

PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL ET ERGONOMIE

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

Cours A3

Leçon 18

(Dispensée en 1985 par Alain Wisner)

RECOMMANDATIONS ERGONOMIQUES : DISPOSITIFS DE PRODUCTION. (CONCEPTION ET MISE EN OEUVRE DES MACHINES, MAINTENANCE, MANUTENTION, STOCKAGE, BATIMENTS). ORGANISATION ET FORMATION.

Caractéristiques d'ensemble du dispositif de productionLe système de production

On a vu à la leçon précédente que la machine isolée pouvait être considérée initialement comme un produit que la firme productrice met sur le marché en fonction de son analyse des besoins. Toutefois, cette même machine prend un tout autre aspect quand on la considère du point de vue de la firme acheteuse, qui doit constituer ou compléter son dispositif de production. Il s'agit alors non seulement de renouveler ou de créer un parc machines, mais de créer un dispositif complexe. Un des aspects les plus significatifs de l'ingénierie moderne est de considérer l'usine comme un ensemble, un système de fabrication dont tous les éléments se combinent pour répondre de façon plus ou moins satisfaisante aux critères de production. Parmi ces critères, on notera non seulement les critères classiques de volume et de bas prix de production, mais également, ceux de la régularité de la quantité et de la qualité de cette production (sa fiabilité). On considérera également la capacité de moduler le volume et le type de production aux besoins du marché. Ces dernières qualités sont assez peu compatibles avec les précédentes. C'est la raison pour laquelle on joue souvent sur la répartition du travail dans l'espace et le temps, c'est-à-dire sur le mode de vie des travailleurs. Dans une entreprise d'électronique, on double ou on réduit le nombre des chaînes de production ce qui aboutit souvent à des variations sensibles de la division du travail et à des apprentissages fréquents. Dans une usine d'automobile, on introduit pendant un certain temps une 3ème équipe (de nuit) et on accroît le nombre des machines dans l'atelier initialement bien conçu, de telle sorte que l'encombrement devient critique.

### L'obsolescence des machines

L'usage du dispositif technique pendant un temps maximal au cours de l'année répond certes aux préoccupations classiques d'amortissement rapide mais également à un souci nouveau lié au fait que de nouvelles machines offrant un meilleur rapport apparaissent chaque année sur le marché. On aura tendance à rejeter les plus anciennes, non pas à cause de leur usure mais à cause de leur obsolescence. On trouve ce phénomène pour les automobiles qui sont cotées non pas d'après la distance qu'elles ont parcourue mais d'après leur année de construction. Comme les automobiles, les machines sont taxées d'obsolescence pour des raisons qui tiennent parfois plus de la mode que d'un calcul économique objectif.

### Hardware et software de production

Un autre élément important de l'ingénierie dans laquelle se situe l'action de l'ergonomie est la notion de l'unicité du dispositif technique qui comprend non seulement le système complexe des machines et de leurs connexions et annexes matérielles (hardware), mais aussi les programmes de production, les modalités de recrutement et de formation du personnel (software). Ce concept est issu de l'informatique où il ne suffit pas d'acheter le calculateur et ses annexes, il faut encore acquérir les programmes et former les informaticiens à s'en servir. Le prix du hardware du calculateur est souvent fort élevé, mais celui du software ne l'est pas moins. Les firmes d'informatique prédisent, parfois à juste titre, les pires malheurs aux acheteurs qui tenteraient de réduire les frais de software et de maintenance.

On voit tout l'intérêt de ces conceptions nouvelles pour les ergonomistes et de façon plus générale pour les spécialistes des sciences de l'homme dont le savoir devient partie intégrante du dispositif technique. Mais, comme on le verra dans la leçon 19, les recommandations d'organisation et de formation qui accompagnent le dispositif technique sont souvent liées de façon plus étroite aux exigences supposées immuables de ce dispositif qu'aux caractéristiques et aux besoins spécifiques de la population des travailleurs. On retrouve ainsi les critiques de la notion de système formulées dans la leçon 3.

On considérera successivement l'ensemble du dispositif technique, les bâtiments, l'organisation et la formation du personnel.

### L'ergonome et les diverses étapes de conception du dispositif technique

Comme pour la conception du produit, la participation de l'ergonome à la conception du dispositif technique doit apparaître dès la première étape et se poursuivre pendant toute la préparation et la réalisation.

