

Secrétariat d'État aux Universités
Conservatoire National des Arts et Métiers
Département des Sciences de l'Homme au Travail

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL ET D'ERGONOMIE

RAPPORT N° 24

**TEXTES GÉNÉRAUX
SUR L'ERGONOMIE
« 1960 - 1971 »**

Février 1972

Secrétariat d'État aux Universités
Conservatoire National des Arts et Métiers
Département des Sciences de l'Homme au Travail

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL ET D'ERGONOMIE

RAPPORT N° 24

**TEXTES GÉNÉRAUX
SUR L'ERGONOMIE
« 1960 - 1971 »**

Février 1972

R A P P O R T N° 2 4

TEXTES GENERAUX SUR L'ERGONOMIE

(1960 - 1971)

Ces textes ont été rédigés par A. WISNER
en diverses occasions et traitent de
l'ergonomie sous des aspects différents

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
I - Un exemple de laboratoire industriel "Les études Physiologiques à la Régie Renault"	1
II - L'Ergonomie en 1980	21
III - La participation de l'ergonome à la conception des bâtiments et des installations sidérurgiques ...	23
IV - L'Ergonomie : Buts et Moyens	40
V - Extraits de la leçon inaugurale de A. WISNER	63
VI - Conditions de travail et de santé	86
VII - Conclusions du colloque international d'ergonomie appliquée à la conception de la machine	99
VIII- Ergonomie et Médecine du Travail	106
IX - Editorial du premier numéro du bulletin de liaison de la Société d'Ergonomie de Langue Française	113
X - Suggestions pour la Recherche future dans le domaine de l'Ergonomie	115
XI - L'Ergonomie en France	120

UN EXEMPLE DE LABORATOIRE INDUSTRIEL

"LES ETUDES PHYSIOLOGIQUES

A LA REGIE RENAULT"

Article rédigé en 1960 à la suite d'une conférence prononcée dans le cadre du premier cycle d'information sur l'adaptation du travail à l'homme organisé par l'A.F.A.P. et publié dans "LE TRAVAIL HUMAIN" 25, 3.4 (Juillet 1962)

Le but qui nous avait été fixé pour cet exposé n'était pas une description de nos recherches, mais une évocation de la vie d'un laboratoire de physiologie dans l'industrie. Nous décrirons successivement l'origine et l'organisation de notre unité, les principales recherches entreprises et les champs d'application qui nous ont été ouverts.

I - ORIGINE ET ORGANISATION DES ETUDES PHYSIOLOGIQUES

Quand, en Novembre 1954, la Direction de la Régie Nationale des Usines Renault décidait d'embaucher un physiologiste, sa préoccupation essentielle était d'améliorer le confort et la sécurité des voitures. A la vérité, cette volonté d'amélioration est depuis toujours celle des ingénieurs qui dessinent et essaient les automobiles. Mais il est apparu que certains efforts techniques n'augmentaient pas toujours la satisfaction des usagers. Le caractère imprévu des réactions des conducteurs, la recherche des critères de satisfaction, sont bien à l'origine de la création des études physiologiques.

Notre unité fait partie de la Direction des Recherches scientifiques que dirige un éminent métallographe : M. Jacques Pomey. La Direction des Recherches Scientifiques est elle-même une des quatre grandes divisions de la Direction des Etudes et Recherches dont le responsable est M. Fernand Picard, président de la Fédération Internationale des Sociétés d'Ingénieurs et de Techniciens de l'Automobile. La situation des études physiologiques est ainsi très caractéristique, car elle souligne notre double orientation : méthode scientifique et souci des applications techniques. Il s'agit de connaître et de faire connaître les travaux scientifiques relatifs à l'homme et utilisables dans la conception d'une machine. Il est incontestable que, dans ces conditions, le spécialiste des disciplines de l'homme est amené à s'exprimer suivant un mode de pensée qui ne lui est pas habituel, mais cet effort est récompensé par la possibilité de travailler avec d'excellents spécialistes de disciplines voisines : acoustique, mécanique, optique, thermodynamique, électronique, chimie organique, etc ...

La composition de notre équipe de recherches est elle-même assez typique de cette orientation puisque l'on trouve, à côté de trois médecins physiologistes et psychologues, trois physiciens mécaniciens et électroniciens. On peut d'ailleurs penser que, dans quelques années, il n'y aura plus que des ergonomistes, tellement le mode de pensée de notre discipline efface les traits propres à la formation d'origine.

L'énumération des membres de notre équipe ne suffit pas à évaluer nos moyens. En effet, notre implantation au Centre Technique Renault nous permet d'utiliser les ressources des services voisins, de même qu'il nous arrive souvent de participer à des travaux qui traitent beaucoup plus de la matière que de l'homme.

II - PRINCIPALES RECHERCHES POURSUIVIES ACTUELLEMENT

L'entreprise, en tant que telle, ne demande pas à poursuivre des recherches. Elle donne des emplois à des hommes en produisant des objets de bonne qualité et bon marché.

Il est donc demandé au physiologiste industriel de donner des conseils pour que le produit soit de meilleure qualité et fabriqué dans des conditions satisfaisantes.

Malheureusement, l'état des sciences humaines, comme d'ailleurs de la métallurgie ou de la chimie, ne permet pas toujours de répondre directement aux questions que pose la conception du produit, il est alors nécessaire de faire des recherches soit sous forme de contrat de recherches avec des laboratoires de l'Université, des Instituts spécialisés, ou comme dans notre cas, dans un laboratoire d'industrie. L'origine même du laboratoire de recherches dans l'industrie doit demeurer constamment présente dans notre esprit, afin qu'en toute loyauté nous essayions toujours de répondre aux questions par une étude documentaire. Il nous faut toujours chercher la réponse rapide et peu coûteuse, même si son degré d'approximation satisfait plus le demandeur que nous-mêmes.

Dans bien des cas cependant, il nous a été impossible de donner des réponses avec un degré de certitude acceptable et des recherches ont été entreprises. Ces recherches peuvent être à court terme, mais elles peuvent aussi s'échelonner sur 5 ou 10 ans quand cela se révèle nécessaire.

Afin de ne pas allonger cet exposé, nous nous bornerons à évoquer quatre sujets actuellement en chantier depuis plusieurs années : étude anthropométrique du poste de conduite, mécanisme et prévision des accidents d'automobiles par perte de vigilance, mécanisme et prévention des blessures par accidents de la route, étude du corps humain considéré comme un système de masses suspendues.

A) Etude anthropométrique du poste de conduite

Souvent un observateur peu averti ressent en conduisant sa voiture, un certain nombre de désagréments. Il cherche à compenser cette situation défavorable en réglant le siège dans une meilleure position, en utilisant des coussins, etc... Cet automobiliste comprend difficilement que le constructeur ne pare pas à cet inconvénient par une modification du modèle. Deux obstacles graves s'opposent à cette modification : la dispersion des jugements portés sur le même véhicule par des sujets de dimensions diverses, la difficulté de changer profondément un modèle après que les outils de fabrication aient été construits.

Pour éviter la gêne parfois douloureuse qu'éprouvent certaines personnes dans leur véhicule, il est nécessaire qu'une étude anthropométrique du poste de conduite et de la place des passagers ait été faite dès la conception de la voiture, quand le dessin, encore flexible, permet d'agir facilement.

L'analyse anthropométrique du poste de conduite nécessite un certain nombre d'étapes préparatoires et des techniques de travail.

1° - Etapes préparatoires

Le moyen idéal pour adapter le poste de conduite à l'homme serait de mesurer les différentes parties du corps des clients de la marque. Malheureusement, il est bien évident que cela n'est possible ni sur l'ensemble de la population ainsi définie, ni sur un échantillon représentatif.

Il nous a donc fallu utiliser les mesures prises sur des échantillons particuliers de population. Grâce à M. Roche, nous avons pu mesurer au Laboratoire de la Prévention Routière, trois cents conducteurs de camions par la méthode

de Morant. Nous avons obtenu ainsi non seulement les dispersions des principales dimensions, mais encore les tableaux de corrélations de ces différentes dimensions entre elles. Quand on remarque, par exemple, que la hauteur assis a une corrélation de l'ordre de 0,45 avec les dimensions des membres, on peut comprendre pourquoi il est difficile de satisfaire l'ensemble des gens intéressés.

Pour rattacher les résultats obtenus avec des échantillons limités à la population globale des utilisateurs, il a fallu évaluer la dispersion des tailles des acheteurs à travers le monde et voir l'influence de l'origine ethnique, du milieu social, du sexe, de l'âge, etc ... L'aboutissement de ce double effort de mesure et d'étude de clientèle est l'évaluation des principales dimensions des futurs acheteurs. Ces dimensions données sous forme de tableaux d'utilisation facile varient avec le type de véhicule construit : voiture de grande série ou de luxe, camion, tracteur agricole, etc... Une étude particulière doit être faite pour chaque grande catégorie de matériel avec révision en cas de modification du marché : accroissement des ventes aux U.S.A. ou au Japon, augmentation du pourcentage de femmes parmi les conducteurs, etc ... On sait que la taille des femmes est en moyenne inférieure de 11 cm à celle des hommes. Or, 9 % des permis de conduire furent délivrés en 1950 à des femmes, 19 % en 1954, 29 % en 1959.

2° - Techniques de travail

Pour que l'action de l'ergonome soit efficace à chaque étape de la conception du produit, il faut que celui-ci dispose d'un certain nombre de techniques de travail d'utilisation commode ; nous n'en décrirons que deux : les mannequins et le poste de conduite réglable qui ont été conçus par M.Rebiffé.

a) Les mannequins : sont appelés familièrement "oscars" à la suite d'une tradition dont j'ignore l'origine. "Oscar" est un pantin plat, articulé dans un seul plan et qui possède à l'échelle du dessin, les dimensions exactes de l'homme. Les "oscars" les plus utilisés sont des reproductions à 1/01, 1/5 et 3/10. Le type de mannequin le plus banal représente un homme de taille et de dimensions moyennes. Mais, il est souvent utile de disposer du mannequin de l'homme petit ou grand et harmonieusement proportionné ou encore de l'homme doué de grands bras, de petites jambes ou de toute autre particularité anthropométrique déterminante.

Le mannequin est placé par le dessinateur sur le projet à même échelle et il est facile ainsi de repérer les défauts du projet du point de vue des dimensions de l'homme. En réalité, cette méthode ne permet qu'un dégrossissage, car "Oscar" ne se plaint pas des mauvaises positions qu'on lui donne. D'autre part, ces mannequins ne peuvent être extrêmement précis du fait de leurs dimensions réduites.

b) Le poste de conduite réglable permet de réaliser en un temps très bref et sans frais le poste de conduite d'une voiture particulière, d'un camion, voire d'une locomotive.

Pour juger du confort du projet, on peut faire monter sur l'appareil des hommes de tailles et de dimensions caractéristiques. L'analyse des photographies permet de mesurer les angles entre les différents segments de membres et donc de vérifier la correction des attitudes. Il s'agit là d'une méthode très utile, car d'un usage facile. D'autre part, elle contourne la difficulté que constitue le secret de conception au début de la création d'un prototype. Elle ne dispense pas de construire ultérieurement une maquette en bois, plus longue à fabriquer, mais plus exacte. Celle-ci fait à nouveau apparaître des problèmes que les premières études n'avaient pas mis en évidence. Le travail de l'ergonome, du "biomécanicien" est, en tout cas, un travail prolongé depuis la rédaction

du Cahier des Charges du véhicule jusqu'aux ultimes discussions qui précèdent la spécification. Le travail n'est d'ailleurs jamais que celui d'un conseiller qui n'oublie pas que des considérations de construction ou d'économie déterminantes doivent avoir leur place à côté des impératifs du confort et de la sécurité.

Toute réalisation technique est le fruit d'un compromis qui est d'autant meilleur, que les principales données ont été mieux dégagées au préalable.

B - Les accidents d'automobiles par perte de vigilance

L'importance considérable des accidents de la route est une préoccupation de tous ceux qui ont une responsabilité dans le domaine de l'Hygiène Publique, des Routes et de l'Industrie automobile. Pour notre part, nous avons, dans une première étape, essayé d'analyser les circonstances dans lesquelles ces accidents se produisent. Nous avons remarqué avec étonnement qu'il existe un nombre important d'accidents pour lesquels aucune anomalie de la route ou de la voiture, aucune faute du conducteur ne peuvent être relevées. En France, pour l'année 1958, le livre de statistiques publié par le Ministère des Transports, note sur 123.637 accidents que 24.186 sont survenus sans vitesse excessive, sans faute du conducteur, sur revêtement sec et en ligne droite. Dans moins de 10 % des cas, l'état du véhicule est en cause. On peut estimer à 18 % les accidents qui ne peuvent être expliqués que par l'état psychophysiologique du conducteur. L'épilepsie, l'angine de poitrine sont parfois invoquées comme cause. Le contrôle objectif permet bien rarement de confirmer ces hypothèses. La baisse de la vigilance nous a paru expliquer un certain nombre de ces accidents et une recherche expérimentale a été tentée dans ce sens.

Avec C. Tarrière, nous avons réalisé un dispositif qui place le sujet dans une situation analogue à celle de la conduite automobile monotone. Le sujet est placé devant un écran panoramique sur lequel est projeté un film représentant une route de forêt parcourue à 40 km/h. Des taches blanches apparaissent sur l'écran au hasard dans le temps et l'espace, leur durée de présentation est courte : 30 sec. Leur nombre est très peu élevé : 24 pour 90 minutes d'épreuve. Le sujet doit signaler l'apparition de chaque tache en appuyant sur un bouton.

La première série d'expériences réalisée dans des conditions satisfaisantes de confort, avec un niveau sonore de 40 dB, a montré une baisse de la vigilance après la première demi-heure.

Mackworth et l'Ecole de Psychologie appliquée de Cambridge avaient déjà mis en évidence ce phénomène dans des situations apparemment différentes, comme le test de l'horloge. Notre travail tend à montrer que la perte de vigilance en situation monotone a un sens très général. C. Tarrière a noté, d'autre part, que le sujet privé de sa montre perd, dans ces conditions, la notion du temps, il ne peut évaluer la durée de l'épreuve, l'intervalle entre les signaux qu'avec des erreurs considérables (25 à 50 %).

Dans une nouvelle série expérimentale actuellement en cours, nous étudions l'effet des bruits sur la vigilance, qu'il s'agisse du bruit monotone d'un moteur, de la musique ou de la parole. Nous espérons ainsi que cette étude expérimentale destinée initialement à une étude gratuite des causes d'accidents pourra aboutir à des recommandations relatives au niveau de bruit tolérable ou à l'usage de la T.S.F. dans les voitures.

Il est bien certain que cette étude ne nous amène pas aussi directement que d'autres à modifier les voitures et qu'elle paraît ainsi plus éloignée des buts de notre laboratoire d'adaptation du travail à l'homme.

En réalité, un tel travail nous permet d'aborder un des problèmes fondamentaux qui nous préoccupe, doit-on continuer d'améliorer le confort, l'insonorisation pour diminuer la fatigue, ou doit-on accepter le paradoxe qui consiste à penser que l'amélioration des conditions de conduite diminue la vigilance ?

C - Mécanisme et prévention des blessures par accidents de la route

Quand le mauvais état de la route, du véhicule ou du système nerveux du conducteur ont produit l'accident, le choc des passagers contre les parois des véhicules peut déterminer des blessures d'une gravité très diverse, suivant le type de l'automobile accidentée.

Pour approfondir notre connaissance des liaisons entre les blessures et l'aménagement intérieur des voitures, nous avons pu disposer des travaux de chirurgiens français, et en particulier, du Pr Bourret.

Le mécanisme de déformation des voitures a été aussi approfondi, en collaboration avec M. Leroy, grâce à l'observation systématique de voitures accidentées et à la réalisation d'accidents provoqués avec des voitures diverses lancées à des vitesses variées. De l'ensemble de ces observations, on peut tirer deux catégories de conclusions : les unes relatives à la structure même des véhicules, ce qui sort de notre compétence, les autres concernant l'aménagement intérieur des automobiles.

Pour réduire la gravité des blessures, il faut que le corps ne heurte que des surfaces assez grandes et susceptibles de se déformer en ne déterminant que de faibles accélérations négatives sur l'objet qui les heurte. En pratique, les expériences consistent à projeter sur le dispositif à étudier un mobile dont on mesure les variations de l'accélération.

70 % des blessés de la route ont la tête atteinte, aussi avons-nous essayé de réaliser des mobiles dont les caractéristiques soient analogues à celles de la tête. Nous avons d'abord réalisé un mouton dont l'extrémité inférieure a le rayon de courbure de la tête et dont la masse permet d'obtenir des pressions unitaires analogues à celles de la tête. Ce dispositif permet d'évaluer les propriétés des matériaux amortissants.

Pour étudier les éléments plus volumineux : tableau de bord, pare-brise, volant, nous avons utilisé une sphère d'aluminium ayant la masse et le rayon de courbure moyen de la tête.

L'analyse des travaux de deux professeurs à l'Université Wayne de Detroit, un neurochirurgien E.S. Gurdjan et un mécanicien Lissner, nous a permis de connaître les propriétés mécaniques de la tête humaine. A partir de ces données, nous avons réalisé des modèles en plastique remplis de gélatine dont le comportement nous a paru suffisamment proche de la réalité. Désormais, ce sont ces modèles qui, projetés violemment sur les éléments de voiture à étudier, nous permettront de prévoir les blessures et, peut-être, de les éviter.

Il est indispensable d'obtenir des renseignements expérimentaux convenables pour conseiller utilement dans le domaine des chocs. Les considérations de bon sens, les expériences statiques ne peuvent nous apporter les informations nécessaires.

Munis de ces renseignements, il faut encore les faire passer dans les faits, ce qui présente des difficultés singulières. Nous ne donnerons que deux exemples d'incompatibilités graves :

- a) l'amélioration de la visibilité demande la réduction des montants latéraux de pare-brise, mais la réduction des montants latéraux réduit la rigidité de la caisse en cas de retournement;
- b) il est nécessaire que le siège avant soit rigide pour éviter que le passager arrière n'écrase pas le passager avant sous son poids, en cas de choc avant, mais le siège rigide favorise la fracture cervicale mortelle des chocs arrière.

La prévention des conséquences des accidents est un nouveau domaine où se retrouvent les médecins et les ingénieurs pour essayer de comprendre des phénomènes très complexes. Il faut souligner que le travail est difficile, car il faut protéger contre des chocs, se produisant parfois à 100 km/h, un objet aussi fragile que le corps humain. Rappelons que la tête se brise sur le ciment ou le carrelage si elle tombe d'une hauteur de 1 m.

D - Le corps humain considéré comme un système de masses suspendues

Depuis qu'il existe des véhicules, l'effort des constructeurs a tendu vers la réduction des secousses. Cet effort s'est traduit par un nombre considérable d'études techniques. L'homme, dont les sensations constituent, là comme ailleurs, le seul critère de réussite, a été au contraire assez peu étudié.

Des auteurs américains et allemands, ingénieurs pour la plupart, ont cependant soumis un certain nombre de gens à des secousses de caractères divers, et ils leur ont demandé leurs impressions. Les évaluations assez fidèles ont permis l'établissement de courbes donnant l'opinion du sujet moyen en fonction de la fréquence et de l'amplitude des secousses. En réalité, cette méthode globalisante n'apprend rien sur le mécanisme de la sensation, ne localise même pas la gêne à une partie du corps. Le sujet peut, en effet, souffrir de nausées, de douleurs musculaires au niveau des reins ou de la nuque, de la compression exagérée des fesses sur un siège trop dur. Les capteurs corporels propres à ces diverses sensations se trouvent dans des parties du corps différentes, animées chacune de mouvements propres sous l'effet des secousses.

Après Lay, Haack et Dieckmann, nous avons pensé qu'il était intéressant de connaître les mouvements des différentes parties du corps les unes par rapport aux autres et par rapport au siège, et cela dans les conditions les plus diverses. Dans ce but, avec la collaboration de M. Donnadiou, nous avons fixé un siège sur le plateau d'une table vibrante, puis nous avons placé sur ce siège un sujet dont les principaux segments corporels étaient pourvus de capteurs d'accélération verticale. Un capteur était placé sur le côté droit de la tête au niveau des canaux semi-circulaires de l'oreille interne. Un deuxième capteur était situé au milieu de la face antérieure du thorax. Enfin, le sujet était assis sur une cupule en matière plastique moulée sur son séant. Dans l'épaisseur de cette cupule se trouvait un troisième accéléromètre donnant des indications sur les mouvements du bassin. L'enregistrement simultané de l'accélération en fonction du temps au niveau de la table, du bassin, du thorax et de la tête nous a permis de préciser la transmissibilité, et le déphasage des systèmes suspendus.

Nous avons aussi mis en évidence que, dans certaines conditions, le bassin et le thorax se mettent en opposition de phase. L'étirement et la compression des masses musculaires lombaires sont alors maxima. La zone la plus redoutable se situe autour de 4 Hz. Il suffit alors d'une faible variation de la fréquence d'excitation pour que le déphasage varie considérablement. Cela explique sans doute pourquoi les secousses sont particulièrement rudes sur les tracteurs, dont la construction détermine une fréquence propre voisine de 3,5 Hz. Des films cinématographiques pris au cours de nos expériences mettent bien en évidence ces fréquences critiques.

Le but pratique de ces études est de formuler des recommandations relatives aux propriétés dynamiques des sièges ou mieux encore aux propriétés du système que constituent les pneus, la suspension proprement dite et le siège. L'étude d'un système aussi complexe dépasse les possibilités actuelles de l'expression mathématique et ne peut être traitée que par des analogies électro-mécaniques. Les résultats de notre travail doivent permettre entre autres de donner des valeurs finies aux éléments du circuit électrique de simulation qui représentent les caractéristiques dynamiques de l'homme.

Pour choisir un bon siège, il faut, en effet, connaître ses propriétés dynamiques, mais il ne suffit pas, pour les connaître d'utiliser une masse effondrant le siège comme un homme, il faut véritablement disposer d'un homme ou d'un mannequin comportant le même système de masses suspendues. Il faut aussi étudier le siège pour des amplitudes d'excitation diverses. Pour un siège classique de voiture, la raideur paraît être réduite de moitié quand l'amplitude passe de ± 1 mm à ± 6 mm.

De nombreux problèmes doivent encore être éclairés dans ce domaine. L'influence du poids et de la taille du sujet, le type d'attitude adopté, le genre de travail à effectuer doivent être considérés pour que cette analyse porte tous les fruits que l'on est en droit d'attendre d'elle.

E - Autres problèmes

Il nous est impossible de décrire l'ensemble des problèmes que nous sommes amenés à aborder, car le physiologiste industriel doit, comme le médecin praticien, essayer de guérir tout ce qui ne va pas. Cet état de fait est caractéristique de notre métier, il lui donne beaucoup de vie et d'intérêt, mais constitue une gêne incontestable pour la concentration sur un problème de recherche précis. Nous avons heureusement la possibilité de nous adresser aux spécialistes français ou de bénéficier des conseils oraux ou écrits des ergonomistes étrangers.

Il nous est donc particulièrement nécessaire de profiter de larges informations sur les travaux réalisés en France et dans le monde. Ces informations sont difficiles à recueillir, car notre discipline utilise les connaissances les plus diverses de physiologie, de psychologie, de médecine du travail, de toxicologie, d'anthropologie, etc ... Tout ce qui nous permet de drainer vers nos laboratoires l'acquis des diverses disciplines permet une précieuse accélération des résultats.

Pour donner une idée des problèmes qui nous sont posés, nous avons essayé de classer sous quelques rubriques les questions auxquelles nous avons essayé de répondre par écrit depuis 6 ans. Il faut remarquer qu'il est des domaines comme les chocs et les sièges où le nombre élevé des questions est lié au fait que les inventeurs y sont nombreux :

Problèmes généraux	36
Dimensions de l'Homme, du poste de conduite ou du poste de travail	33
Accidents de la route	30
Essais de matériaux et de dispositifs amortissants	22
Sièges	20
Bruits	13
Vigilance, fatigue nerveuse	13
Toxicologie	10
Suspension, secousses	9
Vision	8
Ambiance thermique	8
Commandes, efforts musculaires	6
Enquêtes, analyse du travail	4

III - PRINCIPAUX DOMAINES D'APPLICATION

Il est bien évident qu'étant donné l'origine et l'implantation de notre laboratoire, sa première tâche est d'améliorer le confort et la sécurité des voitures particulières produites par la Régie Nationale des Usines Renault, les conditions de travail, la formation et l'information des ingénieurs et techniciens.

A - Les véhicules produits par la Régie Nationale des Usines Renault en dehors des voitures particulières

La Régie Nationale des Usines Renault produit, on le sait, des camionnettes, des camions, des autocars, des tracteurs agricoles, des automotrices, etc ... Il est bien évident que pour chacun de ces types de véhicules, le travail réalisé dans notre laboratoire est susceptible d'être appliqué largement.

1) Camions

Malgré de fortes analogies avec les automobiles particulières, les camions présentent des problèmes spéciaux qu'il ne faut pas négliger sous peine d'être inefficace. Les dimensions du poste de conduite d'un camion doivent répondre à la population particulière que constitue les routiers : groupe uniquement masculin et d'origine souvent rurale. D'autre part, la vente des camions est actuellement beaucoup plus centrée sur l'Europe que celle des voitures particulières.

Une autre particularité importante du poste de conduite du camion est liée au fait que, malgré la diffusion des commandes assistées, les efforts musculaires à exercer restent importants et doivent être réduits. Par contre, les considérations de poids et d'encombrement, si exigeantes dans les voitures particulières, sont beaucoup moins sévères en ce qui concerne les camions.

2) Autocars

L'autocar pose une série de problèmes particuliers pour le poste de conduite et les passagers. L'analyse du travail du conducteur montre, en effet, que celui-ci exerce dans beaucoup de cas une double profession de conducteur et de contrôleur. Il faut donc prévoir un contrôle aisé des mouvements des voyageurs, de l'ouverture des portes ainsi qu'une distribution facile des billets.

Les autobus et autocars à circuit court transportent souvent des passagers debout et la tendance n'est pas prête à s'inverser. Les caractéristiques de la suspension doivent donc satisfaire non seulement l'homme assis, mais l'homme debout et cela dans toutes les parties du véhicule. Il faudra donc étudier l'homme debout comme un système de masse suspendue. La progressivité de l'accélération et du freinage pose aussi des problèmes bien particuliers surtout depuis que les commandes asservies n'apportent plus au conducteur la réponse rapide et progressive à laquelle il était accoutumé.

