

INTRODUCTION A "ERGONOMIE DE L'AUTOMATISATION"

par P. CAZAMIAN et F. HUBAULT

MARX soulignait qu'une société ne se pose que les problèmes qu'elle peut résoudre. Acceptons-en l'augure. L'informatisation de la société qui fut longtemps un thème recouvrant une peur millénariste de mort sociale, est devenue sujet d'étude. Peut-être cela signifie-t-il que nous sommes déjà - culturellement - entrés dans le troisième millénaire de notre ère.

En 1968, "ce qui était révélateur était le mouvement vers les jeunes attachés au travail à la chaîne, mouvement de sympathie sans doute, mais aussi mouvement qui semblait reconnaître dans la chaîne l'image anticipée du rôle (que tous) joueraient à des étages supérieurs et n'importe combien élevés "(JOUVENEL, 1976).

En fait, nous savons aujourd'hui que l'évolution devait être autre et plus complexe.

Certes, la mécanisation préluait bien à l'automatisation présente dans la mesure où le travail humain machinal avait pour destination d'être un jour accompli par la machine elle-même. Mais la production moderne a dû, pour surmonter les problèmes humains et sociaux que la mécanisation en chaîne avait suscités et ne pouvait résoudre, rompre avec les procédures algorithmiques antérieures, découvrir une nouvelle logique de production (l'automatisation) et qui l'engage dans une ère nouvelle (société post-industrielle).

L'ambition de cet ouvrage - fruit d'un séminaire organisé dans le cadre du Diplôme d'Etudes Supérieures de l'Université de Paris I par le Département d'Ergonomie et d'Ecologie Humaine du Centre d'Education Permanente de Paris I - est de dégager la problématique d'ensemble de l'automatisation ainsi qu'une typologie des problèmes auxquels se trouvent confrontés les praticiens.

Toute réflexion globale sur les situations de travail pose des problèmes de méthode et des problèmes de limites qui sont évoqués dans une première partie, théorique et de portée très générale : au plan de la méthode, l'originalité de l'ergonomie est de requérir une étude multidisciplinaire qui soulève d'importantes questions épistémologiques ; elles sont analysées dans un premier exposé. On s'interroge ensuite sur l'éclairage que peut apporter à la démarche ergonomique la science économique qui se situe à ses confins ; l'Economique, en effet,

enferme le système de valeurs par lequel toute organisation se trouve dynamisée. Il n'est, dès lors, pas sans intérêt de suivre la démarche d'une certaine économie politique soucieuse de recentrer sa problématique autour de ce qui n'aurait jamais dû cesser être son sujet d'étude : le travail de l'homme, dans la perspective d'une économie des moyens.

La deuxième partie, qui constitue le corps de l'ouvrage, est spécifiquement consacrée à l'ergonomie de l'automatisation dans les deux secteurs, secondaire et tertiaire, concernés : l'ergonomie de l'automatisation industrielle est évoquée dans ses aspects généraux comme dans plusieurs de ses applications concrètes (cimenterie, sidérurgie, réacteurs nucléaires). Les implications ergonomiques de l'automatisation du secteur tertiaire sont ensuite passées en revue : conception du système informatique, automatisation administrative, bureautique, automatisation hospitalière ; incidences ophtalmologiques de la lecture sur écran.

Au terme de cette deuxième partie et de cette double enquête, le lecteur découvrira sans doute qu'au delà des différences organisationnelles liées à la finalité de leurs productions particulières, s'inscrivent des parentés entre ces deux secteurs. L'automatisation, en effet, contribue à l'émergence d'une transparence nouvelle entre l'opérateur et la matière traitée - qu'il s'agisse d'une matière physique ou d'une "matière humaine", comme le client -, de sorte que des similitudes de situation, entre le secondaire et le tertiaire, s'organisent en fonction du degré de fiabilité de cette matière, imposant des opérativités différentes. Aussi assistons-nous à une nouvelle classification des activités, dérivant du remembrement des fonctions induit par l'automation. "L'automation nous pousse irrésistiblement vers une refonte de nos conceptions traditionnelles de l'activité technique et humaine. C'est dans cette perspective que l'on voit s'accuser la différence entre "fonction" et "préparation à la fonction", entre mise en oeuvre d'un système automatique et élaboration de cette mise en oeuvre. C'est rien moins que la lutte du créateur avec la créature. Mais après tout, n'est-ce pas la forme presque naturelle du plus antique travail agricole ? Le travail de la terre consiste à préparer les conditions dans lesquelles mûrira la moisson, de façon autonome et automatique dans le vrai sens du mot, qui veut dire spontanée dans son étymologie grecque. La main de l'homme annonce, prépare, déclenche, recueille, contrôle et signifie. "Elle était signe dans l'agriculture comme elle le redeviendra dans l'industrie nouvelle" (NAVILLE, 1963). Ainsi éclot une société technique autonome, non plus simple milieu, mais superposée à la société humaine et commandée par elle en symbiose.

CHAPITRE 1

PROBLEMES EPISTEMOLOGIQUES POSES PAR LA MULTIDISCIPLINE
ERGONOMIQUES

CHAPITRE I - Le travail humain et ses modèles.

