt pessimistes, mais j'appartiens au groupe *optimiste* qui fait l'hypothèse que les études de laboratoire, trop réductrices, ne permettent pas la mise en évidence de processus de compensation existant dans la vie réelle en fonction de l'âge.

L'idéal serait de pouvoir coupler les études de laboratoire et de situation de travail. Les premières vérifiées par les secondes qui à leur tour pourraient suggérer d'autres recherches expérimentales.

La dernière remarque méthodologique fait référence aux critères d'analyse utilisés dans ces études, qui, en grande partie, sont des critères de productivité, d'efficacité, c'est-à-dire : nombre d'erreur, temps d'exécution, ...

Il manquerait des études qui sur une autre optique regardent plutôt les mécanismes sous-tendant une performance spécifique, des moyens d'y parvenir, de la transformation de ces moyens avec l'âge,...

Sur les pistes de recherche:

Un autre domaine qui reste à développer davantage est celui de relations entre travail, âge et vie psychique : Dejours (1980) a montré comment certaines agressions du travail pouvaient marquer l'état psychique des travailleurs; il serait important de connaître et comprendre comment le travail peut restreindre ou au contraire développer cette vie psychique.

Il y a, sans doute, beaucoup de raisons intéressantes pour faire des études sur le vieillissement et les nouvelles technologies mais pour moi toutes ces raisons, vu le contexte socio-technologique actuel et à venir, nous conduisent au verbe *apprendre*. **Apprendre est un enjeu pour les travailleurs.** Malgré les difficultés subies par les travailleurs (ou les personnes à la recherche d'un emploi) âgés telles que les stéréotypes des employeurs, l'inadéquation des

outils et/ou méthodes d'apprentissage , le ralentissement dans les opérations de traitement de l'information (encodage, stockage, récupération de l'information, ..) on doit continuer à défendre les possibilités des personnes vieillissant, puisque les recherches concernant le vieillissement nous le montrent : **les personnes âgées sont parfaitement capables d'apprendre lorsque les méthodes sont adéquates.**

Pour en finir je dirai qu'une des idées plus importantes à faire passer par le biais de la formation (professionnelle) est de nous inculquer qu'avec l'apprentissage on apprend qu'on devrait apprendre toute la vie.

Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales

D.E.A Histoire des Techniques

**"TRADITIONS AUX ECOLES DES ARTS ET METIERS
DE 1820-1989"**

**Mémoire de D.E.A
présenté par :
Myriam MARC-GERMAIN**

Soutenu le 03 Octobre 1989

**Sous la Direction
de
Patrick FRIDENSON**

Avant-propos

Cette recherche est née d'une demande expresse de ma curiosité face à l'observation inopinée de quelques unes des traditions gadzariques dans la cour de l'école des Arts et Métiers d'Angers et d'une volonté d'en apprendre davantage sur leurs origines, leur développement et finalité.

Ce projet n'a pu être mené à bien que grâce à l'aide psychologique de mes jeunes amis ingénieurs Arts et Métiers qui, immédiatement ont été enthousiastes à l'idée de cette étude et qui m'ont surtout soutenu lorsque, au début de mes recherches, j'ai rencontré une réelle difficulté, liée à la règle non formulée mais très efficace du secret, à me procurer la documentation produite par l'école, par la société des anciens élèves, à m'entretenir avec des élèves de première année, mais aussi avec d'anciens élèves qui ne voulaient pas ouvrir ce dossier "passionnel" des traditions... Certains gadzarts se livrant assez peu volontiers à l'analyse tant intérieure qu'extérieure et craignant surtout une publication journalistique.

Néanmoins après plusieurs mois de silence et de "fermeture" j'ai rencontré Mr PRIMAULT (historien de la société des anciens élèves), M FACY (professeur ENSAM PARIS), Mme Delattre (rédacteur en chef de la revue AM) Messieurs CARAYON (vice pdt de la société des anciens élèves), HERBEMONT (responsable "emploi-carrières") et C.AVEROUX (union des élèves) qui m'ont gracieusement ouvert leurs portes, leurs dossiers, orienté vers d'autres personnes, et conseillé. Qu'ils soient ici chaudement remerciés car leur soutien obtenu a été un élément décisif pour la poursuite de mes recherches, que j'ai voulu le plus objectives possible. Qu'ils veuillent me pardonner si mes propos les dérangent quelque fois. Je tiens aussi à remercier tous les élèves que j'ai interrogés, qui ont répondu à mes enquêtes, tous les jeunes et anciens gadzarts qui ont bien voulu me consacrer un peu de leur précieux temps mais aussi les professeurs de Paris et Angers qui m'ont apporté souvent de précieuses analyses sur cette tradition; Je respecterai ici, comme la plupart de ces personnes l'ont exigé, leur anonymat.

Je remercie enfin messieurs D.CUCHE et A.GRELON (éthnologue et sociologue) pour leur soutien et encouragements, ainsi que monsieur P.FRIDENSON (historien, école des Hautes Etudes) pour son aide, ses conseils et orientations.

Méthode de recherches.

L'étude de cette école d'ingénieur a, comme nous le disions précédemment suscité notre curiosité et fixé notre attention. En effet, elle prend un caractère original dans le cadre des grandes écoles en France, dans sa volonté de perpétuer des traditions à l'origine populaires et aujourd'hui d'apprentissage humain.

Ces traditions se sont élaborées à partir d'éléments empruntés à la culture populaire contre une administration stricte et moralisatrice. Puis, la discipline s'est assouplie, le régime démilitarisé. Néanmoins les traditions se sont perpétuées et se sont même renforcées, organisées. Nous nous demanderons donc

pourquoi elles ont survécu ? Si elles se sont transformées des origines à aujourd'hui, de quelles façons et pour quelles raisons?

Néanmoins, nous devons essayer d'apporter des réponses différentes du canadien C.R.DAY qui dans un livre entièrement consacré à l'école d'Arts et Métiers "Education for the industrial world : The école d'Arts et Métiers and the rise of French industrial engineering" Cambridge MIT PRESS 1987 _ privilégie un chapitre sur les traditions et un autre sur la société des anciens élèves et l'esprit gadzarts.

En effet, ce dernier fait d'abord état de l'évolution des révoltes dans les écoles, puis des différentes traditions avant 1900 dans son chapitre 8; puis il étudie dans le chapitre suivant, la société des anciens élèves et l'esprit gadzarts au XX^{ème} siècle.

Il fait donc état de ces deux choses en les séparant _ alors que "tradition" et "esprit" sont intimement liés _ en les expliquant dans un temps donné, l'un au XIX^{ème}, l'autre au XX^{ème}. Ceci nous semble dommage et surtout quelque peu trompeur et erroné dans la mesure où les traditions ne sont justement pas figées dans le temps mais au contraire se constituent tout au long du XIX^{ème} et encore toute une partie du XX^{ème} pour évoluer, quelques unes se transformer dans leur aspect extérieur, dans leur concept et finir par se concrétiser, avec d'autres finalités. Ne pas suivre historiquement leur évolution mêlée à celle de "l'esprit gadzarts", c'est passer à côté de leur transformation, c'est ne pas voir l'utilité d'une tentative d'explication de cette tradition. Si C.R.DAY a noté une transformation de ces traditions de révoltes en traditions de soumission, il n'est pas allé jusqu'au fond du problème et n'a pas vu tout le détournement de sens, comment il s'est opéré, et pourquoi.

C'est dans cette mesure que nous avons décidé de poursuivre notre étude, malgré le sujet similaire des deux chapitres de DAY, en essayant surtout de suivre l'évolution complète de ces traditions, leurs transformations, leur finalité d'hier à aujourd'hui, et tenter d'expliquer leur survivance.

Pour tenter de résoudre ces problèmes il nous a donc fallu suivre l'évolution complète de ces traditions.

Il s'agissait en priorité de voir de quoi elles s'étaient inspirées: d'éléments populaires _ conscription, franc-maçonnerie, compagnonage _ d'éléments politiques _ républicanisme, charbonnerie _ . Pour ce, il suffisait de découvrir dans les descriptions des révoltes, effectuées par les directeurs de centres régionaux, ou par les inspecteurs en visites, les quelques traces d'organisations, rituels entrepris par les élèves et de les comparer à ce que faisaient ces groupes d'hommes _ eux aussi en relative clandestinité _ à la même époque. Ainsi nous retrouvons énormément de similitude.

A partir de ces deux données, nous avons pu suivre _ toujours grâce aux correspondances entre les directeurs et leurs ministres, grâce aux inspections mais aussi grâce aux carnets de punition dans lesquels sont enregistrés les principaux faits des élèves pendant leur séjour (trois ans à l'école) _ leur élaboration progressive et leur finalité: se défendre contre une administration castatrice, contre sa tentative d'acculturation et instaurer de ce fait, et dans la clandestinité des rites, des traditions, transmettre des préceptes moraux indispensables à cet état de faits: la solidarité, la fraternité en toutes circonstances.

Fin XIX^e siècle, le régime disparaît, la discipline s'assouplit, l'origine des élèves est beaucoup moins populaire et l'école délivre désormais des diplômes d'ingénieur. Cependant, les traditions demeurent et se fortifient alors que de par leur origine et finalité première, elles ne devraient plus exister. Tout semblait donc indiquer qu'il s'était opéré dès les années 1898-1900 avec la transformation de l'école, un détournement de sens: qu'étaient donc devenues ces traditions, de quelles façons s'étaient elles affinées, fortifiées; pour quelles raisons et quelles étaient les nouvelles valeurs enseignées? Pour répondre à ces nouvelles questions, nous avons repris méthodiquement les mêmes documents mais ceux des années 1898 à 1914, et quelques unes de l'entre deux guerres. A celles-ci s'ajoutèrent de précieuses sources: les carnets de traditions où sont mentionnées les principales traditions, leur déroulement et les idées de l'idéal que l'on veut transmettre.

C'est ainsi que nous apprenons, que de révoltes de contre-culture plus ou moins spontanées, d'organisations secrètes pour lutter contre l'administration, que de "remparts" elles étaient devenues "tremplin" pour servir de base à des traditions utiles pour l'assouplissement du caractère, d'apprentissage du métier d'homme. Les valeurs elles aussi avaient changé de sens: la fraternité n'existait plus dans la lutte contre l'administration, mais ^{devenue} dans un but professionnel; on était devenu solidaire de son état plus que de sa personne, c'était le corps d'ingénieur naissant qu'il fallait défendre et plus l'écolier en rébellion.

Peut-être pourrions nous y voir une préparation à l'acceptation inconditionnelle de l'autorité patronale, présentée comme source de la promotion sociale des élèves. Les traditions étaient donc déjà en plein détournement de sens puisqu'elles prenaient le rôle de l'administration, en enseignant des valeurs, en effectuant une préparation à la future condition d'ingénieur Arts et Métiers.

Après les deux premières guerres mondiales, les conflits sociaux des années 1960, et l'accès en 1974 des Arts et Métiers à l'appellation Grande Ecole, les mentalités changent. Les traditions, quant à elles demeurent, se durcissent, se sacralisent. Cette fois-ci elles ont complètement achevé leur transfert: elles ne reposent plus en tradition de défense mais en véritable formation psychologique de l'ingénieur. Qui est acteur de ce changement? De quel façon il s'est produit? Quel est le nouveau message et de quelle manière le transmet-on aux premières années? Quel est le débouché professionnel de cette formation, s'il en est un? Comment perdurent-elles malgré les différentes étapes et crises?

Pour cette partie contemporaine il nous fallait d'une part consulter les sources mêmes des acteurs de ces traditions: les bulletins administratifs de la société des ingénieurs Arts et Métiers, leur revue Arts et Métiers et tout ce que pouvaient écrire et éditer les élèves: journaux officiels et officieux "Le Lagopède" "le Zapointe" (très difficilement déchiffrables car entièrement écrit en argot ...) qui nous donnaient un aperçu de l'idéologie, du discours gadzarique (de l'élève à l'ancien élève). D'autre part, pour comprendre ce que vivent les élèves pendant ces deux années dans les centres régionaux, mais surtout pendant les

mois "d'usinage", de formation, il fallait interroger les élèves eux-mêmes sur leur vécu de ces traditions, ce qu'ils retenaient du message et ce qu'ils comptaient en faire. Pour établir une enquête la plus scientifique possible, nous avons interrogé le même nombre d'élèves de chaque centre et de chaque promotion.

Nous avons eu ainsi une idée assez claire de ce qu'étaient les traditions pour les élèves, à l'école. Nous nous sommes ensuite inquiétés de savoir, ce que des élèves, sortis depuis cinq ans de l'école, avaient non seulement retenu du message, mais surtout s'ils l'avaient perpétué dans leur vie de tous les jours, mais essentiellement dans leur activité professionnelle. Le résultat était édifiant: tous ces jeunes ou anciens élèves avaient le même langage, les plus anciens voyant peut être plus la nécessité et l'utilité des traditions, tout en les analysant davantage, avec leur recul et leur vécu professionnel.

Puis, il nous fallait enquêter auprès des professionnels du recrutement _ qui ont peu répondu à nos enquêtes, il faut l'avouer _ pour voir si cet apprentissage humain était implicitement ou réellement reconnu.

Auquel cas il serait plus simple de comprendre cette dépense d'énergie, cette force psychologique et physique employée pour mener à bien cette formation psychologique.

Mais il fallait néanmoins nous interroger sur les formes et failles de ce système, dénoncé et critiqué par une infime partie des élèves, par les parents, par les journaux, nuisant non seulement aux traditions, mais dans un sens plus général à l'école elle-même.

Il s'agissait enfin de voir quel sens caché revêtaient ces traditions actuelles, si nous pouvions parler de pérennité pour des traditions qui tout au long de ces deux cents ans n'avaient finalement gardé que le nom.

Ce travail de recherches a été passionnant et ce mémoire n'en soumettra que l'essentiel, néanmoins il semble que le sujet "évolution des traditions aux Arts et Métiers de 1830 à 1989" ne regroupe pas suffisamment de sources historiques officielles pour le prolonger dans le cadre d'un travail plus approfondi d'une thèse nouvelle formule. Il reste par ailleurs un sujet riche à exploiter en ethnologie et psychologie.

Je ne me contenterai donc pas d'effectuer un plan détaillé et d'approfondir un ou deux chapitres, mais je vais tenter de traiter l'ensemble du sujet.

Néanmoins, une étude de la formation psychologique des ingénieurs général _ grâce à ce genre de traditions ou cours officiels de sociologie, de psychologie _ au sein de leur école d'une part puis au sein de l'entreprise d'autre part _ à travers les stages de relations humaines, les séminaires management ... _ en comparaison peut être avec un autre pays (Japon par exemple) pourrait être envisagée comme suite à ce DEA. Ce serait dans ce cas une ouverture du sujet sur le monde professionnel et non un approfondissement.

Bibliographie:

A - Sources d'archives:

Notre recherche s'est essentiellement effectuée sur les deux centres régionaux de CHALONS et ANGERS. Nous avons donc d'abord dépouillé les fonds administratifs et préfectoraux de ces deux archives départementales.

1) Archives départementales de la marne: (AD de la Marne).

Série T:	<i>Fonds de la préfecture: Ecole nationale d'Arts et Métiers Généralités</i>	
1T382	Circulaires et intructions	1885-1933
1T383	Rapports sur le fonctionnement de l'école Elèves	1867-1888
1T424	Discipline-Mutineries, exclusions <i>Fond de l'inspection académique Fonctionnement</i>	1807-1914
1T1579 bis	Rapports annuels de l'inspecteur d'académie au recteur sur le collège de Châlons; Correspondances	1855-1902
1T2057	Correspondances ministérielle et préfectorale Registre chronologique analytique de la correspondance expédiée	1857-1859
1T2059	idem	1842-1864
1T2050	idem	1864-1867
1T2061	idem	1867-1870
1T2062	idem	1870-1874
1T2063	idem	1874-1873
1T2067	idem	1886-1889
1T2068	idem	1889-1894
1T2069	idem	1894-1901
1T2070	idem	1901-1908
	Nouveau fonds (versé en 1981) <i>Ecole Nationale d'Arts et Métiers de Chalons-Marne</i>	
T5315	Notices signalitiques du personnel Concours	1905-1914
T5324	Résultats du concours d'entrée	1911

2) Archives départementales du maine et Loire:

Série M:	<i>Fonds de la préfecture Ecole nationale d'Arts et Métiers d'Angers Elèves</i>	
65M20	Discipline, Mutinneries, intervention de la police <i>Fonds administratifs Ecole nationale d'Arts et Métiers d'Angers Elèves</i>	1820-1914
65M8	Ecoles d'Arts et Métiers de Baupréau. Administration, personnel, installation, transfert.	
65M9	Ecoles de Baupréau, demandes d'admission	
65M10	Ecole d'Angers, batiments	
65M11	Ecole d'Angers, personnel, rapport confidentiels	

Nous avons complété notre étude de sources d'archives aux archives nationales.

3) Archives nationales (AND)

Série F: ministre de l'industrie et du commerce

F12 1130-1226	Ecole de Châlons	1841		
F12 1096-1129	Ecole d'Angers	1929		
F12 4867-4879	Ecole d'Arts et Métiers Aix, Angers, Châlons			
	personnel, inspection, discipline,	1808-1881		
F12 5775-5782	Ecole d'Arts et Métiers, personnel		1820-1850	
	Instruction publique			
F17 14317-14326	Origines, inspections, programmes. Association			
	des anciens élèves 1 ^{ère} guerre mondiale	1814-1923		
F17 14327-31	Règlements Ecole nationale d'Arts et Métiers			
	de Châlons			mXII-1913
F17 14332-34	Règlements // // //			//
	de Baupréau puis d'Angers			mXII-1923

Puis nous avons essayé de trouver de nombreux renseignements à l'école d'Angers.

4) Archives non classées de l'ENSAM d'Angers:

- correspondances ministérielles de 1820 à 1898 (relativement complètes)
- idem de 1899 à 1914: complètes
- carnets d'infirmerie par année et pour les trois sections 1840-1940
- carnets de punition par section et pour les trois années 1830-1914

B Sources écrites non archivées et orales.

Enfin, nous avons emprunté divers "carnets de traditions", très utiles pour les rites traditionnels eux-mêmes.

- Deux carnets d'Angers: 1905-1908
- // de Châlons: 1909-1913
- Deux carnets des promotions entre deux guerres 1931-1934 (Angers et Châlons).
- Deux carnets d'Angers: 1963-1966
- // de Châlons: 1966-1969
- Deux carnets d'Angers: 1983-1985
- // de Châlons: 1986-1989

Pour la période contemporaine, nous avons essentiellement travaillé avec entretiens et enquêtes.

- entretiens avec cinq premières années de chaque centre
- // deuxièmes //
- // troisièmes //
- entretiens avec dix jeunes promotions (sortis de l'Ecole depuis au moins cinq ans - Angers - Châlons)
- entretiens avec des anciens élèves (plus de vingt cinq ans après l'école)
- entretiens avec cinq "archis" (plus de cinquante ans après l'école)
- enquête auprès : des bureaux de recrutement parisiens
des directions du personnel parisiennes sur le profil des ingénieurs A&M, leur facilité d'adaptation ...
- enquête sociologique effectuée à la société des anciens élèves.

C _ Bibliographie des ouvrages et articles publiés:

1) ouvrages:

* BERLAND Just. "Histoire de l'École nationale des Arts et Métiers de Châlons sur Marne" Tome 1 Des origines à la fin de la Restauration.

Travail de bénédiction accompli par l'ancien archiviste de la Marne qui semble avoir réuni toute la documentation existante concernant l'École. La bibliographie seule compte quatre pages. Malheureusement, la seconde partie de l'ouvrage, le Tome II (de 1830 à 1950), a été perdue et je n'ai pu — après beaucoup d'autres personnes — retrouver la trace de vingt volumes dactylographiés, pratiquement prêt pour la reliure. C'est là une perte inestimable, qu'un historien devra bien, un jour, s'efforcer de réparer.

* BOLTANSKI Luc. "Les cadres: La formation d'un groupe social" Paris: les éditions de minuit, 1982.

Ouvrage intéressant pour nous, surtout en ce qui concerne l'importance des "technologies sociales douces américaines" de gestion du personnel liées à l'école: psycho-sociologique des "relations humaines". Des techniques intégrées du programme d'enseignement des Grandes Ecoles.

* BOURDIEU Pierre. "Noblesse d'Etat: Grandes Ecoles et esprit de corps" Paris: les éditions de minuit, 1989

Bourdieu explique entre autres dans cet ouvrage que le travail de consécration qu'a accompli l'institution scolaire, à travers les Grandes Ecoles, s'observe dans l'histoire, toutes les fois qu'il s'agit de produire une noblesse; et les groupes socialement reconnus, en particulier ces grands corps, qui en sont les produits, fonctionnent tout à fait selon une logique semblable à celle des divisions d'Ancien Régime.

* DALLAY Guy. "Qu'est-ce qu'un gadzarts ?" Talence: g dallay 1943

Relativement intéressant, concerne surtout les chansons, les poèmes recueillis dans ce livre in extenso.

* CR.DAY "Education for the industrial world: the Ecoles d'Arts et Métiers and the rise of French industrial Engineering" Cambridge MIT PRESS 1987.

Ouvrage essentiel et de référence continuelle (surtout chapitre 8 et 9)

* ESNAULT Gaston. "Dictionnaire historique des argots français" Paris Larousse 1965

Ouvrage ayant fourni un précieux éclairage sur un grand nombre de termes argotiques.

* EUVRARD F. "Historique de l'École nationale d'Arts et Métiers de Châlons" depuis sa fondation jusqu'à nos jours, 1789-1895 Châlons sur marne: Union Républicaine 1895.

Un commissaire de police, membre adhérent de la société des lettres énumère chronologiquement les faits par lui jugés saillant de l'école de Châlons. Son exposé est très incomplet mais nous apporte quelques détails intéressants sur la vie des élèves, leur travail et certains aspects des traditions.

* FERDINAND-DREYFUS Camille "Un philanthrope

d'autrefois, La Rochefoucauld-Liancourt, 1747-1827" Paris: Plan, 1903
Un des ouvrages les plus complets sur La Rochefoucauld et ses idées.

* GELINEAU Paul "Gadzarts" Paris, l'auteur 1910
Beaucoup d'éléments sur les traditions et surtout, le premier lexique de l'argot gadzarique.

* GRELON André. "L'éducation des cadres: la question des aspirations professionnelles chez les futurs cadres de l'entreprise" Thèse de troisième cycle, Université de Paris VII 1983
En ce qui nous concerne, thèse indicative pour le monde gadzarts par rapport aux autres ingénieurs.

* GUETTIER André. "Histoire des Ecoles nationales d'Arts et Métiers" 2nd éd Paris: Dejay 1880.
Trente deux pages seulement sont consacrées à l'école de Châlons où Guettier fut élève de 1832 à 1835. L'ouvrage comprend beaucoup de considérations théoriques sur le rôle et l'avenir des écoles mais insuffisamment de détails précis sur leur vie interne.

* GUILLOU Jules. "Un siècle sous les cloîtres du Ronceray, Ecole nationale des Arts et Métiers d'Angers. Angers: les auteurs 1956.
Ouvrage recueillant des pièces d'époques très intéressantes pour notre sujet: un carnet de punition individuel, un carnet de notes, et quelques considérations sur la vie interne de l'école.

* HUTIN Serge. "Sociétés secrètes" Paris: Production de Paris 1975. Chapitre sur les compagnons, les franc-maçons et les "carbonari" indispensables.

* LABARDE H. "Le ronceray, Ecole de gadzarts 1827-1927 Paris: l'auteur 1941.
Ouvrage complémentaire sur les dates des principales étapes de l'histoire de l'école d'Angers. Peu de chose sur les traditions.

* METTON A. "Les gadzarts, les ingénieurs des Arts et Métiers" Paris 1925
Essentiellement un recueil de chansons et poèmes.

* NIZAN Paul. "Antoine Bloyé" Paris: Grasset, 1933.
Itinéraire d'un gadzarts, fils d'ouvrier, à la fin du XIX^{ème}s.

* POPIN Paul. "Les gadzarts" Eds A. Brulliard, St Dizier 1947.
Ouvrage particulièrement intéressant. L'auteur ne se contente pas de rappeler les faits, dans la plus rigoureuse historicité; il les analyse, avec leurs causes et leurs conséquences. A travers son exposé, nous voyons se forger "l'esprit gadzarts" et comprenons mieux le développement des traditions au milieu des luttes opposant le corps des élèves à l'administration.

* POULOT Denis. "Le sublime ou le travailleur comme il est en 1870 et ce qu'il peut être" Paris: Maspéro 1980.
Ouvrage doublement significatif puisque dans son exemple de l'idéologie patronale d'un ingénieur Arts et Métiers il inspira ZOLA dans "L'assomoir".

* PRIMAULT Jean et autres "Le livre d'or du

bicentenaire des Ecoles des Ecoles d'Arts et Métiers" Paris: Arts et Métiers 1980.

Livre récapitulatif et condensé de toute l'histoire des Arts et Métiers; malheureusement, il n'est pas annoté.

* SHINN Terry "Savoir scientifique et pouvoir social, l'école polytechnique 1794-1914". Paris :Presses de la fondation nationale des sciences politiques 1980 .

Ouvrage essentiel sur l'évolution de polytechnique et comme élément de comparaison avec les Arts et Métiers.

2) Périodiques et articles publiés:

* Périodiques:

_ Annuaire de la société des anciens élèves des Ecoles des Arts et Métiers.

(Annuaire) De 1848 à aujourd'hui_ Edité tous les ans. Classement alphabétique puis par promotion, puis par activité de travail: un précieux outil de travail.

_ "Arts et Métiers", revue mensuelle :avril 37; janv 65; mars 74
janv 83; mai 83

_ "bulletin administratif de la société des anciens élèves Arts et Métiers" 1848-1914.

_ "Ingénieur Arts et Métiers" communication périodique déc 41;
mars 42; déc 45; nov 64; juin 74.

* Articles:

_ BOURDIEU Pierre, "Epreuve scolaire et consécration sociale" Actes de la recherche en sciences sociales; 39; sept 81 p 3-60

_ BOURDIEU Pierre, "Les rites comme actes d'institution" Actes de la recherche en sciences sociales; 42; juin 82 p 1 à 6

_ CUCHE Denys, "Traditions populaires ou traditions élitistes ? Rites d'initiation et rites de distinction dans les écoles d'Arts et Métiers" Actes de recherche en sciences sociales n° 60, nov 85.

_ CUCHE Denys, "La fabrication des gadzarts, esprit de corps et inculcation culturelle chez les ingénieurs Arts et Métiers" Ethnologie française 1988, 1p 42-54.

_ DAY C.R., "The making of mechanical Engineering in France: The écoles d'Arts et Métiers, 1803, 1914, French Historical Studies,3, 1978, pp 439 460.

_ PLENEL Edwy, "Les mystères des Arts et Métiers" Le Monde 3 et 4 mars 1982.

_ RIBEILL Georges, "Entreprendre hier et aujourd'hui: la contribution des ingénieurs" culture technique, les ingénieurs (12 mars 1984 pp 55 154).

_ SAINT MARTIN (de) Monique, "Les fonctions sociales de

l'enseignement scientifique" Paris, Mouton, collection "cahiers
du centre de Sociologie Européenne" 1971.

_ SHINN Terry, "Des corps de l'état ou secteur industriel: genèse
de la profession d'ingénieur, 1750-1920" Revue française de
Sociologie 19(1978) pp 39 71.

Introduction.

"Prétendre trouver la trace de traditions populaires dans une école d'ingénieurs formant des cadres supérieurs de l'industrie peut sembler une gageure"⁽¹⁾; affirmer de plus, que ces mêmes traditions servent de base aujourd'hui à la formation psychologique — et pas technique — de l'ingénieur paraît dévier du bon sens. Certains pourraient d'ailleurs s'interroger de l'utilité d'une telle recherche. Pourtant les Ecoles Nationales supérieures d'Arts et Métiers qui nous serviront d'exemple pour cette originalité, méritent l'attention des chercheurs ethnologues et psychologues, mais aussi historiens.

Un historien canadien CR.DAY ⁽²⁾ s'est d'ailleurs intéressé à cette Ecole et a consacré un peu plus d'un chapitre ⁽³⁾ à ce sujet des traditions et de "l'esprit gadzarts". Il explique partiellement l'origine des traditions, les explique et les décrit en les fixant au XIX^{ème} siècle, puis aborde l'esprit gadzarts en le dissociant des traditions. Il ne suit l'évolution ni des traditions, ni de l'esprit qui l'anime durant ces cent cinquantes années et de ce fait, n'aborde que superficiellement leur changement dans leur sens et fonction sans l'expliquer et le suivre, et surtout il n'aborde pas l'aspect formation psychologique contemporain. C'est l'étude de l'évolution et des transformations de ces traditions que nous nous proposons alors d'effectuer.

En effet, à l'origine et tout au long du XIX, dans ces écoles constituées pour créer une "élite ouvrière", des traditions se sont créées comme une sorte de défense, élaborée à partir d'éléments empruntés à la culture populaire — Republicanisme Charbonnerie —. Elles étaient comme une réponse à l'entreprise d'acculturation menée par l'administration et le gouvernement en place. Il s'agissait d'une réaction spontanée d'élèves — traduite par de nombreuses révoltes — à la domination culturelle de l'encadrement.

⁽¹⁾ CUCHE Denys, "Traditions populaires ou traditions élitistes ? Rites d'initiation et rites de distinction dans les écoles d'Arts et Métiers" Actes de recherche en sciences sociales n° 60, nov 85.

⁽²⁾ CR.DAY "Education for the industrial world: the Ecoles d'Arts et Métiers and the rise of French industrial Engineering" Cambridge MIT PRESS 1987.

⁽³⁾ Chapitre 8 "a culture of refusal: The boarding school and the "Esprit gadzarts" during the nine teenth century".

Chapitre 9 "The Ecoles d'Arts et Métiers: how others saw them, 1880-1980".

Peu à peu, les écoles se sont transformées _ en 1898 le régime militaire est supprimé, la discipline est assouplie, les conflits élèves-administration réduits, sinon effacés _ et sont devenues des écoles délivrant un diplôme d'ingénieur (1904). Les traditions demeurent néanmoins, mais tout semble indiquer qu'il commence à s'opérer un détournement de leur sens puisque progressivement des traditions d'apprentissage du caractère, de formation au respect prennent le relais des traditions de révolte, effectuant ainsi dans une certaine mesure, le travail du corps professoral et celui de l'administration.

A partir de 1945 et surtout pendant les années soixante, cette notion de formation s'affine, se concrétise, se professionnalise, et vient justifier l'existence même de ces traditions. Celles-ci autrefois spontanées ne seraient-elles pas dans ce cas, aujourd'hui utilisées comme base à la formation parallèle, officielle et humaine de tout jeune élève intégrant les Arts et Métiers en tant que futur ingénieur, et comme fondement de "l'esprit de corps" d'un groupe qui tente de défendre sa place et ses privilèges au sein des élites industrielles françaises?

Le sens des traditions aurait donc changé depuis son instauration, comme un bâtiment industriel, légué par les siècles précédents et désormais sans utilité concrète. Néanmoins, il faut le conserver, lui trouver une autre fonction, moderne celle-ci, et adaptée. Aussi peut-on considérer ces traditions comme legs du passé que chaque promotion réintroduit à son tour dans sa modernité. A cette condition, s'agit-il réellement d'expliquer leur survivance, car elles ne sont survivance qu'en apparence, que sous leurs formes les plus folkloriques, les plus rituelles. En effet, ces traditions sont réinvesties, revisitées, reformulées. D'où ce questionnement à travers l'étude de trois périodes historiques correspondant aux trois grandes phases d'évolution (1830/1898; 1899/1945; 1945/1989): Comment fabrique-t-on ces traditions? Comment se transmettent-elles? Comment les utilise-t-on, à quelles fins?

PREMIERE PARTIE : révoltes de contre culture (1820-1898)

A _ Rejet contre la tentative de moralisation.

But de la création de l'école :

Pour bien comprendre comment se sont élaborées les traditions "gadzarts", il faut se reporter à la création des écoles d'Arts et métiers et à la mission qui leur était initialement confiée; et en ces points, nous ne différerons guère des textes de C.R.DAY .

A l'origine, ces Ecoles sont créées pour former une "élite ouvrière" et des contremaîtres pour l'industrie alors en plein essor . C'est Napoléon qui, en 1803 _ sur le modèle des écoles professionnelles qu'aurait fondé le Duc de La Rochefoucauld Liancourt en 1780 _ en est l'initiateur . Ce dont souffrait particulièrement l'industrie de l'époque, c'était l'absence d'intermédiaires compétents _ tels les sous-officiers de l'armée _ mais aussi socialement compétents ; c'est à dire capables d'imposer les directives de l'encadrement à la base ouvrière .

Pour créer une "élite ouvrière", il fallait bien entendu partir du peuple, recruter dans les classes laborieuses, mais détacher progressivement les individus sélectionnés de leur milieu d'origine . Il fallait leur inculquer une conscience, une morale et un style de "petit chef" et faire naître en eux des aspirations et des ambitions nouvelles (1) .

Entreprise de rejet contre la tentative de moralisation.

Une première lecture des règlements intérieurs de l'école, de 1780 à 1803 (2), est déconcertante . Etudions-nous une caserne, un couvent, une fabrique, une école ?

N'oublions pas que l'école des Arts et Métiers devait sa fondation à l'armée, puisque c'était pour les pupilles de son régiment que La Rochefoucauld avait conçu la petite école de métiers . C'est d'ailleurs dans celle-ci qu'il avait, dans les années 1780, expérimenté et compris que grâce à l'internat se créait un environnement clos dans lequel un homme d'industrie pouvait être formé techniquement et socialement (3) .

(1)_ Denys Cuhe "Actes de recherche en sciences sociales"
"Traditions populaires ou traditions élitistes" n60 nov 85

(2)_ Archives Nationales F17 14327 p. l'école de Châlons
F17 14331 p. l'école d'Angers

(3)_ AN_ F12 1084 - 19 mars 1807

Si Napoléon en 1803, dota les écoles d'un statut militaire dans un système de caserne et d'enfermement, c'est qu'il est le seul, à l'époque, grâce à son système de surveillance et d'encadrement à former un "produit social" acceptable. Le directeur de Châlons ne disait-il pas en 1813, que les obligations militaires étaient "facteur d'ordre et de discipline dont les élèves pouvaient se trouver bien dans toutes les conditions de leur vie" (4). Ce régime militaire était très strict (5) et fut appliqué durant tout le XIX^es, à quelques interruptions près - 1817; 1830 par exemple -. La surveillance était assurée des adjudants (surtout à partir de 1830), d'anciens sous-officiers (sergents, gendarmes) (6). De plus, l'organisation se présentait comme à l'armée : outre l'uniforme aux attributs belliqueux, avec le shako d'ordonnance le sabre et le fusil pour les anciens, avec la lance pour les nouveaux, (7) les punitions étaient en partie les mêmes (tribunal militaire, (8) salle de police, prison). Ajoutons le clairon, le martellement des tambours et la musique militaire qui réglaient les différents moments de la journée; enfin on choisissait non parmi les meilleurs élèves, mais parmi les plus forts, les plus grands, les plus influents, les sergents-majors, les fourriers, les caporaux (9).

Tout était mis en oeuvre pour supprimer toute spontanéité, caprice, fantaisie et imposer un système autoritaire et uniforme excluant toute irrégularité et rébellion. Il ne s'agissait pas seulement de les discipliner, il fallait aussi moraliser les élèves. Il n'est en effet pas étonnant alors, que ces écoles-casernes glissent à certaines époques vers des écoles-couvents (Restauration - seconde république).

Il ne serait pas extraordinaire par exemple que Louis-Napoléon, pour remercier le clergé qui l'avait soutenu lors de son coup d'état, laisse à l'église le contrôle de l'enseignement et de la discipline. En témoignent, dans les règlements de 1820 à 1857 surtout, l'organisation de la prière quotidienne au tambour, l'obligation de la messe dominicale et la prédominance de l'aumônier dans toutes les prises de décisions (10). Une apparence religieuse qui est encore renforcée par l'importance du cloître et de l'abbaye à Angers et Cluny, oeuvres maîtresses des bâtiments.

(4)_ P.GARDET "Deux siècles d'histoire aux Arts et Métiers de Châlons sur marne" Editions Arts et Métiers PARIS 1975

(5)_ AN_ F17 14327 Châlons & F17 14381 Angers

(6)_ Archives départementales de la marne 1T2118(maintenant AD Marne)

(7)_ AN_ F12 1804 - 13 mars 1807

(8)_ Idem 3 novembre 1809 - 24 mai 1809

(9)_ AN_ F12 1085 - 6 mars 1807 La Rochefoucauld au ministre de l'intérieur.

(10)_ AN_ F17 14333 Réglements intérieurs (Angers).

Des révoltes de rejet :

La vie de l'internat refoulait toutes les tendances et spontanéités des élèves. Ainsi, après des années de discipline rudement subies par des élèves de quinze, seize ans, quelquefois une explosion de mauvaise humeur agitait les diverses promotions qui transmettaient aux générations suivantes le souvenir — souvent déformé — d'une temporaire réaction. La routine et la discipline expliquaient ces réactions qui semblaient provisoirement libératrices : les chahuts jouaient alors le rôle de soupapes de sécurité dans une atmosphère tendue. Et, à ce propos, nous irons plus loin que C.R.DAY dans la cause profonde de ces chahuts et ce, grâce aux carnets de punitions des élèves.

Ces manifestations étaient très anti-cléricales quand l'emprise religieuse se faisait trop grande: tel élève est exclu quelques jours pour avoir insulté la statue de la vierge Marie, d'un saint, tel autre pour ne pas avoir bien récité ses prières, pour avoir osé enfreindre les prescriptions religieuses (41). L'aumônier de l'école d'Angers se plaint en 1827 "de ne pas pouvoir faire d'instruction religieuse"; seule la messe dominicale "gagnait" à peu près le coeur des élèves (42).

De plus, les sanctions prévues pour ceux qui enfreindraient la religion sont tellement nombreuses et systématiques dans les règlements (43), qu'il est aisé de saisir l'hostilité des gadzarts à cette institution .

Derrière ces expressions de refus, pouvait également transparaître un certain anti-militarisme et essentiellement dans la parodie de l'ordre militaire marquant les principales traditions des élèves. Mais là ne résident pas les principales causes des 23 et 20 émeutes relevées respectivement à Châlons et Angers en près d'un siècle(44). La première grande raison de ces émeutes reste le refus des premières années de se faire "bahuter" (brimer) par les troisièmes années (nous nous attarderons davantage sur ce "bahutage" dans un paragraphe ultérieur sur les rites — à proprement parler — des traditions).

(41)_ Archives non classées de l'école des Arts et Métiers d'Angers : carnets de punitions de 1818 à 1820 & 1854 à 1856

(42)_ Archives départementales de Maine et Loire

(43)_ AN_ F47 14333 Angers - F47 14329 Châlons

(44)_ Archives non classées de l'école d'Angers : Correspondance ministérielle de 1820 à 1898.

AD Marne :_ 1T424 : le dossier de base pour les émeutes à Châlons de 1807 à 1914 .

_ 1T2069: interventions de la gendarmerie et de l'infirmerie dans les émeutes .

AD Maine et Loire 65M20_ interventions de la brigade nationale à l'intérieur de l'école.

Il est néanmoins important de souligner que ces révoltes démarraient toujours de la même manière, ressemblant à la fois à une émeute et à une grève: les élèves se rassemblaient au fond de la cour, se massaient en troupeau, lançant des clameurs et refrains de chansons à intervalles réguliers pendant toute une journée, puis se réfugiaient dans un dortoir, s'y barricadaient et lançaient des "loupins" à tous leurs agresseurs ⁽⁴⁵⁾ (terribles morceaux de fonte faits par les élèves dans les ateliers et entassés clandestinement). D'ordinaire, les élèves se contentent de commettre de nombreuses dégradations matérielles, mais à plusieurs reprises le directeur est obligé de faire appel à la garde nationale, aux sapeurs et quand la révolte est trop dure, à la gendarmerie auquel cas l'émeute se solde par le licenciement d'une ou de deux divisions pendant un mois, et l'exclusion définitive des principaux meneurs ⁽⁴⁶⁾ .

De toute évidence, ces soulèvements furent à leur origine, spontanés, exprimés dans des soulèvements sporadiques sans lendemain, marquant la résistance tenace et collective à la tentative d'embrigadement et de moralisation des administrateurs des écoles et de l'état.

B _ Une tradition issue de la révolte

Principe enseigné par le fondateur.

C'est de cette époque de cette "contre-culture" que la camaraderie "gadzarts" tient sa particularité. Cette base sentimentale, avant d'être utilisée dans la clandestinité a peut-être été aussi inspirée par le Duc de La Rochefoucauld _ hypothèse non retenue par C.R. DAY _

Pour bien saisir les idées du Duc de Liancourt, il faut savoir qu'il était un adepte convaincu de la méthode de Joseph Lancaster sur l'enseignement mutuel. Dans cet enseignement étaient définies l'organisation des moniteurs, la division du travail, les précautions contre l'uniformité qui produit le désintérêt, et surtout la réciprocité de l'enseignement entre les écoliers, le plus avancé servant de maître à celui qui l'était moins ⁽⁴⁷⁾.

⁽⁴⁵⁾ AN_ F17 319 Commissions d'inspection dans les écoles d'Arts et Métiers.

⁽⁴⁶⁾ AD Marne: 1T424 1T2069 1T2215
AD Maine et Loire: 65 Mzo

⁽⁴⁷⁾ FERDINAND-DREYFUS Camille "Un philanthrope d'autrefois, La Rochefoucauld-Liancourt, 1747-1827" Paris: Plan, 1903

Ce sont les mêmes principes d'éducation que le Duc voulut appliquer aux Arts et Métiers:

_ que les différentes divisions ne soient pas séparées et réalisent des travaux en commun, de façon à ce qu'il y ait communication permanente entre les élèves des trois années (18).

_ que les élèves acquièrent le sens des responsabilités et du commandement (idée reprise par les traditions, dans la clandestinité avec la notion de hiérarchie appelée la "gradante").

_ que les anciens servent de mentors et d'initiateurs aux élèves de première année (parrainage des "conscrits" par les "anciens").

_ enfin, que les anciens développent leur sens de l'équité en rendant eux-mêmes la justice au sein de leur communauté (justice rendue par la Bande Noire clandestine).

Cet enseignement fut souvent combattu et supprimé car il favorisait, selon les "ultra" de la Restauration, les émeutes : *"l'Ecole des Arts et Métiers est un levier de la Révolution qui peut tôt ou tard agiter la France; il faut donner à cette école une trempe nouvelle si l'on ne veut pas que la jeunesse qu'on y élève en communauté devienne l'immoralité de notre pays"* (19).

Quelques rituels et leurs inspirations .

Les élèves organisaient leurs résistances en s'inspirant des idées du Duc et, à la base de ces traditions naissantes se trouvaient principalement le "devoir de fraternité" dans lequel on peut *"reconnaître la valorisation spécifiquement populaire de la solidarité et du sentiment communautaire qui étaient battus en brèche par l'administration"* (20). Il suffit de consulter les règlements de l'école pour constater qu'était interdit tout ce qui pouvait favoriser la complicité des élèves entre eux (21) .

Ces élèves créèrent donc, dans ce contexte de refus, toute une série de rites initiatiques ainsi qu'un langage propre (22). Le but de ces traditions étaient bien entendu de se donner les moyens d'une certaine clandestinité, nécessaire à toute forme de résistance. Elles s'inspiraient de bien d'autres collectivités de l'époque : compagnonnage, franc-maçonnerie y compris l'armée.

(18)_ Livre d'or du bicentenaire de l'école d'Arts et Métiers .
Edité par la société des ingénieurs Arts et Métiers (PARIS 1980)

(19)_ AN_ F12 1152 Ministère de l'intérieur _ septembre 1825.

(20)_ CUCHE Denys, "Traditions populaires ou traditions élitistes ?"
Actes de recherche en sciences sociales n° 60, nov 85.

(21)_ AN_ F17 14 328_ Châlons
14 332_ Angers

(22)_ Langage qui empruntait un certain nombre de mots de l'argot populaire tout en forgeant son propre vocabulaire, lié à la vie quotidienne de l'école et que nous étudierons dans la deuxième grande partie du mémoire.

Les carnets de punitions et correspondances ministérielles nous enseignent sur ces rites mais bien superficiellement puisque les traditions sont clandestines. Seuls les carnets de traditions créés vers 1899, 1900 nous en apprendront beaucoup plus. Il est néanmoins possible d'en tracer déjà les grandes lignes.

Jusqu'en 1841, les élèves effectuaient une année d'apprentissage dans les boutiques ou chez les artisans de la ville (23) avant d'intégrer l'école; c'est dans ces lieux qu'ils cottoyaient des compagnons du tour de France _ le contact et la promiscuité des ouvriers de tous genres ne leur apprenant que des mauvaises manières (24). Un inspecteur écrira sur son rapport, lors d'une visite en 1845 (25) "que l'habitude des cris, du bruit et des traditions sort implantée et accrue des usages en honneur chez les compagnons..." .

Il est, dans ces conditions, fort probable, qu'ils se soient inspirés _ en sus des principes du Duc vus ci-dessus _ du parrainage compagnonnique pour accueillir les premières années. En effet, chaque première année, appelé "conscrit" (26) à partir de 1868, a comme ancien un élève de troisième année appelé "ancien", dont le numéro d'entrée à l'école correspond au sien. Il est ainsi dès son arrivée, pris sous le patronage d'un élève de deux ans plus âgé que lui (le deuxième année n'ayant à cette époque qu'un rôle d'observateur) ayant pour mission de lui enseigner les valeurs acquises dans la clandestinité: solidarité et fraternité (idée prise chez les compagnons pour qui le mot "fraternité" est essentiel) dans toutes les situations, mais aussi les petites astuces employées entre "écoliers" (27) et surtout lui donner un nom de guerre, le "surn's"; d'être en un mot son guide et son père (28).

(23)_ AN_ F174327_ Châlons (règlements).

(24)_ EUVRARD F. "Historique de l'École nationale d'Arts et Métiers de Châlons" depuis sa fondation jusqu'à nos jours, 1789-1895
Châlons sur Marne: Union Républicaine 1895.

(25)_ AN_ F17 14 319 commission d'inspection.

(26)_ On retrouve ce terme dans les archives dès 1868. Ce mot est peut-être issu de la tradition conscrite depuis l'instauration du tirage au sort en 1780. C'est au cours de son passage par le groupe de conscrits que le jeune homme fait apprentissage des divers aspects de la sociabilité virile avec tout l'aspect humiliant que cela suppose: ceci paraît identique chez la première année d'où cette hypothèse.