3) Tracteurs agricoles

Le tracteur agricole, comme le tracteur industriel, est dépourvu de suspension. Entre les irrégularités du terrain et le conducteur, on ne trouve que les pneus et le siège. Nous avons vu plus haut que le tracteur sur ses pneus a tendance à exciter l'homme à une fréquence voisine de 3,5 Hz, ce qui est particulièrement défavorable. L'étude du siège prend donc une importance déterminante d'autant plus que l'on tend de plus en plus à utiliser à plein temps le tracteur agricole. Cette mécanisation intense du travail agricole pose parfois un problème grave d'exposition prolongée aux secousses, surtout quand il s'agit de sujets âgés ou porteurs d'une anomalie vertébrale.

4) Poste de conduite d'autorail

Le problème le plus grave que pose le travail du conducteur d'autorail est sans conteste celui de la vigilance. Pendant de longues périodes de temps, l'activité motrice du conducteur est nulle, mais la surveillance doit demeurer soutenue. Depuis longtemps, les spécialistes de la S.N.C.F. ont imaginé des dispositifs d'avertissement et de contrôle très efficaces. Cependant, la crainte de l'accident dû à une défaillance passagère conduit à encourager au maximum les recherches permettant de mieux comprendre les conditions de l'attention soutenue en milieu monotone.

B - Les conditions de travail en atelier

Si la conception du produit entre directement dans notre domaine d'activité, les problèmes des conditions de travail sont traités directement par les médecins du travail, les responsables de la sécurité et des conditions de travail et les chefs des départements et services. Cependant, les charges de l'activité quotidienne ne laissent pas aux responsables directs, la liberté nécessaire pour réaliser le travail méthodologique indispensable. L'expérience prouve, en effet,

que l'atelier mal implanté, la machine mal dessinée du point de vue humain, n'est pas plus facile à modifier qu'un poste de conduite incommode. Les constatations que l'on est amené à faire en atelier ont donc un double but : d'une part, apporter les modifications immédiates souhaitables et possibles, d'autre part formuler des recommandations destinées à aider dans un travail futur le constructeur de machines, l'organisateur d'ateliers. Cette deuxième méthode est certainement la plus efficace à long terme et, d'autre part, elle ne coûte rien. Mais cette méthode demande une longue élaboration des données d'observation, qui se rattache très directement au travail que nous sommes amenés à réaliser pour les véhicules.

En pratique d'ailleurs, une collaboration s'établit sur des points précis avec les Etudes Physiologiques. Il faut avouer que dans bien des cas, nous trouvons que loin de nous poser trop peu de questions, on nous en pose un trop grand nombre. S'il est, en effet, relativement facile de cerner les principales questions que posent les produits d'une entreprise même s'ils sont assez divers, il est beaucoup plus difficile d'avoir la compétence nécessaire pour les innombrables problèmes que posent chacun des 65.000 postes de travail de notre entreprise. Certains postes sont cependant pour nous d'une étude plus aisée : ponts roulants, chariots industriels de manutention, postes de contrôle de qualité.

On peut cependant espérer que les progrès réalisés dans les années ultérieures permettront d'évaluer et de modifier un poste de travail quand il est encore sous forme de dessin sur la planche ou sous forme de maquette. Une meilleure connaissance des dimensions anthropométriques, des conditions optima de l'effort dynamique, des limites de l'effort statique, des rythmes de la journée de travail, amèneront à un dialogue précis avec ceux qui conçoivent les machines. Cet effort mérite d'autant plus d'être poursuivi à la Régie Nationale des Usines Renault que celle-ci est un important constructeur de machines-outils et qu'elle a créé récemment une Société d'Etude destinée à aider à l'installation d'usines.

En attendant ces réalisations très probables, il faut aussi aider les responsables des conditions de travail à améliorer ce qui existe dans la limite des possibilités. Cette collaboration nous est extrêmement utile, car elle nous permet de réorienter périodiquement nos recherches dans le sens d'une plus grande efficacité.

C - Formation et information des ingénieurs et des techniciens

Dans une entreprise, le nombre des personnes qui peuvent quelque chose sur le confort et la sécurité est extrêmement élevé. Il est très difficile de traiter directement avec chacun. Aussi nous semble-t-il capital de donner au plus grand nombre possible les moyens de saisir au mieux les problèmes humains par une formation de technologie humaine.

En attendant l'introduction d'un programme d'adaptation du travail à l'homme dans les écoles d'ingénieurs et de techniciens, il nous paraît excellent qu'il existe des cycles de conférences comme celui-ci ou comme ceux que MM. Faverge et Leplat avaient organisés sous l'égide du Centre d'Etudes et de Recherches Psychotechniques, MM. Scherrer, Bouisset et Monod au Conservatoire National des Arts et Métiers. Après de telles sessions, le travail du laboratoire industriel devient plus facile, plus efficace.

L'école Interentreprise de Formation créée à l'initiative de la Régie Nationale des Usines Renault a inclus dans son programme un enseignement de Sciences Humaines du Travail dont nous espérons constater les résultats chez les anciens élèves. C'est dans le même esprit qu'un enseignement relatif à l'adaptation du travail à l'homme a été inclus dans le programme de formation d'une Ecole Renault de dessinateurs industriels, qu'un chapitre sur l'aménagement des postes de travail sera inclus dans une prochaine édition du Manuel de l'Agent de Maîtrise.

Si nous évoquons ces faits, ce n'est certes pas pour nous en glorifier, car ils sont en grande partie l'oeuvre d'autres personnes, mais c'est pour insister sur des méthodes qui nous paraissent le complément indispensable d'un laboratoire de Recherches physiologiques dans l'Industrie.

Nous espérons en outre que d'autres laboratoires de physiologie se créeront dans l'industrie française, afin de promouvoir de meilleures conditions de travail et de meilleurs produits. Nous souhaitons surtout que les laboratoires et Instituts publics puissent se développer dans des proportions considérables, afin qu'ils aient la possibilité de traiter les nombreux problèmes fondamentaux d'importance vitale qui existent dans le domaine de l'application des Sciences Humaines et que les laboratoires d'industrie n'ont pas vocation de traiter. On ne peut prétendre à voyager dans l'espace, à exploiter les zones arides ou à utiliser l'énergie atomique sans connaître profondément ce que l'homme peut faire sans souffrir, sans subir une lésion aiguë ou chronique, et sans diminuer son efficacité de façon appréciable.

L'ERGONOMIE EN 1980

RESUME D'UN EXPOSE PRESENTE A LA REUNION ANNUELLE
DE L'ERGONOMICS RESEARCH SOCIETY DE 1963. CE RESUME
A ETE PUBLIE EN ANGLAIS DANS ERGONOMICS 6, 3 1963,
p. 311-312.

Les travaux de recherche entrepris actuellement (en 1963) produiront des résultats en 1967 qui seront publiés dans ERGONOMICS en 1968. Leurs conclusions influenceront sur l'attitude des ingénieurs qui seront étudiants en 1970 et qui seront des membres productifs des bureaux d'études en 1980. Entre ces deux dernières dates, ces hommes auront eu peu de temps pour se maintenir au courant. Ainsi, si notre recherche actuelle ne considère pas les besoins des utilisateurs en 1970, l'ergonomie apparaîtra démodée en 1980.

Cependant, nous n'avons pas à être trop inquiets de cette perspective : en 1980 des problèmes nouveaux seront nés du fait des progrès techniques récents, mais de nombreuses questions qui nous sont familières seront encore d'actualité de la même façon que beaucoup de problèmes d'aujourd'hui étaient présents en 1946 (il y a 17 ans).

Des sollicitations se développeront cependant dans les directions suivantes :

- certaines exploitations industrielles fonctionneront dans des conditions très sévères, de chaud, de froid, d'altitude ou de profondeur.

- Dans les pays tropicaux, il y aura un besoin pressant d'accroître la productivité dans l'agriculture en concevant et en produisant des matériels bon marché et efficaces.

- La production de machines plus puissantes aggravera les problèmes posés par les effets biologiques du bruit, des vibrations et des accélérations.

- Les tâches réclamant une grande vigilance et nécessitant une surveillance attentive seront plus répandues et plus complexes. Il y aura un nombre croissant de situations de travail nécessitant une puissance de compréhension et d'interprétation bien supérieure aux aptitudes humaines moyennes.

- Les unités de production deviendront de plus en plus coûteuses et perdront leur valeur de plus en plus rapidement. Elles exigeront de ce fait un emploi intensif 24 heures sur 24 et poseront le problème du travail posté et de la vie qui lui correspond à une partie croissante de la population.

- Les questions relatives à la maintenance et à la réalisation de réparations rapides et sûres se poseront également.

LA PARTICIPATION DE L'ERGONOMISTE A LA CONCEPTION
DES BATIMENTS ET DES INSTALLATIONS SIDERURGIQUES.

Texte d'un exposé présenté aux journées d'études sur
l'Ergonomie organisées par la Chambre Syndicale de la
Sidérurgie Française (1965)

Il m'est fort agréable de prendre la parole dans le
cadre d'une manifestation organisée par la Chambre Syndicale
de la Sidérurgie et de participer ainsi quelque peu aux
initiatives qu'elle prend dans le domaine de l'Ergonomie.

Je suis particulièrement sensible au fait que la pré-
sidence de cette séance soit confiée à M. Cavé, Président de
l'Institut National de Sécurité et Directeur du Service Sécurité
de l'Union des Industries Métallurgiques et Minières avec lequel
j'ai le plaisir de collaborer de façon très active depuis cinq
ans dans le domaine de l'Ergonomie.

Enfin, la présence dans cette salle de M. le Directeur
Convenevole et M. l'Administrateur principal Carpentier me
donne l'occasion de rendre hommage au travail remarquable
réalisé sous leur direction dans le cadre de la Communauté
Européenne du Charbon et de l'Acier. Le programme "Facteurs
Humains de la Sécurité" a permis d'établir un certain nombre

de faits et de directives importantes. Nous espérons que le nouveau programme "Ergonomie" donnera d'aussi bons fruits.

Au cours de cet exposé, nous examinerons successivement les faits qui exigent l'introduction de l'Ergonomie dans les bureaux d'études de la sidérurgie, les modalités de cette intervention, des exemples d'action ergonomique dans la conception des bâtiments et dans celle des installations. Enfin, nous verrons comment, en pratique, les groupes sidérurgiques peuvent former et mettre en place des ergonomistes.

A - Nécessité de l'ergonomie de bureau d'étude en sidérurgie

Après les exposés que vous venez d'entendre au cours de cette journée, il n'est pas nécessaire de plaider encore la cause de l'ergonomie, de montrer qu'il ne faut pas constituer une situation de travail en demandant ensuite à l'Homme de se débrouiller le moins mal possible mais qu'il faut connaître les tâches à accomplir et les aptitudes de l'Homme de façon à réaliser la meilleure adaptation du travail à l'Homme.

Ceux qui ont la charge des problèmes humains en atelier, les chefs d'ateliers, les chefs de départements ou de service, les médecins du travail, les ingénieurs de sécurité savent combien les installations existantes sont peu satisfaisantes. Ils connaissent les nuisances qui font souffrir, les situations dangereuses et même les dispositifs inadéquats qui conduisent à des défauts du produit, à des erreurs. Parfois, il leur a été possible de porter quelque remède de bon sens; parfois une étude plus approfondie, plus ergonomique, les a conduits à des solutions intéressantes. Dans l'immense majorité des cas, cependant, les remèdes se sont révélés inexistantes ou extrêmement coûteux. Il est apparu clairement qu'il aurait fallu penser à ces difficultés dès le stade de la conception pour que les solutions soient à la fois radicales et économiques.

Ces constatations générales sont particulièrement valables pour la sidérurgie où les installations sont coûteuses: le prix moyen d'un poste de travail dans la sidérurgie est 50 fois plus élevé que celui d'un poste de travail dans les fabrications électroniques de grande diffusion. La sidérurgie a, en outre, la particularité de posséder maintenant des ensembles automatisés dont la complexité ne permet pas la correction empirique. Ces ensembles automatisés sont conçus plusieurs années à l'avance, sont souvent commandés à l'étranger et ne sont pas susceptibles de modification de dernière heure. D'autres faits vont dans le même sens :

1) L'usine sidérurgique est "à feu continu" et l'on ne peut espérer que tel poste trop difficile sera occupé au cours de chacune des trois parties de la journée par un ouvrier aussi capable de surmonter des difficultés excessives.

2) L'usine sidérurgique met en jeu une énergie considérable, qu'il s'agisse de calories ou de vibrations sonores. On ne peut penser assurer le confort des travailleurs grâce à des dispositifs annexes et sans une action fondamentale.

3) La sidérurgie se trouve dans une situation de concurrence parfois sévère qui conduit à des exigences de qualité toujours plus grandes. La part de l'homme dans l'ensemble de fabrication ne doit pas être celle qui introduit des sources de variations nocives. C'est pourquoi l'Homme doit être bien connu et il ne doit lui être attribué que des tâches qui lui conviennent.

B - Mode d'emploi de l'ergonomie en bureau d'étude

Quelques exemples vont nous montrer l'intérêt de l'ergonomie de bureau d'étude. Je voudrais, avant de les donner, proposer une description des diverses étapes qui peuvent être parcourues quand se pose un problème d'adaptation du travail

à l'Homme, qu'il s'agisse de préparer une réalisation faite directement sur les instructions du bureau d'étude ou de constituer le cahier des charges pour un fournisseur.

La première étape est sans conteste celle de l'analyse du travail. Il ne s'agit pas d'une description superficielle ou d'une reproduction du mode d'emploi, mais d'une analyse des informations à prendre et des actes à réaliser, d'une description de la charge de travail et de l'ambiance. Pour cette analyse du futur poste de travail, on peut être aidé d'une part par l'analyse du travail réel accompli dans un poste analogue s'il en existe, d'autre part par une description très précise des étapes de chaque opération à réaliser dans la nouvelle situation. Enfin, la réalisation éventuelle d'une maquette, où l'on ajoutera plus d'importance à la représentation des difficultés réelles qu'à celle de la représentation superficielle, peut être d'une aide considérable.

L'analyse du travail ainsi réalisée met en évidence une série de problèmes d'inégale difficulté. Certains sont du niveau de la consultation. Il existe dans la littérature une solution à la question posée. Cette réponse peut parfois être trouvée dans le "livre de cuisine" ergonomique du dessinateur. Elle demande parfois de recourir à un ergonomiste professionnel ou à un spécialiste dont la connaissance de la littérature est approfondie.

D'autres problèmes demandent une étude. Il existe, en effet, dans la littérature des données éparses obtenues dans des conditions voisines mais différentes. Il est nécessaire de faire avec soin le passage d'une situation à l'autre et d'extrapoler par exemple de ce que l'on sait sur le poste de conduite des automobiles à ce que l'on veut savoir sur celui des locotracteurs.

Bien souvent, les situations nouvelles posent de véritables problèmes de recherche. Certaines recherches sont du domaine de l'application comme celles qui concernent la conception et l'essai des combinaisons anti-thermiques. D'autres ont un caractère fondamental comme celles qui concernent les limites de tolérance de l'Homme à la chaleur.

La dernière étape à franchir pour l'inclusion des données ergonomiques dans le nouveau matériel est celle de la décision. Pas plus qu'aucun autre spécialiste, l'ergonome ne peut espérer voir les solutions qu'il préconise adoptées intégralement. Il doit accepter la loi générale du compromis, sans cela il veut un poste de travail analogue à la jument de Roland qui avait toutes les qualités sauf celle d'exister. A lui de présenter ses dossiers, les dossiers de l'Homme, de façon suffisamment précise pour que les avantages, les inconvénients, les économies et le coût supplémentaire apparaissent. Il montrera donc les aspects financiers de la solution préconisée, l'incidence de celle-ci sur les problèmes de personnel (sélection, formation, absentéisme, rotation du personnel, etc ...) sur la quantité et la qualité de la production. Enfin, il insistera tout particulièrement sur la sécurité, la réduction de la fatigue et l'amélioration du confort, mais il aura soin de présenter, même sur ces points, des données précises et raisonnables relatives au bénéfice qu'il escompte. Dans ces conditions, le Directeur pourra prendre sa décision en introduisant les données ergonomiques parmi celles qui permettent une recherche opérationnelle que celle-ci existe de façon formelle ou ne se trouve que sous forme de quelques documents sur le bureau du Directeur.

C - Exemples d'ergonomie des bâtiments

Dans le domaine de la sidérurgie, l'expérience de l'usine de Chertal de la Société Espérance-Longdoz est tout à fait remarquable. La conception générale et les plans de cette usine ont été établis avec la collaboration de la Commission

Ergonomie que préside le Docteur Mignolet; le groupe possédait déjà l'expérience des anciennes usines de la Société.

L'usine de Dunkerque de la Société Usinor a été confiée à une Société d'Engineering SOFRESID qui, elle-même, s'est adjoint une équipe d'architectes, MM. Debré et Balanda. Ces derniers se posèrent les problèmes de la conception ergonomique des bâtiments industriels et suivirent en particulier le cycle d'information sur l'ergonomie organisé il y a cinq ans à Paris par l'Agence Française pour l'Accroissement de la Productivité. Ils convoquèrent également à une table ronde des ingénieurs sidérurgistes et des ergonomistes afin de traiter certaines des questions relevées. Il était alors trop tôt pour réaliser le travail préparatoire systématique qui est rendu possible actuellement par le progrès de l'ergonomie. Cependant, les résultats furent concluants dans quelques domaines.

La plus grande attention avait été accordée à la question des circulations dans l'usine. En particulier, un système de passerelles très commode évite les passages aux points dangereux.

La question des ambiances physiques avait été prise en considération. Je ne peux que citer à ce propos un passage de la conférence que M. de Balanda a prononcée au colloque organisé par le Professeur Scherrer à l'U.N.E.S.C.O. en 1962 sur "la conception ergonomique des bâtiments industriels" et publié dans le livre qui porte ce titre : "Les grandes halles ont posé deux problèmes ergonomiques essentiels : celui de la ventilation et celui de l'éclairage."

Ces problèmes ont été remarquablement pensés dès la conception même de la structure par l'ingénieur chargé de l'étude des charpentes, M. Forestier.

1 - La ventilation des halles chaudes est un problème très important car les fabrications produisent une grande quantité de chaleur et exigent une certaine quantité de lumière : en été, l'accumulation de calories est considérable.

Des études ont été faites sur maquettes, en souffleries; des solutions d'aérateurs ponctuels ont été tentées puis abandonnées. Finalement, c'est une solution de lanterneaux qui a été retenue pour l'évacuation de l'air vicié, lanterneaux longitudinaux ou transversaux suivant l'orientation des bâtiments par rapport aux vents dominants. Des entrées d'air ont été ménagées à la partie basse des bardages par la position en retrait par rapport à ceux-ci des soubassements des halles. Une ouverture continue dans un plan horizontal est ainsi aménagée. Elle peut être close par des couvercles en tôle et assure une ventilation bien répartie et aisément contrôlable.

2 - L'éclairage des halles posait lui aussi un problème particulier. L'éclairage naturel était souhaité plus humain pour des raisons d'ambiance, mais il était nécessaire d'avoir un niveau d'éclairement assez élevé (150 à 200 lux); d'autre part, un certain nombre d'opérations se font sur le métal rouge dont la couleur permet d'estimer l'état et la qualité du produit.

Il a donc été décidé d'adopter deux solutions.

Les halles dans lesquelles les opérations se font sur le métal rouge sont aveugles, ce qui donne un éclairage constant et permet la surveillance plus facile de la couleur du métal.

Les halles dans lesquelles les opérations se font sur le métal froid, sont éclairées naturellement par des lanterneaux d'une part, et par des bardages translucides en polyester, d'autre part. Ces bardages translucides ont été disposés de façon à être accessibles au nettoyage depuis les ponts.

Enfin, là où certaines halles chaudes et froides voisinent comme c'est le cas aux laminoirs, des écrans opaques ont été placés pour que les variations de lumière naturelle d'une halle ne soient pas dans le champ visuel des observateurs du métal rouge de la halle voisine.

3 - Dans ces halles, le problème du bruit a été, en fait, difficile à résoudre. En sidérurgie, heureusement les bruits sont souvent violents mais pas trop répétitifs.

On a donc surtout prévu des cabines insonorisées aux postes de contrôle des machines très bruyantes comme les souffleries ou les trains continus.

Le fait d'avoir regroupé les pompes dans les salles indépendantes, d'avoir placé des compresseurs sur massifs indépendants, doit aussi supprimer bien des inconvénients.

4 - Le problème des poussières, lui, a eu quelques solutions originales. On a prévu l'arrosage des stocks de minerai pour les jours de vent sec.

D'autre part, le transport par bande en galeries fermées évite la dispersion des poussières de minerai.

"A l'aciérie, la récupération sera intégrale au-dessus des convertisseurs.

Il y aura néanmoins de la poussière dans l'usine et il est intéressant de noter que pour faciliter le nettoyage de ces poussières, des chutes spéciales ont été prévues, analogues aux descentes d'eaux pluviales".

Ces lignes furent écrites avant le commencement des fabrications. Certains espoirs ont été justifiés, comme ceux qui sont relatifs à l'évacuation des calories. Mais les fumées et les poussières posent des problèmes réels qu'une étude bien approfondie au départ aurait peut-être résolu. Le bruit est considérable.

Ces questions posées par l'ambiance physique paraissent plus d'ordre technique qu'humain. Cependant, les critères de réussite sont humains. Il faut savoir que la stabilité et l'égalité du niveau d'éclairement ne reposent que bien peu sur les baies vitrées mais que celles-ci peuvent beaucoup gêner la création de conditions thermiques acceptables. Il faut savoir que dans les travaux d'inspection, l'éblouissement créé par une fenêtre, des ampoules électriques mal placées peuvent apporter une gêne considérable et parfois difficile à identifier.

D - Exemples d'ergonomie relatifs aux installations

Nous avons dit que la tâche la plus difficile et la plus importante était l'analyse du travail qui permet de découvrir les éléments caractéristiques de la tâche et dont la négligence est susceptible d'apporter l'inconfort, le danger, l'erreur. Nous prendrons tour à tour quelques fonctions caractéristiques de l'usine sidérurgique et dont toutes ne font pas l'objet de l'attention qu'elles méritent.

I - Transporteurs

Qu'il s'agisse de chariots élévateurs ou transporteurs ou de locomoteurs, les conducteurs d'engins de transport se trouvent souvent dans des conditions de travail critiques. La géométrie du poste de conduite est habituellement très éloignée de ce qui est satisfaisant, d'autant plus que l'on semble avoir souvent oublié de considérer les très fréquentes opérations de marche arrière. Ceci est encore

un élément trop négligé de l'analyse du travail. Les secousses et les vibrations des chariots élévateurs sont souvent intolérables, car ces engins ne sont pas faits pour rouler sur les terrains inégaux de l'usine sidérurgique. Enfin, les signaux auditifs nécessaires à une manoeuvre correcte des trains sont souvent masqués de façon complète par les bruits d'ambiance comme l'a montré une étude récente du Professeur Leplat.

II - Opérateurs

Les ouvriers qui travaillent habituellement à proximité de la tâche elle-même, sont de moins en moins nombreux au fur et à mesure que les usines se font plus modernes. On peut se réjouir de ce fait car leurs postes sont souvent très pénibles et difficiles à améliorer sans de grandes modifications technologiques. On peut trouver une liste de ces nuisances dans une note préparée par la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier à l'intention des ergonomistes. On y voit apparaître le bruit, les vibrations, les poussières, la chaleur, les toxiques.

L'allègement de tâche par des systèmes de manutention auxiliaire peut être réalisé pour les maçons qui reconstituent les revêtements en brique réfractaire. L'éloignement par rapport à la source de nuisance est parfois réalisable sans qu'il y ait à proprement parler télécommande. Je veux parler des marteaux-piqueurs qui sont manoeuvrés de l'extérieur de la poche et réduisent les agressions par la chaleur et les vibrations. Les moyens de protection individuels ne peuvent être préconisés que lorsque toute autre solution est exclue, car ils apportent habituellement une gêne très grande. Il semble bien qu'une étude ergonomique des moyens individuels de protection soit à réaliser.

III - Télémanipulateurs

Nous avons réuni sous ce titre des hommes dont les fonctions sont nouvelles ou ont été renouvelées par l'évolution technologique. Il s'agit des pontiers et des contrôleurs de coulée ou de trains de laminoirs. Les problèmes que posent ces postes sont nombreux et interfèrent les uns sur les autres. Ils ont fait l'objet d'études remarquables en particulier de la part de l'Human Factors Advisory Service de la BISRA (British Iron and Steel Association) : c'est le service des facteurs humains de la sidérurgie britannique. La tendance à placer le pontier et le contrôleur très près de l'objet chaud à surveiller ou à manier, conduit à protéger l'Homme par une paroi. Les exigences très sévères de la visibilité vont dans le sens de surfaces transparentes les plus vastes possibles. Malgré les divers types de verres athermiques, la transparence du verre aux rayonnements calorifiques est telle que la chaleur dans les cabines est intolérable s'il n'existe pas de climatisation. Le prix de revient de cette dernière l'a fait parfois supprimer au dernier moment, ce qui rend l'installation moderne pire que le vieux pont à l'air libre.

Cette cabine fermée, le bruit de fond exige que la cabine soit pourvue d'un système correct de télécommunications visuelles (télévision, télétype, enregistreurs) ou auditifs (haut-parleurs, téléphone). Alors se pose le problème de l'apport des informations, de leur ordre et de leur hiérarchie.

Nous ne pouvons nous éloigner de ce type de poste sans insister sur la nécessité pour le tableau de bord de ces cabines d'être l'expression d'une analyse du travail correcte et non pas de la vision esthétique du constructeur ou des exigences des divers groupes d'ingénieurs ayant fourni des appareils destinés à surveiller les divers éléments de l'ensemble.

IV - Contrôleur

Le contrôle de qualité est une préoccupation croissante dans l'industrie. A toutes les étapes de la fabrication, on trouve l'homme qui prélève pour le laboratoire d'usine.

Nous n'insisterons que sur la fonction du contrôleur d'aspect des tôles de laminoir à froid. Cette fonction est très importante, car il s'agit là de critères finals d'acceptation du produit. Une première condition est certes celle d'un bon éclairage ce qui n'est pas simple si l'on considère l'étendue de l'objet à étudier, l'importance des causes d'éblouissement et les risques de réflexion sur la tôle.

Un autre aspect a été récemment étudié par un assistant du Professeur Faverge qui a montré que l'on pouvait coter les diverses anomalies d'aspect d'une tôle de façon à uniformiser la fabrication et à former d'autres contrôleurs.