- I - 1 . Le modèle physique : causalité simple des sciences de la matière.
- I - 2 . Le modèle cybernétique (causalité circulaire) : causalité - finalité des sciences de la vie (biologie).
- I - 3 . Le modèle psychologique : finalité-causalité spiroïde des sciences humaines : K.MARX; RICOEUR.

CHAPITRE II - Le problème épistémologique d'ensemble.

- 2 - 1 . L'opposition des sciences physiques, des sciences biologiques et des sciences humaines.
- 2 - 2 . La résolution phénoménologique du problème.
 - 2.2.1 : La vie de relation.
 - 2.2.2 : Les régulations métaboliques :
 - a) circadiennes
 - b) contingentes :
 - effort physique : régulation à maximum
 - effort mental : régulation à preferendum.
 - 2.2.3 : Hypothalamus et formation réticulaire.
Les cybernines.
 - 2.2.4 : La conception phénoménologique du travail humain :
 - a) L'avoir conscient et l'être inconscient.
 - b) L'unité psycho-somatique de la personne humaine gage d'une certaine cohérence épistémologique.

CHAPITRE III - La pratique différenciée de l'ergonomie en fonction de l'évolution des techniques de production.

- 3 - 1 . Paramètres à prendre en compte :
 - la contrainte (
 - l'astreinte (enquête objective.
 - le comportement (
 - le vécu (enquête subjective.
- 3 - 2 . L'approche du travail physique et l'approche du travail mental.
- 3 - 3 . Les approches différenciées du travail manuel, du travail mécanisé et du travail automatisé.

PROBLEMES EPISTEMOLOGIQUES POSES PAR LA
MULTIDISCIPLINE ERGONOMIQUE par P. CAZAMIAN

I.- Le travail humain et ses modèles

Le travail évolue ; d'une part, dans sa nature même, du fait du progrès des techniques ; mais aussi parce que change la représentation que nous, observateurs scientifiques et étrangers, en avons et qui est tributaire de l'évolution des idées, et des modes - il en est en épistémologie comme ailleurs. FAVERGE (1968) le savait bien, qui rapprochait, avec esprit, la mode des modèles en ergonomie de cette "Mode" que font valoir les "modèles" chez les grands couturiers... Ainsi en peu d'années voyons-nous le même travail manuel donner lieu à trois déchiffrements successifs selon que l'on s'exprime en termes de système physique, de système biologique ou de système psychologique. Sciences de la matière, sciences de la vie, sciences humaines, la gradation n'est-elle pas, d'ailleurs, celle de la pensée moderne dans son ensemble ?

Donc, il y a vingt ans, le schéma du travail humain était dualiste et mécaniste, inspiré par le déterminisme causal des sciences physiques ; l'homme (le facteur humain) et le dispositif de travail (le facteur technique) étaient des entités en contact, mais indépendantes, un peu à la façon des deux roues d'un engrenage ; on pouvait trai-

ter l'une sans modifier l'autre ; d'où ces pratiques spécialisées qui ont survécu au modèle (orientation biologique, psychologie différentielle, formation ; ou, au contraire, prévention technique des accidents, organisation, dite scientifique, du travail, etc...).

Beaucoup plus riche est la représentation qui lui a succédé et qui emprunte au langage de la cybernétique : le travail humain devient un système au sens de VON BERTALANFFY (1961), c'est-à-dire "un complexe d'éléments en interaction" ; dans le travail individuel, que nous visons ici, les éléments sont un homme (un comportement) et un environnement, la "situation de travail", qui est à la fois technique (outil, machine) et naturel (matériau). Le lien qui unit le comportement à la situation est cybernétique ; le système est auto-régulé selon la formule : comportement \longleftrightarrow situation. Ce que SIMONDON (1956) commente ainsi : Dire que le système est auto-régulé signifie que le comportement opératoire est dirigé non seulement par un modèle à copier, mais par les résultats de la tâche intervenant à titre de condition. Dans le travail manuel "ce contrôle au moyen d'une prise d'information est fréquent ; l'homme étant à la fois moteur de l'outil et sujet percevant règle son action d'après les résultats partiels instantanés. L'outil est à la fois outil et instrument, c'est-à-

.../..

dire moyen d'action prolongeant les organes et canal d'information récurrente". La situation n'est pas sensiblement modifiée lorsque, sous l'influence d'un premier progrès technique, l'outil est remplacé par une machine-outil (ou par toute autre machine dépourvue d'auto-régulation interne). Un tel engin nécessite toujours un homme pour le faire fonctionner. "L'homme intervient ici comme un être vivant; il utilise son propre sens de l'auto-régulation pour opérer celle de la machine, sans même que cette nécessité soit consciemment formulée; un homme laisse "reposer" un moteur de voiture qui chauffe exagérément, le met en route progressivement à partir de l'état froid, sans exiger un effort très énergique au début. Ces conduites, justifiées techniquement, ont leur corrélatif dans les régulations vitales et se trouvent vécues plus que pensées par le conducteur". Il y a, certes, transformation de la prestation ouvrière qui d'énergétique devient informationnelle. Mais le modèle cybernétique sous-jacent est le même: dans le système homme-machine, l'opérateur reçoit de la machine un certain nombre de signaux; il réagit par un certain nombre de réponses, c'est-à-dire d'ordres donnés à la machine; celle-ci en est modifiée et envoie à l'opérateur des signaux également modifiés, et ainsi de suite.

