

PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL ET ERGONOMIE

« Analyse de la situation de travail – Méthodes et techniques »

Cours A3

Leçon 6

(Dispensée en 1985 par Alain Wisner)

LES STRUCTURES TECHNIQUES, ECONOMIQUES ET SOCIALES DANS LESQUELLES SE TROUVE L'ENTREPRISE. LE CHAMP DE L'ACTION ERGONOMIQUE ET SON ÉVOLUTION. CHOIX DES MODÈLES OPÉRANTS.

L'activité ergonomique au sein des structures techniques, économiques et sociales. Le champ de l'action ergonomique et son évolution.

La pratique de l'ergonomie conduit rapidement à en sentir les limites ne serait-ce que par le refus opposé par les responsables de l'entreprise à des solutions excellentes du point de vue d'une analyse limitée au système Homme-machine. On comprend dans ces conditions, l'attitude d'éminents ergonomistes qui veulent élargir leur domaine d'activité pour devenir plus efficaces en dépassant une problématique trop étroite.

Comment ne pas vouloir devenir un spécialiste du génie industriel quand on perçoit qu'une solution ergonomique excellente n'est arrêtée que par l'inertie d'un bureau d'études surchargé ? Comment ne pas être tenté de devenir économiste quand on perçoit bien avec HERBST (1961) et DAVIS (1963) que le calcul du coût économique total modifie profondément les critères d'appréciation de nos propositions ? Comment résister à devenir sociologue quand on sent que des conditions de travail inacceptable semblent se perpétuer sous l'effet d'une politique de chômage latent ou d'immigration trop libérale de main d'œuvre non qualifiée ?

Il serait certainement redoutable que l'ergonomiste ne soit pas conscient de ces phénomènes qui limitent et situent son action, mais il semble qu'à vouloir les traiter à fond, il risque de perdre sa spécificité, son identité et par là, de voir les conditions matérielles de travail dont il est responsable garder certains caractères arriérés même sous des aspects brillants. De tous côtés, l'attention des dirigeants risque d'être attirée vers des solutions plus commodes que celles de l'ergonomiste parce qu'elles ne modifient pas le dispositif de production et l'activité même des travailleurs, on citera par exemple les salaires, les avantages sociaux, les vacances, l'âge de la retraite, etc...

Il faut donc que l'ergonome situe son action au seuil des structures techniques, économiques et sociales qu'il aura identifiées, étudiées mais sur lesquelles il ne cherchera pas à agir immédiatement afin de donner une pleine efficacité à son action propre.

Le mot de structure est employé ici, dans le sens fort qui est celui de l'école structuraliste et que donne fort bien PIAGET (1968). « En première approximation une structure est un système de transformation qui comporte des lois en tant que système (par opposition aux propriétés des éléments) et qui se conserve et s'enrichit par le jeu même de ses transformations sans que celles-ci aboutissent en dehors de ses frontières ou fasse appel à des éléments extérieurs. En un mot, une structure comprend ainsi les trois caractères de totalité, de transformation et d'auto-réglage. En seconde approximation la structure doit pouvoir donner lieu à une formalisation. Seulement, il faut bien comprendre que cette formulation est l'œuvre du théoricien tandis que la structure est indépendante de lui ». Cette définition à laquelle souscrivent beaucoup de structuralistes peut être complétée par la conception propre à PIAGET (1970) d'une épistémologie génétique. « Les structures sont des systèmes de transformation qui s'engendrent les unes les autres en des généalogies tout au moins abstraites et les structures les plus authentiques sont de nature opératoire. Le concept de transformation suggère celui de formation et l'auto-réglage appelle l'auto-construction ».

