

## 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.

ASPECTS GENERAUX D'UNE ERGONOMIE DE L'AUTOMATISATION

INDUSTRIELLE par P. CAZAMIAN

Le présent rapport se propose d'appliquer à l'automatisation industrielle une approche ergonomique dont nous avons exposé les principes et les méthodes dans une autre partie de cet ouvrage (Problèmes épistémologiques posés par la multidisciplinergie ergonomique). On évoquera, en premier lieu, le mouvement des techniques qui a précédé l'automatisation mais aide à en comprendre le sens. Puis on traitera de l'automatisation proprement dite en examinant, d'une part, les différents systèmes hommes - automates, d'autre part, leurs effets humains ; ; la réflexion théorique portera sur l'automatisation dans son ensemble ; mais, au plan des réalisations industrielles, on s'intéressera surtout aux productions "en continu". L'automatisation peut porter, en effet, soit sur la fabrication de produits manufacturés (production de type discontinu, "discrete manufacturing" en anglais), soit sur des fabrications de type continu (sidérurgie, aciéries, centrales, chimie, etc...) ; beaucoup de ces dernières sont "à feu continu", c'est-à-dire fonctionnent 24 heures sur 24 ; elles nécessitent alors un travail de nuit, généralement sous la forme d'horaires alternants ; elles correspondent aux industries que notre groupe a plus particulièrement étudiées.

.../...

## I.- Le progrès technique et sa signification dialectique

Le travail manuel avec outils ne s'est pas modifié au cours des siècles et l'artisan d'aujourd'hui applique toujours les régulations essentielles découvertes par son ancêtre du paléolithique. Au contraire, la révolution industrielle contemporaine a suscité tant de façons originales de produire (mécanisation, automatisation) que le travail humain a connu depuis un siècle plus de transformations qu'au cours de tous les millénaires antérieurs.

A qui le survole, ce développement des techniques de production donne l'impression d'un continuum, d'un mouvement d'un seul tenant par lequel dans le système de travail : homme - machine - matériau, le matériel technique se substitue progressivement à l'homme pour traiter le matériau.

C'est ainsi que BRIGHT et TEANI ( cités par NAVILLE, 1958) décèlent 17 niveaux dans cette progression : le niveau 1 est celui du travail sans outil, le niveau 2 de l'outil à main ; la mécanisation s'étend du niveau 3 (outil manuel avec force motrice) aux niveaux 4 à 7 (machine-outil) ; 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 à 11) ;

.../..

à partir du niveau 12 ( modification du régime en fonction de la mesure d'une caractéristique) apparaît l'auto-régulation automatique (12 à 16) ; au niveau 17 enfin, la machine extrapole les données recueillies et se règle en fonction de cette extrapolation.

Reportons-nous au modèle cybernétique que nous avons décrit dans une partie antérieure de cet ouvrage : La progression précédente signifie que le déclenchement de la causalité circulaire se déplace de l'homme (niveaux 1 à 7) à la machine (à partir du niveaux 8) ; surtout qu'en automatisation avancée le travail humain disparaît pour faire place à un fonctionnement d'engin. Et cela sans porter atteinte au modèle cybernétique : 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.

Comment expliquer ces engendremens successifs d'états différents?

Il ne s'agit naturellement pas d'une filiation au sens biologique du terme, d'"une sorte de zoologie ou d'embryologie des machines" (NAVILLE, 1961). Non plus que de l'expression directe des progrès de la raison comme le voulaient les Encyclopédistes. Et il ne suffit pas de reconnaître avec NAVILLE, que les variantes qui, à chaque

.../..

stade, l'ont emporté étaient celles qui apportaient le plus de productivité ; car si l'on confère ainsi à l'ensemble une certaine logique socio-économique, c'est a posteriori et sans expliquer le primum movens des variations.

Nous avons cherché l'explication dans une autre voie (CAZAMIAN, 1973) en invoquant le heurt de deux intelligences, de deux cultures, susceptibles l'une et l'autre de rendre l'Homme "maître et possesseur de la Nature" (DESCARTES) mais en utilisant des méthodes de travail différentes et même opposées.

Il s'agit de l'intelligence opératoire de l'ouvrier et de l'intelligence scientifique de l'ingénieur. La première était seule en cause dans l'artisanat antérieur, d'où l'immobilisme du travail manuel traditionnel. Au 19ème siècle, la division et la hiérarchisation du travail industriel, l'application de la science à la production en grande série, ont provoqué la rencontre conflictuelle des deux intelligences ; d'où est né et par quoi s'est entretenu depuis le mouvement technique en question ; dans sa profondeur, ce progrès technique manifeste une suprématie progressive du pouvoir ingénieur sur le pouvoir ouvrier ; qui s'extériorise par la prévalence de l'intelligence scientifique sur l'intelligence opératoire.

Les deux intelligences sont, en effet, contradictoires : le savoir opératoire est corporel, vécu, inconscient

.../..

le savoir scientifique est cortical, rationnel, logico-mathématique. La phénoménologie nous l'apprend : l'intelligence opératoire est dans les choses, l'intelligence scientifique s'en retire pour traiter seulement les symboles.

"Je m'engage avec mon corps parmi les choses, elles coexistent avec moi comme sujet incarné et cette vie dans les choses n'a rien de commun avec la construction des objets scientifiques". (MERLEAU-PONTY, 1963).

Dans l'histoire de l'humanité l'homo faber a précédé de beaucoup l'homo sapiens ; de même que, de nos jours, dans la vie d'un enfant (l'ontogénèse reproduisant la phylogénèse), l'intelligence opératoire concrète se constitue à 5 - 7 ans, l'intelligence symbolique à 11 - 12 ans.

Et les deux intelligences sont incompatibles, l'acquisition de la seconde se faisant au détriment de la première ; SIMONDON (1958) rapporte l'anecdote du berger qui, s'il a été mis à la garde des troupeaux dès la prime enfance, conserve ce don qu'a son chien de sentir venir l'orage, mais qui doit utiliser un baromètre s'il est passé par les écoles et venu plus tard au métier.

1. Voyons cela d'un peu plus près. On reconnaîtra d'abord avec SIMONDON (1958) que "l'homme dans le travail modèle la matière selon une forme ; il arrive

.../...

avec cette forme, qui est une intention de résultat, une prédétermination de ce qu'il faut obtenir au terme de l'ouvrage... Le travail est une activité qui arrive à faire coïncider ... deux réalités aussi hétérogènes que la matière et la forme".

Or il est deux façons d'atteindre ce but :

L'intelligence opératoire "rend l'homme conscient des deux termes qu'il met synthétiquement en relation, parce que le travailleur doit avoir les yeux fixés sur ces deux termes qu'il faut rapprocher (c'est la norme de travail), non sur l'intériorité même de l'opération complexe par laquelle ce rapprochement est obtenu. Le travail voile la relation au profit des termes". Envisageons, par exemple, un mouleur : " Le travailleur élabore deux demi-chaines techniques qui préparent l'opération technique ; il prépare l'argile... et prépare corrélativement le moule ; il matérialise la forme en la faisant moule de bois, et rend la matière ployable, informable ; puis il met l'argile dans le moule et la presse ; mais c'est le système constitué par le moule et l'argile pressée qui est la condition de la prise de forme : c'est l'argile qui prend forme selon le moule, non l'ouvrier qui lui donne forme. L'homme qui travaille prépare la médiation, mais il ne l'accomplit pas ; c'est la médiation qui s'accomplit d'elle-même après que les conditions ont été créées ; aussi, bien que l'homme soit

.../..

très près de cette opération, il ne la connaît pas ; son corps la pousse à s'accomplir, mais la représentation de l'opération technique n'apparaît pas dans le travail. C'est l'essentiel qui manque, le centre actif de l'opération technique qui reste voilé".

Au contraire, l'intelligence scientifique - ou l'intelligence technique issue des sciences - "consiste.... à partir de ce qui se passe à l'intérieur du moule pour trouver à partir de ce centre les différentes élaborations qui pourront le préparer". Quand il passe du travail manuel avec outil à la production par machines, "l'homme... ne peut laisser dans l'obscurité le centre de l'opération ; c'est en effet ce centre qui doit être produit par l'objet technique (la machine), qui ne pense pas, qui ne sent pas, qui ne contracte pas d'habitudes... Le fonctionnement de l'objet technique fait partie du même ordre de réalité, du même système de causes et d'effets que l'opération technique ; il n'y a plus hétérogénéité entre la préparation de l'opération technique et le fonctionnement de cette opération : ... le fonctionnement est opération et l'opération fonctionnement. On ne peut parler de travail" (au sens de travail opératoire)" d'une machine, mais seulement d'un fonctionnement, qui est un ensemble ordonné d'opérations. Forme et matière, si elles existent encore, sont au même niveau, font partie du même système ; entre

.../..

le technique et la naturel il y a continuité. La fabrication de l'objet technique ne comporte plus cette zone obscure entre la forme et la matière".

Cela, qui n'a pas souvent été perçu, est essentiel pour distinguer intelligence scientifique et intelligence opératoire. La première appréhende et maîtrise les lois qui régissent le coeur de l'opération ; elle peut alors remplacer le processus de travail par "un ensemble ordonné d'opérations", par une suite d'algorithmes, finalement par un fonctionnement. La seconde s'établit aux confins d'un inconnu central et l'enjambe en une démarche heuristique. On peut d'ailleurs, me semble-t-il, corroborer l'opposition des méthodes en considérant leur mode de créativité.

Toute l'inventivité de l'intelligence scientifique s'investit et s'épuise, lors de la conception, par l'ingénieur, du fonctionnement technique ; la découverte faite, l'application (qu'elle soit exécutée par un homme ou par une machine) est "machinale" ; la "one best way" tracée par l'enchaînement des algorithmes ne requiert de l'exécutant ni initiative, ni participation active.

