

S.N.C.B

 Enseignement Professionnel

Cours 1229

I/I

Organisation Appliquee

Leçons 1 à 30



Cours 1229.

Organisation appliquée.

Table des matières.

leçon 1 A. Généralités.

- 1. Rappel des notions de productivité.
- 2. Les buts de l'étude du travail.
 - 2.1. Le consommateur.
 - 2.2. Le patron.
 - 2.3. Le salarié.
- 3. Les moyens de l'étude du travail.
 - 3.1. L'étude des méthodes.
 - 3.2. L'étude des mouvements.
 - 3.3. L'étude des temps.

leçon 2 B. La préparation du travail.

- 1. Etude des méthodes.
 - 1.1. Problème de fabrication.
 - 1.1.1. Analyse des données.
 - a) Elles sont de trois ordres.
 - b) Données concernant la production.
 - c) Données concernant les moyens.
 - d) Données concernant le produit.
 - 1.1.2. Comment résoudre le problème de fabrication?

leçon 3

- 1.1.3. Etude du produit.
 - 1.1.3.1. Analyse du produit.
 - a) Buts.
 - b) Définitions.
 - c) Remarques.
 - d) Exemples d'analyse de produit.
 - e) Etude critique.

leçon 4

- 1.1.3.2. La normalisation.
 - a) Qu'est-ce que la normalisation?
 - b) Intérêt de la normalisation.
 - c) Matières premières.
 - d) Tolérances et ajustement.
 - e) Intérêt de la normalisation pour la

1.1.3.3. La classification morphologique fonctionnelle.

a) Nécessité d'une classification.

b) La classification morphologique fonctionnelle.

1.1.3.4. Exemple d'analyse de produit avec classement morphologique.

a) Exposé du problème.

b) Classement morphologique.

leçon 5

1.1.4. Analyse de processus ou d'exécution.

1.1.4.1. But.

1.1.4.2. Définitions.

a) Phase.

b) Sous-phase.

c) Opération.

d) Élément de travail.

e) Sous-élément de travail.

1.1.4.3. Remarques.

1.1.4.4. Exemples d'analyse de processus.

leçon 6

1.1.5. Graphique de fabrication.

1.1.5.1. Base.

1.1.5.2. Etude du processus.

1.1.5.3. Choix des moyens.

a) Problèmes partiels.

b) Choix des moyens.

1.1.5.4. Exemple.

a) Gamme provisoire.

b) Gamma définitive.

leçons 7, 8, 9 et 10

1.2. Le problème des manutentions.

1.2.1. Généralités.

1.2.2. La manutention, stade à éliminer.

1.2.2.1. Le transport, stade à éliminer.

1.2.2.2. Le transport, cause d'arrêts dans la fabrication.

1.2.3. Moyens d'étude des manutentions.

1.3. Analyse de déroulement.

1.3.1. Importance de l'analyse et de l'observation.

1.3.2. Analyse de déroulement.

1.3.2.1. Définition.

1.3.2.2. Rôle.

1.3.2.3. Description de l'imprimé utilisé pour l'analyse de déroulement.

a) Renseignements généraux.

b) Symboles.

c) Définition des conditions d'exécution.

d) Partie réservée à la critique.

e) Partie inférieure.

1.3.2.4. Utilisation de l'imprimé.

a) Avant l'observation.

b) Pendant l'observation.

c) Critique de la méthode actuelle.

d) Construction de la méthode proposée.

e) Bilan.

1.3.3. Exemple d'analyse de déroulement.

1.4. Diagramme de circulation.

1.4.1. Description.

1.4.2. Exemple de diagramme de circulation.

leçon 11 1.5. L'implantation des sections de production.