V - Entretien et dépannage

Dans la conception d'une usine et de ses installations, la fonction des ouvriers de l'entretien et des dépanneurs paraît bien mineure. Il s'agit là d'une opinion à réviser. Le tiers des ouvriers d'une usine sidérurgique sont employés de façon plus ou moins évidente à une tâche d'entretien et de dépannage. Il faut bien dire que ce nombre est surtout gonflé par le temps excessivement long que les ouvriers passent à faire des choses simples dans des conditions très difficiles parce qu'elles n'ont pas été prévues.

La question de l'entretien est cependant d'une importance vitale pour l'entreprise sidérurgique moderne.

Comme le disent fort bien Laner et Sell, beaucoup de gens pensent que si leur installation automatique complexe de contrôle par calculateurs vient à tomber en panne, ils pourront assurer un contrôle correct du système pendant la période de réparation grâce à des opérateurs intelligents. Il faut admettre que les limites de l'Homme ne permettent pas une telle tactique. Le calculateur en panne contient toutes les informations sous une forme élaborée et combinée. On ne peut tout à coup présenter, sous forme de diagrammes et de cadrans, l'ensemble de ces informations à un opérateur et lui demander d'agir en conséquence. Ce qui a été confié au calculateur par l'évolution des techniques ne peut lui être retiré quelque temps. En cas de panne des contrôles, il faut arrêter le système et réparer. Il vaut mieux encore entretenir.

Dans la conception de l'usine et de ses installations, on pensera donc à la fonction entretien-réparation en prévoyant:

- des dispositifs d'alerte et de sécurité
 - des systèmes :
 - de repérage de la panne
 - de contrôle de l'entretien
 - des éléments aisément remplaçables;
- en évitant pour les ouvriers de l'entretien :
- les postures pénibles ou dangereuses
 - l'exposition prolongée à des ambiances nocives (chaleur, bruits, toxique)

E - L'ergonome et le bureau d'étude

Nous avons vu au début de cet exposé que l'ergonomie intervenait à différentes étapes de la conception du poste de travail et sous diverses formes : analyse de travail, conseil, étude, recherche appliquée et fondamentale, décision.

Il peut être intéressant, pour définir la fonction de l'ergonome, de voir la part qui lui revient en propre dans ces différentes étapes, l'organisation à laquelle il doit appartenir et le mode de formation qu'il peut recevoir.

1) La fonction de l'ergonome

Dans l'analyse du travail, le rôle de l'ergonome est fondamental, mais il ne peut réussir sa tâche que dans une collaboration quotidienne avec les ingénieurs d'études qui ont conçu le nouveau projet, les ingénieurs d'atelier qui connaissent le fonctionnement et les inconvénients du dispositif, le médecin du travail, l'ingénieur de sécurité. Cette analyse sera d'autant plus réussie que ces diverses personnes auront eu une information ergonomique et auront collaboré à des études d'ergonomie de correction.

La consultation relative aux détails d'exécution sera faite par l'ingénieur d'étude ou le dessinateur correctement informés en ergonomie et aptes à consulter utilement la bibliographie courante.

L'étude avec les mesures, les maquettes, les petites expérimentations qu'elle comporte, demande à l'ergonome un travail prolongé (de 3 mois à 2 ans) et une véritable installation fixe. Il faut encore que l'ergonome puisse consulter des spécialistes divers ou leur confier l'étude après l'avoir posée en termes techniques.

La recherche exige des locaux et un matériel importants, un personnel spécialisé rompu aux difficultés de la recherche. La recherche appliquée demande une orientation particulièrement sûre afin d'éviter de basculer dans le domaine de l'invention technique ou au contraire de la recherche théorique. Certains problèmes fondamentaux de la sidérurgie demandent cependant des recherches ergonomiques fondamentales.

La décision demande certes la participation de l'ergonome qui doit rédiger de bons rapports et de bonnes propositions, mais aussi des directeurs et des ingénieurs informés en ergonomie.

2) La place de l'ergonome

Dans l'analyse précédente, nous avons vu apparaître deux types de praticiens de l'ergonomie :

a) l'administrateur, l'ingénieur, le dessinateur qui possèdent une culture dans ce domaine comme dans bien d'autres secteurs de la connaissance. Leur rôle est capital dans l'analyse du travail et la décision; il est parfois important dans la consultation.

b) l'ergonome professionnel. Celui-ci peut être de trois types suivant sa position vis-à-vis de l'entreprise :

- l'ergonome d'entreprise est plutôt un praticien. Il peut difficilement disposer d'un laboratoire, tout au moins en Europe, du fait de la dimension des Sociétés. Il jouera un rôle très utile dans l'analyse du travail, la décision et la consultation. Il établira des liaisons avec les consultants et, s'il s'agit de cas difficiles, les organismes chargés des études et des recherches;

- l'ergonome universitaire peut parfois travailler de façon pratique, en contact avec une branche professionnelle, mais ses préoccupations restent dans ce cas de type méthodologique et pédagogique. Sa vraie vocation reste l'élaboration de méthodes, de critères et de lois même s'il s'écarte provisoirement de cette voie.

- l'ergonome de groupe professionnel

La Société du Pont de Nemours, la Bell Telephone, les Chemins de Fer Japonais, les Charbonnages de France ou la Régie Renault sont des unités suffisamment importantes pour posséder une unité d'ergonomie qui se charge de la fonction intermédiaire à celle de l'ergonome praticien et à celle de l'ergonome universitaire. Cette unité peut être appelée à réaliser l'analyse et élaborer la décision, mais elle peut aussi assumer elle-même les fonctions de consultations, d'études et souvent de recherches appliquées. Elle confie à des organismes universitaires les questions qui dépassent ses moyens de recherches.

La sidérurgie française s'est déjà vue poser ce type de problème à propos de nombreuses branches nouvelles de la connaissance et elle a créé l'IRSID comme la sidérurgie britannique a créé la B.I.S.R.A. Elle a l'expérience des avantages et des inconvénients de ce type d'organisme. Je ne puis cependant que citer avec admiration le travail réalisé par le groupe Ergonomie de la British Iron and Steel Research Association. D'autres formules peuvent naturellement être envisagées.

3) La formation de l'ergonome

Si des places d'ergonomes doivent être créées dans l'avenir pour participer au travail des bureaux d'études de la sidérurgie, la question se posera de former les personnes intéressées. Là encore, il faut distinguer deux voies :

a) l'information de l'ingénieur qui se fera d'une part, grâce aux enseignements existants ou grâce à des cours spéciaux intensifs destinés aux ingénieurs des bureaux d'études de la sidérurgie, et d'autre part, par le travail en commun avec l'ergonome professionnel.

b) la formation de l'ergonome. A partir d'une culture de niveau supérieur (médecin, psychologue, ingénieur) le futur ergonome sera formé à Paris et bientôt à Strasbourg par un cours supérieur. Sa formation sera complétée par tout ce qu'il doit apprendre de la sidérurgie elle-même en y vivant et en travaillant avec les ingénieurs et les ouvriers. Si cet ergonome doit être chercheur, sa formation sera plus longue et exigera trois ou quatre ans au moins de travail dans un centre de recherches spécialisées et une période de rodage sous contrôle d'un chercheur qualifié.

Conclusions

L'ergonomie est apparue depuis 15 ans grâce aux progrès de nos connaissances sur l'Homme, du fait des exigences des techniques de plus en plus complexes et à cause des préoccupations croissantes relatives au confort et à la sécurité des travailleurs.

La sidérurgie française peut maintenant profiter de ce mouvement dans ce qu'il y a de meilleur, de plus élaboré et de nombreuses connaissances peuvent être incluses sans frais excessifs dans la conception de ses bâtiments et de ses installations.

L'ERGONOMIE : BUTS ET MOYENS

Texte d'une conférence prononcée à Luxembourg
et publiée dans la REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE
(57, 3 Juillet 1965)

Toute discussion relative à des sujets aussi importants que la satisfaction de l'ouvrier au travail, la quantité et la qualité de la production, la fréquence des accidents, la stabilité du personnel, conduit à évoquer une question épineuse, celle de l'adaptation du travail à l'homme.

A cette question, des réponses nombreuses ont été données au cours des siècles. Les silex taillés de l'âge de pierre avaient pour but de rendre la chasse plus facile. Bien des objets légués par l'antiquité font notre admiration tant ils impliquent de connaissances sur l'homme. Plus près de nous, on ne peut que remarquer avec intérêt le grand nombre d'outils de types voisins, les marteaux par exemple, qui ont été progressivement différenciés en fonction des exigences des divers travaux à réaliser et des aptitudes des travailleurs. Dans l'industrie, la question est posée depuis longtemps de façon explicite dans les bureaux d'études et les services d'organisation. Cependant, les ingénieurs aussi bien disposés qu'ils soient ne peuvent résoudre toutes les difficultés sans l'aide des biologistes. Bien des caractéristiques de l'homme échappent aux techniciens car leur fonction ne les conduit pas à en déceler l'importance. Or, le problème devient de plus en plus grave au fur et à mesure que la technologie progresse et que l'organisation de la production s'accroît; on voit apparaître des dispositifs créant des conditions de travail

tout à fait artificielles, déterminées sur la planche à dessin longtemps avant leur réalisation et impossibles à modifier de façon sérieuse après leur construction. Cette situation demande que la machine, l'ensemble opérationnel soient réussis du premier coup, non seulement du point de vue technique, mais aussi du point de vue de leur utilisation par l'homme.

L'époque des améliorations par tâtonnements est révolue. Il est indispensable que l'ingénieur d'études dispose de données qui influencent sa conception, sur l'homme en particulier.

DE "LA MACHINE ANIMALE" AU "TRAVAIL HUMAIN"

L'évolution des sciences de l'homme au cours des 30 dernières années permet d'apporter une réponse aux questions posées par l'évolution économique et technique. L'homme au travail est évidemment étudié depuis longtemps. En 1878, MAREY E.J. faisait paraître "la machine animale", un livre consacré à la locomotion. Pour mieux établir ses observations, il prenait des photographies à rythme rapide. Il demanda à des chimistes lyonnais un procédé pour que la fréquence des prises de vues soit encore plus élevée et les frères Lumière obtinrent les premières images de cinéma. Plus proche de nos préoccupations, J. AMAR qui dirigeait le laboratoire de recherche sur le travail professionnel au Conservatoire National des Arts et Métiers, écrit "le moteur humain et les bases scientifiques du travail professionnel". Ce livre, paru en 1914, contient de nombreux faits intéressants, mais les techniques d'étude de l'homme étaient à cette époque bien modestes. Ce n'est guère que vers 1935 que l'on voit se constituer un groupe de chercheurs orientés vers les problèmes qui nous intéressent et pourvus d'instruments de mesure satisfaisants. A cette époque, J.M. LAHY et H. LAUGIER, A. FESSARD, BONNARDEL lancent la revue "le travail humain" qui est encore maintenant la revue française d'Ergonomie.

L'EQUILIBRE DES INFLUENCES

La guerre de 1939-1945 arrête brutalement en France cet élan remarquable alors qu'elle donne un essor considérable aux études sur l'homme au travail dans les pays qui font la guerre avec des moyens de plus en plus complexes au point de vue technique et scientifique. Depuis cette époque, les recherches sur l'homme au travail sont dominées dans le monde anglo-saxon par les programmes militaires. C'est en effet l'armée qui, dans chaque pays, tend à réaliser les situations les plus nouvelles pour l'homme et les plus agressives pour son organisme (avions supersoniques, sous-marins à période très longue de plongée, fusées, etc ...). Cette dominance de l'aspect militaire colore de façon très particulière l'énorme production scientifique relative à l'homme au travail qui vient des Etats-Unis sous le nom de "Human Engineering". Cette "Technologie Humaine" diffère de façon très nette du mouvement de recherches européen resté très physiologique et proche des problèmes industriels en France et en Allemagne.

C'est la Grande-Bretagne qui a su combiner de façon excellente ces courants divers : physiologiques et psychologiques, industriels et militaires. K.F.H. MURREL, un ingénieur passé aux sciences humaines propose pour ce courant le nom d'Ergonomie qui fut rapidement adopté dans toute l'Europe. En particulier, le mot d'Ergonomie est utilisé dans les diverses sociétés regroupant chercheurs et utilisateurs.

Des sociétés furent créées en Grande-Bretagne, puis en France, aux Pays-Bas, en Italie, au Japon, etc ... L'Association Internationale d'Ergonomie regroupe ces efforts sur un plan mondial.

La Société d'Ergonomie de Langue Française a été fondée par des Français, des Belges et des Suisses de langue française. Elle a adopté la définition suivante de l'Ergonomie: celle-ci regroupe les connaissances de physiologie, psychologie,

et des sciences voisines appliquées au travail humain dans la perspective d'une meilleure adaptation à l'homme des méthodes, des moyens et des milieux de travail.

UNE DISCIPLINE AUTONOME

Bien que l'ergonomie possède des aires de recouvrement avec les disciplines voisines, elle diffère de la médecine du travail, de la sécurité, de l'organisation et des relations humaines. Elle ne repose que sur des résultats expérimentaux obtenus chez l'homme normal et ne propose à l'utilisateur que des données limitées mais possédant un degré élevé de certitude. C'est dans cette mesure que l'on a pu à son propos parler de technologie. Ce terme est inadéquat, car si l'ergonomie ne traite pas des aspects affectifs, sociaux, spirituels de l'homme, ceux-ci n'en existent pas moins et influent considérablement sur l'appréciation des résultats de l'ergonomie.

Pour préciser de façon concrète les éléments que l'ergonomie propose à l'utilisateur, nous devons proposer quelques exemples tirés de la réalité. Il nous semble utile de classer ces exemples sous deux rubriques qui situent les modes d'action de l'ergonomie : correction de situations existantes et conception de nouveaux dispositifs.

I - ERGONOMIE DE CORRECTION

Les phénomènes ergonomiques sont le plus souvent posés à partir d'une anomalie du fonctionnement de ce que l'on a pu appeler le système "Homme-Machine". Des accidents fréquents avec ou sans blessure, une production insuffisante en quantité et irrégulière en qualité, une fatigue excessive des ouvriers, des absences, une rotation très rapide du personnel, des mouvements revendicatifs attirent l'attention sur un atelier, une machine. Le spécialiste des conditions de travail est alors consulté. Il procède à une analyse du travail dont la qualité détermine la valeur des solutions proposées. Il peut décrire les anomalies de la situation et proposer des modifications.

Dans un grand nombre de cas, les changements proposés sont peu importants, ou bien s'ils sont coûteux, ils sont susceptibles d'apporter des bénéfices rapides et substantiels. Dans quelques cas, cependant, il faudrait des changements profonds dans la situation de travail pour obtenir un résultat réel. En dehors des palliatifs proposés, l'analyse de la situation aura permis de rassembler des recommandations pour le bureau d'études qui, réalisant plus tard de nouvelles installations, appliquera des principes d'ergonomie lors de la conception du matériel.

Nous choisirons nos exemples relatifs à l'ergonomie de correction dans trois domaines très différents : l'éclairage, le travail à la chaleur et la protection individuelle contre les accidents de la route.

A) L'éclairage

Rien ne paraît plus simple que d'installer un bon éclairage au poste de travail. En cas d'hésitation sur le niveau d'éclairement à obtenir, il existe d'excellentes tables "Recommandations pour l'éclairage des locaux de travail et de leurs annexes" publiées par l'Institut National de Sécurité et l'Association Française de l'éclairage. Cependant, certains exemples montrent que des difficultés réelles peuvent apparaître.

Dans les bureaux d'études de l'automobile, il existe un "grand plan" vertical sur lequel est progressivement dessiné le prototype du futur modèle de la marque. Ce dessin fait l'objet de beaucoup de soins car il est la référence constante des ingénieurs. Les membres de la direction générale en observent souvent l'évolution. C'est dire qu'on ne lésine pas sur son installation et en particulier sur son éclairage. Cependant, les dessinateurs qui travaillent sur cette planche géante se plaignent de ne pas être bien éclairés et demandent un supplément de lampes. Si l'ergonome examine l'éclairage de ce grand plan, il note des lampes nombreuses et puissantes placées au bord supérieur et sur les côtés. Quoique orientées vers le plan,

ces sources ne sont pas protégées pour quelqu'un qui examine le plan en incidence rasante. Or, c'est précisément la position habituelle du dessinateur qui veut situer son dernier trait de crayon dans l'ensemble du dessin. L'utilisateur est donc ébloui de façon constante. Il ne faut donc en aucune façon augmenter l'éclairement sur ce plan, mais placer des paralumes devant les sources lumineuses. On peut également suggérer le port de visières par les dessinateurs afin de réduire l'importance de la quantité de la lumière transmise directement de la source à l'oeil.

Une certaine connaissance des lois de la vision peut donc, dans certains cas, suggérer des améliorations importantes du confort et de la qualité du travail. Un autre exemple convaincant nous paraît être celui des postes de travail où l'on mire des liquides pour contrôler l'absence de particules visibles. Habituellement, le mireur place la bouteille entre lui-même et une source lumineuse pourvue ou non d'un diffuseur. Très vite, l'ouvrier est ébloui et ne voit plus les particules à contrôler. Si, au contraire, l'ouvrier place la bouteille dans un faisceau lumineux allant de gauche à droite devant lui, il aperçoit aisément les éléments qui souillent le liquide, ne subit qu'une fatigue réduite et contrôle efficacement.

Parmi de nombreuses remarques qu'il est possible de faire à propos de la vision au cours du travail, notons encore les problèmes posés par l'observation des détails très fins. On voit trop souvent des ouvriers travaillant à la limite de leurs possibilités visuelles au prix d'une fatigue de l'accommodation alors que l'adjonction d'une loupe à pied à leur outillage permettrait une grande amélioration de leur confort et de leur efficacité. On va, dans ce cas, simplifier singulièrement la tâche du service d'embauche qui a bien du mal à recruter uniquement un personnel très jeune, sans anomalies visuelles. On voit, à propos de ce petit fait, les divers résultats positifs de l'adaptation du travail à l'homme : réduction de la fatigue, amélioration de la production, atténuation des difficultés de recrutement de personnel.

Les corrections apportées dans chacun de ces trois exemples paraissent relever plus du simple bon sens que de la connaissance scientifique; cependant, notre expérience personnelle nous a montré qu'une intervention extérieure a été nécessaire pour enfin apporter un remède efficace, bien que fort simple, à ces situations pénibles.

B) Chaleur

Le domaine du travail à la chaleur est probablement l'un de ceux où les améliorations les plus spectaculaires peuvent être obtenues en aménageant les conditions de travail. Il arrive cependant souvent que la direction de l'entreprise refuse d'ordonner les modifications nécessaires pour des raisons financières ou pour éviter une désorganisation passagère de la production. L'ergonomie apporte ici des connaissances précises sur les modifications de la fatigue et de la performance du travailleur en fonction des changements des conditions de travail et permet de poser les problèmes en d'autres termes que ceux de l'opposition stérile entre santé et production.

Les travaux de WYNDHAM sur le travail lourd dans un climat très chaud montrent à quel point la santé des travailleurs et les problèmes économiques peuvent parfois s'interpénétrer. Dans les mines d'or d'Afrique du Sud, les filons les plus riches se trouvent après un siècle d'exploitation, à une grande profondeur, environ 4.000 mètres. La température est donc élevée et dépasse souvent 35°C, parfois plus. D'autre part, l'humidité est très forte pour une double raison : suintement et travail au mouillé : l'hygrométrie est de 100 %. Les conséquences de cet état de fait sont massives chez les travailleurs qui doivent travailler à ce niveau: d'une part, la mortalité par coups de chaleur est de 2 p. 1000 par an, d'autre part, le rendement de ces travailleurs par rapport à ceux qui travaillent dans les meilleures conditions est de l'ordre de 20 % alors que les frais demeurent identiques. Les salaires des Bantous ne sont pas extrêmement élevés, mais les frais de transport et les frais généraux de la mine sont lourds.

Devant ce rendement très faible, la direction a utilisé des moyens plus énergiques pour convaincre les ouvriers d'augmenter leur production.

Monsieur WYNDHAM, du Laboratoire de Recherches Physiologiques du Travail des Mines d'or, a démontré que si, à ces hautes températures, on donnait à une équipe un contremaître autoritaire, on obtenait une forte production au cours de la première heure, mais qu'ensuite les mineurs épuisés avaient un rendement faible. Il a constaté que le "bon contremaître" obtenait une augmentation de la production aux températures peu élevées mais déterminait une baisse de production pour les climats très chauds. Devant l'échec du commandement autoritaire, la direction a envisagé d'installer une ventilation dans la mine, mais elle voulait disposer de données précises pour sa décision. WYNDHAM utilisa un secteur de mine qui pouvait être exploité normalement et qui, d'autre part, pouvait être soumis à des conditions de température variées. Il a donc pu faire travailler les gens dans la mine avec des conditions thermiques contrôlées. Il a fait charger des chariots à des travailleurs dans des conditions de température et de ventilation différentes et il a pu voir que pour une température effective de 36°C qui est celle de la mine à 4.000 m de profondeur, on obtient un rendement de l'ordre de 20 %.

La vitesse de l'air était de 2 m/s soit un air à peu près stagnant. Pour une même température, le rendement était de 50 % de la charge normale quand la ventilation était de 16 m/s. Il a été possible, en outre, de montrer quel était l'effet de cette ventilation en fonction de la température et, pour la même température, quel était l'effet des différentes vitesses de ventilation. L'intérêt de ces courbes est que WYNDHAM a pu présenter les données du problème en termes qui sont bien ceux d'une direction générale, permettant une recherche d'optimisation. La direction générale a pu considérer la richesse des filons en fonction de la température et naturellement l'augmentation des charges en fonction de l'intensité de la ventilation. Il est bien certain que le nombre des morts par

coup de chaleur est difficile à mettre dans un système d'optimisation car on n'évalue pas le prix des morts. Cependant, on a pu voir de combien la ventilation réduit le risque.

Dans l'étude de WYNDHAM, les choses vont toutes dans le même sens. Cependant, il ne faut pas être trop optimiste. Il est bien certain qu'après une amélioration ergonomique, l'accroissement des exigences de production peut déterminer un retour à des conditions aussi sévères que celles qui existaient avant.

Un dernier point de la recherche de WYNDHAM paraît intéressant et concerne le retour de l'ergonomie vers les travaux de physiologie fondamentale. On aurait presque pu prévoir la courbe de production en fonction de la chaleur, de façon théorique. En effet, on sait que 75 à 80 % de l'énergie produite par le corps humain se dissipe sous forme de chaleur. Or, il faut perdre cette chaleur pour éviter d'augmenter notre température centrale. Nous pouvons la perdre par rayonnement, mais si nous sommes entourés d'objets dont la température est supérieure à la nôtre, nous ne pourrions ainsi céder de la chaleur. De même, en ce qui concerne la convection et la conduction, les échanges se font de l'élément chaud vers l'élément froid. Quand les autres modes d'échange deviennent favorables à l'équilibre thermique, le seul mode utilisable par le corps humain pour perdre sa chaleur est la sudation ou plus exactement l'évaporation de la sueur. Encore faut-il que la tension de vapeur de l'air ambiant soit telle que cette évaporation puisse se produire. Si le degré d'hygrométrie est élevé comme dans les mines étudiées, l'évaporation de la sueur ne peut avoir lieu. Il y a donc élévation de la température centrale quand on fait travailler quelqu'un dans une température de 36°C et 100 % d'humidité. En fonction de l'importance de l'effort musculaire produit, on peut prédire avec précision la rapidité de la montée de la température centrale jusqu'à 40 °C. A ce moment, les risques de coups de chaleur sont extrêmement élevés. C'est donc souligner l'intérêt du travail de WYNDHAM dans les mines, mais aussi l'intérêt du travail d'autres auteurs

en laboratoire pour nous permettre de présenter, à ceux qui ont la responsabilité des conditions de travail, des éléments objectifs de discussion pour augmenter la sécurité et le bien-être des travailleurs tout en considérant la production.

Il est bien entendu que, dans le domaine du travail à la chaleur, on aurait pu donner bien d'autres exemples concrets de la nécessité d'une optimisation de la décision en fonction de divers éléments dont les moindres ne sont pas les limites physiologiques et psychologiques de l'homme. On a pu ainsi montrer le caractère indispensable des locaux climatisés d'Hassi-Messaoud permettant un travail de 8 h. par jour en climat saharien, des vêtements réfrigérés autorisant la mise en état rapide des fours et des cubilots.

C) Protection individuelle contre les accidents de la route

Le troisième domaine où nous avons choisi de montrer l'intérêt de l'ergonomie correctrice est celui de la protection individuelle contre les accidents de la route. Il est établi depuis plusieurs années que le taux de mortalité des conducteurs et passagers de véhicules à deux roues est bien inférieur si, au moment de l'accident, le blessé porte un casque efficace. Les trois quarts des morts par accidents de la route sont, en effet, porteurs d'une lésion cranio-cérébrale susceptible à elle seule d'entraîner la mort. Le casque efficace - bien des casques actuellement en vente sont hélas ! inefficaces - est constitué d'une coque rigide et très enveloppante. Cette dernière ne se brise pas en donnant des fragments acérés, elle se déforme en amortissant les grands chocs. En outre, le casque efficace possède un système de suspension de la coque qui maintient cette dernière à une certaine distance du crâne. On peut noter qu'il est possible de vendre des casques qui ne soient pas désagréables à porter quand il fait chaud. Un des inconvénients des systèmes de protection individuelle est, en effet, qu'ils protègent souvent au prix d'un grand inconfort.

Il arrive d'autre part que la protection protégée contre un risque tout en augmentant un autre. On a beaucoup reproché aux casques d'empêcher les conducteurs d'entendre les avertisseurs sonores. En réalité, le bruit très fort et très aigu des engins à deux roues suffit à lui seul à masquer les signaux et le casque n'aggrave pas la situation de ce point de vue, mais il peut sauver la vie du conducteur en cas de choc.

Il serait très souhaitable d'imposer aux conducteurs et passagers de voitures de tourisme un casque comme on le fait pour les motocyclistes et les conducteurs des voitures de course. La gêne apportée par cette coiffure est considérée comme rédhibitoire dans le cas de l'automobile. L'effroyable mortalité de la route conduit vers un autre moyen de protection individuelle : les attaches de sécurité.