### Choix du mode de fabrication

Dans beaucoup de cas, la première discussion portera sur le mode de fabrication du produit car il en existe souvent plusieurs. Les divers modes de production différents sur le plan technique et économique, le sont également dans leurs rapports avec l'homme. Certains procédés comportent des risques toxiques graves, des dangers d'explosion ou d'incendie. L'ergonome peut parfois à ce stade faire apparaître le coût parfois considérable de la protection vis-à-vis de certains risques et aider ainsi à modifier l'ordre de classement des solutions. On sait par exemple que dans les centrales nucléaires de production d'électricité le coût de la protection est beaucoup plus élevé que celui de la production et que le prix de la sûreté ne cesse de s'accroître relativement au reste du coût total du fait de la sévérité croissante des règlements internationaux.

### Le cahier des charges

Le mode de production une fois retenu, l'ergonome peut jouer un rôle considérable dans l'inscription au cahier des charges des dispositions de protection contre les divers risques et nuisances : isolement des sources de bruits et de vibrations grâce à des fondations indépendantes pour les machines vibrantes, localisation des sources de production des vapeurs toxiques et dispositif d'aspiration et de traitement etc... L'ergonome pourra agir également à ce moment sur la conception générale du bâtiment et ses caractéristiques thermiques, sur le mode de circulation des personnes et des matières, sur les principes de maintenance et d'accès aux lieux principaux de réparation. On verra plus loin certains aspects plus particuliers de l'architecture, de la manutention et de la maintenance.

### Le système de production

L'étude du système de production se fait dans une étape ultérieure, sous forme de diagrammes de fabrication (leçon 14). C'est à ce moment, que grâce à une expérience antérieure, l'ergonome peut proposer en complément des graphes de fluence où l'action des opérateurs et ses conséquences apparaissent et permettent de traiter le système hommes-machines comme un ensemble en tenant compte des restrictions qui ont été formulées dans la Leçon 3. La discussion peut à ce stade être enrichie par des contributions propres fort importantes de l'ergonome. On pourra procéder à des simulations sur ordinateur des effets complexes des divers modes de contrôle et de rétroaction des systèmes hommes-machines. On pourra également construire des maquettes à échelle réduite où les avantages et les inconvénients des diverses combinaisons apparaîtront avec plus de clarté. On pourra en tenir compte par exemple dans la conception de l'alimentation d'un train de laminoirs à chaud. Si le pontier-couvercle voit bien le laminoir, il peut retirer le couvercle du four où se trouvent les lingots, se saisir du lingot par l'intermédiaire du pont roulant et le déposer sur le train de laminoirs en temps opportun, c'est-à-dire juste

après la fin de l'opération de laminage du lingot précédent. Si le pontier-couvercle voit mal, il risque de faire attendre le train de laminoirs, c'est-à-dire de réduire la production de l'aciérie dont le train de laminoirs est un goulot d'étranglement. Il risque également en cas de mauvaise visibilité d'apporter le lingot au train alors que l'opération précédente n'est pas faite. Le lingot se refroidit et peut devenir impropre au laminage et devra être renvoyé au four ce qui déterminera un retard encore plus considérable (J. DELAHAUT et J.M. FAVERGE).

#### L'achat ou la fabrication des machines

Le plus souvent l'entreprise se borne à acheter les machines qu'elle va organiser en un système de production. Dans quelques cas, l'entreprise fabrique elle-même ou par l'intermédiaire d'une filiale les machines nécessaires. On se trouve dans ce dernier cas dans la situation de conception du produit (voir Leçon 17).

L'achat des machines est un aspect trop souvent méconnu de l'activité de l'ergonome. Parfois ce dernier se bornera à fournir au service "Achats" une liste de recommandations (check-list, voir Leçon 14). Quand cela est possible, il est souhaitable pour l'ergonome d'aller plus loin sur la base de l'analyse du travail qu'il a réalisé. C'est ainsi que pour la sécurité et la fiabilité des manutentions, les divers types de cabines de pont roulant ne sont pas équivalentes : certaines possèdent une excellente visibilité vers le sol, des commandes permettant d'agir dans une bonne posture et la climatisation nécessaire pour travailler au-dessus d'une batterie de fours et au sein des fumées. D'autres, au contraire, ne permettent pas de travailler de façon convenable donc avec fiabilité dans un poste dont l'importance humaine et économique est considérable.