1.5.1. Le problème des implantations.

1.5.2. Les données du problème.

1.5.3. Les objectifs à atteindre.

1.5.4. Principes d'implantation.

1.5.5. Etudes préparatoires.

1.5.6. Notes concernant les gammes d'assemblage.

1.5.7. Etude des circuits.

1.5.8. Le diagramme à ficelles.

leçons 12, 13, 14 et 15

2. L'étude de la simplification des mouvements.

2.1. Introduction.

2.2. Généralités.

2.3. Règles d'économie des mouvements.

2.3.1. Règles d'économie des mouvements dans l'utilisation du corps humain.

2.3.2. Règles d'économie des mouvements relatifs au poste de travail.

2.3.3. Règles d'économie des mouvements dans la conception des outils et des appareils.

leçon 16 3. Les facteurs d'ambiance.

- 3.1. Généralités.
- 3.2. Les bruits industriels.
- 3.3. La climatisation.
- 3.4. L'éclairage.
- 3.5. La couleur dans l'industrie.
 - 3.5.1. La couleur fonctionnelle.
 - 3.5.2. Couleurs de signalisation ou de sécurité.
 - 3.5.2.1. Peinture des machines-outils, appareillages et engins divers - Repérage des parties dangereuses.
 - a) Signification fondamentale des couleurs.
 - b) Exemples d'applications.

leçons 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 et 24

4. La mesure du travail.

- 4.1. Généralités.
- 4.2. Importance du temps.
 - 4.2.1. Le temps est une mesure commune.
 - 4.2.2. Etude des différentes catégories de temps.
 - 4.2.2.1. Le temps en fonction de l'entreprise.
 - 4.2.2.2. Le temps d'utilisation du personnel.
 - 4.2.2.3. La durée d'utilisation des moyens de production et de manutention.
 - 4.2.2.4. Le temps de circulation des matières.
 - 4.2.2.5. Le temps d'exécution de la commande.
- 4.3. Moyens permettant la mesure des temps.
- 4.4. Nature des temps relevés.
 - 4.4.1. Le temps main.
 - 4.4.2. Le temps technomanuel.
 - 4.4.3. Le temps technologique.
- 4.5. Catégories de chronométrages.
 - 1° Le chronométrage d'étude ou chronométrage analytique.
 - 2° Le chronométrage de sondage ou de diagnostic.
 - 3° Le chronométrage de fixation de tâche.
 - 4° Le chronométrage de confirmation.
- 4.6. Diagnostic d'un travail.
 - 4.6.1. Généralités.
 - 4.6.2. Préparation du travail.
 - 4.6.3. Observation du travail.
 - 4.6.3.1. Préparation du travail.
 - 4.6.3.2. Exécution du travail.
 - 4.6.3.3. Retour du chantier ou de la machine

- 4.6.4. Critique.
- 4.6.5. Mise au point du travail.
- 4.6.6. Imprimés.
 - 4.6.6.1. Imprimés destinés aux relevés chronométriques.
 - 4.6.6.2. Imprimés d'étude.
- 4.6.7. L'attitude interrogative.
 - 4.6.7.1. Quoi? Pourquoi?
 - 4.6.7.2. Qui? Pourquoi?
 - 4.6.7.3. Où? Pourquoi?
 - 4.6.7.4. Quand? Pourquoi?
 - 4.6.7.5. Comment? Pourquoi?
- 4.7. Chronométrage de fixation de tâche.
 - 4.7.1. Généralités.
 - 4.7.2. Le jugement d'allure.
 - 4.7.3. Corrections autres que le jugement d'allure.
 - 4.7.3.1. Généralités.
 - 4.7.3.2. La fatigue musculaire.
 - 4.7.3.3. La fatigue nerveuse et sensorielle.
 - 4.7.3.4. La fatigue mentale.
 - 4.7.3.5. Facteurs ayant une influence sur la fatigue.
 - a) L'ambiance physiologique.
 - b) L'ambiance psychologique.
 - c) Formation à un travail - Entraînement.
 - d) La journée de travail.
 - 4.7.3.6. Comment tenir compte de la fatigue?
 - 4.7.4. Récapitulation du processus de détermination des T₁ ou temps alloués.
 - 4.7.4.1. Tableau récapitulatif.
 - 4.7.4.2. Quelques remarques.
 - 4.7.4.2.1. Détermination du T₀.
 - 4.7.4.2.2. Irrégularités.
 - a) Extérieures au travail.
 - b) Liées au travail.
 - 4.7.5. Coefficients de repos.
 - 4.7.5.1. Coefficients d'effort dynamométrique, de position et de participation mentale.
 - 4.7.5.1.1. Tableau DP.
 - 4.7.5.1.2. Exemple d'application.
 - 4.7.5.1.3. Renseignements complémentaires.
 - 4.7.5.2. Coefficient de monotonie.
 - 4.7.5.2.1. Utilité et conditions d'application.