L'analyse des structures techniques, économiques et sociales qui enserrant l'activité ergonomique, ne peut relever d'une étude superficielle puisqu'il s'agit de saisir la constitution de vastes ensembles et leurs lois de transformation. On comprend également qu'à vouloir agir sur ces structures sans cette analyse approfondie et sans une position efficace, on risque le désespoir qui saisit certains ergonomistes praticiens devant la vanité de leurs efforts à surmonter des obstacles dont ils n'ont pas mesuré les dimensions et la solidité. Si l'ergonome au contraire a su prendre conscience des structures au sein desquelles il agit, s'il en a saisi les lois et qu'il en perçoit les évolutions, il pourra choisir le lieu et les modalités de son action pour une période donnée et réaliser un travail efficace dans son propre domaine de l'adaptation du travail à l'Homme. L'effet de cette action peut être limité au système Homme-machine étudié, mais il arrive aussi parfois que cette action se situe dans une zone suffisamment critique pour que les systèmes d'ordre supérieur en soient modifiés. Il existe en effet entre tous les niveaux d'organisation du réel des interactions complexes d'une puissance plus ou moins grande.

Pour soutenir le point de vue qui vient d'être exprimé, on peut tenter de donner des exemples au niveau des trois structures technique, économique et sociale.

- Influence des structures techniques sur l'ergonomie

Les effets de l'évolution des structures techniques sur la hiérarchie des problèmes dans l'adaptation du travail à l'Homme sont

décrits par beaucoup d'auteurs en des termes qui sont parfois plus prophétiques qu'objectifs. On sait par exemple combien on a pu lire d'articles annonçant la fin du travail physique pénible du fait de l'apparition de la machine à vapeur ou de l'électricité et, plus récemment, combien d'études ont paru qui prédisaient la disparition des ouvriers spécialisés devant l'automatisation alors que leur nombre ne cesse de croître. Une excellente critique de ces affirmations a été faite par EDHOLM (1970).

Il n'en demeure pas moins que l'évolution des structures techniques peut bouleverser la nature même du système Homme-machine à étudier dans une industrie donnée. Par exemple, l'ergonome qui a en charge les conditions de travail dans la manutention portuaire peut avoir à se préoccuper des charges limites tolérables pour le portage (normes du Bureau International du Travail), de la visibilité en fond de cale au cours de la manutention par grue (BAART 1969) ou de la surveillance du système automatique de manutention (SHACKEL, BEEVIS et ANDERSON 1967).

Une erreur dans l'indentification du stade d'évolution de la structure technologique (en avance ou en retard) peut conduire à choisir un modèle peu opératoire du système Homme-machine et à voir refuser les résultats d'une excellente étude. C'est ainsi qu'à la fin des années 50, le modèle électromécanique du corps humain considéré comme système des masses suspendues ne fut pas bien reçu dans l'industrie automobile parce que cette dernière n'utilisait pas encore les modèles électromécaniques pour représenter l'automobile elle-même. Ce décalage a ensuite disparu mais il aurait pu coûter la vie à un laboratoire d'ergonomie naissant.

- importance de la structure économique sur l'ergonomie

Toute action au sein du milieu industriel nourrit des rapports étroits avec les problèmes économiques. Tout ergonome a vu des considérations relatives aux prix de revient opposées à des améliorations évidentes. De façon plus raffinée on l'invite maintenant à mettre en rapport les coûts et les avantages de chaque solution envisagée (BEEVIS D., SLADE I.M., 1970). Les limites de cette analyse apparaissent maintenant avec éclat, car les avantages et les inconvénients ressentis par les travailleurs n'apparaissent pas dans ce bilan. On tente maintenant d'établir des « indicateurs sociaux » dont la nature nous paraît difficile à réduire en termes économiques. Même si l'on repousse avec raisons un abord économétrique trop étroit, on doit admettre que les conditions économiques jouent un rôle déterminant. C'est ainsi que pour le contrôle d'un processus chimique complexe, on peut prévoir un dispositif automatique qui laissera à l'opérateur une simple tâche de surveillance, ou adopter un dispositif semi-automatisé où une importante activité de prise et de traitement de l'information sera confiée à l'Homme. Ces deux solutions techniques conduisent à traiter des problèmes ergonomiques très différents mais le choix entre les deux technologies de contrôle est lié à des facteurs économiques. La production de certains corps chimiques se fait

selon des procédés qui évoluent vite et ne permettent pas de prévoir un long amortissement pour les installations. Le dispositif de contrôle automatique est alors trop coûteux et l'on préfère choisir un dispositif semi-automatisé moins fiable mais beaucoup moins cher.