En 1947, HUGH de HAVEN, ayant collationné un certain nombre de faits divers relatifs à des chutes libres d'une grande hauteur, a montré qu'un être humain arrivant au sol à une vitesse de 100 km/h. pouvait sortir indemne de l'aventure si certaines conditions étaient réunies. Un peu plus tard, STAPP montrait lui-même qu'un homme solidement attaché à son siège pouvait supporter sans inconvénient sérieux un choc équivalent à celui que subit le passager d'une automobile lancée contre un mur à 100 km/h. Il paraît normal de transposer tout cela sur les voitures de tourisme, mais il faut alors respecter toutes les conditions réunies par STAPP : le siège est rigidement fixé au plancher, il ne se déforme pas au choc et est pourvu d'un dossier, dépassant la tête du conducteur, le tableau de bord et tout l'avant du véhicule ne se déforment pas et ne viennent pas blesser le passager immobile. Enfin, les attaches sont importantes.

En pratique, des compromis plus ou moins légitimes ont été réalisés. En particulier sur les voitures européennes, la mobilité, la déformabilité des sièges de l'habitacle viennent

compromettre sérieusement la réalisation du programme de STAPP. On a, de même, préconisé la forme la plus réduite d'attaches : la ceinture de bassin qui permet un violent mouvement de bascule de la tête vers l'avant et le baudrier thoracique qui prend appui sur le thorax si fragile. Le minimum efficace paraît être la ceinture "3 points" qui combine les avantages de la ceinture et du baudrier, mais qui doit être assortie d'un dossier de siège élevé pour protéger l'automobiliste contre les fractures du cou.

Bien des problèmes posés par la protection contre les accidents de la route ne peuvent être résolus par le raisonnement. Il faut expérimenter dans les conditions réelles, car la combinaison des phénomènes se produit sous une accélération vingt fois supérieure à celle de la pesanteur. Dans ces conditions, la tête pèse 100 kg et la musculature est tout à fait incapable de modifier la trajectoire. D'autre part, il se produit des modifications considérables et passagères du véhicule, les portes s'ouvrent et se referment, les glissières éjectent les attaches du siège, la suspension agit comme un ressort pour faire cabrer le véhicule. Les expériences coûteuses, difficiles à interpréter et à utiliser sont cependant indispensables pour travailler à la réduction de la plus grande cause de mortalité entre 5 et 40 ans.

Il est certain que les conclusions tirées des expériences d'accidents provoqués apportent des informations non seulement pour proposer des attaches de sécurité, mais aussi pour modifier profondément le véhicule. Ainsi, l'ergonomie correctrice s'accompagne-t-elle toujours d'une recherche pour l'ergonomie de conception.

II - ERGONOMIE DE CONCEPTION

Si nous avons tiré nos exemples relatifs à l'ergonomie de correction de situations les plus diverses de l'Industrie ou de la vie quotidienne, nous pensons qu'il est intéressant de concentrer notre attention dans la partie de notre exposé relatif à l'ergonomie de conception sur une Industrie particulière et ses divers problèmes.

Au Luxembourg, l'Industrie choisie sera la sidérurgie. D'autres raisons plus sérieuses que la conjoncture de ce jour plaident en faveur de l'introduction de l'Ergonomie de conception dans la Sidérurgie.

1) Les installations sidérurgiques sont coûteuses. Le prix moyen d'un poste de travail dans la sidérurgie est de 50 fois plus élevé que celui d'un poste de travail dans les fabrications électroniques de grande diffusion.

2) La sidérurgie a la particularité de posséder maintenant des ensembles automatisés dont la complexité ne permet pas la correction empirique. Ces ensembles automatisés sont conçus plusieurs années à l'avance, sont souvent commandés à l'étranger et ne sont pas susceptibles de modification de dernière heure.

3) L'usine sidérurgique est "à feu continu" et l'on ne peut espérer que tel poste trop difficile sera occupé au cours de chacune des 3 parties de la journée par un ouvrier aussi capable de surmonter des difficultés excessives.

4) L'usine sidérurgique met en jeu une énergie considérable, qu'il s'agisse de calories ou de vibrations sonores. On ne peut penser assurer le confort des travailleurs grâce à des dispositifs annexes et sans une action fondamentale.

5) La sidérurgie se trouve dans une situation de concurrence parfois sévère qui conduit à des exigences de qualité toujours plus grandes. La part de l'Homme dans l'ensemble de fabrication ne doit pas être celle qui introduit des sources de variations nocives. C'est pourquoi l'Homme doit être bien connu. Il ne doit lui être attribué que des tâches qui lui conviennent.

Pour préciser notre pensée, nous allons étudier successivement des exemples d'Ergonomie dans les bâtiments et dans les installations sidérurgiques.

A) Exemples d'ergonomie des bâtiments

Dans le domaine de la sidérurgie, l'expérience de l'usine de CHERTAL de la Société ESPERANCE-LONGDOZ est tout à fait remarquable. La conception générale et les plans de cette usine ont été établis avec la collaboration de la Commission Ergonomie que préside le Docteur MIGNOLET et qui possédait déjà l'expérience des anciennes usines de la Société.

L'usine de DUNKERQUE de la Société USINOR a été confiée à une Société d'Engineering SOFRESID qui, elle-même, s'est adjoint une équipe d'architectes, Messieurs DEBRE et BALANDA. Ces derniers se posèrent les problèmes de la conception ergonomique des bâtiments industriels et suivirent en particulier le cycle d'information sur l'Ergonomie organisé il y a 5 ans à Paris par l'Agence Française pour l'Accroissement de la Productivité. Ils convoquèrent également à une table ronde des ingénieurs sidérurgiques et des ergonomistes afin de traiter certaines des questions relevées. Il était alors trop tôt pour réaliser le travail préparatoire systématique qui est rendu possible actuellement par les progrès de l'Ergonomie. Cependant, les résultats furent concluants dans quelques domaines.

La plus grande attention a été accordée à la question des circulations dans l'usine. En particulier, un système de passerelles très commode évite les passages aux points dangereux.

La question des ambiances physiques a été prise en considération.

Je ne puis que citer à ce propos un passage de la conférence que Mr de BALANDA a prononcée au colloque organisé par le Pr SCHERRER à l'U.N.E.S.C.O. en 1962 sur "la conception ergonomique des bâtiments industriels" et publié dans le livre qui porte le même titre :

"Les grandes halles ont posé deux problèmes ergonomiques essentiels, celui de la ventilation et celui de l'éclairage". (*)

Ces problèmes ont été remarquablement pensés dès la conception même de la structure par l'ingénieur chargé de l'étude des charpentes, M. FORESTIER.

1) La ventilation des halles chaudes est un problème très important car les fabrications produisent une grande quantité de chaleur et exigent une certaine quantité de lumière : en été, l'accumulation des calories est considérable.

Des études ont été faites sur maquettes, en souffleries, des solutions d'aérateurs ponctuels ont été tentées puis abandonnées. Finalement, c'est une solution de lanterneaux qui a été retenue pour l'évacuation de l'air vicié, lanterneaux longitudinaux ou transversaux suivant l'orientation des bâtiments par rapport aux vents dominants.

(*) Le texte suivant, jusqu'à la page 59, reproduit les considérations développées de la page 29 à la page 35 dans la conférence "La participation de l'ergonome à la conception des bâtiments et des installations sidérurgiques".

Les entrées d'air ont été ménagées à la partie basse des bardages par la position en retrait, par rapport à ceux-ci, des soubassements des halles. Une ouverture continue dans un plan horizontal est ainsi ménagée. Elle peut être close par des couvercles en tôle et assure une ventilation bien répartie et aisément contrôlable.

2) L'éclairage des halles posait lui aussi un problème particulier. L'éclairage naturel était souhaité plus humain pour des raisons d'ambiance, mais il était nécessaire d'avoir un niveau d'éclairement plus élevé (150 à 200 lux); d'autre part, un certain nombre d'opérations se font sur le métal rouge dont la couleur permet d'estimer l'état et la qualité du produit.

Il a donc été décidé d'adopter deux solutions.

Les halles dans lesquelles les opérations se font sur le métal rouge sont aveugles, ce qui donne un éclairage constant et permet la surveillance plus facile de la couleur du métal.

Les halles, dans lesquelles les opérations se font sur le métal froid, sont éclairées naturellement par des lanterneaux d'une part, et par des bardages translucides en polyester d'autre part. Ces bardages translucides ont été disposés de façon à être accessibles au nettoyage depuis les ponts.

Enfin, là où certaines halles chaudes et froides voisinent comme c'est le cas aux laminoirs, des écrans opaques ont été placés pour que les variations de lumière naturelle d'une halle ne soient pas dans le champ visuel des observateurs du métal rouge de la halle voisine.

3) Dans ces halles, le problème du bruit a été en fait difficile à résoudre.

On a donc surtout prévu des cabines insonorisées aux postes de contrôle des machines très bruyantes comme les souffleries ou les trains continus.

Le fait d'avoir regroupé les pompes dans les salles indépendantes, d'avoir placé des compresseurs sur massifs indépendants, doit aussi supprimer bien des inconvénients.

4) Le problème des poussières lui, a eu quelques solutions originales. On a prévu l'arrosage des stocks de minerai pour les jours de vent sec.

D'autre part, le transport par bande en galeries fermées évite la dispersion des poussières de minerai.

A l'aciérie, la récupération sera intégrale au-dessus des convertisseurs.

Il y aura néanmoins de la poussière dans l'usine et il est intéressant de noter que pour faciliter le nettoyage de ces poussières, des chutes spéciales ont été prévues, analogues aux descentes d'eaux pluviales.

Ces lignes furent écrites avant le commencement des fabrications. Certains espoirs ont été justifiés comme ceux qui sont relatifs à l'évacuation des calories. Mais les fumées et les poussières posent des problèmes réels qu'une étude bien approfondie au départ aurait peut-être résolu. Le bruit est considérable.

Ces questions posées par l'ambiance physique paraissent plus d'ordre technique qu'humain. Cependant, les critères de réussite sont humains. Il faut savoir que la stabilité et l'égalité du niveau d'éclairement importe plus que l'agrément procuré par les baies vitrées, que celles-ci peuvent beaucoup

gêner la création de conditions thermiques acceptables. Il faut savoir que, dans les travaux d'inspection, l'éblouissement créé par une fenêtre, des ampoules électriques mal placées peuvent apporter une gêne considérable et parfois difficile à identifier.

B) Exemples d'ergonomie relatifs aux installations

La tâche la plus difficile et la plus importante de l'ergonomie est l'analyse du travail qui permet de découvrir les éléments caractéristiques de la tâche. La négligence de cette analyse est susceptible d'apporter l'inconfort, le danger, l'erreur. Nous prendrons tout à tour quelques fonctions caractéristiques de l'usine sidérurgique sans leur donner malheureusement tout le développement qu'elles méritent.

1) Transporteurs

Qu'il s'agisse de chariots élévateurs ou transporteurs ou locomoteurs, les conducteurs d'engin de transport se trouvent souvent dans des conditions de travail critiques. La géométrie du poste de conduite est habituellement éloignée de ce qui est satisfaisant, d'autant plus que l'on semble avoir souvent oublié de considérer les très fréquentes opérations de marche arrière. Les secousses et les vibrations des chariots élévateurs sont souvent intolérables car ces engins ne sont pas faits pour rouler sur les sols inégaux de l'usine sidérurgique. Enfin, les signaux auditifs nécessaires à une manoeuvre correcte des trains sont souvent masqués de façon complète par les bruits de l'ambiance.

2) Opérateurs

Les ouvriers qui travaillent habituellement à proximité de la tâche elle-même sont de moins en moins nombreux au fur et à mesure que les usines se font plus modernes. On peut se réjouir de ce fait car leurs postes sont souvent très pénibles et difficiles à améliorer sans de grandes modifications technologiques. On peut trouver une liste de ces nuisances dans une

note préparée par la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier à l'intention des ergonomistes. On y voit apparaître le bruit, les vibrations, les poussières, la chaleur, les toxiques, l'allègement de tâche par des systèmes de manutention.

L'éloignement par rapport à la source de nuisance est parfois réalisable sans qu'il y ait à proprement parler télécommande. Je veux parler des marteaux piqueurs qui sont manoeuvrés de l'extérieur du cubilot et réduisent les agressions par la chaleur et les vibrations. Les moyens de protection individuels ne peuvent être préconisés que quand toute autre solution est exclue, car ils apportent habituellement une gêne très grande. Il semble bien qu'une étude approfondie de l'Ergonomie des moyens individuels de protection soit à réaliser.

3) Télémanipulateurs

Nous avons réuni sous ce titre des hommes dont les fonctions sont nouvelles ou ont été renouvelées par l'évolution technologique. Il s'agit des pontonniers et des contrôleurs de coulée ou de trains de laminoirs. Les problèmes que posent ces postes sont nombreux et interfèrent les uns sur les autres. Ils ont fait l'objet d'études remarquables en particulier de la part de BISRA (BRITISH IRON AND STEEL RESEARCH ASSOCIATION) Human factors advisory service, Service des facteurs humains de la Sidérurgie Britannique. La tendance à placer le pontonnier et le contrôleur très près de l'objet chaud à surveiller ou à manier, conduit à protéger l'homme par une paroi. Les exigences très sévères de la visibilité vont dans le sens de surfaces transparentes les plus vastes possibles. Malgré les divers types de verres athermiques, la transparence du verre aux rayonnements caloriques est telle que la chaleur dans les cabines est intolérable s'il n'existe pas de climatisation. Le prix de revient de cette dernière la fait parfois supprimer au dernier moment. Parfois la réalisation technique de celle-ci se trouve inadéquate aux exigences de la halle sidérurgique. L'absence éventuelle de climatisation rend l'installation moderne pire que le vieux pont à l'air libre.

Cette cabine fermée, le bruit de fond exige que le poste soit pourvu d'un système correct de télécommunications visuelles (télévision, télétypes enregistreurs) ou auditives (haut-parleurs ou téléphone). Alors se pose le problème de l'apport des informations, de leur ordre et de leur hiérarchie.

Nous ne pouvons nous éloigner de ce type de poste sans insister sur la nécessité pour le tableau de bord de ces cabines d'être l'expression d'une analyse du travail correcte et non pas de la vision esthétique du constructeur ou du scrupule des divers groupes d'ingénieurs ayant fourni des appareils pour l'ensemble à surveiller.

4) Contrôleur

Le contrôle de qualité est une préoccupation croissante dans l'industrie et à toutes les étapes de la fabrication on trouve l'homme qui prélève pour le laboratoire de l'usine.

Nous n'insisterons que sur la fonction du contrôleur d'aspect des tôles de laminoir à froid. Cette fonction est très importante car il s'agit là en somme de critères finals d'acceptation du produit. Une première condition est certes celle de l'éclairage, ce qui n'est pas simple si l'on considère l'étendue de l'objet à étudier, l'importance des causes d'éblouissement et des risques de réflexion sur la tôle.

Un autre aspect a été récemment étudié par un assistant du Pr FAVERGE qui a montré que l'on pouvait coter les diverses anomalies d'aspect d'une tôle de façon à uniformiser la fabrication et à former d'autres contrôleurs.

5) Entretien et dépannage

Dans la conception d'une usine et de ses installations, la fonction des ouvriers de l'entretien et des dépanneurs paraît à certains bien mineure. Il s'agit là d'une opinion à réviser. Le tiers des ouvriers d'une usine sidérurgique sont employés de façon plus ou moins évidente à une tâche d'entretien et de dépannage. Il faut bien dire que ce nombre est surtout gonflé

par le temps excessivement long qu'ils passent à faire des choses simples dans des conditions très difficiles parce qu'elles n'ont pas été prévues.

D'autre part, comme le disent fort bien LANER et SELL (BISRA) beaucoup de gens pensent que si leur installation automatique complexe de contrôle par calculateurs vient à tomber en panne, ils pourront faire assurer une marche correcte du système pendant la période de réparation grâce à des opérateurs intelligents. Il faut admettre que les limites de l'Homme ne permettent pas une telle tactique. Si le calculateur en panne contient toutes les informations élaborées et combinées, on ne peut tout à coup présenter sous forme de diagrammes et de cadrans l'ensemble de ces informations à un opérateur et lui demander d'agir en conséquence. Ce qui a été confié au calculateur par l'évolution des techniques ne peut lui être retiré quelque temps. En cas de panne des contrôles, il faut arrêter le système et réparer vite.

Dans la conception de l'usine et de ses installations, on pensera donc à la fonction entretien-réparation en prévoyant:

- des dispositifs d'alerte et de sécurité,
 - des systèmes de repérage de la panne de contrôle de l'entretien,
 - des éléments aisément remplaçables;
- en évitant :
- les postures pénibles et dangereuses,
 - l'exposition prolongée à des ambiances nocives (chaleur, bruits, toxiques).

CONCLUSIONS

Qui sera ergonomiste ?

On voit l'intérêt de la connaissance des caractéristiques de l'Homme pour améliorer les conditions de travail et pour créer des usines et des installations convenables.

La question qui se pose maintenant est de savoir dans quelles conditions ces connaissances vont parvenir à ceux qui sont responsables des techniques de travail.

La première solution consiste à former tous les ingénieurs. Il s'agit là d'une vue de l'esprit étant donné la multitude de connaissances que l'ingénieur doit posséder par ailleurs et le degré élevé de savoir qui est nécessaire pour résoudre les problèmes ergonomiques concrets. Cependant, l'introduction progressive d'une certaine formation ergonomique dans les programmes des Ecoles d'Ingénieurs est en cours et paraît indispensable pour permettre le dialogue des ingénieurs avec les ergonomistes.

Une deuxième solution est celle de l'équipe ergonomique qui, dans une entreprise, réunit le médecin du travail, le psychologue, l'ingénieur de sécurité, un ou deux autres techniciens et quelques représentants du personnel. Cette équipe, si elle n'est pas animée par un ergonomiste compétent risque de se borner à une ergonomie empirique de correction qui est désarmée pour la solution réelle des problèmes difficiles.

Il paraît indispensable pour avoir une action ergonomique efficace de disposer d'une personne spécialement formée. Il s'agira d'un médecin du travail, d'un ingénieur ou d'un psychologue et parfois d'une équipe complète si le groupe industriel est assez important. La formation de l'ergonomiste sera, dans certains cas, de caractère extensif s'il doit traiter l'ensemble des problèmes; il donnera des conseils par analogie

avec des solutions connues. Dans d'autres cas, sa formation sera plus spécialisée, en particulier si l'ergonome est membre d'un bureau d'études et s'il participe à l'élaboration du produit de la firme directement utilisable par l'Homme. Souvent, il dépassera le stade des études pour atteindre celui des recherches et disposera d'un petit laboratoire.

Le problème de la recherche en Ergonomie est évidemment d'un ordre différent. Il faut un luxe de moyens qui n'est pas habituellement proportionné avec l'ensemble du budget de recherches des entreprises européennes.

EXTRAITS DE LA LECON INAUGURALE

DR A. WISNER

Chaire de Physiologie du Travail et Ergonomie
du Conservatoire National des Arts et Métiers

Paris, le 19.11.1966

" L'organisation rationnelle de l'activité humaine soulève des problèmes théoriques et pratiques d'une extrême complexité et dont l'étude réclame la collaboration de sciences et de techniques très variées; ces problèmes, dont la solution importe au premier chef au perfectionnement social, ont des aspects divers, économiques, statistiques, techniques, biologiques, etc ... C'est à l'étude de ces aspects biologiques que notre nouvelle revue à l'intention de se consacrer.

" Nous lui donnons pour titre : "Le Travail Humain". Elle pourrait porter en sous-titre : "Connaissance de l'Homme en vue de l'utilisation judicieuse de son activité", ce qui délimiterait, autant que faire se peut, le champ scientifique qu'elle a l'ambition de couvrir.

" C'est dire que le "Travail Humain" voudrait atteindre ceux des biologistes, physiologistes, psychologues, médecins, hygiénistes qui se préoccupent des applications de la biologie à la vie sociale. Nous voudrions également intéresser à notre oeuvre, dans les entreprises industrielles, commerciales, agricoles, dans les administrations, dans les milieux pédagogiques, dans les centres d'éducation physique et de sport, tous les techniciens qui, aux prises avec les difficultés de l'organisation, comprennent tout le rôle que doit jouer, dans l'aménagement des conditions du travail, la connaissance du facteur humain."

Le texte que je viens de citer est celui de l'avant-propos situé en tête du premier numéro de la revue "Le Travail Humain" paru en 1933. Il est signé de Henri LAUGIER, alors Professeur de Physiologie du Travail au Conservatoire National des Arts et Métiers, et de Jean-Marie LAHY, père de la psychotechnique et prédécesseur de mon ami le Professeur LEPLAT à la tête du Laboratoire de Psychologie Appliquée de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Il y a un tiers de siècle, on voit clairement formulée la nécessité d'une collaboration des sciences de l'Homme avec les techniques industrielles, dans le but d'une adaptation du travail à l'homme. Nous nous situons bien dans la continuité de cette pensée si clairvoyante, mais avons-nous avancé sur cette voie ? Nous examinerons trois aspects de ce problème : le développement de la physiologie du travail, l'apparition de l'ergonomie et la pénétration de ces connaissances dans l'Industrie.

I - LE DEVELOPPEMENT DE LA PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL

La réflexion scientifique sur le travail de l'Homme et sa bonne utilisation est fort ancienne. En 1785, dans son mémoire sur la force des hommes, COULOMB écrivait : "Il y a deux choses à distinguer dans le travail des hommes et des animaux : l'effet que peut produire l'emploi de leurs forces appliquées à une machine et la fatigue qu'ils éprouvent en produisant cet effort. Pour tirer tout le parti possible de la force des hommes, il faut augmenter l'effet sans augmenter la fatigue, c'est-à-dire en supposant que nous ayons une formule qui représente l'effet et une autre qui représente la fatigue, il faut, pour tirer le plus grand parti des forces animales, que l'effet divisé par la fatigue soit un maximum. Ce quotient ne doit être déterminé que pour une durée suffisante, attendu qu'en quelques minutes on peut soutenir un effort qu'on n'eût pas fourni durant une heure par jour".

Ce texte admirable a été suivi d'un ensemble de travaux considérables sur le travail musculaire et l'évaluation de l'effort par la consommation d'oxygène. Le plus ancien, et le plus célèbre, est sans doute celui de LAVOISIER : "Monsieur SEGUIN étant à jeun et ayant élevé pendant un quart d'heure un poids de 15 livres d'une hauteur de 613 pieds, sa consommation d'air pendant ce temps a été de 800 pouces".

Pendant tout le XIXème siècle et la première partie du XXème, la physiologie du travail c'est la physiologie de l'activité musculaire, sous son aspect énergétique avec CHAUVEAU, sous son aspect biomécanique avec MAREY. Ce dernier écrivait en 1873, dans son livre "La Machine Animale" :

"La comparaison des animaux aux machines n'est pas seulement légitime, elle est aussi d'une utilité extrême à différents points de vue. Elle fournit un précieux moyen de bien faire comprendre les phénomènes mécaniques qui se passent chez les êtres vivants, en les rapprochant de phénomènes semblables, mais généralement mieux connus, qu'on peut constater dans la fonction des machines usuelles. Aussi, nous arrivera-t-il souvent, dans le cours de ce livre, d'emprunter à la mécanique pure les démonstrations synthétiques d'un phénomène de la vie animale. Le mécanicien, à son tour, peut puiser des notions utiles dans l'étude de la nature qui lui montrera, maintes fois, comment les problèmes les plus compliqués peuvent être résolus avec une simplicité admirable".

Quand fut créé, il y a soixante ans, le Laboratoire de Recherche sur le travail professionnel, au Conservatoire National des Arts et Métiers, les travaux poursuivis par son Directeur, Jules Amar, étaient relatifs au rendement de la machine humaine et son livre célèbre, paru en 1914, fut intitulé "Le Moteur Humain". Depuis cette époque, les travaux de bioénergétique et de biomécanique ont pris une envergure considérable. Grâce aux méthodes modernes de mesure, il est possible de mesurer dans l'atelier même l'importance de l'effort physique, soit directement par l'utilisation de gazomètres, soit indirectement par l'étude de la fréquence cardiaque.

On peut ainsi proposer la modification de certaines tâches sur les bases objectives d'un dépassement de l'effort maximal admissible. De telles mesures sont largement utilisées dans le monde, et en France en particulier.

On sait maintenant, cependant, que les façons de mal utiliser l'Homme sont innombrables et que le critère de tolérance doit être en rapport avec le problème réel. A quoi sert de montrer que l'effort physique des mineurs a disparu, dans certains cas, par l'apparition de pelles mécaniques, si l'on ne met pas en évidence que les secousses communiquées aux ouvriers par ces engins sont telles que la durée des heures de travail doit être réduite par rapport au mode d'exploitation précédent, du fait de l'épuisement plus rapide des opérateurs ?

La liberté de pensée dans les Sciences est telle qu'il est permis au dernier des chercheurs de contester la pensée des plus grands. C'est ainsi que nous ne pouvons plus, aujourd'hui, souscrire à la pensée de LAVOISIER, le plus illustre des biochimistes, quand il écrivait :

"Ce genre d'observation - (l'étude de la consommation d'air) - conduit à comparer des ampleurs de force entre lesquelles il semblerait n'exister aucun rapport. On peut connaître, par exemple, à combien de livres en poids répondent les efforts d'un homme qui récite un discours, d'un musicien qui joue d'un instrument. On pourrait même évaluer ce qu'il y a de mécanique dans le travail du philosophe qui réfléchit, de l'homme de lettres qui écrit, du musicien qui compose. Ces effets, considérés comme purement moraux, ont quelque chose de physique et de matériel qui permet, sous ce rapport, de les comparer avec ceux que fait l'homme de peine. Ce n'est donc pas sans quelque justesse que la langue française a confondu, sous la dénomination commune de travail, les efforts de l'esprit comme ceux du corps, le travail du cabinet et le travail du mercenaire".

Pour nous, le travail mental ne s'étudie plus grâce à la consommation d'air, mais à l'aide de techniques telles que celles que FAVERGE et OMBREDANNE ont appelé : "Analyse du Travail". Pour nous encore, la physiologie du travail est devenue, pour une bonne part, la neurophysiologie appliquée au travail.

Dans l'introduction de sa leçon inaugurale, consacrée à la physiologie de la main, mon maître et prédécesseur le Professeur SOULA considérait le mouvement volontaire comme le problème central de la physiologie du travail.

"La relation entre le développement des superstructures du système nerveux et la main est une relation de dépendance. Les mécanismes de la main sont contenus dans le système nerveux central ... Le mouvement volontaire est celui qui est lié à l'intégrité des fonctions de l'écorce cérébrale. Ce fait ... nous révèle que l'étude de la physiologie de la main ne saurait se borner à celle du jeu des leviers osseux du squelette de la main, mais comporte la connaissance des systématisations qui relie la main au vaste territoire de l'écorce cérébrale qui intervient dans son fonctionnement".