- 4.7.5.2.2. Détermination du coefficient de monotonie.
- 4.7.5.2.3. Exemple.
- 4.7.5.2.4. Monotonie mentale.
- 4.7.5.3. Coefficients tenant compte de l'ambiance anormale.
 - 4.7.5.3.1. Utilité.
 - 4.7.5.3.2. Détermination des coefficients d'ambiance.
 - 4.7.5.3.3. Application.
 - 4.7.5.3.4. Exemple d'application.
- 4.7.5.4. Coefficient tenant compte des irrégularités extérieures au travail.
- 4.7.6. Imprimés.
 - 4.7.6.1. Imprimés de fixation de tâche.
- 4.8. Les graphiques d'activité dans l'étude du travail.
 - 4.8.1. Généralités.
 - 4.8.2. Principe.
 - 4.8.3. Travail sur foreuse.
 - a) Mode opératoire.
 - b) Représentation graphique.
 - c) Caractéristiques.
 - 4.8.4. Travail sur foreuse.
 - a) Mode opératoire.
 - b) Représentation graphique.
 - c) Caractéristiques.

- leçon 25
- 4.9. Etude des travaux d'équipe.
 - 4.9.1. Généralités.
 - 4.9.2. Utilisation de l'imprimé.
 - 4.9.3. Analyse de la feuille d'activité.
 - 4.9.4. Exemple.
 - 4.9.4.1. Conditions.
 - 4.9.4.2. Constatations.
 - 4.9.4.3. Conclusion.

leçons 26, 27, 28, 29 et 30.

C. Mise en oeuvre de la préparation du travail.

- 1. Introduction.
- 2. Caractère et déroulement de l'étude du travail.
 - 2.1. Ordre d'exécution.

- 2.2. Caractère général de l'étude.
- 2.3. Le déroulement de l'étude.
3. Le travail d'analyse préliminaire.
- 3.1. Analyse de l'ouvrage.
- 3.2. Analyse de travail à exécuter.
4. L'étude des méthodes.
- 4.1. Généralités.
- 4.2. Etude de la gamme.
- 4.3. Etude de la phase.
- 4.4. Les variantes de l'étude de phase.
- 4.4.1. Généralités.
- 4.4.2. Etude d'un mode opératoire et détermination du temps d'exécution à l'aide des tables M.M.
- 4.4.2.1. Description du travail.
- a) Pièces faisant l'objet de l'étude.
- b) Croquis du poste.
- c) Mode opératoire.
- 4.4.2.2. Décomposition M.M. du mode opératoire.
- a) Décomposition des opérations élémentaires.
- b) Temps alloué.

A.- Généralités.

1.- Rappel des notions de productivité.

La raison d'être de l'activité productrice, nul ne le conteste aujourd'hui, est d'améliorer le sort du plus grand nombre et non pas celui d'un petit nombre de privilégiés.

Comme nous autres, occidentaux, ne sommes ni des philosophes stoïciens, ni des ascètes, nous pensons que ce n'est pas en restreignant leurs besoins, mais en leur donnant satisfaction que l'on augmente le bien-être des hommes : aussi, le problème est d'accroître la quantité de biens de consommation mis à la disposition du public. Bien sûr, le progrès matériel ne fait pas à lui seul le bonheur, mais c'est une de ses conditions.