On a pu de même assister dans l'industrie automobile à un certain ralentissement des progrès de l'automatisation qui exige des périodes longues d'amortissement peu compatibles avec le renouvellement rapide des modèles de voitures. Il suffit cependant que les ouvriers spécialisés coûtent plus cher à l'entreprise par leur salaire direct et indirect et l'ensemble des charges qui constituent le coût économique total pour que l'automatisation redevienne une solution économique acceptable.

Les problèmes économiques se posent de façons fort diverses au sein d'une même industrie pour des systèmes Hommes-machines analogues. C'est ainsi que les innovations techniques et ergonomiques les plus audacieuses sont faciles pour la fabrication de grands calculateurs parce que les problèmes du prix de revient n'est pas sévère dans un marché pratiquement dominé par une seule firme, que le coût des fabrications n'est pas prédominant par rapport à celui des recherches et des études et que la fiabilité des appareils est une exigence primordiale. Au contraire, une entreprise européenne fabriquant du matériel électronique de grande consommation est soumise à une concurrence internationale très vive et le coût de la fabrication est d'une importance capitale. Dans ce dernier cas, les innovations portant sur les modalités de fabrication seront accueillies avec réserve et sévèrement examinées du point de vue financier.

- Rôle de l'évolution des structures sociales

L'évolution des structures sociales est évidemment très liée à celle des structures économiques. Son expression est masquée par les événements politiques et économiques mais l'évolution profonde continue et doit être reconnue par ceux qui construisent les lieux et outils de travail durables.

C'est ainsi que la nécessité sociale de construire des logements convenables pour les travailleurs est apparue dès 1928 (Loi LOUCHEUR), a été dissimulée pendant la période de guerre et est réapparue avec force après celle-ci. L'amélioration de la situation économique s'exprimait dans cette exigence croissante comme elle s'exprime dans la prolongation de la scolarité. Il y a 10 fois plus de bacheliers qu'il y a 40 ans et cette évolution est irréversible car les phénomènes sociaux sont de même nature que les phénomènes économiques et ont autant de force structurale.

La volonté d'avoir des conditions de travail convenables est en liaison avec l'ensemble de l'évolution sociale dans le domaine du logement, de l'école et de la santé. Elle est très ancienne mais est apparue avec force dans notre pays en 1972. La crise économique actuelle peut en masquer quelque peu l'expression, elle ne saurait en supprimer le développement.

L'inadéquation du dispositif technologique à la population

française a été masquée par l'immigration massive de travailleurs étrangers, hommes jeunes, peu instruits et peu exigeants, comme le travailleur idéal de TAYLOR ou comme de pauvres paysans français qui arrivaient à l'usine pendant tout le XIX^e siècle et la première moitié du XX^e siècle. Cette immigration a atteint un niveau élevé (11% de cotisants étrangers à la Sécurité Sociale en 1971). Les immigrés ont eux-mêmes cessé d'accepter de mauvaises conditions de travail (grèves de PENNAROYA en 1973, grèves des éboueurs, etc...). On note dans la période actuelle de crise de l'emploi, un important chômage structurel, car beaucoup de postes de travail disponibles, parfois même très récemment créés, n'offrent pas des conditions de travail et un contenu qui conviennent à la population française actuelle.

Ces vues générales ne dispensent pas l'ergonome d'une étude de la situation concrète à laquelle il est confronté et de la dynamique de celle-ci. Il existe des différences importantes entre les régions de France, entre les branches industrielles, mais si l'on conçoit le dispositif technique dans une perspective de 20 ans, les différences tendent à s'effacer.

La phase précise de la situation sociale dans laquelle se trouve l'ergonome influe toutefois de façon importante sur la liberté dont il dispose quand la demande a pour origine les revendications des travailleurs. Il est certain que la force sociale d'expression des opérateurs peut être plus ou moins forte, plus ou moins acceptée par la direction de l'entreprise. Il est parfois possible à l'ergonome de situer la période considérée dans une perspective d'évolution plus large.

- Choix des modèles opérants

La description des modalités de l'activité ergonomique a pour but de faire l'inventaire des ressources conceptuelles dont dispose aujourd'hui le praticien. On peut tenter maintenant de les mettre en œuvre de façon systématique devant une situation donnée afin de contribuer au choix de modèles de la situation qui soient représentatifs des aspects essentiels du réel, qui permettent des mesures objectives et qui soient susceptibles de conduire à des solutions efficaces.