La démarche de l'intelligence opératoire, telle que nous avons pu l'identifier dans nos recherches (cf, notamment, CAZAMIAN et al., 1972) est tout autre ; ici la solution ne précède pas l'action, elle naît d'elle. Pour franchir l'inconnu central, le travailleur utilise une

.../..

tactique en deux temps : d'abord une exploration prudente et tâtonnante, à l'écoute de la réaction, de la résistance du matériau ou du milieu, menée dans plusieurs directions pour en découvrir une acceptable (et peu importe qu'elle ne soit pas la meilleure). Puis, dans la direction choisie, une avance rapide, par enjambements, par raccourcis, allant d'une cime éclairée par l'expérience à une autre en négligeant les cheminements intermédiaires ; avance imprudente donc, exposée aux faux-pas, aux échecs ; mais échecs immédiatement réparés par un changement extemporané de cap vers l'une de ces autres directions qu'on avait recensées au départ. Ainsi, à partir d'un même état initial et pour parvenir à un même résultat, l'opérateur dispose de plusieurs voies et peut modifier sa fonction en cours de route (c'est là l'"opérativité" d'OCHANINE, caractéristique de l'heuristique opératoire). "Voilà, remarque FAVERGE (1967), ce qui sépare la psychologie de la physique ; là le mécanisme est unique et doit être trouvé ; ici les mécanismes possibles sont multiples".

Accentuons le divorce entre l'intelligence scientifique et l'intelligence opératoire : la science est fille de la raison et de la conscience claire. Le savoir opératoire est corporel, vécu, largement inconscient.

C'est un savoir "moteur" (SIMONDON, 1958) : un savoir de "ce corps qui en sait plus que nous sur le monde",

.../..

un "savoir qui est dans les mains, qui ne se livre qu'à l'effort corporel et ne peut se traduire par une désignation objective" (MERLEAU-PONTY, 1963) ; une "praktognosie" selon l'expression de GRUNBAUM.

C'est un savoir vécu en ce que "la tâche n'est pas objectivable et .... ne peut être que vécue, éprouvée, accomplie, non à proprement parler réfléchie" (SIMONDON, 1958).

C'est, enfin, un savoir du "corps propre" et qui se déploie donc dans ce clair-obscur qui sépare le conscient de l'inconscient. Le vécu du travail lie intimement la perception du corps propre et la perception extérieure de la matière travaillée. Or, selon MERLEAU-PONTY (1963), ces deux perceptions "offrent l'exemple ... d'une conscience qui ne possède pas la pleine détermination de ses objets, ... d'une logique vécue qui ne rend pas compte d'elle-même, ... d'une signification immanente qui n'est pas claire pour soi".

Les auteurs s'épuisent à vouloir rendre compte de cette pénombre qui dissimule toujours le savoir et l'heuristique opératoires :

MERLEAU-PONTY (1963) parle de "préconscient" ; FOUCAULT (1966), de "représentation inconsciente" ; SIMONDON (1958), de "subconscient technique" ; POLITZER (1928) d'"ignorance" plutôt que d'"inconscience" (l'acte

.../..

est une manifestation directe de l'être, qui n'a pas à être sous-tendu par un récit même inconscient).

Ainsi, aux yeux d'un observateur étranger au vécu du processus, l'heuristique opératoire passera aisément pour magie : l'artisan sera "doué d'un pouvoir d'intuition et de connivence avec le monde qui lui donnera une très remarquable habileté manifestable seulement dans l'oeuvre et non dans la conscience ou le discours : ... (Il) sera comme un magicien et sa connaissance... sera secrète pour les autres, car elle sera secrète pour lui-même, à sa propre conscience"... Son "subconscient technique" édifie "un savoir de participation profonde, directe, qui nécessite une symbiose originelle, comportant une espèce de fraternité avec un aspect du monde, valorisé et qualifié" (SIMONDON, 1958). La divination météorologique du berger, le "sens" du terroir pour le paysan, le "sens" de la mine pour le mineur, le "sens" du matériau pour l'artisan renvoient à cet inexplicable.

2. Voici donc que l'industrialisation, la division et la hiérarchisation du travail qui l'accompagnent, mettent face à face, dans toute usine, deux façons de produire dont nous venons de voir qu'elles sont inconciliables. Laquelle va donc l'emporter? Le problème se déplace et le conflit des cultures débouche

.../..

nécessairement sur un conflit de pouvoirs. Celui-ci sous-tend, alimente et explique le progrès technique qui, loin d'être socialement neutre, s'interprète comme une stratégie de domination par laquelle le commandant, l'ingénieur, va tenter d'imposer son modèle culturel au commandé, l'exécutant ; lequel, de son côté, réagira en sens inverse pour sauvegarder la liberté de son art opératoire (CAZAMIAN, 1973)

Au premier temps de l'industrialisation, alors que la production manuelle est encore assurée par des ouvriers professionnels détenteurs d'un savoir ignoré des ingénieurs et donc maîtres de leurs méthodes opératoires, un certain équilibre s'établit entre les deux pouvoirs ; deux organisations du travail coexistent : l'une est formelle, élaborée par le commandement et généralement inappliquée par la base ; l'autre, informelle, émane du groupe ouvrier ; des compromis exprimant une "coopération antagoniste" entre les deux groupes socio-professionnels rétablissent tant bien que mal une régulation indispensable entre les comportements opératoires décidés par la base et les situations de travail conçues par les cadres.

La prévalence du scientifique sur l'opératoire s'affirme, au contraire, au stade ultérieur de la mécanisation. Ici l'application plus complète de la pensée scientifique à la production tend à substituer progressivement la machine à l'homme pour en arriver, à la limite, à sup-

.../..

primer le travail humain proprement dit.

L'idée est ancienne : Au début du 19ème siècle, dans ses Principes de la philosophie du droit, HEGEL écrivait : "L'abstraction de la production fait le travail toujours plus mécanique et à la fin il est possible que l'homme en soit exclu et que la machine le remplace". Et MARX, dans ses Fondements de la critique de l'économie politique : "La machine... se distingue tout à fait de l'outil... La machine qui possède habileté et force à la place de l'ouvrier, est elle-même désormais le virtuose, car les lois de la mécanique agissant en elle l'ont dotée d'une âme.... L'activité de l'ouvrier réduite à une pure abstraction, est déterminée en tous sens par le mouvement d'ensemble des machines ; l'inverse n'est plus vrai".

Tel est bien, en effet, ce que l'on constate maintenant dans la production en chaîne par exemple. Cette forme extrême de mécanisation résulte de l'application pure et simple au travail ouvrier du savoir exclusivement mécaniste de l'ingénieur. Nous avons analysé ailleurs la logique de ce processus : "La parcellisation des tâches est la conséquence directe de la parcellisation du savoir des cadres industriels et de leurs dirigeants... Le projet de l'ingénieur est ... de mécaniser le travail et de planifier la production en éliminant l'initiative humaine. (L'ingénieur) décompose la fabrication en une série d'opé-

.../..

rations élémentaires réparties entre les machines (objets techniques) et les opérateurs ("objets humains"). La machine est faite pour donner une prestation spécialisée et invariable. Il faut qu'il en soit de même de l'homme : ce que l'on obtient en limitant son activité à quelques gestes stéréotypés et répétitifs" (CAZAMIAN, 1973).

Or, cette mécanisation - là ne pouvait conduire qu'à une impasse. Non seulement pour les raisons communément invoquées de crise humaine, de révolte ouvrière, de grèves sauvages. Mais plus profondément parce que sa logique de production supprimait la causalité circulaire du travail humain pour la remplacer par la causalité linéaire des mécanismes simples, donc supprimait finalement le travail stricto sensu. Par conséquent, pour que, dans l'oeuvre de travail, la machine puisse remplacer l'homme, il fallait incorporer dans la première une régulation cybernétique copiée sur le cybernétisme du vivant et que WIENER vienne compléter TAYLOR. Ce qui nous amène au seuil de l'automatisation.

## II.- L'évolution des systèmes Hommes - Automates.

On analysera la logique interne de l'automatisation, puis on proposera une typologie rendant compte de ses différentes applications industrielles.

### 1. Algorithme et heuristique.

Tout système homme - automate associe deux logiques : une logique algorithmique qui est celle de l'automate, une logique heuristique qui est celle de l'opérateur humain ( cf, à ce propos, FAVERGE, 1966).

Résoudre un problème par algorithme (du nom du savant arabe AL KORISMI), c'est utiliser une méthode qui a systématisé un nombre défini d'opérations élémentaires successives de telle sorte qu'on soit assuré, en fin de course, d'arriver à la solution.

Et l'heuristique, ou euristique, du grec heuriskein) ? Elle est indéfinissable et les "définitions" qu'on en propose prêtent à sourire : on parle d'heuristique, écrit FAVERGE, lorsque la décision est prise "quasi intuitivement, dans une certaine incertitude logique" à partir de "règles empiriques mal systématisées" et de "critères flous" ; on le voit, chaque épithète contredit son substantif. La difficulté tient évidemment à ce qu'on ne peut cerner verbalement, donc par un langage rationnel, un irrationnel ; l'équivalent français le plus proche serait

.../..

sans doute le terme vulgaire de "pifométrie".

Les deux notions préexistaient à l'automatisation : le travail manuel, de la préhistoire à nos jours, a toujours utilisé un savoir heuristique qui était "dans les mains" et échappait à la rationalité scientifique. En mécanisation, la primauté de l'intelligence scientifique de l'ingénieur sur l'intelligence heuristique de l'ouvrier s'exprimait par une organisation algorithmique de la production dont le travail à la chaîne était le meilleur exemple. Et, comme on l'a vu, de cette mécanisation - là on passe aisément à l'automatisation en adjoignant à la chaîne matérielle précédente une machine cybernétique assurant l'autorégulation de l'ensemble sans qu'il soit besoin de recourir à l'heuristique humaine. Tel serait le schéma d'une automatisation absolue.

Non réalisée pour l'heure puisque, dans les faits, algorithmes et heuristique coexistent encore dans tous les systèmes automatiques industriels. Ce qui incite à s'interroger sur les fonctions respectives des deux stratégies.

. En quoi les deux logiques différentes?

Au plan de la créativité, répond LANDA (1966) qui distingue quatre processus de résolution de problèmes :

- L'algorithme simple qui répond à la définition donnée plus

.../...

haut ; l'application pure et simple d'une consigne conduit à la solution.

- L'algorithme d'essai : on tâtonne en essayant tour à tour des algorithmes mémorisés jusqu'à ce qu'on réussisse ou qu'on abandonne.

Ces deux algorithmes ne sont pas créatifs.

- L'heuristique par association d'idées : on résout le problème en extrayant de la mémoire des analogies qui ont réussi ailleurs dans le passé et qui suggèrent la solution ; il ne s'agit pas d'algorithmes car aucune règle n'indique quel champ de mémoire explorer et les analogies révélatrices sont souvent lointaines et sans lien logique avec le problème à traiter ; il y a donc bien créativité, mais créativité restreinte en ce sens que l'expérience avait déjà mis en mémoire les éléments de la solution.