Ceci dit, il est bien évident qu'il ne s'agit pas d'augmenter le volume de la production n'importe comment et à n'importe quel prix. Par exemple, en augmentant la durée de la journée de travail, on augmente bien la production, mais en accroissant la fatigue des producteurs et en diminuant les loisirs : on irait ainsi exactement à l'opposé de l'objectif visé.

C'est seulement par l'augmentation de la production par unité de temps que le but peut être atteint, ou pour employer une terminologie actuelle, en augmentant la productivité individuelle.

L'invention de machines plus efficaces est une solution, mais ce n'est pas la seule et elle ne se suffit pas à elle-même. Encore faut-il savoir se servir des machines perfectionnées pour en tirer le meilleur parti possible. L'Introduction de la machine à vapeur au XIXème siècle s'est trop souvent traduite par la misère des classes laborieuses.

Le problème très concret que doit résoudre l'étude du travail, peut donc s'énoncer, comme il suit :

"Etant donné un résultat à obtenir avec un personnel et un matériel donnés, diminuer le temps d'exécution".

Cette notion, si logique qu'elle paraisse théoriquement, a soulevé et soulève encore, dans la pratique, deux objections principales.

La première est que cette recherche du rendement conduit à l'accélération des cadences de travail et tend à fatiguer les exécutants, tout autant que l'accroissement de la durée de la journée de travail.

Il convient donc de compléter la formule en disant :

"et diminuer l'effort des exécutants".

2.

La deuxième objection est celle-ci : "si vous diminuez, dirait-on, les temps de production d'un tiers, vous allez condamner au chômage le tiers du personnel. En admettant même que les prix baissent, peu importe à ce tiers infortuné puisque, réduit à la misère, il n'aura plus de quoi payer".

Tout d'abord, il faudrait mettre en balance ce risque de chômage partiel avec le risque de chômage total si, en raison de prix de revient trop élevés, l'entreprise ne pourrait soutenir la concurrence, voire même avec le risque de chômage général dans une profession ou un pays qui maintiendrait ses prix à un niveau trop élevé.

Mais surtout, il faut bien comprendre que l'abaissement du prix de revient a conduit, bien plus souvent qu'à une diminution des effectifs de producteurs, à une augmentation de la production à laquelle le personnel existant pouvait à peine suffire.

2.- Les buts de l'Etude du travail.

2.1. Le consommateur.

L'acheteur, c'est-à-dire, en définitive, chacun d'entre nous, a une volonté parfaitement précise qui est d'avoir, pour son argent, le plus possible de produits. Il est d'ailleurs fort incapable de savoir comment ce désir peut être réalisé, mais il l'exprime de la façon la plus formelle, en n'hésitant pas une seconde à quitter le fournisseur qui vend plus cher ou même en s'abstenant d'acheter. Le fait qu'il condamnera ainsi à la faillite ou au chômage le producteur, est bien le dernier des soucis du client.

2.2. Le patron.

Sous cette pression, le chef d'entreprise va donc avoir comme préoccupation première d'abaisser ses prix de revient. Parmi les éléments de ces prix, beaucoup ne dépendent pas de lui : prix des matières ou des machines, prix de la force motrice, impôts, etc...

L'élément sur lequel il lui est possible d'agir seul, est le prix de la fabrication, lequel dépend, avant tout, du temps consacré à cette fabrication : heures de travail payées au personnel, intérêt des investissements en machines ou en matières. Il devra donc réduire au minimum le temps de fabrication, en employant au mieux, le personnel et le matériel.

Lorsqu'il lance une fabrication, il aura à répartir les charges entre les moyens disponibles, de telle sorte que ceux-ci travaillent constamment à plein, toute période d'inactivité étant une perte sèche.

La connaissance exacte des temps de transformations successives de la matière est indispensable à l'établissement du planning qui seul permet d'éviter des goulots d'étranglements, causes principales des temps perdus.