Cependant, depuis 20 ans, une nouvelle étape a été franchie, en particulier sous la direction du Professeur SCHERRER. La Physiologie du Travail Française a la chance de disposer d'un maître qui joint à des connaissances neurophysiologiques exceptionnelles des vues très pénétrantes sur l'évolution des techniques industrielles.

Le développement extraordinaire des techniques de mesure pendant le dernier quart de siècle, permet de faire passer la neurophysiologie du stade de recherche en laboratoire sur l'animal, à l'étape d'étude de l'homme en atelier, donc de la physiologie du travail. Il est, par exemple, possible d'enregistrer l'électroencéphalogramme d'un conducteur d'automobile pendant plusieurs heures, sans que ce dernier soit gêné et sans qu'aucun technicien ne l'accompagne. Des filtres permettent de

déterminer, au cours des diverses périodes de conduite, la densité des ondes α , ondes qui sont situées dans une certaine bande de fréquence et qui caractérisent un certain état de veille.

La rigidité douloureuse des muscles de posture des ouvrières de l'industrie électronique était, encore récemment, évaluée par des appréciations subjectives. L'électromyogramme intégré des muscles de la nuque nous fournit maintenant un indice précis de surcharge, commode en situation réelle de travail et beaucoup plus exact que les indications données par la variation de la production. Ainsi, la physiologie peut-elle proposer un nouveau critère, plus sûr et plus sensible que les méthodes d'observation du comportement, et cela dans une situation de travail léger où l'on n'imaginait pas l'intervention du physiologiste.

Il serait également possible de proposer des exemples dans le domaine de l'étude du sommeil chez les travailleurs soumis au travail par équipe alternante ou sur le terrain du travail à la chaleur qu'illustre le Professeur METZ.

La physiologie sensorielle a vu également des progrès considérables et l'on peut aussi bien proposer maintenant un modèle de l'Homme comme machine à traiter l'information, que comme moteur humain. C'est ainsi que les sons ne sont plus seulement étudiés comme un agent destructeur de l'ouïe, mais comme une gêne à l'intelligibilité du langage. Au vu du spectre sonore d'un bruit, il est possible de prévoir dans quelle mesure il masquera la parole, de savoir à l'avance qu'un mauvais orateur évoquant des problèmes difficiles ne sera pas compris, mais que des ordres simples et attendus, émis avec netteté, parviendront de façon satisfaisante à l'auditeur.

Ainsi, les progrès des techniques de mesure, le développement des recherches de physiologie fondamentale et appliquée, donnent maintenant à la physiologie du travail des moyens plus nombreux d'étudier, en situation réelle, les problèmes industriels. Elle peut étudier l'homme au travail sans le gêner dans l'accomplissement de sa tâche et pendant un temps prolongé comme le voulait COULOMB.

Est-ce à dire que la Physiologie du Travail peut aujourd'hui répondre à toutes les questions que se posent les dirigeants et les salariés de l'Industrie ? On peut grouper ces questions en deux groupes principaux :

- Juger des conditions de travail existantes.
- Améliorer des situations mauvaises ou créer des dispositifs satisfaisants.

Il est parfois aisé pour le physiologiste de porter une appréciation défavorable sur la situation du travail. Dans ce cas, un des critères objectifs dont dispose le physiologiste indique le dépassement des limites dangereuses.

Bien souvent, le jugement est beaucoup plus difficile, qu'il s'agisse de risques pour la santé ou de confort.

L'action défavorable des conditions de travail sur la santé des opérateurs passe le plus souvent par des intermédiaires psychologiques et sociologiques complexes : accidents du travail, alcoolisme, troubles du sommeil et troubles digestifs, sont rarement une conséquence directe du travail mais plutôt un ensemble de conditions où la physiologie a sa part. Il est possible de fournir aux ouvriers travaillant par équipes alternantes des logements, des restaurants, des moyens de transport qui rendent ce mode d'organisation acceptable pour la santé. Mais, si l'homme qui travaille la nuit ne peut dormir le jour, il se produit des troubles de sommeil ayant un support physiologique précis.

L'évaluation du niveau de confort nécessaire ou du degré de pénibilité acceptable est également liée à un état bien précis de l'opinion, qui se traduit dans les abaques de confort en usage. Sinon, pourquoi le niveau d'éclairage "normal" est-il en France plus élevé qu'en Espagne et moins élevé qu'aux Etats-Unis ? Pourquoi la réglementation de la charge maximale portable par un adolescent a-t-elle rencontré récemment autant de difficultés au Bureau International du Travail, entre les avis divergents des pays riches où il n'est pas concevable qu'un adolescent

soit docker, et des pays pauvres où les jeunes gens font tous les travaux pénibles ?

Si le physiologiste ou le toxicologue peut proposer des limites qu'il est dangereux de franchir, il ne lui appartient pas de situer le niveau du travail acceptable dans un état socioéconomique donné; et le temps n'est plus où le scientifique se posait en arbitre de la Société et pouvait écrire : "Le système de Taylor, amendé sous le rapport des conditions physiologiques du travail, pratiqué par des hommes de tact, doués de savoir et de savoir-faire, constitue une des solutions les plus scientifiques du problème social de la main d'oeuvre, des rapports des employeurs avec les employés" (J. AMAR).

Par contre, ce que le physiologiste peut faire, c'est participer à des changements des conditions de travail, réduisant la peine de l'opérateur et améliorant le travail fourni. Cette meilleure utilisation des qualités de l'Homme est comprise actuellement sous le terme d'Ergonomie.

II - APPARITION DE L'ERGONOMIE

Alors que la physiologie du travail a la finalité d'une science, c'est-à-dire la meilleure compréhension du mécanisme et plus généralement le développement des connaissances et qu'elle décrit l'évolution des phénomènes depuis un niveau de stimulation nul jusqu'aux situations extrêmes, l'Ergonomie se place plutôt parmi les technologies. Elle vise à connaître dans quelles limites l'Homme, placé dans une situation donnée, se trouve dans un état convenable pour son confort et son efficacité, sans en savoir toujours les raisons profondes. Mieux encore, elle formule les caractéristiques humaines de telle sorte qu'il soit possible à un constructeur de machine de trouver une solution optimale, non seulement en fonction des données humaines, mais encore des données techniques et économiques. L'ergonomie est un corps de connaissances qui fait

partie de l'art de l'ingénieur, car elle permet de concevoir les machines de façon convenable pour le plus grand nombre de travailleurs. Il est tout à fait inhabituel de situer ainsi un corps de connaissances relatives à l'Homme, mais c'est la nécessité de réaliser des objets qui nous y contraint. Refuser le compromis dans la conception d'un objet, est à proprement parler, une aberration philosophique. Un objet est par nature, le fruit d'une décision qui le fait différent d'autres objets également possibles mais non réalisés.

Il y a une dizaine d'années, on avait conçu aux Etats-Unis, une voiture-sécurité qui, comme la jument de Roland, avait toutes les qualités, mais n'était pas susceptible de rouler. Elle avait peut-être été lancée dans le but inavoué de ridiculiser les recommandations des spécialistes de la Sécurité Automobile. Depuis, beaucoup de dispositifs de cette voiture ont été inclus dans certains modèles américains et aussi européens, mais ils l'ont été progressivement, au prix de compromis successifs entre la technique et l'Ergonomie.

Cependant, ce réalisme industriel doit nous laisser lucides en face des objets issus des études ergonomiques. L'effort réalisé pour inclure des connaissances relatives à l'Homme dans une machine est parfois très méritoire, mais ne doit pas nous faire décider a priori que ce compromis est acceptable pour l'Homme. Bien des moyens de protection individuels ont ainsi réussi à protéger contre certains inconvénients, mais en ont laissé persister d'autres que le physiologiste peut évaluer. Combien de gants qui protègent des brûlures sont trop imperméables pour laisser évaporer la sueur, et trop mal dessinés pour ne pas blesser les doigts et gêner la préhension. Le premier compromis ergonomique sera parfois à rejeter sur des critères physiologiques.

Mais les risques d'un résultat insuffisant ne doivent pas nous arrêter, alors qu'il est tant de situations industrielles qu'il est possible d'améliorer ou de créer meilleures grâce à des connaissances ergonomiques. Le développement technologique incluant les connaissances ergonomiques peut être considéré comme une réponse à la demande formulée dramatiquement par Simone WEIL il y a 25 ans :

"D'une manière générale, une réforme d'importance sociale considérable serait une transformation dans la conception même des recherches techniques. Jusqu'ici, on n'a jamais imaginé qu'un ingénieur occupé à des recherches techniques concernant de nouveaux types de machine puisse avoir autre chose en vue qu'un double objectif : d'une part, augmenter les bénéfices de l'entreprise qui lui a commandé ces recherches, d'autre part, servir les intérêts des consommateurs ... Quant aux ouvriers qui donneront leurs forces à cette machine, personne n'y songe. Personne ne songe qu'il soit même possible d'y songer.

Tout au plus, prévoit-on de temps à autre de vagues appareils de sécurité, bien qu'en fait les doigts coupés et les escaliers d'usines quotidiennement mouillés de sang frais soient si fréquents. Mais cette faible marque d'attention est la seule. Non seulement, on ne pense pas au bien-être moral des ouvriers, ce qui exigerait un trop grand effort d'imagination, mais on ne pense pas à ne pas meurtrir leur chair. Autrement, on aurait peut-être trouvé autre chose pour les mines que cet affreux marteau-piqueur qui agite de secousses ininterrompues, pendant huit heures, l'homme qui y est accroché".

Eh bien ! aujourd'hui, on pense qu'il est possible d'inclure dans la conception de la machine des données scientifiques relatives à l'Homme et on le fait, bien que les connaissances ergonomiques soient encore insuffisantes et mal connues. Les solutions technologiques sont difficiles à élaborer et les bénéfices humains et économiques, mal mis en évidence. Quelques exemples de problèmes résolus aideront peut-être à voir le chemin suivi.

Depuis quelques années, les fabricants d'engins de chantiers ont mis en vente des modèles, pourvus de pneumatiques à basse pression et qui peuvent se déplacer sur route par leurs propres moyens, contrairement aux engins à chenilles qui doivent être portés par des camions. Pour certains utilisateurs, préoccupés d'utilisation d'urgence civile ou militaire,

cette mobilité est un élément capital car elle permet de grouper en quelques heures un nombre important d'engins en un point précis, éloigné de leurs parcs d'origine. Malheureusement, les secousses subies par les conducteurs en cours du voyage sont telles, qu'après quatre ou cinq heures de route, le conducteur est trop fatigué pour exécuter le travail pour lequel il a été convoqué d'urgence. En effet, l'engin agit comme un résonateur à bande étroite et transmet au conducteur des secousses très violentes suivant la périodicité imposée par l'engin.

Le physiologiste et l'hygiéniste peuvent montrer le mécanisme des effets des secousses, les limites à ne pas dépasser. L'Ergonome intervient en montrant que le système homme-siège ne peut présenter une fréquence de résonance nettement inférieure à la fréquence de résonance de l'engin, et que les sièges offerts par les divers fournisseurs ne peuvent servir de filtres efficaces. L'ergonome va, d'une part, proposer un compromis en recommandant certaines caractéristiques de siège pour les engins existants; il va d'autre part demander de lancer des recherches pour obtenir des sièges reposant sur un principe complètement différent : le siège actif à batteur ou à servomécanisme.

Il y a plus de 15 ans, la B.I.S.R.A. (British Iron and Steel Research Association - Association Britannique du Fer et de l'Acier), confiait à son service d'ergonomie, alors dirigé par S. LANER, l'étude d'une nouvelle cabine de pont-roulant pour les aciéries. Devant la nécessité de manier plus rapidement et avec plus de précision des charges plus lourdes qu'auparavant, il fut décidé de construire des cabines où le conducteur serait assis, pourvu d'une bonne visibilité et de commandes faciles à manier. Le résultat de l'étude fut une cabine entièrement vitrée avec des vitres obliques dans la partie inférieure, sur les côtés et en face du pontier. De part et d'autre du siège réglable, des commandes analogues à celles d'un manche à balai d'avion permettent des mouvements harmonieux du pont et du crochet, sans un apprentissage trop long. Il est à noter que

ces cabines ne sont pas sans poser de problèmes. C'est ainsi que, dans les ateliers chauds très fréquents en sidérurgie, la cage de verre du pontier évoque fâcheusement la serre. Il faut installer un bon système de climatisation pour que le pontier soit dans une ambiance thermique acceptable. Mais les vibrations du pont, les poussières de l'atelier, ne favorisent pas la maintenance du climatiseur.

Actuellement, on peut voir des ponts plus ou moins inspirés de celui de la B.I.S.R.A. en France, en Grande-Bretagne, en Allemagne, en Belgique, en Suède, en Tchécoslovaquie. Partout, les pontiers sont assis; ils posent les mains sur les commandes orientables en toutes directions. Ce qui varie, c'est l'existence de la vitre située devant l'opérateur. Si la climatisation est bonne ou l'atelier frais, si l'entretien est bien fait, cette vitre existe. Si l'une de ces conditions n'est pas remplie, la vitre a eu un accident et a disparu ... pour permettre au pontier, sûr de ses propres problèmes physiologiques, de pallier une déficience de la réalisation technique du dispositif étudié ergonomiquement.

L'exemple de la cabine de pont montre l'efficacité d'une recherche bien faite sur un poste de travail choisi avec soin et doit inciter des organismes publics ou privés à faire réaliser de telles études. C'est ce que fait actuellement la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier dans une perspective particulièrement intéressante.

Comme nous venons de le voir, les études ergonomiques répondent parfois à des nécessités opérationnelles, elles peuvent être aussi exigées par certaines difficultés de recrutement : recrutement de travailleurs ou recrutement de clients.

Dans l'industrie électronique, une chaîne de fabrication de transistors comprend des opérations demandant une acuité visuelle telle qu'une proportion très faible de jeunes filles se présentant à l'embauche, répond aux exigences requises. Il devient rapidement évident que les postes doivent être pourvus de loupes pour permettre un recrutement normal. Cependant, cette

motivation tardive par tâtonnement à causé des frais et des retards inutiles.

Dans l'aéronautique militaire, on construit de véritables scaphandres dont la partie supérieure, limitée par un bord rigide, se fixe sur les épaules à la partie inférieure du vêtement. Malheureusement, à l'essai du prototype, certains pilotes ne peuvent passer la tête par l'ouverture du scaphandre. L'anthropologue convoqué, évalue à 15 % le nombre d'hommes ainsi exclus et cette prédiction se révèle exacte sur un échantillon représentatif. Il est bien évident qu'une consultation préalable aurait évité de constituer un dilemme entre le retard apporté par la fabrication d'un nouveau scaphandre et l'exclusion d'un bon nombre d'excellents pilotes.

Le problème des dimensions les plus convenables est posé depuis longtemps dans les industries de la confection et est résolu depuis quelques années par des études statistiques portant sur des échantillons représentatifs, et l'on a vu ainsi les vêtements s'ajuster à leurs porteurs. La solution adoptée par les industries de la confection est le choix entre plusieurs tailles judicieusement réparties, et l'on entend souvent proposer par les utilisateurs de machines une solution analogue à leurs difficultés d'adaptation. En pratique, les machines sont construites sur un seul modèle pouvu ou non de réglages. En effet, le prix de revient de la construction, les problèmes de la distribution et de stockage paraissent actuellement rendre l'existence de plusieurs modèles assez peu économique. On attribue par compensation aux réglages multiples des propriétés très puissantes. Malheureusement, si le poste de travail n'est pas conçu correctement pour l'individu moyen de la population des utilisateurs, s'il néglige les servitudes liées à la réalisation du travail, les réglages risquent fort d'être inutiles et non utilisés. On voit bien souvent dans les ateliers, le même réglage de siège utilisé par des ouvriers successifs bien différents en taille. Ce fait est un signe de mauvaise conception du poste, c'est un appel à une étude ergonomique.

Peut-être est-il possible, après ces exemples, de mieux cerner la nature de l'Ergonomie, comme le fait H. MURREL, personnalité si liée à la naissance de l'Ergonomie et à son développement.

"L'ergonomie a été définie comme l'étude scientifique des relations entre l'homme et son environnement de travail. Dans ce cas, le mot environnement est employé pour indiquer, non seulement l'ambiance physique, mais aussi les outils et le matériel, les méthodes et l'organisation concernant l'individu et le groupe de travail.

Tout cela est en relation avec la nature de l'Homme lui-même, ses aptitudes, ses capacités et ses limites. A la périphérie de l'ergonomie, mais n'étant pas considérées actuellement comme une partie de son domaine, se trouvent les relations de l'homme avec ses camarades de travail, ses chefs, sa direction et sa famille. Ces problèmes sont habituellement considérés comme une partie des sciences sociales, mais ne peuvent être ignorés car ils peuvent jouer un rôle important dans la solution de certains problèmes ergonomiques. Un autre sujet périphérique qui peut, en partie, se superposer à l'ergonomie, est l'hygiène industrielle dont un aspect est la réduction des risques toxiques ou autres. L'étude de ces risques n'est pas considérée comme étant une part de l'ergonomie, mais il peut se trouver des circonstances dans lesquelles l'ergonome, l'ingénieur en hygiène industrielle et le médecin du travail, peuvent travailler ensemble à proposer une méthode de travail saine".

On peut remarquer qu'en France, il y a souvent une répartition différente des responsabilités dans l'entreprise.

Il paraît intéressant de revenir quelque peu sur les problèmes des rapports entre l'ergonomie et les questions psychosociologiques, non seulement parce que ceci constitue l'objet d'une controverse amicale parmi les ergonomes de langue française, mais aussi parce que la question est posée depuis qu'il existe dans l'industrie des travaux monotones sans grand effort physique.

Ce n'est pas par hasard que la fameuse enquête HAWTHORNE a été faite par Elton MAYO à la WESTERN ELECTRIC. Comme on le sait, le résultat de cette recherche menée entre 1930 et 1940, est que les ouvrières étaient plus sensibles à l'ambiance amicale créée autour d'elles par les enquêteurs et la maîtrise, qu'aux variations de l'ambiance physique.

On a cru pouvoir en déduire une politique de personnel plus préoccupée d'améliorations des relations humaines que des conditions de travail. Les échecs de cette politique ont été nombreux. Dans les secteurs industriels, où le travail est physiquement dur, cela est bien évident : on ne résoud pas par la persuasion les problèmes ergonomiques du vol spatial, du travail dans les mines chaudes ou de la télé-manipulation des éléments radioactifs. Dans les industries légères de grande série, comme l'électronique, les conditions matérielles de travail restent prédominantes. Une enquête récente dans cette industrie a montré que les ouvrières se plaignaient plus du travail par équipes alternantes, de la chaleur ou de la mauvaise disposition des postes, que des qualités de la maîtrise. Un problème central de ces travaux est certainement leur nature même. Certains pensent trouver des solutions dans des compensations ou des distractions. Nous estimons que les tâches à accomplir peuvent elles-mêmes évoluer, comme le montrent les études sur le regroupement des tâches et l'alternance des postes. Une telle voie de recherches est certainement la plus fructueuse pour la santé physique et mentale des travailleurs et pour les intérêts économiques globaux de l'entreprise.

III - ROLE DE LA PHYSIOLOGIE ET DE L'ERGONOMIE DANS L'ENTREPRISE

Nous avons vu que le degré d'évolution de la Physiologie du Travail et de l'Ergonomie paraît maintenant suffisant pour que chaque type d'entreprise bénéficie de leur apport.

Il existe en France des centres de recherches importants créés depuis le premier laboratoire de Jules AMAR, né ici en 1913, grâce à l'action opiniâtre de Paul PAINLEVE, alors Président du Conseil d'Administration du Conservatoire National des Arts et Métiers.

L'enseignement s'est développé depuis les premiers cours de LANGLOIS donnés en 1920, rue Saint Martin. Les élèves sont maintenant nombreux et leurs préoccupations diverses :

- biologistes en quête d'un complément de formation dans la direction de l'homme au travail,
- psychologues soucieux de connaître le mécanisme interne du comportement qu'ils observent,
- organisateurs préoccupés de rapprocher, comme le faisait COULOMB, l'effet produit par le travail de l'Homme et la fatigue qu'il détermine,
- spécialistes de la sécurité cherchant à découvrir les causes physiologiques d'actes dangereux et à mettre au point des dispositifs de protection adaptés à l'Homme,
- administrateurs soucieux d'un meilleur emploi du personnel qui leur est confié.

Le public, qui suit les cours de Physiologie du Travail, a subi l'évolution de l'ensemble des élèves du Conservatoire National des Arts et Métiers. Le niveau intellectuel est plus élevé qu'auparavant et atteint celui des techniciens de l'Industrie, et la recherche d'un diplôme d'Etudes Supérieures ou d'Ingénieur devient de plus en plus le but des études.

Le Professeur SCHERRER a créé, il y a deux ans, au Conservatoire National des Arts et Métiers, l'Enseignement supérieur de Physiologie du Travail et d'Ergonomie, maintenant placé également sous l'égide de la Faculté de Médecine de Paris. Tous ces efforts de recherche et d'enseignement sont réunis par la Société d'Ergonomie de Langue Française qui tint ses premières réunions au Laboratoire de Physiologie du Travail du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Malgré les initiatives que nous venons de décrire, malgré bien d'autres centres de recherches, d'autres enseignements en Faculté de Médecine, des Sciences et des Lettres, la pénétration de la Physiologie du Travail et de l'Ergonomie est loin d'avoir atteint dans l'industrie un développement satisfaisant. On ne peut s'en étonner étant donné le caractère récent des contacts réels, mais on peut essayer d'analyser dans chaque groupe de l'entreprise les causes éventuelles de résistance, afin de mieux répondre aux besoins.

Le premier groupe, intéressé au premier chef, est celui des exécutants, ceux qui précisément souffrent des erreurs de conception des dispositifs de travail et qui, éventuellement, bénéficient de notre effort. Deux attitudes peuvent apparaître, seules ou combinées de diverses façons, et posent des problèmes difficiles au physiologiste et à l'ergonome.

Pour illustrer la première attitude, je voudrais reproduire un entretien qui m'a beaucoup fait réfléchir. Nouvellement arrivé à la Régie Renault, il y a douze ans exactement, je me rendis dans un atelier particulièrement pénible; je me souviens encore du fond sonore intense sur lequel se tenait notre conversation. J'expliquai alors à un militant ouvrier très instruit et ouvert, le but que je poursuivais, ma volonté d'améliorer les conditions de travail. La réponse fut claire : j'aurais bien mieux fait, dans l'intérêt des ouvriers, de m'installer comme laryngologiste, puisque tel était mon métier. Devant mon étonnement, Jean LENOIR m'exprima son sentiment : si un ouvrier, souffrant de

ses conditions de travail, se plaint à son contremaître, si celui-ci veut bien faire parvenir sa réclamation à la direction, si cette dernière décide d'appeler l'ergonome et que l'ergonome est compétent et convaincant, on va peut être changer de façon efficace le poste de travail. Mais ce poste modifié doit faire l'objet d'une nouvelle évaluation, la cadence sera probablement augmentée et le travail aussi dur qu'avant, mais l'opérateur ne pourra plus se plaindre: son poste aura été étudié par un physiologiste.

On voit ainsi clairement exprimées les causes de la méfiance ouvrière vis-à-vis de l'adaptation du travail à l'Homme : doutes sur les connaissances de l'expert, méfiance vis-à-vis du compromis réalisé, craintes vis-à-vis de la répartition des bénéfices de l'amélioration entre l'opérateur et l'entreprise. Nous avons vu, au cours de cet exposé, combien toutes ces craintes étaient légitimes.

Nous sommes loin de tout connaître dans l'analyse et la mesure du travail, dans les critères à respecter pour caractériser un travail acceptable. On a trop souvent imposé aux travailleurs des conditions de travail inadmissibles en prenant autorité d'un caractère soi-disant scientifique de ces dispositions pour que nous soyons appelés à faire nos preuves.

Nous avons vu que la solution technique est toujours un compromis et que le compromis pouvait être inacceptable, tout en étant le moins mauvais. Il importe de n'accorder aucune caution, aucun label à des objets à la conception desquels nous ne pouvons que contribuer et dont nous ne pouvons décider. Il est bon que l'ingénieur d'études rappelle au physiologiste qu'il n'est qu'un conseiller et non pas le responsable de l'ensemble, mais le physiologiste ne peut se sentir responsable de la décision finale à laquelle il ne participe pas.

Le problème de la répartition des bénéfices de l'amélioration ergonomique des conditions de travail est celui de la répartition des bénéfices du progrès technique entre les investissements de l'entreprise, l'augmentation du salaire, la réduction du temps ou de la charge de travail. Il s'agit d'un problème fondamental qui se règle à un niveau qui dépasse nos modestes compétences techniques.

Une autre attitude ouvrière fondamentale consiste à considérer le spécialiste des Sciences de l'Homme comme l'arbitre scientifique des situations de conflit liées aux conditions de travail. Cet excès d'honneur peut s'accompagner d'une certaine tendance à favoriser ce que l'on appelait, après la deuxième guerre mondiale : "l'engagement des intellectuels".

En réalité, nous avons vu que si la physiologie nous permet de comprendre les mécanismes de fonctionnement du corps humain et d'apprécier les limites extrêmes à ne pas franchir, que si l'ergonomie apporte une contribution pour résoudre des difficultés concrètes, il n'existe pas de moyens scientifiques de caractériser les situations pénibles non dangereuses si fréquentes dans l'Industrie. L'interprétation des mesures ne peut se faire que par rapport à un niveau socio-économique donné, qui se traduit par un grand nombre d'abaques de confort dont le caractère est tout à fait empirique et susceptible de grandes variations suivant le temps et le lieu. Il ne s'agit pas pour le scientifique, d'une démission devant ses responsabilités, mais d'une juste appréciation des limites de ses connaissances au delà desquelles il ne possède que des opinions ayant la même valeur que celles de ses concitoyens.

Un autre groupe important dans l'entreprise est celui des techniciens, des ingénieurs qui sont aux prises avec les difficultés multiformes de la conception et de l'exécution des fabricants. Contrairement à ce que beaucoup de gens pensent, l'ingénieur est extrêmement ouvert à la pensée du spécialiste de l'Homme. Il exige seulement que le physiologiste n'arrive pas comme un censeur qui vient juger des réalisations imparfaites

de façon péremptoire, mais comme un collaborateur qui va essayer de participer à la détection d'anomalies plus ou moins clairement identifiées, et à la solution de questions parfois ardues. Cette exigence peut se présenter de façon précise.