Mais voyons l'évolution ultérieure: le progrès technique s'affirme. La machine se perfectionne. Elle prend à son compte une part toujours plus grande des fonctions auparavant confiées à l'opérateur humain. BRIGHT et TEANI (cités par NAVILLE, 1958) décèlent 17 niveaux dans

cette progression : le niveau 1 est celui du travail sans outil ; on passe ensuite à l'outil à main (niveau 2), l'outil manuel avec force motrice (3), la machine-outil (4 à 7) ; à partir du niveau 8 (mise en marche de la machine par introduction du matériau) la machine commence à prendre elle-même de l'information (8-11) , au niveau 12, apparaît l'auto-régulation automatique : il y a modification du régime en fonction de la mesure d'une caractéristique (12-16) ; au niveau 17 enfin la machine extrapole les données recueillies et se règle en fonction de cette extrapolation - donc, dit FAVERGE (1967) , "la machine possède un ou plusieurs modèles pour traiter les données, elle calcule les prévisions du modèle et se règle sur la base de ces résultats ; l'exemple typique est fourni par les projectiles auto-guidés ; le mobile ne court pas à son but comme le chien à son maître en le visant constamment, l'engin intègre direction et vitesse pour se diriger directement vers le point prévu pour la rencontre".

Reportons-nous au modèle. Cette progression signifie que l'initiative du déclenchement de la causalité circulaire se déplace de l'homme (niveaux 1 à 7) à la machine (à partir du niveau 8). Surtout, qu'à partir d'un certain seuil, celui qui sépare la mécanisation de l'automatisation, le "travail humain" disparaît pour faire place à un "fonctionnement d'engins". Cela sans porter atteinte au modèle :

.../...

on avait, au départ, une relation cybernétique entre un homme porteur d'outil ou de machine et le matériau. L'homme ayant disparu entre temps, on trouve, à l'arrivée, une relation cybernétique entre une machine automatique et le matériau.

Je dois dire que cette complaisante laxité du modèle m'inquiète. Et me fait souvenir que l'interprétation cybernétique du travail humain a historiquement coïncidé avec les débuts de l'automatisation. Que la cybernétique de WIENER est une modélisation rétrograde par laquelle on infère de l'automate à l'homme ("Durant de nombreuses années, j'ai étudié les techniques de la transmission. Aussi ai-je été amené à concevoir et à examiner diverses machines dont certaines ont prouvé leur étrange aptitude à imiter le comportement humain, éclairant ainsi, quelque peu sa nature" (c'est moi qui souligne) WIENER, 1952). N'a-t-on pas remplacé le modèle mécaniste antérieur, à causalité linéaire, par un modèle à causalité circulaire, mais non moins mécaniste ?

On me dira que la cybernétique n'est pas seulement mécaniste puisqu'elle rend compte du vivant et que Von BERTALANFFY était biologiste. Mais de quel vivant s'agit-il ? La cybernétique rend parfaitement compte de l'adaptation d'un organisme animal à son milieu, de cette double stratégie, d'assimilation et d'accommodation par laquelle il sauvegarde son équilibre interne. Modèle donc de conservation de la vie,

d'homéostasie. Mais non modèle du travail humain créateur, de l'invention d'oeuvres par une conscience réfléchie.

Le maître-mot est prononcé, celui de conscience, qui va introduire un clivage entre nos psychologues selon qu'ils regardent vers l'Ouest ou vers l'Est. Les psychologues du comportement, stricto sensu, éduqués Outre-Manche ou bien Outre-Atlantique, le récuse ou l'élide : ils se désintéressent de la "boîte noire". Et cependant le travail, parce qu'il est le propre de l'homme et qu'il requiert un modèle qui ne soit pas seulement physique ou biologique, mais également psychologique, oblige à "réintroduire la réalité de la conscience escamotée par les behavioristes" comme le demandent les psychologues soviétiques (RUBINSTEIN, 1957). Cela non, on s'en doute, pour des motifs métaphysiques, mais par raison expérimentale. LEONTIEV (le mécanisme de la coordination des fonctions motrices interdépendantes réparties entre divers sujets, 1970-1971), par exemple, montre l'insuffisance d'une explication fondée sur le réglage des automates, où il n'y a pas de modification des relations entre l'entrée et la sortie et où tout se déroule par régulation circulaire sur un même plan. Il expérimente en faisant exécuter une seule tâche complexe par plusieurs sujets dont chacun agit sur un unique paramètre et qui doivent donc coordonner leurs efforts ; en variant l'information en retour (le "feed-back") donnée à chacun sur les effets de sa propre action et sur les effets des actions de ses équipiers,

il démonte le mécanisme des prises de décision opératoires ; et généralise en appliquant les résultats au cas d'un opérateur unique ; il montre alors que l'essentiel du traitement humain de l'information (par opposition au traitement mécanique des ordinateurs) est l'"opérativité" (OCHANINE, 1966), c'est-à-dire la faculté de changer de plan, de niveau, comme à l'improviste, au cours même du cycle action-réaction. L'émergence de cette nouvelle dimension, verticale, transforme le cercle plat en spirale. C'est là le nouveau modèle, caractéristique de l'heuristique opératoire.