Lorsqu'il conclut un marché, il discutera avec l'acheteur du prix et des délais de livraison. Pour le faire en connaissance de cause, il lui faut pouvoir à l'avance, calculer le prix de revient et délais réalisables, faute de quoi il renoncera par timidité à des commandes qui lui auraient assuré des bénéfices, ou en acceptera qui se traduiront par des pertes.

Lorsqu'il achète des matières, il lui faudra avoir fait des prévisions sur le rythme de la fabrication, afin que l'arrivée de celles-ci se produise régulièrement, sans retards qui interrompraient la fabrication et sans constitution de stocks excessifs, qui immobiliseraient inutilement des disponibilités financières.

Pour réaliser un produit, il aura fréquemment le choix entre plusieurs procédés : il lui faut discerner le plus avantageux. Si la question se pose d'un renouvellement des machines, il faut, pour prendre une décision sensée, pouvoir comparer l'économie qui résultera d'un achat avec l'amortissement du capital investi. Dans les deux cas, il est nécessaire de pouvoir faire à l'avance l'estimation des prix de revient, donc de connaître les temps.

2.3. Le salarié.

Le montant du salaire de l'exécutant détermine le niveau de ses conditions d'existence.

Le plus imprescriptible de ses droits est celui d'une rémunération juste pour la quantité de travail qu'il peut fournir sans nuire à sa santé. Il est essentiel que cette quantité de travail qu'il doit fournir en échange de son salaire, soit déterminée avec équité.

Il n'existe pas d'autre voie qu'une méthode rationnelle de fixation des temps, des tâches, ou si l'on veut, de mesure du travail.

3.- Les moyens de l'Etude du travail.

Le dénombrement des besoins à satisfaire auquel nous nous sommes livrés ci-avant, permet de constater qu'ils seront convertis si nous sommes en état de choisir le procédé de travail le plus avantageux, de diminuer la fatigue de l'homme et de connaître les temps. L'étude du travail se divisera, en conséquence, en trois branches principales

- Méthodes,
- Mouvements,
- Temps.

Il est d'ailleurs bien clair que ces trois branches ne sont pas indépendantes; il ne saurait pas plus être question de déterminer des temps abstraction faite de la méthode employée, que d'améliorer une méthode sans s'inquiéter des données de l'étude des mouvements.

3.1. L'étude des méthodes

a pour but d'améliorer le rendement, principalement par recherche et amélioration des temps et des efforts gaspillés.

4.

Elle comporte l'analyse des faits, la discussion des résultats de cette analyse et, en conclusion, la création de méthodes améliorées.

Pour que cette simplification du travail porte tous ses fruits, elle ne doit pas être pratiquée au hasard de l'inspiration du moment, mais suivant un processus défini qui la conduira sûrement à son terme sans erreur ni omission.

Sa mise en oeuvre exige la collaboration de la maîtrise et des exécutants puisqu'elle influe directement sur la forme de leur activité quotidienne.

3.2. L'étude des mouvements

qui fut, avec celle des règles d'analyse, la grande invention des GILBRETH, complète et précise, en ce qui concerne le travail de l'homme et la diminution de son effort, la simplification du travail. Ils ont établi les lois de l'économie des mouvements qu'il est loisible à chacun de connaître et d'appliquer.

La comparaison suivante peut donner une idée du but à atteindre.

Pour monter au 1er étage d'une maison, on peut imaginer de se servir d'une rampe, d'un escalier d'honneur à pente douce, ou d'une échelle.

On peut même grimper le long de la façade pour les procédés connus des vainqueurs de l'Annapurna. Nous attendons de l'étude des mouvements, qu'elle nous permette de décider lequel de ces procédés possibles nous amènera en haut avec la moindre peine et dans le moindre temps, compte tenu du délai nécessaire pour récupérer notre souffle. Il est probable que ce ne sera ni le premier ni le dernier.

3.3. L'étude des temps

a pour objet d'établir des temps standards ou temps corrects, à consacrer à l'exécution d'une opération donnée dans des conditions données.