#### La mise en place du dispositif technique

Le plan général d'installation qui s'est élaboré progressivement doit permettre, comme on l'a vu, d'isoler par exemple la source sonore intense que constitue la batterie des compresseurs d'air. On doit assurer au pontier-couvercle une bonne visibilité.

L'ergonome doit s'attacher également aux multiples détails de la réalisation. Ces détails n'en seront pas pour les opérateurs qui en subiront les conséquences à long terme. C'est ainsi que l'on placera des plots d'isolations sous une machine vibrante, que l'on installera des cloisons mobiles de protection contre la chaleur devant la gueule des fours, que l'on s'assurera de la correspondance entre le volume de gaz dégagé au traitement thermique et l'importance du dispositif d'aspiration.

#### La mise en place des installations

Une fois que tout le dispositif technique est installé, la mise en route se fait progressivement. C'est une période cruciale d'observation où les failles du système apparaissent, et l'on sait que ces failles sont le

point d'appel des accidents et des incidents. De nombreuses difficultés peuvent alors être résolues par des moyens techniques ou organisationnels.

En outre, la période de mise en route est celle de l'apprentissage. Or, c'est dans cette période que l'on peut aisément déceler les difficultés opérationnelles. Ces constatations permettront de modifier le programme de formation. Elles seront également à la base du programme de contrôle de la sécurité, car les fautes fréquentes au cours de l'apprentissage réapparaissent en cas de difficultés inattendues et engendrent la série d'erreurs qui transforme par effet de cascade un incident en accident.

### Les principaux aspects complémentaires du dispositif technique

Si les aspects qui vont être considérés sont complémentaires de la production elle-même, ils ne sont en aucune façon secondaires comme on va le voir pour les manutentions, la maintenance, le stockage et l'architecture.

Les manutentions font partie intégrante du dispositif technique. Elles sont parfois d'un coût plus élevé en investissements et nécessitent plus de personnel que la fabrication elle-même. L'intégration entre manutentions et fabrications est parfois très poussée : machines transfert et robots de l'industrie mécanique, passage sur tapis roulant des pièces à sécher dans un four.

Les manutentions intégrées dans le dispositif technique posent de nombreux problèmes à l'ergonomiste. La sécurité est souvent mise en cause du fait des possibilités d'entraînement de tout ou partie du corps d'un travailleur dans le système mécanique de manutention, du fait des risques liés à la circulation des véhicules (chariots, camions, wagons).

D'autres aspects de la manutention sont employés pour matérialiser l'une des servitudes les plus redoutables de l'organisation du travail : le rythme imposé, à tel point que le "travail à la chaîne" est devenu le symbole de la pénibilité des conditions modernes de travail. En effet, l'homme ne peut fonctionner régulièrement tout au long d'une multitude de cycles analogues.

Outre les sources de variations propres au travail (voir les incidents du travail répétitif Leçons 5 et 13), il existe des variations propres à la personne. Le rythme imposé par la chaîne est en contradiction avec la dispersion de la durée des cycles du travail humain et constitue une contrainte grave. Un autre aspect négatif de la chaîne matérialisée est la difficulté éprouvée par l'opérateur à voir changer progressivement les coordonnées spatiales de son travail.

La maintenance. Dans les usines anciennes, la réparation après une panne paraît un événement accidentel même s'il est fréquent. On s'intéresse peu à cette activité supplémentaire et l'on a pu voir dans les cas

extrêmes, des réparations très simples demander l'installation d'un treuil pour soulever une lourde machine.

Dans les dispositifs très complexes de l'industrie moderne, la panne, l'incident et l'accident font l'objet d'une prévention systématique. Le dispositif doit être fiable. On installe de ce fait des contrôles multiples dont la fiabilité subit elle-même un contrôle permanent (industrie nucléaire).

L'ergonome peut apporter beaucoup d'éléments liés à sa connaissance des caractéristiques humaines pour concevoir correctement ces dispositifs de contrôle.