Pour que les modèles utilisés puissent être soumis à la vérification indispensable de l'expérimentation et de l'observation scientifique, il est indispensable d'examiner les sous-systèmes qui le composent. Si l'on prend comme exemple la conduite automobile on peut certes considérer le système complexe que constituent la route, les automobiles, les conducteurs, le code de la route, les modalités d'action de la police, etc... Mais pour en arriver à un niveau d'observation correspondant à une action efficace, il faudra examiner un système d'ordre moins élevé comme le système véhicule-conducteur. En pratique ce niveau d'approche est lui-même beaucoup trop général et l'on sera conduit à étudier indépendamment divers systèmes d'ordre inférieur qui décrivent

différents aspects de la relation de l'Homme avec sa machine.

On peut prendre pour exemple, l'étude des relations du conducteur avec le siège d'automobile (WISNER 1961). Une analyse de niveau efficace n'a pu être réalisée qu'en considérant au moins trois sous-systèmes qui appartiennent tous au système plus large, comprenant le conducteur et l'automobile dans la totale complexité de leurs rapports. On examinera successivement : le système des relations dimensionnelles entre le conducteur et le poste de conduite, le système de masses suspendues qui constituent le conducteur et le véhicule, et le système d'échange d'énergie qui décrit les rapports du conducteur avec l'obstacle, le véhicule et plus particulièrement le siège au cours du choc.

- Le système de relations dimensionnelles entre le conducteur et le poste de conduite

Il est très fréquent d'observer des postes de conduite d'automobile ou d'autres engins (camion, train, avion, pont roulant etc..) qui sont mal dessinés et desquels beaucoup de conducteurs sortent fort mal en point après quelques heures de conduite, surtout si le véhicule est mal suspendu. Les problèmes de posture sont toujours très importants au poste de travail, ils le sont plus encore quand la posture est étroitement déterminée par l'activité elle-même, pieds sur les pédales, mains au volant et regard sur la route à 50 ou 100 mètres devant le véhicule. Plus la tâche est difficile (conduite rapide, circulation dense, mauvaises conditions de visibilité), plus la posture est rigide et les erreurs dans la structure dimensionnelle du poste sont pénibles (LAVILLE 1968).

Dans ces conditions, il est certes nécessaire de bien connaître les dimensions de la population considérée (WISNER et REBIFFE 1963 b) mais il faut encore respecter dans le projet définitif les caractéristiques des grands et des petits ainsi que les angles-limite entre segments corporels. L'ensemble de ces conditions conduit à établir un modèle géométrique chiffré qui permet de fixer l'emplacement, la hauteur, les limites des réglages du siège en fonction de l'emplacement des commandes, de la hauteur de l'habitacle, etc... Le système dimensionnel Homme-véhicule est donc représenté sous forme d'un modèle prédictif (WISNER et REBIFFE 1963 a).

Le modèle initial doit être enrichi par des considérations complémentaires (obésité des sujets, dimensions du volant, etc...). Il doit surtout être gouverné par les résultats de l'analyse du travail : zone de visée des pelles mécaniques, des ponts-roulants, efforts musculaires à exercer sur les commandes selon qu'elles sont assistées ou non etc...

- Le système de masses suspendues que constituent le conducteur et le véhicule

Il est classique de décrire dans une automobile en partant de la

route un maillon correspondant aux masses dites non suspendues constituées par la roue et son bras, un maillon représentant les masses suspendues qui comprend la caisse du véhicule reposant sur les ressorts et les amortisseurs de la suspension. Il faut y ajouter un maillon constitué par le siège et le conducteur. Si l'on examine de près les mouvements des diverses parties du corps on est amené à considérer que le corps humain lui-même est constitué d'au moins trois maillons : bassin, thorax et tête sans évoquer le problème des relations entre viscères et parois (WISNER, DONNADIEU et BERTHOZ 1964, BERTHOZ 1966).