Au travers de ce modèle, le travail reconquiert cette propriété d'être le premier et le plus authentique paradigme de la relation de l'homme au monde. Toutes les écoles modernes en sont convaincues. Nous en donnerons deux exemples :

Le matérialisme dialectique part de l'aphorisme de MARX : "par le travail, l'homme en modifiant la nature, modifie sa propre nature", pour soutenir que l'intelligence est née de la praxis. La conscience "reflète" l'existence. Ce terme de "reflet" a suscité bien des controverses, et d'importance. PIAGET (Etudes sociologiques, 1965) moque les partisans du reflet de s'efforcer "par tous les moyens de nous faire comprendre que ce reflet n'est pas un pur reflet, et pour parler innocemment, qu'il n'est pas un reflet!" A quoi les auteurs soviétiques rétorquent qu'il faut distin-

guer entre "otobragénié" (reflet, au sens physique du mot) et "otragénié" (le processus général de réflexion). Laissons cela. Il est surtout important de bien comprendre comment la théorie du reflet permet aux marxistes d'échapper à ce qu'ils appellent "les deux pièges de l'idéalisme", le mécanisme et le subjectivisme : "Si on ne parle que du reflet en ignorant la médiation des processus physiologiques, on tombe dans le mécanisme", qui voudrait que l'univers, agissant en sens unique, imprimât purement et simplement ses formes au cerveau. "Si on ne parle que de la médiation elle-même, on risque une autre forme d'idéalisme : le subjectivisme. Ce que l'homme sait apparaît alors plus comme un produit de la structure et du fonctionnement du système nerveux que de la réalité du monde extérieur... En fait la conscience est liée au monde extérieur et à l'action sur ce monde" (ZAZZO, 1956). L'action sur ce monde, le travail sont essentiels, confirme LEONTIEV (le concept du reflet : son importance pour la psychologie scientifique, 1970-1971) : il faut considérer "le reflet comme résultat d'un processus actif. Cela veut dire que l'action de l'objet reflété envers un système vivant, sujet du reflet, ne suffit pas à elle seule pour donner naissance au reflet. Il est indispensable qu'existe un processus venant à la rencontre de cette action, sous forme de l'activité du sujet relativement à la réalité reflétée. Et c'est au cours de ce processus actif, que le reflet est formé, contrôlé et corrigé. En l'absence de ce

processus actif, absence de reflet". "Le processus du reflet résulte non pas de l'action, mais de l'interaction, c'est-à-dire résulte de processus qui semblent se rencontrer. L'un d'eux est le processus de l'action de l'objet envers un système vivant. L'autre, l'activité du système lui-même à l'égard de cet objet". Au total, le travail "se situe entre le sujet et la réalité".

Cette formule, nombre d'écoles modernes non matérialistes la reprendraient à leur compte. Tel BERGSON faisant dériver l'homme sapiens de l'homme faber. Tel ce phénoménologue contemporain, qui sera notre second exemple ; RICOEUR (1967) confirme d'abord que "c'est en faisant que la conscience continue d'inventer.... ainsi selon ALAIN,... le projet et l'oeuvre s'engendrent mutuellement". Mais la relation de travail ; volonté-organe-outil-matériau est complexe : "En effet d'un côté la pratique familière d'un outil incorpore en quelque sorte l'outil à l'organe ; l'ouvrier agit au bout de son outil comme un aveugle au bout de son bâton ... Mais d'autre part la relation outil-ouvrage est entièrement dans le monde, c'est une relation physique ; l'outil "agit", "travaille", en tant que force de la nature, connue selon les lois de la physique... C'est alors que l'interprétation purement objective du rapport de l'outil à l'ouvrage peut remonter au rapport de l'organe à l'outil et finalement au rapport du vouloir à l'organe". (On reconnaît ce que nous

disions plus haut de la "modélisation rétrograde"). C'est en cela que la série volonté-organe-outil-ouvrage est fort ambiguë, car elle peut être parcourue dans les deux sens : à partir de la volonté et donc du point de vue de la phénoménologie - ou à partir de l'ouvrage - et donc du point de vue de la physique. L'outil est le point de croisement des deux lectures".

Ainsi - et ce sera notre conclusion - dans l'analyse de cet acte privilégié que constitue le travail ou rencontre toute une cosmologie où s'entrecroisent la causalité linéaire des sciences de la matière, la causalité-finalité circulaire des sciences de la vie et ce que j'appellerais volontiers la finalité-causalité spiroïde des sciences humaines, pour marquer le double mouvement qu'elles expriment de distanciation créatrice et de continuité. D'où l'obligation pour une épistémologie du travail d'intégrer les trois modèles dans une même approche.

II.- Le problème épistémologique d'ensemble

On vient de voir que le travail humain réalise un système, c'est-à-dire "un ensemble d'éléments en interaction" (Von BERTALANFFY, 1973) qui réunit par une relation cybernétique à double courant une unité psychosomatique, le travailleur, à un environnement naturel, technique et social.