J'avais eu l'occasion de critiquer - à juste titre d'ailleurs - la place exiguë laissée aux passagers dans un de ces prototypes "de rêve" que les constructeurs d'automobiles font réaliser de temps à autre pour stimuler l'imagination de leur bureau d'études. Je fus expédié à l'étranger chez le carrossier responsable de la merveilleuse et inconfortable enveloppe et véritablement chambré pendant une journée jusqu'à ce que je propose le dessin d'un poste de conduite qui puisse être habillé convenablement, tout en permettant une posture acceptable aux passagers. Sorti victorieux de cette épreuve, qui ressemble un peu à l'envoi dans la forêt des jeunes gens destinés à devenir guerriers, je pouvais être considéré comme un collaborateur constructif du bureau d'études.

Il y a donc, vis-à-vis de nous, spécialistes de l'Homme au Travail, des exigences très fortes : connaissances très précises de la tâche à exécuter dans le dispositif à améliorer ou à concevoir, mise en jeu adéquate des données très diverses de l'ergonomie, collaboration à la réalisation d'un compromis parfois assez éloigné de notre idée première.

A ce prix, une tâche du plus haut intérêt nous attend. Elle ne se borne pas à quelques modifications superficielles d'une machine déjà élaborée, mais elle participe aux grandes décisions techniques : répartition des tâches entre l'Homme et la machine, degré d'automatisation, conception des bâtiments industriels, nature du travail à accomplir.

Au-dessus des opérateurs et des techniciens se trouvent les administrateurs qui ont, dans l'entreprise, la mauvaise réputation de ne penser qu'à l'argent et de tout y sacrifier. Il ne nous appartient pas d'apprécier les conditions sociopolitiques qui sont celles de la France dans cette deuxième moitié du XXème siècle, mais nous pouvons au moins constater

que toute entreprise, sous quelque régime que ce soit, a des soucis de gestion qui ne permettent pas de réaliser toutes les améliorations sociales ou techniques que l'on souhaite.

Trop souvent, celui qui a le souci de proposer une adaptation du travail à l'Homme, apparaît à l'administrateur comme un noble idéaliste dont on peut craindre l'influence sur l'équilibre financier de l'entreprise. Cette opposition entre les intérêts financiers immédiats de l'entreprise et la santé des ouvriers apparaît parfois brutalement comme dans le cas des cadences de travail. Mais il est bien des domaines où une action ergonomique efficace est possible, sans atteinte de l'équilibre financier. Il est important, à ce point de vue, de distinguer ce que l'on a pu appeler l'ergonomie de correction et l'ergonomie de conception.

Indispensable pour atténuer une situation défavorable pour les opérateurs et pour la production, l'ergonomie de correction est, malheureusement, d'une efficacité souvent insuffisante et d'un coût relativement élevé. Au contraire, l'ergonomie de conception coûte au plus quelques centaines d'heures d'études en plus de la masse de travail que comporte la mise au point d'un nouveau processus de fabrication, et elle risque de bouleverser le confort et le rendement de la nouvelle installation. Pas plus qu'il ne vient à l'idée de construire un barrage sans consulter un géologue ou un spécialiste de la résistance des matériaux, il ne sera possible dans quelques années de construire un laminoir, ou une tour de contrôle d'aéroport, sans demander l'avis d'un ergonomiste.

Un autre domaine, où la direction de l'entreprise peut espérer une aide pour résoudre des problèmes difficiles, est celui de la conjonction du vieillissement du personnel avec l'évolution technologique rapide. Les connaissances relatives à l'Homme, mises en jeu dans ce domaine, sont plus larges que l'ergonomie et comprennent la physiologie et la psychologie du vieillissement, qu'illustre mon maître, Madame PACAUD, ainsi que la science de l'apprentissage et de la formation.

Il n'est pas possible de laisser se développer la situation actuelle où les progrès de la médecine permettent aux Français d'atteindre l'âge de la retraite, alors que l'évolution de la technique paraît exclure le travailleur de plus de 40 ans de beaucoup de postes actifs et qualifiés. Plus encore, nous voyons dans l'industrie électronique apparaître l'idée que l'on est trop vieux à 30 ans. Le problème est si grave dans l'industrie mondiale, que l'Organisation de Coopération et de Développement Economique a établi un vaste programme de recherches sur ce sujet. Initialement, l'idée était de montrer que l'on pouvait créer dans les entreprises des postes et des ateliers pour les travailleurs âgés. En dehors du caractère dangereux, sur le plan mental, de ces retraités vivant en marge de l'entreprise, on en voit les difficultés pratiques quand l'exclusion atteint les travailleurs de 30 ou 40 ans. En réalité, il faut concevoir des postes de travail de plus en plus nombreux qui puissent être tenus, non seulement par le travailleur moyen, mais aussi par des gens dont les capacités sont réduites par l'âge, des handicaps physiques ou mentaux. L'ergonomie peut apporter une contribution importante dans ce domaine. On ne peut manquer de noter que les études ergonomiques dans l'industrie atteignent leur plein développement dans les pays comme la Grande-Bretagne et la Suède, où la fermeture des frontières aux travailleurs étrangers et l'évolution démographique imposent d'utiliser au mieux toutes les personnes disponibles.

Dans l'entreprise, il existe encore d'autres personnes qui sont intéressées au premier chef par la Physiologie du Travail et l'Ergonomie et que je n'ai pas encore nommées. Mais doivent-elles l'être, puisqu'elles sont professionnellement les véhicules de ces disciplines. Au premier rang des spécialistes de l'Homme, se trouve le médecin du travail, auquel la loi confère des responsabilités particulières dans le domaine des conditions de travail et qui vient de voir ses attributions encore précisées par une circulaire ministérielle récente, due au Docteur GILLON. C'est le médecin qui peut le mieux écouter avec discernement les plaintes des

travailleurs et les rapprocher des postes de travail qu'il connaît. Beaucoup de médecins du travail font de grands sacrifices pour approfondir leurs connaissances en matière de physiologie du travail et trouver le temps nécessaire pour analyser des postes et formuler des recommandations pour les techniciens. Mais il faut bien dire que le domaine de l'amélioration des conditions de travail est si vaste qu'il ne peut être couvert habituellement que par une équipe comprenant, outre le médecin, un psychologue et un ou plusieurs ingénieurs.

Le rôle du psychologue dans l'équipe ergonomique est considérable, et l'on peut se féliciter qu'au Conservatoire National des Arts et Métiers, la formation psychologique comporte un enseignement en matière de physiologie du travail. Il en est de même pour l'ingénieur de Sécurité et l'ingénieur en Organisation qui reçoivent au Conservatoire une formation commune dans plusieurs matières.

On peut espérer que des équipes ergonomiques de plus en plus nombreuses verront le jour et que nous aurons pu contribuer à donner à chacun des membres de celles-ci des connaissances et un langage, permettant de convaincre chacun des interlocuteurs qu'ils rencontrent, afin de faire progresser les conditions de travail dans l'Industrie Française.

CONDITIONS DE TRAVAIL ET DE SANTE

Texte d'un article écrit avec A. LAVILLE et publié dans
SYNDICALISME (Numéro du 14 Décembre 1967)

Le problème des conditions de travail est une affaire essentielle pour les travailleurs : elles ont, en effet, des répercussions immédiates et à long terme sur leur santé, mais également sur leur avenir professionnel. Bien souvent, cette question est négligée ou considérée comme secondaire; comme elle touche les problèmes de santé, on laisse le soin aux services sociaux de la résoudre, ou bien on accepte qu'elle soit insoluble parce que liée à des impératifs techniques.

Aussi, dans les conflits avec la direction de l'entreprise, on discute habituellement l'un des termes du contrat : le montant des salaires, et on laisse pratiquement à la direction l'entière responsabilité de l'autre terme : la nature et les conditions du travail à exécuter.

Pour faire cesser cette situation, les travailleurs disposent de moyens définis dans les textes légaux; ils peuvent aussi préparer la rédaction de nouveaux textes qui seront adoptés quand la conjoncture politique sera favorable.

L'effort que nous proposons aux syndicalistes en matière de conditions de travail est-il justifié ? Oui, cette tentative est à la fois nécessaire et raisonnable.

A) Elle est nécessaire car, dans bien des cas, le travailleur donne à l'entreprise un effort supérieur à celui qui détermine une fatigue normale, effacée le lendemain. Bien que l'on ait peu de connaissances scientifiques dans ce domaine, il y a des métiers qui usent, qui rendent les hommes vieux avant l'âge. Il y a aussi le domaine plus connu des maladies professionnelles qui déterminent des atteintes graves : silicose, benzolisme, etc ... Enfin, tout le monde connaît l'importance des accidents du travail dans la vie ouvrière.

B) Elle est raisonnable. La volonté de créer des conditions de travail dignes d'un citoyen de 1967 n'est pas du domaine du rêve. Il existe actuellement un vaste corps de connaissances appelé "Ergonomie" qui met à la disposition de la direction et des ingénieurs les données nécessaires pour préparer et réaliser des conditions de travail acceptables sans atteindre la production. Cependant, l'utilisation de ces données demande un certain effort de lutte contre la routine. Pour vaincre celle-ci, la volonté ouvrière est indispensable. Il faut cesser de croire qu'une fonderie est nécessairement pleine de poussières, qu'un atelier de chaudronnerie est forcément assourdissant, qu'un groupe de traitements thermiques est toujours très chaud. S'il existe dans l'entreprise une volonté réelle de créer des conditions de travail satisfaisantes, celles-ci peuvent être réalisées car elles sont possibles techniquement dans la grande majorité des cas.

Nous diviserons les questions relatives aux conditions de travail en quatre chapitres :

- le poste de travail;
- l'ambiance physique de travail;
- les conditions liées au temps;
- les catégories particulières de travailleurs liées à l'âge, au sexe, à l'état physique.

I - LE POSTE DE TRAVAIL

Le dessin du poste de travail lui-même peut être la source de beaucoup de fatigue souvent inutile : nécessité de se tenir debout alors que l'on pourrait être assis, gêne dans la position assise parce que l'ouvrier n'a pas de place pour mettre ses genoux, impossibilité de regarder l'objet à travailler ou les cadrans en même temps que l'on manoeuvre une commande. Combien de ces postes dessinés sans tenir compte de l'homme qui y travaille obligent à prendre des postures inconfortables et déterminent des douleurs persistantes dans les reins ou le cou, qu'il s'agisse de conducteurs de camions ou de dactylos.

Dans d'autres cas, les pédales, les commandes à main sont mal placées et leur manoeuvre prolongée provoque des crampes. Parfois, ces commandes sont trop dures, surtout quand elles sont utilisées fréquemment, alors qu'il serait relativement aisé de les remplacer par des commandes électriques.

Parfois, enfin, ce sont les compteurs, les cadrans, les thermomètres qui sont difficiles à lire, les instructions d'utilisation, les programmes qui sont rédigés de façon incompréhensible ou obscure et qui gênent pour réaliser le travail exigé dans le temps voulu.

Il arrive aussi que la formation donnée pour la tâche à accomplir ne soit pas la bonne et que les gestes imposés et recommandés ne soient ni sûrs ni rapides, que les outils conseillés ne soient jamais en bon état ou même disponibles.

II - L'AMBIANCE PHYSIQUE

Plusieurs facteurs de l'ambiance physique peuvent jouer un rôle déterminant sur la santé et le bien-être des travailleurs.

A) Bruits

Les modes d'action du bruit sur l'homme au travail sont très divers :

1) Les bruits peuvent rendre sourds

La loi a reconnu comme maladie professionnelle la surdité des chaudronniers, des riveteurs, des metteurs au point de moteurs d'avions, des tisserands, mais il y a bien d'autres milieux où l'oreille peut être détruite plus ou moins vite.

2) Les bruits peuvent compromettre la sécurité

Souvent des bruits trop forts empêchent d'entendre un avertissement, un coup de sifflet annonçant l'approche d'un danger.

3) Les bruits peuvent gêner le travail

Le bruit fait par les voisins peut distraire du travail. S'il s'agit de paroles, de conversations itinérantes, il arrive que le travail devienne absolument impossible, surtout s'il est difficile.

4) Les bruits peuvent être pénibles

Si la fatigue liée aux bruits est difficile à évaluer, elle est connue de tous.

B) Lumière

La lumière peut créer de mauvaises conditions de travail aussi bien par son insuffisance que par son excès.

1) L'insuffisance de lumière peut gêner le travail car elle ne permet pas de voir les détails importants, les reliefs. Ce facteur est particulièrement critique pour les travailleurs fatigués ou ayant une mauvaise vue. Elle peut être dangereuse en empêchant de voir les obstacles placés dans les passages, en gênant la détection de pièces coupantes, etc ...

2) L'excès de lumière est, dans l'immense majorité des cas, liée à une mauvaise répartition de la lumière. Il y a éblouissement, c'est-à-dire présence d'une source lumineuse brillante trop près de l'objet à étudier. Parfois, il s'agit d'une lampe placée trop près de la pièce à examiner, parfois du reflet d'une lampe sur une surface brillante. Dans tous les cas, les résultats en sont un travail difficile à exécuter ou un obstacle non vu, comme pour le conducteur ébloui par les phares de la voiture venant en sens inverse.

C) Température

Les problèmes de température sont parmi les plus graves et les plus courants de ceux que l'on rencontre dans l'entreprise. On sait que les accidents du travail sont beaucoup plus fréquents quand la température ambiante est au-dessous de 15° ou au dessus de 30°.

On voit toutes les maladies qui peuvent survenir quand le travailleur est exposé à des températures trop basses sans protection suffisante, surtout s'il y a alternance de séjour au froid et au chaud. Les gelures atteignent les doigts, parfois le visage.

Les températures élevées sont redoutables parce que l'organisme qui travaille produit de la chaleur et il doit la perdre sous peine de voir monter sa température centrale et de mourir par coup de chaleur. Si la température est élevée et que l'humidité est forte, la déperdition de chaleur ne peut avoir lieu et il y a danger.

On peut évoquer encore les effets des poussières sur les poumons avec, en premier lieu, la silicose et les effets des vibrations qui provoquent des maladies de la colonne vertébrale chez les conducteurs d'engins et des articulations du bras chez les ouvriers utilisant les marteaux piqueurs.

III - LES CONDITIONS DE TRAVAIL LIEES AU TEMPS

Les conditions de travail les meilleures peuvent devenir intolérables si le travail est effectué sous des contraintes de temps trop sévères, ce sont des problèmes d'horaires de travail et de cadences de production.

A) Horaires de travail

La durée du travail et sa répartition dans la journée sont des éléments déterminants qui ont bien souvent suscité des combats ouvriers et qui posent également des questions graves pour l'avenir.

1) Durée du travail

La durée légale du travail est toujours, en France, de 40 heures. En réalité, dans les secteurs économiques vivants, la durée du travail est plus grande. Elle peut atteindre 55 h. pour des enfants de 16 ans comme nous l'avons constaté. Pour préparer l'établissement de limites raisonnables à la durée du travail, il faut tenir compte de la charge de travail à exécuter pendant cette durée : charge physique (par exemple, terrassier, mineur) et charge mentale (par exemple, téléphoniste, instituteur); de la vitesse à laquelle est effectué ce travail ;

cadence (travail artisanal, travail à la chaîne), mais il faut tenir compte également des différences d'aptitudes d'un travailleur à l'autre (travailleur jeune ou âgé, femme ou homme).

La durée du travail doit tenir compte de la charge du travail professionnel mais aussi de la durée de transport, du travail à la maison, de façon à laisser du temps pour le repos, mais aussi pour les activités familiales et sociales. Elle doit tenir compte également du revenu nécessaire pour que le travailleur fasse vivre les siens et lui-même, en sachant que la masse globale des salaires distribués par l'entreprise paraît assez indépendante du nombre d'heures travaillées.

2) Travail posté

La répartition des heures de travail dans la journée constitue également un problème grave. Actuellement, pour faire progresser l'industrie, il faut faire de gros investissements par poste tout en sachant que ces investissements seront à renouveler dans un délai assez court. Le problème posé à la direction est donc celui d'un amortissement rapide qui est facilité par un grand nombre d'heures de fonctionnement du poste. Si l'on refuse, comme cela est légitime, les très longues journées de travail, il faut envisager le travail posté avec des équipes de travailleurs qui se succèdent dans la même fonction 2, 3 ou même 4 fois par 24 h. On peut discuter cette nécessité économique, mais si on l'admet, il faut voir dans quelles conditions elle est tolérable pour le travailleur.

Les conséquences du travail posté sont physiologiques et sociales :

- physiologiques comme les troubles du sommeil, de l'appétit et de la digestion liés aux changements incessants d'horaires, au décalage par rapport aux heures habituelles de sommeil et de repos.

- sociales comme la coupure vis-à-vis de la vie politique et syndicale (les réunions ont lieu pendant les heures de travail posté), de la vie familiale et sociale (on ne voit plus sa femme, son mari, ses enfants, ses camarades); de la vie culturelle (les cinémas sont fermés pendant les heures de liberté).

B) Les cadences de travail

Le contenu du temps de travail est capital, nous l'avons vu, et l'on peut être aussi fatigué par une heure de travail intense que par quatre heures de travail modéré. Il existe des moyens (comme la fréquence cardiaque) qui permettent de savoir si l'on ne dépasse pas les forces physiques du travailleur, mais on ne sait pas mettre en évidence la surcharge mentale ou nerveuse. On sait, cependant, que, dans ce cas, on voit apparaître des troubles collectifs: absentéisme, rotation du personnel, baisse de la qualité de la production, augmentation des accidents du travail, crises nerveuses qui soulignent un état anormal du groupe de travail.

Tous les métiers ne sont pas aussi sensibles à cette surcharge. Tous les travaux qui comportent des choix, même simples (tri, contrôle), des mises en mémoire (transcription des chiffres, rassemblement de données) sont extrêmement sensibles à l'accélération des cadences, alors que les gestes automatisés permettent une vitesse plus élevée.

Il faut beaucoup insister sur le rôle des cadences élevées dans l'origine des troubles mentaux si fréquents dans certaines industries apparemment peu pénibles.

IV - LES CATEGORIES PARTICULIERES DE TRAVAILLEURS

L'attitude habituelle des agents de chronométrage est d'évaluer un poste en fonction d'un travailleur "normal". Il s'agit habituellement d'un homme assez jeune et bien entraîné. Malheureusement, il existe dans l'entreprise une majorité de personnes qui n'ont pas les aptitudes de ce travailleur idéal. Celles-ci se trouvent alors habituellement dans des conditions où leurs forces sont soumises à des exigences excessives.

A) Rôle du sexe

Les femmes sont plus petites que les hommes (12 cm en moyenne) et doivent habituellement travailler sur des postes conçus pour des hommes et où toutes les dimensions sont excessives. Leur force musculaire est, en moyenne, de 30 % inférieure à celle de l'homme et, bien souvent, les forces à exercer sur les commandes sont acceptables pour l'homme entraîné et tout à fait excessives pour l'ouvrière.

Pour les tâches à prédominance mentale, la femme a les aptitudes que l'homme, mais il faut tenir compte du fait que la femme a habituellement un deuxième métier à la maison qui l'occupe 3 heures par jour si elle est mariée et beaucoup plus encore si elle a des enfants.

Enfin, certaines particularités biologiques de la femme, comme les règles et la grossesse, rendent intolérables certaines situations acceptables autrement.

B) Rôle de l'âge

La pleine activité physique et mentale n'est pas permanente. Elle croît jusque vers 20 ans et elle décroît à partir de 40 ans si elle n'est pas entretenue.

1) Le travail des jeunes

Malgré un silence remarquable sur ces faits, il existe, en France, un nombre élevé de jeunes travailleurs employés à la production, soit avec un statut d'apprenti, soit comme jeunes ouvriers. Il est important de s'occuper de leurs conditions de travail, car il n'est pas rare que ces jeunes soient soumis à des horaires et à des exigences de production identiques à ceux des adultes dès l'âge de 14 ou de 16 ans, malgré les dispositions légales. Les camarades plus âgés, les parents, sont souvent très peu disposés à agir contre cet état de fait qui conduit à des effets déplorables :

- fatigue excessive,
- troubles de croissance,
- maladies,
- impossibilité de formation et d'apprentissage,
- désordres moraux, signes de révolte vis-à-vis d'une vie trop pénible.

Le peu d'intérêt de beaucoup de sections syndicales vis-à-vis des jeunes et de leurs conditions de travail est vivement ressenti par ceux-ci.

2) Le travail des travailleurs vieillissants

Le vieillissement apparaît très tôt dans l'industrie, si l'on en croit les offres d'emploi qui refusent les O.S. de plus de 35-40 ans et, en particulier, les O.S. pour travaux fins (électronique) de plus de 25 ans. Ceci contraste avec l'âge très avancé parfois des dirigeants des entreprises.

Effectivement, nos aptitudes : force musculaire, puissance cardiaque, résistance aux intempéries, acuité visuelle et auditive, ne cessent de baisser avec l'âge, certaines dès la naissance, d'autres à partir de 20 ou 30 ans. Cependant, un bon entraînement, des lunettes, peuvent arranger beaucoup de situations si l'on s'en préoccupe. Ce qui est le plus important est probablement l'évolution des aptitudes mentales qui baissent rapidement à partir de 25 ans chez la plupart des ouvriers qui cessent à cet âge toute formation, mais ces aptitudes peuvent se maintenir intactes si on les entretient. Ceci est une démonstration éclatante de la nécessité de la formation permanente qui permet aux employeurs de garder au travailleur une place intéressante dans les évolutions successives de la société industrielle, et à la société de conserver toutes ses ressources humaines au lieu de laisser se produire un gaspillage scandaleux. Ceci est un des rôles les plus profonds des activités culturelles du comité d'entreprise.

Il faut, d'autre part, exiger qu'en cas de mutation technique nécessaire, l'entreprise mette en place un programme de formation et d'adaptation des futurs opérateurs en même temps qu'elle fait construire les bâtiments et commande les machines du nouveau processus de fabrication. Il faut autant de temps pour préparer un homme que pour fabriquer des objets. Si l'on néglige cette précaution, comme on le fait habituellement, on voit les travailleurs de l'ancien processus de fabrication considérés comme inadaptables, donc comme trop vieux même s'ils n'ont que 30 ans.

C) Les handicapés physiques et mentaux

Dans bien des cas, les travailleurs handicapés peuvent assurer une production normale à condition de procéder à quelques aménagements des locaux ou des machines qu'ils occupent. Ces aménagements sont de beaucoup préférables au déclassement humiliant et désastreux pour le budget familial, aux places réservées ou aux ateliers protégés toujours insuffisants en nombre et qui, psychologiquement, ressemblent trop

à l'hospice. Il est, en particulier, certain que tous ceux qui ont eu une atteinte mentale ont besoin de se retrouver dans une situation quasi normale au sein d'un groupe de travail. Certains individus, particulièrement peu doués du point de vue intellectuel et voués à la vie misérable de l'asile, peuvent parfois remplacer de façon satisfaisante des travailleurs normaux à certains postes particulièrement monotones et simples.

CONCLUSIONS

De nombreux aspects de l'entreprise déterminent pour les travailleurs des conditions de travail plus ou moins bonnes. Dans beaucoup de cas, les mauvaises conditions de travail constituent des problèmes à la fois sociaux puisqu'ils touchent à la santé des travailleurs, et économiques puisqu'ils mettent en cause la valeur technique des investissements.

On constate, dans certaines entreprises, des fabrications ayant un fort pourcentage de loupés et, bien souvent, on peut incriminer de mauvaises conditions de travail : un éclairage insuffisant ou éblouissant, un outil mal adapté ou trop lourd, ne permettent pas de faire, par exemple, un montage de petites pièces avec précision. Les loupés seront nombreux, la qualité en souffrira. On peut instituer alors de nombreux contrôles, mais tout cela coûte cher. Les conséquences économiques de ces mauvaises conditions de travail peuvent être directement évaluées à partir de la production, mais il en existe d'autres qui n'apparaissent pas immédiatement : les postes où les cadences sont plus dures, où les conditions de travail sont les plus pénibles, sont souvent des postes où on constate une grande rotation du personnel, un absentéisme élevé, des accidents du travail fréquents, qui ont pour conséquence une désorganisation de la production et une augmentation des périodes d'apprentissage.

Le coût économique total des mauvaises conditions de travail doit donc être évalué à partir de ces différents éléments.

Toutes ces questions appartiennent à la responsabilité des syndicalistes et, en particulier, à celle des Comités d'entreprise, d'autant plus que bien souvent les directions d'entreprise ne mesurent pas l'importance de ces problèmes et ont tendance à adopter des solutions simplistes paraissant rentables à court terme, mais nuisant à l'ensemble des intérêts économiques de l'entreprise.

CONCLUSIONS DU COLLOQUE INTERNATIONAL D'ERGONOMIE

APPLIQUEE A LA CONCEPTION DE LA MACHINE

organisé à PRAGUE du 2 au 7 Octobre 1967 par le Bureau International du Travail et la Société Médicale Tchécoslovaque J.E. PURKINJE.

Le problème des conditions du travail est posé depuis toujours par la souffrance des ouvriers, leur fatigue, les accidents touchant le personnel et le matériel, l'inefficacité de bien des efforts physiques et mentaux.

Ces dernières années ont vu la situation changer quelque peu et cette évolution s'appelle "l'ergonomie". L'existence de ce mouvement pose la question de son origine, nécessite une analyse de ses composantes. A notre avis, celles-ci sont au nombre de trois.

1) Apparition d'une mentalité moderne dans différents pays et divers secteurs professionnels; le logement non équipé, le véhicule inconfortable, l'atelier sale et pénible cessent d'être considérés comme normaux et les usagers exigent quelque chose de mieux. Les moyens d'expression de ces changements de mentalité sont les plus divers, allant de la pression commerciale à l'action syndicale.

2) Développement très rapide de systèmes de production très élaborés et de produits longuement préparés.

Dans les nouvelles conditions technologiques, les corrections sérieuses après l'installation de l'atelier ou la sortie des premiers exemplaires du produit sont difficiles. Il faut donc inclure les connaissances relatives à l'homme dès le premier stade de l'étude, comme on y inclut les données de la résistance des matériaux ou de la thermodynamique des fluides.

3) Progrès des sciences humaines expérimentales.