(27)_ AD Maine et Loire: 65 M41 rapport de l'aumônier parlant "d'occultes traditions entre écoliers".

(28)_ EUVRARD F. "Historique de l'École nationale d'Arts et Métiers de Châlons"

Comme nous pouvons le constater, le parrainage, les valeurs et le nom de guerre participent à une autre tradition qui est celle des compagnons (29).

Pour intégrer ce groupe de jeunes hommes, les "anciens" exigeaient tout un rituel qui, quand il avait un but précis _ soit éprouver leur moralité et leur solidarité _ devenait quelquefois burlesque mais quand il se transformait en brimades, semblait extrêmement violent.

Nous retrouvons la brutalité de ces brimades dans les archives d'inspection mais surtout dans les carnets d'infirmier où le nombre de blessures par brimades et leur caractère sont scrupuleusement recensés(30). Il faut dire que nombreuses sont les plaintes des observateurs intérieurs_ directeurs et aumôniers_ et extérieurs _ médecins et inspecteurs_ contre les odieuses brimades des anciens (31)_

En 1839, le médecin de la visite d'Angers rapporte que "*cette vieille habitude, inhumaine et enracinée dans l'établissement depuis de nombreuses années ne fait qu'augmenter le nombre de mauvais traitements exercés par les anciens*" (32). Idée à laquelle s'allient les directeurs puisqu'ils déplorent sans arrêt ces "facheuses habitudes" et demandent aide et conseils dans de nombreux courriers aux ministres successifs. L'aumônier dira à l'inspecteur en 1867, à Angers que la "*Loi des anciens est cruelle et odieuse*" (33).

Mais que demande t-on aux conscrits ? Il semble que l'initiation la plus générale soit l'apprentissage du respect de l'ancien, concrétisée et ritualisée par le salut de l'ancien quotidien, par le service du "croust" à 10h et à 16h (emmener un morceau de pain à l'ancien à l'atelier sans se laisser prendre) par quelques tests contrôlant sa moralité. Des questions baroques de science leur sont posées, de connaissance sur les aventures des anciens, sur leurs mutineries passées, sur le sens de leur fraternité... On les faisait mettre à genoux pour qu'ils donnent les réponses et ils devaient jurer de respecter la loi du silence, fidélité à ce groupe.

(29)_ Les parallèles entre les traditions gadzariques et les traditions des autres groupes d'hommes ont été effectuées grâce au livre de Serge HUTIN "Sociétés secrètes" Paris, production de Paris 416 p.

(30)_ AN_ F17 14 319 Commission d'inspection.

Archives non classées de l'école d'Angers: carnets d'infirmier 1820-1898.

(31)_ idem + AD Marne 1T 2069.

(32)_ AD Maine et Loire : 65 M11 (mars 1843).

(33)_ AN_ F17 14 319 (avril 1856) commission d'inspection.

Pour tester leur degré d'obéissance on leur imposait mille vexations, on leur jetait de l'eau, des immondices des fenêtres, on les huait, leur faisant subir des épreuves physiques (quelquefois sexuelles) surtout quand ils se rebellaient (34).

L'aspect clandestin et secret de cette initiation — même si elle dégénère souvent en "bahutage" ou bizutage étudiantin — le serment de fidélité, sont inspirés des serments compagnonniques et franc-maçonniques, ces deux groupes séparant bien quant à eux épreuves physiques et symboliques. De même on retrouve le serment classique par lequel le nouvel affilié jure fidélité aveugle à ses chefs et s'engage à garder silence éternel (35).

"Bande noire" et mentalités politiques des élèves.

Cette empreinte franc-maçonnique est surtout très nette dans l'organisation secrète de la "Bande Noire" ou B.N. . Ainsi, une sorte d'organisation secrète fut mise en place autour de meneurs occultes regroupés dans une bande, qui fut longtemps une tradition exclusive de l'école d'Angers. Ce sont dans les années 1826-1830 que sont mentionnés dans les carnets de punitions et dans les correspondances ministérielles les premiers méfaits de cette "B.N." (36). C.R.DAY précise, comme le livre du gadzarts P.POPIN (37) que les élèves furent inspirés par les "carbonari" de l'époque, mais sans justifier son hypothèse ce que nous nous proposons de faire; et pour cela il faut parler des mentalités politiques des élèves.

Les élèves ont souvent été traités de "Républicanistes" par l'administration.

(34)_ Bulletin administratif de la société des anciens élèves-année 1885 et surtout carnets de punition de l'école d'Angers de 1820 à 1898 et surtout de novembre à janvier (période de "bahutage").

(35)_ HUTIN Serge. "Sociétés secrètes" Paris: Production de Paris 1975.

(36)_ Archives non classées de l'école d'Angers, carnets de punition de 1826 à 1831: Ce sont toujours les mêmes motifs qui reviennent : avril 28 : "huit élèves exclus dix jours car surpris avec des loups et des cagoules sur la tête, en pleine nuit sur les toits de l'école ",
mai 1830 : "élève x, exclu un mois pour avoir participé à cette bande occulte et ouvert les serrures du bureau du directeur".

(37)_ P.POPIN "Les gadzarts" Ets A.Brulliard Saint Dizier 1947.

Il faut dire que cette mentalité républicaine régnait aux Arts comme une sorte de religion si bien qu'elle a inspiré trois couplets de la chanson des "gadzarts" (39).

En 1830, mais surtout 1848, les élèves exprimèrent sans équivoque leurs sentiments révolutionnaires en accueillant la jeune république avec enthousiasme (39). Dès janvier 48, des élèves sont exclus pour avoir chanté "la Marseillaise" à l'occasion des gateaux ou fêtes des Rois; en mai 48, ils demandent à leur directeur d'être formés militairement pour offrir leur service au gouvernement ou pour soulager la République fatiguée (40).

Les journaux qui circulent dans les classes et dont les propriétaires s'ils se font prendre, voient leurs bourses suspendues de une à quatre semaines, sont essentiellement républicains: "La cloche", "le journal des débats", "le rappel" (ce dernier étant celui du poète Victor Hugo) (41), "journal de la secte" (42) (d'inspiration St Simonienne) et "le Figaro" (un peu plus conservateur) (43). La lecture des élèves est intéressante car elle nous révèle leurs tendances politiques. Encore plus indicatrices sont d'une part, les précautions de la direction quant au choix des maîtres de surveillance et les ouvertures de courrier des élèves d'autre part.

(39) Cette chanson que les gadzarts appellent aujourd'hui "Hymne des gadzarts" eut son origine à l'école d'Angers. Elle comprenait neuf couplets écrits par Roumilhac (élève d'Angers en 1867); trois couplets révèlent la mentalité politique des élèves:

Le couplet I: "Nous sommes tous les enfants de la France,
Mère chérie, sacrée à tous les coeurs..."

Le couplet IV: "...Et si la sainte République
Avait besoin de bras pour la venger...
Nous entrerions dans ses grandes civiques
qui sont si braves à l'heure du danger...
bravant la balle comme de vrais lascars
nous mourrions tous sur une barricade.

Le couplet V: "Si la patrie en un moment d'alarme,
faisait appel à ses braves enfants,
pour la défendre, nous prendrions les armes..."

(39) AD Maine et Loire 65 M14 décembre 1830.

(40) idem + lettres de gadzarts aux préfets AD Maine et Loire 65 M11 (mai 48).

(41) AD Marne 1T 2062 (1833) 1T2245 (1870) dates auxquelles sont pris ces journaux.

(42) AD Maine et Loire 65 M11 (1830).

(43) AD Marne 1T 2245 (1870: fin II empire).

En effet, toute une enquête de moralité est effectuée avant d'accepter un maître de surveillance et souvent, il est exclu et "mis à la porte" car il est "membre d'une société secrète" ou bien car il est "soupçonné d'avoir transmis de mauvaises idées politiques aux élèves"⁽⁴⁴⁾. Des élèves sont donc influencés par leurs surveillants mais aussi par des sociétés secrètes de l'époque. C'est ce que montrent certaines lettres destinées aux élèves et ouvertes par le directeur, écrites anonymement par des chefs de club, encourageant les élèves à la révolte, ou les incitant à participer à des réunions de "ventes"⁽⁴⁵⁾. Il est donc clair que pour les élèves, sociétés secrètes et politique soient liés et confondus.

N'oublions pas que les "carbonari" venus d'Italie ne sont apparus en France qu'en 1820, réunissant au départ Républicains et Bonapartistes. Plus qu'en Italie, les mêmes hommes, en France, appartenaient à la charbonnerie et à la franc-maçonnerie. Il y avait osmose entre les deux sociétés et assimilation de certains rites. Les carbonari, rappelons-le, sont les artisans des journées de 48 avec la devise empreintée aux républicains mais aussi aux loges maçonniques du XVIII^es : "Fraternité"⁽⁴⁶⁾.

Nous retrouvons donc ici une des autres origines de la devise "gadzarts" "fraternité"⁽⁴⁷⁾ mais en tant que camaraderie égalitaire et solidaire, nécessaire pour la cohésion du groupe dans la clandestinité. Mais c'est aussi celle de la bande noire que l'on voit naître dans les mêmes années que l'entrée des carbonari en France. S'approprier leurs symboles de lutte n'était pas innocent de la part de gadzarts qui savaient que cette société secrète se caractérisait par son idéologie révolutionnaire.

⁽⁴⁴⁾_ AN_ F12 1084 et 1086: personnel administratif, contrôle.

⁽⁴⁵⁾_ AD Maine et Loire 65 M11: copie d'une de ces lettres: 1848 "Tenez-bon les enfants, nous nous soutiendrons..." 1835 " Je suis heureux que vous ayez convaincu d'autres élèves à participer à notre réunion et à entrer dans notre vente"

⁽⁴⁶⁾_ HUTIN Serge. "Sociétés secrètes" Paris: Production de Paris 1975. Chapitre sur la charbonnerie.

⁽⁴⁷⁾_ Un couplet de la chanson des gadzarts est dédié à la "Fraternité":

"Que sont ici les titres de noblesse ?

le brillant faste ne nous éblouit pas,

riches ou pauvres, l'inégalité cesse...

Fraternité c'est là notre devise,

C'est la devise de tous les vrais gadzarts..."Très proche de la devise franc-maçonnique :

"Déposez à la porte du temple, quelque objet qui nous distingue ..."

Les membres de cette "B.N" étaient intronisés suivant les "rites de la vente bleue" (48) et seuls les anciens y étaient admis. A partir de Pâques, ils initiaient des deuxièmes années (ou viscrits) volontaires qui étaient à leur tour cooptés. Le nombre maximum était de dix (comme dans une vente charbonnière) qui devaient tous avoir la tenue de nuit de rigueur et tout l'outillage du serrurier (49). La plus grande discrétion doit être observée, le serment de fidélité prêté et aucun viscrit et conscrit ne devaient connaître les membres de la "B.N." (50). Ils avaient pour mission de pénétrer partout et jusque dans le cabinet du directeur ou du chef adjoint pour rechercher documents et rapports. Ils subtilisaient les pièces compromettantes, falsifiaient les notes de conduite. Dans les ateliers, ils travaillaient la nuit pour des élèves ayant de mauvaises notes ou accumulé du retard: ils étaient des "redresseurs de torts". (51)

Cette Bande Noire était l'organisation suprême de ces tradition avec ses délibérations secrètes, ses mots d'ordre, sa justice clandestine, mais elle n'avait pas, malgré certaines de ses inspirations, de finalités purement politiques et sectaires, même si de nombreux gadzarts de l'époque devinrent franc-maçons tel A.GROUSSIÉ, D POULOT (52).

(48)_ Archives non classées de l'école d'Angers: copie de lettres ministérielles de mars 1840. "Ces membres de la bande de nuit semblent s'inspirer d'une vente u loge bleue dont l'élève interrogé ignore l'origine et le caractère politique..."

(49)_ AD Maine et Loire 65 M21: procès verbaux des enquêtes de police. Dans leurs perquisitions à l'école, les préfets trouvent entre autres: pantalons noirs, collants, bérets, loupes, clés (celles de l'école), cordes à noeuds, échelle de corde

(50)_ Couplet VI de la chanson des gadzarts :

" Quand le jour fuit et que la nuit est sombre,
Que tout se tait et sommeille ici bas,
De noirs fantômes, en se glissant dans l'ombre,
Sans aucun bruit amortissant leur pas,
Où vont-ils donc ? Dites-vous avec crainte,
C'est le secret de l'école des Arts.
Si vous voyez roder dans cette enceinte,
N'en dites rien, car ce sont des gadzarts "

(51)_ P.POPIN "Les gadzarts "...

(52)_ Denis POULOT (Châlons 1847); A.GROUSSIÉ (Châlons 1878) était député de Paris, vice président de la chambre des députés et un des leaders du socialisme en France avec Jean Jaurès.

C _ Société des anciens élèves et ambiguïté des traditions.

Attitude de l'administration.

Ces traditions nées d'un mouvement de refus et organisées dans la clandestinité revêtaient des allures d'indépendance, d'hostilité contre lesquelles les directeurs ne restaient pas inactifs. Des punitions allaient de la simple convocation chez le directeur à l'exclusion définitive, en passant par la privation de sortie, la salle de police, le tribunal, la privation de bourse...⁽⁵³⁾. Néanmoins, que les punitions aient été individuelles ou collectives, elles n'arrêtaient ni les révoltes, ni surtout les traditions.

Pour éviter les brimades, des anciens contre les nouveaux, et malgré les promesses réitérées des premiers, les directeurs de Châlons et d'Angers décident le 1^{er} juillet 1874 de faire effectuer des travaux pour séparer des divisions par des murs ou des barrières ⁽⁵⁴⁾. Les directeurs maintiennent leur décision (malgré l'opposition des élèves et de la société des anciens élèves ⁽⁵⁵⁾) pour faire disparaître les brimades qui prenaient un caractère odieux: les nouveaux, sous prétexte de tradition faisaient trop souvent des corvées pour les anciens et étaient objets de brutalités supplémentaires s'ils refusaient ⁽⁵⁶⁾.

Quant à l'enseignement des nouveaux par les anciens _ que l'on prônait pour supprimer la séparation des divisions _ les directeurs disent qu'ils ne valent pas l'enseignement du maître (au grand désespoir de la société des anciens élèves).

Société des anciens élèves.

Elle fut fondée, après maintes tentatives, en 1847 et consistait avant tout à procurer aux anciens élèves sortis de l'école des positions dans l'industrie, à entretenir l'émulation et surtout à assurer le prestige de l'école auprès des grands établissements industriels en France et à l'étranger ⁽⁵⁷⁾. La société n'intervint que dans les années 1875 sur la conduite des étudiants et surtout les problèmes internes de l'école, car là n'était pas sa principale fonction .

⁽⁵³⁾ _ Archives non classées de l'école d'Angers: carnets de punition de 1820 à 1898.

⁽⁵⁴⁾ _ AD Marne: 1T2057

Bulletin administratif de la société des anciens élèves 1874

⁽⁵⁵⁾ _ Bulletin adm. années 1875-1878-1880.

⁽⁵⁶⁾ _ AD Marne: 1T2067

⁽⁵⁷⁾ _ Livre d'or du bicentenaire p 543.

Sa position était ambiguë: elle était gênée par la mauvaise publicité que donnaient les révoltes et savait que l'origine modeste des élèves associée à leur réputation d'indiscipline compromettaient ses efforts pour remonter le niveau des écoles. Officiellement, elle déplorait les brimades et les traditions (58). Mais elle se considérait aussi comme la protectrice des élèves dans la tradition de La Rochefoucauld qui s'était efforcé de les défendre dans les années 1820, contre la politique vengeresse du gouvernement. Elle s'estimait dépositaire des traditions de solidarité et d'égalité des gadzarts et les soutenaient ardemment dans leur combat pour la réunion des divisions établissant même des enquêtes sur les taux de réussite des élèves réunis et séparés (59).

Il n'est pas surprenant d'ailleurs que les anciens élèves qui avaient refusé d'être "bahutés" ou qui n'avaient pas respecté le code du silence ne furent guère les bienvenus parmi les camarades de la société (60). De plus elle fermait les yeux sur les révoltes et les traditions dégénérant en brimades, en acceptant dans ses rangs les élèves renvoyés, et en mettant à leur service son bureau de placement. Enfin, elle usait de son influence auprès des directeurs et au besoin des ministères pour alléger les punitions et annuler les renvois (61).

Ambiguïté des traditions.

Les traditions des Arts et Métiers, si elles sont nées d'un refus des gadzarts de se laisser "civiliser" révèlent par bien des aspects leurs origines populaires _avec les brimades physiques, les cris, les tapages, les dégradations matérielles _ mais aussi par leur manque d'originalité propre _ inspiration du compagnonnage, de la franc-maçonnerie, de la charbonnerie. Elles ne sont pas sans ambiguïté; en effet, en prenant le contre-pied de la culture dominante, les élèves reconnaissaient d'une certaine façon sa suprématie, sa légitimité. En se situant dans la rébellion, ils reconnaissaient aussi implicitement l'illégitimité de leur attitude. Cette ambiguïté provenait de l'ambivalence de leur future situation professionnelle et de leur position d'intermédiaires. Les élèves savaient qu'à leur sortie de l'école, ils devaient assumer leur rôle de "petit chef" et rompre définitivement avec leur milieu d'origine.

(58)_ Bulletin adm. années 1884-1885.

(59)_ idem année 1890_ Les résultats se révèlent meilleurs quand les divisions sont séparées.

(60)_ idem février 1899: 17 membres de la société démissionnèrent lorsque le bureau accepta un collègue qui avait refusé, sept ans plus tôt, de participer à une révolte.

(61)_ A tel point que, selon de nombreux vieux anciens élèves interviewés, la société s'arrangea, jusqu'à une période récente, à instituer au moins un franc-maçon au bureau central de la société pour leurs appuis politiques.

La révolte n'excluait donc pas une certaine forme de soumission qui préfigurait la conversion définitive (62). Paul NIZAN, lui même, fils d'un ancien gadzart a rendu compte de cette conversion progressive qui n'allait pas sans déchirement, dans son roman "Antoine BLOYE" qui retrace l'itinéraire d'un gadzart (son père sans doute). Fils d'ouvrier au XIX^{ème}s, Antoine BLOYE était dans le doute, mais par la suite, il s'identifia à sa fonction, même si le remords le poursuivait toute sa vie.

(62) P.NIZAN "Antoine BLOYE" Paris, GRASSET, 1978 p135 et POULOT Denis, "Le sublime ou le travailleur comme il est en 1870 et ce qu'il peut être" Paris, Maspéro, 1980.

Deuxième partie: Traditionnalisation (1898-1945)

A - Transformation de l'école

Promotion professionnelle.

Dans leur ambiguïté, les traditions portaient déjà en elles-mêmes la potentialité de leur utilisation future à d'autres fins que la révolte. Leur changement correspond à celui des statuts de l'école. Dans l'histoire des Arts et Métiers, il n'y a pas eu de brusques modifications, mais une succession de petits glissements, tous orientés dans le même sens, qui sont en grande partie imputable à la société des anciens élèves qui défendit très vite la position professionnelle des gadzarts et promut l'image de marque de l'école.

De sous-officiers de l'industrie, les gadzarts se firent de plus en plus reconnaître comme des officiers "subalternes" et purent espérer dès la moitié du XIX^{ème} atteindre le rang d'ingénieur. Ces écoles ont formé des ouvriers qualifiés et des mécaniciens capables de devenir, par promotion sur leur lieu de travail, directeurs de production et ingénieurs mécaniciens notamment dans les industries mécaniques, métallurgiques et ferroviaires (1): le gadzart de l'époque fut un type particulier, unique en France, le vrai "self made man". "Il s'est avancé dans l'entreprise grâce à la force de ses qualités d'entreprise, par son intelligence pratique et son travail acharné"(2).

C'est en 1907 que les écoles d'Arts et Métiers sont autorisées officiellement à délivrer un brevet d'ingénieur (seulement aux plus méritants). Ce diplôme marqua la fin des Arts et Métiers en tant qu'école d'ouvriers et traça la voie de leur promotion finale au statut d'université.

(1) AN_ F17 14 317 Débouchés des gadzarts et livre de CR.DAY

(2) POULOT Denis. "Le sublime ou le travailleur..."

Origine sociale des élèves.

D'écoles d'ouvriers qualifiés, elles sont devenues écoles d'ingénieurs. La petite bourgeoisie fournit désormais la majorité des élèves (3).

L'origine sociale de 800 diplômés des Écoles d'Arts et métiers (1806-1890)

	1806-1830		1830-1860		1860-1890	
	eff.	%	eff.	%	eff.	%
a- petits patrons	13	4	14	4	4	2
petits boutiquiers	19	6	12	4	4	2
artisans	45	15	65	20	16	9
b- employés de bureau, dessinateurs	5	2	5	2	6	3
c- commerçants, banquiers	4	1	5	2	0	0
négociants, industriels	6	2	30	9	32	18
cadres supérieurs, ingénieurs	7	2	9	3	22	12
d- cadres fonction publique	6	2	7	2	3	2
e- instituteurs	4	1	5	2	8	4
soldats	60	20	21	6	4	2
petits employés fonction publique	62	21	28	9	4	2
f- agriculteurs (fermiers)	18	6	17	5	8	4
g- ouvriers d'usine	5	2	19	6	40	22
ouvriers (divers)	8	3	12	4	2	1
h- inconnus	35	12	72	22	29	16
total	297	100	321	100	182	100

(3) Tout le paragraphe qui va suivre est à retirer du livre de DAY qui a effectué une étude approfondie sur les origines sociales des élèves. Nous nous contenterons d'en donner un rapide aperçu, là n'étant pas notre sujet principal. L'origine sociale populaire apparaît clairement sur ce tableau en 1830. Il suffit pour cela d'additionner les catégories a-e et g : de 1806 à 1830 72% ; de 1830 à 1860 55% ; DE 1860 à 1890 45% . Une très nette baisse de recrutement dans ce milieu au fil des années. A noter aussi le remplacement des fils d'artisans par les fils d'ouvriers qui passent de 10 à 23% .(prolétarianisation des artisan avec la révolution industrielle ?)

En effet, d'après le tableau ci-joint, la petite et moyenne bourgeoisie (catégories b-c-d) fournissent de plus en plus d'élèves, les écoles d'Arts et Métiers recrutent de moins en moins dans les milieux plus "populaires" (a,e,g): 72% de 1806 à 1830; 55% de 1830 à 1850; 45% de 1860 à 1890. Il faudrait aussi noter le remplacement des fils d'artisans par les fils d'ouvriers qui passent de 10 à 23% du recrutement général. Ce changement masquerait-il en réalité la prolétarianisation des artisans due à la révolution industrielle ? Un grand nombre de travailleurs indépendants sont en effet contraints de devenir des travailleurs salariés.

Il y a donc "embourgeoisement" du recrutement social, lié à la transformation progressive de l'École en école d'ingénieur. Toutefois, la fonction philanthropique des Arts et Métiers ne disparaît pas complètement, par rapport aux autres écoles d'ingénieurs.

Les aspirations des élèves ne sont donc plus les mêmes: elles visent plus haut.

L'élite ouvrière ne les concerne plus, ils espèrent pouvoir s'intégrer à l'élite tout court. La révolte n'est plus de mise, du moins en tant que "révolte populaire". Seule subsiste une certaine indiscipline de collégiens qui n'a plus grand chose à voir avec l'état d'esprit des gadzarts du siècle précédent.

"Démilitarisation" des écoles d'Arts et Métiers.

Il semble bien que le début du XX^{ème} s marque un tournant dans l'histoire des écoles. Ainsi, en 1899, elles sont "démilitarisées"⁽⁴⁾.

En effet, concrètement, cette modification est importante puisque les adjudants sont remplacés par des surveillants, des répétiteurs civils. Dès 1900, les instituteurs âgés de vingt cinq ans au moins, pourvus d'un brevet supérieur et du certificat d'aptitude pédagogique guident les élèves dans leurs leçons⁽⁵⁾. L'école et l'administration (ou "Stass") font donc appel à un personnel surveillant moins strict mais surtout plus instruit, comptant peut-être davantage sur l'humanité et la diplomatie de ces instituteurs pour améliorer les relations élèves-"Strass" et enrayer les traditions.

(4)_ AN_ F17 14 330- Châlons règlements (1899)
AN_ F17 14 333- Angers règlements (1899)

(5)_ AN_ F17 14 317- Généralités sur le fonctionnement interne
AN_ F17 14 319- Note sur les principales améliorations
apportées à l'École (février 1901)

Des preuves de bonne volonté de révèlent aussi dans l'assouplissement des horaires de la journée: lever à 6h (soit 1h plus tard) beaucoup plus de temps de libre dans la journée et les promenades plus longues le dimanche. Les punitions enfin, sont modifiés, "adoucies"... . La salle de police n'existe plus et est remplacée par la privation de sortie, puis par la suppression de quelques points dans la moyenne générale (on mélange ainsi discipline et enseignement) puis note sur le bulletin, note aux parents, conseil de discipline et exclusion (6).

La suppression de bourse n'est plus de rigueur, la privation de sortie étant la sanction la plus courante au grand désespoir des élèves (7).

Ce passage à un régime civil marque le déclin de l'administration jusque là toute puissante. Ce relâchement dans la claustration avait été justifié par l'âge plus élevé des élèves.

On a prétendu que ces excès de gentillesse étaient voulus, dans le dessein d'affaiblir l'esprit de corps, en supprimant de larges tranches de vie en commun autrefois absolument continues (8).

B _ De nouvelles traditions.

Des brimades de plus en plus brutales.

Malgré cet assouplissement du régime, les brimades et les traditions subsistent alors qu'elles n'ont plus lieu d'être. Elles sont maintenues par respect pour ce qu'avaient vécu les anciens, le maintien et renforcement des brimades étant considérés par les élèves comme un apprentissage au respect des anciens, au respect de l'ordre en général.

Les carnets d'infirmerie et les rapports de médecins (9) sont significatifs: les périodes de "mise en respect" sont semble-t-il les mêmes que soixante-dix années plus tôt, c'est à dire des mois d'octobre à janvier. Les principales causes de congés en infirmerie pendant ces périodes sont pour la moitié d'entre elles, des "coups de boulons dans l'oeil reçus des anciens" puis pour 30% "des coups au ventre", enfin pour 20% "grippes et complications pour avoir été condamnés à rester toute la nuit dehors"....

(6) idem

(7) Thème très souvent repris dans les chansons des gadzarts

(8) P. POPIN "Les gadzarts..." p147

(9) Archives non classées de l'école d'Angers : carnets d'infirmerie de 1899 à 1914.

AD Maine et Loire: 65 M11 1899-1914 : rapports de médecins

AD Marne 1T424 (différentes brimades)

Nous n'avons mentionné que les plus importantes et les plus répétées.

Les anciens ou troisièmes années tiennent donc à garder le respect des "conscrits" comme l'exigeaient la clandestinité et la lutte contre l'administration du XIX^{ème}s . Ils renforcent leur attitude avec férocité comme pour pérenniser cette tradition qui revêt, depuis le début de ce siècle, un aspect contraignant nécessaire "pour forger le caractère de ces hommes rudes"⁽⁴⁰⁾. C'est ici la preuve, que les traditions commencent à prendre le relais de l'administration.

Cependant, les différents directeurs et ministres n'ont cessé de vouloir faire supprimer ces "facheuses habitudes" qui nuisent à la réputation de l'école: "croyez que la réputation des gadzarts repose non sur des excentricités et des enfantillages, mais sur une longue suite de travaux sérieux, de tentatives hardies sur la gloire et la paix ... voici les vrais traditions..." . Mais voyant que son message n'eut aucun effet, il interdit par dépêche ministérielle de septembre 1928 "toute espèce de brimade dans tous les établissements publics" puis déclancha des sanctions menaçant les conscrits qui consentiraient à être brimés ⁽⁴¹⁾.

Mesure astucieuse qui posait aux anciens un cas de conscience, mais qui n'eut pas l'effet escompté.

Cet exemple de lutte ministérielle est répétée tout au long de cette première partie du XX^{ème}s et parce qu'elle n'est jamais victorieuse, prouve de quelle façon ces traditions sont déjà ancrées dans les mentalités et dans les faits. Elles résistaient à l'administration au XIX, maintenant elles tiennent tête aux ministres.

Comité de traditions.

Ce glissement vers le haut des écoles et le déclin de l'administration favorise la montée du "comité des traditions", dont ne parle pas C.R.DAY, institué dans les années 1899-1900, chargé de veiller à la bonne transmission des traditions gadzariques ainsi que l'affirme le livre d'or ⁽⁴²⁾: "A partir de 1900, le régime de l'école n'étant plus militarisé, le comité des traditions allait devenir prépondérant et diriger de plein droit la vie gadzarique".

⁽⁴⁰⁾ P.POPIN "Les gadzarts "...p167-168 "...Ces petites blessures d'amour propre qui étaient un dressage moral, ne sont pas sans utilité en tant que préparation aux actes de soumission forcée que réserve la vie..."

Bulletin de la société des anciens élèves: 1884

⁽⁴¹⁾ Rapport de HERIOT (quelques textes) dans le livre de P.POPIN "Les gadzarts..."p163

⁽⁴²⁾ Livre d'or du bicentenaire p417

Nous pouvons dire que ce comité constitue "la cheville ouvrière" de la vie à l'école en dehors des études proprement dites: nous le trouvons omniprésent à chacune des étapes de l'insertion du nouveau dans la famille gadz'Arts, et c'est lui qui organise toutes les fêtes et manifestations dont il va être question plus loin. S'il venait à faillir à sa tâche, c'en serait fini des traditions. La date de son élection a considérablement varié dans le temps: fixée à la pentecôte vers 1900, elle a été ramenée vers le premier quart du XX^{ème} au premier lundi suivant "le fignos et la sainte cécile"⁽¹³⁾. Ce sont les "viscrits" ou les élèves de deuxième année qui élisent ce comité composé d'un "colonel aux fignos"(à Châlons) ou d'un "major trad's"(à Angers)qui apparaît comme personnage-clé, gardien des traditions. Le "général", plus représentatif, est chargé des rapports avec l'extérieur; le commissaire a pour mission l'étude et la résolution de tous les problèmes matériels; enfin, le trésorier quant à lui, il gère les finances ⁽¹⁴⁾.

Ce comité est présent pour contrôler, gérer la vie de l'école et le bon déroulement des traditions: la spontanéité et la créativité font donc place à l'institutionnalisation, à la traditionnalisation.

A cette formalisation s'ajoute la création d'un carnet de traditions ⁽¹⁵⁾ dont ne parle presque pas DAY et qu'il ne date pas _ institué pour mettre par écrit l'ensemble des devoirs, des commandements, des rites accumulés en un siècle et transmis jusqu'ici oralement, de promotion en promotion. Ce carnet est en quelque sorte le guide pratique et spirituel du gadzarts où les règles et les prescriptions ont force de coutume. C'est, à l'origine un petit livret noir d'une soixantaine de pages que chaque conscrit se doit de recopier dès son arrivée à l'encre de chine et en lettres gothiques. Si nous comparons différents carnets de l'époque ⁽¹⁶⁾, ils comportent d'assez grandes variantes dans l'ordre des chapitres; nous relèverons les points communs.

En première page: nous pouvons lire, en écriture rouge :*"enlevez aux Arts leurs traditions, il ne restera plus qu'un bahut: Fraternité, c'est là notre devise"*

Ensuite vient une sorte de préface en vers sur les traditions.

⁽¹³⁾ "Fignos" et "Sainte Cécile" noms donnés aux baptêmes des conscrits, sujet du prochain paragraphe.

⁽¹⁴⁾ Livre d'or du bicentenaire p419

⁽¹⁵⁾ D'après Jean PRIMAULT, historien de la société des anciens élèves, il faut situer son origine à la fin du siècle dernier. Il est d'ailleurs impossible de trouver des carnets avant 1900-1905

⁽¹⁶⁾ Pour cette étude nous avons étudié deux carnets d'Angers (1905-1908) de Châlons (1909-1913) et deux carnets des promotions entre deux guerres.

Dans une première partie: un bref historique de l'école suit cette préface, puis ensemble, les dix commandements du conscrit, la prière à l'ancien et les noms des différentes bandes d'origine. L'énumération des principales traditions constitue la seconde partie. Enfin, le dernier chapitre reprend l'hymne des gadzarts, l'hymne à La Rochefoucauld ainsi que toutes les poésies et chansons de l'école.

Ce carnet est indispensable à l'intégration du nouveau venu qui doit le recopier très vite s'il ne veut pas être brimé davantage et surtout il doit l'apprendre dans son intégralité. Il n'est autre, à cette époque, qu'un modèle et une référence pour les élèves, une transmission concrète de l'héritage des traditions des anciens, avec tout l'attachement affectif que cela suppose.

En changeant de fonction, ces traditions changent aussi de forme, elles perdent leur aspect créatif, spontané et évolutif (voulu jadis par la clandestinité) et se fossilisent, se figent, devenant pièces de musée, objets de conservation.

Quelques rituels traditionnalisés.

Sans entrer dans les détails des moindres étapes de ces traditions, voyons les formes essentielles auxquelles C.R.DAY fait brièvement allusion dans son chapitre 8 (paragraphe "hazing rituals") sans toutefois les expliquer, ni les ordonner dans le temps en fonction de la traditionnalisation. Le but essentiel et avoué des rites reste à cette époque la volonté de transmettre l'esprit de camaraderie et de solidarité acquis par les anciens, même s'il faut pour cela faire subir des épreuves physiques qui ne feront qu'accentuer le dressage des caractères pour une meilleure adaptation dans la vie (17).

Pour ce faire, toute une série de mises en situation d'infériorité sont établies avec une grande part de folklore et de restes compagnonniques.

Les brimades restent néanmoins le fondement de cette initiation (18). Dès leur arrivée, les anciens réclament les services de leurs conscrits respectifs en les appelant par leur numéro d'entrée à l'école, pour porter leurs valises, aller faire leur lit, aller chercher des couvertures... . Dès la seconde journée et pendant trois mois, du matin au soir, les conscrits sont au service de leur ancien: à table ils les servent, doivent les divertir, débarrasser leur table etc... (19)

(17) C'est l'opinion des principaux anciens élèves interviewés, mais cinquante ans après leur sortie d'école, d'où peut-être un certain effacement du côté négatif des brimades.

(18) Archives non classées de l'école d'Angers : correspondances ministérielles des années 1899-1904; 1904-1909 surtout puis 1909-1913.

(19) idem: 1909-1913 : les directeurs se plaignent que les anciens se servent des nouveaux pour leurs services personnels usant de toute leur autorité pour les brimer sans arrêt.

idem: carnets de punition de toute la période 1899-1913: nous retrouvons dans ces carnets toutes les exigences des anciens pour lesquelles leurs conscrits et eux-mêmes se font punir.

Les malheureux conscrits sont, bien entendu, ridiculisés et brimés davantage s'ils n'obéissent pas, ou s'ils effectuent mal leur travail de conscrit. Tout était prétexte à des brimades vexatoires: série de pompes, de montée et descente d'escalier dans toutes les positions imaginables, et souvent apprendre à recevoir des coups sans rien dire (est-ce le résultat lointain de la loi du silence face au chantage moral et physique de l'administration? (20)

Les séances collectives restaient plus organisées et faisaient davantage appel à la mémoire de l'élève, à son intelligence : "à quoi fait allusion telle page du carnet, pourquoi ? ; qu'est-ce que notre fraternité ? ; récite la prière à l'ancien; quels sont les commandements ? ; quel est ton numéro d'entrée, ton log, ton colog" (21).

De plus ils devaient parfaitement apprendre à faire un môme, en cadence, au pas; à danser la "cannib's" (22) seul, à deux (danse gadzartique traditionnelle).

Epreuves morales, dressage ou apprentissage d'un folklore: les deux sont encore à cette époque, intimement liés même si les élèves n'y voient sur le moment qu'une pénible expérience à passer (pour la plupart) et en gardent dès la seconde année que le côté folklorique et amusement; l'aspect "dressage" n'étant pas implicitement perçu durant les premières années, même trois années d'école.

Quelques traditions plus précises viennent régler la vie du gadzarts et datent de ce début de siècle (et pas du XIX^{ème}s).

Ainsi, dans les carnets de traditions de 1910-1930, nous pouvons lire que le premier dimanche de la rentrée est réservé à une promenade entre anciens et conscrits (appelée "Fagnières" à Châlons). Chaque conscrit doit s'efforcer d'égayer le môme qui se forme sur la route et faire des déclarations d'amour aux jeunes filles qu'il croise au passage, aux becs de gaz (...); il doit astiquer les rails de tramways, chevaucher les statues de lions de la place de la mairie et danser les cannib's (23). Les conscrits sont déguisés en fonction de leur bande d'origine.

(20)_ AD Maine et Loire 65 M11: rapport de médecin: décembre 1905: "Cinq élèves estropiés par des blessures de boulons" novembre 1910 "Dix élèves renvoyés chez eux en convalescence pour avoir reçu des coups dans le dos".

(21)_ P.GELINEAU "Gadzarts" p245 à 247, mais surtout grâce aux interviews des promotions entre deux guerres.

(22)_ cf photo en annexe. Elle s'apparente quelque peu à certaines danses slaves connues (lointain souvenir du passage des troupes à Châlons en 1814-1815 ?). Le conscrit doit s'entraîner à la danser sur une enclume (si l'on en croit la photo) et le chœur répétait en cadence les paroles d'une chanson jusqu'à abandon du danseur: la cannibale est une brimade physique amusante.

(23)_ Carnets de traditions de 1909-1913 (Châlons) 1905-1908 (Angers)

Cette tradition est essentiellement folklorique et offerte au public extérieur même si pour le jeune conscrit, c'est une fois de plus l'obligation d'obéir aveuglément à son ancien. Toutefois, ce jour là, l'atmosphère est allégée et le contact entre anciens et nouveaux est plutôt convivial. Malheureusement, ce genre de défilé burlesque manque quelque-fois de décence et de sagesse (24). Autre manifestation très importante: la Saint -Eloi ou "Saint El's" fêtée le premier décembre (25). Est-ce le patron légendaire des orfèvres et par extension de tous les ouvriers qui font usage du marteau ? S'agit-il de restes, plus ou moins évolués des traditions compagnonniques que les élèves auraient voulu perpétuer aux Arts et Métiers ? Toujours est-il que selon les carnets de traditions de l'époque, le souvenir religieux semblait avoir complètement disparu, même si nous retrouvons, avec "l'inversion" une réminiscence des saturnales Romaines (26) ou de la fête des fous au moyen âge.

En effet les conscrits deviennent pour vingt-quatre heures "vénérables d'un jour" avec tous les droits et en particulier de donner des punitions "bucques" et brimades à leurs conscrits du jour. Il leur faut remplir cette tâche avec tout le zèle souhaitable s'ils ne veulent pas être "sacqués", exclus davantage par la suite.

A aucun moment, à cette époque du premier quart du XX^{ème}s nous pouvons voir dans cette fête, autre chose que l'amusement et le défoulement à devenir l'ancien du jour. Mais ne sagit-il pas déjà, de la démonstration parfaite de l'excellente organisation de ces traditions qui sentent la nécessité de laisser une journée de liberté aux conscrits pour faire mieux accepter ensuite de nouvelles brimades et traditions.

Mais la fête suprême reste la fête des "fignos" à Châlons et la "Sainte Cécile" à Angers ou l'intronisation burlesque des nouveaux à la famille des gadzarts, et qui n'apparaît dans les archives que vers 1900 (27) en janvier.

(24)_ AD Maine et Loire: 65 M20 .Rapport de police: 1904 "ils ont été odieux vis à vis des passants..."les élèves voulèrent arrêter le tramway sur toute la rue d'Alsace pour faire leur monome..."; 1913 : "quelques élèves, sous l'ordre de leur ancien, n'hésitèrent pas à monter leur attribut à des jeunes filles isolées..."

(25)_ P.GELINEAU "Gadzarts" p250 + carnets de tradition pour les détails (1909-1913).

(26)_ Les esclaves devenaient pour un jour les maitres

(27)_ AD Marne 1T424 28 janvier 1899 1^{ère} notion de fignos.

Ce jour là, les conscrits sont autorisés pour la première fois à entrer au son de la musique, dans la cour des anciens qui les reçoivent avec de joyeuses démonstrations. La fête commence par quelques cérémonies burlesques imitées à la fois du Moyen-Age — adoubement des chevaliers, hommage aux anciens, procession solennelle de l'étendart, serment aux anciens — et compagnoi^vque dans la formulation du serment de fidélité aveugle à ses chefs et anciens (28). Puis les élèves se rendent deux par deux dans la cour et face au comité des fignos, subissent les dernières épreuves (reproches sur leur attitude durant cette période d'initiation, noir de fonderie et moutarde sur leur figure, suif et hareng dans la bouche...). Ce sont les dernières épreuves humiliantes destinées à montrer aux conscrits que l'appartenance à la grande famille des gadzarts se mérite (29). Puis chaque conscrit se place en face de son ancien et reçoit une accolade à Angers, un trèfle de laine rouge ou fignolante à Châlons (30) qu'il passe à la boutonnière de sa veste pendant que le major des traditions ou le colonel des fignos entame un discours sur le baptême concluant ainsi: "Les épreuves que vous avez su endurer vont avoir leur récompense. Cette fignolante que vous avez reçue marque votre entrée dans la fière et valeureuse légion des Arts et Métiers. Conscrits, vous êtes gadzarts" (31).

Cette intronisation est capitale car elle donne en quelque sorte un billet d'entrée qui ouvre, au nouveau promu, la porte de l'organisation et du groupe d'hommes représentés par la société des anciens élèves, la famille des gadzarts. Les brimades et vexations trouvent ici leur justification finale.

Ces traditions ne sont que les principales manifestations, les autres ayant un caractère trop folklorique et donc moins intéressant pour notre sujet. Néanmoins, il faut ajouter que chacune de ces trois fêtes sont créées de toute pièce par les élèves sur les bases des anciennes traditions: elles sont cette fois-ci réglementées dans le carnet et transmises ainsi de génération en génération.

(28)_ Carnets de tradition du début de période 1909-1913 (Châlons), seconde partie, réservée aux traditions et à leur déroulement "Au nom de la République Française, de la fraternité, de la solidarité gadzarique, j'abdique mon nom de k'stor pour celui moins méprisable de conscrit. Je jure, sur le savonnier du Tabagn's (de l'école) de respecter et faire respecter les traditions que mes anciens m'ont léguées"

(29)_ J.GUILLOU et autre "Un siècle sous les cloîtres du ronceray...d'Angers" p112

(30)_ ganse tressée rouge faite pour "fignoler" la tenue d'où le nom de fignolante abrégé en fignos qui ressemble étrangement à la houppe dentelée (corde nouée entrelacée) des franc-maçons (cf S. HUTIN)

(31)_ Carnet de tradition de Châlons (1909-1913), "Fignos"

Elles ne sont plus, nous le voyons bien, des traditions de révolte, mais des traditions de souvenirs, d'entretien du passé, du maintien et de la sauvegarde des acquis: formation à la camaraderie, à la fraternité mais aussi peu à peu au respect de l'ancien, et par là même, de la hiérarchie, à la formation du caractère. Et ce glissement s'est effectué à l'insu des élèves prenant le relais de l'administration en tant qu'éducateur. Ce qui est néanmoins terrifiant, c'est la pérennité des brimades et l'apparente docilité avec laquelle les premières années semblent les accepter malgré tout.

C _ Naissance d'un esprit.

L'argot gadzarique.

Le profane qui, prend contact avec un groupe de gadzarts est immédiatement frappé par l'herméticité de leur langage qui semble l'exclure, lui, vulgaire "pékin" (tout ce qui n'est pas gadzart). C.R.DAY a expliqué une des deux syntaxes de cet argot d'après le livre de GELINEAU (1910)⁽⁹²⁾. Nous nous efforcerons donc, quant à nous, de rechercher les principaux thèmes d'inspiration de ce vocabulaire.

Ainsi, tout au long du siècle dernier et de cette première moitié du XX^{ème} siècle, s'est formé une collectivité homogène, poursuivant le même but, vivant pour la plus grande partie de l'année repliée sur elle même, très peu en contact avec le monde extérieur, en perpétuel conflit avec la "Strass". Spontanément s'est formé un langage imagé, expressif, imperméable aux non-initiés. Parmi quelques centaines de termes recensés, un certain nombre sont empruntés à la langue populaire "grugeur, godillot, feinter, chambrer..." voire à l'argot militaire tels les principaux noms des responsables des traditions "colonel, général, commissaire aux fignos, major, fourrier, gradante..."

L'inspiration franc-maçonnique et compagnonnique est également présente: "ban", "bandes..." groupe de camarades d'une même région, le nom des bandes est souvent identique à celui des compagnons; "vénérables anciens", "cayenne"(maison temple)... appartiennent au vocabulaire franc-maçonnique.

D'autres termes, nés aux Arts, ont été repris par d'autres écoles ou par l'argot commun tels "bahut", "buches"(allumettes). D'autres encore, et ce sont les plus nombreux sont restés internes à l'école.

(92)_ P.GELINEAU "Gadzarts" p50-61-228-239-281 inspirant CR.DAY dans son chapitre 8 paragraphe "Language, Song and Stang" p149.

L'origine technique est perceptible dans un nombre de mots relativement limité: "Lopin", "engrenages"(faire passer un délateur entre deux rangs d'élèves qui le frappent du poing), "équerre" longer les murs en respectant tous les angles (devoir de concrit)...(33).

Il semble qu'on puisse distinguer deux sorte d'argot. Déjà, un carnet de l'entre deux guerres constatait ces deux évolutions et la remarque demeure d'actualité: "L'argot ancien, classique, n'est pas mort, mais il est étouffé sous l'invraisemblable argot moderne qui manque souvent de saveur et de pittoresque et consiste surtout dans l'abréviation poussée à son extrême limite"(34). Pour certains mots composés, dont la seconde partie est significative, on supprime la première qu'on remplace par "ZA". Exemple: une cravate noire: une "Zanoire". De plus, quand le commencement du mot seul est important, on supprime la fin qu'on remplace par "S". Ex: mécanique: "mécan's". puis les mots composés, très longs, suivent les deux règles. Ex: un pied à coulisse: un Zacoul's. Enfin, la locution "F.C" est très employée. Elle a une foule de significations: circuler, donner, amener... .

Ce qui est caractéristique de l'argot en général et de l'argot gadzarique en particulier, c'est son extrême mobilité. De plus, il est précieusement employé tous les jours par les élèves et transmis oralement aux conscrits jusque vers 1930, date à partir de laquelle on note les principaux termes sur le carnet de tradition (35).