- L'heuristique par découverte vraie : ici il n'y a rien en mémoire qui puisse donner la solution ; il faut découvrir les connaissances nécessaires par un processus de connaissance active qui apporte une nouvelle information.

. Ceci étant, la question qui se pose est de savoir si un automate peut faire montre de créativité. Un ordinateur pourrait-il fonctionner en heuristique ?

Deux limitations y font obstacle :

- L'ordinateur a besoin de certitudes ; l'heuris-

.../...

tique joue dans l'incertitude.

- Le programme de l'ordinateur doit être arrêté avant l'action ; l'heuristique naît de l'action.

En somme, les problèmes que résout l'heuristique "offrent un champ de choix indéterminé et les moyens de recherche de la solution ne sont pas déterminés d'avance" (LANDA, 1966). Si bien qu'en définitive la créativité - donc l'heuristique - exprime une représentation "personnelle" sur les choses ; elle exprime - elle atteste - la liberté de l'homme par rapport à la causalité linéaire, à la "nécessité" (au sens de J. MONOD), de la matière.

Mais ne pourrait-on alors faire intervenir un autre homme que l'opérateur pour injecter dans l'ordinateur la part d'heuristique indispensable au fonctionnement de l'automate ? Je veux parler de l'ingénieur concepteur du processus comme des programmes. Certes, nous avons vu que, comme son nom l'indique, l'ingénieur, l'"engineer", est d'abord un faiseur d'engins, dont les modes de pensée logico-mathématiques s'investissent avec prédilection dans les algorithmes des machines... voire dans l'algorithmisation des hommes comme le prouve le travail à la chaîne. Mais il convient cependant de nuancer maintenant l'assimilation un peu rapide que nous avons faite antérieurement entre l'intelligence scientifique et technologique et le raisonne-

.../...

ment algorithmique. Car il faut reconnaître à l'origine de tous les progrès des logiques déductives, un primum movens heuristique. EINSTEIN n'avouait-il pas qu'il avait conçu ses découvertes "dans un état d'imagerie rêveuse"? Il en est ainsi, toute proportion gardée, de chaque ingénieur concepteur puisque, au stade du projet, il doit nécessairement décider sans maîtriser toutes les variables, donc dans l'incertitude. Il y a plus ; le projet une fois réalisé, CALLEJA (1977) a montré que, dans le nucléaire, l'ingénieur pouvait conduire "en manuel" des réacteurs au lieu et place des opérateurs et cela avec un égal succès. L'ingénieur possède donc son heuristique, même si celle-ci diffère sans doute de celle des opérateurs du fait d'une expérience mémorisée dissemblable (c'est l'image mnémonique "opérative" d'OCHANINE, 1966).

Mais l'obstacle n'est pas levé pour autant, car s'il est possible d'algorithmiser après coup une découverte heuristique, de transformer en consigne ce qui fut le fruit de l'invention et d'enrichir ainsi les programmes de l'ordinateur (cette démarche caractérise la période d'enfance de toute usine automatisée), on ne crée pas, pour autant, des machines à inventer. En effet, "si l'on construit, pour un processus créatif, un algorithme qui se met à déterminer complètement le processus de résolution d'un problème, ce processus cesse d'être créatif" (LANDA, 1966).

.../...

En conclusion, ainsi que l'indique ALEXIEV (1963), l'algorithme permet de vérifier si tel cas concret entre ou non dans la règle, mais il ne sert pas à élaborer la règle.

....//..

## II. Les différentes applications industrielles de l'automatisation.

Menées selon une même méthode d'approche (celle qu'on a définie dans une autre partie de cet ouvrage), les observations de FAVERGE (1970 - b) dans les industries chimiques et pétrolières, de nous-même dans les centrales thermiques (CAZAMIAN et al. 1972), de GUERIN et DURRMEYER dans les hauts-fourneaux de la sidérurgie (1974), de CALLEJA dans le nucléaire (1977) permettent par leur confrontation de prendre une vue d'ensemble de l'automatisation de la production en continu. Pour l'automatisation des produits manufacturés, nous référerons à une étude de DOUMEINGTS (1977) et à la thèse (en préparation) de notre élève NATTERO.

Constatons d'abord que ce n'est pas avec le même élan, ni du même pas, que les entreprises industrielles ont franchi le 12ème degré de l'échelle de BRIGHT et TEANI (Cf supra) qui sépare la mécanisation de l'automatisation, puis ont gravi les degrés successifs de cette dernière pour viser au 17ème degré, celui de l'automate parfait. Il persiste de ce point de vue des dissemblances entre les familles professionnelles, entre les entreprises dans une même profession, voire entre les ateliers dans une même entreprise.

.../..

Pour en comprendre les raisons, il convient de se poser deux questions : pourquoi automatise-t-on? pourquoi ayant commencé d'automatiser, ne va-t-on pas jusqu'au bout?

### 1. Pourquoi automatiser?

Pour raison économique, répond-on d'ordinaire, et pour diminuer le prix de revient du produit : l'automatisation majore la charge des investissements mais la diminution du coût de la main d'oeuvre résultant des suppressions d'emplois l'emporte et l'opération est bénéficiaire.... du moins pour l'entreprise. Remarquons que le calcul se fait par rapport aux équilibres de la mécanisation antérieure ; dans la mesure où le travail à la chaîne connaît les difficultés que l'on sait (freinage, malfaçons, absentéisme, rotation accrue du personnel, grèves sauvages, etc....) qui en majorent d'autant les coûts directs et indirects, il devient plus intéressant d'automatiser. Le social, ici, commande l'économique.

D'autres auteurs ajoutent à ce premier motif, dont ils ne sous-estiment pas la portée, une dynamique qui réfère à une idéologie technocratique, prêtée aux dirigeants et à leurs cadres, qui se manifesterait, depuis les temps anciens, par le projet - ou le mythe - d'une production entièrement planifiée échappant à cet élément d'incertitude que constitue toujours la liberté heuristique de la personne humaine. Déjà, selon LEWIS MUMFORD (1966), la méthode administrative mise en oeuvre

pour la construction de la grande pyramide d'Egypte, en réprimant rigoureusement toute autonomie individuelle, a constitué le premier modèle d'un asservissement systématique qui a donné naissance aux premières machines manuelles. Plus récemment, TAYLOR a repris la visée; selon nous, le sens véritable de l'organisation scientifique du travail n'est pas d'améliorer le comportement de l'exécutant, mais de prélude par une décomposition algorithmique de sa fonction à l'automatisation de la production. Ainsi que l'écrivent MARCH et SIMON (1964) : "Les limites dans lesquelles les activités humaines manuelles peuvent être schématisées correspondent à la progression continue de l'automatisation vers la domination d'une gamme de plus en plus vaste des tâches".

2. Si l'on a voulu automatiser, pourquoi s'arrêter en chemin?

A la vérité, le schéma de BRIGHT et TEANI peut induire en erreur en suggérant une continuité dans les sept degrés de l'automatisation, avec comme but à viser l'automatisation parfaite de l'usine presse-bouton. En réalité plusieurs facteurs que nous allons analyser se conjuguent pour maintenir, temporairement ou définitivement, nombre d'industries à des paliers d'automatisation inférieurs.

.../..

Remarquons d'abord que, serait-elle réalisable, l'automatisation totale peut ne pas être la meilleure solution du point de vue économique. "Certes, écrit FAVERGE (1970 - b), les critères économiques jouent un rôle important dans le choix de remplacer l'homme par un calculateur ou au contraire de laisser une place prépondérante à l'opérateur humain. Mais les termes de pondération des coûts ne sont généralement pas connus en ce qui concerne le préposé au tableau de commande. Quelle est sa fiabilité, quelle est la qualité de la régulation qu'il exerce, voire que fait-il? De sorte qu'il semble que l'option en faveur d'une des disponibilités - homme comme organisateur permanent contre homme comme organisateur transitoire, programmeur - prend souvent l'aspect d'un acte de foi dans l'une ou l'autre solution".

Serait-elle désirée, l'automatisation absolue peut n'être pas techniquement réalisable du fait que le processus de production n'est pas parfaitement maîtrisé et qu'il persiste des plages d'incertitude s'opposant à une algorithmisation complète. Force est alors d'adjoindre à la conduite par ordinateur une conduite "en manuel" par un opérateur qui utilise toujours une stratégie heuristique de décision dans l'incertitude et souvent des informations sensorielles qu'il capte soit directement, soit par l'intermédiaire des rondiers.

.../...

Les principales raisons de l'incertitude précédente tiennent à :

- La nature des matières premières.

Des variations notables dans les propriétés physiques et chimiques des matériaux utilisés excèdent les possibilités des régulations automatiques, surtout lorsque le produit résulte de la combinaison de plusieurs éléments apportant chacun sa marge d'indétermination.

- La complexité du processus. Ainsi que le remarque FAVERGE (1970-b) "Si la notion de progrès technique évoque généralement celle d'automatisation, il semble que dans l'état actuel des réalisations industrielles, il n'y ait pas de synonymie entre ces deux concepts. Le progrès se rencontre le plus souvent sous l'aspect de systèmes complexes, à haute technicité, éventuellement munis de boucles d'asservissement, mais rarement intégrés totalement ; l'homme restant l'organisateur permanent du processus". Il faut donc bien distinguer dans le progrès des technologies avancées une évolution vers la complexité qui s'oppose, au moins temporairement, à l'extension de l'automatisation et le développement de cette dernière qui marque souvent un palier dans la complexification.

.../..

- L'âge de l'installation. Aucune usine automatisée, et surtout si elle constitue un prototype, ne peut fonctionner d'emblée selon les programmes prévus par les concepteurs. Il existe donc une période d'enfance au cours de laquelle se "rode" l'installation, c'est-à-dire au cours de laquelle apparaissent des incidents et des pannes qui obligent à recourir à l'heuristique des ingénieurs et, surtout, des opérateurs pour compléter les programmes algorithmiques primitifs qui se révèlent, à l'usage, insuffisants. Il conviendra ainsi d'attendre l'âge adulte pour connaître avec exactitude la proportion définitive de l'heuristique et des algorithmes dans la conduite du processus en question. Définitive ? Du moins jusqu'à ce que débutent les manifestations de l'obsolescence qui obligeront à d'autres ajustements heuristiques. Entre l'enfance et la vieillesse, la période de fonctionnement optimal est donc toujours limitée, même dans les systèmes automatiques les mieux conçus (FAVERGE, 1970 - a).