Ce progrès est impressionnant et s'exprime par une extraordinaire abondance de littérature. Cette avancée est beaucoup plus apparente que réelle, car d'immenses progrès relatifs au profil anthropologique de certains isolats raciaux, à la biochimie des cellules nerveuses ou à la parenté psychologique des jumeaux, ne sont guère utiles pour améliorer les conditions de travail. Nous ne pouvons donc considérer comme participant au progrès de l'ergonomie que les travaux conduisant réellement à une meilleure compréhension ou à une élaboration plus satisfaisante des relations entre l'homme et la machine.

En fonction des trois critères que nous venons de proposer, il serait possible de nous attacher à noter les progrès relatifs réalisés en matière de conditions de travail dans divers pays mondiaux et pour différents types d'activité. On verrait apparaître, dans une place hors pair, le poste de travail du cosmonaute où la pression brutale des nécessités techniques l'emporte pour entraîner un grand progrès ergonomique malheureusement très localisé et bien peu utilisable pour le reste des activités humaines. On pourrait, à l'autre extrémité de l'échelle, noter l'absence quasi totale d'études sur le travail des paysans des champs de coton ou des dockers utilisant leur seule force physique. En effet, en l'absence de mentalité moderne, de groupes de pression pour l'amélioration

du travail, d'exigences d'élaboration technique, bien des domaines sont négligés malgré des possibilités réelles de progrès.

Il serait vain de décrire plus longtemps la situation que nous connaissons tous si ce n'est pour noter que, dans cette assemblée, plus de vingt pays sont représentés et que nous connaissons des ergonomistes dans une vingtaine d'autres pays appartenant pour la plupart à d'autres continents que l'Europe. Il s'agit maintenant d'un mouvement universel rassemblant les peuples vivant sous des régimes socio-politiques différents. On peut, cependant, noter que, parmi les 45 pays où il existe au moins un embryon de travail ergonomique, on note essentiellement la présence de nations à haut niveau économique et à fort développement technique, ce qui renforce à nos yeux la valeur des deux premiers critères que nous avons proposé comme conditions du développement de notre discipline.

Faut-il pour autant accepter le libre jeu de ces facteurs économiques et sociaux ? Ne serait-il pas souhaitable que l'action des organismes internationaux se fasse dans le sens d'un encouragement marqué pour les études ergonomiques dans les pays en voie de développement ?

Il est probable que de tels travaux se montreraient très efficaces sur le plan de l'économie, comme l'a montré le rapport du Bureau International du Travail présenté hier.

Quoi qu'il en soit, les 131 communications annoncées à ce Congrès présentent un intérêt considérable et vont nous aider à franchir une nouvelle étape. Je ne les commenterai pas, si ce n'est pour renouveler mes félicitations à leurs auteurs. Il paraît préférable d'insister plutôt sur le travail qu'il nous reste à faire. Il ne s'agit évidemment pas de proposer des lignes de recherches, quoique l'on soit tenté de faire une analyse du contenu des communications et de noter la faible place accordée aux études relatives au diagnostic des causes d'anomalies, le peu d'importance attribué aux évaluations économiques des modifications ergonomiques (coût et profit), la discrétion des considérations relatives aux

effets neuropsychiatriques des travaux répétitifs de certains types (travaux complexes, rapides, monotones).

Le vrai problème qui nous préoccupe maintenant n'est pas celui du progrès de nos connaissances, mais celui de leur communication. Après 20 ans d'existence, l'ergonomie connaît une crise de croissance car, un peu partout dans le monde, il ne nous suffit plus d'étonner l'utilisateur par un bon conseil sur la structure dimensionnelle du poste ou sur la présentation judicieuse de l'information; il faut maintenant fournir à l'ingénieur les renseignements systématiques, précis et maniables dont il a besoin. Il faut, plus encore, lui faire découvrir les nombreux domaines dans lesquels l'ergonomie veut être utile et qui n'apparaissent pas toujours clairement à un esprit peu formé. Il ne s'agit pas de promouvoir une activité de propagande qui peut être suivie d'amères déceptions, mais de susciter une action éducative par le dialogue dans le genre de celles qu'il faut établir à propos des problèmes économiques de l'entreprise ou des possibilités données par l'apparition des calculateurs.

Information, formation, établissement de circuits réguliers de travail, voilà quelques étapes qu'il faut franchir tout en étant parfois amenés à formuler des recommandations et à fixer des limites pour ne pas laisser certains individus utiliser aux dépens de l'homme toutes les possibilités du couplage de l'homme et de la machine.

Le médecin du travail, chargé par définition de la défense de l'homme au travail, doit participer aux activités ergonomiques tout en gardant sa liberté d'appréciation vis-à-vis du compromis définitif, comme le font d'ailleurs le syndicaliste et l'ingénieur de sécurité.

L'ingénieur d'études, le spécialiste de méthodes, le directeur du personnel doivent se pénétrer, dans l'intérêt technique et économique, des sciences humaines expérimentales appliquées au travail, mais ils doivent accepter également certaines règles précises indiquant les limites que l'homme

ne saurait franchir sans risques dans l'exécution de son travail.

Pour aider au progrès de l'ergonomie dans l'entreprise, je ne puis que vous proposer de suivre les recommandations formulées par Messieurs ROUBAL et SELENY au cours de ce colloque :

1) coordonner l'échange des résultats scientifiques et des réalisations pratiques dans le domaine de l'ergonomie sur un plan international,

2) tenter de promouvoir l'établissement de législations nationales concernant le travail, grâce à des accords internationaux et des recommandations de telle sorte que les lois, normes et règlements comprennent aussi des données ergonomiques,

3) établir sur un plan international des principes pour l'évaluation et l'essai des machines et des équipements du point de vue de leur adaptation aux aptitudes fonctionnelles des travailleurs,

4) adapter et compléter, par des données ergonomiques, les règlements-types de sécurité adoptés par l'O.I.T.

5) assurer la publication de mises au point concernant les principaux domaines de l'ergonomie à l'usage des dessinateurs d'outillage de machines et d'équipements,

6) publier des manuels de style simple à l'intention des groupements professionnels et des diverses catégories de travailleurs, en tenant compte des conditions particulières régnant dans les diverses régions du monde.

A toutes ces propositions si intéressantes, qu'il me soit permis d'en ajouter d'autres ayant trait à la recherche et à la formation :

7) Dans les domaines de la recherche, l'étude des méthodes de l'action ergonomique nous paraît urgente car, si des progrès sensibles ont été réalisés dans l'acquisition des connaissances, il n'en est pas de même en ce qui concerne les techniques d'investigation et de diagnostic relatives aux situations de travail existantes, et les modalités d'élaboration et de contrôle des modèles en rapport avec les projets de machines et d'installations.

8) La formation doit s'adresser aux diverses catégories de personnes intéressées :

- les ingénieurs doivent trouver dans cet enseignement une amélioration dans les difficultés qu'ils rencontrent dans la réalisation de bons rapports entre l'Homme et la machine. Cette formation doit avoir un caractère général dans les écoles d'ingénieurs et de techniciens. Elle doit surtout avoir un caractère spécifique dans les écoles et stages de spécialisation. Dans notre esprit, les spécialisations nécessitant une formation complémentaire sont aussi bien techniques (acoustique, thermique, mécanique) qu'économiques et sociales. Il est, en particulier, important que le coût financier des inadaptations soit étudié avec soin dans ses causes et ses conséquences.

- les médecins du travail possèdent des connaissances particulièrement larges concernant les effets du travail sur l'individu. Leur formation devrait les aider à communiquer leurs connaissances, à participer à l'analyse des situations et au progrès des installations. Dans ce but, ils doivent acquérir certaines connaissances techniques leur permettant de s'exprimer dans le langage de l'ingénieur.

- les psychologues industriels doivent apporter une contribution très importante à la conception des postes de travail et des ensembles comprenant des hommes et des machines. Il est donc nécessaire d'encourager les initiatives de formation tendant à accroître l'efficacité de leur intervention.

Bien d'autres propositions peuvent sans doute être formulées pour atteindre le but que nous poursuivons tous :

- permettre aux travailleurs de considérer le temps de travail comme une partie intéressante de leur vie et non comme une douloureuse rançon,

 - mettre à la disposition de la communauté plus de biens pour un effort humain moins élevé.
-

ERGONOMIE ET MEDECINE DU TRAVAIL

Ce texte fait partie du rapport aux Xè Journées Nationales de Médecine du Travail présenté à Grenoble le 12.9.1968 par le Professeur DUMORTIER et publié ultérieurement par MASSON éditeur Paris 1969 p. 3-8.

Le développement actuel des sciences humaines et l'extension de leurs applications dans l'entreprise est un fait considérable qui se développe à l'échelle mondiale. Les résultats positifs de cette tendance sont évidents puisque l'on peut ainsi offrir à l'homme des conditions de travail plus satisfaisantes pour sa sécurité, son confort et son efficacité.

La signification ambiguë des sciences et des techniques est cependant une constatation fondamentale de la Morale depuis l'Antiquité, et le médecin du travail dont la fonction possède une valeur éthique évidente, ressent de façon plus ou moins explicite une inquiétude devant l'accroissement des connaissances dans le domaine médical et, plus largement, dans l'ensemble des disciplines étudiant l'homme au travail. Il se trouve, par sa situation même, par sa culture, comme par le rôle que la société industrielle française et le législateur lui confient, conduit à choisir entre deux attitudes extrêmes également inacceptables :

- participer sans restriction à l'introduction dans l'entreprise de méthodes nouvelles en collaboration avec d'autres spécialistes des sciences humaines : psychologues, sociologues.

- se limiter à l'examen médical des salariés et à la détection de leurs maladies et à la définition de leurs inaptitudes.

La première conception a le gros avantage de situer le médecin dans un grand courant de la pensée moderne et de lui donner rapidement une influence considérable dans l'entreprise. On connaît des médecins qui jouent le rôle d'un chef du personnel, voire d'un secrétaire général, et qui ne craignent pas de diriger non seulement les services de sélection psychotechniques et de sécurité, mais encore acceptent de contrôler la formation, les interventions psychologiques et les études de postes, même si celles-ci servent de base à la rémunération. Les qualités personnelles éminentes de certains médecins les rendent largement capables d'occuper de tels postes et beaucoup d'autres dans l'entreprise et la société. Mais peuvent-ils encore, dans ces conditions, établir avec les travailleurs ces relations de confiance que notre déontologie exige et dont la loi instituant la Médecine du Travail donne le contrôle au Comité d'Entreprise ?

Comment le médecin peut-il éviter, dans ces conditions, de se rendre solidaire d'une des deux parties dans les conflits d'idées et de faits qui apparaissent chaque jour dans les organisations industrielles ? Tous les jugements que le médecin portera alors sur les conditions de travail apparaîtront comme des plaidoyers pour une oeuvre qu'il a lui-même réalisée plus ou moins totalement.

L'autre attitude apporte plus de confort intellectuel et moral. Le médecin s'appuie dans la solitude du dialogue singulier sur le vaste corps de connaissances qui est celui de la médecine et, en liaison avec l'ensemble de ses confrères, il montre à l'employeur comment il convient de mettre en place chaque salarié et souligne les conséquences défavorables de certaines situations de travail. Une telle conception de la médecine du travail conduit aisément à instituer, comme on l'a fait dans certains pays, une polyclinique centrale où sont

examinés les travailleurs à l'extérieur des diverses entreprises de la ville ou de la région. C'est une solution dont souffrent beaucoup, en France, les médecins des services interentreprises. L'impression prédominante est, dans ce cas, celle d'une véritable mutilation : si le médecin du travail garde ainsi le droit d'examiner et, parfois, de porter des jugements partiels, toute action réelle lui est interdite. Le médecin du travail se sépare, en effet, de l'ensemble des médecins par le fait qu'il n'examine que des adultes habituellement bien portants, il s'en distingue surtout par l'interdiction qui lui est faite de prescrire ou d'exécuter une thérapeutique pharmacologique ou chirurgicale. Comment peut-on dans ces conditions le priver également de cette action thérapeutique si importante qu'est l'action ergonomique sur les conditions de travail ? C'est retirer au médecin du travail sa signification sociale et priver les membres de l'entreprise d'un concours précieux.

Avant d'aller plus loin dans la réflexion que suggère l'action du médecin sur les conditions de travail, il paraît nécessaire de définir l'Ergonomie. Ce mot, forgé par MURREL en Angleterre il y a vingt ans, désigne l'ensemble des connaissances scientifiques relatives à l'Homme et nécessaires à l'ingénieur pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs d'ensemble qui puissent être utilisés avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité. Il est fait ainsi appel à des connaissances anthropométriques, physiologiques, psychologiques, voire sociologiques, quoiqu'il faille insister sur le fait que, pour ces deux dernières disciplines, ce sont les faits reposant sur des bases expérimentales qui sont seuls retenus.

Ainsi définie, l'ergonomie fait des emprunts à l'hygiène industrielle, à la physiologie et la psychologie du travail. Elle voisine avec la toxicologie et avec l'étude du travail telle que la conçoivent les ingénieurs en organisation.

L'individualité de l'ergonomie, maintenant reconnue dans le monde entier par l'existence d'une association internationale regroupant sept sociétés nationales dans trois continents, tient au fait qu'elle est orientée non pas vers le jugement sur les situations de travail, mais vers l'amélioration de celles-ci. On voit donc apparaître nettement, à côté de l'attitude ergonomique qui accepte le compromis entre diverses exigences dont certaines seulement ont trait à l'homme, le point de vue classique de l'hygiéniste qui trace des limites plus ou moins précises que l'on ne saurait franchir sans danger.

Il n'est pas facile d'évoquer le rôle du médecin dans l'adaptation du travail à l'homme, si l'on ne précise pas le type d'action ergonomique que l'on se propose d'étudier. Il est bien certain que la façon la plus efficace et la moins coûteuse d'obtenir de bonnes conditions de travail est de les réaliser d'emblée de façon satisfaisante. Mais ce travail d'ergonomie de conception - suivant l'expression de Coppée - demande habituellement une double compétence très poussée dans le domaine technique et dans les sciences de l'homme. Bien des médecins ont actuellement un tel rôle, en particulier dans le domaine des techniques de pointe : transports, transmissions, informations, etc ... Cependant, dans ce travail de laboratoire et de bureau d'études, l'origine médicale du spécialiste peut ne pas apparaître comme indispensable. Il n'en est pas de même si l'on considère l'ergonomie de correction où la participation du médecin du travail est à la fois indispensable et efficace. Le privilège et la charge parfois très lourde du médecin dans l'entreprise est de voir les travailleurs à toutes les périodes critiques de leur vie : embauche, accident, reprise du travail, inquiétudes de santé, etc ... A l'occasion de ces rencontres, certains aspects spécifiques des postes de travail apparaissent plus nettement. La visite systématique peut devenir, elle aussi, une source inappréciable d'informations s'il est permis au médecin de grouper dans une courte période de temps

tous les ouvriers d'un même atelier ou tous les servants d'un même type de machine, qu'il s'agisse des tabulatrices mécanographiques ou des ponts roulants. Au cours de cette période, il faudra encore que le médecin ait le temps et la possibilité de voir et de revoir l'atelier, le poste correspondant au cours de leurs activités normales, qu'il dispose des techniques de mesure de l'ambiance physique et de fonctionnement du poste, ainsi que des techniciens susceptibles de pratiquer des investigations correctes. On peut alors être certain que, dans ces conditions, le médecin du travail, convenablement formé pendant ses études de spécialité et dans le cadre même de l'entreprise par les ingénieurs comme par les travailleurs, pourra porter sur les conditions de travail le diagnostic perspicace que l'on attend de lui.

Le diagnostic ergonomique, celui qui met en évidence les manifestations comme les causes de l'inadaptation du travail à l'homme, constitue en effet la partie la plus importante et la plus difficile de l'ergonomie et, en particulier, de l'ergonomie de correction. C'est ce diagnostic qui est habituellement si négligé que l'on chercherait en vain un chapitre le concernant dans les principaux traités d'ergonomie. Il ne s'agit évidemment pas de la description de phénomènes aussi évidents qu'une rougeole et l'on n'a pas besoin du médecin pour deviner qu'il fait chaud devant la gueule d'un four. D'autres situations sont plus complexes, elles sont liées à l'association de plusieurs causes de surcharge physique (chaleur, effort physique et vêtement imperméable, BROUHA) ou de surcharge mentale (surveillance visuelle et réponse à des appels téléphoniques, BROADBENT). Parfois, l'origine des difficultés est plus subtile encore et le diagnostic relève d'une véritable analyse du travail comme l'entendent les psychologues français (FAVERGE, LEPLAT).

Nous avons vu que le diagnostic ergonomique exigeait le plus souvent la collaboration des ingénieurs d'atelier et des travailleurs eux-mêmes, pour une bonne compréhension des phénomènes. L'action ergonomique elle-même ne peut être le fait du médecin isolé, il doit dialoguer avec ceux qui, au bureau d'études, au service des méthodes, des achats et de l'entretien, ont la charge de construire, d'acquérir et de mettre en oeuvre les moyens de production. Cette participation à un groupe de discussion n'est pas, en réalité, une nouveauté dans la pratique médicale et le médecin n'agit pas autrement avec le radiologue, le chirurgien, ou encore, le psychologue et le kinésithérapeute. On voit apparaître ainsi la nécessité d'une équipe ergonomique dont il existe de bons exemples dans l'industrie européenne. Cependant, la composition comme le fonctionnement de cette équipe demandent quelques soins. Il ne suffit pas, en effet, de réunir autour du médecin le psychotechnicien, l'ingénieur de sécurité, l'assistante sociale et quelques délégués ouvriers, pour disposer d'une équipe ergonomique; il faut encore que cette équipe, ou au moins l'un de ses membres, ait bénéficié d'une solide formation en ergonomie, sinon on a constitué ou retrouvé le Comité d'Hygiène et de Sécurité. La question de la formation permet de deviner comment se réglera en France, dans l'avenir, la question de la direction de l'équipe ergonomique. Avec le médecin, l'ingénieur et le psychologue sont candidats, dans les divers pays du monde, pour devenir la tête de l'équipe ergonomique. On peut être certain que l'initiative reviendra chez nous à celui qui, ayant acquis une bonne connaissance de la spécialité, aura le goût et l'énergie de l'utiliser. On peut souhaiter que le médecin remplisse ainsi le rôle que la loi a prévu pour lui.

On peut encore évoquer un autre problème délicat posé par l'introduction dans l'entreprise de cette technique multidisciplinaire qu'est l'ergonomie. Il existe un certain risque à voir regroupés solidement les spécialistes de l'homme au travail : médecin, psychologue, ingénieur de sécurité.

On peut craindre que cette équipe, nettement identifiée et située habituellement au sein de la direction du personnel, n'apparaisse rapidement aux yeux des autres responsables de l'entreprise comme un groupe marginal et gênant. Ce serait favoriser une grave erreur de perspective, car l'ergonomie bien utilisée porte également des fruits économiques : amélioration de la qualité, réduction des incidents matériels comme des accidents, atténuation de l'absentéisme et de la rotation du personnel, aisance accrue dans le recrutement et la formation des salariés, meilleure utilisation du personnel vieillissant ou handicapé.

L'idéal est donc de faire apparaître les ergonomistes comme ceux qui s'attachent à détecter, à apprécier et à résoudre les problèmes difficiles dont souffrent les travailleurs et, à travers eux, l'entreprise toute entière.

L'ergonomie est ainsi comme un moyen important de renouveau pour la médecine du travail. Elle exige un effort intellectuel accru, des moyens plus importants, une activité plus grande et, surtout, une vigilance constante pour éviter un asservissement au but unique de la production. Mais en échange de ces efforts et de ces risques, elle redonne au médecin d'entreprise une dimension capitale qu'il a perdue, celle de la thérapeutique, elle l'aide à sortir de ce rôle de pourvoyeur et de contrôleur de la main-d'oeuvre où tant d'employeurs acceptent de cantonner le médecin. Elle restitue enfin aux travailleurs de l'entreprise le vaste capital de connaissances biologiques que le médecin a acquis au cours de ses études et qui reste trop souvent inutilisé dans l'organisation actuelle.

EDITORIAL DU PREMIER NUMERO DU BULLETIN DE LIAISON
DE LA SOCIETE D'ERGONOMIE DE LANGUE FRANCAISE

Janvier 1970

Les conditions de travail ne sont guère satisfaisantes dans les pays industriels ... sans parler des autres.

Parmi les nombreux aspects de cette situation, il en est un qui est particulièrement sensible aux membres de notre groupe; la discordance entre ce que nous savons des qualités physiologiques et psychologiques de l'homme et les travaux qui lui sont imposés dans des dispositifs techniques anciens et nouveaux. Pour certains d'entre eux, c'est le scandale intellectuel qui prédomine, pour d'autres c'est l'aspect social ou économique. Quelles que soient nos modalités de réaction, elles nous ont conduit à nous engager dans des travaux de recherches, d'étude ou d'évaluation dans le domaine des conditions de travail, à devenir ergonomistes.

Bien que chacun d'entre nous soit conscient de la complexité des mécanismes qui conduisent à concevoir des produits, à mettre en oeuvre des techniques de fabrication, il semble qu'un certain découragement apparaisse parmi nous et que le peu d'importance des modifications concrètes obtenues par notre effort commun, nous fasse douter de la valeur de nos travaux ou tout au moins de leur efficacité.

En réalité, si l'on prend un peu de recul et que l'on se situe, par exemple, avant 1960, à l'époque où des ergonomistes à vocation missionnaire allaient exposer leurs idées et leurs espoirs devant des auditoires divers, on s'aperçoit que des progrès considérables ont été accomplis.

Il existe maintenant un nombre appréciable de livres d'ergonomie en langue française, des enseignements réguliers ont été organisés à divers niveaux et dans plusieurs villes, les réunions entre ergonomistes de langue française se multiplient. Dans le domaine industriel lui-même, si les services autonomes d'ergonomie ne sont pas aussi nombreux qu'il le faudrait, des secteurs entiers sont en voie de conversion : médecins et psychologues du travail, ingénieurs de sécurité et spécialistes de l'étude du travail. Enfin, dans de nombreuses branches industrielles, les représentants qualifiés des grandes organisations syndicales ont compris l'importance de notre activité dans la poursuite de l'un de leurs buts : l'amélioration des conditions de travail.

Nous pouvons espérer que le nouveau bulletin de la Société d'Ergonomie de Langue Française, en réunissant des informations d'origines diverses, nous aidera à prendre conscience des progrès du mouvement ergonomique et nous incitera à maintenir une participation active à son développement.

SUGGESTIONS POUR LA RECHERCHE FUTURE

DANS LE DOMAINE DE L'ERGONOMIE

Conclusions d'un colloque organisé à IJMUIJDEN et AMSTERDAM par la Commission des Communautés Européennes et la Société HOGVOVENS au sujet de la recherche ergonomique dans la Sidérurgie Néerlandaise.

Le texte a été publié dans le compte rendu de la réunion Commission des Communautés Européennes éditeur Luxembourg

Il est possible, comme dans bien d'autres domaines, de décrire pour l'ergonomie quatre stades d'évolution des connaissances : acquisition, validation, évaluation, diffusion.

A) L'acquisition des connaissances ne connaît pas de limite. Il existe cependant un niveau à partir duquel l'autonomie d'une discipline peut être reconnue. Tel est le cas maintenant pour l'ergonomie dont la bibliographie est si importante qu'elle justifie l'existence d'un périodique spécialisé "Ergonomics Abstracts".

B) Les connaissances acquises en laboratoire ou dans des situations industrielles particulières ont besoin d'être validées pour qu'on soit assuré que les phénomènes décrits sont bien ceux qui importent dans les situations réelles. Bien souvent, la première tentative de validation demande un retour au modèle de laboratoire et il existe un enrichissement mutuel des travaux de laboratoire et sur le terrain.

C) Dans le domaine industriel, où les problèmes économiques et financiers sont écrasants, il ne suffit pas que des connaissances soient utilisables pour qu'elles soient utilisées. Encore faut-il que leur bénéfice apparaisse clairement. Des études d'évaluation des propositions ergonomiques sont donc indispensables.

D) Des connaissances certaines sur le plan scientifique, efficaces en situation industrielle et acceptables économiquement doivent encore pouvoir être employées aisément dans les bureaux d'étude de l'industrie, aussi bien dans leurs aspects généraux que pour des problèmes très spécifiques à un poste donné.

Le programme d'encouragement à la recherche ergonomique, établi par la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier et continué par la Commission des Communautés Européennes, a beaucoup insisté sur les deux premiers aspects bien que les deux derniers aient été, dès le début, présents à l'esprit des administrateurs. Le programme de recherches sur appel public et les recherches sur invitation ont permis des acquisitions notables de connaissances dans des domaines très importants.

Cependant, c'est essentiellement la Recherche Communautaire Ergonomique qui s'est donné pour but de valider un certain nombre de données ergonomiques. Les travaux qui viennent d'être exposés par l'équipe ergonomique de la Sidérurgie néerlandaise en sont un exemple particulièrement remarquable. Si l'on se rappelle la valeur des travaux des équipes ergonomiques de la Recherche Communautaire, on peut penser que la validation des connaissances ergonomiques aura franchi une étape décisive.

Des recherches ultérieures, que la Commission des Communautés Européennes est presque la seule à pouvoir encourager, devraient porter non seulement sur l'acquisition de connaissances nouvelles et sur leur validation, mais encore sur leur signification économique et sur leurs modalités de diffusion dans les bureaux d'étude.

En ce qui concerne l'évaluation économique de l'adaptation du travail à l'homme, les idées ont considérablement évolué et permettent maintenant de situer dans leurs vraies perspectives les travaux économiques. Il ne s'agit plus de faire une analyse comptable étroite ne tenant compte que des frais d'investissement et de fonctionnement du poste, du salaire et des charges sociales, il faut procéder à une analyse beaucoup plus large tenant compte de ce que L.DAVIS appelle le coût économique total. Ce coût comprend les charges financières liées aux accidents du travail, à l'absentéisme, à la rotation du personnel, à la qualité et à la quantité des produits.

Une perspective encore plus large peut probablement être adoptée dans une évaluation de l'ergonomie du point de vue coût-efficacité (cost-effectiveness). La question a été posée clairement par Monsieur VAN ERP au début de cette réunion : "Trouvera-t-on des ouvriers sidérurgistes demain ?". Deux facteurs expliquent le relatif désintérêt des populations de l'Europe occidentale, et même d'autres pays, pour le travail industriel lourd. D'une part, les progrès de notre société technique mettent à la disposition d'un nombre de plus en plus élevé de personnes des logements, des automobiles, des objets industriels agréables et commodes; ces mêmes personnes acceptent difficilement de se trouver reportées 50 ans en arrière quand elles se trouvent à leur poste de travail. D'autre part, la disparition de la réserve de main-d'oeuvre qui existait dans les campagnes et l'abondance des emplois tertiaires ne mettent plus à la disposition de l'industrie un réservoir inépuisable d'hommes jeunes, en parfaite condition physique. Il devient nécessaire d'adopter

le travail à la population réelle des travailleurs disponibles qui est relativement âgée et souffre d'un certain nombre de handicaps modérés mais réels.