Ceci révèle une volonté très nette de traditionnalisation mais surtout d'un legs, d'un héritage commun qui différencie les gadzarts des autres et qui les unit. C'est l'émergence progressive d'une volonté de former un groupe à part, de former un corps, un esprit propre à eux.

Esprit politique et notion de camaraderie.

La foi républicaine dont nous avons parlée au chapitre précédent resta intact, du moins pour l'ensemble, même si, à cette époque, une certaine évolution se dessinait. L'opinion, fixée depuis 80 années, commence à perdre son caractère de croyance spirituelle et d'immutabilité: le régime politique non plus considéré comme un but, mais comme un moyen de rendre les Français aussi heureux et bien gardés que possible. Les gadzarts étaient donc républicains mais pour des motivations différentes.

(33)_ G.ESNAULT "dictionnaire historique des argots français" Larousse; il nous a permis de déterminer l'étymologie de la plupart des termes relevés dans le glossaire "Argot gadzarts" publié par la promotion de Châlons 1970-1973. Des conversations avec des compagnons nous ont éclairci sur certains autres. Les lexiques _ pour la plupart manuscrits _ sont peu nombreux et datent de l'entre deux guerres.

(34)_ Carnet de tradition de 1930: Notes à la fin du carnet.

(35)_ Carnet de tradition de 1930: Le premier où nous avons retrouvé l'argot gadzarique en fin de carnet.

Ils l'étaient encore en 1929, au moins dans la lignée de TARDIEU, mais durant les années trente, ils perdirent manifestement patience vis à vis du régime et certains _ en tout cas les premières années _ semblaient disposer à donner sa chance à Vichy. Au début 1942, Louis Beyquerisse, président de la société, a proclamé le maréchal Pétain, le sauveur national: "Suivez le maréchal Pétain, aidez le, aimez le ... dans sa rude croisade pour le bien public" (36).

Comme l'esprit politique, l'esprit de solidarité et de camaraderie évoluaient. A une solidarité strictement spirituelle unissant les élèves dans la lutte s'ajouta une solidarité matérielle. En effet, comme nous l'avions noté dans un paragraphe précédent, d'expression d'une fraternité populaire, les traditions tendirent à devenir expression "d'un esprit de corps". La fraternité fut de plus en plus mise au service de la promotion professionnelle et sociale. On reconnaissait le véritable esprit gadzarts à celui qui trouvait un emploi ou engageait lui-même un jeune, sorti de l'école, qui lui-même était reconnu bon gadzarts s'il agissait de la sorte, à son tour. De la fraternité populaire, fondamentalement ouverte et aux frontières floues, on passa à une conception d'une fraternité corporatiste sectaire aux limites bien précises: "La fraternité", "la solidarité" n'étaient-elles pas en train de devenir déjà en ce début de XX^{ème} siècle, le ciment indispensable (et non plus spontané) d'un groupe entendant défendre grâce à elles et à leur efficacité, sa place au sein des élites industrielles françaises ?

Société des anciens élèves et esprit inculqué.

Dans cette évolution, la société des anciens élèves ne resta pas inactive. Comme au siècle précédent, elle était très gênée par la mauvaise image que les brimades donnaient à l'école (37), d'autant qu'elle s'était battue pour obtenir le titre d'école d'ingénieur et que, avec la brusque montée du chômage des jeunes diplômés au début des années trente elle avait été amenée non seulement à accentuer sa pression pour imposer une réduction draconienne des admissions mais aussi à revaloriser le diplôme des écoles d'Arts et Métiers (38). Néanmoins, elle voulait aider ses jeunes "camarades" et chercha elle aussi une justification des traditions tout en émettant un avis fort défavorable à de brutes et sauvages brimades. En effet, quelques membres de la société commencèrent à dire qu'elles "forgeaient le caractère", "assouplissaient les moeurs"; que "l'intention, l'imagination, l'esprit d'initiative, d'organisation, le tact psychologique, le respect de l'autorité" n'étaient pas enseignés par l'école mais par les élèves entre eux (39) grâce aux traditions.

(36) "Ingénieurs Arts et Métiers "n°237, 30 décembre 1941 p1 ; et n°238, le 30 mars 1942 p5.

(37) Bulletin adm. de la société des anciens élèves... mars 1910
Discours d'E.BARDIN en 1910. "Sur la sauvagerie des traditions"

(38) "Ingénieurs Arts et Métiers " février 1936-mai 1938.

(39) P.POPIN "Les gadzarts" p176

Les traditions, à partir de ce moment, n'ont donc plus les mêmes fonctions, le même esprit. Le ton est donné par la société, garante de l'image et de la promotion des gadzarts: elles doivent enseigner, transmettre des valeurs _ la fraternité _ et les attitudes _ la soumission et le respect de l'autorité _ . La société, par l'intermédiaire des traditions prendrait ainsi le rôle d'éducateur, remplaçant les enseignants, en fonction des besoins de l'époque et le profil demandé par l'industrie.

En effet, avant 1945, les cours sont essentiellement techniques, centrés sur la mécanique, peu portés vers la novation et les matières humaines, littéraires mis à part quelques cours de morale. Néanmoins, les élèves sont accoutumés ou dressés aux formes de travail industriel: monotonie, empirisme, horaires, dureté des traditions, et préparés par les brimades à l'acceptation inconditionnelle de l'autorité du patron, présentée peut-être comme la source de leur promotion sociale. Il est vrai que le gadzart de début de siècle avait une carrière toute tracée : ingénieur débutant, chef de service, directeur technique puis patron (40). Il est dans la plupart des cas le bras droit du patron à qui il est entièrement soumis, montrant l'exemple, payant de sa personne, mais surtout il est "l'inconditionnel briseur de grèves" (41).

A l'esprit gadzarts de base et sa traditionnelle fraternité, s'ajoute une nouvelle valeur, celle de l'esprit maison: sauvegarder la place de l'ingénieur A.M. au sein de l'industrie française grâce au réseau de relations des anciens élèves mais aussi grâce à la formation du caractère du jeune élève que prennent en charge implicitement les traditions, en inculquant une mentalité, un esprit, liés à la formation sociale de l'ingénieur AM d'avant guerre _"le bras droit du patron, le briseur de grève"_

(40)_ AN_ F12 1095 (principaux emplois des gadzarts début de siècle)

(41)_ "Ingénieurs Arts et Métiers " février 1936

TROISIEME PARTIE : FORMATION "HUMAINE" ET SACRALISATION

1945 - 1989

A _ Contexte universitaire et social.

Une "grande école" d'ingénieur.

Comme nous l'avions remarqué pour les années précédentes, chaque nouvelle étape de l'histoire de l'école entraîne des modifications dans les traditions. Dès 1945, les transformations des écoles furent nombreuses et rapides. Le 5 mai 1947⁽¹⁾ fut créé par décret une quatrième année d'étude à Paris. Ainsi se concrétisait l'idée, depuis longtemps débattue, d'un allongement de la scolarité sous la forme que nous connaissons: tous les élèves des écoles de province sont rassemblés à Paris pour une dernière année commune. Cette réforme posa quelques problèmes d'ordre psychologique, avec la nécessité de répartir les parisiens entre les diverses écoles de province, et d'ordre matériel puisqu'il fallut prévoir l'hébergement d'un effectif de 360 élèves en 47 et d'environ 700 actuellement. Mais l'esprit gadzarts allait tout arranger en entourant plus spécialement les jeunes parisiens en province et surtout en créant grâce aux anciens élèves une maison des Arts et Métiers entrant dans le cadre de la fondation universitaire internationale ⁽²⁾.

En 1963, le niveau de recrutement est élevé au bac plus un: mathématiques supérieures techniques. Cette réforme est accompagnée de plusieurs autres. En effet, l'autorité de tutelle cesse d'être celle de l'enseignement technique pour devenir celle de l'enseignement supérieur.

En 1964, le recrutement est ouvert à la filière B (lycées classiques) ce qui transforme quelque peu l'état d'esprit général puisque désormais aux élèves qui auront suivi tout l'enseignement technique se mêleront d'autres camarades qui eux, auront eu une culture scientifique tout à fait différente. Ce qui entraîne une certaine transformation de la mentalité collective à l'école d'autant que les élèves venant de la filière classique sont souvent d'origine plus aisée.

⁽¹⁾ "Ingénieurs Arts et Métiers " juin 74

⁽²⁾ Arts et Métiers mai 80

La figure actuelle de l'ENSAM est _ jusqu'à nouveau statut _ fixée par le décret du 12 septembre 1974 (3) qui définit les missions de l'école et codifie les structures administratives. Le recrutement est passé au niveau BAC plus deux, comme dans les autres grandes écoles, le premier concours de ce type ayant lieu en 1977. Corrélativement, la scolarité est ramenée de quatre à trois années, soit deux ans dans un centre régional et une année terminale à Paris.

Toutes ces transformations influent implicitement sur les traditions et l'esprit car de toute évidence, ces étudiants (et plus simples élèves) agés à partir de 1974 de 20 à 22 ans (18 ans avant 1945 - 16 ans avant 1898) réagiront différemment à l'inculcation des traditions que leurs anciens de 1860, par leur ouverture sur l'extérieur (et donc un isolement moindre) de par la nouvelle image de l'école: au bout de trois ans ils sont des ingénieurs d'une grande école de renom. Leurs aspirations ne vont plus être les mêmes, ils vont pouvoir accéder aux meilleurs postes (même si les hautes responsabilités sont réservées aux polytechniciens et centraliens). Les traditions elles-mêmes vont devoir être transformées, surtout en 1974, où les élèves ne passent plus que deux ans dans les centres régionaux (fiefs des traditions) et vont devoir se passer d'une année d'observation entre l'état de conscrit à l'état d'ancien. Il faudrait ajouter à toutes ces évolutions l'introduction de cours en sciences humaines ou "science des relations humaines" qui sont considérés comme primordiaux à l'apprentissage du rôle de cadre qui va devoir jouer un "rôle social" précis dans l'organisation à laquelle il va appartenir (4). Cet apport d'enseignement humain est important à signaler dans le sens où les traditions, nous le verrons, vont le suppléer, les étudiants ne le jugeant pas suffisamment opérationnel et trop théorique.

(3)_ Arts et Métiers octobre 1974

(4)_ CUCHE Denys, "La fabrication des gadzarts, esprit de corps et inculcation culturelle chez les ingénieurs Arts et Métiers" Ethnologie française XVIII 1988, pp 46
Mais surtout BOLTANSKI Luc. "Les cadres: La formation d'un groupe social" Paris: les éditions de minuit, 1982 pp200 à 203.

Recrutement social.

L'origine sociale des élèves de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers.(en %):

Profession des parents	1961-1962	1988-1989
		pour les 6 centres
Agriculteurs	5	3
Salariés agricoles	1	0
Patrons de l'industrie et du commerce	19	9
industriels	4	3
artisans	9	3
commerçants	6	3
professions libérales et cadres supérieurs	19	42
professions libérales	3	5
professeurs	2	14
cadres supérieurs	14	23
cadres moyens	19	21
instituteurs	5	12
cadres moyens	14	9
employés	10	8
employés de bureau	7	6
employés de commerce	3	2
ouvriers	17	10
contremaitres	5	6
ouvriers	12	4
personnel de service	2	0
autres catégories	3	3
retraités sans précisions		2
inconnus	5	1
Total	100	100

(5)

Nous nous contenterons ici de donner un résumé de l'évolution du recrutement social à l'ENSAM. Pour plus de précision il suffit de consulter le livre de DAY (6), qui n'étudie cette évolution que jusque dans les années 1978.

(5) Sources: Données du service "emploi-carrière" de la société des ingénieurs Arts et Métiers de l'ENSAM de Paris.

(6) CR.DAY "Education for the..." chapitre Ten.

Comme nous l'avons noté pour la période précédente, l'origine sociale populaire des élèves apparaît de moins en moins clairement sur ces deux tableaux. En effet, de moins en moins d'élèves (5% en 62, 3% en 89) viennent des milieux agricoles. De plus la forte progression ouvrière remarquée à la fin du XIX n'est plus vérifiée de nos jours puisque sur 17% en 62, seuls 10% d'enfants d'ouvriers viennent étudier aux Arts et Métiers.

Par contre un très net "embourgeoisement" du recrutement se ressent depuis la période précédente et même depuis 62 puisque l'on retrouve 42% de fils de cadres supérieurs et professions libérales et 21% de cadres moyens; l'effectif a presque doublé en vingt cinq ans. Le recrutement s'effectue donc aujourd'hui dans les strates intermédiaires et moins dans les classes populaires et de petites bourgeoisie (commerçant, artisans). Cette évolution est liée à la transformation des Arts et Métiers en Grande Ecole d'ingénieur, école qui ne recrute toujours pas ou peu dans les hautes strates comme Polytechnique ou Les Mines.

Les aspirations des élèves ne vont plus être les mêmes: dorénavant c'est l'élite industrielle qu'ils visent. Mais ceci dépend de plusieurs facteurs, de l'origine sociale bien entendu, mais aussi scolaire _ par exemple aujourd'hui, BAC E (soit 56% des élèves environ), BAC C (41%) et BAC F (3%)_ (7), bien qu'une certaine stabilité soit à noter dans les dernières promotions pour l'origine des préparations. En effet, il semble que plus les élèves sont d'origine populaire (BAC E et F) plus ils se contentent de leur diplôme d'ingénieur A.M. et plus ils participent aux traditions avec intérêt (8), espérant ainsi accéder plus facilement à l'élite. Par contre, plus ils sont d'origine bourgeoise (BAC C) plus ils cherchent à faire une grande école de spécialisation, ou encore mieux, une spécialisation aux Etats-Unis (9), les traditions ne revêtant qu'un petit plus à leur formation.

Mentalités politiques à l'école.

Il est quasiment certain qu'avec cette transformation progressive du recrutement social, de l'élévation du niveau d'âge nous allons assister à une évolution des mentalités politiques des élèves _ à ne pas dissocier pour les années soixante, du contexte social _ sujet que C.R.DAY n'aborde pas dans son livre .

(7)_ Sources: Données du service "emploi-carrière" de la société des ingénieurs Arts et Métiers pour 1989.

(8)_ Impression retenue après divers entretiens avec des élèves d'origines sociales différentes.

(9)_ CUCHE Denys, "Traditions populaires ou traditions élitistes?" p62.

Les gadzarts, dans la période précédente avaient dans l'ensemble perdu leurs illusions républicaines et s'étaient ralliés pour la plupart au général de Gaulle (10). Néanmoins avec la fin de la guerre d'Algérie, les mouvements sociaux et politiques des années soixante et la montée du syndicalisme étudiant, quelques changements apparurent dans les mentalités. En effet se créa, vers les années 1960-1962 l'UEENIAM (11) qui obtint quelques succès en effectuant des grèves pour la réduction des ateliers, pour un meilleur aménagement des chambres... Mais de simples revendications matérielles (avec l'évolution culturelle et politique du moment), ces syndicats commencèrent à se révolter contre les traditions. C'est à cette époque que les premiers élèves quittèrent les traditions, refusèrent d'être bizutés et de bizuter leurs conscrits: ces élèves furent traités de "Hors Usinage" des 1970-1971. De plus, ces élèves de l'UEENIAM apparurent comme des agitateurs politiques ou des spéculateurs de philosophie gratuite sans lien avec la vie de tous les jours. De là, naquirent les luttes entre syndicalistes ou "brasses" et traditionnalistes "trad's" (12); ainsi prenait forme l'opposition entre la culture bourgeoise libérale et traditionnelle (répendue en option B, choquée par les professions de Foi communautaires des traditionnalistes et par leur complaisance envers les travaux manuels et le culte de l'empirisme) et la culture des praticiens issus des classes populaires (par l'enseignement technique) hostile à la culture bourgeoise libérale au nom de l'efficacité et du "réalisme".

C'est dans cette évolution des mentalités que des oppositions apparurent et que les traditions allèrent sur leur déclin dans les années soixante. De 1964 à 1967, des "brimades" avaient, en effet été dénoncées publiquement par des élèves syndiqués à l'Union des Grandes Ecoles (U.G.E.) (13). Le résultat en fut la fermeture momentanée du centre de Cluny et surtout une circulaire de monsieur C. FOUCHET, ministre de l'éducation nationale, datée du 26 juillet 1965 rappelant aux directeurs des centres régionaux "que les bizutages et brimades sont strictement interdits dans tous les établissements d'enseignement, quelle que soit la forme qu'ils prennent, même s'ils prétendent assurer le respect d'une tradition" (14).

(10)_ "Ingénieurs Arts et Métiers " déc 45

(11)_ L'union des élèves de l'école nationale des ingénieurs Arts et Métiers. Toutes les références et renseignements sur cette mentalité politique m'ont été donnés par les anciens élèves des promotions 63-64 de Châlons et Angers au cours des différents interviews.

(12)_ Etaient appelés "brasses" tous ceux qui faisaient de la "culture", de la philosophie; tout ce qui a rapport à l'intellectualisme. La culture était à l'époque considérée comme négligeable et méprisable.

(13)_ Le Monde 11,12 novembre et 13 décembre 64 _ Fr. Gaussem
16,17,20,21 juillet 67 //

(14)_ Texte intégral dans article de D.CUCHE "Traditions pop. ou..."

Il faudrait ajouter que des élèves syndiqués auraient été matraqués et, ou tondus dans deux centres régionaux par la Bande Noire qui, d'ancienne bande de redresseurs de mots et tords était devenue bande de redresseurs d'idéologie (15).

Les élèves syndiqués s'abstinrent et petit à petit, le syndicat lui-même disparut pour être interdit par les élèves eux-mêmes. L'organisation interne liée aux traditions, suffisant à gérer les éventuels problèmes avec les professeurs et l'administration, plus aucun syndicat, mouvement idéologique n'est admis dans l'enceinte de l'école où la politique devient un sujet de discussion quasi interdit (16). Les responsables des élèves disent que "l'école n'est pas un lieu de débats politiques, que l'esprit de fraternité ne pourrait tolérer quelques discordances d'opinion et qu'il vaut mieux s'abstenir (17)". Il y a donc depuis la fin des années soixante uniformisation des idées politiques ou, par conséquence directe désintérêt, la plupart des étudiants estimant qu'ils se sentiraient plus directement concernés quand ils travailleront (18). La conscience politique de ces étudiants serait donc niée ou formalisée par les traditions, par la nécessité de fraternité, et reconduite à l'entrée dans la vie professionnelle.

B _ Durcissement et symbolisation des traditions.

Restructuration et formalisation.

Après ces mouvements de protestations des années soixante et la remise en question des traditions, la société des anciens élèves et les élèves eux-mêmes ont senti leur fragilité et ont reformulé, réorganisé l'institution des traditions pour les fortifier. Le décret de FOUCHET et l'article du Monde de E.PLENEL avaient déclenché ce mouvement de reconstruction de "reformulation".

(15)_ E.PLENEL "Les mystères aux Arts et Métiers " 3 mars 1981 et interview de deux témoins anciens élèves de Cluny (63-64) de ce matraquage.

(16)_ "Les éventuels tracts politiques affichés sont arrachés dans l'heure qui suit " m'avouaient les élèves.

(17)_ idem

(18)_ Dans les enquêtes menées auprès des trois promotions des 2 centres de Châlons et Angers, à la fin du questionnaire, nous posions la question de l'appartenance ou non à un mouvement ou parti politique. Peu d'élèves sont inscrits à un parti, six sur soixante dix interrogés et dans ce cas, ce sont le PS et l'UDF qui priment. Par contre, tous les autres ne se sentent que très peu concernés, remettant cela à leur entrée en vie active, néanmoins ils s'avouent assez près de R.BARRE dans la plus grande majorité.

Les anciens élèves désiraient maintenir les traditions mais en les "épurant" de leurs manifestations les plus choquantes tout en "incitant la fraction syndicaliste à reconnaître la fausseté de leurs accusations et à les rejoindre dans un même corps"⁽¹⁹⁾.

Développer l'esprit de corps, voilà la nouvelle mission que la société des anciens élèves confie explicitement au comité de traditions. Avec la reconnaissance officielle implicite du contrôle indirect de la société sur l'école, les traditions sont légitimées, renforcées et galvanisées. L'administration ferme désormais les yeux sur ce folklore gadzarique, ou même quelquefois le soutient plus ou moins discrètement. L'union des élèves (créée en 1950 pour élargir les missions du comité des traditions) est mise sur un pied d'égalité avec la société des anciens élèves en matière de traditions, elle est son reflet direct et a pleins pouvoirs sur ses condisciples. Elle gère les traditions comme un chef d'entreprise administre son usine, s'organise, se structure.

Enfin et surtout, au début des années soixante dix pour éviter que les élèves subversifs intègrent la société des anciens ingénieurs Arts et Métiers, cette dernière délivre un certain droit de regard aux délégués des élèves quant à l'admission de leurs camarades en fin de troisième année, à la grande famille gadzarts⁽²⁰⁾. C'est à dire que de cette façon, la société sélectionne ses futurs sociétaires, en éliminant les étudiants réformistes, mais aussi tous ceux sur lesquels les délégués des élèves auront mis à juste titre au pas un veto, et laisse ainsi entière liberté à une poignée d'élèves.

L'organisation humaine des traditions se restructure pour mieux gérer son institution et surtout mieux la contrôler et ainsi mieux la rendre homogène.

Perpétuation des anciennes traditions et leurs justifications nouvelles.

Cette réorganisation s'accompagne d'une volonté de justification des traditions. Face à toutes les critiques des années soixante, les élèves tendent de leur donner des valeurs nouvelles qui ne correspondent bien-entendu plus à celles de leurs anciens dans les années 1830. Pour les justifier et se défendre, des enseignements et des valeurs humaines sont intégrés. Par ce biais, elles deviennent une institution incontestable, une authentique tradition, revue pour les besoins du contexte social et réinvestie de toute une symbolisation. Sans entrer dans le détail de tous les rites qui relèverait du travail de l'ethnologue, essayons d'en suivre quelques uns, les plus symboliques, les moins folkloriques.

⁽¹⁹⁾ Lire "Ingénieur Arts et Métiers" communication périodique de la société des anciens élèves. novembre 64 et les vœux du président P.GAUTHIER dans la revue "Arts et Métiers" janv.1965.

⁽²⁰⁾ Informations recueillies par un étudiant actif de l'Union des élèves.

Le carnet de traditions tout d'abord, dont nous avons situé la naissance au début du siècle dernier, est lui aussi remodelé. Ainsi, on en prévoit la normalisation dans les années 1950-1954; tous les carnets de traditions à partir de ce moment là, sont identiques, aucune variante ne doit exister. D'une soixantaine de pages il en contient aujourd'hui environ cent cinquante. Des principes y ont été ajoutés ainsi que le lexique de l'argot gadzarique.

Les élèves admis au concours, reçoivent pendant l'été, dans l'enveloppe administrative d'inscription un modèle de ce carnet qu'ils recopient et apprennent par coeur pour la rentrée (21). Si ce carnet était un manuel utile au jeune élève pour le guider dans son devoir de gadzarts, il est à présent un véritable recueil de préceptes moraux qu'il doit connaître par coeur sans hésitations ni murmures, avec un code noir en six articles expliquant que les gadzarts sont égaux, que le tutoiement est de rigueur entre tous, en vertu de la Fraternité (22). Ce à quoi succèdent les commandements (à peu près les mêmes qu'avant 1945) où l'accent est mis essentiellement sur le respect, l'obéissance aux anciens considéré comme "Archi-Vénérables Anciens" (reste maçonnique).

Dans ce carnet, il est bien précisé dès les premières pages qu'il faut, pour être gadzarts "créer sa personnalité, forger son esprit et tremper son caractère" pour comprendre l'idéal de l'esprit de "solidarité et fraternité". C'est tout ce que le jeune promu sait des traditions, quand il intègre l'école. Pour inculquer ce bon esprit gadzarts, le comité des traditions organise non plus le "bahutage" (1830) ou "déboulottage" (1905), ces deux expressions faisant penser à de simples bizutages, mais des "usinages". Le mot est apparu à la fin des années soixante et correspond à ce durcissement des traditions. Le terme technique repris par le vocabulaire traditionnel est révélateur: "usiner, n'est-ce pas prendre un objet brut, le faire souffrir, enlever les copeaux, le rendre interchangeable avec d'autres ?" (24).

Premier mécanisme de "l'usinage"; des "amphis quotidiens" midi et soir, baptisés parfois "séances de pals". Le comité rentre, se présente de façon militaire et autoritaire et hurle "Conscrits, vous êtes creux, bêtes, stupides, vous êtes une horde", nous allons vous dresser ... (25).

(21)_ Depuis 1982 à peu près, les modèles de carnet ne se trouvent plus sous les mêmes plis que les inscriptions administratives; les professeurs et élèves non traditionnalistes s'étant plaint de cette assimilation administrative des traditions: les nouveaux élèves croyant cet exercice obligatoire pour leur intégration à l'école.

(22)_ Principes gadzariques: code noir p37 du carnet de tradition.

(24)_ E.PLENEL "Les mystères aux Arts et Métiers " Le Monde 3 mars 1982

(25)_ Texte classique récité par le comité et rapporté par les premières années. cf photos en annexe du comité.

C'est ce que les deuxièmes années appellent "la prise en main". Dès les premiers instants, les nouveaux venus sont ahuris, ne comprennent rien mais suivent à la lettre les prescriptions, par peur.

L'usinage comprend deux phases: la destruction de la personnalité initiale ("il faut t'oublier") ; la reconstruction d'une autre personnalité ("il faut te créer ta personnalité, forger ton esprit")⁽²⁵⁾. Le jeune élève est tout d'abord écrasé par tout un ensemble de contraintes physiques et morales, liées à la mise en place du respect des valeurs hiérarchiques et aux finalités précisées. Le conscrit doit entre-autres raser les murs (selon les délégués des élèves, c'est pour apprendre la discrétion...), connaître les surnoms de tous les anciens et concrets (connaître sa promotion, ses camarades), savoir faire le monome ⁽²⁷⁾ (symbole de l'union, chaque élève formant un maillon de cette chaîne fraternelle) et marcher au pas (pas seulement un reste militaire mais une symbolisation de l'ordre, de l'union face à la "horde" d'origine).

Chaque manquement à la discipline est sanctionné par des "pompes" (tractions épuisantes physiquement et en même temps symbole de l'humilité et de repentir, le conscrit s'allonge devant l'ancien)⁽²⁸⁾ et des "pages" (pages du carnet de traditions copiées par le conscrit sur des feuilles de papier à cigarettes ou "alloufs" (copier les mots fétiches sur les quatre cotés d'une allumette). Le but étant bien sûr d'en donner un nombre de plus en plus important 10 puis 50 puis 100 pour le lendemain, à un seul élève pour que ses camarades sentent l'injustice, viennent l'aider ou mieux, qu'une caisse d'allumettes toutes prêtes soit effectuée par toutes les premières années, en cachette, en réserve. "Il faut susciter cette solidarité dans le constat d'injustice"⁽²⁹⁾. Deux fois par semaine les conscrits sont levés à cinq heures du matin par des coups de sifflets, pour une séance de monome ou pour réciter la prière à l'ancien. Une tension énorme de crée entre les deux promotions, mais tout est infiniment réfléchi et le système d'apaisement avec la séance de discussion avec l'ancien autour d'un café après un monome pénible évite le rejet irréversible du système par les nouveaux.

De plus, on retrouve le rôle des brimades, comme à l'armée, destinées à briser la volonté personnelle du jeune pour le soumettre à l'autorité des anciens et le faire agir à la longue par automatisme. Cette pratique peut et doit petit à petit créer une culpabilité chez l'élève pris en faute, en punissant tous ses camarades, sauf lui, à rester une heure de plus, faire le monome par exemple.

(25)_ Carnet de tradition, p7 Angers 1983

(27)_ cf les photos de monomes et de marche au pas en annexe.
Entretiens avec les délégués des élèves.

(28)_ cf photos de pompes.

(29)_ Entretiens avec les délégués de promotion.

Ce qui précède n'est qu'un survol rapide des diverses activités d'usinage qui n'ont bien entendu plus rien à voir avec les "débouloTTages" d'avant 1945, qui s'ils commençaient à avoir un aspect formation du caractère, ne revêtaient pas toute cette volonté de destruction et reconstruction de la personnalité, cette volonté d'uniformisation par le biais des brimades, devenues surtout psychologiques _ alors qu'elles étaient plus physiques et folkloriques avant guerre_.

A ces brimades et tensions psychologiques ajoutons l'isolement affectif total dans lequel se retrouve le conscrit; il est dans un univers clos où n'évoluent que des hommes ou presque; sa sexualité est réprimée et canalisée (30) à travers les chants traditionnels.

Toutes ces brimades ne sont pas gratuites, affirment les anciens (deuxièmes années), elles ont des buts bien précis dont nous parlerons dans le paragraphe suivant: faire réagir les conscrits, les amener à se révolter contre les anciens et par conséquent, à s'unir, l'idée de solidarité est toujours présente mais peut-être un peu trop schématisée, et surtout pas spontanée comme au XIX^{ème}. Tout est suscité, provoqué, plus rien n'est naturel ou créatif.

Le couronnement est donc la Saint-Eloi appelée depuis la fin des années soixante la "Revanche" qui n'est plus seulement un simple défoulement d'une journée pour faire plaisir aux conscrits comme avant guerre mais une véritable volonté de neutraliser toute velléité de révolte qui pourrait entraîner un usinage trop brutal. Un authentique "rituel de rébellion" est organisé où les rôles d'anciens et conscrits sont inversés. Mais comme dans tout rite de rébellion, la revanche ne dure qu'un temps limité, obéit même à des règles précises et a pour fonction de canaliser l'agressivité et de permettre un retour rapide à la normale, c'est à dire à l'ordre établi. C'est comme le dit D.CUCHE, "un mécanisme de contrôle social particulièrement efficace" (31).

Avant la consécration du baptême, est mis en place un jugement du conscrit, récent (années soixante), appelé nuit des "sout's" (nuit des sous-terrains). Le conscrit réveillé en pleine nuit, est encadré par deux anciens et trainé dans un labyrinthe de sous-terrains (les yeux alternativement bandés ou libres) et finit par se retrouver dans une cave où siègent des élèves cagoulés qui lui font un récapitulatif de sa participation effective aux traditions, ce qu'il en a retenu etc... Il est ensuite emmené près d'un brasier (32) où un bourreau va lui faire passer l'épreuve du fer chaud, pour tester sa foi gadzarique (33).

(30)_ Il lui est interdit de regarder une femme, mais rien n'est plus paillard que le contenu de certaines chansons et surtout le contenu des journaux écrits par les élèves.

(31)_ CUCHE Denys, "Traditions populaires ou traditions élitistes?"

(32)_ Entretiens avec les premières années.

(33)_ On lui met en fait un glaçon dans le dos, mais pendant quelques secondes l'effet est terrible.

Cet épisode destiné, selon les deuxièmes années, à tester les nerfs du conscrit, à le faire réfléchir sur sa conduite, est une des plus terribles, psychologiquement, à supporter. Elle laisse effectivement à réfléchir sur les moyens employés et sur sa réelle finalité: elle est davantage une épreuve de choc qu'un quelconque enseignement (34).

Enfin, comme au début du siècle, cette période se termine par l'intégration du conscrit au groupe par le rite du baptême. S'il n'est pas nouveau dans ses formes, il l'est dans son contenu spirituel. En effet, du rite folklorique, il est devenu véritable rite d'intronisation, de consécration. Grâce à ce rite des "fignos" à Châlons ou simple "baptême" à Angers, le conscrit va être considéré comme appartenant à la "micro-société" qui l'a accueilli. Le rite après avoir séparé, consacre, instituant une personne, la différenciant par rapport aux autres. L'efficacité symbolique réside dans la transformation des représentations qu'une personne se fait d'elle-même ou que les autres se font du sujet institué (35). Le baptême est donc pour le conscrit un aboutissement mais surtout une consécration: il entre dans la société gadzarts et a acquis ainsi un nouveau rôle, un nouveau statut social (36).

On retrouve, dans ces traditions, les trois moments de tout rite d'initiation: la séparation (usinage) retraite (les anciens les ignorent pendant un certain temps avant le baptême) et l'agrégation (le baptême). On y décèle les brimades destinées à briser la volonté personnelle du jeune pour le soumettre à l'autorité des anciens (36 bis). On y retrouve encore le passage d'un monde affectif "maternel" (la famille) à un monde "paternel" le monde masculin de la concurrence professionnelle.

A cela s'ajoute la notion de formation que nous avons notée au début du siècle, et à laquelle nous avons fait quelquefois allusion à travers ces traditions.

(34)_ Tous les premières années, sans exception, nous en parle comme une épreuve insupportable.

(35)_ BOURDIEU Pierre, "Les rites comme actes d'institution" Actes de la recherche en sciences sociales; 42; juin 82 p 1 à 6

(36)_ cf photos du baptême à Châlons : émotion et gravité se lisent sur tous les visages. Mieux encore, il faudrait voir le film "transmission d'une tradition" sur le baptême.

(36 bis) BOURDIEU Pierre, "Epreuve scolaire et consécration sociale" Actes de la recherche en science sociales..., dit que les brimades physiques ou symboliques sont faites pour répudier les prétentions intellectuelles, pour que tous soient au même niveau, et pour diminuer les ambitions auxquelles ils ne sont pas dignes d'être prétendants.

Nouvelles finalités et notion de formation "humaine."

Tous ces efforts et énergie dépensés, se justifient concrètement et officiellement depuis 1945 mais surtout depuis la fin des années soixante par la formation psychologique de ces traditions. Et c'est peut-être là que le phénomène est nouveau, dans la mesure où les élèves eux-mêmes parlent de formation, d'apprentissage alors qu'avant, même s'ils étaient les principaux acteurs, ils ne se représentaient pas les traditions en tant que telles. Ceci prouve leur intention de se justifier aux yeux du monde, mais aussi la réelle volonté de préserver ce legs du passé.

Selon eux, les traditions sont créées en vue de développer le sens de la solidarité (principe ancien) d'acquérir le sens des responsabilités et du commandement (et non plus seulement la soumission et le respect de l'autorité) d'acquérir le sens de la justice et de l'équité (dérivés des principes du fondateur ?) d'établir une base commune servant de référence et de catalyseur à tous les gadzarts (37). Et pour assurer la bonne transmission de cet esprit, les deuxièmes années initient leurs conscrits à la vie communautaire, ceci afin de leur inculquer les principes fondamentaux de cette vie: les "usinages". A travers eux, chaque conscrit doit apprendre à travailler en justifiant et défendant ses choix, à estimer psychologiquement le facteur humain, à organiser et planifier, à mettre en oeuvre: à apprendre son travail de chef d'équipe, de coordinateur (38).

Il est donc permis de voir au delà du simple enseignement, une véritable mise en situation, un réel apprentissage pratique du futur métier d'ingénieur. Cette initiation a donc une logique: faire réagir les conscrits pour non seulement les amener à se révolter contre les anciens et par conséquent à s'unir, mais surtout à découvrir leur propre identité, personnalité, à connaître à la fois leurs limites et leurs capacités, à se former au profil exigé par l'entreprise. Une enquête auprès d'employeurs et (39) de recruteurs montre que l'ingénieur Arts et Métiers est très recherché pour ses facilités d'adaptation et ses aptitudes de meneur d'hommes;

(37)_ Polycopié donné à chaque conscrit le premier jour des usinages où sont mentionnés les principaux buts des traditions (seulement depuis quelques années).

(38)_ idem.

(39)_ Enquête menée d'une part par la société des anciens élèves en 1977 et par nous auprès de dix agences de recrutement, dix chefs de personnel et dix conseillers de carrière; cette enquête actuelle ne peut malheureusement pas être utilisée quantitativement par son faible taux de réponse mais seulement à titre qualitatif et d'exemple.

telle serait l'originalité première: les qualités humaines
_ " a le sens du travail en équipe... le sens des
responsabilités...une grande facilité de contact avec autrui...
un sens développé des relations humaines ...". Le discours
promotionnel des élèves, repris par la société trouverait ici sa
cohérence: quelle autre Grande Ecole veille, par une vie
communautaire originale et un climat spécifique, à cette formation
psychologique et morale ? . Les traditions ne sont pas un luxe,
elles donnent le profil.

Mais les traditions ne prendraient-elles pas le rôle des
enseignants et des cours ? Et oui, les élèves dans leur grande
majorité affirment qu'ils sont "décus par leur formation", qu'ils
ne se sentent pas du tout préparés à leur métier futur et qu'ils
retrouvent dans les usinages, ce qu'ils attendaient de cours
officiels (40). Il est vrai que les cours de sciences humaines
n'ont été introduits que vers la fin des années soixante et qu'ils
sont très généraux même si un gros effort est fait actuellement
pour revaloriser l'enseignement des sciences humaines (41). Les
élèves auraient donc perçu dès la fin des années soixante (et cela
correspondrait au durcissement des traditions et à leur
justification systématique) le nouveau rôle social de la formation
d'ingénieur et par la même l'inadaptation de leur formation
officielle au besoin de l'industrie. Cette formation aux
"relations humaines" étant indispensable au cadre qui doit savoir
à la fois se plier à la rigidité de l'entreprise, comprendre que
son autorité est partagée (il n'est plus le bras droit du patron,
le briseur de grève) et faire appliquer ce qu'on lui demande: il
doit jouer son rôle social en établissant des relations humaines
(42).

Cet apprentissage humain viendrait donc combler un vide de
l'enseignement de l'école et trouverait ici sa justification, en
temps que formation originale et supplémentaire(43) .

C _ Distinction et contradiction.

Sacralisation.

Il ne s'agit pas seulement d'enseigner un esprit des valeurs,
des attitudes, il faut y croire, "se convaincre de leur bien fondé
pour bien perpétuer" les traditions: les consacrer.

(40)_ Entretiens avec des troisièmes années et jeunes promotions;
les premières années, subissant les usinages ne peuvent pas
entrevoir cet aspect "formation" des traditions.

(41)_ CUCHE Denys, "La fabrication des gadzarts, esprit de corps
et inculcation culturelle chez les ingénieurs Arts et Métiers"
Ethnologie française XVIII 1988, pp 42 à 54.

(42)_ BOLTANSKI Luc. "Les cadres: La formation d'un groupe social"
Paris: les éditions de minuit, 1982 pp2020.

(43)_ Un des thèmes de réflexion du groupe "vie à l'école" cette
année pour changer les traditions.

Ainsi comme le notait C.R.DAY, et avant lui D.CUCHE (44), nous comprenons pourquoi les traditions sont devenues "les Saintes Traditions". Le processus de consécration débouche naturellement sur la sacralisation de l'institution et de ces rites. Le sacré est du côté de l'élite comme le profane est du côté du vulgaire. La sacralisation des traditions implique la sacralisation du groupe qui y adhère et donc de l'ordre social qu'il défend; l'histoire de l'école devient histoire sainte et le duc de La Rochefoucauld en est présenté de plus en plus comme une sorte de saint laïc auquel la société des anciens voue un véritable culte" (45).

Les traditions, de spontanées et "brouillonnes" se seraient ainsi transformées en une liturgie extrêmement codifiée où chaque acte est célébration rituelle comme le "baptême" des conscrits devenue une fête officielle grandiose où toutes les hautes personnalités de la ville sont conviées (46). Ces traditions sacralisées sont officielles elles sont célébrées non plus en clandestinité mais en "grandes pompes" devant un public à la fois impressionné et admiratif...

Il n'est donc pas surprenant que l'idée de formation psychologique soit venue de la société des anciens élèves. Elle n'est pas une simple justification, elle est une consécration. Le président national de la société des anciens élèves revendiquait en mars 1982 "le culte des traditions" (47). Et bien avant, dès 1964, dans une communication aux présidents de commission régionale (48), la société souhaitait amener l'administration à reconnaître la valeur de la "formation humaine" — qu'avaient pu trahir certaines erreurs ou certaines apparences dans les incidents de 1964 — de leur conception traditionnelle de la vie communautaire. Celle-ci est tout à fait consciente de l'inutilité et du danger des brimades et tend à vouloir maintenir les traditions sous des formes adoucies mais à vocations différentes. Selon elle, devenir "gadzarts", c'est devenir un "homme nouveau" qui comme nous l'avons déjà vu, grâce à "l'usinage" sera transformé et pourra être intégré dans l'industrie pour ses "valeurs humaines" originales et spécifiques. Cette éducation de la personnalité chère à la société, consciente du besoin professionnel, est nécessaire, voire indispensable pour que l'ingénieur AM joue parfaitement sa fonction sociale. En quoi serait-ce reprehensible, puisque la cause est bonne: faciliter l'entrée des jeunes dans l'industrie, rester solidaire face aux lauréats des autres écoles ?

(44)_ CR.DAY a repris l'idée de D.CUCHE selon laquelle les traditions se sacralisaient.

(45)_ D.CUCHE "traditions pop.ou traditions élitistes...p64-65.

(46)_ cf photos en annexe du baptême.

(47)_ M.CHASSERIAUD dans article de C.PLENEL "les mystères des Arts et Métiers" 4 mars 1982.

(48)_ "Ingénieurs Arts et Métiers" communication périodique de la société des anciens élèves des ENIAM n°13 nov.64

Distinction et esprit de corps.

Cependant, on se condamne à ne rien comprendre aux traditions si on oublie que tout rite d'initiation est en même temps rite de "distinction". Il ne s'agit pas seulement d'agrèger le nouveau venu à la grande famille gadzarts, mais de "séparer" ce nouveau venu du monde d'où il vient. Consécration et distinction se mêlent donc. Non seulement le conscrit est séparé du monde maternel et familial d'où il vient, mais il est également séparé de ses compagnons d'âge qui n'ont pas accès à la même distinction sociale (49).

En effet, notre conscrit en Grande Ecole est conscient d'avoir des privilèges par rapport aux étudiants de l'université: il a été choisi, tiré, sélectionné par voie de concours, il fait partie des meilleurs. De plus 98% des élèves qui entrent aux Arts et Métiers en ressortent avec le diplôme. L'élève en Grande Ecole a donc sauté la barrière, il se projette déjà dans son rôle professionnel.

En effet, par les traditions et leurs rituels, c'est la différence qui est consacrée et nous sommes en présence d'un acte d'institution. Les effets produits sont symboliques: la personne intégrée et donc consacrée se trouve investie de quelque chose de plus, d'un titre, d'un respect. Bourdieu à ce propos dit: "plutôt que rites de passages, je dirais volontiers rites de consécration, de législation ou tout simplement rites d'institution" (50). Il est nécessaire que tous croient à l'investiture pour que le système fonctionne. Enfin, ce processus de distinction va dans le sens de la production d'une élite; ainsi la tradition sépare, tout en renforçant la cohésion du groupe et l'esprit de corps (51).

Le maintien des traditions est donc considéré comme nécessaire par la Société au renforcement de l'esprit de corps et à la formation originale qu'elle transmet si elle veut faire face à la rude concurrence des écoles rivales. Ainsi, bien que le prosélytisme de la société des anciens soit indéniable il faut ajouter à leur action la vogue traditionnaliste de la fin des années soixante (fin des années soixante dix selon D.CUCHE) (52) mais aussi la volonté actuelle d'adoucir, de modifier les traditions pour lutter contre un certain malaise, comme si les Arts et Métiers étaient victimes d'un certain déclin.

(49)_ P.BOURDIEU "Epreuve scolaire et consécration sociale"
Actes de la recherche en science sociales; 39; sept 81 p 3-60

(50)_ BOURDIEU Pierre, "Les rites comme actes d'institution"
Actes de la recherche en sciences sociales; 42; juin 82 p 1 et 2

(51)_ P.BOURDIEU "Noblesse d'état: Grandes Ecoles et esprit de corps Paris 1989, Editions de minuit (chapitre "esprit de corps")

(52)_ CUCHE Denys, "La fabrication des gadzarts, esprit de corps et..." p4

Il est certain que depuis 1974, la réforme n'a eu pour effet que d'ébranler l'identité originale de l'école et la soumettre à plus rude concurrence. De plus, de nouvelles écoles d'ingénieur sont nées, dont les promotions effritent le poids des gadzarts dans l'industrie. Ce détournement de sens des traditions et leur maintien révéleraient ainsi la quête d'une identité renouvelée. Elles traduiraient une réelle lutte contre un éventuel déclin, contre la concurrence. La formation psychologique de l'ingénieur AM, serait donc vue comme une sorte de tentative de la Société pour imposer une nouvelle image de marque, un "plus" à la formation classique des autres écoles.

Fragilité et ambivalence.

Dire que tous les élèves de l'école perçoivent le sens profond des traditions renouvelées serait utopique: c'est donc remettre en question la qualité de l'adhésion aux traditions.

Il est vrai que les élèves suivent tous les traditions à quelques exceptions près (30 élèves actuellement par promotion de sept cents sortants). Il faudrait rappeler qu'ils sont pris dès le début dans un système dont ils ne peuvent guère se défaire "par peur de représailles", "par peur d'être isolés, écartés de la vie de l'école"⁽⁵³⁾. Beaucoup ne savent pas s'ils ont le choix ou la possibilité de refuser (centre de Châlons, Cluny) et donc suivent par obligation, par pression collective. D'autres trouvent dans cette nouvelle identité une consécration sociale qui leur permet d'effacer leur origine sociale modeste. D'autres encore plus intéressés et opportunistes (nombreux) donnent leur adhésion essentiellement pour bénéficier des services "Emploi-Carrière" de la Société. Quelques uns enfin, nombreux dans les années soixante, minoritaires aujourd'hui, résistent et refusent l'usinage: les H.U. (Hors Usinages) pour des raisons politiques ou religieuses, mais aussi pour des raisons familiales ou extra-familiales (mariés, vivant en concubinage à l'extérieur de l'école) ou simplement parce qu'ils "n'en voient pas l'utilité et ne veulent pas perdre leur temps, gaspiller leur énergie"⁽⁵⁴⁾.

L'adhésion, loin d'être sincère et unanime est donc plus souvent pragmatique "nous voulions être tranquilles"... "nous aurons notre nom dans l'annuaire des anciens"... "ça nous permettra d'avoir plus facilement un emploi"⁽⁵⁵⁾ et moins basée sur la fraternité qu'il n'y paraît. Le suivi des traditions sera donc fragilisé par cette adhésion voilée.

(53)_ Entretien avec premières années.

(54)_ Entretien avec des H.U.

(55)_ Propos les plus souvent recueillis chez les élèves à la question: "pourquoi avoir accepté l'usinage"?

Et c'est bien là que repose le problème: parce qu'ils suivent les traditions par obligation et pression psychologique, les premières années passant deuxièmes années, peu persuadés de ce qu'ils doivent transmettre à leurs conscrits, agissent encore par obligation et ne sont pas armés pour bien enseigner les valeurs etc... D'où les "bavures", les excès d'autorité, les épreuves psychologiques pas toujours bien maîtrisées, les aspects brutaux dénoncés par les parents, journalistes qui les jugent anachroniques et inutiles.