3. Ordonnons maintenant ces éléments pour obtenir une vue d'ensemble de l'évolution de la relation homme-automate dans l'industrie automatisée.

Envisageons d'abord la fabrication de produits manufacturés ; il s'agit d'automatiser une machine ou un ensemble de machines fonctionnant de façon discontinue.

.../..

Au premier stade, la machine semi-automatique demeure aux ordres du conducteur et ne se différencie donc pas, fondamentalement, de la machine ordinaire antérieure. Puis les machines deviennent entièrement automatiques en se dotant soit d'un automatisme rigide (machine transfert) pour la production en grande série, soit d'un automatisme souple et modifiable (machine à commande numérique) pour la petite et moyenne série. Depuis une dizaine d'années enfin on a rendu ces automatismes programmables en utilisant les ressources de l'informatique, qu'il s'agisse d'ordinateurs puissants (également chargés de la conception, de la préparation et de la gestion de la production), ou de micro-ordinateurs limités à la fabrication proprement dite.

Dans la production en continu, un grand ensemble réunissant plusieurs sous-systèmes automatiques s'érige en un vaste système autonome possédant un "cerveau" central où convergent les informations et d'où partent les commandes. Ce rôle de cerveau régulateur de l'ensemble peut être assuré par un opérateur humain conduisant "en manuel". Mais il peut l'être aussi par un ordinateur, le rôle de l'homme se limitant dans ce cas à contrôler l'efficacité de cet ordinateur en surveillant les divers paramètres et à n'intervenir qu'en cas de dysfonctionnement ( l'opérateur court-circuite alors l'ordinateur et conduit en manuel comme précédemment).

.../..

Ceci étant, la question essentielle devient la suivante : comment, dans la réalité industrielle, s'est opéré le partage entre l'heuristique et l'algorithme, entre la conduite manuelle et la conduite automatique? Et peut-on, de ce point de vue, dégager une typologie des diverses installations?

- Dans une première catégorie, on inclura toutes les usines où une insuffisante maîtrise du processus de fabrication laisse persister des éléments d'incertitude qui ne permettent pas d'algorithmiser totalement le processus. C'est notamment le cas des industries qui traitent des matières premières peu fiables (carbo-chimie, pétro-chimie, centrales thermiques).

On distinguera alors deux éventualités :

Dans un premier cas, l'opérateur peut utiliser des informations qui lui sont propres et qui échappent à l'ordinateur parce qu'elles ne sont pas traductibles en langage symbolique ; il s'agit d'informations sensorielles données par le vécu du travail et auxquelles l'expérience professionnelle a conféré valeur de critères ; ces informations "informelles" (elles sont ignorées de l'ingénieur), "charnelles", peuvent être prélevées par l'opérateur lui-même s'il a une perception directe des opérations.

.../..

(par exemple, la couleur de la flamme dans la chaudière d'une centrale thermique, la consistance de la pâte dans une agglomération sidérurgique) ; à défaut, elles lui seront transmises par les rondiers qui les capteront sur place (bruit anormal d'une machine, odeur de brûlé, flaque d'huile, etc...). Cette seconde source d'information ne peut manquer d'évoquer le travail manuel et ses régulations vécues (aussi bien l'expression "conduite en manuel" est-elle ici révélatrice). Et de fait les analystes de la fonction évoquent à son propos des artisanats assez primitifs : LEJEUNE (1964) parle de braconnier, nous-même (1973) de cuisinier. Tout se passe ici comme si, après l'intermède - et l'impasse - de la mécanisation en chaîne et de la déqualification des ouvriers spécialisés, une requalification s'opérait grâce à laquelle le professionnel de l'automatisation prenait la suite du professionnel de la production manuelle.

Dans un second cas (chimie par exemple), l'opérateur n'a pas d'accès direct ou indirect (par les rondiers) au processus et ne dispose donc pas d'informations sensorielles spécifiques. Il agit alors en traitant heuristique-ment les informations symboliques apparues sur les synoptiques ; ce qui veut dire que, l'expérience aidant, il utilise son sens inné de la régulation opératoire pour déceler avant l'ordinateur, dans telle déviance de telle

.../..

variable qu'il associe, sans raison logique, à telle autre altération de telle autre variable, l'indice d'un dysfonctionnement à venir. Et qu'il peut alors prévenir en intervenant en manuel.

Dans l'un et l'autre des deux cas qu'on vient de citer, l'opérateur est techniquement indispensable ; son heuristique agit comme un réducteur d'incertitude et permet un fonctionnement du processus qu'une automatisation stricte n'eût pu réaliser. Ainsi ce type d'automatisation introduit une relation équilibrée entre l'homme et l'automate ; ils sont ici complémentaires, non concurrents.

- Dans une seconde catégorie, nous rangeons les installations industrielles, encore peu nombreuses, qui, telles les centrales nucléaires, peuvent prétendre à une automatisation absolue, au moins à un certain moment de leur existence, parce que se trouvent réalisées les trois exigences qui conditionnent cette dernière : maîtrise du processus, pureté du matériau, information exclusivement symbolique.

Ainsi se dessine un panorama général de l'automatisation dans les industries de pointe, qui réfère à trois types de régulation :

- Une association heuristique - algorithme avec double information charnelle et symbolique.

- Une association

heuristique - algorithme avec une information exclusivement symbolique.

- Une prévalence de l'algorithme sur l'heuristique,

tendant à la disparition de cette dernière (l'information étant symbolique).

.../..

III - Effets humains de l'automatisation et perspectives ergonomiques.

La relation de système qui unit le travailleur à son environnement technique est, comme on l'a montré plus haut, une relation cybernétique à double sens ; de telle sorte que, lorsqu'il invente une nouvelle façon de produire, l'Homme se trouve, en retour, modifié et en quelque mesure remodelé par son invention même : Le travail manuel traditionnel a façonné l'artisan, puis l'ouvrier professionnel des premiers temps de l'industrialisation ; la mécanisation en chaîne, l'ouvrier spécialisé. On doit attendre de l'automatisation qu'elle ait aussi des effets humains spécifiques ; un "homo automaticus" est en gestation. Les articles de GUERIN et de CALLEJA, dans ce même ouvrage, ont commencé d'en esquisser les contours. On souhaiterait maintenant préciser ces derniers par une réflexion plus systématique qui portera, tour à tour, sur la motivation opératoire, en général, ses modifications sous l'influence de l'évolution antérieure des techniques, son état actuel en production automatisée, enfin les leçons qu'on en peut tirer dans une vue prospective de l'ergonomie.

1. La motivation opératoire.

Pourquoi travaille-t-on? L'interprétation traditionnelle fait de la fin du travail, son motif. Le tra-

vail crée un produit, donne forme à la matière, capte donc la Nature au profit de l'Homme qui, selon l'expression de DESCARTES, s'en est rendu "maître et possesseur". Et l'on soutient que l'attrait du but à atteindre suffit à créer le besoin de travailler sans qu'il soit nécessaire d'y adjoindre d'autres motivations. "Le propre de l'homme, écrit par exemple PIAGET (1965), n'est pas d'être une subjectivité : c'est de fournir sans cesse un travail... et de le faire consciemment, mais surtout effectivement parce que consciemment tendu vers un résultat. Or, fournir un travail, c'est partir de données aussi objectives que possibles pour aboutir à des résultats aussi objectifs que possibles et si l'objectivité n'est qu'un idéal ou une limite, elle constitue tout de même l'une des dimensions fondamentales de l'"intentionnalité humaine".... (l'intention de travailler) se rattache à la coordination générale des actions, source de la raison et au résultat objectif (qu'elle poursuit) qui est de modifier la réalité extérieure en tournant le dos (au) moi".

Thèse qui, nous semble-t-il, passe sous silence une motivation plus profonde qui, au paléolithique, a vraisemblablement précédé la recherche d'une utilité et qui, en tout cas, continue de sous-tendre et de dynamiser le travail opératoire contemporain. Tourner le dos au moi? C'est

.../..

le contraire qui est vrai. GOLDSTEIN (1951) affirme que les vrais mobiles de nos actions ne sont pas extérieurs, mais intérieurs ; chez l'Homme, tout besoin, qu'il soit vital ou subalterne, naturel ou culturel, exprime une unique pulsion : "celle de l'actualisation de soi, qui n'est au fond rien d'autre que la vie même de l'organisme individuel" ; nous mangeons par appétit, non pour subsister ; nous aimons et ce n'est pas pour perpétuer l'espèce. ARISTOTE le disait déjà : la volonté ne meut que par le désir... J'admets qu'il y ait quelque différence entre les besoins organiques qui déclenchent les appétits biologiques traditionnels et la propension au travail, qui serait plus désincarnée (WELFORD, 1966). Mais est-elle si désincarnée? N'est-ce point un fait d'expérience que le libre comportement de l'artisan vise à produire, mais d'une certaine manière et qui n'est pas indifférente? Et que, le moyen prenant valeur de fin, le "plaisir" de travailler peut susciter les activités, purement gratuites, du jardinage, du bricolage, du sport, de la chasse, de la pêche, etc..., toutes activités ludiques qui occupent nos fins de semaine?

Admettons donc qu'il y ait dualité des mobiles, sans préjuger encore lequel, du rationnel ou de l'affectif, est premier ou l'emporte. Ainsi, de même que nous avons

.../..

discerné dans le travail opératoire un mixte de conscient et d'inconscient, distinguerons-nous dans la motivation du travailleur une double détermination : une détermination par le motif et une détermination par les exigences internes du moi. "Ces deux déterminations ... sont deux dimensions compatibles et cohérentes du projet. L'une désigne l'initiative de l'élan, l'autre son point d'appui..." "Il est de l'essence de l'acte volontaire de pouvoir être à la fois quelque chose comme un commandement - sur le possible, sur le corps, sur le monde - et quelque chose comme une obéissance - à des valeurs reconnues, saluées et reçues" (RICOEUR, 1967).

La première détermination se déchiffre aisément. Qu'en est-il de la seconde?