Si l'on adopte ces perspectives, l'ergonomie cesse d'être une activité complémentaire, facultative, mais correspond à la nécessité d'une adéquation du travail aux caractéristiques des hommes de notre époque.

De ces réflexions, quelques thèmes pourraient donc se dégager :

a) Il paraît nécessaire d'acquérir des connaissances beaucoup plus larges dans le domaine de l'adaptation des activités industrielles aux travailleurs vieillissants (c'est-à-dire à partir de 40 ans). Il faut également mieux connaître les habitudes de la population ouvrière disponible et l'importance de ses handicaps, afin de concevoir des postes de travail qui n'excluent pas une part trop importante des travailleurs disponibles.

Enfin, des études d'inspiration nouvelle doivent être encouragées pour que soit amélioré le contenu du travail pour celui qui l'exerce, afin que des hommes qui ont été à l'école jusqu'à 16 ou même 18 ans, trouvent dans l'industrie sidérurgique des activités qui les intéressent sans les surmener.

b) Dans le domaine de la validation des données, un effort considérable doit encore être accompli, d'une part pour multiplier les exemples instructifs et, d'autre part, pour établir des critères satisfaisants d'amélioration des conditions de travail.

Ces critères demandent un grand effort de recherche, car dans beaucoup de cas, le changement de la situation de travail se traduit par un déplacement de la surcharge du domaine physique au domaine mental, par le remplacement de la surcharge par une souscharge difficile à tolérer, etc ...

Les développements actuels de l'analyse du travail, des progrès dans l'industrie des variables neurophysiologiques, laissent penser que de telles recherches seraient efficaces.

c) Les méthodes de la comptabilité analytique devraient être appliquées dans un certain nombre de cas à l'évaluation des conséquences de l'emploi ou de la négligence des données ergonomiques dans la conception de certains postes de travail. Ainsi, des indications précises seraient fournies à ceux qui ont la responsabilité économique de l'entreprise. De telles méthodes pourraient probablement être suffisamment élaborées pour être d'un usage relativement aisé dans les services normaux de l'entreprise.

d) Un effort comparable à celui qui a été réalisé dans le domaine militaire devrait être consenti pour mettre au point des recommandations technologiques propres à l'industrie sidérurgique dans le domaine de l'adaptation du travail à l'homme. Les justifications scientifiques ou méthodologiques des recommandations devraient être exigées des auteurs sans toutefois figurer dans le texte définitif. Par contre, on ajouterait le plus grand prix à connaître les limites dans lesquelles les recommandations seraient valides. On ne se bornerait en aucun cas à un simple inventaire des questions et de leurs réponses, mais on donnerait également des procédés d'examen et de résolution des problèmes.

Cette proposition de recherche ne saurait être résumée à la simple rédaction d'un livre. Elle constitue en elle-même un secteur d'activité important et difficile.

Beaucoup d'autres propositions pourraient certainement être faites, mais il n'appartient pas à un seul homme de prédire le développement très considérable qui attend l'ergonomie dans les prochaines années.

L'ERGONOMIE EN FRANCE

Texte français de l'article "Ergonomics around the world: France" paru dans APPLIED ERGONOMICS 2.3 1971 p.159-161

On ne saurait décrire l'état actuel de l'ergonomie sans en chercher les racines historiques très lointaines qui en expliquent à la fois les richesses et les difficultés propres à la France. Comme dans tous les pays à développement scientifique et industriel ancien, l'ergonomie est apparue au milieu de disciplines possédant déjà un capital de connaissances et un arsenal méthodologique. Ce fait constitue à la fois une aide importante et un risque sérieux de déviation. Une analyse rapide de la physiologie du travail, de la psychologie du travail, de l'anthropologie, de la sociologie, de l'hygiène industrielle de la médecine du travail et de l'art de l'ingénieur permettra peut-être de comprendre certaines caractéristiques de l'ergonomie française.

Un très long et très noble passé lie la physiologie française aux problèmes du travail. COULOMB étudie la productivité du travail musculaire et LAVOISIER la consommation d'oxygène au XVIII^e siècle: Paul BERT publia, il y a 100 ans, d'excellentes études sur la vie en surpression, à l'époque où CHAUVEAU donnait les lois du travail musculaire dynamique et MAREY celles du mouvement à l'aide des premières images cinématographiques. Il y a 60 ans, Jules AMAR créait au Conservatoire National des Arts et Métiers, un laboratoire d'étude physiologie du travail humain et prétendait améliorer TAYLOR. Malgré les réticences de certains physiologistes français contemporains vis-à-vis des problèmes du travail, on peut comprendre aisément la part qu'a prise la physiologie dans la création de l'ergonomie en France et la persistance actuelle d'un mode de pensée "physiologie du travail".

L'histoire de la psychologie du travail est profondément différente de celle de la physiologie, car la psychologie scientifique a eu bien du mal à se dégager en France de l'emprise philosophique. La création de la licence de psychologie est encore très récente pour ne pas parler des doctorats. La réaction des milieux scientifiques avec PIERON a été la création de la psychophysiologie qui réunit de façon très intéressante et périlleuse la pensée et les méthodes de la neurophysiologie et celles de la psychologie expérimentale. Pour certains chercheurs français, l'ergonomie apparaît comme la psychophysiologie de l'homme au travail, ce qui explique peut-être leur tendance à chercher des critères de satisfaction au travail, plutôt que des règles pour obtenir cette satisfaction elle-même. L'étude objective du comportement en situation expérimentale a été très fortement orientée en France dans une direction presque opposée à celle de l'ergonomie, celle de la psychologie différentielle, de la sélection et de l'orientation professionnelles. Encore, actuellement, dans l'industrie française, le psychologue est celui qui choisit la main-d'oeuvre plus que celui qui la forme, la situe dans un ensemble sociologique ou lui offre un bon poste de travail. L'orientation proprement ergonomique des psychologues français est récente et se porte de façon originale vers l'analyse du travail et l'étude des modèles mathématiques des organisations, des systèmes homme-machines.

Parmi les sciences de l'homme apportant une contribution à l'ergonomie, l'anthropologie, et en particulier l'anthropométrie, ont apporté des techniques sûres et des concepts directement utilisables, à condition de les employer sur les populations utiles pour l'étude du travail. Les frontières avec la sociologie posent, par contre, des problèmes quotidiens, car la sociologie du travail possède en France un grand développement très marqué par la pensée marxiste et les contestations qu'elle suscite. Pour beaucoup, les aménagements du travail apportés par l'ergonomie n'ont de sens que situés dans la perspective du conflit social, et la situation expérimentale

est, de ce fait, gravement mise en cause. Ainsi, l'ergonomie est tantôt rejetée comme trop technicienne ou gonflée au point d'englober toutes les sciences de l'homme au travail.

L'Hygiène du travail est très ancienne en France, et elle fut enseignée dès 1905 au Conservatoire National des Arts et Métiers par Frédéric HEIM de BALSAC et reprise ensuite par des préparateurs de PASTEUR. C'est probablement pour des raisons tenant à la fois à la tradition pastorienne et à une formulation très juridique des soucis de protection de la santé de l'homme que la France a créé une médecine du travail obligatoire et pourvue d'attributions considérables. Il existe, en France, un médecin du travail pour 3 à 4000 travailleurs. Ce médecin, qui doit contrôler l'état de santé des salariés a, en outre, depuis 1946 un rôle très précis en matière ergonomique, correction et conception des conditions de travail. Jusqu'à une date récente, les médecins du travail n'exerçaient qu'exceptionnellement ces prérogatives, mais le développement de l'ergonomie leur a ouvert de nouvelles possibilités techniques. Privés de la possibilité de prescrire des drogues, les médecins du travail se trouvent maintenant dans la possibilité d'agir sur le travail et peuvent avoir une action thérapeutique. Cependant, le cadre même de leur activité est celui de la protection de la santé des travailleurs; les médecins sont donc réticents vis-à-vis de tout ce qui les écarte de ce rôle d'hygiéniste, ce qui peut les amener à cautionner un compromis, à favoriser la production. Ainsi, l'existence d'une puissante médecine du travail est à la fois une remarquable possibilité d'action et un risque important de déviation de l'ergonomie française vers l'hygiène industrielle.

Cependant, l'ergonomie française ne peut réussir, en France comme dans tout pays, que dans la mesure où elle atteint les ingénieurs. Or, dans notre pays, la formation des ingénieurs est assez particulière, reposant sur une très forte culture en mathématiques classiques et sur des programmes techniques couvrant de vastes connaissances enseignées dans des

écoles extra-universitaires. L'expérimentation, l'étude sur le terrain, y jouent un rôle limité et peu d'écoles d'ingénieurs font une place importante à un mémoire original, à une thèse. Le schéma tend à évoluer, mais il est encore beaucoup plus facile de transmettre aux ingénieurs français des lois abstraites que des faits expérimentaux. La dispersion des phénomènes biologiques leur apparaît souvent comme une absence de certitude et les structures complexes de recommandations comme la preuve d'une pensée confuse. Il vaut mieux avoir à faire accepter les tables et règles très simples du M.T.M. que des constatations sur les stéréotypes. Cependant, les grandes difficultés rencontrées actuellement dans les entreprises pour dominer certains dispositifs complexes, les problèmes insolubles de recrutement que posent certains postes de travail, font prendre conscience à certains ingénieurs de la nécessité de mieux connaître le fonctionnement de l'homme pour concevoir un dispositif que celui-ci utilisera.

Ainsi, l'ergonomie française, à sa naissance, a trouvé une famille nombreuse au riche passé, mais assez peu disposée à lui reconnaître une existence propre et surtout une utilité évidente. En France, comme ailleurs, cette reconnaissance est venue des secteurs où les exigences étaient les plus grandes et les moyens d'action les plus concentrés. Le premier service d'ergonomie dans l'industrie est apparu en 1954, à la Régie Renault, au sein du bureau d'études des automobiles pour améliorer le confort et la sécurité des acheteurs. Le service est maintenant celui de l'Association Renault-Peugeot. C'est également à la Régie Renault que le service Sécurité vit son activité étendue il y a 12 ans aux Conditions de Travail existantes ou en projet.

Une autre industrie ayant joué un rôle pilote est celle des Charbonnages de France dont les activités ergonomiques sont importantes et diverses, liées au vieillissement des travailleurs dans une industrie pénible en régression et aux problèmes de conversion professionnelle. Le rôle de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier a été certainement très

efficace dans le développement de cette activité. Il a été moins net, mais cependant réel, dans la sidérurgie qui n'a pas encore constitué de groupe ergonomique propre mais a formé en ergonomie certains de ses cadres. Plusieurs recherches conduites par des universitaires ont été menées dans cette industrie comme dans les industries électroniques, chimiques, pétrolières, alimentaires (tabacs), les Chemins de Fer, l'Electricité et Gaz de France.

Tout se passe comme si beaucoup d'entreprises hésitaient à constituer un service d'ergonomie qui aurait une vie autonome et peut-être conflictuelle avec des services déjà existants : méthodes, sécurité du travail, médecine du travail. Pour certains, la solution paraît être l'équipe ergonomique multidisciplinaire regroupant le médecin du travail, l'ingénieur de sécurité, le psychotechnicien, un ingénieur des méthodes, parfois un conseiller du travail. Pour d'autres, l'équipe devient le Comité d'Hygiène et de Sécurité prévu depuis longtemps par la loi et comprenant en outre des délégués des travailleurs. En réalité, ces équipes ne fonctionnent façon satisfaisante que si elles comprennent au moins un homme vraiment compétent en ergonomie, ce qui est encore rare.

Dans bien des cas, la solution est alors trouvée par l'entreprise dans un contrat à durée et objectif limités avec un organisme conseil : société de services ou laboratoire universitaire. La compétence développée à cette occasion est parfois très réelle, mais l'effet sur l'entreprise est superficiel et provisoire.

Il existe cependant en France deux groupes de pression exerçant une influence croissante en faveur de l'ergonomie. D'une part, les acheteurs d'objets industriels qui en acceptent de moins en moins l'inconfort ou le danger. On assiste par exemple à un développement considérable de la sécurité secondaire des véhicules (Organisme National de Sécurité Routière), à un intérêt croissant pour le design (Institut d'environnement),

à des travaux importants relatifs à la qualité de l'habitat (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Institut de Recherches des Transports).

D'autre part, les travailleurs acceptent de plus en plus difficilement des conditions de travail pénibles. Cela se traduit en France comme dans les autres pays industriels par le refus de l'emploi industriel, de grandes difficultés de recrutement pour les entreprises et un afflux considérable de travailleurs étrangers. Les confédérations syndicales ouvrières se préoccupent depuis plusieurs années de cet état de fait. Elles sont saisies de revendications de plus en plus nettes des travailleurs au sujet des conditions de travail et en demandent l'étude par des organismes publics comme l'Institut National de Recherche et de Sécurité ou par des laboratoires universitaires. Une des confédérations ouvrières françaises a depuis plusieurs années un permanent spécialiste de ces questions.

Les travaux ergonomiques dans le domaine militaire ont un développement appréciable en France comme dans les autres pays ayant une industrie d'armement importante. Cependant, les mêmes caractéristiques qui marquent l'ergonomie civile se retrouvent dans l'ergonomie militaire. Un des établissements le plus ancien, le Centre d'Etudes et de Recherches Aéronautiques, a une activité à dominante physiologique, de même que le laboratoire de Médecine Aérospatiale du Centre d'Essai en Vol, les laboratoires de l'Armée de terre et les laboratoires de la Marine Nationale. Ceux des Centres de Recherches (Armée, Marine, Aviation) qui ont une activité ergonomique procédant de la pensée et des méthodes de la psychologie expérimentale y joignent habituellement des travaux relevant de la neurophysiologie. Il s'agit là encore d'exemples de recherches ergonomiques relevant de la psychophysiologie appliquée au travail humain. Il existe également des services dont le rôle est de conseiller directement les constructeurs de matériel militaire et d'éprouver les qualités de leurs produits. Dans ce cas, les méthodes et les critères se

rapprochent de ceux que l'on trouve dans la littérature ergonomique anglo-américaine mais demeurent très influencés naturellement par la pensée des grands laboratoires de recherches civils et militaires français. Une partie importante des travaux ergonomiques relatifs à l'aéronautique civile sont réalisés dans le cadre des installations militaires du fait de la nécessité de ne pas multiplier de coûteuses installations.

Les activités ergonomiques en France seraient décrites de façon insuffisante, même dans le domaine des applications, si l'on n'évoquait pas la place des centres universitaires de recherche et de formation.

Les laboratoires universitaires ayant une activité ergonomique importante ont des statuts assez divers : Centre National de la Recherche Scientifique, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Faculté de Médecine ou des Sciences, Conservatoire National des Arts et Métiers. Là encore, la part des physiologistes est forte par rapport à celle des psychologues ou des ingénieurs. On note cependant une nette tendance à grouper dans la même unité des psychologues, des physiologistes et des ingénieurs, en un mot des ergonomistes. La diversité des recherches est très grande depuis le travail musculaire jusqu'aux activités heuristiques. La tendance à intervenir dans les entreprises est certainement favorisée par les techniques modernes d'enregistrement et de dépouillement des données, mais, pour beaucoup de chercheurs, les situations de laboratoire conservent le grand mérite d'observations précises dans des conditions connues. Des installations complexes permettent de reconstituer en situation contrôlée, de longues périodes de la vie des sujets.

L'enseignement de l'ergonomie revêt en France des formes très diverses. Des connaissances relatives à la mesure, l'évaluation et l'amélioration des situations de travail du point de vue ergonomique sont incluses dans le programme de formation des techniciens supérieurs d'étude du travail. Un programme plus important, s'étendant sur deux ans, peut

être suivi à Paris au Conservatoire National des Arts et Métiers. Il constitue la plus grande partie de l'enseignement conduisant au titre d'ergonome C.N.A.M. Un certificat de physiologie du travail et d'ergonomie, enseigné en deux ans à temps partiel conjointement par les Facultés de Médecine de Paris et de Strasbourg, permet de qualifier les médecins du travail désirant se spécialiser en ergonomie. Des séminaires de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes offrent aux psychologues du Travail la possibilité d'approfondir leurs méthodes d'investigations ergonomiques et de les confronter avec les recherches actuelles.

A côté de ces enseignements demandant un effort important, il existe de nombreux cours ayant un volume moins considérable et qui sont inclus dans les études de médecine, de psychologie, d'ingénieurs, de sciences sociales et économiques. La formation post-universitaire comprend des semaines d'initiation à l'ergonomie organisées par l'Institut National de Recherche et de Sécurité, et des séminaires destinés aux cadres de l'industrie et se déroulant au sein des entreprises ou dans des centres de formation extérieurs. Il faut enfin signaler les dimensions importantes que prend la formation des syndicalistes en matière de conditions de travail.

L'activité de l'ergonomie française se traduit par la publication de livres (voir la bibliographie en fin d'article) et l'orientation de la revue "Le Travail Humain" vers l'ergonomie. Assez curieusement, cette publication, qui date de 1935, retrouve ainsi l'essentiel de ses buts initiaux.

Les activités de la Société d'Ergonomie de Langue Française permettent également de se faire une idée de l'ergonomie en France; cependant, il s'agit d'une institution multinationale qui, sur 210 membres, ne compte que 137 français (soit moins des 2/3 des membres). L'activité des 42 belges, suisses et luxembourgeois y est très importante, ainsi que celle des 31 membres appartenant à 16 pays où la langue française n'est pas langue officielle.

On peut aussi remarquer que la majorité des membres français (60 %) habitent la région parisienne, ce qui dépasse la concentration habituelle, pourtant élevée, des activités scientifiques et techniques françaises à Paris et dans ses environs. Les autres villes ou régions où se trouvent des groupes d'ergonomistes sont les suivantes : Strasbourg, Lorraine (autour de Nancy), Bassin Houiller du Nord (autour de Lens), Lille, Lyon, Toulon, Marseille.

La composition géographique de la Société explique que le Congrès annuel se réunisse successivement à Paris, dans une ville de province française (Strasbourg, Marseille, Lyon), dans une ville non française (Bruxelles, Genève, Luxembourg). En dehors des réunions annuelles qui durent deux ou trois jours, des réunions restreintes regroupent les membres de la S.E.L.F. sur des sujets particuliers, par exemple, les vêtements contre la chaleur, le diagnostic en ergonomie, le travail en hyperpression, etc ...

L'analyse de la liste des membres de la S.E.L.F. fait apparaître la forte prédominance (46 %) des universitaires (enseignants et chercheurs) dont, à la vérité, une partie importante exerce son activité dans l'industrie. 27 % des membres de la S.E.L.F. travaillent dans l'industrie proprement dite mais la moitié de ceux-ci seulement consacrent tout leur temps à l'ergonomie. 15 % appartiennent à des administrations ou des Instituts de Recherche semi-publics dont l'activité est au service direct de l'industrie. Enfin 12 % servent dans la Défense Nationale. Cette analyse exprime certes l'insuffisance de l'implantation industrielle de l'ergonomie française, mais traduit également la structure de la société française où plus de la moitié des salariés sont employés par l'Etat ou les collectivités publiques, et où l'on a tendance à faire appel à des institutions publiques pour intervenir dans le domaine social.

Le développement de l'ergonomie française paraît satisfaisant si l'on observe que malgré des initiatives antérieures importantes, son existence ne remonte guère qu'à une dizaine d'années. La Société d'Ergonomie de Langue Française, créée en 1962, connaît un accroissement limité volontairement à 15 % par an pour laisser à l'ergonomie une identité claire et un bon niveau. Le nombre des candidats aux divers enseignements croît plus vite que le nombre des enseignants et le volume des demandes de recherches plus rapidement que les possibilités d'investigation.

Ce qui n'est pas évident, c'est l'apport que l'ergonomie française fait et fera au mouvement ergonomique mondial. S'agira-t-il d'une contribution sans caractère propre si ce n'est celui du développement scientifique et industriel de la France? S'agira-t-il au contraire d'une contribution originale dont on peut ainsi prévoir les traits principaux :

- recherche de lois et de règles plutôt que de solutions à des problèmes particuliers,
- mode de pensée lié à la physiologie, à la psychophysiologie, à l'analyse et à la modélisation mathématique des situations de travail,
- préoccupations liées à l'évaluation de la charge de travail et à la signification du contenu des tâches, comme sous l'influence lointaine de l'hygiène industrielle,
- présence d'une réflexion sociologique et éthique permanente, orientant le choix des thèmes de recherches et celui des critères?

Cette question n'est pas posée aux seuls ergonomistes mais à tous ceux qui se demandent comment nous vivrons et travaillerons demain.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBOU P. et autres auteurs (1962)
L'adaptation du travail industriel à l'Homme.
PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE ed. Paris
- BOUISSET S., MONOD H., ROHR D. (1960)
Le travail à la chaleur.
REVUE DE METROLOGIE.
- BROUHA L. (1963)
Physiologie et industrie.
GAUTHIER-VILLARS ed. Paris.
- FAVERGE J.M. (1967)
Psychosociologie des accidents du travail.
PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE ed. Paris
- FAVERGE J.M., LEPLAT J., GUIGUET B. (1958)
L'adaptation de la machine à l'Homme.
PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE ed.
- FAVERGE J.M., OLIVIER M., DELAHAUT J., STEPHANICK P.,
FALMAGNE J.C. (1966)
L'Ergonomie des processus industriels.
INSTITUT DE SOCIOLOGIE DE L'UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES
- FAVERGE J.M. et Coll. (1970)
L'organisation vivante.
UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES.
- FAVERGE J.M. et Coll. (1970)
Les bases heuristiques de l'ergonomie.
Laboratoire de Psychologie Industrielle.
UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES.
- GRANDJEAN E. (1969)
Précis d'ergonomie.
DUNOD ed. Paris.

LEPLAT J. (1968)

Attention et incertitude dans les travaux de surveillance
et d'inspection.

DUNOD ed. Paris.

MONOD H., BOUISSET S., ROHR D., WISNER A. (1961)

Problèmes physiologiques posés par les transports.

REVUE DE METROLOGIE ed. Paris

MONOD H., ROHR D., WISNER A. (1963)

La conception ergonomique des bâtiments industriels.

REVUE DE METROLOGIE ed. Paris

MONTMOLLIN M. de (1961)

Nouvelles perspectives dans l'étude du travail.

DUNOD ed. Paris.

MONTMOLLIN M. de (1967)

Les systèmes Hommes-Machines.

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE ed. Paris.

MORIN G., PAILLARD J. (1968)

Problèmes actuels de recherche en ergonomie
(Actes du IV^e Congrès de la S.E.L.F.)

DUNOD ed. Paris.

OMBREDANE A., FAVERGE J.M. (1955)

L'analyse du travail.

PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE ed. Paris.

SCHERRER J. (1967)

Physiologie du Travail (Ergonomie) 2 vol.

MASSON ed. Paris

SOCIETE D'ERGONOMIE DE LANGUE FRANCAISES (1966)

Actes du Deuxième Congrès.

PRESSES UNIVERSITAIRES DE BRUXELLES.

SOCIETE D'ERGONOMIE DE LANGUE FRANCAISE (1968)

Actes du Troisième Congrès.

PRESSES UNIVERSITAIRES DE BRUXELLES.

WISNER A. (1970)

Physiologie du Travail et Ergonomie. 8 fascicules, CNAM,
ed. Paris.

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL ET D'ERGONOMIE
DU C.N.A.M. - 41 rue Gay-Lussac - 75005 PARIS

Documents édités

1. Cours de Physiologie du Travail et d'Ergonomie - 8 fascicules (A. WISNER)
2. Conditions de travail des femmes O.S. dans la construction électronique (A. LAVILLE, E. RICHARD, A. WISNER)
3. Etude des vibrations à bord de la chargeuse Michigan (A. BERTHOZ) *
4. Etude biomécanique des vibrations de basse fréquence subies par l'homme (Thèse Faculté des Sciences - Paris - A. BERTHOZ) *
5. Informations actives : positives ou négatives (Thèse CNAM - J.L.TANGUY) *
6. Etude biomécanique et électromyographique des mouvements de la tête (A.BERTHOZ) *
7. Rapport concernant des mesures effectuées sur une chargeuse transporteuse (A. BERTHOZ, J. FORET, F. GUERIN) *
8. Respiration, fréquence cardiaque et activité musculaire pendant les vibrations (A. BERTHOZ, A. LAVILLE) *
9. Protection de l'homme contre les vibrations (A. BERTHOZ) *
10. Etude des conditions de travail des ouvriers foreurs de pétrole (A.LAVILLE) *
11. Evaluation des vibrations à divers postes de travail de l'industrie sidérurgique (A. BERTHOZ, F. GUERIN, M. TISSERAND) *
12. Etude comparative d'ouvriers de 40 à 45 ans travaillant dans deux ateliers de l'industrie automobile (J. MARCELIN, M. VALENTIN)
14. Mise au point et validation sur le terrain d'un critère de tolérance aux vibrations de basse fréquence (A. BERTHOZ) *
15. Effets des vibrations de basse fréquence sur le péristaltisme urétéral. Etude expérimentale chez le chat (Thèse Faculté de Médecine - Bordeaux - Ph. JARRIAULT)
16. Réalisation d'un dispositif de mesure de distance par ultra-sons (Thèse C.N.A.M. - R. IACOVELLA) *
18. Etude ergonomique du travail - 2 fascicules - (Cours de A. LAVILLE)
19. Les moyens individuels de protection contre les bruits (R. DUTHEIL, J.FORET, C. PARANT, D. ROSTOLLAND, M. FANDARD) *
20. Les critères d'évaluation de la charge mentale dans les systèmes homme-machine, suivi de l'utilisation des variables physiologiques au cours du travail à faible charge physique (A. WISNER, A. LAVILLE, C. TEIGER, J. DURAFFOURG)

* Document dont le stock est épuisé.

21. Etude du poste de commande de maître-sondeur (A. LAVILLE, F. JANKOVSKY) *
22. A quel homme le travail doit-il être adapté (A. WISNER, J. MARCELIN)
23. Evaluation des aptitudes physiologiques de l'homme. Travaux Pratiques A2 (M. MILLANVOYE)
24. Textes généraux sur l'Ergonomie (1960-1971) (A. WISNER)