Il est certain que si les élèves ne savent pas réellement quel est le but des traditions, s'ils n'ont pas au départ un minimum de décriptage, ils ne pourront admettre l'usinage que par pression psychologique et ne verront jamais la réelle finalité. Ils seront de mauvais "anciens" et utiliseront les mêmes méthodes par manque de compréhension et de motivation. Seuls quelques élèves de troisième année voient vraiment l'aspect formation psychologique et ceux qui ont de réelles responsabilités au sein des traditions en jouissent et pas la majorité. Peut-on parler alors de "formation humaine" si elle n'est pas étendue et vécue concrètement par tous, et si surtout elle n'est perçue que par une minorité ? Il se pose là une nouvelle contradiction entre but et réalité.

Mais là ne résident pas les seules ambiguïtés et problèmes. Nous sommes surpris par le décalage entre les valeurs pronées par les gadzarts et le mode d'initiation mis en oeuvre. Le pouvoir qui s'exerce pendant l'usinage est évoqué par les élèves eux-mêmes en termes de pression psychologique. Cette pression, malgré la légitimité des principes qui la régissent, pose question: elle s'apparente à une forme de tyrannie difficile à vivre, voir traumatisante pour certains élèves (50). Faut-il alors s'étonner de "l'hypocrisie" de l'adhésion ainsi fragilisée, consistant à suivre plutôt qu'à adhérer ?

Au delà de l'aspect très inquiétant et choquant de l'usinage, force est de constater que la communauté gadzarts présente des traits culturels en contradiction avec l'image idéale qu'elle se fait d'elle-même. L'enthousiasme provoqué par un idéal non contestable de fraternité et de solidarité masque une réalité que les "leaders" profondément convaincus et sincèrement engagés ont peu de temps pour analyser. Or les principes gadzartiques de solidarité et fraternité ont un sens réducteur à l'école dans la mesure où ils ne sont synonymes ni de tolérance, ni de générosité, ni d'ouverture. La solidarité s'exerce à l'intérieur du groupe d'initiés, après qu'une mise à l'épreuve tyrannique ait permis d'opérer un tri. De plus, la solidarité s'exerce dans l'opposition à un autre groupe. Solidarité contre et non avec.

Autre principe contradictoire: le caractère démocratique du pouvoir, qui ne s'incarne jamais dans une personne mais circule de l'un à l'autre, et exercé par les "anciens" sur les conscrits, semble discutable. Selon les élèves, ceux qui décident sont ceux qui détiennent la vérité (les initiés).

(50) L'usinage est toujours évoqué en termes durs: "raboter, forger, mouler..."; "on agit sur eux à un moment où ils sont crevés, passifs, anesthésiés...."

Les autres doivent leur faire confiance et obéir parce qu'un jour ils devront avoir accès à la vérité et à ce niveau d'autorité. L'idée d'une pression qui deviendrait librement acceptée par les conscrits laisse à réfléchir. Un pouvoir qui se fonde sur une vérité décrétée une fois pour toutes s'apparente davantage à de l'oppression qu'à de la démocratie et évoque plutôt les pratiques autoritaires de chefs d'antan qui entendaient détenir la connaissance, la vérité.

Enfin, cette solidarité et fraternité formant un corps uniforme mobilise la créativité, l'innovation, l'ouverture. Nous constatons dans les entretiens avec les troisièmes années leur difficulté quasi essentielle à se positionner individuellement tout en avouant leur culpabilité par rapport à toute ambition personnelle. Ils sentent la nécessité de concilier individu et groupe, alors que les traditions leur ont inculqué que l'individu ne peut exister qu'aux dépens du groupe. Et puis et surtout n'est-il pas grave pour la valeur des élèves et du diplôme que par souci d'égalisation, les meilleurs élèves ne donnent pas le meilleur d'eux-mêmes pendant les examens, pour que les élèves les plus faibles ne soient pas trop sanctionnés et qu'il y ait une relative homogénéisation des notes ?!

Toutes ces contradictions sont reconnues par la société qui souhaite un réel changement dans la structure des valeurs mêmes des traditions et oeuvre dans ce sens en déléguant ses pouvoirs à des cabinets conseils (57).

La meilleure illustration de cette ambivalence des traditions et des Arts et Métiers reste dans le contraste qui oppose les deux uniformes comme le souligne D.CUCHE (58) : la blouse grise d'atelier, symbole de la compétence technique mais aussi de l'uniformisation de la fraternité et l'uniforme de prestige (ressemblant à celui des officiers de l'armée de l'air) symbolisant la compétence sociale, la consécration de la Grande Ecole (comme polytechnique).

Conclusion.

Ainsi, les traditions des Arts et Métiers, comme nous l'avions supposé en début de recherche ont été détournées de leur fonction initiale pour reprendre à leur compte ce contre quoi elles luttaient.

De traditions de révoltes orales, elles sont devenues traditions de soumission écrites, puis traditions de "fabrication sociale et culturelle" consacrées. Ce processus de transformation s'est effectué sur un peu plus de cent cinquante ans à l'insu des élèves puis de leur propre initiative.

(57) Enquête établie par l'INSEP en 1988-1989 pour la société des anciens élèves pour sortir de cette impasse.

(58) D.CUCHE "Fabrication du gadzarts"... p7.

Les rites ont été conservés, se sont perfectionnés, et modelés aux impératifs du moment mais se sont vidés de leurs sens puisqu'ils sont utilisés à contre sens: ils, luttant contre "l'acculturation" menée par l'administration, ils luttent pour donner une culture, un profil aux gadzarts.

Pour parvenir à des idéaux généreux _ fraternité, solidarité, responsabilité, égalité _ ils mettent en place des moyens opposés à ces valeurs: imposition, pression psychologique, répétition, lutte contre un autre groupe _ qui ont des effets pervers moins visibles pour les acteurs que le résultat premier qu'il visent: la constitution d'un corps, d'un type d'ingénieur.

Peut-on alors parler de survivance, de maintien d'une tradition qui n'en possède plus que les aspects les plus folkloriques et rien d'autre? Ce n'est pas certain, dans la mesure où ces anciennes traditions servent de référence aux actuelles, et où leur maintien se justifie par leur existence d'un siècle et demi. Peut-on même encore employer le terme "tradition" qui, remodelé et détourné n'a plus la même signification, est devenu contraire.

Enfin, nous pouvons nous demander (au delà du fait qu'elles n'ont pas de réelles survivances si nous considérons qu'elles se retournent contre elles-mêmes) si effectivement, alors qu'elles se veulent originales et utiles à leur formation, elles ne constituent finalement pas un frein à l'image et promotion de l'ingénieur Arts et Métiers. En effet, si les entreprises reconnaissent que les gadzarts ont le sens des réalités pratiques, des qualités relationnelles remarquables, une crédibilité, des valeurs fortes et partagées, souvent ils avouent aussi qu'ils sont "trop peu créatifs, manquent d'ouvertures aux réalités économiques et au contexte international, manquent de culture générale, manquent d'ambition" (59).

Le devoir de "fraternité" et les traditions freineraient-ils donc davantage la promotion sociale et professionnelle des gadzarts qu'elles ne l'encourageraient? Peut-être faudrait-il que les anciens élèves et élèves eux-mêmes se rendent compte de cette réalité plutôt que de se référer sans cesse à l'ancienneté pour justifier une tradition qui finalement les disqualifie (60), qui les dépersonnalise.

Ainsi ils contribueraient peut-être plus efficacement à la formation psychologique de l'ingénieur _ démarche originale _ et ainsi donneraient un atout supplémentaire, réel, à l'ingénieur Arts et Métiers.

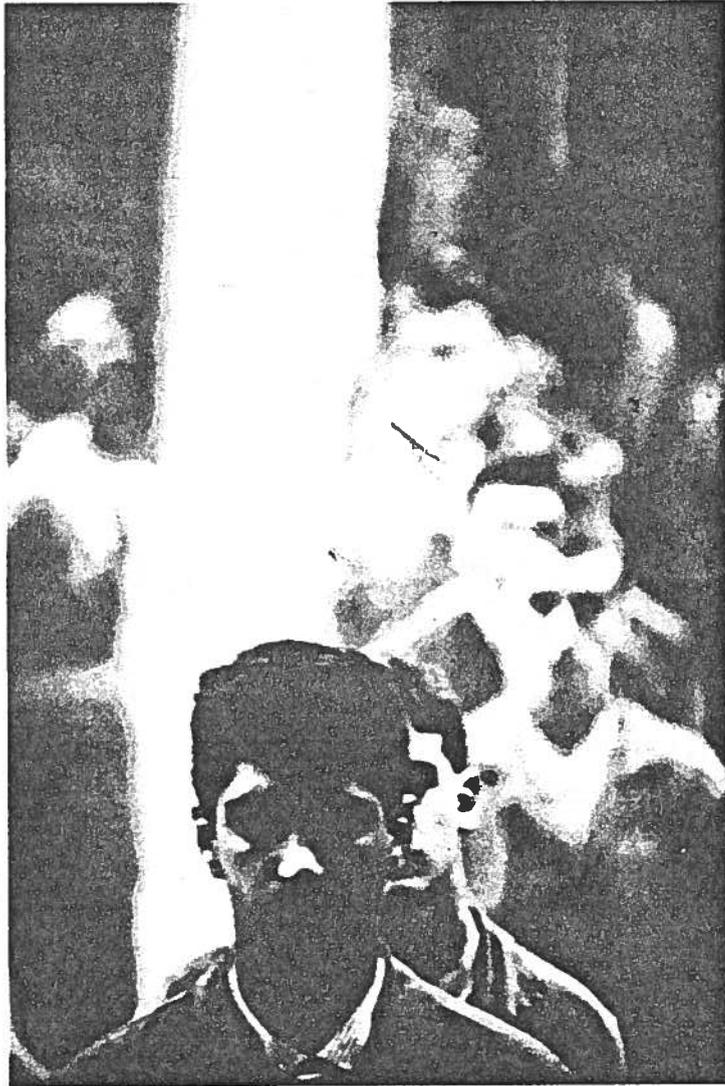
(59)_ Enquête menée auprès des recruteurs, direction du personnel.

(60)_ CUCHE Denys, "La fabrication des gadzarts, esprit de corps et inculcation culturelle chez les ingénieurs Arts et Métiers"

ANNEXE

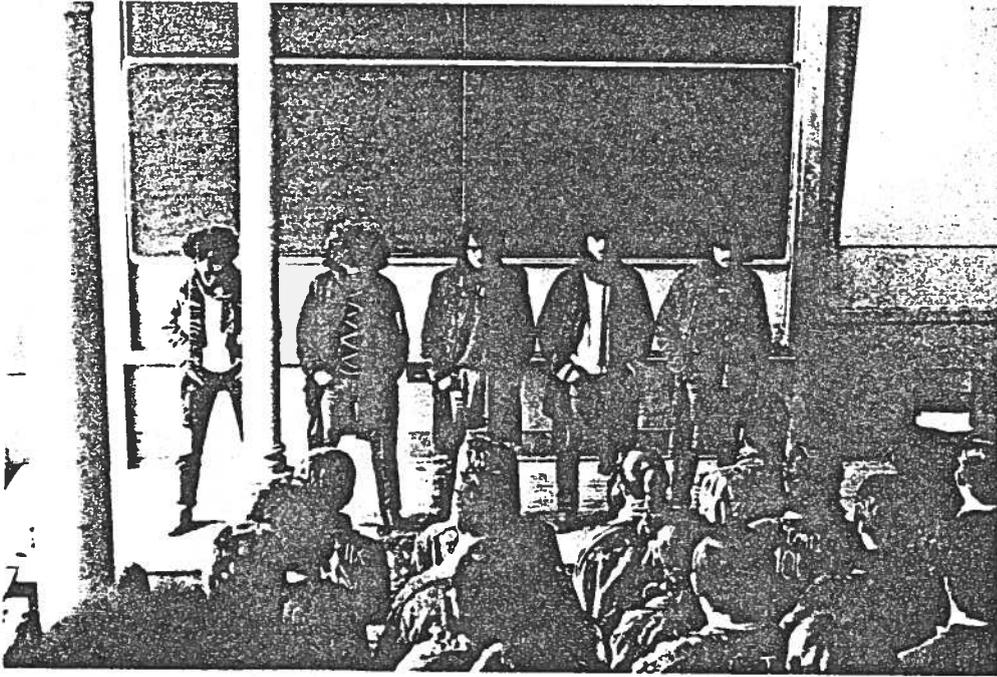


LA CANNIBALE



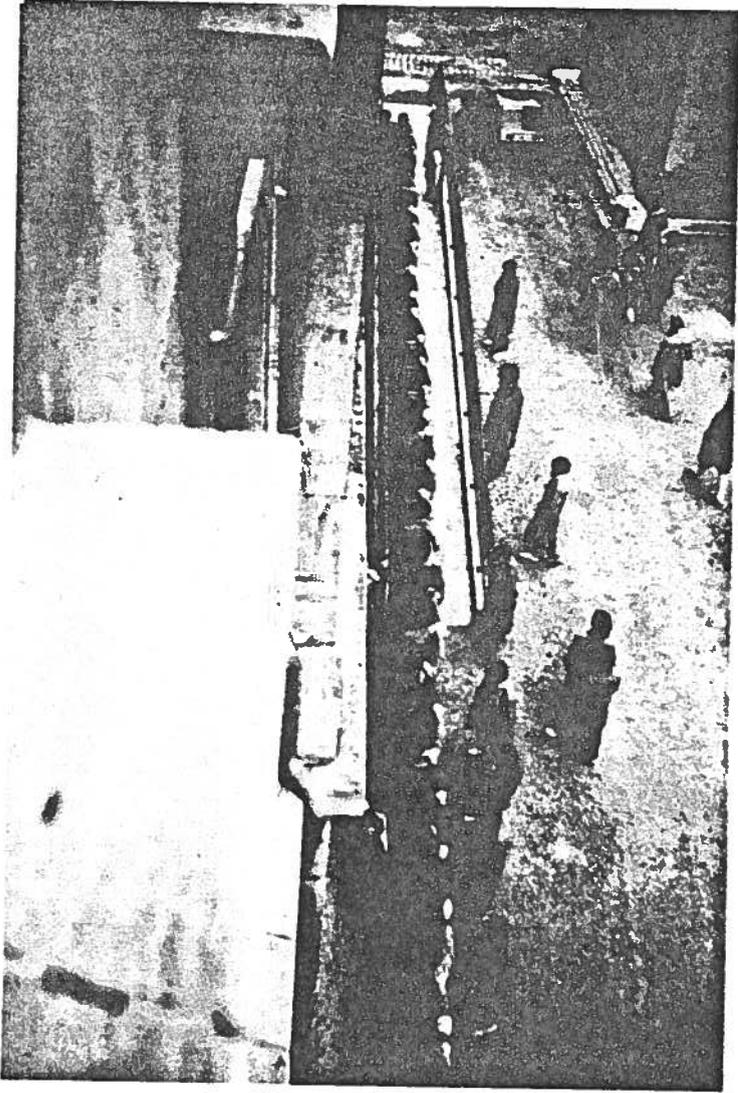
marche au pas sous les yeux des anciens

"Usinages"



"prise en main des conscrits"

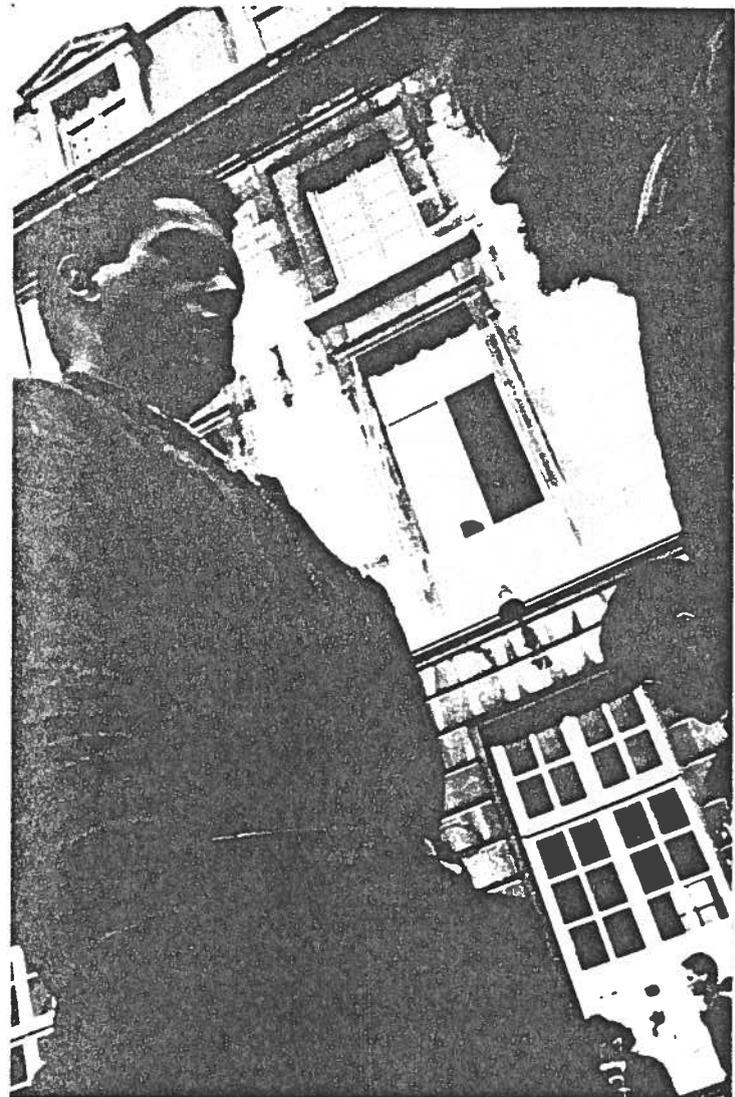




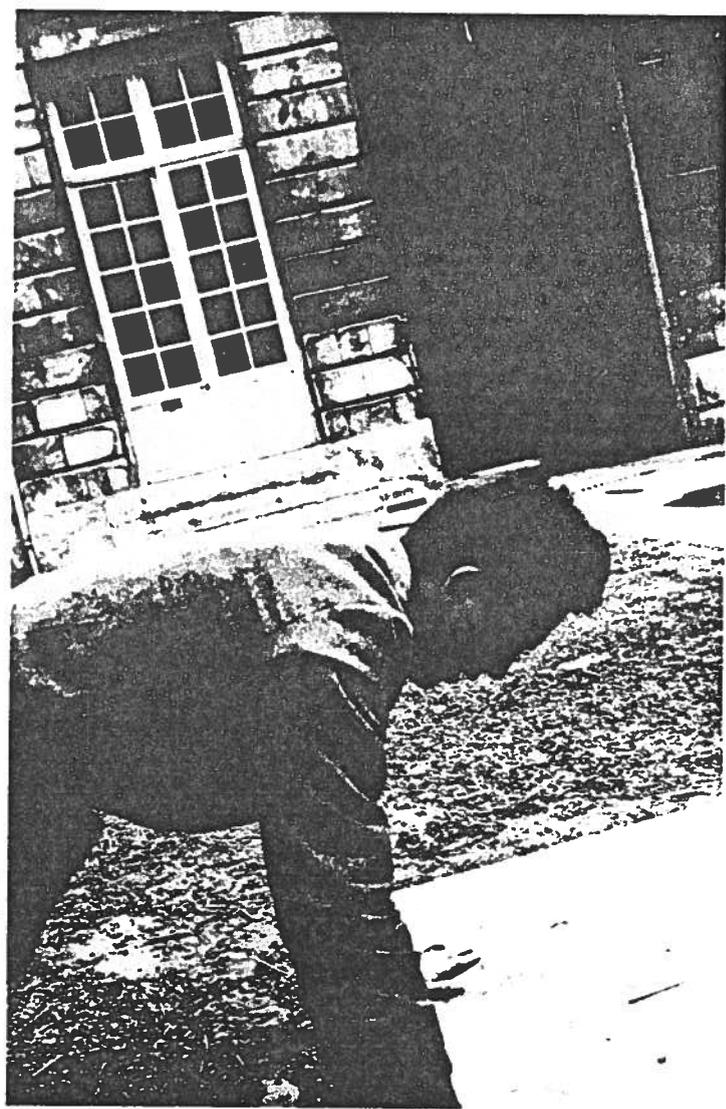
même en rasant les murs, sous les ordres des anciens

pompes

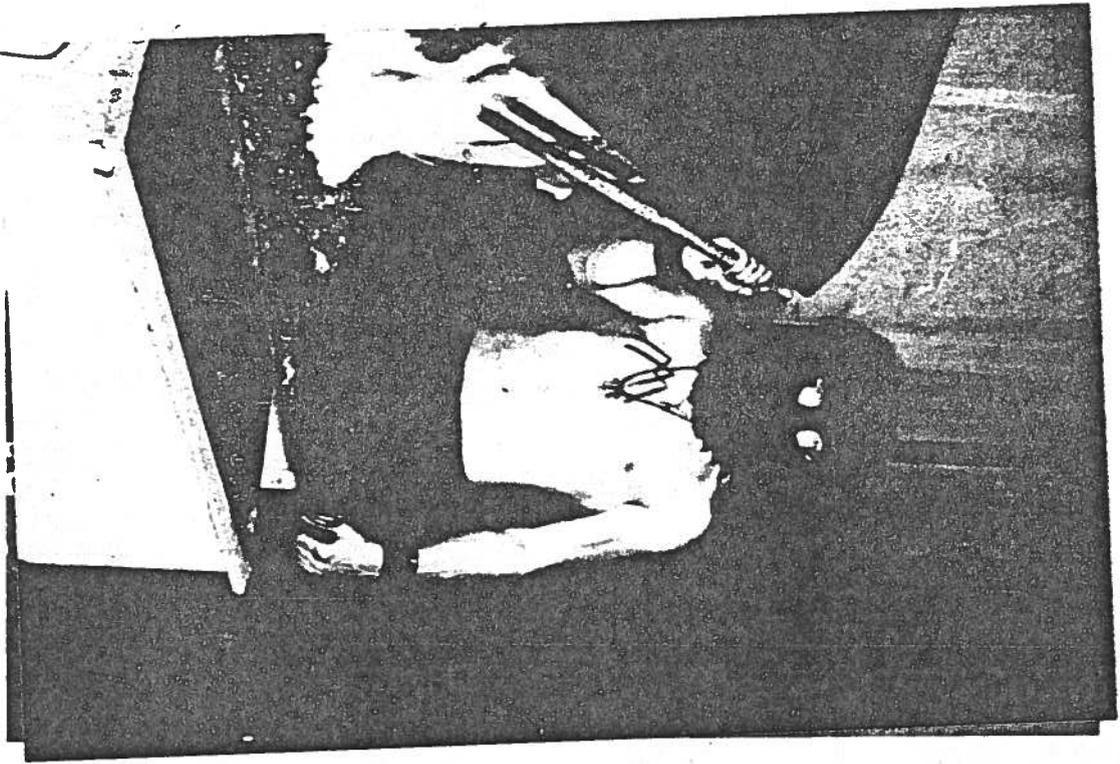




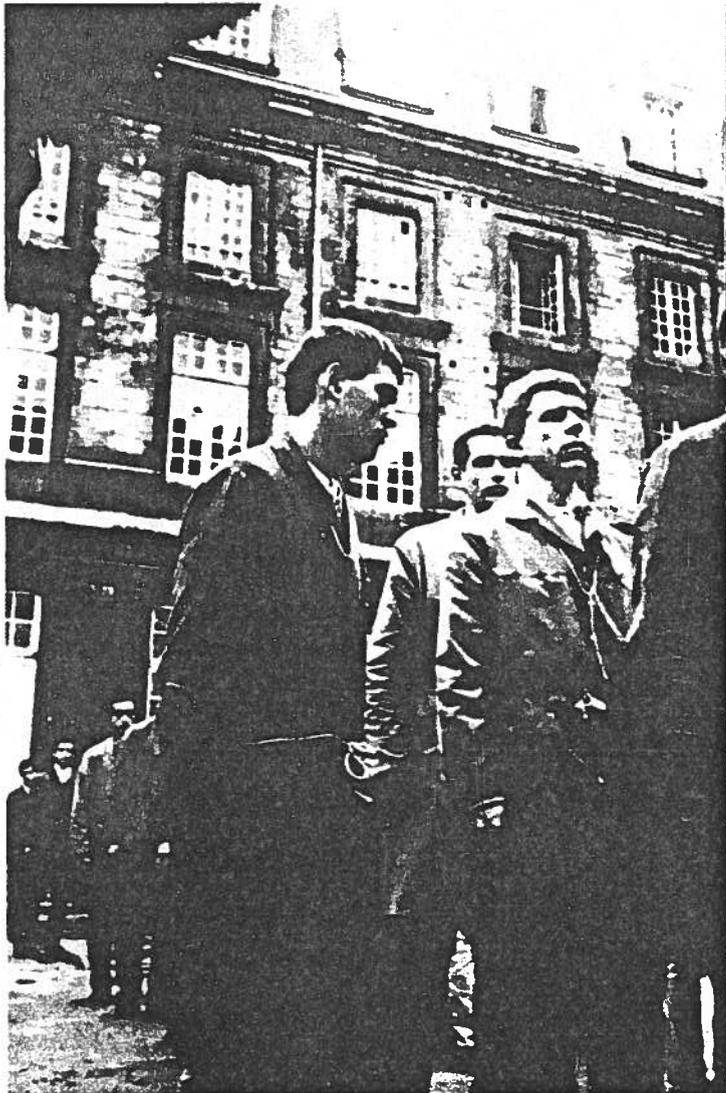
ordre donné au conscrit...



puis série de pompes



épreuve du fer rouge (nuit des souterrains)



Mônomes

Baptême : "le fignos"



SOMMAIRE

* Avant-propos.....	p 1
* Méthode de recherches.....	p 1
* Bibliographie:.....	p 5
A)_ Sources d'archives (inventaire détaillé)..	p 5
B)_ Sources orales.....	p 6
C)_ Bibliographie des ouvrages et articles publiés.....	p 7
* Introduction.....	p 11
* Première partie: Révoltes de "contre-culture" (1820-1898)	
A)_ Rejet contre la tentative de moralisation	
_ But de la création des écoles.....	p 13
_ Entreprise de rejet contre la tentative de moralisation.....	p 13
_ Des révoltes de rejet.....	p 15
B)_ Une tradition issue de la révolte	
_ Principe enseigné par le fondateur.....	p 16
_ Quelques rituels et leurs inspirations..	p 17
_ Bande Noire et mentalités politiques des élèves.....	p 20
C)_ Société des anciens élèves et ambiguïté des traditions	
_ Attitude de l'administration.....	p 24
_ Société des anciens élèves.....	p 24
_ Ambiguïté des traditions.....	p 25
* Deuxième partie: Traditionnalisation (1898-1945)	
A)_ Transformation de l'école	
_ Promotion professionnelle.....	p 27
_ Origine sociale des élèves.....	p 28
_ Démilitarisation des écoles.....	p 29
B)_ De nouvelles traditions	
_ Des brimades de plus en plus brutales...	p 30
_ Comité des traditions.....	p 31
_ Quelques rituels traditionnalisés.....	p 33

C)_ Naissance d'un esprit	
- L'argot gadzarique.....	p 37
- Esprit politique et notion de camaraderie.....	p 38
- Société des anciens élèves et esprit inculqué.....	p 39

* Troisième partie: Formation "humaine" et sacralisation (1945-1989)

A)_ Contexte universitaire et social	
- une "grande" école d'ingénieur.....	p 41
- Recrutement social.....	p 43
- Mentalités politiques à l'école.....	p 44
B)_ Durcissement et nouvelles justifications	
- Restructuration et formalisation.....	p 46
- Perpétuation et justification.....	p 47
- Nouvelles finalités et notion de formation "humaine".....	p 52
C)_ Distinction et contradiction	
- Sacralisation.....	p 53
- Distinction et esprit de corps.....	p 55
- Fragilité et ambivalence.....	p 56

* Conclusion.....	p 58
-------------------	------

* Annexes.....	p 60 à 66
----------------	-----------

* Sommaire	p 68 à 69
------------------	-----------

M.P.W./1964/7

original : français et
anglais

BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL

REUNION D'EXPERTS SUR LE POIDS MAXIMUM
DES CHARGES POUVANT ETRE TRANSPORTEES PAR
UN SEUL TRAVAILLEUR

(Genève, 9 - 17 mars 1964)

ROLE DE L'ENVIRONNEMENT DANS
LES OPERATIONS DE MANUTENTION

Document préparé par le Docteur L. Brouha

B.I.T.
Genève
1963

ROLE DE L'ENVIRONNEMENT DANS LES OPERATIONS DE MANUTENTION

Lucien Brouha, M.D., D.Sc.

Il est possible de mesurer les forces extérieures mises en jeu dans une opération industrielle, mais les relations entre ces forces, le coût physiologique du travail et la capacité humaine sont rarement prises en considération quand il s'agit d'établir des normes de travail. Par conséquent, ces normes ne représentent pas nécessairement le temps nécessaire pour accomplir une opération avec un minimum d'effort, encore bien moins le temps nécessaire pour que la récupération physiologique se fasse une fois l'opération terminée.

Les effets physiologiques du travail musculaire ont été bien étudiés. On sait que quand on passe du repos à l'activité physique, un grand nombre de fonctions physiologiques changent du "niveau de repos" au "niveau de travail".

En mesurant une ou plusieurs de ces variables pendant l'activité, il est possible de déterminer la différence entre niveau de travail et niveau de repos. Ceci permet d'évaluer l'effort physiologique exigé par une tâche déterminée. Quand l'activité cesse, on peut suivre le retour au repos de ces mêmes variables et trouver ainsi la durée de la période de récupération nécessaire pour que l'équilibre physiologique de repos soit rétabli.

Pour mesurer la dépense physiologique totale, il faut tenir compte des réactions pendant le travail et pendant la récupération. Quand le travail mécanique se termine, le travail physiologique continue au-dessus du niveau de repos jusqu'à ce

que la récupération soit complète. Par conséquent, en ce qui concerne la machine humaine, un cycle complet inclut le coût physiologique du travail proprement dit auquel s'ajoute le coût physiologique du retour au repos.

Pendant l'activité, le niveau physiologique varie selon le travail fourni, l'environnement dans lequel il se fait et la capacité physique de l'individu. La vitesse de retour au repos varie également selon ces facteurs et elle est proportionnelle à l'effort précédent. Il importe donc de tenir compte des processus de retour au repos quant on veut évaluer une situation qui conduit à la fatigue. Un homme qui ne peut pas récupérer suffisamment entre deux cycles successifs de travail présente des réactions de plus en plus élevées à mesure que l'activité se prolonge et la fatigue s'accumule au cours de la journée.

Quand le même travail est effectué dans des conditions défavorables d'environnement, des adaptations particulières sont nécessaires pour contrebalancer ces conditions. Par exemple, dans le travail à haute température, pour une certaine quantité d'énergie exigée par le travail physique, un effort physiologique supplémentaire est requis pour maintenir la température corporelle aussi voisine de la normale que possible. Si cette adaptation ne peut pas se faire, le travail physique ne peut guère se prolonger.

Des conditions adverses d'environnement transforment rapidement une tâche facile en un travail dur. Par conséquent, il est indispensable de connaître avec précision les effets de

physiologique continue au-dessus du niveau de repos jusqu'à ce

l'environnement physique et chimique sur les réactions physiologiques de l'ouvrier. Température, humidité, mouvement d'air, pollution atmosphérique sont les facteurs les plus importants et les plus fréquents qui influencent la physiologie de l'ouvrier. Les milieux chauds sont les plus fréquents.

La température de l'air influence à la fois la production de sueur et la quantité de chaleur que l'on peut perdre par évaporation. En-dessous de 25°C, les sujets au repos ne transpirent pas et les processus d'évaporation, proportionnels au métabolisme, sont entièrement dûs à l'élimination d'eau au niveau de la peau et des poumons connue sous le nom de "perspiration insensible". A 29°C environ, les sujets au repos commencent à transpirer. La vitesse d'évaporation de la sueur est influencée par l'humidité et le mouvement de l'air, qui remplace continuellement par de l'air plus sec l'air en contact avec la peau qui est presque saturé d'eau.

L'effet physiologique de l'humidité de l'air n'a guère d'importance quand on fait du travail léger à des températures inférieures à 27°C. Au fur et à mesure que la température s'élève, le degré d'humidité devient de plus en plus important, parce que, dans ces conditions, le refroidissement de l'homme n'est pas limité par sa capacité de transpirer mais bien par la capacité de l'air ambiant de vaporiser la sueur. Quand la température atteint 37.8°C ou plus, une petite augmentation de l'humidité peut modifier fortement les effets physiologiques de l'environnement

et transformer un travail relativement aisé en une tâche impossible.

Pendant le travail à la chaleur, surtout en présence d'une humidité élevée, la conduction de chaleur et la transpiration peuvent devenir insuffisantes pour dissiper toute la chaleur produite par l'activité musculaire. Dans ces conditions, la température interne s'élève et les réactions cardiovasculaires, surtout le rythme et le débit cardiaques, continuent à augmenter bien que la quantité de travail accompli et la consommation d'oxygène restent constantes. Quand la température interne s'élève au-dessus de 39 - 40°C, le sujet en général, s'arrête de travailler.

La fréquence des accidents est aussi influencée par l'environnement. En Angleterre, elle est à son minimum pour des températures ambiantes de 18 à 20.5°C. L'effet nocif de la chaleur est bien démontré dans le cas des mineurs qui présentent une augmentation marquée de la fréquence des accidents quand ils travaillent à haute température.

Le rendement est également modifié par les conditions environnantes et de nombreuses observations ainsi que des expériences rigoureusement contrôlées ont montré que la productivité décroît quand la température augmente. Par exemple, Vernon, Bedford et Warner ont observé une diminution de 41 pour cent dans la production des mineurs de charbon quand la température passe de 23 à 30°C au thermomètre sec et de 19 à 26°C au thermomètre mouillé.

Malheureusement, même de nos jours l'industrie, en général, ne s'intéresse guère aux effets à long terme de l'exposition répétée à la chaleur une fois que les situations extrêmes ont été corrigées. Hatch fait remarquer que la réponse habituelle aux enquêtes menées sur l'effet de la chaleur dans l'industrie est que le problème n'existe pas parce qu'il n'y a eu ni mort, ni coup de chaleur durant les quinze dernières années. Mais aucun effort n'a été fait pour étudier systématiquement l'influence chronique de ces conditions sur les ouvriers. Et de conclure: "Par conséquent, nous ne possédons aucune information accumulée par les services médicaux industriels sur les effets éventuels de l'exposition de longue durée à des conditions subaiguës de chaleur". Nous sommes à même de confirmer les remarques de Hatch et d'affirmer qu'à quelques exceptions près, le problème du travail en atmosphère chaude n'a pas reçu l'attention qu'il mérite au point de vue de la santé et du rendement des ouvriers. Ces faits permettent de conclure qu'il est de la plus haute importance de déterminer avec précision les conditions de température de l'environnement et leurs effets sur les réactions physiologiques des travailleurs.

Evaluation de la Charge Thermique

Les réactions physiologiques produites par le travail musculaire ont été étudiées au Laboratoire Haskell depuis une quinzaine d'années dans des conditions strictement contrôlées de température et d'humidité.

1. Effet d'un travail continu.

Dans le but d'établir tout d'abord des niveaux de base, une série d'expériences ont été faites pendant un travail continu accompli dans trois environnements, à savoir: 22.2°C et 50 pour cent d'humidité relative, soit conditions normales; 37.2°C et 25 pour cent d'humidité, environnement chaud et sec; 32.2°C et 82 pour cent d'humidité, environnement chaud et humide.

En résumé, ces expériences montrent que l'effort physiologique augmente quand on passe d'une température confortable à un milieu chaud et sec et plus encore à un milieu chaud et humide. Ce phénomène persiste pendant toute la durée de l'expérience, au repos avant le travail, pendant le travail et pendant la récupération.

Alors que l'environnement exerce une influence majeure sur le rythme cardiaque, il n'a que peu d'effet sur la pression sanguine. Il semble que les modifications de pression, comme celles de la consommation d'oxygène, soient surtout déterminées par l'intensité de travail.

La figure 1 montre qu'à consommation d'oxygène égale, le rythme cardiaque est nettement plus élevé aux hautes températures pendant le travail et pendant la récupération. La consommation d'oxygène retourne à son niveau de repos à la même vitesse quel que soit l'environnement, alors que les processus de récupération cardiaque sont beaucoup plus lents en atmosphère chaude. Plus la charge thermique augmente et plus la

dissipation de chaleur devient difficile, plus le rythme cardiaque reste élevé pendant la période de retour au calme et plus lentement il revient vers son niveau de repos.

En ambiance chaude, les processus de récupération peuvent être incapables de ramener les fonctions cardiovasculaires à la normale et ce n'est qu'en permettant au sujet de séjourner dans un environnement plus frais que l'on peut atteindre ce résultat. Il importe de noter que dans ces expériences, même à température normale, les sujets n'ont pas maintenu un rythme cardiaque constant bien que leur consommation d'oxygène ait atteint un état stable. Il faut en conclure que les mesures de consommation d'oxygène peuvent être trompeuses quand on veut évaluer le coût physiologique d'un certain travail effectué dans des conditions variables d'environnement (figure 1).

Quand on compare les changements de température interne et la perte de poids, on constate que c'est en atmosphère chaude et sèche que la transpiration est la plus abondante; l'évaporation est la plus efficace et assure une température stable. Dans le climat chaud et humide, la transpiration est moins abondante, l'évaporation moins intense et la température interne augmente. Elle reste au-dessus de la normale aussi longtemps que les sujets sont exposés à ce climat.

légère en ambiance plus chaude encore, les réactions cardio-vasculaires augmentent nettement quand les périodes de travail s'allongent, même si le travail total reste le même. Par conséquent, l'effort physiologique est moindre quand les périodes d'activité sont relativement courtes et les pauses

2. Effet d'un travail répété.

Nous avons étudié ensuite l'effet d'un travail interrompu par des périodes de repos de fréquence et de durée variables. Les figures 2 et 3 montrent les réactions produites par l'accroissement de la température et de l'humidité ambiantes au cours de quatre marches successives de 15 minutes, séparées par 20 minutes de repos. On voit que dans un environnement modéré, le rythme cardiaque se stabilise au même niveau pendant chaque cycle "travail-repos". Mais aussitôt que la température ou l'humidité s'élève, les réactions cardiaques augmentent. Toutefois, cet accroissement d'effort physiologique n'est pas révélé par les mesures de la consommation d'oxygène qui reste la même au cours des cycles répétés (figure 4).

Un phénomène analogue s'observe quand on étudie les réactions au cours de d'une succession rapide des cycles "travail-repos": la consommation d'oxygène varie de façon semblable pendant chaque période alors que le rythme cardiaque s'accélère nettement, (figure 5) indiquant l'accroissement progressif de l'effort cardiovasculaire.

Ces expériences démontrent que pour un travail léger accompli dans une ambiance confortable, la durée des périodes de travail et la fréquence des pauses n'ont guère d'importance. Au contraire, pour un travail plus intense en ambiance chaude ou pour un travail léger en ambiance plus chaude encore, les réactions cardiovasculaires augmentent nettement quand les périodes de travail s'allongent, même si le travail total reste le même.

Par conséquent, l'effort physiologique est moindre quand les périodes d'activité sont relativement courtes et les pauses

fréquentes. La durée optimum des cycles travail-repos ne peut être déterminée avec précision que si les réactions physiologiques sont connues.

On peut conclure que dès que l'environnement exige un effort supplémentaire pour accomplir une certaine tâche, les mesures de la consommation d'oxygène et du métabolisme ne décèlent pas cet effort additionnel qui est par contre clairement démontré par l'accroissement des réactions cardiaques. Il en résulte que pour déterminer l'effort physiologique pendant le travail et pendant le retour au repos, il est nécessaire de mesurer le rythme du coeur.

3. Effets physiologiques de la manutention de poids divers.

Les expériences précédentes ont été faites principalement dans le but de rechercher l'influence de la température et de l'humidité sur le travail musculaire. Pour ce faire, nous avons étudié les réactions à deux genres d'activités fréquentes et habituelles au laboratoire: la marche sur tapis roulant et le pédalage sur cycle ergométrique. Mais le problème posé par le BIT concerne la manutention et il faut donc voir si ces résultats sont applicable à ce cas particulier. En effet, soulever des charges implique des métiers très divers qui nécessitent des positions corporelles et des mouvements faisant intervenir des contractions musculaires de nature très diverse. Nous avons donc comparé les effets de la marche et du soulèvement d'objets de poids et volumes connus. Elles montrent que le rythme cardiaque est pratiquement le même quand on marche à raison de 5.2 km/h

ou quand on soulève un poids de 10 kg à une hauteur d'un mètre à raison d'une manœuvre par 7 secondes pendant 15 minutes, à condition que la température et l'humidité soient normales, soit 21°C et 43 pour cent. Par conséquent, les deux niveaux d'effort cardiaque sont les mêmes (figure 6, courbe inférieure). Les résultats sont très différents quand l'expérience est répétée à haute température, 46°C et 16 pour cent d'humidité. La figure 6, courbes supérieures, démontre clairement que dans cette ambiance chaude, le soulèvement du poids s'accompagne de réactions cardiaques beaucoup plus élevées que la marche. Ceci est également vrai quand le coût cardiaque est calculé séparément pour la période de travail, pour la récupération ou pour l'expérience entière* (figure 7).

Nous avons étudié également l'influence du rythme de travail au cours de manœuvres identiques, mais faites à des températures de plus en plus élevées. A titre d'exemple, nous donnons les résultats obtenus pour deux vitesses de manutention dans trois environnements (figures 8 et 9). Ces deux figures démontrent non seulement les effets de la température, mais aussi l'influence de la vitesse opératoire sur le comportement du coeur quand les conditions ambiantes deviennent plus sévères. Des résultats du même ordre s'observent pour divers poids et volumes.

* Le coût cardiaque est la somme des battements du coeur au cours de l'expérience.

En pratique, les métiers exigent des manœuvres diverses qui sont effectuées par les mêmes ouvriers au cours de la journée. Les changements d'efforts qui en résultent sont accompagnés immédiatement et fidèlement par des modifications cardiaques. La figure 10 en donne un exemple au cours d'une série de manœuvres parmi lesquelles le soulèvement d'une charge intervient. On peut voir que quelle que soit la nature du travail physique, c'est l'environnement qui est le facteur principal de variation dans l'effort physiologique.

Depuis quelques années, des procédés de téléométrage permettent l'enregistrement continu et à distance du rythme cardiaque. Ils sont hélas coûteux, exigent la présence d'un observateur compétent et manquent parfois d'exactitude, par exemple en cas de sudation abondante ou de mouvements brusques.

Heureusement pour la recherche appliquée, les modifications du pouls au début de la période de récupération donnent des informations valables sur l'effort physiologique qui a été fourni pendant le travail.

La Méthode des Trois Pouls de Récupération

Cette méthode consiste à compter les pulsations cardiaques prises au poignet, à des intervalles réguliers pendant les trois premières minutes de la récupération, alors que le sujet est assis tranquillement.

D'habitude, nous comptons le pouls de la trentième seconde à la première minute après la cessation du travail, puis d'une

minute et demi à deux minutes, puis de deux minutes et demi à trois minutes. Ces trois mesures permettent d'établir une "courbe de récupération cardiaque" qui indique à la fois les valeurs du pouls et la vitesse du retour vers le niveau de repos. Elles montrent que 1) plus le travail a été dur, plus le rythme cardiaque est élevé et plus lentement il décroît (figure 11); 2) elles indiquent également que le rythme cardiaque est moins élevé et décroît plus rapidement chez les sujets en bonne forme; 3) plus l'environnement est sévère, plus le rythme cardiaque s'élève et plus lente la récupération (figure 12).

Par conséquent, on peut évaluer à la fois le niveau d'effort physiologique et les aptitudes individuelles au travail. Cette méthode est simple et rapide, et nous l'avons utilisée pour établir l'effort cardiovasculaire dans un grand nombre d'opérations industrielles de nature très variée*.

L'apparition de la fatigue peut aussi se déceler grâce à ces courbes. Quand la récupération devient insuffisante au cours d'une série d'opérations successives, le pouls initial après le travail s'élève progressivement et atteint un niveau de plus en plus élevé pendant un temps de plus en plus long. Ce retour lent vers le rythme de repos indique un état de fatigue physiologique (figure 12, courbes supérieures).

* Monographie: Physiologie et Industrie par Lucien Brouha, Editeur Gauthier-Villars, Paris, 1963.

Nous avons observé depuis bientôt vingt ans, que quand la valeur moyenne du premier pouls de récupération n'est pas supérieure à 110 battements par minute et que la décélération entre la première et la troisième mesure est au moins 10 battements par minute, il n'y a pas augmentation exagérée de l'effort cardiaque pendant la journée. Que ce niveau soit la conséquence du travail seul ou d'une combinaison de travail et de chaleur, il peut être maintenu pendant toute la relève en état physiologique stable, à condition que les périodes de travail et de repos soient convenablement organisées (figure 12).

Comme le rendement d'un ouvrier est basé pour une bonne part sur sa capacité d'éviter une fatigue excessive, il est indispensable de connaître ses réactions physiologiques et de les maintenir dans des limites raisonnables. Il faut insister de nouveau sur le fait que si la récupération qui suit un cycle de travail n'est pas complète, le coût physiologique du travail précédent s'y ajoute et produit une fatigue accumulée (figure 12).

Il en résulte que les techniques physiologiques doivent être utilisées si l'on veut mesurer avec précision les efforts de l'ouvrier. Quand nous posséderons des informations plus complètes, il sera possible de formuler les lois physiologiques de l'économie du travail qui ne coïncideront pas nécessairement avec ce que l'on appelle maintenant l'économie du mouvement. Toute diminution de la température et de l'humidité ambiantes diminue considérablement l'effort du système cardiovasculaire et

des mécanismes thermorégulateurs; d'où fatigue moindre et plus haut rendement.

Cependant, dans les industries où le travail se fait à hautes températures, même quand celles-ci ont été contrôlées aussi bien que possible, on observe encore des réactions élevées chez les ouvriers. Il est alors nécessaire de recourir à l'emploi de salles de repos dont la température est réglée pour assurer, en toutes saisons, une récupération rapide et complète.

Résumons nous comme suit:

Chaque travailleur possède un "capital physiologique" qui lui donne un certain "crédit physiologique". Quand il travaille, il contracte une "dette physiologique" qui varie selon les individus et les métiers. Plus la dette est élevée, plus il faut de temps pour la payer et pour regagner l'équilibre de repos. Il en résulte que tout changement dans la nature du travail ou dans l'environnement qui diminue l'effort physiologique réduit aussi la dette et le temps nécessaire pour une restauration complète. Pour la même somme de travail la fatigue diminue.