La science du travail, l'ergonomie, doit donc appréhender non seulement les éléments, mais encore - et je dirais surtout - les lois des régulations interélémentaires du système. Elle ne peut le faire en se limitant à l'étude spécialisée d'un élément, car cette focalisation du regard s'accompagnerait d'un obscurcissement, voire d'un effacement de l'ensemble, donc du système proprement dit. La spécialisation à outrance apportée par le divisionnisme cartésien fit merveille dans les sciences de la matière qui est régie par l'entropie et la causalité linéaire. Elle échoue dans les sciences de la vie et dans les sciences humaines parce que les régulations cybernétiques de la vie du corps et de la vie de l'esprit expriment, au contraire, et alimentent une structure ordonnée, une néguentropie. Science du système Homme - Travail, l'ergonomie requiert, par conséquent, une approche globale (CAZAMIAN, 1973).

Une approche globale, donc multidisciplinaire puisque les éléments du système sont justiciables de disciplines différentes. Or, la multidisciplinarité ne pose pas de problèmes particuliers lorsque les disciplines qu'elle mobilise appartiennent au même univers épistémologique, soit celui des sciences de la matière, soit celui des sciences biologiques, soit celui des sciences humaines. Elle en pose au contraire, lorsque, comme c'est le cas pour l'ergonomie, elle doit marier les sciences de la matière (physique), les sciences biologiques (physiologie), les sciences humaines (psychologie). Par l'utilisation d'un même langage logico-mathématique, une certaine communication peut bien s'établir entre la physique et la physiologie qui sont l'une et l'autre des sciences "objectives". Mais un fossé, un "abîme" disait MAINE DE BIRAN, sépare les précédentes des sciences "subjectives" (psychologie, sociologie). FOUCAULT (1966) oppose très justement les sciences objectives, physico-mathématiques, (technologie, physiologie), qui considèrent l'homme qui vit et qui travaille de l'extérieur, comme un objet, et les sciences humaines qui n'appréhendent cet homme-là qu'au travers de la représentation subjective qu'il se forme lui-même, dans son cerveau, de sa vie et de son travail : les sciences humaines sont ainsi en position de "redoublement" par rapport aux sciences précédentes ; les deux univers épistémologiques ne peuvent se rejoindre puisqu'ils explorent une même réalité (la vie et le travail) à partir de deux plans dis-

tincts et parallèles.

Ce qui signifierait que la multidisciplinaire ergonomique ne pourrait, au mieux, qu'additionner les deux modes d'enquête (physio-technologique d'une part, psychosociologique d'autre part) sans réussir à réaliser syncrétisme, ni synthèse.

Des découvertes récentes incitent cependant à en appeler maintenant de cette vue pessimiste (que nous reconnaissons avoir nous-même quelque temps partagée). En effet :

- L'Homme échange avec son environnement naturel, technique, social ; cette vie de relation possède son système organique spécifique (cerveau, organes des sens, muscles).

- Comme toute fonction du vivant, l'activité de relation doit faire succéder des périodes d'action qui consomment les réserves (catabolisme) et des périodes de repos qui permettent de les reconstituer (anabolisme). En particulier le système en cause obéit à deux types de régulations :

. Une régulation génétique, circadienne, synchronisée par le déroulement du nyctémère et indépendante de l'activité, qui, chez l'Homme, fait alterner 12 heures de veille et 12 heures de sommeil.

. Des régulations contingentes qui épousent les fluctuations de l'activité vigile et interrompent

.../..

l'effort lorsque celui-ci a atteint un certain niveau ou une certaine durée.

- Or nous avons montré (CAZAMIAN, 1977) que dans les activités de travail, ces dernières régulations répondaient elles-mêmes à deux formes de stratégies que, par référence aux données de la biologie générale, nous avons nommé stratégie "à maximum" et stratégie "à preferendum" et qui régissent la première, l'activité physique, la seconde, l'activité mentale : "Le comportement à maximum, écrivions-nous, réalise une régulation par sommation : on part d'un niveau nul d'activité, qui est celui du repos, pour travailler pendant un temps inversement proportionnel à l'intensité de l'effort consenti ; puis, la fatigue survenant, on suspend l'activité pour observer un repos réparateur. Le comportement à preferendum élit un niveau d'activité optimal qui est celui qui sature exactement le potentiel d'activation que le sujet souhaite investir dans l'environnement ; à ce niveau la fatigue se fait sentir tardivement ; au-dessus et au-dessous de cet optimum, la fatigue, qu'elle soit par excès (surmenage) ou par défaut (insuffisance de sollicitations) apparaît rapidement et invite à corriger l'écart". On le voit ; qu'il s'agisse de maximum ou de preferendum, d'effort physique ou d'effort mental, la fatigue paraît toujours intervenir dans la régulation de l'activité. Ce qui, pendant longtemps, a suscité l'explication suivante :

.../..

lorsque le fonctionnement prolongé ou intensif d'un organe en a épuisé les réserves, des modifications humorales donnent naissance au niveau de l'écorce cérébrale à la sensation consciente de fatigue qui incite les centres moteurs cérébraux à suspendre l'action. "La fatigue est une conduite régulatrice de l'activité", écrivait Pierre JANET.