- Aux premiers stades de la vie animale, on décèle déjà cette tendance commune à tous les êtres vivants de bouger "pour bouger", de se mouvoir sans but, tendance aussi inexplicable que ces autres appétences "essentielles" que sont celles de croître, de conserver sa forme ou de proliférer sans fin. Chez les animaux supérieurs, il existe de même une activation psycho-somatique spontanée, qui incite à l'action pour l'action et se satisfait d'elle (activités de jeu des jeunes mammifères par exemple). Activation qui pousse l'Homme à s'actualiser "en traitant avec son environnement" (selon l'expression de WOODWORTH,

.../..

citée par WELFORD; 1966), c'est-à-dire, notamment, en travaillant. Or, enseigne GOLDSTEIN (1951), "la possibilité de s'affirmer dans le monde, tout en conservant sa singularité , est liée à un certain débat (Auseinandersetzung) entre l'organisme et le monde environnant, à une façon déterminée de composer entre eux. Cet accommodement doit se faire de telle manière que tout changement causé dans l'organisme par les excitations du monde environnant se compense au bout d'un certain temps, de sorte que l'organisme revient à cet état d'excitations "moyen" qui correspond à son essence, qui lui est "adéquat"... Dans ces conditions seulement l'organisme peut maintenir son identité telle qu'elle répond à sa nature".

- On touche ici au noeud du problème ergonomique, au modèle d'un travail équilibré, et gratifiant parce qu'équilibré :

Je vois bien, d'abord, que le facile est une valeur ; et donc aussi l'habileté professionnelle qui, économisant les efforts, permet de produire à moindres frais. HOUYUX, cité par OMBREDANE et FAVERGE (1955), remarque que cette préoccupation imprègne profondément l'apprentissage opératoire : " Les tours de mains les plus efficaces... ne sont pas nécessairement ceux qu'adoptent en fin de compte le plus grand nombre de travailleurs... Tout se passe comme si ... certaines conduites se fixaient

.../..

non tant pour être efficaces que pour être les plus commodes ou du moins réaliser un compromis entre la commodité et l'efficacité". RYAN ne cherchait pas autre chose en donnant à l'organisation du travail cet objectif de maximaliser la production en minimisant son coût pour le travailleur.

Mais je ne puis éviter de conférer aussi valeur au difficile : "La difficulté, dit MONTAIGNE (Essais II, 15) donne prix aux choses". Les scolastiques distinguaient deux tendances également gratifiantes : le concupiscible qui va directement au plaisir par la voie de la facilité ; et l'irascible qui se porte vers l'ardu mais pour connaître ensuite la joie de la difficulté vaincue. L'obstacle surmonté donne à l'habileté valeur d'élégance.

Nous dirons donc que, pour réaliser l'objectif de production, la sagesse opératoire ménage un équilibre entre le facile et le difficile. "C'est ainsi, écrit RICOEUR (1967), qu'un exercice modéré de toutes les fonctions, rythmé par un repos lui-même modéré, apparaît comme un aspect fondamental du bonheur de vivre, entre les deux excès de l'inaction forcée et du surmenage". Dans cette optique, le facile et le difficile ne sont plus des contraires, mais des complémentaires. L'auteur rappelle d'ailleurs que, chez les scolastiques, la notion large de désir incluait déjà le concupiscible et l'irascible. Et que DESCARTES définissait, de même, le désir comme l'irascible

dans le concupiscible.

- Reste encore, à articuler le projet rationnel de travail et la motivation affective, la fin et le moyen, le vouloir et l'involontaire. RICOEUR(1967), sur ce point aussi, est éclairant : "Ce dualisme... recouvre et masque une liaison véritable de la pensée et du mouvement qu'il faut rechercher en deçà de l'effort même ; c'est dans l'involontaire que s'opère le lien vivant et indéchirable de l'idée et de l'acte...

"Homo simplex in vitalitate duplex in humanitate", aimait à dire MAINE de BIRAN. L'union du composé humain se fait trop bas pour que nous puissions la surprendre facilement. Ce qui nous est d'abord donné, c'est ce débat que, notre vie durant nous poursuivons avec notre corps ; mais il faut savoir creuser plus bas que cette lutte de l'effort et du corps, jusqu'à ce pacte vital inscrit dans les puissances involontaires du mouvement. C'est là qu'il faut chercher l'unité ontologique de la pensée et du mouvement, en deçà de la dualité du vouloir et de l'involontaire".

Pour cette exploration des profondeurs, qui est aussi retour aux sources, le meilleur des guides est BACHELARD. Non pour cette partie de son oeuvre qui fut épistémologique et rationnelle. Mais parce que, prenant prétexte d'une psychanalyse : , peu orthodoxe, des éléments, ce champenois, proche du terroir, a su rêver - et ressusciter par son rêve - la relation artisanale originelle.

.../..

QUILLET, dans son livre sur BACHELARD (1964), empruntant à SAINT-SIMON, dit de lui qu'il était un "brutier", un amoureux de la matière, de la matière brute comme du matériau travaillé. Nul n'a mieux compris que le désir était à l'origine du travail : "Celui qui travaille le silex aime le silex et l'on n'aime pas autrement les pierres que les femmes" (BACHELARD, 1938). Et que l'intelligence était née plus tard, et secondairement, de cette praxis ; ce pourquoi "l'esquisse d'une action sur les choses est la plus profonde des pensées" (QUILLET, 1964). Telle est l'ontologie artisanale que la matière suscite l'Homme en lui révélant ses forces, mais que l'Homme ne s'éloigne pas, au départ du moins, du matériau qui vient de l'engendrer ; il dialogue avec lui et "tutoie" la Nature (BUBER, M.: Je et tu, traduction de BIANQUIS, préface de BACHELARD, 1938). "Il y a communauté d'être de l'agent et du patient... dans l'action concrète, c'est-à-dire que la main qui caresse est aussi caressée, que le malaxage ou le heurt sont réciproques, et que l'impulsion profonde qui anime l'outil est de même nature énergétique que la résistance de la matière". (QUILLET, 1964) . J'aime que, dans le "cogito du pétrisseur". BACHELARD ait solennisé ce geste de l'enfant qui, retrouvant un archétype originaire, mêle de l'eau au sable pour faire des pâtés... mais, beaucoup plus fondamentalement, pour donner une forme à

.../..

la matière c'est-à-dire pour travailler (selon la définition de SIMONDON) : "Dans l'imagination de chacun de nous existe l'image matérielle d'une pâte idéale, une parfaite synthèse de résistance et de souplesse, un merveilleux équilibre des forces qui acceptent et des forces qui refusent" (Et comment ne pas retrouver ici l'auto-régulation opératoire?) "A partir de cet état d'équilibre qui donne une immédiate alacrité à la main travailleuse, les jugements inverses du trop mou et du trop dur prennent naissance. On dira aussi bien qu'au centre de ces deux excès contraires, la main connaît d'instinct la pâte parfaite..."

L'intimité d'un tel rêve d'une pâte parfaite va si loin, les convictions qu'il donne sont si profondes qu'on peut parler d'un cogito pétrisseur. Les philosophes nous ont appris à étendre à d'autres expériences que la pensée le cogito cartésien. Ils nous parlent en particulier du cogito biranien où l'être trouve la preuve de son existence dans l'acte même de son effort. La conscience de l'activité pour un MAINE de BIRAN est aussi directe que la conscience d'être un être pensant. Mais les plus belles expériences, il faudra les prendre dans les efforts heureux. La phénoménologie du contre est une de celles qui nous font le mieux comprendre les engagements du sujet et de l'objet... Faut-il s'étonner que l'imagination matérielle et dynamique dispose d'une sorte de pâte en soi, d'un limon primitif, apte à recevoir et à garder la forme

de toute chose" (BACHELARD, 1948). (Et je reconnais bien ici l'image opérative d'OCHANINE).

Nous voici donc conviés à imaginer que le potentiel original d'activation dont il a été question plus haut, s'est investi, continue de s'investir, dans l'acte opératoire non seulement, ni même principalement, pour atteindre un fin utilitaire, mais pour satisfaire un besoin plus profond d'actualisation du Moi, dans une communication, une communion, avec l'environnement.

2. Comment l'évolution antérieure des techniques de production a-t-elle modifié la satisfaction au travail?

On vient de voir que cette satisfaction résultait d'une exacte adéquation entre la charge de travail et le potentiel spontané d'activation du sujet, son "état moyen d'excitation" pour reprendre la formule de GOLDSTEIN.

Or, la possibilité d'atteindre un tel équilibre dépend de la part dévolue à l'opérateur dans le processus de production ; elle varie donc avec les techniques de fabrication. Il faut de ce point de vue distinguer deux catégories dans les systèmes de travail antérieurs :

a) L'adéquation gratifiante de GOLDSTEIN est spontanément réalisée dans toute forme de travail manuel ou mécanisé

.../..

où l'opérateur demeure maître du jeu. Ceci, comme on l'a vu, grâce à une auto-régulation inconsciente à commande hypothalamique qui, informée par les sensations de fatigue, module les efforts et les pauses afin de maintenir l'activité à son niveau optimal. Tel est le cas du travailleur manuel. Mais aussi du conducteur d'engin ou de machine, dont le travail est plus perceptif et mental que physique. Car, contrairement à ce que pensent certains (vraisemblablement impressionnés, après BACHELARD, par les archétypes que la longue histoire du travail manuel primitif a imprimé dans notre esprit), la jouissance opératoire ne requiert pas nécessairement l'engagement corporel, un contact charnel, par le truchement de l'outil, avec la matière travaillée ; elle naît aussi bien de la communication à double sens qu'établit l'ouvrier professionnel avec sa machine, le conducteur avec son véhicule. Au total, dans cette première catégorie de systèmes, le trait distinctif est donc la liberté fonctionnelle du travailleur et son autorité sur le processus de fabrication ; elles lui permettent non seulement, par une régulation de type homéostasique, d'éviter la fatigue (ce qui est un critère négatif), mais encore d'exprimer sa personnalité, de "s'actualiser" dirait GOLDSTEIN, par l'"inventivité" heuristique de son art opératoire.

b) A l'opposé, se situe cette forme de mécanisation qui

.../..

se caractérise par la parcellisation des tâches et, souvent, leur organisation en chaîne. Il s'agit, comme on l'a déjà indiqué, d'une planification algorithmique de la production qui décompose la fabrication en une série d'opérations élémentaires réparties entre des machines et des hommes ; pour maintenir la cohérence de l'ensemble, ces hommes doivent, à l'instar des machines, fournir des prestations spécialisées et invariables, réduites à quelques gestes stéréotypés, répétitifs, à cadence imposée. L'ouvrier est ainsi intégré dans un vaste système mécanique qui le commande et l'entraîne. Il en résulte une complète disparition de l'auto-régulation et de la créativité opératoire précédentes. Et une insatisfaction dont les manifestations (mépris pour le travail, freinage, malfaçons, absentéisme, turn-over, grèves) sont si connues (WALKER et GUEST, 1952 ; FRIEDMANN, 1956) qu'il est inutile qu'on s'y arrête. Nous formulerons seulement à ce propos deux remarques :

. La révolte des travailleurs en chaîne a une explication anthropologique : le déterminisme à boucle ouverte qui commande le geste réflexe du travailleur où un même stimulus (l'écrou à visser) commande une même réponse (l'acte de visser) existe bien chez le vivant mais caractérise l'instinct animal. Or le propre du travail humain est, comme nous l'avons montré

.../...

dans une autre partie de cet ouvrage, d'y avoir échappé, il y a des millénaires, en fermant la boucle, en établissant avec l'environnement une relation cybernétique où l'information en retour a permis ce progressif apprentissage, cette "ré-flexion" de la conscience, qui est à l'origine de l'intelligence : ANAXAGORE le disait déjà : "C'est la main qui a créé le cerveau". Les grèves sauvages des ouvriers spécialisés attestent simplement que le processus est devenu irréversible et qu'on ne peut plus détacher la main du cerveau.