Les mesures de la température corporelle et du rythme cardiaque permettent d'évaluer simplement l'effort physiologique imposé à l'ouvrier par son activité et par l'environnement. Le but est d'organiser le travail pour que ces réactions restent, autant que possible, les mêmes ou presque pendant la plus grande partie de la journée.

Nous sommes les premiers à reconnaître que ces facteurs ne sont pas les seuls qui entrent en jeu. Il n'en reste pas moins vrai que leur mesure a démontré son utilité et permet d'établir des normes de travail plus réelles en évaluant le degré d'adaptation des ouvriers aux efforts requis par leur tâches. Ces études permettent d'obtenir un rendement de travail maximum à un coût minimum pour l'homme.

Légendes Pour Figures

Figure 1 - Rythme cardiaque et consommation d'oxygène pendant un travail sur cycle ergométrique: 30 minutes à 540 kg-m/min, suivi de 4 minutes à 900 kg-m/min. Les réactions sont données pour deux environnements: normal à 25°C et 43% d'humidité relative, chaud et humide à 32.2°C et 82% d'humidité relative. La consommation d'oxygène reste la même dans les deux environnements mais le rythme cardiaque augmente avec la température ambiante. En abscisse: le temps; en ordonnée: le rythme du coeur et la consommation d'oxygène.

Figure 2 - Effet de la température sur le rythme cardiaque.

Marche sur tapis roulant à plat, 5.2 Km/h. La température passe de 21.1°C à 41°C et à 46°C; humidité relative 40%.

Figure 3 - Même travail que pour la figure 2, mais température de 41°C. L'humidité relative augmente de 21 à 63%.

Figure 4 - Comparaison des courbes de la consommation d'oxygène (—) et du rythme cardiaque (----) au cours des cycles 1 et 3. Marche sur tapis roulant de 15 minutes à 5.2 Km/h. En abscisse: le temps; en ordonnée: à gauche, la consommation d'oxygène en litres par minute, à droite le rythme du coeur. A gauche, travail léger à plat dans une ambiance chaude: 41°C et 63% d'humidite. A droite, travail

dur avec pente de 10% en ambiance confortable, 21°C et 43% d'humidité.

Figure 5 - Courbes de la consommation d'oxygène et du rythme cardiaque au cours de cycles répétés. Travail de 5 minutes sur bicyclette ergométrique. La consommation d'oxygène se maintient en état stable, mais le rythme cardiaque augmente de cycle en cycle en ambiance chaude: 32.4°C et 97% d'humidité relative.

Figure 6 - Comparaison entre la marche et le lever de poids. L'effort cardiaque est le même quand les deux manœuvres se font à température normale. Le soulèvement de poids produit des réactions plus élevées en ambiance chaude.

Figure 7 - Comparaison entre le coût total (en haut), le coût de travail (au milieu), et le coût de récupération (en bas). Même manœuvre à température croissante. De haut en bas: coût total, coût de travail et coût de récupération.

Figure 8 - Effet de trois températures effectives sur le rythme cardiaque: 22.2 ●—●, 26.7 ○—○, et 28.9°C △—△. Travail à cadence lente.

Figure 9 - Effet de trois températures effectives sur le rythme cardiaque: 22.2 ●—●, 26.7 ○—○, et 28.9°C △—△. Travail à cadence rapide.

Figure 10 - Rythme cardiaque au cours de diverses manœuvres dans trois environnements. Repos, marche, debout (St), soulèvement d'un poids (Pack.), travail à la roue (H), et avec un levier (L) contre une résistance connue. Ces manœuvres ont d'abord été effectuées l'une après l'autre pendant un certain temps pour évaluer l'effort moyen (Part A), puis en succession rapide pour étudier l'effet de changements brusques d'activité (Part B). L'accroissement dû à des environnements plus sévères est évident, quelle que soit la manœuvre effectuée.

Figure 11 - Influence du niveau de travail sur les courbes de réactions cardiaques, méthode des trois pouls de récupération.

Figure 12 - Diminution des réactions cardiaques au cours de la journée par amélioration des conditions ambiantes. En haut, température 37.2°C et 75 pour cent d'humidité. En bas, température 27.2°C et 56 pour cent d'humidité.

FIGURE 1

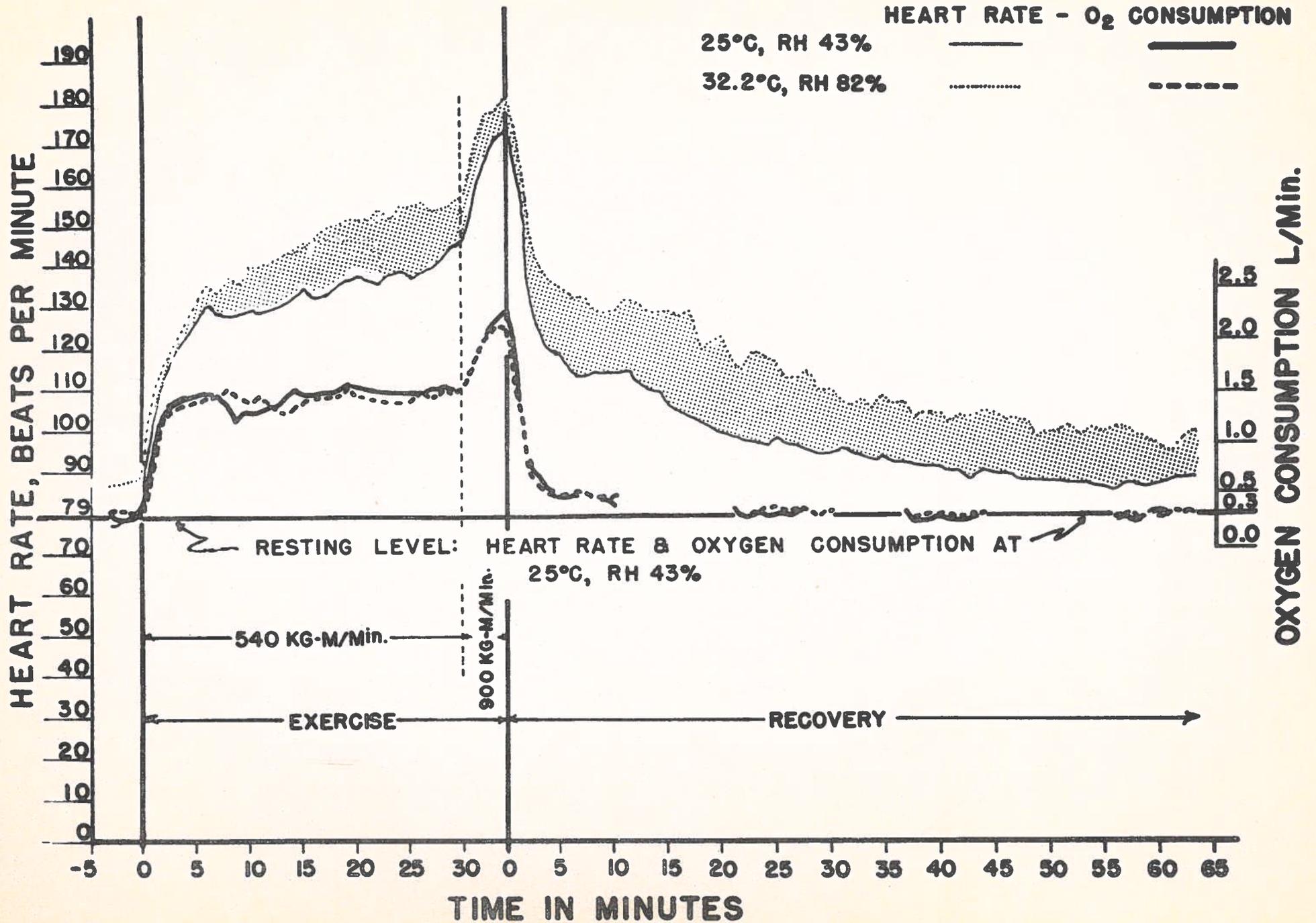


FIGURE 2

Effect on the heart rate of increasing dry bulb temperature, work level and duration constant.

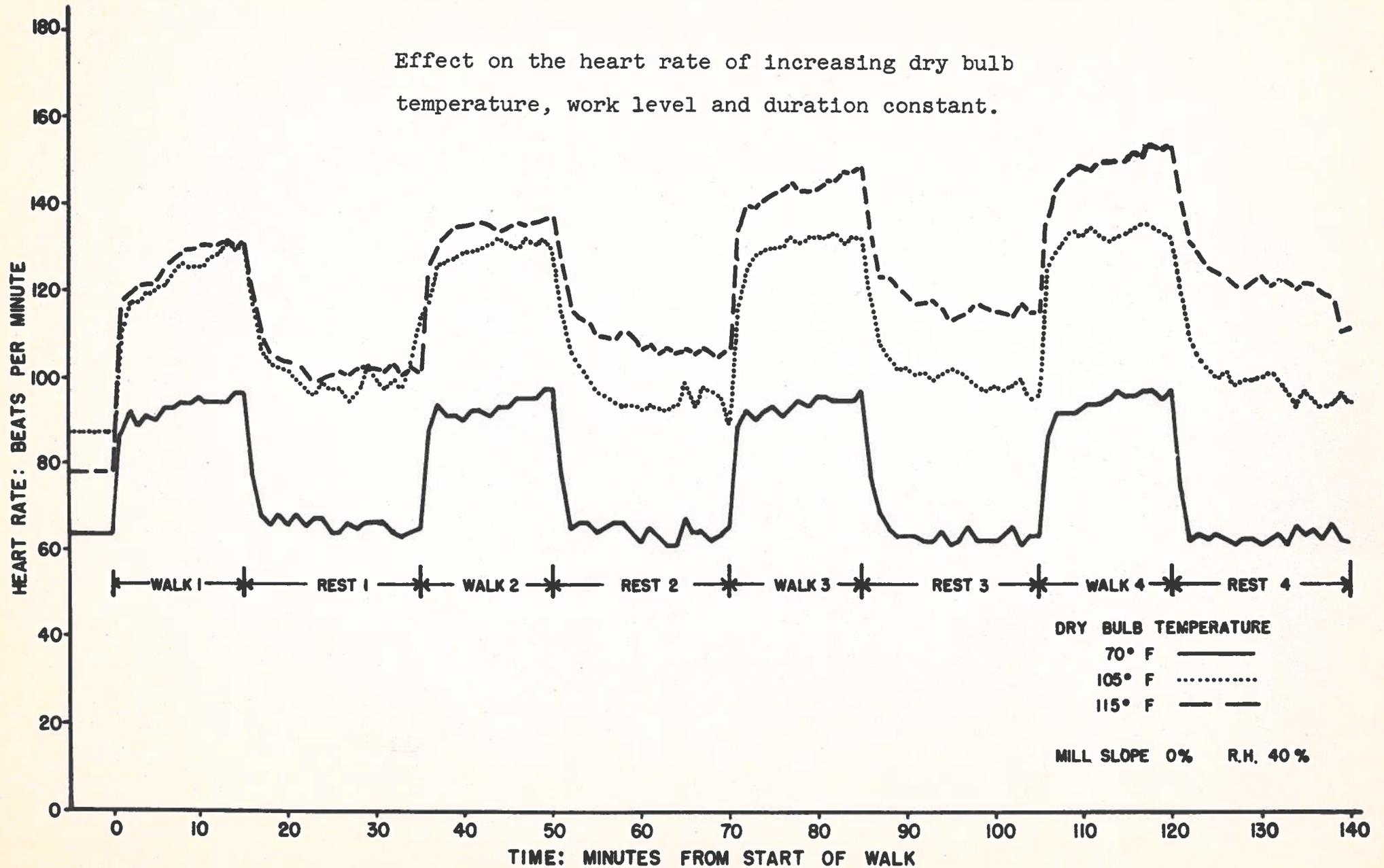


FIGURE 3

Effect on the heart rate of increasing the humidity, work level and duration constant.

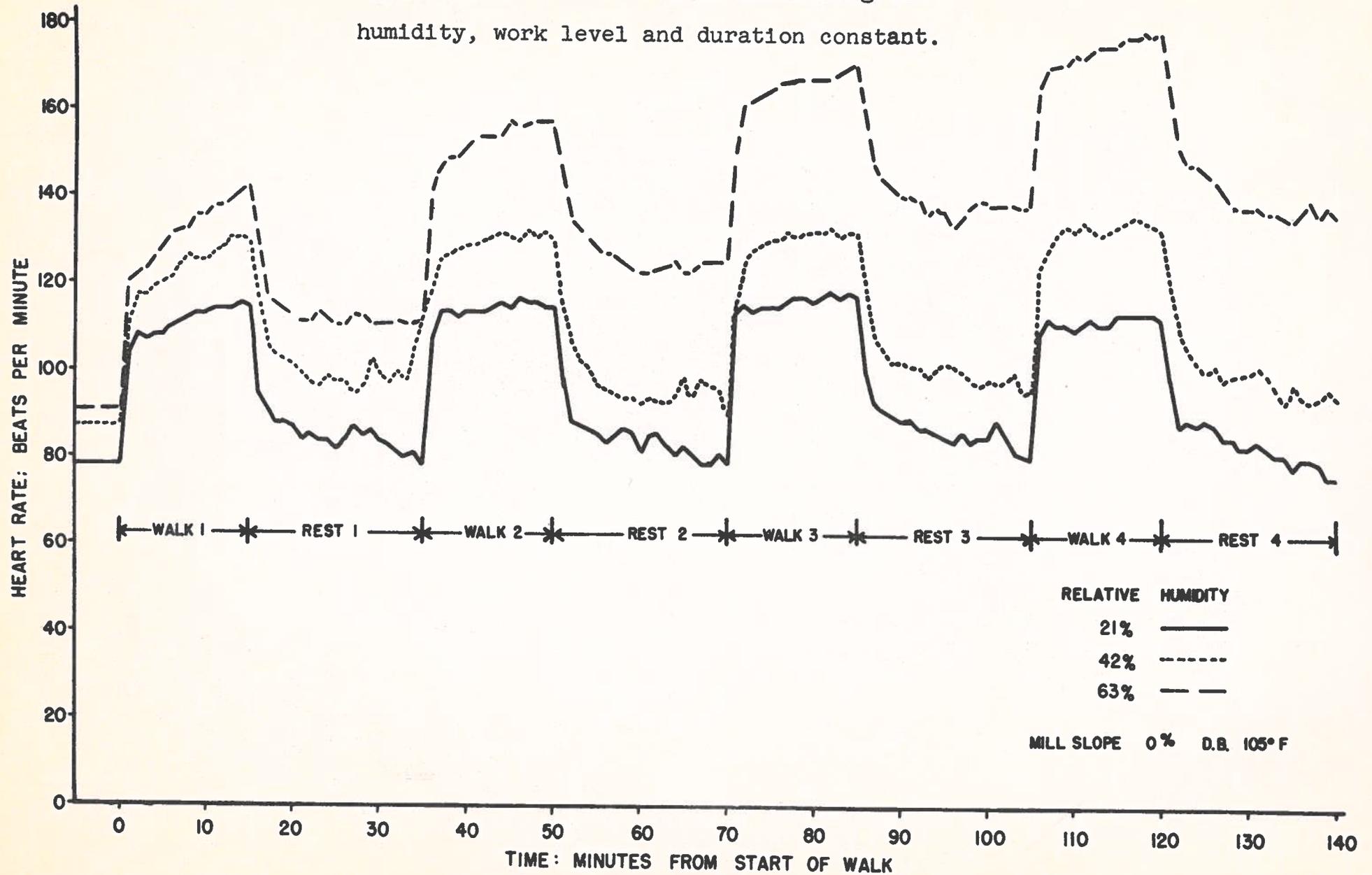


FIGURE 4 Oxygen consumption and heart rate during repeated cycles. Light work in warm surroundings produces similar reactions for oxygen but a definite increase in heart rate which becomes more important as more cycles are performed. Heavy work (10% slope) can be performed in a steady state provided the environment is comfortable.

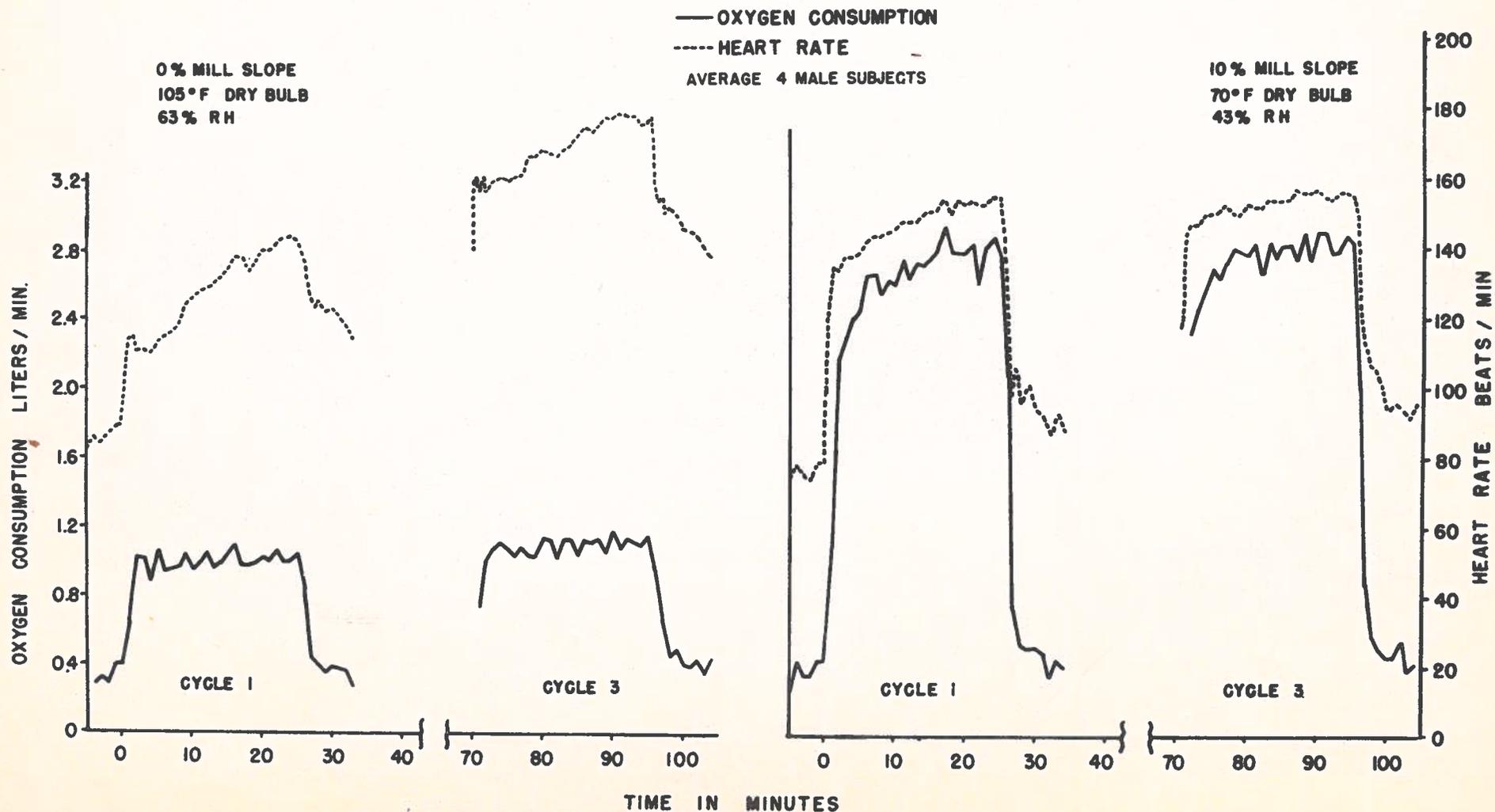
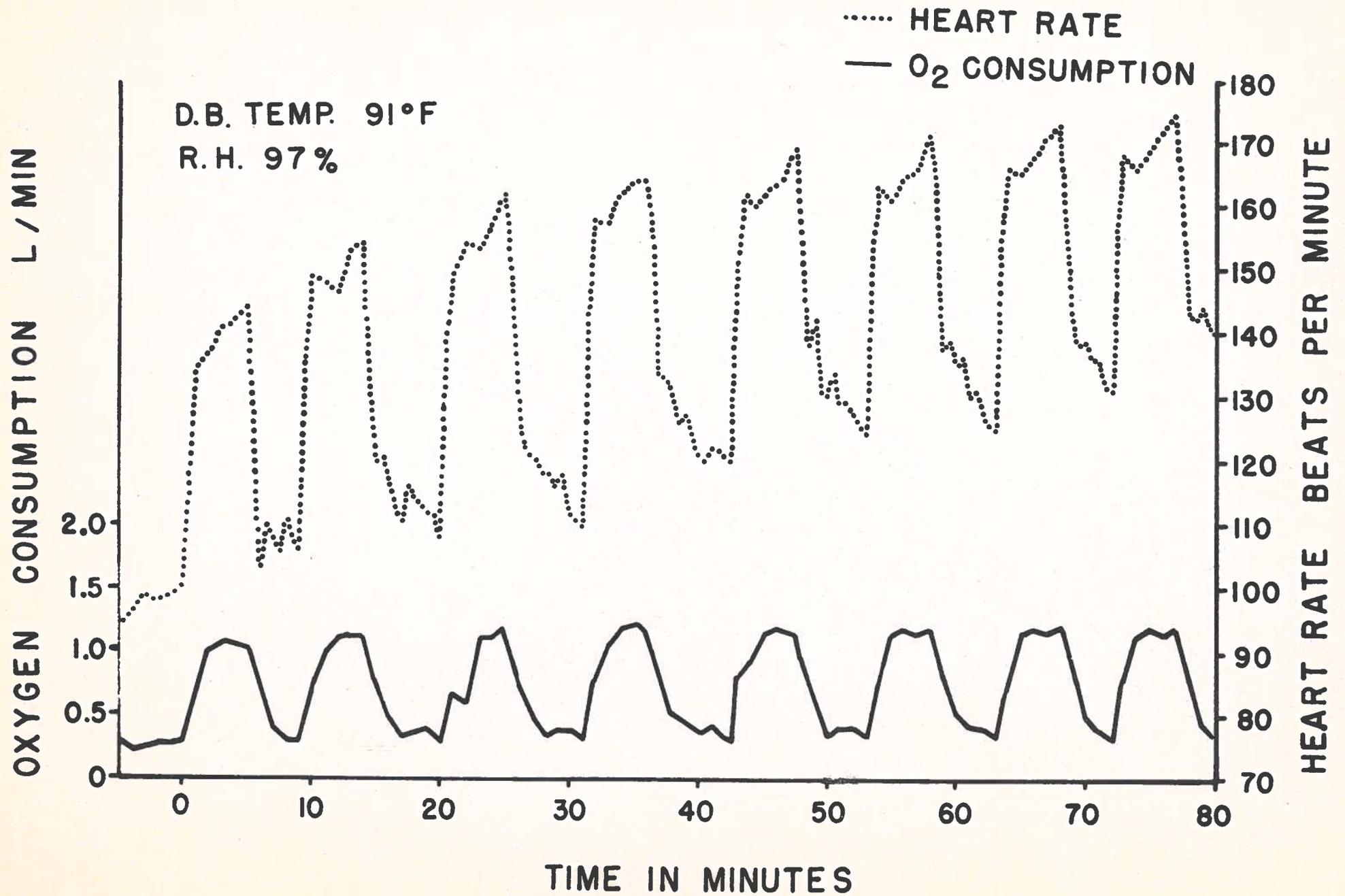


FIGURE 5



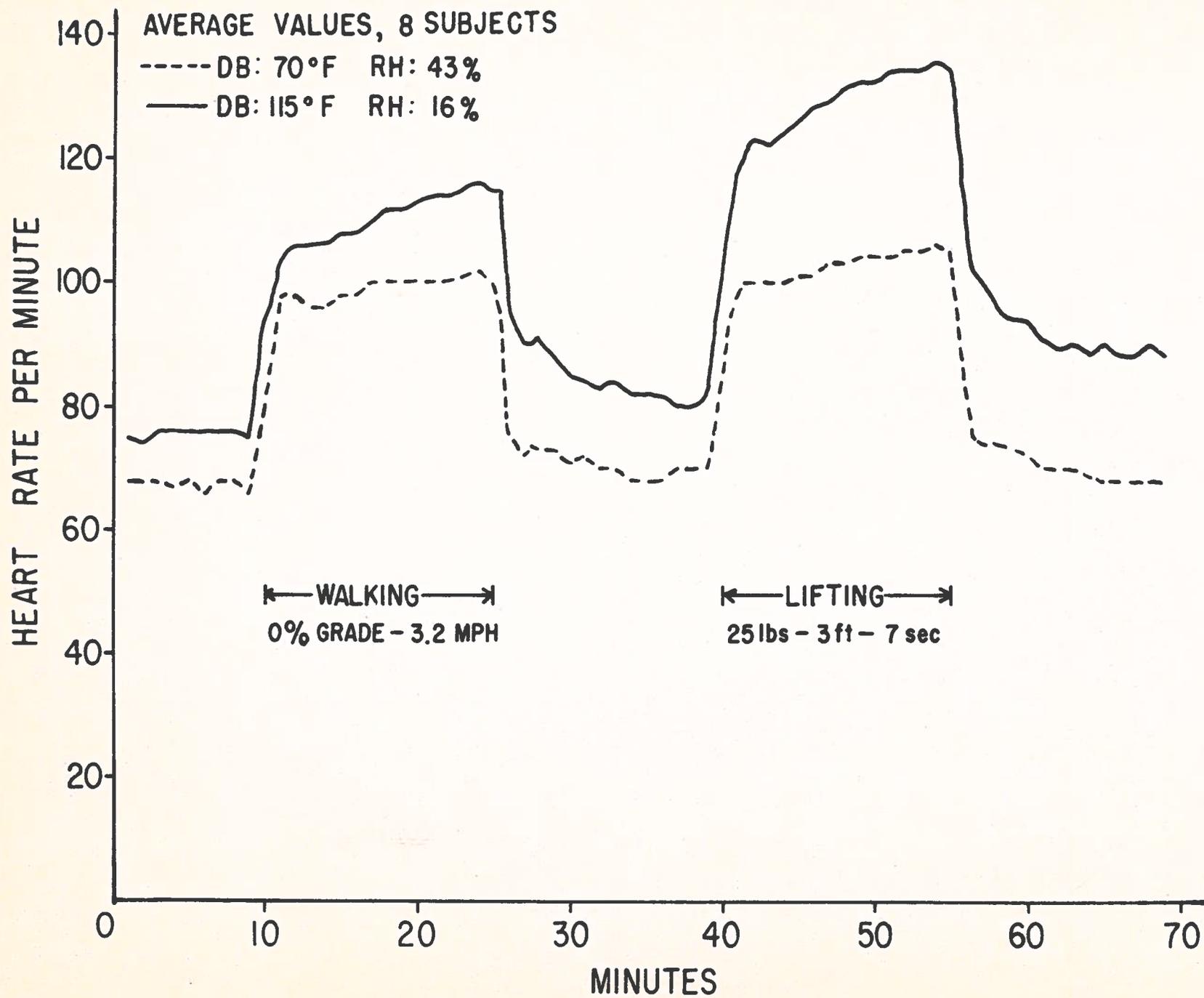


FIGURE 6 Walking versus lifting packages. The physiological stress is practically the same for the two maneuvers when they are performed in a normal environment. Weight lifting produces higher reactions in warm environments.

FIGURE 7 Comparison between work cost, recovery cost, and total cost during the same maneuver performed at progressively higher temperatures.

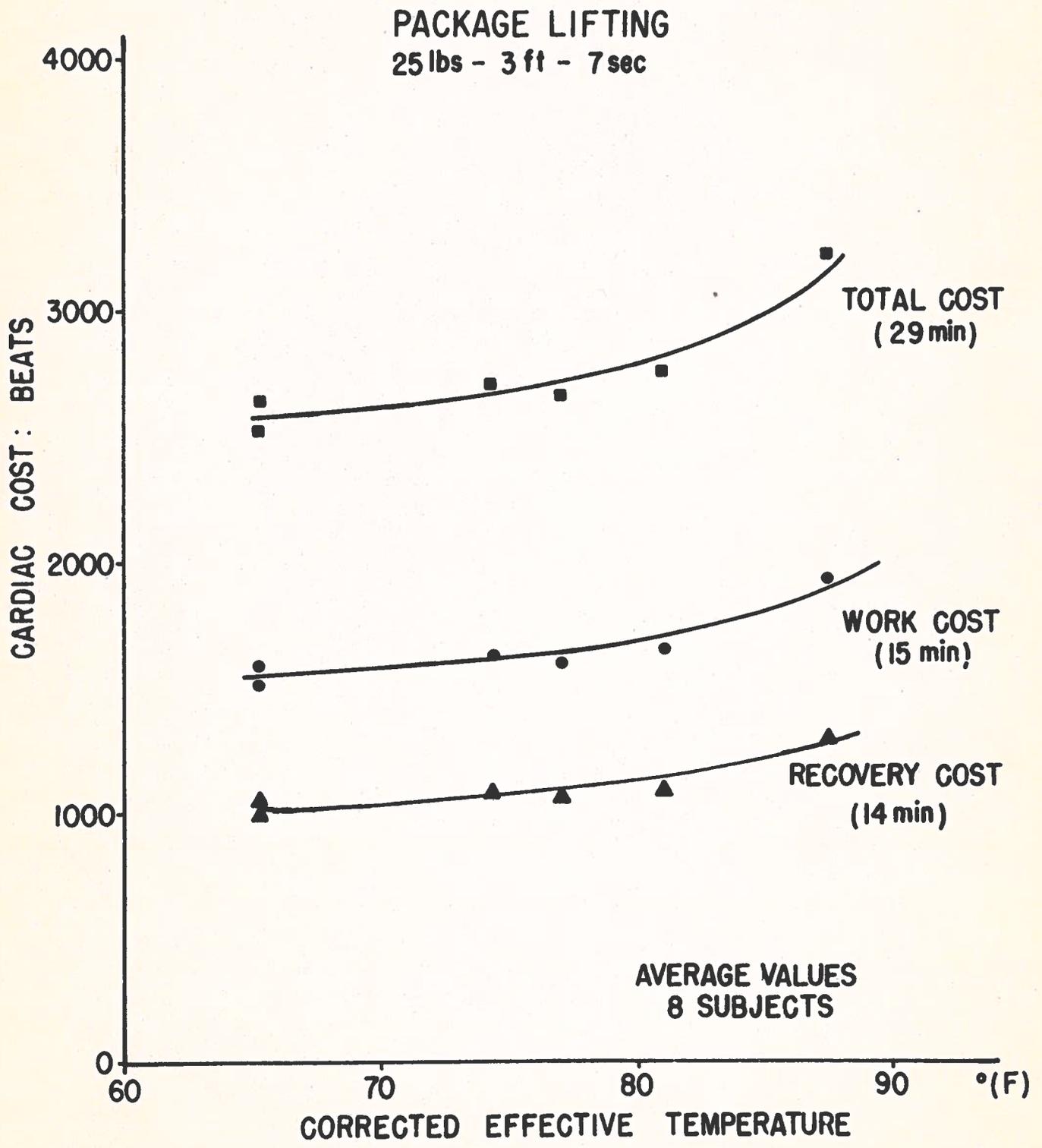


FIGURE 8 Heart rate reactions while performing a slow rate of work in three different environments.

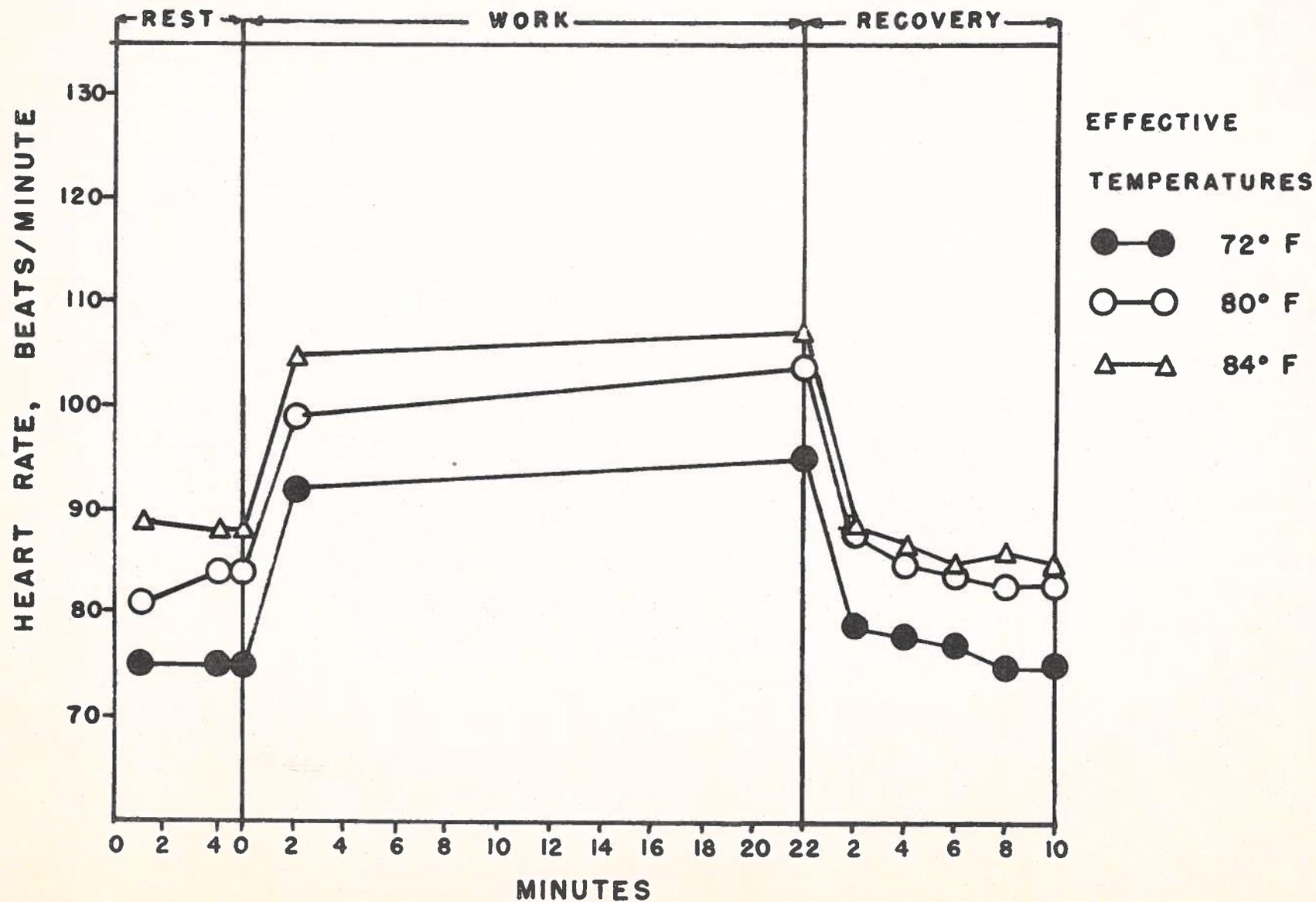


FIGURE 9 Heart rate reactions while performing a faster rate of work in three different environments.

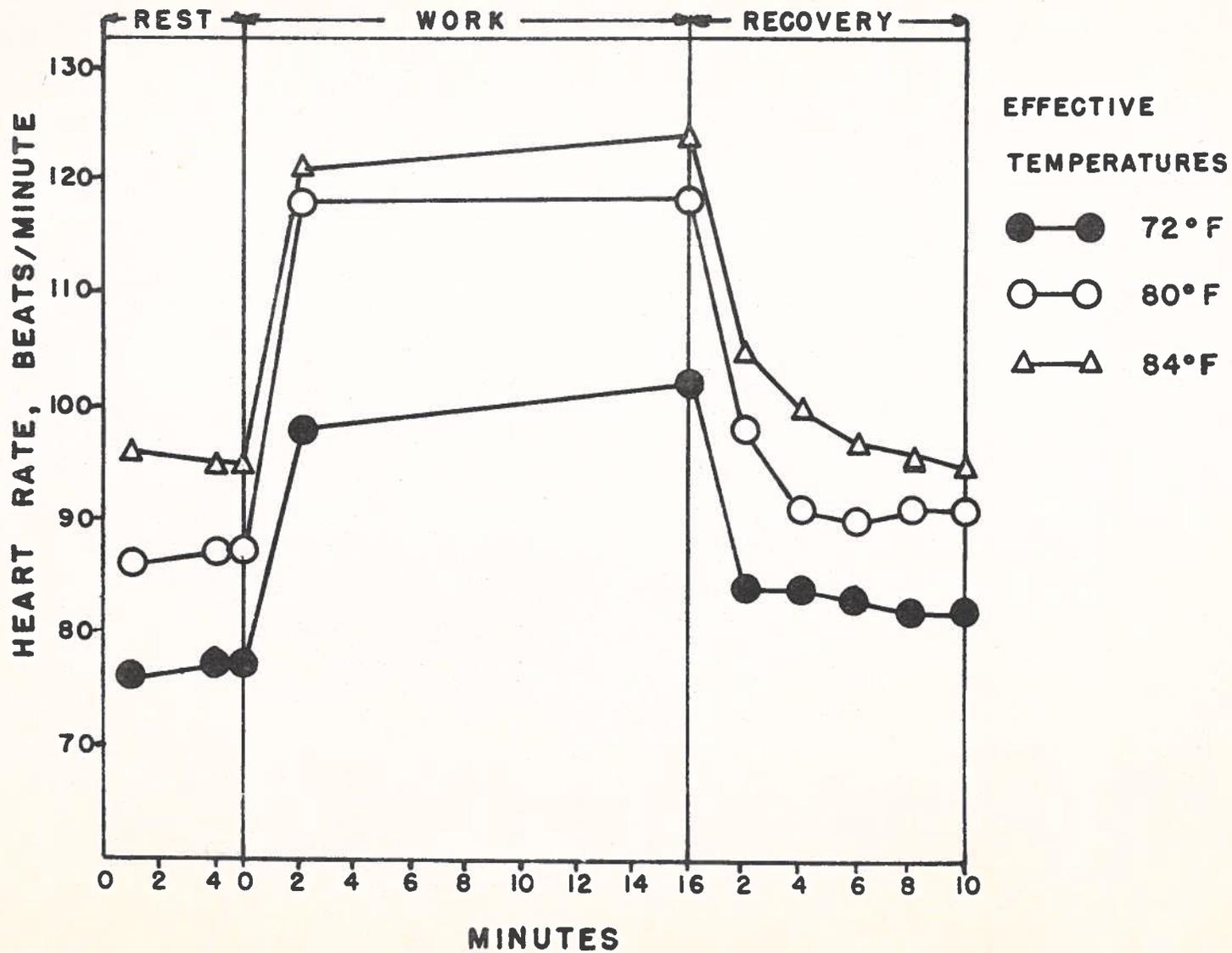


FIGURE 10

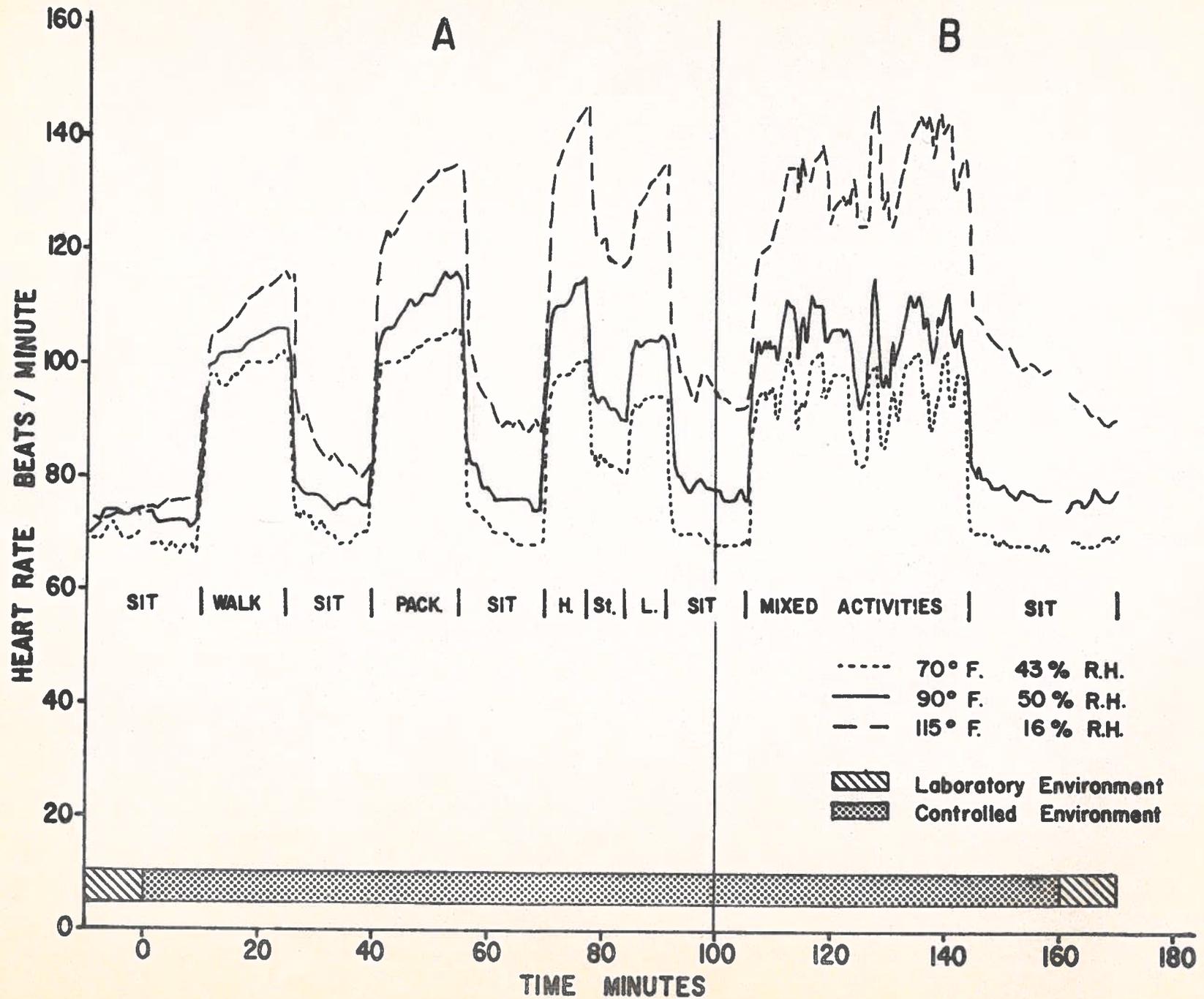


FIGURE 11 Influence of work load on heart rate recovery curves.