Il s'agit de substituer à la "pifométrie" jadis en usage, un procédé donnant des résultats objectifs et cohérents, donc d'établir des règles précises de mesure des temps. Il ne suffit pas, à cet effet, de disposer d'un chronomètre : tout le monde sait à quels déboires conduit son emploi inconsidéré. Il ne peut être que le fait de spécialistes, absolument sûrs, donc soigneusement formés.

Si nous attendons du chronomètre de très grands résultats, c'est que nous le considérons comme un instrument très puissant. C'est ce qui fait son danger.

Le meunier qui transportait le blé et la farine avec des ânes,

pouvait se contenter de conducteurs de médiocre compétence: un accident, d'ailleurs peu probable, ne pouvait avoir que de petites conséquences.

S'il se modernise et achète un camion de cinq tonnes, il commettrait évidemment la plus grande imprudence en le confiant à l'un des âniers sans prendre le soin de le faire instruire et entraîner à l'emploi de cet engin perfectionné.

L'étude des temps s'applique au travail de l'homme comme au travail des machines. Dans le premier cas, elle a une valeur générale, dans le second, elle doit évidemment être conduite par profession.

B.- La préparation du travail.

Ayant cherché à éclairer les buts et les moyens de l'étude du travail, d'un point de vue théorique, il nous reste à examiner son application.

1.- Etude des Méthodes.

Dans une entreprise déjà organisée rationnellement, on voulait calculer les temps d'exécution normaux pour diverses tâches et notamment pour le chargement des camions de livraison.

Un simple chronométreur eut relevé les poids, les produits et les temps passés, cherchant à définir par des moyennes, ses bases de calcul. Mais un agent spécialisé dans l'Etude du Travail, chargé des mesures, commença par observer que les transrouleurs en usage, n'arrivaient pas au bord du quai, d'où multiples allées et venues, pour traverser ce quai, bras chargés. Avec des éléments mobiles, allongeant les chemins de roulement, un personnel réduit de moitié pouvait, sans plus d'effort, effectuer le même travail.

Cet exemple, volontairement simple, illustre parfaitement les sens de portée de notre titre : il s'agit d'exposer une technique, basée sur l'observation et la réflexion, ayant pour objet la recherche d'une meilleure méthode d'exécution, et même de la "seule meilleure méthode", compatible avec les moyens disponibles de l'entreprise.

Reprenons notre exemple et voyons quels sont les résultats obtenus grâce à la modification envisagée :

- 1°. - Le temps, jadis payé en efforts inutiles, est maintenant disponible pour des travaux plus fructueux :
le prix de revient est diminué.
- 2°. - Les détériorations possibles au cours du transport sont évitées :
la qualité du service est accrue.
- 3°. - Le délai global du chargement est diminué, ce qui réduit l'immobilisation du camion et permet de servir plus tôt le client.
- 4°. - Les mouvements de transport en charge qui occasionnaient la plus grande fatigue et présentaient quelques risques d'accident, ont diminué d'importance :
le facteur humain est amélioré.

Prix de revient, qualité, délais et facteur humain :

tels sont les quatre éléments qui conditionnent la valeur intrinsèque d'une méthode.

2.

1.1. Problème de fabrication.

1.1.1. Analyse des données.

a) Elles sont de trois ordres.

Le produit (dessins).
La production prévue.
Les moyens.

b) Données concernant la production.