- Mais les progrès récents de la neurophysiologie obligent à réformer ce dernier schéma. En effet, MORUZZI et MAGOUN (1949) ont découvert que toutes les régulations précédentes (qu'elles soient circadiennes ou synchronisées par les activités) sont commandées par des centres nerveux autonomes (hypothalamus, formation réticulaire) situés à la base du cerveau, donc hors du champ de la conscience ; ces centres sont reliés aux organes de la vie de relation (écorce cérébrale, organes des sens, muscles) par un système nerveux également autonome (ortho et para-sympathique) ; ils sont informés par cette voie de l'état des organes périphériques et agissent sur eux, en réponse, en sécrétant des médiateurs chimiques proches des hormones (les "cybernines" de GUILLEMIN et dont la nature est polypeptidique) qui, par la même voie, atteignent les organes en cause et les activent ou les désactivent selon le cas. Toutes ces régulations complexes sont inconscientes. Et la sensation consciente de fatigue, loin d'être le primum movens, est le simple reflet au niveau de l'écorce cérébrale, de la désactivation chimique précédente. Ainsi ce sont des centres in-

.../..

conscients, situés à la base du cerveau (hypothalamus et formation réticulaire) qui régissent l'ensemble de la vie de relation, donc aussi toutes les activités de travail. - Ces nouvelles données confirment notre interprétation phénoménologique du travail humain (CAZAMIAN, 1973) et permettent de résoudre, au moins partiellement, la difficulté épistémologique posée par la multidisciplinaire ergonomique :

. Je rappelle d'abord que, pour les phénoménologues, la conscience (le "je pense") n'épuise pas l'existence (le "je suis"). GOLDSTEIN -(1951) distingue entre l'"avoir" conscient (avoir connaissance de ...) et l'"être" inconscient. MERLEAU-PONTY (1963) décèle une appréhension préconsciente du vécu qui ne passe pas par la conscience claire ; POLITZER (1928) discerne une inadéquation entre la "pensée récitative" consciente et la signification existentielle de l'acte vécu. C'est pourquoi l'activité de travail comporte elle-même de larges pans inconscients ; le "corps propre" traite, pour son compte pourrait-on dire, une information qui échappe en partie à la conscience : Le corps en sait plus que nous sur le monde" (MERLEAU-PONTY, (1963). Le Moi opératoire qui perçoit, juge et décide apparaît comme un complexe : Moi conscient + corps propre.

Mais où situer ce Moi opératoire? Sinon dans ces centres cérébraux inconscients (hypothalamus, formation

réticulaire) dont on a dit qu'ils régissaient toutes les activités de travail. Occupant une situation centrale, régulant à la fois la psyche (le cortex cérébral, siège de la conscience) et le soma, ils paraissent bien être le lieu d'élaboration de la personnalité psycho-somatique de l'individu. A la fois transmetteurs et intégrateurs des informations somatiques, des données psychologiques et des données physiologiques n'ont-ils pas le double pouvoir de mettre le corps au service du projet volontaire ou, inversement, d'infléchir le vouloir pour satisfaire aux exigences corporelles?

. Au plan épistémologique maintenant, l'interprétation phénoménologique atténue la difficulté signalée précédemment : Il est vrai que le travail humain réalise une jonction permanente entre la psyche (la représentation) et le soma (le corps objet). Que comme l'indique FOUCAULT, nous saisissons la première par une exploration subjective de la conscience du travailleur, le second par une approche objective. Que par conséquent, toute étude d'un système de travail devra comporter un volet objectif : analyse des situations, mesure des charges, relevé des comportements, expérimentation éventuelle, et un volet subjectif renseignant sur le vécu du travail.

Mais la distance entre l'objectif et le subjectif

.../..

ne constituerait un obstacle méthodologique infranchissable que si l'on s'en tenait au dualisme cartésien traditionnel. Que récuse au contraire l'interprétation phénoménologique en réunissant le corps et l'âme dans une même unité psycho-somatique de la personne humaine. Ce que confirment les récentes acquisitions de la neuro-physiologie qui comblent l'abîme de MAINE DE BIRAN et font se rejoindre les plans parallèles de FOUCAULT : Puisqu'une même "cyber-nine", en désactivant l'écorce, donnera simultanément des perturbations électro-encéphalographiques objectives et une impression subjective de malaise, on doit attendre que les deux enquêtes, loin de se contredire, corréleront et s'éclaireront l'une par l'autre. En somme le dualisme cartésien, qui faisait ici problème, s'estompe non, comme l'imaginait DESCARTES, en abritant les "esprits animaux" en quelque glande pinéale médiatrice entre le corps et l'âme, mais par la découverte des centres profonds (hypothalamus, formation réticulaire et sans doute en découvrira-t-on d'autres) qui redonne unité psycho-somatique à la personne humaine.

La difficulté épistémologique s'en trouve levée, sinon dans son principe (car il persiste une dichotomie méthodologique), du moins dans ses effets.