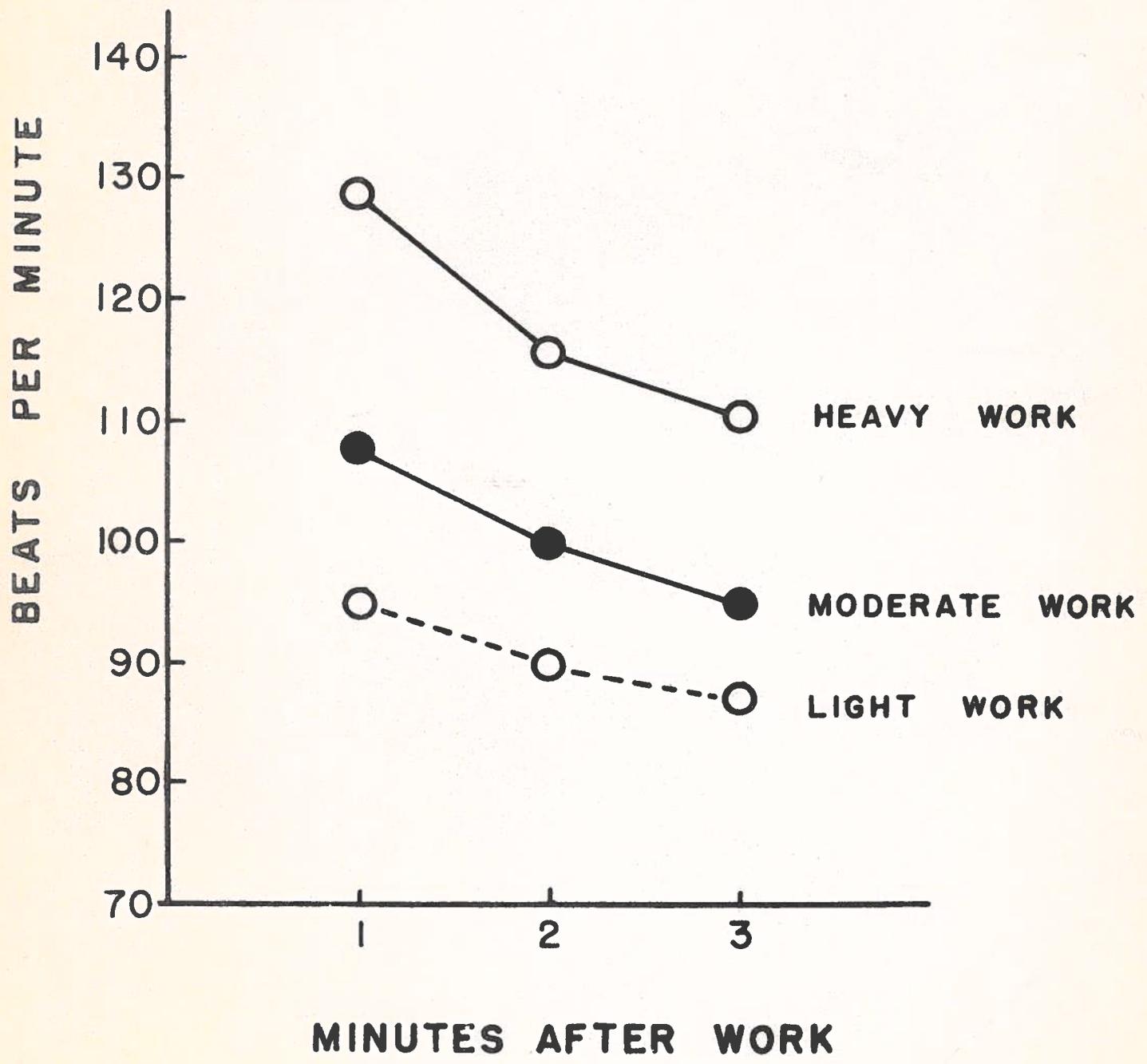
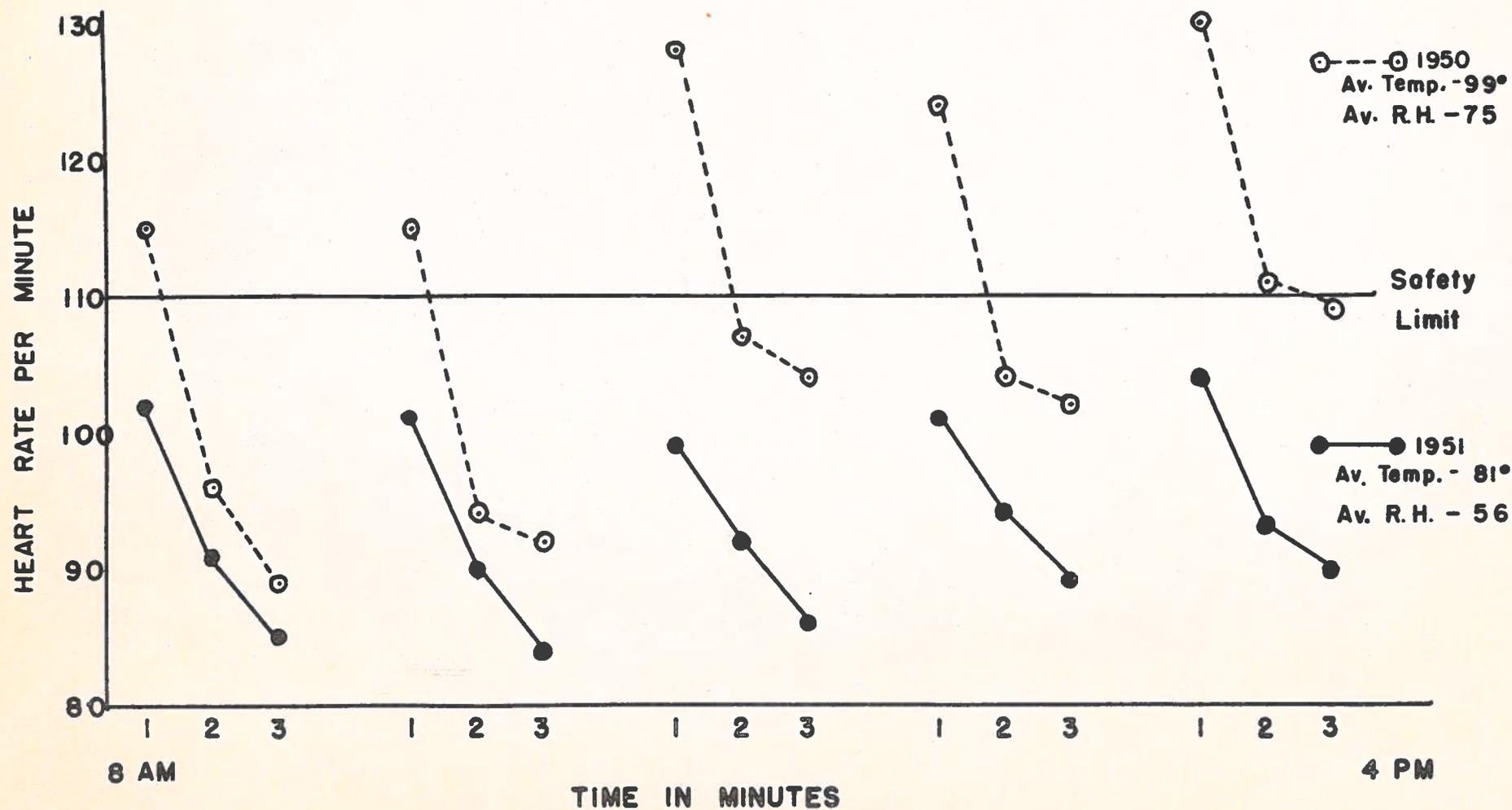


FIGURE 12 "Creeping" recovery pulse rates during the workday are eliminated by improving the environment.



8 Janvier 1966

Monsieur le Professeur BROUHA
Instituto de Higiene del Trabajo
y Contaminacion Atmosferica
SANTIAGO

CHILI

Cher Monsieur,

Je reçois ce matin votre lettre sunslæ couvert des Affaires Etrangères. Dès lundi, j'aurai déposé au Quai, ce dont je puis disposer.

Vous trouverez dans ce paquet le document d'information générale et le programme détaillé du Cours Supérieur d'Ergonomie, qu'est un enseignement pour post graduate. Aucun cours n'a été reneotypé ou édité.

Vous trouverez également le livret du CNAM avec le programme du cours que fait le Professeur SCHERRER et des Travaux Pratiques dont j'ai la charge ainsi que le programme détaillé de ces Travaux Pratiques. Pour les travaux pratiques, j'ai publié un fascicule de schéma que je vous adresse. Vous pouvez l'utiliser comme vous le souhaitez bien qu'il soit un peu vieux. Vous remarquerez qu'à la fin de ce fascicule il y a une liste assez complète des livres parus en langue française. Si vous en désirez je vous les ferai parvenir dans les meilleurs délais. Le cours du Pr. SCHERRER n'est pas publié mais un livre de Physiologie du Travail -Ergonomie paraîtra en 66. En ce qui concerne les travaux pratiques, je puis vous faire parvenir le texte des instructions pour les 12 manipulations que nous avons organisées (4 en 1ère année et 8 en 2ème année). Malheureusement ces textes sont très étroitement liés au matériel utilisé.

Je suis à votre disposition pour vous donner les indications complémentaires que vous pourriez juger utiles.

Veillez agréer, je vous prie, l'expression de^{ss} sentiments de respectueux attachement qui me lient à vous-même et à Madame BROUHA

INSTITUTO DE HIGIENE DEL TRABAJO Y CONTAMINACION ATMOSFERICA

Proyecto Cooperativo entre el Gobierno de Chile,
el Fondo Especial de las Naciones Unidas y la
Organización Mundial de la Salud.

DIREC. CABLEGRA.: SERVISALUD
CASILLA 3979
SANTIAGO, CHILE

SIRVASE CITAR:

Docteur Alain Wisner,
Laboratoire de physiologie du Travail.
41 Rue Gay-Lussac, Paris, V^e.

Mon cher Wisner,
nous sommes pour le moment à Santiago où on me demande
d'aider à organiser un labo de physiologie du Travail et
un programme de Cours pour médecins et ingénieurs.
Pourriez-vous m'envoyer par la valise avion de l'Ambassade
de France à Santiago le programme des Cours de la rue Gay-
Lussac et si possible un exemplaire du Cours de physiologie
M^r Pelletier, attaché culturel de l'Ambassade, veut
bien se charger de vous faire parvenir cette demande et
d'assurer l'expédition des documents.
Je m'excuse de vous mettre à Contribution, mais ceci semble
être urgent et c'est pourquoi j'ai recours à Vous.
J'espère que ce ne sera pas Trop compliqué et je
vous remercie d'avance de ce que vous pourrez faire pour
aider nos collègues chiliens qui en ont bien besoin.
nous vous envoyons, ma femme et moi, Toutes nos
amitiés et nos meilleurs souhaits.
Lucien Bronha

MINISTÈRE
DES
AFFAIRES ÉTRANGÈRES

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION GÉNÉRALE
DES AFFAIRES CULTURELLES
ET TECHNIQUES

PARIS, LE

7 JANV 1966

SERVICE DE COOPÉRATION TECHNIQUE

N° 63/C.T.3.

Set

R. 584

Docteur,

J'ai l'honneur de vous faire tenir ci-joint une lettre du Docteur Lucien BROUHA, de l'Université de Montréal, actuellement au Chili, que l'Ambassade de France à Santiago m'a transmise à votre intention.

Le Docteur BROUHA, qui effectue une mission auprès de l'Institut d'Hygiène du Travail et de la Pollution Atmosphérique du Service National de Santé de Santiago, souhaiterait recevoir un certain nombre de documents concernant les problèmes de physiologie du travail afin d'organiser un cours à l'intention des techniciens chiliens à partir du mois de mars.

Le Ministère des Affaires Etrangères serait en principe disposé à acheminer ces documents par la valise diplomatique, et, le cas échéant, à prendre en charge les frais relatifs à leur achat.

Docteur Alain WISNER
Laboratoire de Physiologie du Travail
41, rue Gay-Lussac
P A R I S 5ème

../..

DDXBP

MINISTÈRE

DES

2- AFFAIRES ÉTRANGÈRES

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION GÉNÉRALE

DES AFFAIRES CULTURELLES ET TECHNIQUES

Je vous serais donc reconnaissant de bien vouloir prendre contact avec Melle SARRUT (INV 16-40 poste 18-12) afin de lui faire savoir s'il vous est possible de réunir cette documentation./.

Je vous prie d'agrèer, Docteur, l'assurance de ma considération distinguée.

Pour le Ministre et par autorisation
Le Directeur Général
des Affaires Culturelles et Techniques
Pour le Directeur Général et P. O.

L'honneur de vous faire tenir ci-joint une lettre du Docteur Lucien BROUHA, de l'Université de Montréal, actuellement au Chili, que l'Ambassade de France à Santiago m'a transmise à votre intention. Le Docteur BROUHA, qui effectue une mission auprès de l'Institut d'Hygiène du Travail et de la Pollution Atmosphérique du Service National de Santé de Santiago, souhaiterait recevoir un certain nombre de documents concernant les problèmes de physiologie du travail afin d'organiser un cours à l'intention des techniciens chiliens à partir du mois de mars. Le Ministère des Affaires Étrangères serait en principe disposé à recheminer ces documents par la voie diplomatique, et, le cas échéant, prendre en charge les frais relatifs à leur envoi.

Docteur Alain WISNER
Laboratoire de Physiologie du Travail
41, rue Gay-Lussac
75014 Paris

Montreal le 12-3-65

Monsieur

Voici déjà quinze jours que j'ai pris contact avec votre ami le Professeur Brauha, et depuis le 1^{er} septembre je suis son assistant dans l'unité de recherche en aptitude physique qui a été crée à l'université.

Dans un premier temps il m'a confié l'organisation du laboratoire avec essais de pouvoir commencer les recherches des actuelles.

J'ai trouvé chez le Professeur Brauha une collaboration que peu d'hommes possèdent et il m'a aussitôt intégré dans son équipe qui comprend outre lui-même et sa femme 2 médecins et un professeur de l'université.

Le Professeur Brauha m'a engagé en tant qu'ergonome et il aimerait que je sois inscrit soit à l'association des ergonome de langue Française soit à l'association des Physiologistes. Pourriez vous que cela soit possible?

Si tel 'était le cas' pourriez vous avoir
l'obligeance de me donner les rensei-
gnements nécessaires pour que je puisse
me inscrire et recevoir le calendrier de
ces associations.

J'espère, que cette lettre sera pour
vous le signe de ma reconnaissance et
que d'autres ^{personnes} vos élèves pourront
beneficier d'une chance semblable à
celle qui m'a été offerte.

Je vous prie d'agréer Monsieur
l'expression de mes sentiments respectueux
et de vous dire que vos élèves ont été
très intéressés par votre lettre et qu'ils
ont été très heureux de vous en avoir
eu connaissance. J'espère que vous
en serez satisfait.

Yves Lacôte
4967 Mayfair Ave
Montreal 29
P.Q.

17 Septembre 1965

Monsieur Yves LACOTE
4967 Mayfair Ave.
MONTREAL 29 P.Q.
(Canada)

Cher LACOTE,

J'ai reçu votre lettre du 12 Septembre 1965 et je suis heureux de vous voir bien en place à Montréal. Je suis persuadé que vous saurez travailler de façon à répondre à la confiance du Professeur BROUHA.

Je serais très heureux de vous rendre service en ce qui concerne l'adhésion à la Société d'Ergonomie de Langue Française. Cependant ce groupement n'est ouvert qu'aux personnes ayant apporté une contribution à l'Ergonomie soit dans la recherche soit dans l'application. Je crois donc indispensable que vous ayez vous-même exécuté un travail personnel chez le Professeur BROUHA. Après publication de celui-ci le parrainage du Pr. BROUHA et le mien vous seront acquis.

Recevez, cher Lacote, l'assurance de mes sentiments très cordiaux.

Dr. A. WISNER

Human Resources

30 juin, 1965.

ALBERTSON, NEW YORK 11507

Mon cher Wisner,

Je vous remercie bien vivement de votre lettre du 25 mai qui vient de me parvenir et à laquelle je réponds aussi tôt. La poste ne s'est sûrement pas pressée!

La candidature de votre élève Lacôte me semble des plus intéressantes et je me mets directement en contact avec lui.

J'espère que nous trouverons une solution satisfaisante et je tiens à vous dire que je vous suis reconnaissant d'avoir pensé à m'aider.

Ma femme se joint à moi pour vous envoyer notre affectueux souvenir.

Très cordialement vôtre,

Lucien Bronka

LA MESURE DU TRAVAIL HUMAIN

PAR LES MÉTHODES PHYSIOLOGIQUES

La Revue Ingénieurs et Techniciens est heureuse de pouvoir présenter à ses lecteurs l'analyse d'une conférence prononcée aux U.S.A. par M. Lucien A. BROUHA, M.D. (1), sur la question si mal connue de l'évaluation du travail fourni par le corps humain lors de l'exécution d'une tâche déterminée. Le développement présent de l'automatisme donne à cette question un regain d'actualité.

MALGRÉ les progrès techniques étonnants réalisés au cours de ce siècle, l'homme, dans la plupart des cas, doit fournir de l'énergie mécanique pour gagner sa vie.

« La mécanisation et l'automatisation, il est vrai, ont réduit considérablement l'effort physique dans beaucoup de travaux ; les machines ont augmenté la puissance de production de l'individu, pratiquement dans toutes les branches de l'activité humaine. Néanmoins, la nécessité d'utiliser l'énergie musculaire de l'homme n'est pas éliminée. Avec l'accélération du rythme de production, on se demande si l'effort journalier du travailleur a été réduit autant qu'il paraît l'être.

« L'étude de l'ensemble des machines a progressé très loin, mais l'étude de l'homme en tant que machine, qui est un problème plus compliqué et plus important pour l'industrie, en est encore au stade empirique. »

M. BROUHA remarque que des méthodes comme le chronométrage sont trop subjectives pour donner des résultats valables. Il faut chercher à évaluer notamment le rendement et la puissance des muscles, du cœur, des poumons de l'ouvrier, le rythme optimum d'action, le niveau de travail physiologique et la vitesse de récupération pendant le temps de repos.

« On peut mesurer les forces extérieures qui entrent en jeu dans une opération industrielle, mais la relation entre ces forces et la dépense physiologique, ou la capacité du corps humain, est rarement prise en considération dans le calcul des temps de travail. En conséquence, ceux-ci basés sur les temps observés et sur l'étude de l'allure, considèrent seulement un petit nombre de variables, connues pour influencer la vitesse d'exécution d'un travail. Ils ne représentent pas forcément le temps nécessaire pour accomplir une opération avec un minimum d'effort et beaucoup moins le temps nécessaire pour assurer un rétablissement physiologique convenable à la fin de l'opération. »

Pour le bon rendement, la sécurité et la santé du travailleur, il est important d'éviter les fatigues inutiles, d'où la nécessité de déterminer ses réactions physiologiques et de les maintenir dans des limites raisonnables. Au demeurant, la fatigue varie d'un individu à un autre. De cela aussi, il faut tenir compte.

« On apprécie rarement les différences d'adaptation des individus à une même situation ; ces différences peuvent être illustrées par les exemples suivants.

« On fit passer aux étudiants de Harvard College un test de capacité physique connu sous le nom de Harvard Step Test. Plus de deux mille étudiants participèrent à l'expérience ; ils étaient jeunes, approximativement du même âge, tous normaux au point de vue médical, et en bonne santé, ayant le même genre de vie, y compris une activité physique régulière sous forme de sports. Ainsi, ce groupe représentait la population du Collège comme un tout, et comprenait aussi bien des hommes faibles physiquement que des athlètes en pleine forme.

(1) Haskell Laboratory for Toxicology and Industrial Medicine, du Pont Company, Wilmington, Delaware (U.S.A.).

La figure 1 donne les indices d'aptitude physique (Fitness index) enregistrés au cours de cette expérience ; ils varient entre 15 et 156.

« Ces résultats signifient que pour une population d'étudiants en bonne santé, la résistance à l'effort pour un travail musculaire donné était dix fois plus grande pour les uns que pour les autres. »

Dans des groupes sélectionnés formés d'athlètes entraînés, on rencontre facilement des variations de 1 à 2 du Fitness Index.

En conclusion, la capacité physique des individus varie dans des limites importantes.

« Cette capacité est la résultante de plusieurs facteurs tels que le potentiel inné des mécanismes physiologiques, de l'âge, de l'état de santé et d'alimentation, du sexe, de la capacité spécifique pour un travail donné et dans une ambiance déterminée.

« Considérant que ces facteurs existent dans n'importe quelle population industrielle, on peut penser que des différences se trouveront parmi les travailleurs. Ceci est démontré par les courbes de la figure 4.

« Sur la courbe de droite, on a porté le nombre de pulsations cardiaques par minute, comptées 1 mn après la fin du cycle de travail pour un groupe étendu d'ouvriers qualifiés, tous employés au même ouvrage. Ici encore, les résultats sont très variables et font apparaître des différences frappantes de la fatigue cardio-vasculaire observée parmi ces travailleurs.

« Si le travail est effectué en atmosphère chaude, des différences comparables existent pour la température du corps comme le montre la courbe de gauche. Pour une température constante imposée par l'ambiance, la fatigue résultante des mécanismes thermo-régulateurs est aussi une caractéristique individuelle. »

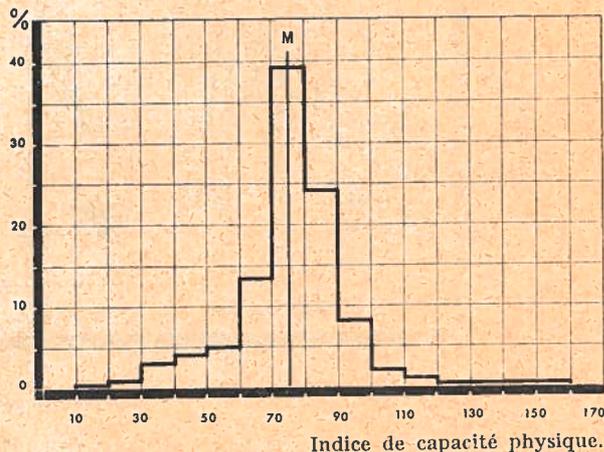


FIG. 1. — Indices de la capacité physique des étudiants du Collège de Harvard pour de durs exercices musculaires.

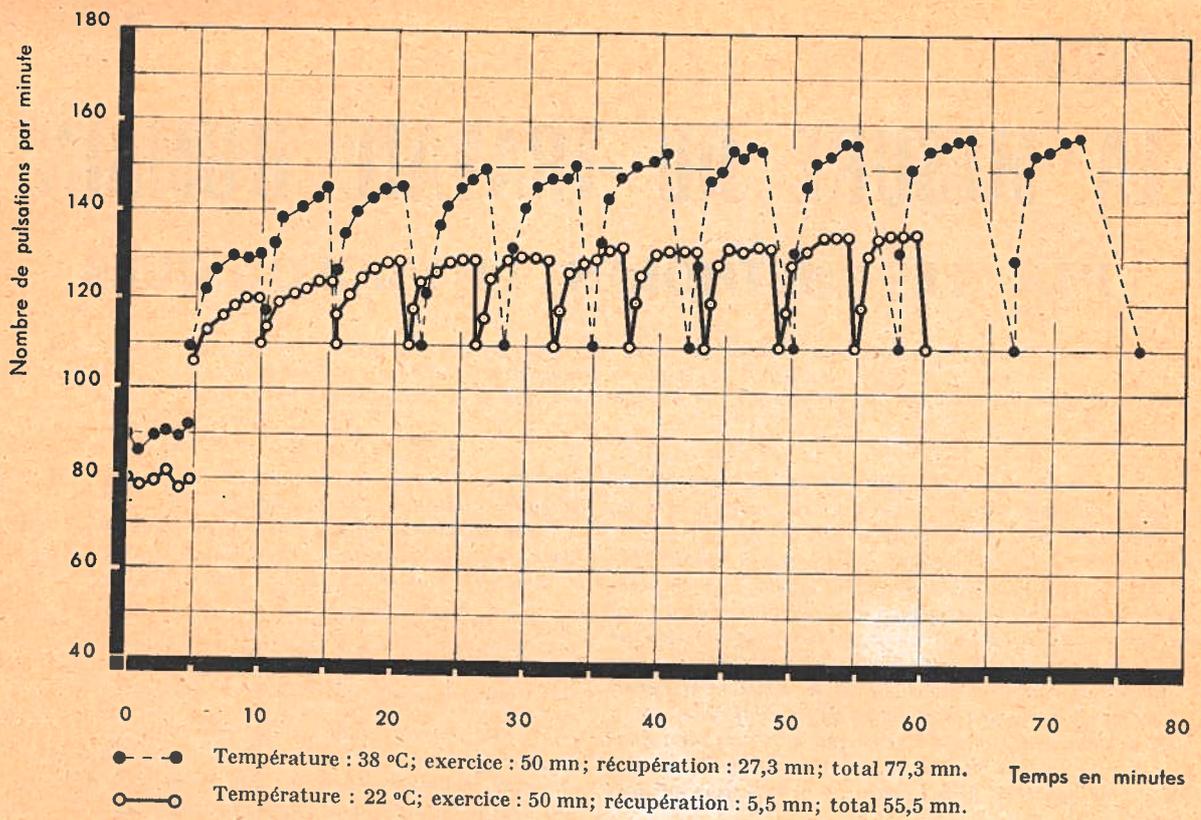


FIG. 2. — Vitesse moyenne du pouls et durée de récupération pour dix cycles de travail à deux températures différentes et dans des conditions identiques. Humidité : 50 %.

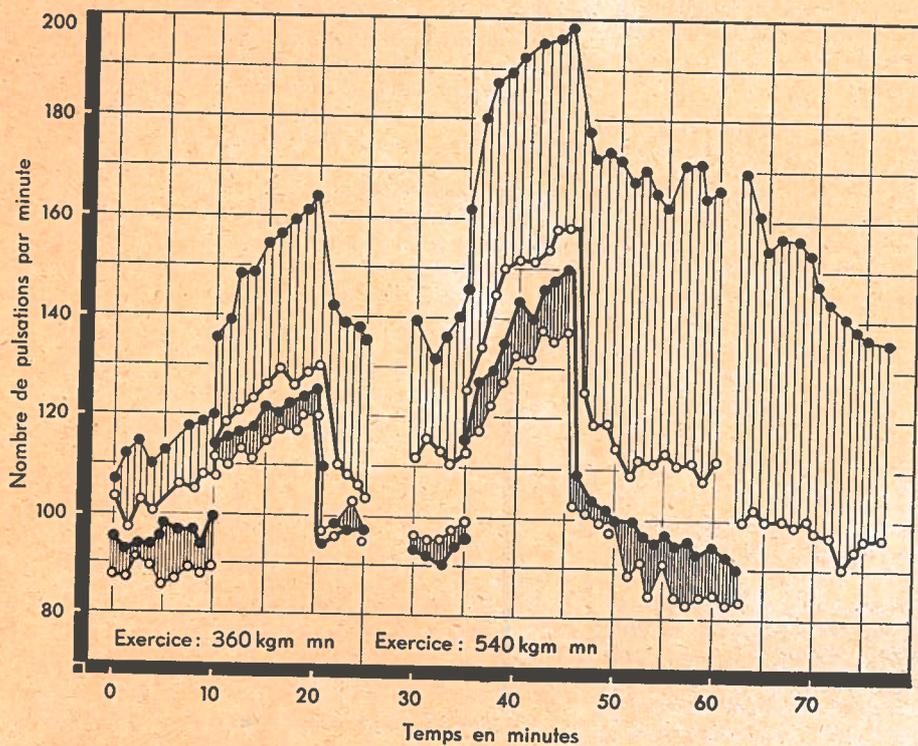


FIG. 3. — Influence de la température et des vêtements sur le nombre de pulsations pour deux exercices musculaires de puissance différente et deux ambiances différentes.

Les surfaces hachurées représentent la différence de fatigue entre des sujets portant le short (courbes du bas, points blancs) et des sujets portant le vêtement protecteur (courbes du haut, points noirs).
 Les surfaces foncées correspondent à une température de 22 °C avec un taux d'humidité de 64 %.
 Les surfaces claires correspondent à une température de 46 °C avec un taux d'humidité de 22 %.

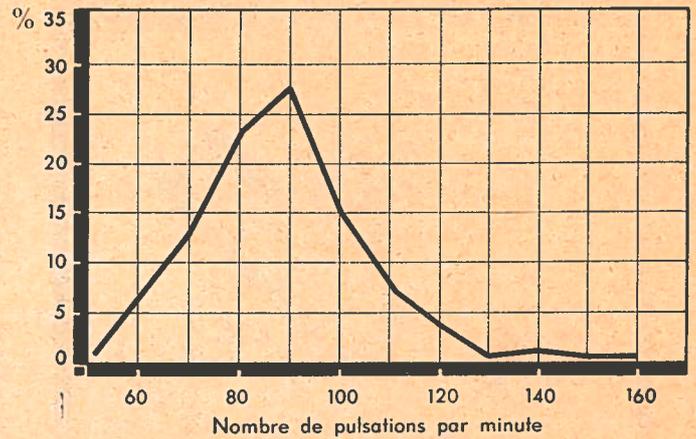
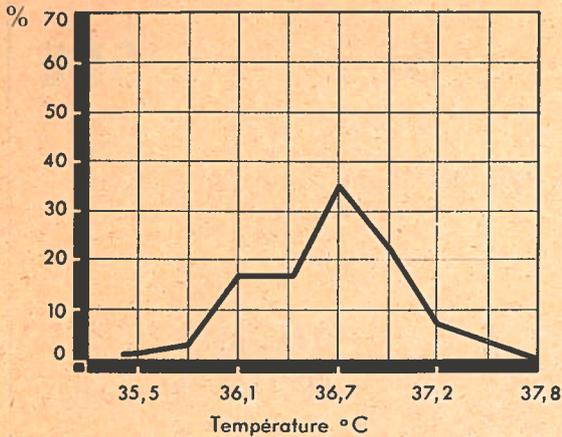


FIG. 4. — Pour un groupe étendu d'ouvriers, tous employés au même ouvrage, on a consigné : sur la courbe de droite, le nombre de pulsations mesurées une minute après un cycle de travail effectué dans une atmosphère chaude et, sur la courbe de gauche, la température.

Les méthodes classiques de mesure du travail ne peuvent pas donner de renseignements sur les réactions physiologiques; c'est la plus grande critique à leur faire.

— Quelles sont les techniques susceptibles d'être utilisées?

Toutes les activités musculaires amènent une augmentation de la consommation d'oxygène, et celle-ci est proportionnelle à la puissance dépensée. On est donc conduit à mesurer le volume d'air expiré et à l'analyser. La dépense d'énergie est exprimée en oxygène consommé par minute ou en kilocalories dépensées par minute.

« Cette méthode a plusieurs inconvénients, malgré sa précision, en ce qui concerne son application à l'industrie. Le nombre de sujets qui peuvent être étudiés dans des conditions déterminées est limité parce que l'équipement est coûteux et la manière de procéder prend du temps. Il faut aussi des techniciens qualifiés pour analyser les échantillons d'air expiré, d'où l'on pourra calculer exactement la consommation en O_2 .

« Néanmoins cette technique a été utilisée largement et la dépense moyenne d'énergie a été mesurée pour un grand nombre d'activités comprenant des opérations agricoles et industrielles. »

Les résultats obtenus durant les cinquante dernières années ont été traduits en tables constituant un sérieux document de base.

La dépense d'énergie n'est cependant pas toujours suffisante pour évaluer l'effet physiologique. Elle ne renseigne pas, par exemple, sur le temps de récupération, ni sur certaines fatigues liées au port de vêtements ou à la chaleur ambiante. Elle ne donne donc qu'une vue partielle.

Il est maintenant reconnu que l'allure des battements du cœur durant la période active et celle de récupération fournissent un moyen précis pour évaluer la fatigue physiologique. Dans le domaine des températures normales de travail, soit environ 18 °C à 27 °C, il existe une relation linéaire entre la charge, la consommation d'oxygène et les pulsations du cœur. Bien entendu aussi, la valeur de l'effort et sa durée d'application font sentir leurs effets sur l'allure de la courbe des pulsations durant la période de repos qui suit.

La constitution du sujet, son état physique interviennent également.

En fait, pour évaluer la dépense physiologique correspondant à un travail donné, il faut faire entrer en ligne de compte les

réactions humaines durant le travail et les réactions après le travail, jusqu'au retour du corps à l'état normal, ou à un état prédéterminé choisi comme base; c'est seulement en tenant compte de ces deux éléments que l'on peut espérer arriver à un résultat valable.

Si la récupération entre deux périodes d'efforts est insuffisante, les réactions physiologiques deviendront plus vives et la fatigue s'implantera; elle peut ne pas disparaître quand le temps de repos est trop bref, et même croître durant des jours, des semaines, voire des mois.

Quelques expériences typiques relatives à ces questions valent d'être rapportées.

1° Des sujets vêtus d'un short ont été astreints à pédaler sur un cycle de laboratoire durant dix périodes de 5 mn. Après chacune d'elles, on attendait que le rythme des pulsations soit redescendu à 110 par minute avant de passer à la suivante (fig. 2).

Le travail mécanique fourni et le taux d'humidité de l'air demeurant constants, il a été fait une première série de mesures à la température de 22 °C, puis une seconde à 38 °C. Les temps mis pour accomplir la performance totale ont été respectivement de 55,5 mn et 77,3 mn, soit sensiblement dans le rapport 1,5; la durée des temps de récupération passe de 5,5 mn à 27,3 mn sous l'influence de l'accroissement de la température ambiante (fig. 2).

2° Une seconde série d'expériences a permis d'apprécier l'influence du vêtement. L'épreuve consistait à exécuter pendant 10 mn un travail exigeant une puissance de 360 kgm/mn, soit 0,08 ch, à se reposer 15 mn pour terminer par une deuxième période d'action de 10 mn, la puissance à développer étant cette fois de 540 kg/mn, soit 0,12 ch (1). On opéra à diverses températures, comprises entre 22 °C (degré hygrométrique 64 %) et 46 °C (degré hygrométrique 22 %), les ouvriers étant vêtus successivement dans chaque cas d'un short, puis d'un vêtement protecteur du genre de celui utilisé dans les industries toxiques (chimiques ou nucléaires).

La vitesse des battements du poulx, traduisant la fatigue du cœur, servit encore de mesure.

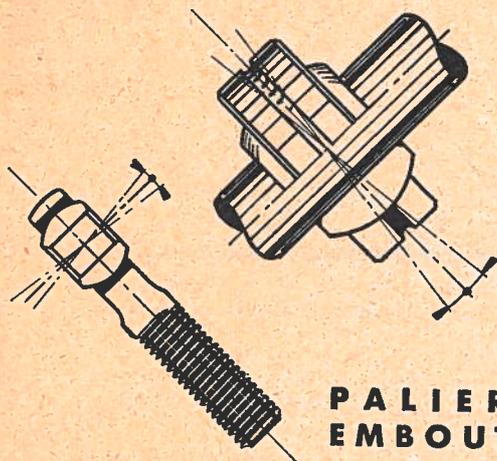
On a pu observer que le surcroît de fatigue dû au port de vêtements (fig. 3) est d'autant plus grand que la puissance à développer est elle-même plus élevée et que la température augmente.

(1) Rappelons que la puissance moyenne de l'homme en service discontinu est de 1/10 ch, comme le savent les artilleurs.

ARTICULATIONS A ROTULE



COMMANDES A DISTANCE
ATTELAGES
VÉRINS



**PALIER
EMBOÛTS**

Demander
Notice : IO 100

LES APPLICATIONS DU ROULEMENT
VOL. 19-69 - PARIS-XI^e - 2, rue Bréguet

FONDERIE D'ALUMINIUM SPÉCIALISÉE

Sté ANONYME au Capital de 21 millions

152, Rue des Blains - BAGNEUX (Seine)
TÉLÉPHONE : ALÉSIA 52-07

PIÈCES
D'ALLIAGES LÉGERS
COULÉES en COQUILLE



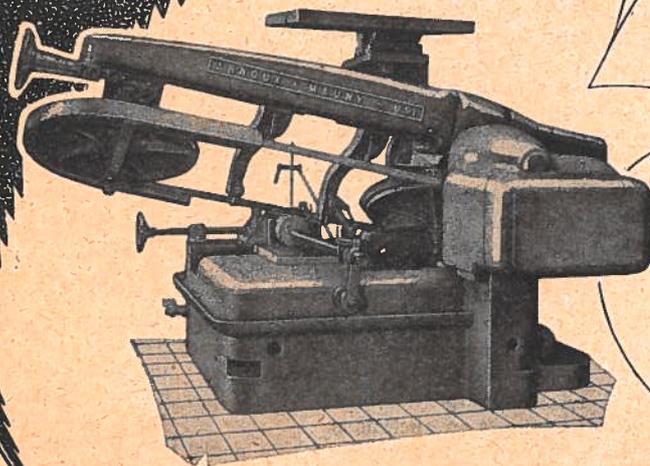
Directeur Technique :
P. FOURON



Fabrication en série
des pièces sur machines
automatiques licence de
la Sté M. A. F.



SOYEZ MODERNE



POUR LE SCIAGE DES MÉTAUX
UNE SOLUTION ÉPROUVÉE

les **UNIVERSELLES-SCIES à RUBAN**
CONSTRUITES PAR

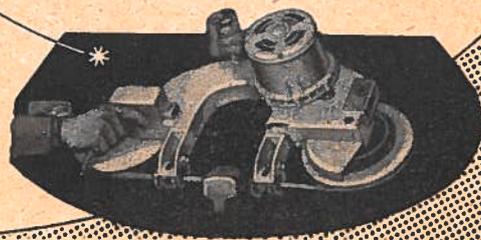
ARNOUX & MAUNY

4.500 MACHINES EN SERVICE
4 MODÈLES - CAPACITÉ MAX. 600

UTILISEZ POUR UN RENDEMENT OPTIMUM
LES RUBANS INAFFUTABLES
POUR TRONÇONNAGE ET DÉCOUPAGE
FABRIQUÉS SPÉCIALEMENT PAR

ARNOUX & MAUNY

SI VOUS N'EMPLOYEZ PAS ENCORE CE PROCÉDÉ
ESSAYEZ LES LAMES A MAIN ET A MACHINES
" VALOR SUPER RAPIDE " RECTIFIÉES
FABRICATION EXCLUSIVE



SPÉCIALISTES du SCIAGE des MÉTAUX depuis 1919

ARNOUX & MAUNY

55, Bd ROMAIN ROLLAND - MONTROUGE - SEINE - TÉL. ALÉ. 03-15

La relation entre la vitesse maximum du pouls durant le travail et la température est linéaire (fig. 5).

Le retour à l'état normal devient beaucoup plus long lorsque la charge, et surtout la température augmentent. Cette action peut se lire sur les courbes. Elle résulte aussi du tableau suivant donnant le nombre total de pulsations du cœur durant 20 mn comprenant les 10 mn d'épreuve, plus les 10 premières minutes de récupération. On notera que pour les conditions les plus dures : vêtements protecteurs, 0,12 ch dépensé, température extérieure 46 °C, on arrive au joli total de 3 600 battements contre 1 600 à l'état normal (80 mn).

**Nombre total des battements
en 10 mn de travail suivies de 10 mn de repos.**

Ambiance	Puissance fournie (kgm/mn)	
	360	540
Température et degré hygrométrique :		
20 °C (64 %).....	2 150	2 400
32 °C (38 %).....	2 450	2 750
41 °C (28 %).....	2 500	3 050
46 °C (22 %).....	2 925	3 625

3° Pour certaines industries où les ouvriers sont exposés à des températures élevées, on a dû créer une tenue spéciale constituée par un vêtement protecteur ventilé intérieurement, mais perméable à l'air pour cas de panne, et surmonté d'un casque transparent; il est confortable et laisse la liberté des mouvements.

L'influence de cette tenue sur la fatigue a été évaluée, en laboratoire d'abord. Le sujet devait pédaler sur une bicyclette ergométrique en développant une puissance de 360 kgm/mn environ, valeur que nous avons déjà rencontrée. Les conditions ambiantes se caractérisaient ainsi : température 44 °C, degré hygrométrique 0,67.

Durant le premier exercice, de 10 mn comme les suivants, le sujet portait le vêtement et le casque. Son pouls monta progressivement à 118 c/mn. Après 5 mn de repos, il redescendit à 98 c/mn. Le casque fut enlevé pour apprécier la différence qui pouvait provenir du fait qu'au lieu de respirer un air sec et frais (20 °C), le sujet allait absorber l'air ambiant, chaud et humide. Le cœur ne s'en ressentit guère, mais la température du corps monta de 37,2 °C à 37,6 °C environ (température initiale 37,1 °C); ceci indique un effort marqué des mécanismes thermorégulateurs humains.

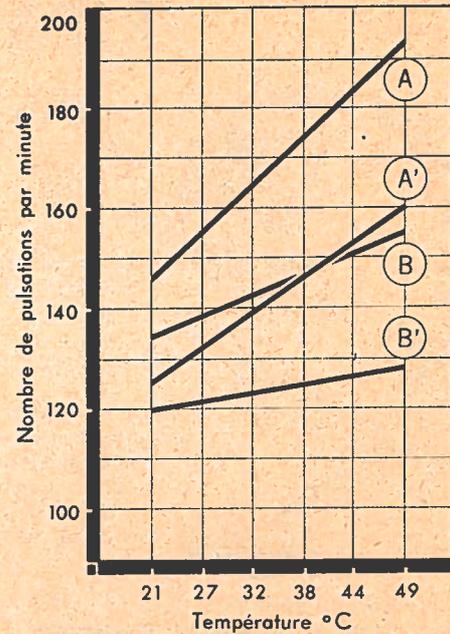


FIG. 5. — Relation entre la vitesse du pouls, la température ambiante et les vêtements de protection pendant un travail musculaire de 10 mn.

- A : Puissance développée : 540 kgm/mn avec vêtements de protection.
- A' : Puissance développée : 360 kgm/mn avec vêtements de protection.
- B : Puissance développée : 540 kgm/mn avec vêtements courts.
- B' : Puissance développée : 360 kgm/mn avec vêtements courts.

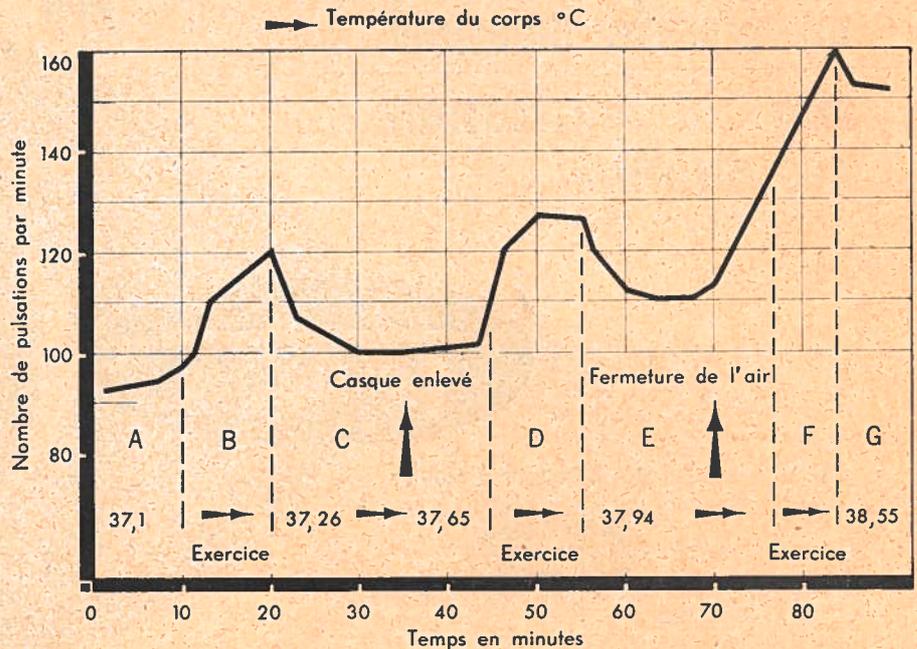
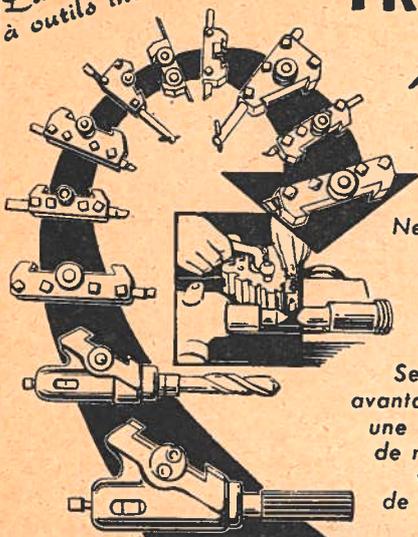


FIG. 6. — Variations de la vitesse du pouls et de la température du corps en fonction du temps, pendant le travail et le repos, successivement avec vêtement ventilé et casque, sans casque, sans ventilation. Taux d'humidité : 67 %.

La Reine des tourelles
à outils interchangeables

TRIPAN



Ne tardez pas
à équiper
vos tours
avec
TRIPAN.

Ses nombreux
avantages permettent
une augmentation
de rendement de
vos tours
de 30 à 60 %.

OUTILS ET POSITIONS RATIONNELS

- INTERCHANGEABILITÉ INSTANTANÉE

DOCUMENTATION
FRANCO SUR DEMANDE

- PRÉCISION ABSOLUE

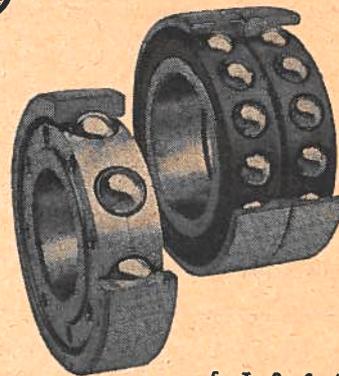
Ateliers SMID 25, RUE DES ROSES - MULHOUSE 68

FAFNIR

PRECISION BALL BEARINGS



ABEC 3 : Précision spéciale
ABEC 7 : Super précision



STOCK
disponible

Pour broches de rectification et de machines-outils
Mécanique de très haute précision. Grandes vitesses

Demander le catalogue technique FAFNIR

LES APPLICATIONS
DU ROULEMENT
VOL. 19.69 2, RUE BRÉGUET PARIS

un procédé industriel pour la fabrication des stratifiés

mis au point pour l'industrie aéronautique

LES PRÉ-IMPRÉGNÉS

sont prêts à l'emboutissage à chaud et
et peuvent être utilisés pour toutes les
applications industrielles.

Plus de résine ni de catalyseur à ajouter
Stabilité minimum : 6 mois à 18°C

Les pré-imprégnés "Textiglass"

se moulent au sac, avec moules et contre-moules chauffants
ou, avec moules métalliques.

"Textiglass"

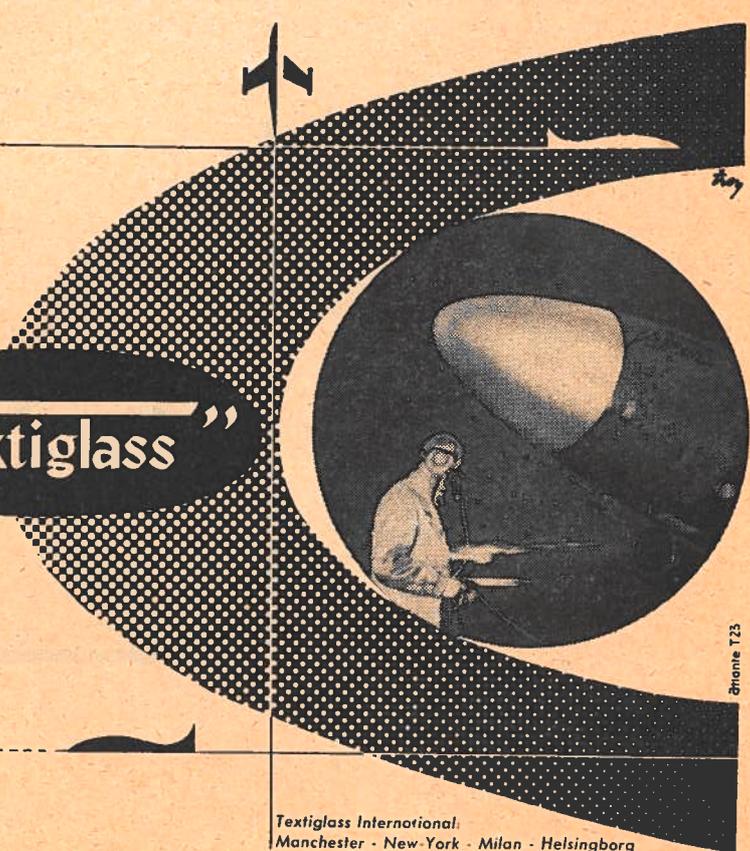
Consultez-nous

S. A. PIERRE GENIN & C^{ie}

LYON

44, r. Paul Valéry - PARIS (16^e) - PAS. 13-91

Textiglass International
Manchester - New-York - Milan - Helsingborg



D'homme T23

Le second exercice — casque enlevé — amena les battements du cœur jusqu'à 125 c/mn. Durant la période de repos suivante, au bout de 15 mn, la cadence était seulement descendue à 108 c/mn alors que la température du corps accusait environ 38 °C. L'intérêt du casque apparaît donc nettement.

A ce moment, donc après 15 mn de repos, l'insufflation d'air dans le vêtement fut arrêtée; le patient se trouva ainsi soumis totalement aux conditions ambiantes. Son pouls grimpa jusqu'à 130 c/mn lors du commencement du troisième exercice, qui dut être interrompu avant sa fin normale, au bout de 8 mn, en raison de l'état physique du sujet; pouls à 162 c/mn, température du corps 38,5 °C. L'homme, se sentant mal, dut être évacué du local.

Ainsi le port de la tenue spéciale évite les fatigues anormales dues aux conditions ambiantes défavorables. Le même résultat a pu être enregistré dans une usine chimique pour les ouvriers occupés à enlever les impuretés du magnésium en fusion. La ventilation en air frais du vêtement s'est révélée particulièrement efficace, tout comme au laboratoire (fig. 7).