. Pour la même raison, on doutera de l'efficacité d'une réorganisation des tâches qui, sans mettre en cause leur caractère algorithmique et programmé, se bornerait à multiplier les opérations ou à en libérer le rythme. Le problème, en effet, n'est pas ici d'ordre quantitatif, mais qualitatif. Par exemple, en ralentissant les cadences, je pourrais passer d'une fatigue par surmenage à une fatigue par insuffisance de sollicitations ; entre les deux cependant je rencontrerais non l'optimum gratifiant que laissait présager le modèle à préferendum, mais seulement un point neutre au niveau duquel persistera l'insatisfaction d'une tâche non créative.

3. La satisfaction au travail en production automatisée.

.../..

L'automatisation suscite d'autres systèmes de travail, dont les effets humains sont également autres. Notre groupe a étudié le vécu professionnel des opérateurs dans les centrales thermiques. (PTERNITIS, 1971 ; CAZAMIAN, CHICH et FAURE 1972), dans les hauts fourneaux sidérurgiques (GUERIN et DURRMEYER, 1974), dans les centrales nucléaires (CALLEJA, 1977) - ces deux dernières enquêtes se trouvant résumées dans le présent ouvrage. Renvoyant pour plus de détails à ces publications, nous indiquerons seulement ici leurs principales conclusions.

a) Les activités de conduite et de surveillance. Leurs incidences sur la satisfaction.

En milieu automatisé, les activités de l'opérateur humain se répartissent en deux grandes familles selon qu'il s'agit de conduite ou de surveillance.

L'activité de conduite n'introduit pas une <sup>Y</sup>complète innovation : l'opérateur qui court-circuite l'ordinateur pour se saisir des commandes et diriger l'installation "en manuel" utilise en effet la même stratégie heuristique qu'un conducteur de machine ou d'engin ; la différence tient à ce qu'il commande un dispositif infiniment plus complexe et qu'il engage des responsabilités beaucoup plus lourdes. Mais, ici comme là, la conduite est gratifiante pour les raisons indiquées précédemment.

.../...

Même si l'investissement accru de la personne peut, en automatisation, occasionner une certaine fatigue, elle n'atteint cependant pas au surmenage (aucun opérateur ne trouve la charge de travail "trop importante" selon CALLEJA, bien que, dans l'enquête de GUERIN, certains aient de la difficulté à s'abstraire, hors usine, de la fabrication qui continue sans eux).

L'activité de surveillance est, par contre, originale : l'homme contrôle la bonne marche d'un processus de fabrication qui se déroule automatiquement sans qu'il ait à y participer ; il se tient seulement prêt à intervenir en cas de dysfonctionnement. La surveillance est toujours nettement moins gratifiante que la conduite : l'écueil est ici non le surmenage, mais son contraire, le sous-investissement des capacités opératoires et une fatigue par défaut caractéristique des tâches mentales dont le contenu est trop pauvre pour saturer le potentiel d'activation du travailleur. Cependant, sous son apparente uniformité, la surveillance revêt des formes diverses selon la complexité et l'importance du contrôle et selon la fréquence des interventions actives qui en rompent la monotonie.

Les contrôles mineurs (machine transfert ou à commande numérique, tableautiste) suscitent l'ennui, la dépréciation de l'emploi, le désir d'en changer ; donc

.../...

une insatisfaction certaine mais qui n'atteint pas à la gravité de celle accusée par les travailleurs en chaîne.

Au central d'une usine automatisée, la surveillance est parfaitement acceptée si elle est perçue comme un simple répit, un temps mort entre deux interventions en manuel ; un temps mort qui, d'ailleurs, se charge de sens lorsqu'il devient attente anxieuse d'un dysfonctionnement confusément pressenti.

Par contre, la surveillance est mal supportée si elle monopolise toute l'activité de l'opérateur, pendant tout le poste et cela pendant des mois, soit parce que la fonction occupée laisse à d'autres le soin d'intervenir, soit parce que les opérateurs se trouvent en présence d'une automatisation si parfaite que l'ordinateur supplée complètement l'homme. Dans ce dernier cas, dont il cite un exemple encore exceptionnel mais qui peut préfigurer quelques unes des usines automatisées de demain, CALLEJA discerne chez les opérateurs ce comportement original : ils se résignent à ce que le travail ne leur apporte plus de gratification intrinsèque et cherchent dans les occupations et loisirs de la vie hors-travail d'autres motifs de satisfaction.

b) Les relations de rôles dans la conduite d'une installation automatisée produisant en continu.

.../..

La conduite d'un ensemble automatisé de quelque importance mobilise toujours une équipe (chef opérateur, surveillants, tableautistes, rondiers, etc...), équipe qui s'articule avec un commandement (ingénieurs). Les relations entre les équipiers et celles de l'équipe avec l'ingénieur qui la commande sont directement conditionnées par l'importance respective de l'heuristique et des algorithmes dans la conduite de l'installation, c'est-à-dire par le niveau d'automatisation de cette dernière (cf à ce propos la typologie des systèmes hommes - automates figurant à la fin du deuxième chapitre du présent rapport).

En ce qui concerne d'abord les relations entre les équipiers, elles sont fonction de la nature et de la richesse des activités heuristiques assumées par les opérateurs ; elles tendent donc à se détériorer, ou du moins à se distendre, avec les progrès de l'automatisation. Aux premiers stades de celle-ci, tous les équipiers concourent activement à la conduite, ce qui développe un esprit d'équipage ; les rondiers eux-mêmes jouent un rôle essentiel puisqu'une prise directe d'informations sensorielles doit venir suppléer à l'insuffisance de l'information symbolique ; l'équipe fonctionne alors à la façon d'un macro-organisme dont le cerveau serait représenté par les opérateurs, le système nerveux par les liaisons

.../..

téléphoniques et interphoniques, et les organes des sens par ceux des rondiers qui perçoivent les indices "charnels" significatifs (odeur de brûlé, cliquetis anormal, tache d'huile, etc...). Une automatisation plus poussée, par contre, restreint les interventions heuristiques des opérateurs réduits à un rôle de surveillance ; les rares moments de conduite effective deviennent alors l'enjeu d'une compétition entre le chef opérateur et les opérateurs subalternes : le travail actif est devenu un bien rare, qu'on se dispute ; la cohésion de l'équipe s'en ressent ; et d'autant plus que les rondiers, devenus inutiles puisque l'information est seulement symbolique, tendent à être - on à se sentir - exclus.

Par ailleurs, les progrès de l'automatisation suscitent un mouvement à double courant dans les relations de l'équipe avec l'ingénieur qui la commande. D'une part, en effet, la prévalence progressive de l'ordinateur sur l'opérateur correspond, en fait, à une extension du pouvoir de l'ingénieur, qui a conçu les programmes de l'ordinateur, au détriment de la liberté fonctionnelle de l'équipe : en témoignent également les consignes écrites qui, de rares qu'elles étaient auparavant (dans les centrales thermiques, la chimie), deviennent de véritables volumes (la "bible" des centrales nucléaires) ; il en

.../..

résulte pour les opérateurs une frustration certaine qu'ils extériorisent, par exemple, lorsque l'ingénieur prétend intervenir dans les quelques opérations en manuel qui persistent et que les équipiers considèrent comme leur domaine réservé (CALLEJA). Mais, en sens inverse, l'utilisation d'un même langage exclusivement symbolique, les compléments de formation souvent semblables reçus par l'un et par l'autre, la mise en commun, pendant la période de rodage de l'installation, de leurs heuristiques respectives, atténuent, en automatisation complète, la distance culturelle qui sépare l'ingénieur de l'opérateur et expliquent que CALLEJA ait pu proposer de fondre les deux rôles dans une même carrière. RICHTA (1969) estime d'ailleurs que cette meilleure communication entre les deux niveaux hiérarchiques diffuse dans toute l'entreprise en améliore le climat social et favorise un plus haut degré de participation à la gestion des individus et des groupes.

#### 4. Perspectives ergonomiques

La révolution qui, sous nos yeux, conduit de la mécanisation à l'automatisation et de la société industrielle à la société post-industrielle égale en importance celle qui, au siècle dernier, mena du travail manuel au travail sur machine et de l'artisanat à la grande en-

treprise. Engendrant une relation entièrement neuve entre l'homme et l'univers technique, elle ne peut manquer d'obliger à un égal renouvellement de la théorie et de la pratique ergonomiques. Ce que nous voudrions maintenant évoquer pour terminer ce rapport.

Les mutations qu'on commence d'entrevoir (sans doute en est-il d'autres qui ne sont pas encore perçues) me paraissent de quatre ordres.

a) La nécessité d'une approche globale.

Un ensemble automatisé réalise une unité fonctionnelle collective, un macro-système relativement fermé sur lui-même et associant par des liens quasiment organiques des hommes (ingénieurs, équipiers) et des matériels (ordinateur, machines). Il en résulte que l'enquête doit porter sur l'intégralité du processus industriel ; car à vouloir raisonner en termes de poste de travail individuel, de système homme-machine au singulier (selon le modèle, encore trop souvent préconisé par les check-lists ergonomiques et les fiches de postes), on perdrait de vue l'ensemble et les interactions qui l'animent.