Pour résoudre rationnellement le problème d'étude de la gamme, il faut connaître :

- 1°. La quantité totale de pièces à fabriquer pour établir la rentabilité des appareillages et outils établis spécialement pour une fabrication donnée, étant entendu que les frais engagés pour celle-ci soient compensés par les gains obtenus sur la série à fabriquer. Souvent la connaissance de la quantité totale est approximative et seulement estimée : parfois une fabrication prévue pour 1 an et 1.000 pièces, dure 10 ans et 50.000 pièces, parfois c'est l'inverse. Les études de marché permettent malgré tout de réduire les marges d'erreurs.
- 2°. La cadence de production est également indispensable. Le problème n'est pas le même pour fabriquer 1.000 pièces en 1 mois, que pour fabriquer ces mêmes 1.000 pièces en 1 semaine ou 1 jour. Cette donnée nous permettra de prévoir les moyens de production en fonction de leur production horaire, d'équilibrer les postes d'exécution de montage, de contrôle, d'en prévoir le nombre.
Exemple : 100 pièces par mois.
- 3°. Le délai remplace la cadence, car comme cette dernière fixe la production dans le temps, on utilise surtout la cadence dans les fabrications renouvelées sur programme, et les délais pour les fabrications discontinues, sur commande surtout.

c) Données concernant les moyens.

Les moyens d'exécution comprennent tout ce qui intervient dans celle-ci :

- 1°. Les installations : ensemble de l'entreprise, disponibilités en force motrice, air comprimé, etc ...
- 2°. Les machines : nombre, type, capacité en dimensions et précision, ...
- 3°. Les équipements : engins de levage et de manutention, contrôle, ...
- 4°. Les outillages : outils intervenant directement sur les pièces (de coupe par exemple) ou permettant d'adapter les machines à une fabrication (accessoires, appareillage spéciaux ou normaux), les vérificateurs.

- 5°. Le personnel : effectif, qualification, disponibilité.
- 6°. Les sous-traitants : ce serait une erreur de les négliger; en effet, avant d'entreprendre l'étude d'une gamme, il faut se poser la question "quoi ?", autrement dit "Est-ce nécessaire de fabriquer ces pièces ?". "Peut-on les acheter toutes faites ?". "Peut-on les faire faire à meilleur compte chez un sous-traitant ?".

Ces sous-traitants peuvent être spécialisés dans :

- certaines pièces : phares, dynamos, roulements, ...
- certains opérations : traitement thermique, revêtement électrolytique, etc ... (dans le 1er cas, la gamme est supprimée, dans le 2ème cas, seule l'étude de la phase sous-traitée est supprimée).

d) Données concernant le produit.

La connaissance du produit est transmise au préparateur par le ou les dessins. Ces documents peuvent être complétés par des renseignements tels que conditions de réglage, de montage, d'épreuves, ou de cahier des charges précisant toutes les caractéristiques du produit et permettant de fabriquer ce dernier en lui donnant la qualité requise.

Précisons, en passant, que le préparateur ne devrait pas avoir besoin d'autres documents que le dessin de définition de la pièce. En effet, si celui-ci est établi comme il le faudrait, il ne doit permettre qu'une seule interprétation et toute pièce conforme au dessin doit être bonne, toute pièce non conforme étant en conséquence mauvaise. Cela n'est malheureusement pas souvent le cas et le préparateur doit alors consulter les plans d'ensemble et les autres documents pour lever les doutes et éliminer les ambiguïtés.

Le dessin renseigne donc le préparateur sur :

1°. Forme générale : rigidité, proportions.

Ex. : pièce rigide, non déformable à l'usinage.

- 2°. Matière :
- nature : fonte
 - ébauche : moulée en sable
 - traitement : sans
 - dimensions : surépaisseurs 3 mm.

3°. Surfaces à usiner caractérisées par leur :

- utilité fonctionnelle : appui de palier
- forme géométrique : plane
- forme de contour : couronne circulaire
- dimensions : $\varnothing 125$, $\varnothing 72$ h 8
- tolérances de forme : 0,02
- tolérances de dimensions : $\varnothing 72$ h 8

4.

- tolérances de position
- état de surface
- finition : à l'outil

4°. Spécifications particulières.

Exemple : finition, revêtements, peinture ...

1.1.2. Comment résoudre le problème de fabrication ?

Rappelons tout d'abord, en quoi consiste le problème de fabrication.