Les constatations précédentes montrent la nécessité d'étudier avec un égal soin le comportement humain durant l'effort et durant les périodes de récupération, pour apprécier les tensions physiologiques. Elles valent pour les efforts intenses soutenus pendant un temps assez long.

Pour les travaux moins pénibles et à cycles plus brefs, M. BROUHA recommande l'emploi de la plate-forme LAURU, sur laquelle les lecteurs de notre revue ont été instruits. Elle comporte des détecteurs de quartz piézoélectriques permettant de mesurer les composantes frontales, transversales et verticales développées par le corps humain durant l'exécution d'un travail manuel; un système enregistreur permet de suivre la variation de ces caractéristiques dans le temps.

Les résultats obtenus corroborent les observations précédentes. L'effort et le travail musculaires ne sont pas en rapport défini avec la charge imposée; ils ne croissent pas proportionnellement à elle, comme on aurait tendance à le penser, *a priori*, au moins; les attitudes, les gestes exécutés pour accomplir la tâche jouent un grand rôle; on peut dire que pour chaque travail manuel, existent un mode opératoire et un rythme réduisant la fatigue physiologique au minimum. La plate-forme LAURU fournit les moyens de les déterminer.

L'étude de M. LAURU à laquelle nous avons fait allusion plus haut (1) est des plus instructives à cet égard; nous conseillons au lecteur intéressé de s'y reporter. Il n'est pas inutile cependant de donner deux exemples nouveaux.

a) Le premier est relatif au chargement des bobines de fils textiles sur les différents axes d'un cadre vertical, tel qu'on en trouve à l'entrée des machines à tisser ou à câbler. Ces axes sont régulièrement répartis en lignes parallèles situées à différentes hauteurs. Le cadre en question comportait cinq de celles-ci, la plus élevée étant à un niveau légèrement au-dessus de la tête, la seconde à hauteur des épaules, et la cinquième tombant au-dessous du genou, vers le milieu du mollet (fig. 8).

(1) Voir *Ingénieurs et Techniciens*, n° 76, 77 et 78, avril, mai et juin 1955.

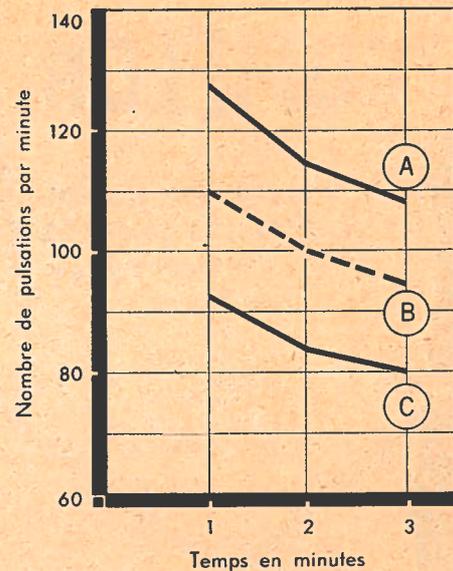


FIG 7. — Vitesse moyenne du pouls en fonction du temps pendant la période de récupération, pour des ouvriers faisant le même travail dans une ambiance très chaude.

- A. : Avec les vêtements usuels.
- B. : Avec un vêtement de protection ventilé avec de l'air à 32 °C.
- C. : Avec un vêtement de protection ventilé avec de l'air à 21,5 °C.

On constate que le chargement de la cinquième rangée demande un effort considérable, égal à plusieurs fois celui requis pour le même travail sur la seconde rangée, et sur les trois autres, équivalentes à cet égard. Il est donc indiqué de supprimer la cinquième rangée.

b) On a comparé l'énergie dépensée par une dactylographe en utilisant, d'une part, une machine à écrire classique, d'autre part, une machine électrique. En tapant le même texte, on a pu calculer que l'effort total était réduit d'environ 50 % dans le second cas.

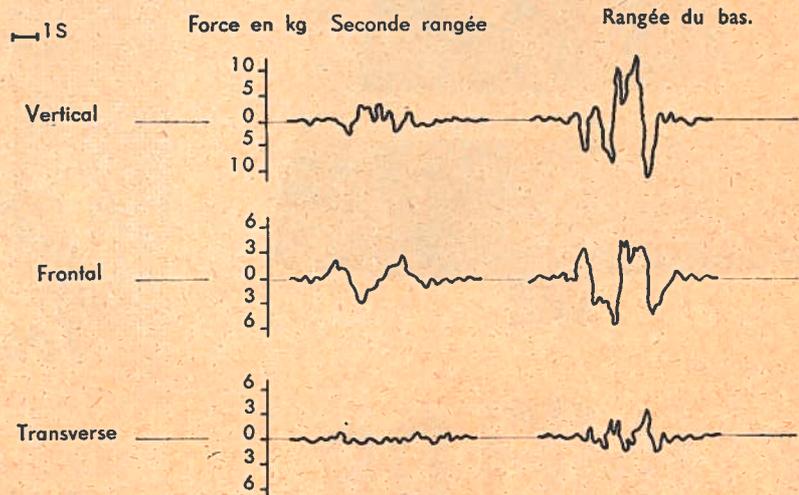


FIG. 8. — Forces dépensées par l'homme dans le chargement des bobines de fils textiles à différentes hauteurs. Noter le changement d'échelle pour la force à fournir dans le sens vertical.

Réducteurs

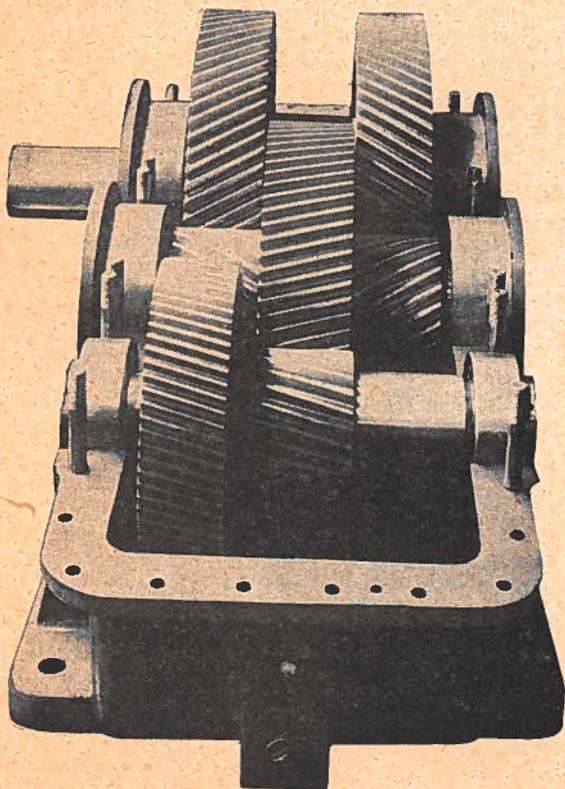
Réducteurs

COMÉLOR

NORMAUX STANDARDS
NORMALISÉS SNH 222
des Charbonnages
de France

A DENTURE
DE TRÈS HAUTE
PRÉCISION
AVEC ARBRES
PARALLÈLES OU
PERPENDICULAIRES

OCERP 23



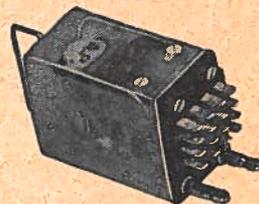
Catalogue et devis
sur simple demande

COMÉLOR

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES LORRAINES

FOUGEROLLES (HAUTE-SAONE) TÉL. 58 et 80
Bureau à PARIS (12^e) 82 B^e de Picpus - TÉL. DID. 44-62

Pour votre matériel
professionnel
un seul relais... ACRM



RELAIS "RMX" "S"

4 inverseurs
3 amp. 110 v. eff.



NOMBREUX MODÈLES MINIATURES,
SUBMINIATURES ET INDUSTRIELS.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 43.000.000 Frs

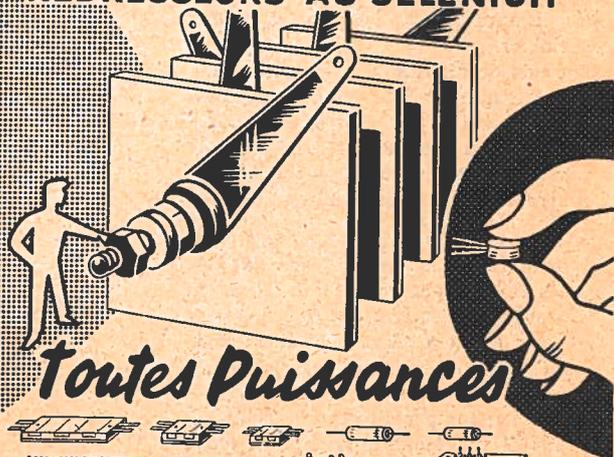
18, rue de Saisset. MONTROUGE (Seine)

TÉL: ALÉ. 00-76

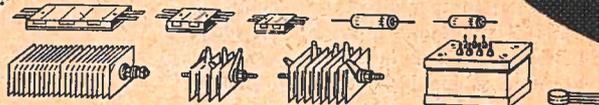
Agent exclusif pour la Belgique et le Luxembourg :
BLESSING-ÉTRA BELGE, 127, bd Auguste-Reyers, BRUXELLES. Tél. 34-27-04

SORAL

REDRESSEURS AU SÉLÉNIUM



Toutes Puissances



TOUTES INDUSTRIES

MATÉRIEL AGRÉÉ

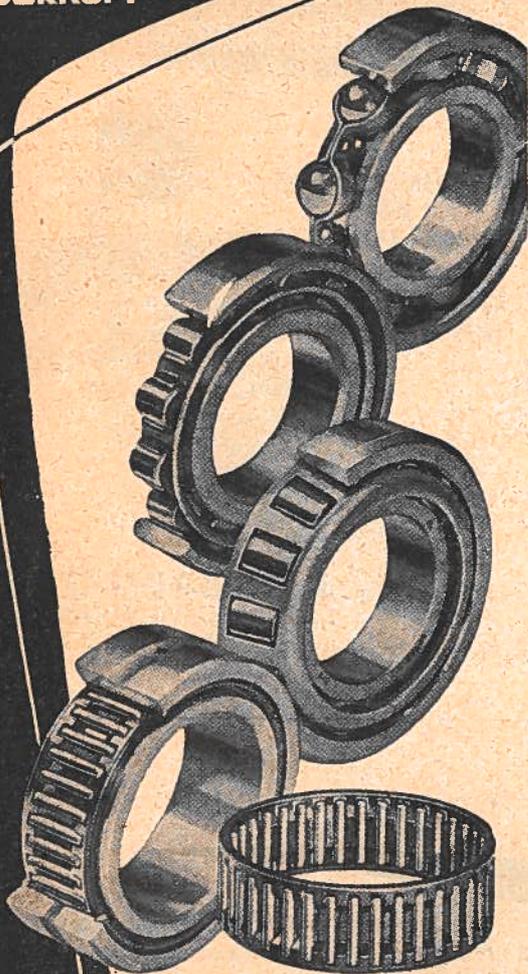
P.T.T. ET MARINE NATIONALE

4, CITÉ GRISET · PARIS XI^e OBE 24-26

PUBL RAPP



DÜRKOPP



ROULEMENTS A BILLES
ROULEMENTS A ROULEAUX
ROULEMENTS A AIGUILLES
CAGES A AIGUILLES

Tous vos problèmes de
roulements ont une
solution

DÜRKOPP

DEMANDEZ NOS CATALOGUES
W. 3011 et 3016

DÜRKOPPWERKE A.G.

BIELEFELD · GEGR. 1867

Représentation exclusive pour France et Union Française :
S.O.R., 13, Rue Fontaine-au-Roi, PARIS (11^e) - OBE. 31-51 et 92-90

LA MESURE DU TRAVAIL HUMAIN

Force en kg

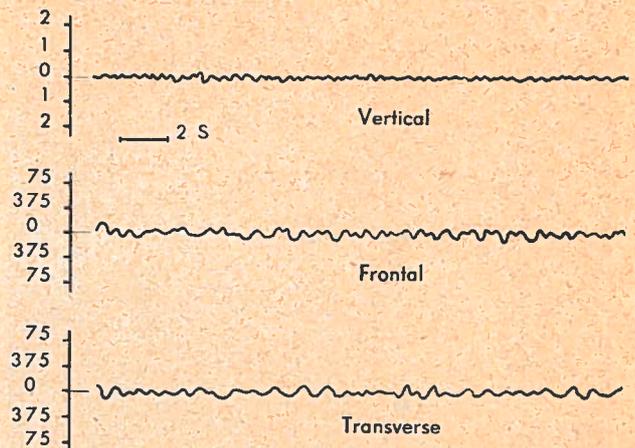


FIG. 9. — Enregistrement des efforts fournis par une dactylographe opérant sur une machine à écrire électrique.

De ce qui précède se dégage la nécessité d'étudier la physique du mouvement des travailleurs pour réduire l'énergie physiologique consommée. Parallèlement, l'étude de l'allure doit porter, non seulement sur la période active, mais sur celle de récupération qui suit. Tout ceci doit amener à introduire une notion ignorée jusqu'ici, celle du *cycle physiologique de travail* conduisant à l'efficiency du maximum avec une fatigue minimum de l'ouvrier.

L'affaire est complexe. Elle demande d'être menée méthodiquement. Il faut, en somme, créer une nouvelle branche de la science du corps humain. M. BROUHA propose de l'appeler *la physiologie industrielle*. Il fait comprendre sa nécessité économique et sociale dans les deux derniers alinéas de la conclusion. Nous ne pouvons pas mieux faire que les reproduire.

« Aussi longtemps que l'organisation du travail et les standards de production seront établis sans considérer les réactions physiologiques des ouvriers, on ne trouvera pas de solution réelle au problème du travail humain. Il est à signaler que fréquemment, les rancœurs et les grèves proviennent de temps de travail mal établis. Les jugements des chefs d'entreprise et celui des travailleurs ne sont pas toujours en accord quant à ce qui doit être considéré comme une tâche journalière plaisante (fair days work).

« En l'absence de données de fait permettant une évaluation précise de ce qu'un travailleur peut faire dans de saines limites physiologiques, s'élèvent de vaines discussions. Elles se terminent généralement par un compromis qui très souvent ne satisfait ni l'employeur, ni le travailleur.

« D'un autre côté, quand on dispose de renseignements sur les réactions physiologiques des ouvriers pour un travail donné, on possède une base saine pour la discussion, et des faits scientifiques peuvent être utilisés pour trouver une solution raisonnable. De telles situations se sont déjà présentées, et l'utilisation des données physiologiques a conduit à une réorganisation du travail qui a été bien acceptée par les employeurs et les employés. L'adoption des techniques physiologiques aidera la mesure du travail humain à devenir une science plutôt qu'un art. »

M. CHALVET.



E. I. DU PONT DE NEMOURS & COMPANY
INCORPORATED
WILMINGTON 98, DELAWARE
EMPLOYEE RELATIONS DEPARTMENT

HASKELL LABORATORY
FOR
TOXICOLOGY AND INDUSTRIAL MEDICINE

le 12 mai 1964

Monsieur le Docteur Wisner
Laboratoires de Physiologie
Appliquée au Travail Humain
41 Rue Gay-Lussac
Paris 5, France

Mon cher Wisner,

Voici les tirés-à-part dont nous avons parlé
lors de ma dernière visite ainsi que le rapport
que j'ai présenté au BIT.

J'ai eu grand plaisir à vous revoir et vous
souhaite bonne chance dans vos travaux.

Bien cordialement,
Lucien Brouha

Lucien Brouha, M.D.

LB/dyb

Human Resources

21 Septembre, 1965

ALBERTSON, NEW YORK 11507

Mon cher Wisner,

Je vous remercie de m'avoir envoyé le jeune Lacôte qui semble être un élément de premier plan. Il s'est mis au Travail avec ardeur et a commencé à mettre un peu d'ordre dans le labo et l'Unité de recherche dont on m'a confié la direction. Ça demandera du Temps et de la patience et nous allons devoir apprendre à nager dans la mare aux grenouilles Canadiennes - Budget et politique sont de la partie!

Ma femme a Téléphoné au docteur Perret et nous devons le voir au début d'Octobre. Il est possible que je sois à même de lui offrir un job avec moi et je vous serai très reconnaissant de me dire confidentiellement ce que vous en pensez.

J'ai reçu votre communication concernant la SELF, mais il ne me sera malheureusement pas possible d'assister à la Troisième réunion: ni Temps, ni galette!

Je me demande si, au cours d'une de ces séances, il serait opportun de signaler l'existence de l'Unité de recherche et les buts qu'elle se propose de poursuivre au Canada. Si cela vous intéresse, je peux vous envoyer un court résumé par retour du Courrier.

Dès que mon programme sera mieux mis au point, j'examinerai avec le doyen Parisset la question de vous faire venir à

Montréal pour une série de Conférences à l'automne 66 ou
en 67 selon vos possibilités.

Bonjour aux amis de la Rue Gay-Lussac et ma femme se
joint à moi pour vous envoyer notre meilleur souvenir.

Avec Toutes mes amitiés,

Lucien Brouha.

Adresse actuelle (jusqu'en Juin 1966) - Institut d'Education
Physique, 265 Ouest Avenue du Mont Royal, Montréal P.Q.

Adresse privée, à partir du 3 Octobre, 3210 Forest Hill Avenue
apt 1708, Montréal -

27 Septembre 1965

Monsieur le Professeur BROUHA
Institut d'Education Physique
265 Ouest Avenue du Mont Royal
MONTREAL P.A.

(Canada)

Cher Monsieur,

Je vous remercie de votre lettre du 21 Septembre et de la confiance que vous me témoignez en ce qui concerne certains aspects de l'Unité que vous créez. J'y suis d'autant plus sensible que j'ai toujours vu en vous en plus du savant l'homme qui avait su mériter la confiance de l'Industrie. Comme vous le savez, c'est à cette double exigence scientifique et sociale que j'essaie d'obéir non sans difficultés.

LACOTE m'a écrit deux fois. Il est très heureux et a pour vous une véritable dévotion. J'espère que cela se traduira en actes efficaces.

J'aime beaucoup Etienne PERRET. C'est un garçon intelligent, cultivé, d'esprit original et je suis particulièrement intéressé par son orientation psychophysiological, cherchant à associer les faits de comportement avec les résultats obtenus grâce aux techniques neurophysiologiques modernes. Vous savez qu'il a cette préoccupation en commun avec plusieurs chercheurs de notre groupe. Le travail de MICHAUT et de POTTIER sur la conduite automobile, de Madame LILLE sur le sommeil de jour, de TARRIERE sur la vigilance, de LAVILLE et FORET sur la tension au poste de travail utilisant les mêmes concepts de base. Dans ce domaine, PERRET bien qu'un peu isolé à ZURICH a su faire un apport personnel. Malheureusement pour des raisons affectives, je n'ai pas l'impression que GRANDJEAN apprécie PERRET à sa juste valeur.

Je crois donc qu'il serait très heureux que vous puissiez fournir à ce garçon des moyens de travail. Peut-être lui faudra-t-il au début une période de réflexion et orientation. Le dialogue avec vous lui apportera l'appui nécessaire. Si, sur quelques points techniques nous pouvions l'aider, il serait le bienvenu pendant quelque temps rue Gay-Lussac comme il l'a toujours été.

....

Par ailleurs je crois que son orientation est déjà marquée pour qu'il puisse s'inscrire directement dans la ligne si brillante des travaux de physiologie du travail que vous avez réalisé. Peut-être souhaiterez-vous qu'il amorce sous votre direction, une série de travaux dans un domaine qui tient plus à la psychophysiologie appliquée.

Je serais très heureux d'informer la SELF de la naissance et du programme de votre Unité et je recevrai avec plaisir la documentation qu'il vous sera possible de me faire parvenir.

La perspective de passer quelque temps avec vous à Montréal me sourit beaucoup et je vous remercie d'envisager la possibilité de me faire faire quelque cours. Je dois dire, en outre, que je suis passionné par l'éveil du QUEBEC dont je saisis mal les buts et l'orientation profonde.

Je vous prie de bien vouloir présenter à Madame BROUHA mes très respectueux hommages et d'agréer, l'expression de mes attachements et de mes dévouements.

A. WISNER

Discrepancy between heart rate and oxygen consumption during work in the warmth¹

LUCIEN BROUHA, MARY E. MAXFIELD,
PAUL E. SMITH, JR., AND GORDON J. STOPPS
*Haskell Laboratory for Toxicology and Industrial Medicine,
E. I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington, Delaware*

BROUHA, LUCIEN, MARY E. MAXFIELD, PAUL E. SMITH, JR., AND GORDON J. STOPPS. *Discrepancy between heart rate and oxygen consumption during work in the warmth.* J. Appl. Physiol. 18(6): 1095-1098. 1963.—These experiments compare the usefulness of oxygen consumption and heart rate as indicators of the strain produced by repetitive work in various environments. When the length of the rest periods was determined by the time for oxygen consumption to return to its resting level, a steady state of heart rate and oxygen consumption was achieved in a comfortable environment. In warm surroundings, oxygen consumption reached again a steady state but the heart rate increased during repetitive work cycles. When the duration of the rest periods was arbitrarily fixed, both oxygen consumption and heart rate reached constant steady states in repeated work cycles when the environmental stress was light. When it was severe, oxygen consumption remained at the same average value from cycle to cycle and failed to indicate the presence of accumulated strain which was revealed by increasing heart rates.

repetitive work warm environment female humans

THE PHYSIOLOGICAL REACTIONS to a standard amount of work performed in three controlled environments have been reported (4). The results indicated that heart rate was the physiological variable that most faithfully reflected the total strain induced by the simultaneous actions of work and heat. The level of oxygen consumption was determined principally by the work rate and was influenced slightly, if at all, by the degree of environmental stress thus confirming observations reported by Herxheimer in 1933 (6). Therefore in hot environments oxygen consumption may give a misleadingly low indication of the total stress imposed on the subject. The present experiments deal with repetitive work periods each followed by a period of rest. Such intermittent work simulates more nearly the routine followed in industry and in many sports than does a continuous work program.

Received for publication 13 July 1961.

¹ Preliminary reports have been published in *Federation Proc.* 20: 212, 1961; *Ergonomics* 5: 87, 1962.

METHODS

Five men and one woman acted as subjects. They were all in good health and pertinent data concerning them are given in Table 1. All experiments were performed in a climatic room permitting accurate control of air temperature and humidity. The walls of the room were at the same temperature as the air and wind velocity was 50 ft/min in a downward draft. Oral temperature and body weight were measured at the beginning and at the end of the experiments. The heart rate was recorded continuously using chest electrodes and a Waters cardiometer.

Pulmonary ventilation was measured by a pneumotachometer, and the oxygen and carbon dioxide concentrations in expired air by a Beckman oxygen analyzer and a Liston-Becker carbon dioxide analyzer, respectively. Using these three variables, an analog computer network performed the calculations necessary to give a continuous record of oxygen consumption while the experiment was in progress.

Oxygen consumption and heart rate as indicators of physiological strain were examined in two series of experiments.

In the first series a woman and a man were studied in one cool and three warm environments (Table 2). After sitting for 20 min in the climatic room the subject pedaled a Krogh bicycle ergometer at a constant load for eight or ten successive 5-min periods. The duration of the rest between each work period was determined by the time required for the oxygen consumption to return to its pre-exercise resting rate. The next work period was started within 15 sec of reaching this level.

In the second series four male college students walked on a horizontal treadmill at 3.2 mph for four successive 25-min walks, each followed by a 10-min rest period. Heart rate was recorded continuously throughout the experiment but, to avoid undue discomfort, oxygen consumption was measured only during alternate cycles (1 and 3 or 2 and 4). The subjects' reactions were studied under various conditions of temperature and humidity (Table 4).

RESULTS

First series. In both cool and warm environments the level of oxygen consumption during work was maintained at approximately the same magnitude throughout the experiment.² Heart rate, on the other hand, was markedly influenced by the environment. In the cool surroundings, after the second or third cycle, the heart rate remained relatively stable and at similar levels during the following work periods. In the three warm environments, however, the work periods were characterized by climbing heart rates which started and ended at progressively higher levels with each successive cycle; these effects were most pronounced at 91 F and 97% relative humidity (RH) (Tables 2 and 3).

² At 90 F, 81% RH the oxygen consumption of *GJS* increased 28.6% between the third and tenth cycles.

TABLE 1. Subject information

Subject	Sex	Age, yr	Height, cm	Weight, kg	Surface Area, m ²	Occupation
<i>Series I</i>						
<i>MMcL</i>	F	29	162.3	59.9	1.64	Research: athletic interests
<i>GJS</i>	M	35	176.5	63.6	1.78	Research: nonathletic
<i>Series II</i>						
<i>A</i>	M	20	178.4	75.2	1.92	College student: varsity track
<i>B</i>	M	23	174.6	74.5	1.88	College student: nonathletic
<i>C</i>	M	20	182.2	88.4	1.94	College student: varsity lacrosse
<i>D</i>	M	20	182.2	100.2	2.20	College student: varsity football

The results obtained on *MMcL*, working at the rate of 360 kg-m/min in the cool and in the most stressing environments, are shown in Fig. 1. For the eight work periods, her oxygen consumption averaged 0.930 liter/min at 72 F and 1.034 at 91 F. In the cool environment her heart rate stabilized at 130/min while working, whereas in the stressing condition the maximal rate rose from 144/min in the first work period to 175 in the eighth. In the comfortable environment her oral temperature did not change significantly and her weight loss was 0.25 kg. In the warm surroundings her oral temperature increased 0.6 F indicating that some heat storage had taken place in spite of a sweat loss of 0.6 kg. This increase in oral temperature substantiated the

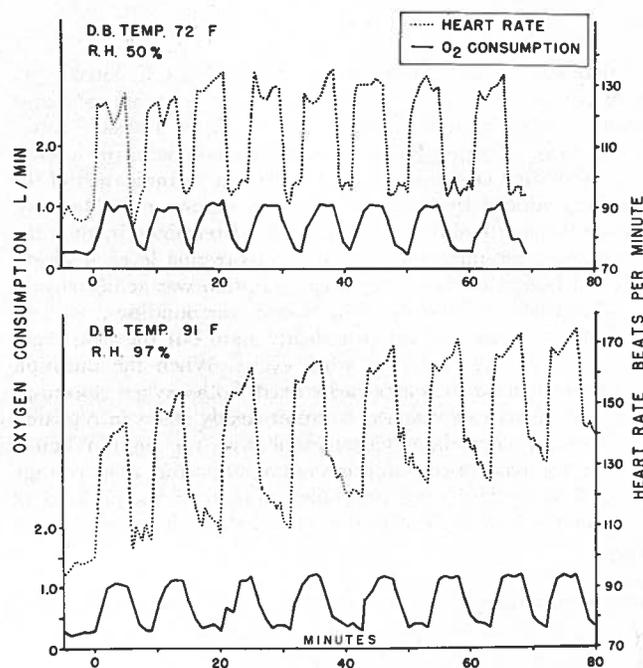


FIG. 1. Oxygen consumption versus heart rate, series I. Subject *MMcL*. Upper curves: comfortable environment. Lower curves: warm and humid environment. Work rate: 360 kg-m/min.

TABLE 2

Environment		Heart Rate Per Minute								Change in Oral Temp., F	Wt. Loss, kg	
DB F	RH %	Pre-ex. seated bicycle	Work: final minute				Recovery: final 30-60 sec					
			Work period				Recovery period					
			1	3	6	8	1	3	6			8
<i>MMcL, work rate: 360 kg-m/min</i>												
72	50	86	127	134	130	133	95	98	96	95	-0.05	0.27
99	25	99	139	148	155	157	104	111	113	118	+0.5	—
90	80	96	138	149	154	154	100	104	112	118	+1.55	0.51
90	97	96	144	162	171	175	107	110	125	127	+2.6	0.66
<i>GJS, work rate: 540 kg-m/min</i>												
72	50	74	119	127	126	128	72	86	80	84	0	0.25
99	25	81	141	155	156	152	105	113	120	122	+0.9	0.55
90	80	85	140	149	158	164	92	110	115	115	+0.4	0.45
90	97	94	141	157	167	172	107	128	136	142	+0.6	0.60

TABLE 3

Environment		Pre-ex. seated bicycle	$\dot{V}O_2$: Liters Per Minute								$\dot{V}O_2$ Recovery Time, min			
DB F	RH %		Work: minutes 3-5				Recovery: final 30-60 sec				Recovery period			
			Work period				Recovery period				1	3	6	8
			1	3	6	8	1	3	6	8				
<i>MMcL, work rate: 360 kg-m/min</i>														
72	50	0.26	0.99	1.07	1.02	1.01	0.30	0.30	0.22	0.25	3.0	4.0	4.0	4.0
99	25	0.28	1.21	1.17	1.17	1.17	0.29	0.37	0.32	0.38	2.5	3.0	2.5	2.0
90	80	0.28	1.04	1.13	1.13	1.16	0.32	0.28	0.31	0.31	7.0	3.5	5.0	3.0
90	97	0.26	1.04	1.14	1.16	1.17	0.29	0.31	0.34	0.35	4.0	6.0	5.0	8.0
<i>GJS, work rate: 540 kg-m/min</i>														
72	50	0.23	1.44	1.60	1.59	1.52	0.24	0.22	0.26	0.31	2.5	3.5	4.0	5.5
99	25	0.32	1.57	1.36	1.39	1.53	0.19	0.23	0.30	0.30	2.5	2.0	3.0	2.5
90	80	0.37	1.68	1.76	1.82	2.00	0.24	0.28	0.30	0.36	2.5	3.5	5.0	4.5
90	97	0.43	1.81	1.78	1.76	1.74	0.38	0.43	0.45	0.48	2.5	2.0	3.0	2.5

TABLE 4. Series II. work cycle: 25 min walk, 10 min recovery, subj. avg.*

Average of Final 3 Min of Walk				Average for Entire Walk, 25 Min			
Heart rate per minute		$\dot{V}O_2$, liters/min		Heart rate per minute		$\dot{V}O_2$, liters/min	
Cycle 1-2	Cycle 3-4	Cycle 1-2	Cycle 3-4	Cycle 1-2	Cycle 3-4	Cycle 1-2	Cycle 3-4
<i>Light thermal stress. DB: 90 F, RH: 22%, ET (basic): 74 F, treadmill: 0% grade</i>							
108 (95-114)	104 (93-108)	1.079 (0.984-1.187)	1.024 (0.944-1.156)	107 (96-112)	104 (95-108)	1.078 (0.956-1.220)	1.032 (0.932-1.184)
<i>Severe thermal stress. DB: 105 F, RH: 63%, ET (basic): 95 F, treadmill: 0% grade</i>							
137 (126-143)	155† (141-177)	0.985 (0.890-1.064)	1.060† (0.974-1.086)	125 (114-132)	150† (138-170)	0.974 (0.878-1.041)	1.038† (0.972-1.079)
<i>Severe work stress. DB: 70 F, RH: 43%, ET (basic): 60.8 F, treadmill: 10% grade</i>							
145 (130-155)	146 (135-156)	2.642 (2.381-2.881)	2.615 (2.175-3.079)	141 (127-149)	142 (131-152)	2.444 (2.155-2.804)	2.568 (2.266-2.900)

* Light thermal stress: cycles 1 and 3 except for subject A. Severe thermal stress: cycles 1 and 3. Severe work stress: subjects B and C: cycles 1 and 3; subjects A and D: cycles 2 and 4. † Average for 3 subjects: B unable to complete experiment.

presence of strain which was indicated by the climbing heart rate. The results on GJS, who performed ten cycles at a work rate of 540 kg-m/min, were similar.

It is obvious that in the warm environments the lengths of the rest periods, when determined by the recovery of the oxygen consumption to the resting level, were too short to permit adequate recovery of the heart rate. The progressive increase in heart rate reflected a rapidly accumulating strain which was not apparent from the measurement of oxygen consumption.

Second series. The results of the second series (subjects A-D) confirm the superiority of heart rate over oxygen consumption as an indicator of physiological strain in the heat. All subjects showed the same pattern of response (Table 4).

When thermal stress was light, heat dissipation was adequate and body temperatures did not rise. Both oxygen consumption and heart rate remained at approximately the same levels during the repeated work periods and returned to, or closely approached, the pre-exercise rest levels during recovery (Fig. 2A).

The results were quite different when the same work was performed in the severely stressing environment (DB 105 F, 63% RH). An increase in oral temperature averaging 2.6 F was observed in the three subjects able to complete the experiments. (Subject B was able to complete only two cycles.) Under these conditions oxygen consumption during work stabilized at approximately the same levels each time and was of the same order of magnitude as that observed when the thermal stress was light (Table 2, Fig. 2A and B). On the contrary in all subjects the heart rate increased markedly with each successive cycle. For comparison, by the second or third cycle the rate had risen above that attained while walking up a 10% grade (oxygen consumption: 2.50 liters/min) in a cool environment (Table 4, Fig. 2B and C). Thus, although the 10-min recovery periods were sufficient to insure the return of oxygen consumption to resting levels, they were inadequate to permit recovery of the heart rate which became progressively higher in each successive rest period.

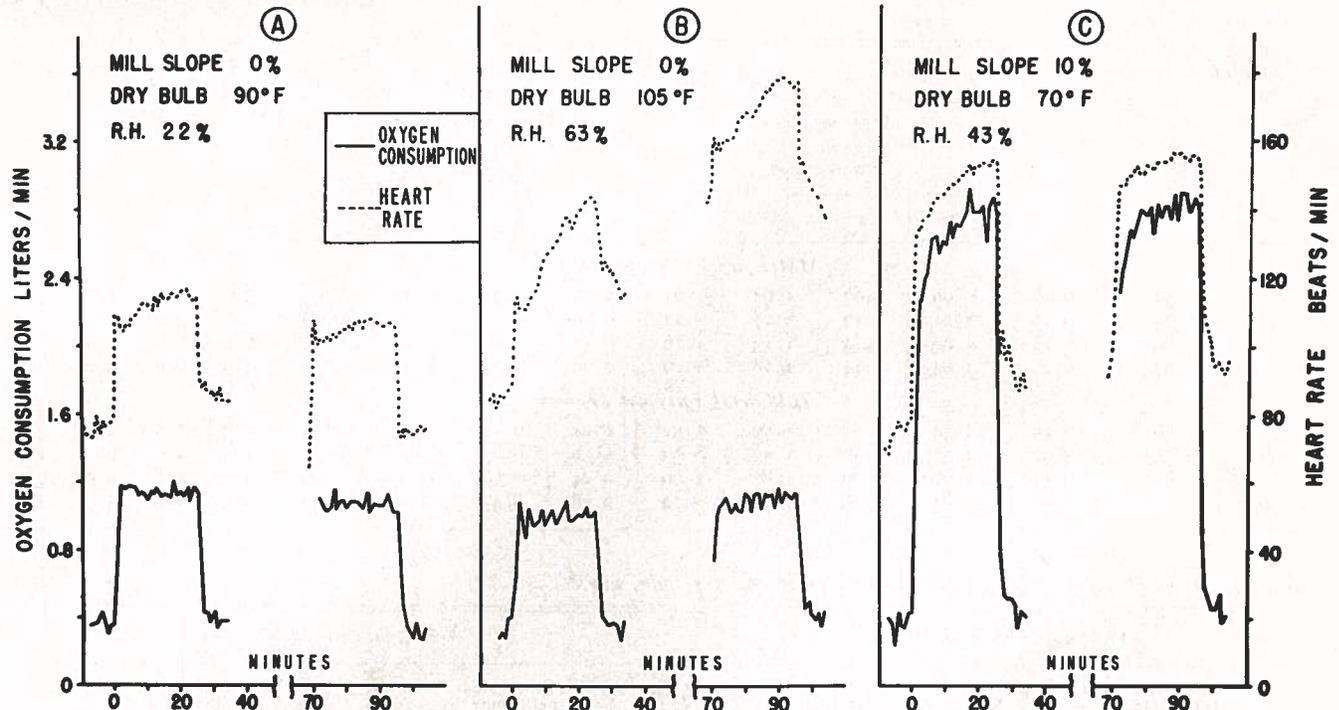


FIG. 2. Oxygen consumption versus heart rate, series II, subject C. A: light thermal stress. B: severe thermal stress. C: severe work stress.

DISCUSSION

It is well known that oxygen consumption is a measure of energy expenditure (7), and that in normal environmental temperatures the heart rate during the steady state of exercise has a relatively linear relationship to oxygen consumption for a given individual (see p. 784, Fig. 3 of ref. 1; also refs. 2, 3). However, this relationship does not hold when dissipation of body heat is impaired by excessive clothing (5, pp. 276-277) or by a thermally stressing environment (4, 6). Under such conditions, for a given work performance, oxygen consumption is of the same order of magnitude as when the work is performed in comfortable surroundings (4, 5, 8). On the other hand the heart rate is elevated and may increase progressively throughout the exposure in spite of intermittent rest periods.

The classification of work, e.g., as light, moderate, or heavy, on the basis of oxygen consumption alone (8) may be grossly misleading if the work is performed in a stressing environment. The present data demonstrate unequivocally that so-called "moderate" work, such as walking at 3.2 mph on a horizontal treadmill (oxygen

consumption: 1.00 liter/min), may become physiologically equivalent to "unduly heavy" work, such as walking at the same rate up a 10% grade (oxygen consumption: 2.5 liters/min), if performed under conditions which limit heat dissipation. In such conditions the oxygen consumption, by remaining at approximately 1.0 liter/min, would still classify the work as "moderate."

Likewise, it is equally erroneous to base the estimation of physiological recovery solely on the evidence of oxygen consumption. For normal environments such estimations may be satisfactory if the work is not too strenuous (4), but if the work is performed at high temperatures full physiological recovery lags far behind that of the oxygen consumption. These results confirm and emphasize the validity of heart rate as an indicator of the physiological strain induced by work in a warm environment, in contrast to oxygen consumption which fails to indicate the increment of strain attributable to the environment.

The authors gratefully acknowledge the technical help of Martha McLaughlin, Georgina Binder, and Edward Fabryka.

REFERENCES

1. ASMUSSEN, E., AND M. NIELSEN. *Physiol. Rev.* 35: 778, 1955.
2. ÅSTRAND, P.-O., AND I. RYHMING. *J. Appl. Physiol.* 7: 218, 1954-1955.
3. BOCK, A. V., C. VANCAULAERT, D. B. DILL, A. FÖLLING, AND L. M. HURXTHAL. *J. Physiol., London* 66: 136, 1928.
4. BROUHA, L., P. E. SMITH, JR., R. DE LANNE, AND M. E. MAXFIELD. *J. Appl. Physiol.* 16: 133, 1961.
5. DILL, D. B. *Physiol. Rev.* 16: 263, 1936.
6. HERXHEIMER, H. *Arbeitsphysiologie* 7: 181, 1933-1934.
7. PASSMORE, R., AND J. V. G. A. DURNIN. *Physiol. Rev.* 35: 801, 1955.
8. TAYLOR, H. L. In: *Science and Medicine of Exercise and Sports*, edited by W. R. Johnson. New York: Harper, 1960.

Validity of heart rate as an indicator of cardiac strain¹

MARY E. MAXFIELD AND LUCIEN BROUHA
*Haskell Laboratory for Toxicology and Industrial Medicine,
E. I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington, Delaware*

MAXFIELD, MARY E., AND LUCIEN BROUHA. *Validity of heart rate as an indicator of cardiac strain.* J. Appl. Physiol. 18(6): 1099-1104. 1963.—Total cardiac cost is a measurement of the area under the curve obtained by plotting the heart rate for each minute during work and recovery. In a constant environment it varies with the work accomplished in a given time and, for a constant work performance, it varies with the severity of the conditions. The work accomplished per beat has a reciprocal relation to total cardiac cost when work and recovery times are constant. Recovery cost and the average of three early recovery heart rates, P_1 , P_2 , and P_3 , vary linearly with total cardiac cost when work or environmental stress increases. In these experiments P_1 , P_2 , and P_3 are the heart rates per minute recorded during the last 30 sec of the 1st, 2nd, and 3rd min, respectively, of the recovery period. These recovery pulse rates provide a simple measurement of the degree of cardiac strain induced by work in any environment.

cardiac cost	recovery pulse rates	work rate	warm
environment	human male	human female	

IN PREVIOUS PUBLICATIONS (7, 9, 10) it was shown that the rate of oxygen consumption is not necessarily a reliable indicator of the physiological strain² induced by work in a warm environment, whereas heart rate reflects the degree of strain. Other investigators (1, 2, 4, 5, 13) have demonstrated a relation between the heart rate and the rate of oxygen consumption during exercise. However, observations of heart rate made only during the working period neglect the persisting elevated rate, often observed during postexercise, which reflects a portion of the cost of performing the previous work (7, 9-11).³ This paper presents basic evidence of the validity of the use of heart rate measurements for assess-

ing the physiological strain induced by muscular activity in normal and in warm environments.

METHODS

All experiments were performed in a climatic room permitting accurate control of the environmental conditions (10). Heart rate was recorded continuously using chest electrodes and a Waters cardi tachometer. The subjects were dressed in shorts, socks, and shoes; in addition, the woman wore a light sleeveless blouse. Two series of experiments were performed:

Series A. The relation between total cardiac cost and external work accomplished was investigated in a constant environment, DB 72 F and RH 53%. Each experiment comprised a 15- to 20-min rest period, a 15-min work period, and a recovery period. During the pre- and postexercise rest periods the subject sat quietly in an armchair reading. Work consisted of pedalling a Krogh bicycle ergometer at 60 rev/min in time with a metronome or walking on a treadmill at 3.2 mph. Work rate was determined by the resistance against which the subject pedalled or by the slope of the treadmill. Three subjects were studied (Table 1). The only restrictions imposed on them were to refrain from eating or drinking coffee and to limit physical activity as much as possible during the 2 hr preceding an experiment. All experiments were run in the morning at an approximately constant time, except for seven bicycle experiments on GJS which were performed 6 months later in the early afternoon. Since the results of these seven experiments fell in line with the others, they have been included. The order of testing of the different work rates was independently randomized for each subject.

Series B. Four male college students (Table 1) performed a constant amount of work in environments of various degrees of thermal stress. Each experiment consisted of a 15-min rest period followed by four work cycles, each cycle including a 15-min walk on a horizontal treadmill at 3.2 mph and a 20-min recovery period sitting in an armchair. No restrictions as to physical activity or food intake were imposed on these subjects prior to an experiment.

Received for publication 13 July 1961.

¹ Preliminary reports have been published in *Federation Proc.* 20: 212, 1961; *Ergonomics* 5: 87, 1962.

² Stress is here defined as the action of external factors imposing an effort of physiological adaptation upon the body; strain as the physiological reaction of the body to the applied external forces.

³ Provided that the elevation in rate is not due to some additional disturbance such as shivering or restlessness.

TABLE 1. Subject information

Subj.	Sex	Age, yr	Height, cm	Weight, kg	Surface Area, m ²	Occupation
<i>Series A</i>						
MMcL	F	29	162.3	59.9	1.64	Research: athletic interests
GJS	M	35	176.5	63.6	1.78	Research: nonathletic
PB	M	15	182.9	80.0	2.02	High school student: athletic interests
<i>Series B</i>						
E	M	22	176.3	62.8	1.77	College student: nonathletic
F	M	23	168.4	74.7	1.84	College student: athletic interests
G	M	21	183.4	81.9	2.05	College student: athletic interests
H	M	21	173.3	64.5	1.76	College student: nonathletic

TABLE 2. Standard deviations from regression for three curves relating total cost to work performed

Subject		Parabola, Beats	Growth Curve, Beats	Straight Line, Beats
<i>Bicycle experiments:</i>				
MMcL	Cost above zero	±49	±60	±88
	Cost above rest	±46	±148	±51
GJS	Cost above zero	±136	±143	±164
	Cost above rest	±93*	±108	±126
PB	Cost above zero	±97	±105	±121
	Cost above rest	±58*	±59	±89
<i>Treadmill experiments:</i>				
MMcL	Cost above zero	±145	±163	±173
	Cost above rest	±61*	±72	±105
GJS	Cost above zero	±114	±122	±126
	Cost above rest	±121	±125	±121

* Standard deviation significantly smaller than that for cost above zero.

RESULTS

I. Cardiac Cost

Cardiac cost is a measurement of the area under the curve obtained by plotting heart rate per minute for each minute during work and recovery. Therefore:

$$1) \text{ Total cardiac cost above zero} = \text{cardiac work cost} + \text{cardiac recovery cost}$$

where

$$\text{Cardiac work cost} = \sum \text{heartbeats which occur during the working period}$$

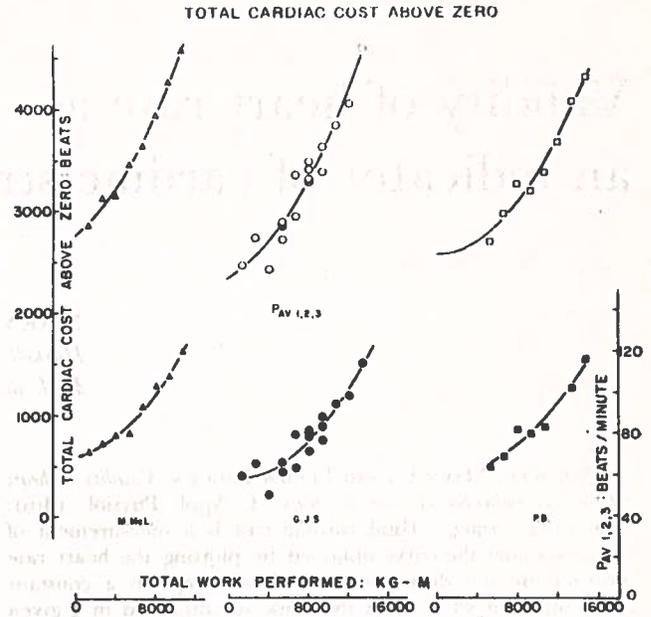


FIG. 1. Relation of total cardiac cost above zero (upper curves) and of PAV_{1,2,3} (lower curves) to work accomplished, environment constant. Bicycle experiments. Curves are parabolas calculated by the method of least squares; 20-min recovery periods were used for the calculations of total cost. DB 72 F, RH 53%. PAV_{1,2,3} = the average of the recovery heart rates during the final 30 sec of the 1st, 2nd, and 3rd postexercise min.