Il peut également rappeler lors de la construction les exigences dimensionnelles, thermiques, d'éclairage des lieux où s'opèrent maintenance et réparation. Dans une usine sidérurgique moderne, 1/3 du personnel est employé à la maintenance, mais les conditions de travail de l'agent de maintenance ont souvent été négligées à l'origine. Il court un danger quand il se rend dans des zones où stagnent des gaz toxiques. Il risque une surcharge thermique redoutable dans des cuves mal refroidies ou en opérant entre deux fours. Il peut se trouver bloqué dans des espaces trop exigus ou en tentant de passer par des issues étroites. Il existe dans ce domaine de multiples règles ergonomiques.

Stockage. Les stockages constituent également une partie importante du dispositif technique. Certains aspects du stockage sont liés à l'aisance et à la sûreté des repérages. Il existe des règles ergonomiques pour créer de bons codes, qu'il s'agisse de retrouver aisément les médicaments d'une pharmacie ou les pièces de rechange en stock central.

D'autres aspects du stockage sont ceux qui ont trait aux risques d'effondrement d'accumulations de matières mal prévues. Les techniques de gerbage, de dépôt et de reprise des stocks doivent être intégrées dans la conception du dispositif.

Architecture. La conception ergonomique des bâtiments industriels est un domaine très vaste exploré dès le début de l'ergonomie en France. Cette conception s'oppose à la notion d'usine fourre-tout que l'on a proposé il y a 20 ans dans certaines zones industrielles, en particulier en Grande Bretagne. Ces usines non spécifiques n'étaient pas en relation avec les productions éventuelles et furent peu occupées.

Au contraire, bien que le bâtiment soit conçu et réalisé assez tôt dans la constitution du dispositif technique ; il doit intégrer l'ensemble des données qui ont été évoquées dans cette leçon et non pas constituer une simple tente pourvue éventuellement d'une belle façade.

Il faut par exemple avoir une bonne approximation des calories dégagées par les machines et du climat ambiant pour concevoir le bâtiment du point de vue thermique. Cette connaissance n'est pas suffisante. Il faut encore avoir les éléments du compromis entre le coût élevé initial de l'investissement nécessaire pour obtenir un bon isolement thermique des

murs et des fenêtres et le coût annuel élevé de la climatisation nécessaire quand les parois sont peu isolantes.

Dans ce compromis architectural, il faudra encore tenir compte de ce que les fenêtres doivent apporter un véritable éclairage, ou seulement une vue sur l'extérieur pour rendre la journée acceptable.

Bien d'autres aspects du bâtiment détermineront la vie des travailleurs qui y séjourneront : volumes, bruits, etc... Toutefois, il faut insister sur les circulations qui peuvent être sources de dangers (voir plus haut : maintenance) mais qui permettent également dans les bons cas des communications aisées entre services, entre lieux de travail et de non travail (salle de repos, restaurants, etc...).

### Relations du dispositif technique avec l'organisation du travail et la formation dans le dispositif de production

Les relations du dispositif technique avec l'organisation du travail, le choix des travailleurs et leur formation sont étroites. On le verra de façon complète dans la Leçon 19. Il apparaît, en tout cas, de plus en plus clairement que le dispositif technique n'est que l'aspect matériel de la conception générale que l'on peut avoir du dispositif de production et en particulier de l'organisation du travail.

La construction d'un système de production à la chaîne dans l'industrie mécanique correspond à un choix délibéré de division extrême des tâches et de contrôle du volume de production par le dispositif technique lui-même. Ce choix répond à une représentation plus ou moins explicite de la population des travailleurs comme devant être peu instruits, bien doués sur le plan psychomoteur, mais sans initiative. Cela correspond également à la volonté de n'avoir à offrir que des moyens de formation faibles ou nuls.

Au contraire, le choix d'un dispositif de production chimique très complexe correspond à l'image sociale selon laquelle les opérateurs doivent avoir un bon niveau d'instruction et de compréhension. Un tel choix implique un réseau complexe de communications et de règles que seule une formation prolongée permet de maîtriser.

Ces considérations doivent conduire à accorder dans l'action ergonomique une place sérieuse aux modifications de l'organisation non matérielle du travail et de la formation des opérateurs. On connaît le livre important de M. de MONTMOLLIN : Analyse du travail en vue de la formation, qui rapproche étroitement l'action ergonomique et la formation, du fait de leur origine commune. Mais on est obligé d'admettre que l'unité réelle du hard et du soft qui détermine les conditions de travail donne des limites assez étroites aux actions qui se situent après détermination du dispositif technique.