III.- La pratique différenciée de l'ergonomie en fonction de l'évolution des techniques de production

L'étude ergonomique de tout système de travail doit analyser : la "contrainte", qui est la charge que l'activité de travail et l'environnement exerce de l'extérieur sur le travailleur ; l'"astreinte", réactions internes, psycho-somatiques, de celui-ci à la contrainte ; le comportement du travailleur ; ses sensations vécues, notamment de fatigue. La contrainte, l'astreinte, le comportement sont mesurables objectivement par un tiers ergonome. Le vécu de l'astreinte et de la fatigue est subjectivement ressenti par l'intéressé lui-même (et par lui seul), les informations correspondantes étant recueillies par l'ergonome lors de ses entretiens avec les travailleurs. On reconnaît ici les deux volets, objectif et subjectif, précédents.

Donnons quelques exemples :

- Dans un travail minier lourd -(JARRY et CAZAMIAN, 1962), la contrainte correspond au tonnage de charbon extrait ; l'astreinte à la dépense énergétique (exprimée en kilo-calories) calculée d'après la consommation d'oxygène ; le comportement manifeste une diminution d'activité pendant les deux dernières heures du poste ; l'entretien révèle que le comportement précédent est induit par l'apparition d'une sensation carac-

.../..

téristique de fatigue (courbature dorsale).

- Dans une mine chaude, PTERNITIS (1970) mesure la contrainte par les caractéristiques physiques de l'ambiance (température sèche et humide, vitesse de l'air, hygrométrie) ; l'astreinte par l'accélération cardiaque ; le comportement exprime une baisse d'activité de 25 % par rapport aux chantiers dont la température est normale ; grâce à quoi la fatigue ressentie est considérée comme tolérable.

- Dans une tâche de surveillance accomplie dans une centrale thermique automatisée, PTERNITIS (1971) évalue la contrainte par le nombre des informations à traiter et la fréquence des incidents ; l'astreinte par des modifications des tracés électro-encéphalographiques ; les comportements de prise d'information visuelle sont décelés par les mouvements des yeux enregistrés par électro-oculographie ; la fatigue ressentie est précisée par entretiens.

Comme le montrent déjà ces exemples, le recueil des données ergonomiques s'est trouvé modifié par l'évolution des techniques de production qui a fait succéder à un travail principalement physique, un travail surtout mental :

Tout d'abord, la discipline principale était, dans le premier cas, la physiologie ; elle devient la psychologie puis, tout récemment, la psycho-physiologie

.../..

dans le second. La transition ne s'est pas opérée sans heurts. Et l'on a observé au sein des équipes ergonomiques comme entre les Ecoles qui les instruisaient une certaine compétition entre les tenants de la physiologie du travail traditionnelle, ceux de la psychologie du comportement et ceux de la neuro-physiologie.

D'autre part, l'approche du travail physique diffère de celle du travail mental : Dans l'activité physique régie par la règle du maximum, la contrainte et l'astreinte corrélient étroitement ; la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque croissent proportionnellement à l'importance du travail extérieur fourni ; et l'évaluation subjective suit de près les deux paramètres précédents. Ce qui a incité certains à se contenter d'une approche unidisciplinaire et à se satisfaire d'une seule variable : la contrainte pour les organisateurs, l'astreinte pour les physiologistes, par exemple. Dans le travail mental au contraire, la régulation à préférendum qui s'applique fait que l'astreinte ne varie plus nécessairement dans le sens de la contrainte : l'astreinte est faible ou nulle pour une contrainte optimale ; elle s'accroît au-dessus, mais aussi au-dessous, ce qui interdit d'inférer de la contrainte à l'astreinte.

Il en résulte que la pratique ergonomique va nécessairement différer selon le niveau technologique con-

.../...

sidéré :

- Dans l'ergonomie du travail manuel, l'objectif prime le subjectif, la physiologie domine, le recours au laboratoire est fréquent - sans être pour autant pertinent car aucun système de travail, si musculaire soit-il, ne peut être "recréé" expérimentalement.
- Le travail mécanisé fait la jonction entre le travail manuel et le travail automatisé ; à ce stade intermédiaire se succèdent une prise d'information sensorielle, une décision, une réponse gestuelle ; le premier et le troisième termes sont justiciables d'une approche objective de type behavioriste (stimulus-réponse) ; mais qui n'épuise pas le problème faute d'atteindre au vécu de l'astreinte et à la motivation ; comme l'attestent les grèves sauvages dans un travail à la chaîne cependant parfaitement conforme aux meilleurs principes de la psychologie expérimentale et de l'organisation scientifique du travail.
- L'ergonomie du travail automatisé focalise l'intérêt sur le cerveau du travailleur ; on ne s'occupe plus guère des gestes, des déplacements, de l'environnement ; tout se joue au niveau objectif de l'analyse du travail et de la mesure électro-encéphalographique de l'astreinte mentale et au niveau subjectif de la fatigue mentale vécue. A la vérité, objectif et subjectif sont ici intimement liés, comme le chapitre précédent le laissait prévoir.

.../..

En voici un exemple (PTERNITIS, 1971) : Il s'agissait de dévaluer la pénibilité d'une tâche de surveillance exercée dans une centrale thermique automatisée ; on mène simultanément deux types d'investigations : une mesure électro-encéphalographique de l'astreinte et trois analyses du travail pratiquées respectivement par un expert ergonome, par un retraité ayant exercé la fonction en cause, par l'opérateur lui-même qui auto-analyse son propre travail. L'évaluation électro-encéphalographique faisant foi, on étudie les corrélations que présentent avec elle les trois analyses : la corrélation est forte pour l'auto-analyse, bonne pour l'analyse pratiquée par le retraité, plus faible pour l'analyse de l'expert. En examinant en détail les résultats, on constate que ce dernier avait correctement relevé le flux variable des informations à traiter : mais qu'il n'avait pas "senté" le poids inégal des responsabilités engagées par l'opérateur, élément essentiel dans ce cas du stress professionnel.