	Total cardiac cost	PAV _{1,2,3}
MMcL	△, S _{y,x} = ±49 beats	▲, S _{y,x} = ±2 beats/min
GJS	○, S _{y,x} = ±136 beats	●, S _{y,x} = ±5 beats/min
PB	□, S _{y,x} = ±97 beats	■, S _{y,x} = ±4 beats/min

$$\text{Cardiac recovery cost} = \sum \text{heartbeats which occur during the recovery period}$$

$$2) \text{ Total cardiac cost above resting level} = \text{total cardiac cost above zero} - \text{cardiac rest cost}$$

where

$$\text{Cardiac rest cost} = \text{average resting heart rate} \times \text{minutes of work and recovery}$$

Compared to steady state or maximal heart rates, total cardiac cost has the distinct advantages of taking into account 1) the duration of the working time, and 2) any cardiac "debt" which may have been incurred while working and which is repaid during recovery. Since the rest rate of an individual varies from one experiment to another,⁵ total cost above rest might be expected to have a better correlation with work accomplished than total cost above zero. However, the total cost above zero measures all the strain experienced by the subject and obviates the difficulties inherent in determining the "true" resting heart rate.

A. Relation between total cardiac cost and external work in a constant environment. When total cardiac cost, above

⁴ "Arbeitspulssumme" or "work pulse total" of Karrassch and Müller (11).

⁵ Ranges for recorded rest rates were: MMcL: 63-72 beats/min; GJS: 54-70 beats/min; PB: 61-69 beats/minute.

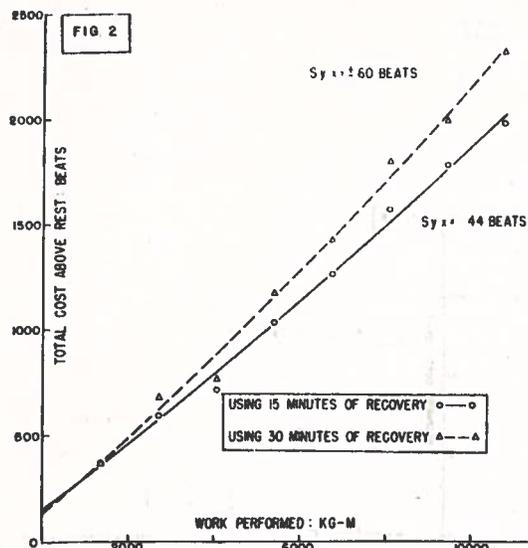


FIG. 2. Effect of length of recovery period on the total cardiac cost of performing increasing amounts of work, environment constant. DB 72 F, RH 53%. Bicycle experiments. Subject MMcL.

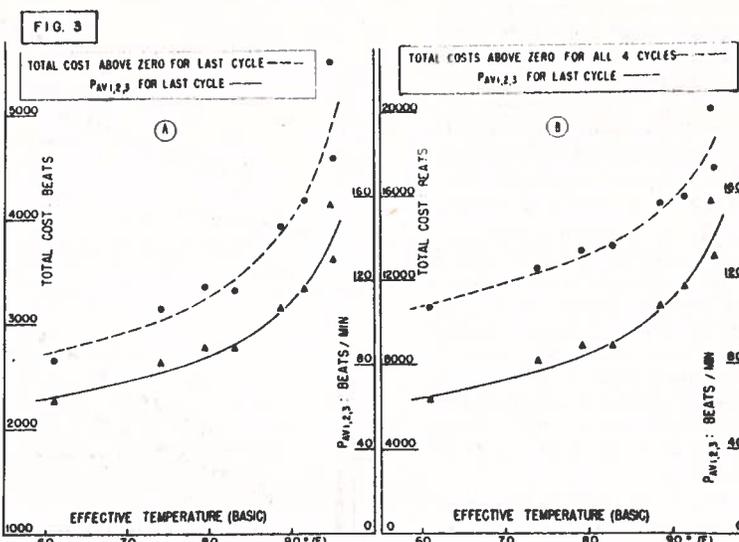


FIG. 3. Relation of total cardiac cost above zero (upper curves)

and of $P_{AV1,2,3}$ (lower curves) to increasing environmental temperatures, work constant. Curves were fitted by "eye" 20-min recovery periods were used for the calculations of total cost. Data points are subject averages. Treadmill grade: 0.1%.

zero or above rest, is plotted against the work accomplished in a given time, or against work rate, the resulting curve is more nearly a parabola than a straight line or growth curve. This conclusion is based on the magnitudes of the standard deviations from regression (12) of the observed points from their positions predicted by the calculated curves (method of least squares) (Table 2). Since many of the points fall along the rising portion of the parabola they may appear to follow a straight line but the parabolic form might be predicted because, within limits, working at high rates may be more efficient than working at low rates (3, 11). The data for total cardiac cost above zero obtained during the bicycle experiments are presented, with their calculated parabolas, in Fig. 1 (upper). Similar results were observed for the treadmill experiments. The greater scatter of the treadmill data (Table 2) compared to that of the bicycle for a given subject may be due partly to a greater variability in the manner of walking.

Total cardiac cost above zero correlates with work accomplished almost as adequately as does cost above rest. This conclusion is based on the statistical insignificance of the smaller magnitudes of the standard deviations of the data above rest for the bicycle experiments of MMcL and the treadmill experiments of GJS.

Increasing the length of the recovery period obviously increases total cardiac cost above zero, but not the cost above rest once recovery of the heart rate has occurred. However, prolonging the recovery time does not alter significantly the relations among the individual datum points (Fig. 2). In many experiments recovery was continued until the heart rate had returned to the pre-exercise level or had stabilized at some higher rate. Long recovery periods, however, often defeated the purpose

of providing the data for true recovery cost because the subjects became restless with consequent increase in heart rate.

B. Relation between total cardiac cost and external work with increasing environmental stress. When repetitive work of constant rate and duration is performed in various environments, the total cardiac cost rises progressively as the heat stress increases. The upper curve of Fig. 3A shows this relationship for the cost above zero of the final work cycle at which time the combined stresses of work and heat were greatest. The curve was fitted to the data "by eye" as the shape of the curve has not been determined mathematically.

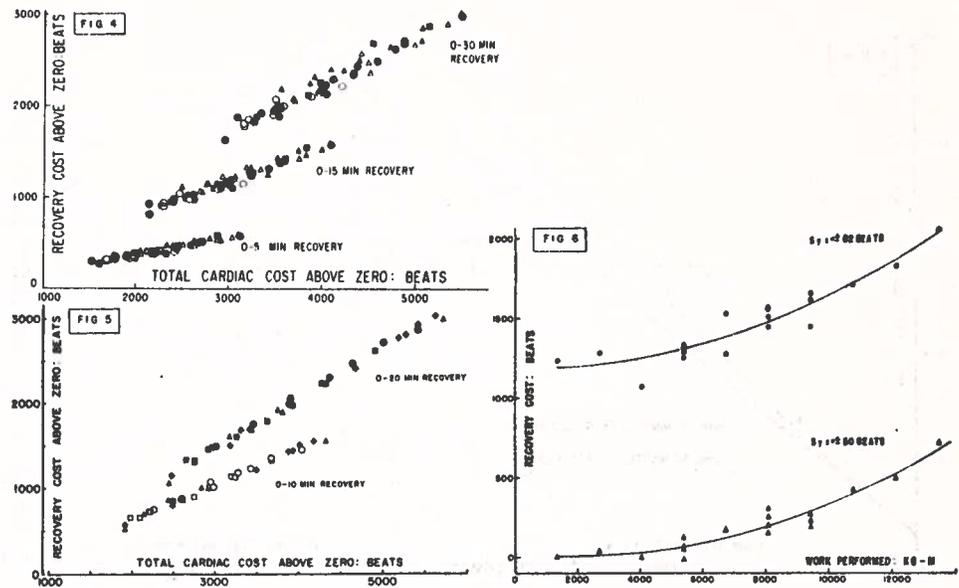
Since the rest rates observed in the coolest environment were used for the calculation of rest costs in all temperatures, total costs above rest and above zero are measures of the strain induced by both work and environmental warmth. The two curves are identical but at different cost levels.

C. Work per heartbeat. The work performed per heartbeat, formerly called by us cardiac efficiency (7), is obtained by dividing the external work accomplished, as kilogram-meters pedaled or meters walked, by the total cardiac cost. Provided work and recovery periods remain constant, the work per beat has a reciprocal relation to total cardiac cost. The outstanding advantage of this ratio is that it corrects for differences in the working time. For example, the day before a severe head cold, GJS pedaled at a work rate of 900 kg-m/min for 10 min at a total cardiac cost of 3,617 beats above zero, whereas at a later date he pedaled at the same work rate for 15 min at a total cost of 4,576 beats above zero. Converting these costs to work per beat, 2.5 and 3.0 kg-m/beat, respectively, it is obvious that he performed

FIG. 4. Relation of recovery cardiac cost to total cardiac cost. In ascending order, the data are the costs obtained when 5, 15, and 30 min of recovery period are used for calculations. Increasing workloads. DB 72 F, RH 53%. Solid symbols: bicycle data; open symbols: treadmill data. *MMcL* Δ , \triangle ; *GJS* \circ , \bullet ; *PB* \square , \blacksquare .

FIG. 5. Relation between recovery and total cardiac costs of final work cycle in environments of various degrees of thermal stress, work constant. Cardiac costs were calculated using 10 min (open symbols) and 20 min (solid symbols) of recovery periods. Treadmill grade: 0%. Subject *E*: \circ , \bullet ; *F*: Δ , \triangle ; *G*: \square , \blacksquare ; *H*: \oplus , \otimes .

FIG. 6. Relation between the 20-min recovery cost and work performed in a constant environment. DB 72 F, RH 53%. Bicycle experiments, subject *GJS*. Open symbols: morning experiments; solid symbols: afternoon experiments. Recovery cost above zero: \circ , \bullet ; above pre-exercise rest: Δ , \triangle .



more efficiently during the second experiment when he was in better physical condition.⁶

II. Recovery Heart Rates

A relation between the physiological strain induced by the stresses of work and/or heat and the recovery from that strain has been accepted for many years. Our experiments provide data which permit further investigation of this relationship.

A. Recovery cost. As total cardiac cost rises, due either to accomplishing more work (Fig. 4) or to increasing environmental stress (Fig. 5), the recovery cost increases. The relationship between total and recovery costs is practically linear and holds true when recovery time is short or relatively long as shown in these figures. When the recovery costs of performing varying amounts of work in a constant environment are plotted against work accomplished, the resulting curve is more nearly a parabola than a straight line or growth curve as shown in Fig. 6 and Table 3. Thus, recovery cost like total cost is a measure of cardiac strain.

Total cost, which includes both work and recovery costs, is a more complete measure of the strain than is recovery cost alone. When it is impractical to obtain heart rate measurements while the subject is working, recovery cost may be substituted for total cost as a measure of strain. This conclusion is supported by the data of Table 4 which presents the total and the recovery costs above rest⁷ for the bicycle experiments. When the

periments. Recovery cost above zero: \circ , \bullet ; above pre-exercise rest: Δ , \triangle .

TABLE 3. Standard deviations from regression for three curves relating recovery cost to work performed

Subject		Parabola, Beats	Growth Curve, Beats	Straight Line, Beats
<i>Bicycle experiments:</i>				
<i>MMcL</i>	Cost above zero	± 41	± 40	± 48
	Cost above rest	± 45	± 130	± 46
<i>GJS</i>	Cost above zero	± 82	± 87	± 101
	Cost above rest	± 50	± 102	± 77
<i>PB</i>	Cost above zero	± 58	± 62	± 76
	Cost above rest	± 50	± 68	± 56

total cardiac cost is small, recovery cost accounts for less than 10% of the total cost. Then as the work performed increases the recovery cost assumes a progressively larger proportion of the total cost, ranging in these experiments from zero (or even negative values) to 28%. This is because recovery cost rises more rapidly than work cost as workload increases.

B. Pulse 1, pulse 2, and pulse 3. There are many instances in industry or on the athletic field when a measurement of physiological strain could be of considerable value in determining the reactions of individuals to various stresses. In such circumstances the continuous recording of heart rate for calculation of cardiac costs is often impractical and telemetering equipment is expensive. It is almost always possible, however, to measure three heart rates, pulse 1, pulse 2, and pulse 3 or P_1 , P_2 , and P_3 , during the final 30 sec of the 1st, 2nd, and 3rd min, respectively, of the recovery period following physical exertion. From these pulse rates a heart rate recovery curve can be constructed which indicates the actual range of the final pulse rate during work and the initial rate of recovery toward the resting level. For a given individual, the heavier the load the higher the heart rate and the more slowly it returns to its resting

⁶ This improvement was not due to training. The initial attempt at the work rate of 900 kg-m/min was the fourth experiment in a series started in January; the second and successful attempt was approximately 1 month later, following a period of relative inactivity.

⁷ When costs above zero are used the figures are too large to demonstrate this increasing importance of the recovery period.

TABLE 4. Recovery cost* above rest as per cent of total cost above rest, bicycle experiments

Work Rate, kg-m/min	MMcL			GJS			PB		
	Total cost, beats	Recovery cost, beats	Recovery cost as % of total cost	Total cost, beats	Recovery cost, beats	Recovery cost as % of total cost	Total cost, beats	Recovery cost, beats	Recovery cost as % of total cost
90	372	41	11	252	-30				
180	596	56	9	554	36	6			
270	714	109	15	526	-10				
360	1,034	188	18	586	5	1	548	22	4
				668	61	9			
				670	50	7			
				728	102	14			
				Avg. 663	54	8			
450	1,263	329	26	942	136	14	704	56	8
				978	131	13			
				Avg. 960	134	14			
540	1,573	441	28	929	131	14	838	122	14
				1,065	160	15			
				1,119	199	18			
				1,154	245	21			
				Avg. 1,067	184	17			
630	1,792	429	24	1,156	220	19	858	100	12
				1,170	185	16			
				1,176	160	14			
				Avg. 1,167	188	16			
720	1,989	530	27	1,510	340	12	1,172	230	20
810				1,624	388	24	1,284	275	21
900				2,125	567	27	1,572	391	25
990							1,767	497	28

* 15-min recovery time used so that work time = recovery time.

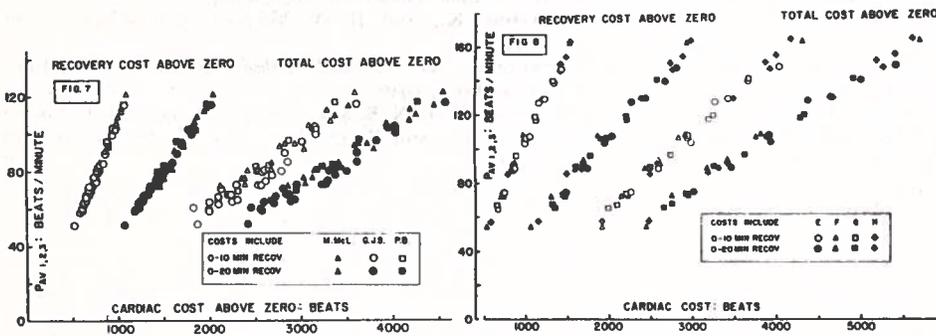


FIG. 7. Relation of $P_{AV1.2.3}$ to recovery and total cardiac costs above zero. Data include both bicycle and treadmill experiments. DB 72 F, RH 53%.

FIG. 8. Relation of $P_{AV1.2.3}$ to recovery and total cardiac costs above zero. Data are for the final work cycle. Increasing environmental stress, work constant. Treadmill grade: 0%.

level. Likewise, for a specific workload, the better the physical condition of the individual the smaller the increase in heart rate and the more rapid the return of the heart rate to its resting value. This is the basis for scoring the results of the "Harvard Step Test" (8) and has been used extensively in industrial surveys for a number of years (6).

C. Average of P_1 , P_2 , and P_3 : $P_{AV1.2.3}$. The average of the recovery heart rates P_1 , P_2 , and P_3 , $P_{AV1.2.3}$, de-

pends upon the heart rate at the end of the work period and the initial slope of the recovery curve. When cardiac costs are calculated above zero, $P_{AV1.2.3}$ is linearly related to both total and recovery cardiac costs irrespective of the duration of the recovery period. This relation holds whether a rise in cost is due to an increase in the work accomplished (Fig. 7) or to an increase in environmental stress (Fig. 8).

Examples demonstrating the practical use of $P_{AV1.2.3}$

are presented in Figs. 1 and 3. Total cardiac cost above zero and $P_{AV1.2.3}$ are plotted against work accomplished in Fig. 1, and for the final cycle against environmental temperature in Fig. 3A. The similarity of the curves of $P_{AV1.2.3}$ to the respective curves of total cardiac cost shows how adequately $P_{AV1.2.3}$ can be substituted for cardiac cost as an indicator of cardiac strain induced by an immediately preceding work period. In Fig. 3B total cost is the sum of the costs of all cycles, whereas $P_{AV1.2.3}$ is that for only the final cycle. These curves demonstrate that the $P_{AV1.2.3}$ obtained following the final work period is indicative of the strain induced by a sequence of work periods performed in a stressing environment. Since the last work period is superimposed upon any strain which had accumulated during preceding cycles, the cardiac cost and consequently $P_{AV1.2.3}$ of the final work period depend upon previous events.

DISCUSSION

Heart rate data obtained during work and recovery, plotted as heart rate curves or used for the calculation of the simple mathematical derivatives cardiac cost and work per beat, provide reliable measurements of cardiac strain in any environment. A relation between total cardiac cost above rest and the rate at which a constant amount of work (6,000 kg-m) was performed in a comfortable environment, 64-68 F, was graphically demonstrated by Karrasch and Müller (11). Their curves resemble parabolas.

The present data mathematically demonstrate the

parabolic relationship between the amount of work accomplished in a specified time and both the total and recovery cardiac costs. In addition, they demonstrate that the cardiac cost of performing a given amount of work increases in the presence of environmental stress and that this increase is a function of the severity of the external conditions.

The derivative "work per beat" permits comparison of the cardiac expense of working in any environment when working time varies provided that 1) recovery is complete and costs above rest are used for the calculations or 2) recovery costs, either above zero or above rest, are calculated for equal time intervals. Since recovery cost has practically a linear relation to total cost in any environment, recovery cost may be substituted for total cost as a measure of cardiac strain when it is not practical to obtain working heart rates.

For a constant workload in various environments, or for various workloads in a constant environment, $P_{AV1.2.3}$ is linearly related to both total and recovery cardiac costs above zero. When plotted against work accomplished or against environmental temperature, the curves of $P_{AV1.2.3}$ are strikingly similar to those of total cardiac cost. Therefore, in industry or on the athletic field, where time and the equipment for continuous recording of heart rate are often not available, the recovery pulses, P_1 , P_2 , and P_3 , or their average $P_{AV1.2.3}$, may be used as a measurement of cardiac strain.

The authors gratefully acknowledge the technical help of Hannah Silberstein and Georgina Binder.

REFERENCES

1. ASMUSSEN, E., AND M. NIELSEN. *Physiol. Rev.* 35: 778, 1955.
2. ÅSTRAND, P.-O., AND I. RYHMING. *J. Appl. Physiol.* 7: 218, 1954-1955.
3. BAZETT, H. C. In: *Physiology of Heat Regulation and the Science of Clothing*, edited by L. H. Newburgh. Philadelphia: Saunders, 1949.
4. BOCK, A. V., C. VANCAULAERT, D. B. DILL, A. FÖLLING, AND L. M. HURXTHALL. *J. Physiol., London* 66: 136, 1928.
5. BOOTHBY, W. M. *Am. J. Physiol.* 37: 383, 1915.
6. BROUHA, L. *Physiology in Industry*. London: Pergamon, 1960.
7. BROUHA, L., P. E. SMITH, JR., R. DE LANNE, AND M. E. MAXFIELD. *J. Appl. Physiol.* 16: 133, 1961.
8. BROUHA, L., A. GRAYBIEL, AND C. W. HEATH. *Rev. Can. Biol.* 2: 86, 1943.
9. BROUHA, L., AND M. E. MAXFIELD. *Ergonomics* 5: 87, 1962.
10. BROUHA, L., M. E. MAXFIELD, P. E. SMITH, JR., AND G. J. STOPPS. *J. Appl. Physiol.* 18: 0000, 1963.
11. KARRASCH, K., AND E. A. MÜLLER. *Arbeitsphysiologie* 14: 369, 1951.
12. SNEDECOR, G. W. *Statistical Methods* (4th ed.). Ames, Iowa: Collegiate Press, 1946.
13. WYNDHAM, C. H., N. B. STRYDOM, J. S. MARITZ, J. F. MORRISON, J. PETER, AND Z. U. POTGIETER. *J. Appl. Physiol.* 14: 927, 1959.

5 Mars 1966

Monsieur Etienne PERRET

Cher PERRET,

J'ai été fort heureux de vous lire et d'apprendre, en particulier, que vous n'étiez pas sans espoir de vous voir confier une unité de recherches à ZURICH. Ce serait évidemment, une solution bien meilleure pour vous que de vous expatrier au Canada.

C'est pour l'éventualité contraire, celle de votre installation en Amérique, que j'avais imaginé cette rencontre entre BROUHA et vous (c'est évidemment un échec, prévisible à partir du moment où j'ai vu BROUHA au cours de son dernier séjour et où j'ai appris qu'il acceptait malgré tout d'aller au Chili. D'après les demandes de documentation reçu de lui du Chili, j'ai en outre, l'impression qu'il éprouve quelques difficultés à construire un enseignement en Physiologie du Travail et - encore plus - en Ergonomie.

Les portraits de la reine et du prince hérités sont justes, malgré une encre un peu noire ... mais qui est peut-être bien choisie.

En pratique, il s'agit de savoir si les autorités de l'Université de Montréal veulent ou non préparer la constitution d'un laboratoire moderne de Physiologie du Travail et d'Ergonomie en Langue Française pour le QUEBEC. J'avais émis et j'émits toujours une opinion favorable vis-à-vis de cette éventualité. C'est pourquoi j'avais proposé à BROUHA de venir pendant 4 ou 5 semaines faire des cours à MONTREAL pour tâter le terrain et voir qui en pourrait implantés. J'avais pensé à vous Je lui avais envoyé un élève du Conservatoire un jeune technicien nommé LACOTE qui va, lui aussi, repartir déguster Voila mes idées; si vous croyez pouvoir agir dans ce sens ou dans un autre, faites le, l'avenir du QUEBEC m'intéresse beaucoup.

Nous espérons tous vous voir bientôt, vous entendre parler de votre travail et établir avec vous des échanges.

Bien amicalement

A. WISNER
n°

Montréal, le 28 février 66.

Cher Wisner,

Merci de votre lettre sympathique, reçue il y a bien longtemps déjà... Vous m'y avez dit d'aller voir Lucien Brouha, qui venait d'arriver à Montréal.

Or, je suis allé voir Lucien Brouha. Et cela fut assez désagréable pour que j'éprouve le besoin de vous en parler: lui m'a paru très sympathique et intéressant. Mais vieux, vieux monsieur, déjà un peu apathique, vivant de souvenirs et n'ayant plus la force de monter un nouveau laboratoire d'économie d'une manière assez vivante pour être créateur tant sur le plan industriel que recherche. En somme, un vieux physiologiste du travail qui en est resté au step-tert et au tapis roulant.

2.
6.

Un séjour récent au Chiti l'a
encore plus démolie. Il est une vraie
ruine maintenant. (Remarquez qu'
je continue de bien l'aimer, malgré
les points négatifs).

Par contre il y a Nadame
Brouha. Là c'est tout le contraire,
car cette dame me paraît un petit
chef d'œuvre de prétention absurde.
Comme si elle pensait "Mon mari est
trop vieux, c'est maintenant moi qui
suis un des pères de l'économie."
Elle aussi en est au step-test, mais
n'y a rien compris de toute évi-
dence. Et avec la fureur des gens
peu intelligents elle coupe sans arrêt
la parole à son époux pour ex-
pliquer les choses à sa place,
faussant tout et empêchant tout
enrichissement. C'est d'un pénible,
je vous le dis!

Je ne parlais pas de ton
fils, une petite sorte de fils à

Papa qui croit à l'hérédité de l'intelligence, et se trouve d'autant plus convaincu qu'il étudie à l'Université Mc Gill.

Vous sentez certainement mon amertume. Elle est due au fait que voilà un homme qui a été appelé à Montréal à cause de sa renommée pour y monter un laboratoire d'économie mais qui me paraît absolument trop vieux et dépassé pour le faire; que voilà une femme qui s'impose constamment en disant "nous" - totalement inconsciente, humble - t - it, du petit rire amer de son mari quand elle parle de "nos" résultats - et qui va probablement tout foutre en l'air. Et voilà finalement un labo, nouveau dans une province extrêmement ouverte aux idées nouvelles pouvant améliorer les conditions de vie des ouvriers, qui

qui semble prouvé à un aveur
bien peu butlant.

Alors je vous demande : Est-ce
que je me trompe du tout au tout ?
Et n'y a-t-il rien à faire (par
moi puisque je suis sur place) au
cas où je ne me tromperais pas ?

Puis-je attendre une réponse
de votre part pour bientôt, car je
ne serai plus à Montréal pendant
longtemps si la Suisse me donne
l'argent demandé pour monter un
nouveau laboratoire à Zurich.

D'avance merci.

Recevez, cher Wilbur, mes
amicales pensées.

Etienne.

Bonnes salutations aux
gens de chez vous que je connais
et aime bien. Merci.

7 Mars 1966

Monsieur LACOTE^t
4965 Maple Wood App 12
MONTREAL
(Canada)

Cher LACOTE,

Je vous remercie de votre lettre du 24 Février et je suis heureux de voir comme vous vous êtes bien débrouillé dans une situation difficile.

Je crois en effet que la maladie et les déplacements du Pr. BROUHA, ont beaucoup compris le succès de l'enseignement et des recherches qu'il voulait lancer à MONTREAL. Je le regrette vivement pour vous et aussi pour la Physiologie et l'Ergonomie dans le Canada Français.

Si vous revenez en France cet été, venez me voir et nous réfléchirons ensemble sur votre avenir. Si d'ici là, on me propose un poste qui puisse vous convenir, je vous écrirai. En tous cas, je m'intéresse à votre réussite.

Continuez à me tenir au courant de votre travail et recevez, l'assurance de mes sentiments très cordiaux.

Dr. A. WISNER



CASE POSTALE 6128
MONTRÉAL

le 24 Février 1966

Monsieur

Je me permets de m'adresser à vous une fois encore pour vous mettre au courant des travaux que j'ai pu effectuer depuis mon arrivée à Montréal et pour vous demander conseil.

Comme je pense vous l'avoir indiqué dans une lettre précédente, mon premier souci a été de remettre en état de marche les appareils du laboratoire. C'est ainsi que j'ai pu étalonner et me servir d'un appareil de télémetrie auquel j'aimerais faire adjoindre, par une firme électronique, des compteurs imprimants ou une bande magnétique. (mais j'ignore encore si l'Université acceptera ce projet).

J'ai fait également plusieurs études dans le domaine sportif. Enfin, la semaine dernière, j'ai été invité à faire un séminaire sur le "Comportement de l'homme au travail", par le Centre d'Organisation Scientifique des Entreprises.

Pendant ces 6 mois il ne m'a pas été possible de pousser mes études plus avant car je n'ai pas assez de poids administrativement; seul le Dr Bronha aurait pu m'aider dans ce domaine or les circonstances ont fait que le Docteur n'a pratiquement pas travaillé dans son laboratoire. En effet un mois après son installation à Montréal il est parti en mission au Chili pour 2 mois 1/2. Rentré fin janvier il n'a pu reprendre son activité à cause de troubles digestifs et autres; hospitalisé depuis un mois il ignore encore quand il pourra se remettre au travail.

La maladie du Dr. Bronha et l'avenir incertain du laboratoire nous ont obligés à reconsidérer l'opportunité d'un séjour de 2 ans à Montréal,



~~CASE POSTALE 6125
MONTRÉAL~~

et à envisager notre retour en France dès l'été 1966 (comme nous l'avions d'ailleurs projeté à l'origine).
Un problème demeure certes, celui de mon recasement en France, aussi je vous serais très reconnaissant de bien vouloir me dire quelles possibilités me seraient offertes en Ergonomie ou dans une domaine connexe, ayant suivi Organisation Scientifique du Travail et Sécurité, au CNAM.

Dans l'attente de recevoir ces précieux renseignements je vous prie d'agréer Monsieur l'expression de mes sentiments respectueux.

Yves LACÔTE
4965 Maplewood App^t 12
Montréal

Rapport sur la soutenance de thèse de Monsieur Mbumbu Di-Bilesh'i Langa

Adaptation ou création de l'organisation du travail lors d'un transfert de technologie Analyse de l'activité de l'encadrement et conception de l'organisation

Monsieur Mbumbu Di-Bilesh'i Langa a soutenu une thèse d'Ergonomie le 26 mai 1994 devant un jury composé de Madame Kurumi Sugita (chargée de recherche, C.N.R.S.) et de MM. Alain Wisner (professeur émérite, C.N.A.M., directeur de thèse), Jacques Leplat (professeur émérite, E.P.H.E. rapporteur), Christian Baudelot (professeur, E.N.S., rapporteur) et Pierre Falzon (professeur, C.N.A.M., président du jury).

Alain Wisner, directeur de la thèse, rappelle que Mbumbu Di-Bilesh'i Langa possède une culture rare s'étendant sur 3 continents. Zaïrois, il bénéficie d'une bourse pour faire ses études d'ingénieur en génie industriel à Istanbul et il doit apprendre le turc. Il fait ensuite ses études d'ergonomie au CNAM, y obtient son DEA et y prépare sa thèse.

Dans sa thèse M. Langa utilise et développe l'analyse ergonomique du travail, méthodologie propre à l'ergonomie francophone. Cette méthodologie utilise les observations du comportement en situation et procède à des autoconfrontations. Elle est de nature psychologique. M. Langa utilise cette méthodologie pour étudier les activités de cadres dirigeants et explorer l'organisation de deux entreprises situées l'une à Kinshasa au Zaïre et l'autre à Nanterre en France. Il montre que l'on ne peut comprendre les différences entre ces deux organisations qu'en remontant à des causes situées dans la géographie, l'histoire, l'économie, l'anthropologie des deux pays où les usines sont implantées ; c'est-à-dire sans se rapporter à des facteurs anthropotechnologiques.

L'analyse ergonomique du travail dont l'origine remonte à Suzanne Pacaud, André Ombredane, Jean-Marie Faverge, Jacques Leplat, etc., consiste donc à observer les comportements des personnes en situation de travail (action, observation et communication). Divers auteurs appartenant au laboratoire d'ergonomie du CNAM ont au cours des années 70 et 80 spécifié précisément cette méthodologie en montrant l'intérêt de regrouper les données en "histoires" qui s'entremêlent et surtout de procéder à une autoconfrontation de la personne observée avec son activité observée et reconstituée. L'autoconfrontation orale est une méthode qui fait appel à deux traditions psychologiques différentes qui permettent non seulement de décrire les activités mais aussi d'approcher leur sens. En outre, la durée des observations (la journée étant l'unité) et leur caractère exhaustif permettent de saisir l'ensemble des activités dans les tâches complexes.

Comme M. Langa souhaitait analyser des activités essentiellement verbales, il a procédé à la transcription écrite des enregistrements sur magnétophone (80 pages dactylographiées par journée) et a innové en demandant aux deux responsables étudiés de produire des corrections et des commentaires écrits relatifs à ces transcriptions. C'est l'auto-confrontation écrite.

M. Langa a créé une étape supplémentaire d'analyse : l'entretien guidé par les faits. Il s'agit d'entretiens qui ont la particularité de suivre d'assez près la transcription écrite après autoconfrontation pour mieux comprendre l'origine et le sens des comportements observés. Cette méthodologie proposée par M. Langa est riche - voire lourde - car elle combine plusieurs approches psychologiques. Elle comporte des innovations significatives pour la méthodologie ergonomique.

Les activités des cadres dirigeants ont été peu ou pas explorées jusqu'à présent alors que l'ont été les activités de personnes de niveau élevé mais non dirigeantes : contrôleurs de la navigation aérienne, infirmières, concepteurs de logiciel, etc. La thèse de M. Langa constitue donc une innovation intéressante pour une meilleure connaissance des activités complexes et de haut niveau.

Il est à noter que grâce à l'analyse ergonomique du travail et aux "histoires" qu'il peut décrire, M. Langa parvient à saisir non seulement l'activité de gestion quotidienne mais encore les projets en cours, qu'ils soient à long terme comme le transfert futur de l'activité de mélange d'huile de Nanterre dans une autre usine et la préparation des fonctions futures du directeur en Asie, qu'ils soient à moyen terme : choix et formation des cadres futurs de l'entreprise, remplacement des socles des moteurs, transformation de certaines activités de stockage grâce à la construction d'échafaudages fixes.

Les activités des cadres dirigeants ne se comprennent qu'en fonction des tâches qui leur sont confiées, des moyens dont ils disposent et des organisations dans lesquelles ils agissent. Les conclusions auxquelles arrive M. Langa à la suite d'une démonstration rigoureuse sont de deux ordres. D'une part dans une catégorie classique en ergonomie, les diverses insuffisances techniques qui caractérisent l'usine zaïroise et les recommandations qu'il convient de formuler pour y parer. D'autre part les conclusions de M. Langa portent sur l'organisation du travail réelle dont il montre qu'elle s'écarte peu de l'organisation prescrite dans l'usine française et qu'elle en est très éloignée dans l'usine zaïroise.

L'étude psychologique de chacun des deux responsables montre qu'ils sont conduits à gérer des situations très différentes dont l'origine peut être montrée en poussant l'analyse ergonomique du travail plus loin qu'il n'est habituel de le faire. M. Langa entre dans le domaine de l'Anthropotechnologie, c'est-à-dire, celui de l'adaptation de la technologie aux caractéristiques du pays acquéreur d'une technologie étrangère. M. Langa montre bien les deux aspects de l'Anthropotechnologie : d'une part, les différences économiques et sociales entre les deux pays : capacités de traitement et de stockage différentes au port et dans l'usine, caractéristiques du réseau ferré, disponibilité des pièces détachées, d'autre part les différences culturelles : urgence et nécessité absolues de participation à des cérémonies funéraires pour les ouvriers, exigences inattendues et très fortes des clients zaïrois qui ne sont pas en état de prévoir les commandes à l'usine. M. Langa montre que les mêmes caractéristiques culturelles apportent aussi des remèdes propres au Zaïre : plus grande disponibilité des opérateurs zaïrois à un accroissement inattendu de la durée du travail, acceptation des investigations du directeur pour se renseigner sur la probabilité des commandes de ses clients.

Il s'agit là d'acquisitions importantes pour le thème de l'anthropotechnologie qui s'est affirmée et développée depuis 20 ans dans les pays les plus divers, en particulier à l'occasion d'une vingtaine de thèses.

La thèse de M. Langa est aux yeux de A. W. un travail remarquable du point de vue ergonomique, psychologique et anthropotechnologique.

Jacques Leplat loue d'abord la qualité du travail présenté. Il trouve le sujet de la thèse particulièrement bien choisi, non seulement parce qu'il concerne un problème d'une grande importance pour le pays du candidat, mais aussi parce qu'il soulève de nombreuses questions théoriques dont cette thèse a justement repéré et discuté quelques-unes. Dans ce sujet très large, le candidat a cerné un sous-thème plus limité avec "l'activité de l'encadrement et la conception de l'organisation". Les deux cadres généraux de référence choisis pour aborder le sujet sont l'ergonomie et l'anthropotechnologie. Leur présentation fait l'objet des deux premiers chapitres.

J. L. pense que le candidat doit être spécialement félicité pour le travail empirique réalisé. Celui-ci exigeait, en effet, un fort investissement personnel, une familiarisation

avec les techniques de production, avec le milieu et plus encore avec les personnes étudiées. Une masse de données a été recueillie dans deux entreprises (à Kinshasa et à Nanterre) et traitée par des méthodes choisies avec pertinence et bien appliquées. Ces données constituent une très riche source d'information dont l'exploitation pourra être ultérieurement poursuivie. Un effort a été fait pour insérer les analyses dans des cadres théoriques et les relier à des courants de recherche qui les éclairent. L'idée d'accéder au fonctionnement réel de l'organisation grâce à l'analyse fine de l'activité d'un cadre était originale par rapport aux méthodes classiques de psychologie sociale et de sociologie et le candidat en a bien tiré parti: la bibliographie variée sur le sujet montre qu'il a repéré de nombreux aspects de son thème.

J. L. formule ensuite quelques remarques critiques et interroge le candidat à leur propos. Il pense que celui-ci aurait mieux valorisé son travail en proposant un texte plus court et mieux structuré, à partir d'une problématique plus claire, ce qui aurait aidé à faire ressortir plus nettement les sous-thèmes et les résultats essentiels. Il regrette le déséquilibre de dimension entre la partie problématique (chapitres 1 et 2) et la partie empirique trois fois plus longue. Cette dernière est beaucoup trop détaillée et noie le lecteur : le candidat colle trop à ses données. Les résultats, pourtant instructifs, de la comparaison des deux études ne sont pas suffisamment mis en relief. Quelques questions sont posées sur des aspects méthodologiques des études : par exemple, sur le choix du nombre de sujets et d'autres méthodes possibles. Le candidat donne des réponses satisfaisantes aux questions, réponses qui expriment ses bonnes connaissances et la conscience qu'il a des limites de son travail.

En conclusion, et malgré des défauts, J. L. estime qu'il s'agit d'une thèse de très bonne qualité qui manifeste des vues originales, et, avec la discussion, témoigne du bon niveau de compétence du candidat.

Christian Baudelot dit l'immense intérêt qu'il a pris à lire cette thèse. Il félicite M. Langa pour la qualité de l'observation, l'ingéniosité de la méthode et la richesse des résultats. Son travail apporte en effet des connaissances nouvelles sur une catégorie sociale qui a beaucoup été étudiée en dehors de ses activités professionnelles : le mode de vie des cadres, leurs opinions, leurs salaires, leurs carrières font l'objet d'enquêtes régulières. Mais on ne sait pratiquement rien de la nature exacte de leurs activités dans le cadre de l'entreprise. La méthode utilisée par le candidat - une observation minutieuse d'une journée de travail - apporte beaucoup d'informations sur le contenu exact de l'activité d'un directeur d'usine. Au Zaïre, on s'aperçoit qu'il est à la fois au four et au moulin et que sa fonction principale consiste à gérer instant par instant l'imprévu qui seul arrive. Préposé aux dysfonctions nombreuses dans l'économie de ce pays, le directeur est sans cesse mis dans la nécessité d'improviser et d'inventer des solutions inédites. Directeur en droit, il est en fait l'homme à tout faire de l'entreprise. Il connaît personnellement chacun des travailleurs de l'usine et séjourne plus souvent en dehors de son bureau que dedans. Le travail de son homologue nanterrois est beaucoup mieux organisé. L'horizon du premier est borné par un présent instantané tandis que les conditions de travail de l'autre lui permettent de planifier à beaucoup plus long terme. Pour lui, gouverner c'est encore prévoir.

Les mérites de ce travail sont considérables. Il y a d'abord la mise en oeuvre d'une méthodologie d'observation originale, liée à une hypothèse très inventive. Très discret sur la quantité de travail nécessaire à le produire (travail énorme puisque la simple transcription des données recueillies en une seule journée comporte entre 80 et 100 pages), l'auteur y a sûrement consacré beaucoup d'énergie. Un autre mérite réclame d'être souligné puisqu'il est relativement invisible dans la thèse bien qu'il ait permis au travail d'exister. L'accumulation et le recueil de données d'une aussi grande qualité impliquent en effet que soient établies des relations assez fortes de confiance et de respect mutuel entre l'enquêteur et l'enquêté pour que les deux directeurs acceptent de se prêter au jeu et de se laisser observer ainsi, instant par instant, au cours de plusieurs

journées. Commune à toutes les sciences humaines et sociales (psychologie, ergonomie, ethnologie, sociologie), cette qualité d'empathie et de neutralité, nécessaires à l'enquêteur pour se faire accepter, est à la fois rare et fondamentale. Il y a aussi d'excellentes qualités d'observation et de compréhension des actes observés. La formation d'ingénieur du candidat et sa familiarité avec l'univers technologique et humain de l'entreprise sont ici heureusement réinvesties au service de la connaissance. Il y a enfin de bonnes dispositions à la conceptualisation et à la théorisation des résultats. L'objet est clair et ambitieux : il consiste à cerner les contributions possibles d'une approche des situations de travail centrées sur l'activité dans la conception et la compréhension des systèmes organisationnels.

Fermement organisée théoriquement, cette thèse commence par l'énoncé de trois thèses initiales: 1. l'activité de l'encadrement peut s'analyser par les méthodes de l'ergonomie; 2. l'analyse de l'encadrement est pertinente pour aborder l'organisation du travail; 3. l'anthropotechnologie fournit un cadre favorable pour procéder à une analyse ergonomique de l'organisation. Une application en est ensuite donnée dans le cadre d'une monographie réalisée dans une usine de mélange de lubrifiants au Zaïre et dans son équivalent métropolitain située à Nanterre.

Tout au long de ce travail, M. Langa fait preuve d'une très grande finesse d'observation, d'une connaissance très précise et très vaste de la littérature consacrée au sujet, y compris dans ses prolongements sociologiques (Goffman, Becker, Garfinkel). Très bien écrite, la thèse est aussi très bien composée et l'intérêt du lecteur y est vivement stimulé.

Les résultats de ce travail permettent de poser au moins deux problèmes plus généraux. Le premier est de méthode et a trait à la technique d'enregistrement des budgets temps. Insatisfaisante dès lors qu'elle réduit à des moyennes des emplois du temps nombreux (la réduction appauvrit), elle est beaucoup plus intéressante dès lors qu'elle enregistre sans les coder tous les actes professionnels d'un même individu au cours d'une même journée. Ne prétendant à aucune généralisation, cette méthode instruit sur l'activité réelle de la personne interrogée, considérée soit comme un cas-type, soit comme un hapax. Le second est plus théorique. Les travaux de M. Langa redonnent vie à des intuitions jadis développées par Maurice Halbwachs qui considérait l'objet sur lequel travaillaient les différentes classes sociales. Le cas de ces deux directeurs est particulièrement intéressant à analyser dans ce cadre conceptuel de l'anthropotechnologie. Il y a du Le Play dans cette approche de la réalité. Il serait intéressant d'appliquer la même méthode d'observation à d'autres professions : journaliste, député, promoteur immobilier, etc...

Pour les horizons nouveaux qu'il ouvre autant que par la qualité et l'originalité de ce travail, M. Langa est vivement félicité par Ch. B.

Pour Madame Kurumi Sugita, M. Langa a choisi un sujet novateur : analyser l'activité de l'encadrement par les méthodes de l'ergonomie permettrait d'aborder l'organisation du travail. Ce choix de prendre les risques qui accompagnent un tel sujet novateur mérite d'être reconnu d'autant plus que la quantité de travail nécessaire pour déployer les techniques d'enquêtes élaborées par M. Langa est considérable. En tant qu'anthropologue, elle tient également à insister sur la qualité des relations que M. Langa a su établir avec les observés, car la qualité de collaboration et des informations en dépend largement.

Etant donné le coût qu'entraîne l'enquête de ce type, le choix du poste à analyser est extrêmement important. Or, le choix du chef d'unité parmi les cadres n'est pas justifié de manière explicite. La lourdeur du dispositif demanderait plus de développement sur ce choix, d'autant plus que, par la suite, le choix du directeur d'usine à Nanterre est une projection de ce premier choix. Ceci appelle une autre remarque sur la méthode de

comparaison internationale : est-il pertinent de comparer ces deux postes seulement parce qu'ils sont à peu près équivalents sur les organigrammes ? Quoi qu'il en soit, il faudrait sans doute nuancer le résultat obtenu, c'est-à-dire la connaissance acquise sur l'organisation du travail, selon le poste d'encadrement observé. Au cours de la soutenance M. Langa a justifié son choix qui aurait découlé de ses travaux précédents sur le même site et par le fait que les deux unités appartenaient au même groupe industriel partageant ainsi le même principe d'organigramme.

Que l'usine zairoise fonctionne en mode dégradé fort est particulièrement bien montré dans ce travail. Quel sens attribuer à l'expression "mode dégradé" ?

1. Pour les chercheurs, le mode de fonctionnement théorique n'est qu'une supposition de commodité afin de situer le degré de dégradation de la situation réelle. On effectue quand même un choix en situant le point zéro de référence au mode de fonctionnement théorique. Autrement dit, théoriquement il est toujours possible de le placer ailleurs : on peut partir d'un mode "dégradé" qui serait une situation de référence.
2. Pour les acteurs, dans leur vécu quotidien il existe inévitablement une valorisation de la situation proche du mode théorique et une dévalorisation de la situation de dégradation.

Dans le travail de M. Langa, ces deux niveaux d'analyse ne sont pas toujours bien distingués, et ceci n'est peut-être pas tout à fait innocent. Le choix du mode de fonctionnement théorique comme le point de référence de la part de chercheurs n'est sans doute pas indépendant du contexte historique et social. On pourrait imaginer d'autres cadres théoriques fondés sur d'autres types de pratiques. Dans sa réponse lors de la soutenance M. Langa semble avoir justifié l'utilisation du cadre théorique du mode de fonctionnement dégradé du point de vue de l'intérêt de la technique ergonomique. Cette réponse laisse K.S. sur sa faim, car elle laisse de côté le phénomène d'interactions entre les pratiques des acteurs et la construction théorique.

Une discipline, à laquelle M. Langa ne fait pas appel dans sa thèse et qui mériterait d'être mentionnée, est l'histoire. Il faudrait regarder l'histoire de l'industrialisation, l'histoire de l'introduction du cadre du système productif occidental, et le rôle qu'ont joué et jouent les relations familiales, villageoises, de parenté, etc. dans ce processus, et ceci pour ne pas tomber dans le piège du culturalisme.

Globalement M. Langa a bien défendu sa thèse : l'analyse de l'encadrement qui occupe une position stratégique dans l'organisation du travail est pertinente. Il reste que le choix de ce poste à analyser nécessite sans doute une pré-enquête avec une participation d'autres disciplines.

Pierre Falzon salue tout d'abord le volume du travail effectué et souligne l'intérêt de l'étude du travail des cadres, un champ beaucoup trop délaissé par l'ergonomie. La méthodologie utilisée (comparaison d'une même fonction dans deux pays différents) est justifiée par le point de vue anthropotechnologique de l'auteur. Mais on peut aussi la voir comme un nouvel exemple d'utilisation d'une technique générale : pour comprendre une activité particulière, il est fructueux de procéder en comparant des opérateurs différant par leur expérience professionnelle, leur formation antérieure, le contexte technique, etc.

P.F. émet plusieurs critiques. En premier lieu, le texte proposé est beaucoup trop long et trop uniforme. Les points importants ne sont pas mis en valeur de façon claire, le lecteur est face à un texte trop descriptif ; le travail de synthèse lui est laissé. Ceci est d'autant plus regrettable que l'exposé de soutenance était beaucoup plus clair.