On ne saurait non plus utiliser ici la distinction classique entre ergonomies de correction et de conception : La rigidité comme la complexité des installations et l'enchevêtrement des interactions entre sous-systèmes interdisent de rectifier après coup les erreurs

.../..

initiales ; l'ergonomie de correction est donc impossible. D'autre part, ces mêmes contraintes ne permettent pas à l'ergonome intervenant au stade de la conception d'un nouvel établissement de dégager, de façon prévisionnelle, les solutions optimales à partir de son savoir théorique ; une ergonomie qui se cantonnerait au bureau d'étude serait donc inefficace. Force est donc d'utiliser, comme nous l'avons fait pour l'engineering d'une centrale thermique (CAZAMIAN et al., 1972), une méthode combinatoire qui consiste à enquêter dans une installation similaire déjà en activité, selon une démarche critique qui est celle de l'ergonomie de correction (analyse du travail, entretiens avec le personnel, recueil des incidents, etc...) mais avec le dessein de transférer au futur établissement les améliorations et correctifs que suggère le fonctionnement de l'ancien.

Cette ergonomie de conception, qui oblige à tenir compte simultanément des impératifs techniques et des revendications sociales des travailleurs, est grandement facilité par le fait que l'automatisation échappe au conflit qui opposait précédemment l'organisation du travail centrée sur le rendement et l'ergonomie en quête de bien-être. Le litige était, par exemple, patent dans les travaux lourds où la stratégie de l'organisateur incitait le travailleur à dépasser sa fatigue musculaire pour produire davantage (est-il une autre explication du salaire à la tâche?). Rien de semblable

.../...

dans le cas du travail mental en milieu automatisé. Ici, en effet, la performance chute dès que la fatigue apparaît (PTERNITIS, 1971). Il n'est donc d'autre moyen de maintenir le rendement que de prévenir la fatigue. Ce qui concilie les objectifs du technico-économique et du social. Conciliation dont témoigne, par ailleurs, l'élaboration d'une nouvelle organisation du travail qui, contrairement à celle qui avait précédé, considère l'entreprise comme un système non plus seulement technologique, mais socia-technique (Institut TAVISTOCK).

b) La prise en compte des images opératives.

L'ergonomie de l'automatisation utilise des modèles et des méthodes originaux qui la distinguent de celles qui l'ont précédée : En production manuelle, une ergonomie surtout physiologique traitait des gestes professionnels et des travaux lourds ; ce n'est plus le problème. En mécanisation, une psychologie expérimentale d'inspiration behavioriste avait élaboré un modèle simple de couple Homme-Machine (perception du signal, traitement de l'information, réponse sur commande). En automatisation, le système s'étend et se complexifie tellement que le schéma précédent n'est plus applicable ; les prises d'information tant en salle de contrôle qu'au dehors (rondiers) se multiplient et s'échangent dessinant un vaste réseau de communications ; surtout la machine

s'érige elle-même en centre de décision et entre en concurrence avec le décideur humain sans pourtant pouvoir le remplacer totalement. De telle sorte que le problème ergonomique essentiel est d'aménager le central de conduite et le réseau de ses communications pour faciliter au maximum le traitement heuristique des données par l'opérateur. Il est vrai que l'ergonome ne peut appréhender directement la logique décisionnelle de ce dernier puisqu'elle est, comme on l'a suffisamment établi, un irrationnel non verbalisable. Mais OCHANINE (1966, 1971) a montré que nous pouvons du moins obtenir de l'opérateur qu'il nous livre son "image opérative" du processus, c'est-à-dire le memento opératoire qu'il utilise pour la conduite de l'installation. Cette image opérative, distincte de l'image scientifique, "cognitive" dit OCHANINE, du même processus, a été façonnée par l'expérience heuristique vécue de l'opérateur. Elle en est donc le reflet et devient pour cette raison le maître-critère en matière d'ergonomie de l'automatisation. C'est ainsi, par exemple, que, collaborant à l'engineering, puis au démarrage d'une centrale thermique (CAZAMIAN, et al. 1972), nous avons réalisé une procédure facilitant l'élaboration par l'équipe de conduite d'une image opérative collective assurant la permanence, aux trois horaires, d'une même stratégie heuristique (un équipier reçoit pour seule fonction d'assurer la liaison entre deux opérateurs

.../...

successifs en notant sur un carnet de bord, communiqué à tous, les incidents du poste écoulé). Et que, secondairement, nous avons obtenu que les tableaux de signalisation de la salle de contrôle fussent modifiés pour refléter la structure non plus de l'image cognitive du processus comme l'avait réalisé au départ l'ingénieur concepteur, mais de l'image opérative ainsi progressivement élaborée par l'équipe de conduite.

c) La chrono-ergonomie et le travail de nuit.

Les grands ensembles industriels qui furent les premiers et demeurent les plus nombreux à être automatisés sont les industries à feu continu. De telle sorte que l'ergonomie de l'automatisation doit aussi prendre en compte les effets sur le travail des rythmes biologiques, effets que nous avons proposé de regrouper sous le titre générique de chrono-ergonomie. On sait, en effet, que, à quelque horaire que se situe le travail, l'organisme humain est conditionné pour s'activer le jour et dormir la nuit ; en production continue automatisée, le travailleur de nuit est donc exposé à un surmenage, qui, par épuisement de l'hypothalamus, peut déboucher sur une véritable maladie psycho-somatique (CARPENTIER et CAZAMIAN, 1977). Ceci, d'abord, parce que l'intéressé doit fournir un effort supplémentaire pour travailler en état de désactivation nocturne.; BROWNE (1955), CALLEJA (1977) ont,

.../..

par exemple, vérifié la difficulté de maintenir la nuit une activité routinière de surveillance alors que l'organisme se trouve dans un état de désactivation qui diminue la vigilance, et incite à la somnolence. Mais aussi, et surtout, parce que, du fait de la nature mentale des tâches accomplies en milieu automatisé, le sommeil de jour ne permet pas de purger la surfatigue précédente ; en effet, BARHAD et PAFNOTE (1970), GUERIN et DURMEYER (1974) ont montré que le travail de nuit était, d'autant plus mal supporté que, dans l'activité professionnelle, la composante mentale l'emportait davantage sur la composante physique ; ceci pour la raison que, par rapport au sommeil nocturne, le sommeil de jour conserve mieux les phases de sommeil (sommeil lent) qui reconstituent les réserves énergétiques que celles (sommeil paradoxal) qui réparent électivement la fatigue mentale ; le fait a été confirmé, dans les centrales thermiques, par PTERNITIS (1971) qui, mesurant la fatigue mentale par un indice électro encéphalographique (le potentiel évoqué moyen, visuel ou auditif), constate que la détérioration de l'indice est fonction, d'une part, de la charge mentale de travail, mais, d'autre part, et plus encore semble-t-il, de l'horaire de travail : à charge égale, la détérioration est moindre au poste de l'après-midi, plus marquée au poste du matin (car le réveil précoce a supprimé une partie du sommeil paradoxal nocturne), maximale au

poste de nuit (puisque le sommeil diurne est pauvre en sommeil paradoxal). Les industries à feu continu devraient donc être les premières à diminuer la durée du travail nocturne pour prévenir le surmenage ainsi mis en évidence. Rappelons à ce propos que, chargés par le Bureau International du travail d'enquêter sur le problème, nous avons conseillé soit de réduire le travail de nuit à 4 heures quotidiennes (ce serait appliquer le "quart" de la Marine); soit de maintenir un travail de 8 heures mais une nuit sur deux seulement (CAZAMIAN et al., 1977 ; CARPENTIER et CAZAMIAN, 1977).

d) Vers une nouvelle relation Homme-Automate.

Jusqu'où l'automatisation industrielle parviendra-t-elle? A considérer sa naissance si proche et les rapides progrès d'ores et déjà accomplis, on aurait tendance à extrapoler le mouvement vers l'avenir et à prédire qu'on atteindra à court ou moyen terme une automatisation absolue.

Pourtant plusieurs données récentes s'inscrivent à l'encontre de cette prévision et suggèrent, au contraire, qu'on se dirige moins, présentement, vers une automatisation totale que vers une automatisation plus restreinte laissant une large place à l'initiative humaine.

Je citerai d'abord le cas du tertiaire, auquel

.../..

sont consacrées, par ailleurs, plusieurs parties de cet ouvrage. Certes, bien que contemporaines, l'automatisation industrielle et l'automatisation du secteur tertiaire ont évolué séparément et, semble-t-il, en s'ignorant.

Pourtant leurs schémas constitutifs se ressemblaient :

- en industrie, homme (opérateur) - automate - matériel ;
- dans le tertiaire, homme (employé) - automate - homme (client).

Mais les options organisationnelles furent différentes : l'industrie a automatisé avec quelque prudence, pas à pas, en laissant persister, quand il le fallait, l'heuristique de l'opérateur. Dans le tertiaire, au contraire, on s'est illusionné, à l'origine, sur la possibilité d'algorithmiser toutes les difficultés ; ce qui a conduit à automatiser tout et trop vite, à supprimer l'intervention de l'heuristique humaine et à réduire les employés à l'état de servants de l'ordinateur, d'"ouvriers spécialisés" du tertiaire. C'était oublier que l'incertitude niée au départ par le concepteur, se retrouverait à l'arrivée dans le comportement du client qui déjoue toute algorithmisation puisqu'il est lui-même un centre de décision heuristique. D'où une paralysie si fréquente du système qu'elle a obligé à faire marche arrière et à réaliser maintenant une nouvelle articulation entre l'homme et l'ordinateur : l'employé retrouve sa liberté fonctionnelle et utilise un mini-ordinateur comme aide à ses

.../..

décisions.

Un même mouvement de flux et de reflux s'observe dans l'automatisation des fabrications industrielles de produits manufacturés. Ici, on a préconisé d'abord de réunir les machines automatiques (machines transfert ou à commande numérique) dans un système centralisé dirigé par un puissant ordinateur. Cela était techniquement réalisable et ne fut pourtant que rarement réalisé. Parce que cette automatisation absolue, d'une part, nécessitait des investissements trop importants pour être rentables et, d'autre part, rencontrait l'hostilité des opérateurs, réduits au rôle de simples surveillants. C'est pourquoi, écrit DOUMEINGTS (1977) : "On assiste actuellement à une évolution très nette vers la diminution de la complexité des réalisations et la participation de plus en plus grande des hommes de production. Les techniques employées relèvent du temps réel, des systèmes de communication homme-machine et des techniques d'aide à la décision.... Ainsi, à la fois pour des questions de prix de revient et d'insertion sociale, les applications envisagées reprendront une taille humaine".