Cette leçon a une portée très générale. Elle explique pourquoi les précurseurs de l'analyse ergonomique du travail, OMBREDANE et FAVERGE (1955), voulaient que les chercheurs pratiquassent quelque temps un travail avant de l'analyser ; mais l'"observation participante" demeure bien factice et superficielle ; elle ne saurait remplacer une expérience professionnelle authentique. C'est pourquoi la méthode de choix consiste à confier l'analyse à un obser-

.../...

vateur formé à l'ergonomie mais ayant exercé la profession en cause ou encore à l'intéressé lui-même invité à s'auto-analyser. Peut-on, pour autant, faire alors l'économie de l'expert? Certainement pas. L'analyse exige rigueur et méthode dans son déroulement comme dans l'exploitation de ses résultats et la présence d'un expert ergonome demeure toujours indispensable.

B I B L I O G R A P H I E

- BERTALANFFY (Voir), L. 1961 : Les problèmes de la vie. Essai sur la pensée biologique moderne (Gallimard, Paris).
- BERTALANFFY (Voir), L. 1973 : Théorie générale des systèmes (Dunod, Paris).
- CAZAMIAN, P. 1973 : Leçons d'ergonomie industrielle. Une approche globale (Cujas, Paris).
- CAZAMIAN, P. 1977 : Le travail optimal et ses régulations comportementales. Archives des Maladies professionnelles, 38, 4 - 5, p. 457 - 463 (Paris).
- FAVERGE, J.M. 1967 : Information et ergonomie. in SCHERRER, J. : Physiologie du travail (ergonomie) p. 249 - 271 (Masson, Paris).
- FAVERGE, J.M. 1968 : La méthode des modèles en recherche ergonomique. in Problèmes actuels de la recherche en ergonomie p. XIII - XXI (Dunod, Paris).
- FOUCAULT, M. 1966 : Les mots et les choses (Gallimard, Paris).
- GOLDSTEIN, K. 1951 : La structure de l'organisme (Gallimard, Paris).
- JARRY, J.J. ; CAZAMIAN, P. ; CHICH, Y. ; DEVEZE, G. et FAURE, G. 1962 : Recherches sur les exigences énergétiques de certains travaux miniers. Compte rendu des Journées Françaises de Pathologie Minière, p. 43-65 (Charbonnages de France, Paris).
- LEONTIEV, A.N. 1970 - 1971 : Le mécanisme de la coordination des fonctions motrices interdépendantes réparties entre divers sujets. Bulletin de Psychologie, XXIV, 292, 12 - 15, p. 693 - 696 (Paris).
- LEONTIEV, A.N. 1970 - 1971 : Le concept du reflet : son importance pour la psychologie scientifique . Bulletin de Psychologie, XXIV, 292, 12 - 15, p. 824 - 827 (Paris).

- MERLEAU - PONTY, M. 1963 : Phénoménologie de la perception (Gallimard, PARIS).
- MORUZZI, G. et MAGOUN, H.W. 1949 : Brain stem réticular formation and activation of the E.E.G. Clin. Neurophysiol. 1, p 455 - 473.
- NAVILLE, P. 1958 : La définition et la mesure du niveau d'automatisation d'après J. BRIGHT et R. TEANI. Cahiers d'Etudes de l'Automation, 2.
- OCHANINE, D. 1966 : L'image opérative d'un objet commandé dans les systèmes : Homme - Machine automatique.
XVIII ème Congrès International de Psychologie (Moscou).
- OMBREDANE, A. et FAVERGE, J.M. 1955 : L'analyse du Travail (Presses Universitaires de France, Paris).
- PIAGET, J. 1965 : Etudes sociologiques (Droz, Genève).
- POLIIZER, G. 1928 : Critique des fondements de la psychologie (Presses Universitaires de France, Paris).
- PTERNITIS, C. 1970 : Effets physiologiques et modifications des comportements professionnels dans les chantiers du rocher à température élevée. Revue Médicale Minière, 2, 1 - 2, p. 3 - 12 (Paris).
- PTERNITIS, C. 1971 : Etude des modifications du potentiel évoqué visuel moyen au cours d'une tâche expérimentale de surveillance de 8 heures. (Charbonnages de France, Paris).
- RICOEUR, P. 1967 : Le volontaire et l'involontaire (Aubier, Paris).
- RUBINSTEIN, S. 1957 : cité dans le Bulletin de Psychologie XXIV, 292, 12 - 15, p. 820 (Paris).
- SIMONDON, G. 1958 : Du mode d'existence des objets techniques (Aubier, Paris).

WIENER, N. 1952 : Cybernétique et Société (Les Deux Rives, Paris).

ZAZZO, R. 1956 : Les problèmes de la psychologie en U.R.S.S. :

La Raison, 15 (Paris).