On peut également prédire ainsi l'effet d'une modification de la suspension ou du siège. Ce modèle est intéressant à un double point de vue car il montre que si le véhicule agit sur l'homme, ce dernier joue sur le véhicule. Une voiture qui a un poids total de 750 kg contient quatre personnes dont le poids total est 300 kg, de telle sorte que la description du système mécanique, représentant l'homme comme une masse unique ou comme un système de masses suspendues, n'est pas sans importance.

Il est évident que le modèle sera profondément modifié par certains facteurs techniques, comme l'absence de suspensions dans les engins de chantier, la charge des camions ou des autobus à suspension non compensée.

- Le système d'échange d'énergie au cours du choc

Bien que l'automobile comme n'importe quel autre objet soit surtout faite pour fonctionner de façon satisfaisante, on voit apparaître de plus en plus la préoccupation de la maintenance et celle de l'accident dans la conception des véhicules. L'étude des accidents d'automobile pose des problèmes d'une immense complexité. On se bornera à évoquer ceux de la sécurité secondaire, c'est à dire ceux qui se posent dans les quelques centièmes de seconde qui suivent le heurt du véhicule contre l'obstacle (WISNER, LEROY et BANDET 1970). Parmi les aspects à considérer, on s'attachera seulement à évoquer les relations entre le siège et le conducteur. Le colonel STAPP a montré expérimentalement sur lui-même qu'un sujet fixé étroitement par des sangles à un siège moulé et parfaitement rigide pouvait supporter sans lésions sérieuses le heurt contre un mur d'un véhicule roulant à 100 km/h. Malheureusement dans une voiture réelle, on demande simultanément au siège le meilleur confort, ce qui se traduit habituellement par une forte élasticité du coussin et du dossier. Trop souvent, la résonance de ce dispositif aboutit à accentuer l'importance des mouvements que le conducteur accomplit au cours du choc, même s'il est fixé par des attaches de sécurité (overshooting).

Trop souvent également, dans la voiture réelle, le siège se déforme au choc et sort des dispositifs de réglage qu'exige le confort dimensionnel. La hauteur du dossier et ses caractéristiques mécaniques jouent également un rôle dans les mouvements de la tête par rapport au tronc, dont on connaît l'importance en traumatologie routière.

- Les relations entre les systèmes

Il est certain que l'analyse et l'amélioration des éléments qui participent au système Conducteur-véhicule doivent être réalisés séparément pour chacun des sous-systèmes qui viennent d'être décrits. Cependant, la nécessité de construire un objet unique conduit à l'examen des convergences et des divergences entre les diverses approches. On sait par exemple que les effets des vibrations de basse fréquence sur l'Homme sont considérablement aggravés par l'ouverture des espaces intervertébraux vers l'arrière qui caractérisent une mauvaise posture. Mais on a vu que l'existence de réglages du siège favorise la séparation du siège et du plancher au cours du choc et augmente les risques de blessure.

Les résultats des études ergonomiques du système Conducteur-véhicule peuvent eux-mêmes être en conflit avec d'autres considérations techniques, financières ou même humaines. C'est ainsi que l'esthétique actuelle demande des voitures longues et basses où l'on peut difficilement respecter les normes anthropométriques. Mais si l'ergonome propose d'allonger la voiture pour mieux loger les jambes des passagers, il se verra opposer l'augmentation du poids donc de prix qui en découlent. Toutes ces considérations sont importantes et font partie de la vie concrète de l'ergonome dans l'entreprise. Ce dernier doit connaître et étudier ces contradictions et contribuer à leur solution, mais ce qui constitue à proprement parler son activité, c'est la description, l'analyse et l'amélioration du système Homme-machine et de ses sous-systèmes. On peut par contre y placer très heureusement dans la tâche de l'ergonome l'étude des communications avec d'autres véhicules et avec la signalisation disposée le long des routes.

Dans d'autres domaines que celui de la construction de véhicules, l'activité ergonomique portera plus particulièrement sur des thèmes moins matériels : systèmes de communication dans la navigation aérienne (LEPLAT et BROEWAYS 1965, LEPLAT et BISSERET 1965), système de surveillance de dispositifs dans l'industrie du papier (BEISHON 1971) ou l'industrie chimique (de MONTMOLLIN 1961), mais là encore c'est bien le système Homme-machine qui reste le centre de l'étude.

- :- :- :- :- :- :-