Qu'advient-il enfin des usines produisant en continu? La typologie définie précédemment (cf chapitre II, in fine) dessine-t-elle les degrés successifs d'une progression vers un automatisme total qui tôt ou tard s'imposera à toutes les industries? Ou marque-t-elle des

.../..

séparations définitives entre des familles professionnelles dont un petit nombre (tel le nucléaire) pourra prétendre à une automatisation complète et dont le plus grand nombre renoncera finalement à y atteindre?

Compte tenu des multiples obstacles qui, comme on l'a vu, s'opposent à une automatisation totale (manque de fiabilité de la matière première, insuffisante maîtrise du processus, trop grande complexité de l'installation), nous pencherions plutôt vers la seconde hypothèse. Mais en indiquant aussitôt que l'organisation des usines ainsi destinées à demeurer en automatisation partielle devra être profondément modifiée.

Qu'en est-il, en effet, aujourd'hui? Prenons l'exemple d'une installation possédant un central de commande et de contrôle réunissant un opérateur et un ordinateur. Elle se présente comme un organisme bipolaire disposant de deux cerveaux : l'ordinateur, centre de décision algorithmique, l'opérateur, centre de décision heuristique. Chacun d'eux peut assurer isolément la fabrication. Mais ils ne peuvent le faire simultanément et en collaboration car ils s'excluent l'un l'autre : Si l'ordinateur commande, l'opérateur surveille seulement ; si ce dernier se saisit des commandes, il court-circuite l'ordinateur. Cela se joue par alternance de telle sorte que, dans une installation donnée, on voit se succéder des périodes de conduite automatique et des périodes de

.../..

conduite manuelle.

Un tel dispositif, bicéphale, est sans précédent : Les systèmes de travail antérieurs étaient unipolaires en ce sens que le commandement et la régulation de l'ensemble revenaient soit à l'homme (travail manuel, conduite d'une machine ordinaire), soit à la machine (convoyeur de chaîne). Et comme d'autre part cette structure bipolaire est, à l'évidence, antifonctionnelle, on est amené à penser que le concepteur ne l'a acceptée que comme un compromis provisoire auquel devrait succéder rapidement, après quelques rodages, une automatisation absolue ; à ce moment le système commandé par le seul ordinateur, sans la participation de l'opérateur devenu simple surveillant, retrouverait son unité. Cela qui, comme on l'a dit, est d'ores et déjà réalisé dans le nucléaire pourra sans doute être obtenu à l'avenir dans un nombre restreint d'industries qui ou bien utilisent des fabrications simples donc aisément programmables, ou bien exposent à des risques tels qu'ils imposent une automatisation aussi complète que possible. Dans cette éventualité, on a montré d'ailleurs, par l'exemple du nucléaire, que la maîtrise finale de la programmation algorithmique (qui dépossède effectivement l'opérateur de son activité propre) ne pouvait être obtenue qu'au terme d'une coopération heuristique entre l'ingénieur et l'opérateur si étroite qu'elle tendait à faire disparaître

.../..

la distance culturelle et hiérarchique qui les séparait.

Mais partout ailleurs, où l'automatisation demeurera incomplète, il faudra bien remédier à la bipolarisation du système en conférant à l'opérateur, et à lui seul, le pouvoir de décision. D'ores et déjà, on commence à voir apparaître de nouvelles structures organisationnelles répondant à ce principe et qui s'inspirent, comme le remarque FAVERGE (1970, b), du précédent du "quickenig" ; ce dispositif, mis au point par F.V. TAYLOR (1957) et utilisé dans la conduite des sous-marins, permet à tout instant de prévoir, pour chaque position du gouvernail que choisirait le pilote, la trajectoire que suivrait le navire compte tenu de tous les paramètres de la situation (vitesse, accélération, angle par rapport au niveau, profondeur, etc...) ; le rôle du pilote est dès lors très simplifié puisqu'il lui suffit de choisir la position de la barre qui donnera la trajectoire désirée. Par analogie, en industrie, on cherche à faire en sorte que l'opérateur, qui est aux commandes puisse utiliser l'ordinateur comme une aide à sa décision ; dans le système ancien, l'homme avant de choisir devait effectuer mentalement un grand nombre de calculs et il y renonçait souvent faute de temps ; d'où un risque d'erreur accru ; maintenant, on donne à l'opérateur la possibilité d'interroger l'ordinateur et de lui faire effectuer tous les calculs précédents ; ce qui permet à

l'homme de décider sur la base de prévisions beaucoup mieux cernées et définies qu'autrefois. Remarquons d'ailleurs que la réalisation de cette nouvelle articulation entre l'opérateur et l'automate a été grandement facilitée par l'évolution récente de l'informatique qui a abouti à la création de micro-ordinateurs et à l'élaboration de techniques conversationnelles utilisant les concepts d'Aide à la Décision.

Au demeurant, comme on le voit, les réformes organisationnelles entreprises dans les trois secteurs du tertiaire, de la fabrication des objets manufacturés et de la production industrielle en continu, convergent et s'accordent pour rétablir la primauté du décideur humain et de son heuristique. Ainsi, renouant avec la tradition de l'artisan et de l'ouvrier professionnel des premiers temps de l'industrialisation, après l'éclipse - et l'impasse - de la mécanisation en chaîne, l'automatisation redonne au travailleur de la base la maîtrise du système de production.

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

- ALEXIEV, N.G. 1963 : L'approche algorithmique est-elle juste? in Les algorithmes. (Laboratoire de Psychologie du travail, Ecole Pratique des Hautes Etudes, PARIS, 1970).
- BACHELARD, G. 1938 : La Psychanalyse du Feu (Gallimard, Paris).
- BACHELARD, G. 1948 : La Terre et les Rêveries de la Volonté (Corti, Paris).
- BARHAD, B. et PAFNOTE, M. 1970 : Contributions à l'étude du travail en équipes alternantes. Le Travail humain, I - 2, p. I - 20.
- BROWNE, R.C. 1955 : The day and night performance in industry. Report to the Fifth conference of the Society of Biological Rhythms, 61, (Stockholm).
- CALLEJA, M. 1977 : Niveaux d'automatisation et représentations du vécu des astreintes (Thèse de doctorat, Université de PARIS I).
- CARPENTIER, J. et CAZAMIAN, P. 1977 : Le travail de nuit (Bureau International du travail, GENEVE).
- CAZAMIAN P. ; CHICH, Y. et FAURE, G. 1972 : Conception et engineering d'une centrale thermique (Charbonnages de France, PARIS).
- CAZAMIAN, P. 1973 : Leçons d'Ergonomie industrielle. Une approche globale (Cujas, Paris).
- CAZAMIAN, P. ; DELGRANGE, C. ; HUBOULT, F. ; GUERIN, J. et RICHARD, E. 1977 : Le Travail de nuit et les horaires alternants. Etat actuel de la question. In ANDLAUER, P. ;

CARPENTIER, J. et CAZAMIAN, P. : Ergonomie du Travail de nuit et des horaires alternants, p. 229- 272 (Cujas, PARIS).

DOUMEINGTS, G. 1977 : L'automatisation de la production en 1990.

Communication au Congrès de la S.E.E. (Grenoble, 1977).

FAVERGE, J.M. 1966 : L'ergonomie des processus industriels

(Institut de sociologie de l'Université Libre de Bruxelles).

FAVERGE, J.M. 1970 - b : Les bases heuristiques de l'ergonomie

(Laboratoire de Psychologie Industrielle de l'Université Libre de Bruxelles).

FOUCAULT, M. 1966 : Les mots et les choses (Gallimard, Paris).

FRIEDMANN, G. 1956 : Le travail en miettes (Gallimard, Paris).

GOLDSTEIN, K. 1951 : La structure de l'organisme (Gallimard, Paris).

GUERIN, J et DURMEYER, G. 1974 : Etude de la fatigue mentale industrielle (Institut des Sciences Sociales du travail, Université de Paris I).

LANDA, L.N. 1966 : Rapports entre les processus heuristiques et les processus algorithmiques : quelques problèmes concernant leur développement dans l'enseignement programmé. in Les algorithmes (Laboratoire de Psychologie du Travail, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris, 1970).

LEJEUNE, W. 1964 : in Der Spiegel, 14, p. 39 - 42.

LEWIS - MUMFORD, 1966 : La première mégamachine. Diogenes, juillet-septembre 1966.

MARCH, J.G. et SIMON, H.A. 1964 : Les organisations ; problèmes psycho-sociologiques (Dunod, Paris).

MERLEAU - PONTY, M. 1963 : Phénoménologie de la perception (Gallimard, Paris, édition 1963).

- NATTERO, R. : Du remplacement des travaux parcellaires humains par des automates (Thèse de doctorat, Université de Paris I, en préparation).
- 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 ( Mai 1958).
- NAVILLE, P. 1961 : L'évolution technique et ses incidences. in FRIEDMANN, G. et NAVILLE, P. : Traité de Sociologie du Travail, I, p. 347 - 370 (Armand Colin, Paris).
- OCHANINE, D.A. 1966 : L'image opérative d'un objet commandé dans les systèmes : Homme-Machine automatique. XVIIIème Congrès International de Psychologie (Moscou).
- OCHANINE, D.A. 1971 : L'homme dans les systèmes automatisés (Dunod, Paris).
- OMBREDANE, A. et FAVERGE, J.M. 1955 : L'analyse du travail (Presses Universitaires de France, Paris).
- PIAGET, J. 1965 : Sagesse et illusions de la philosophie (Presses Universitaires de France, Paris).
- POLITZER, G. 1928 : Critique des fondements de la psychologie (Presses Universitaires de France, Paris).
- PTERNITIS, C. 1971 : Etude des modifications du potentiel évoqué visuel moyen au cours d'une tâche expérimentale de surveillance et après un travail industriel de surveillance de 8 heures (Charbonnages de France, Paris).
- QUILLET, P. 1964 : Bachelard (Seghers, Paris).
- RICHTA, R. 1969 : La civilisation au carrefour (Anthropos, Paris).

- RICOEUR, P. 1967 : Le volontaire et l'involontaire (Aubier, Paris).
- SIMONDON, G. 1958 : Du mode d'existence des objets techniques.  
(Aubier, Paris).
- TAYLOR, F.V. 1957 : Simplifying the controller's task through  
display quickening.  
Occupational Psychology, 31, p. 120 - 125.
- WALKER, C. et GUEST, R. 1952 : The man on the assembly line  
(Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts).
- WELFORD, A.T. 1966 : L'ergonomie en face du comportement social.  
Ergonomics, 9, 5.