C'est celui qui se pose pour chaque produit fini figurant dans la nomenclature de fabrication :

- Définir les modifications à apporter à la conception, aux plans, au choix de la matière, en vue de mieux adapter le produit à l'exécution.
- De concevoir les gammes provisoires.
- Choisir les machines et les moyens de production les mieux appropriés à la réalisation des processus.
- Faire les études de phase pour chaque poste de travail (but : déterminer pour chaque phase le processus le meilleur, les conditions d'utilisation optimale, ainsi que l'outillage, les appareillages et montages nécessaires).
- Proposer s'il y a lieu, de nouvelles implantations des machines, afin de faciliter l'exécution des phases successives.
- Etablir une gamme définitive à partir de celles des études de phases retenues.
- Donner, enfin, au service chargé de l'ordonnancement et du lancement, les documents destinés à l'exécution (fiches d'instructions, bons de travail, bons matières ...).

Il s'agit d'un problème vaste surtout pour ceux qui ne disposent pas des documents de préparation nécessaires.

Ces documents peuvent provenir, les uns de sources extérieures à l'entreprise, les autres de l'entreprise.

Les bases de leur élaboration progressive sont :

- l'étude du produit,
- l'analyse du processus.

1.1.3. Etude du produit.

1.1.3.1. Analyse du produit.

a) But.

- Simplifier si possible le produit.
- Normaliser si possible les éléments constitutifs du produit.
- Définir les stades de la production.
- Simplifier les phases de travail.
- Définir grosso-modo l'implantation.

b) Définitions.

- Produit : résultat d'un travail répondant à un ordre d'exécution.

C'est en principe un tout organisé pour fonctionner.
(Ex. : avion, machine, outil ...).

Dans certaines entreprises, on utilise aussi dans le même sens, les mots "ouvrage" ou "service".

- Élément de produit.

Le produit s'analyse en éléments de produit qui sont le résultat d'un assemblage ayant une fonction précise, dans le produit.

C'est un élément standard, donc interchangeable, pouvant servir à équiper d'autres produits non identiques, et pouvant également être remplacé facilement.

(Ex. : moteur électrique, moteur de véhicule automobile, boîte de vitesses ...).

- Sous-élément de produit.

Chaque élément de produit s'analyse, s'il y a lieu, en sous-éléments de produit qui sont des assemblages sans fonction propre de deux ou plusieurs pièces.

Ces stades sont utilisés pour des raisons de plan de réalisation ou d'assemblage.

On peut, par exemple, distinguer des sous-ensembles du 1er ordre du 2d ordre, etc ...

En d'autres termes, les sous-éléments de produit sont des assemblages de pièces réalisés pour faciliter les opérations de montage, ou permettre éventuellement la division du travail.

Ex. : un arbre de boîte de vitesses aux pignons et roulements).

- Pièce.

Enfin, au dernier degré de l'analyse du produit, on trouve la pièce qui est un objet, formant pour l'utilisateur un tout insaisissable.

(10).100005.12.69 (100)

2.

Exemple : une matière première
un roulement à billes
un carburateur pour le constructeur d'automobiles.

c) Remarques.

Un même produit monté différemment dans deux entreprises distinctes, peut faire l'objet de deux analyses de produit.

En particulier, l'analyse d'un produit n'est pas la même selon qu'on la considère sous l'angle de la fabrication ou sous l'angle de l'entretien.

d) Exemples d'analyse de produit.

Genre d'analyse	Codifiée ou non	Disposition	N° nomenclature du produit	Annexe n°
de fabrication	codifiée	râtelier	810.11.200.9	1
	non codif.	vue éclatée	841.00.002.9	2
	codifiée	râtelier	id.	2
	codifiée	râtelier	850.00.000.9	3
de réparation	codifiée	râtelier	618.22.701	4
	codifiée	vue éclatée	id.	5
(démontage seulement)	codifiée	râtelier	632.10.001	6

e) Etude critique.

Cette étude critique est faite à l'aide des plans d'ensembles et sous-ensembles.

Elle a pour but de :

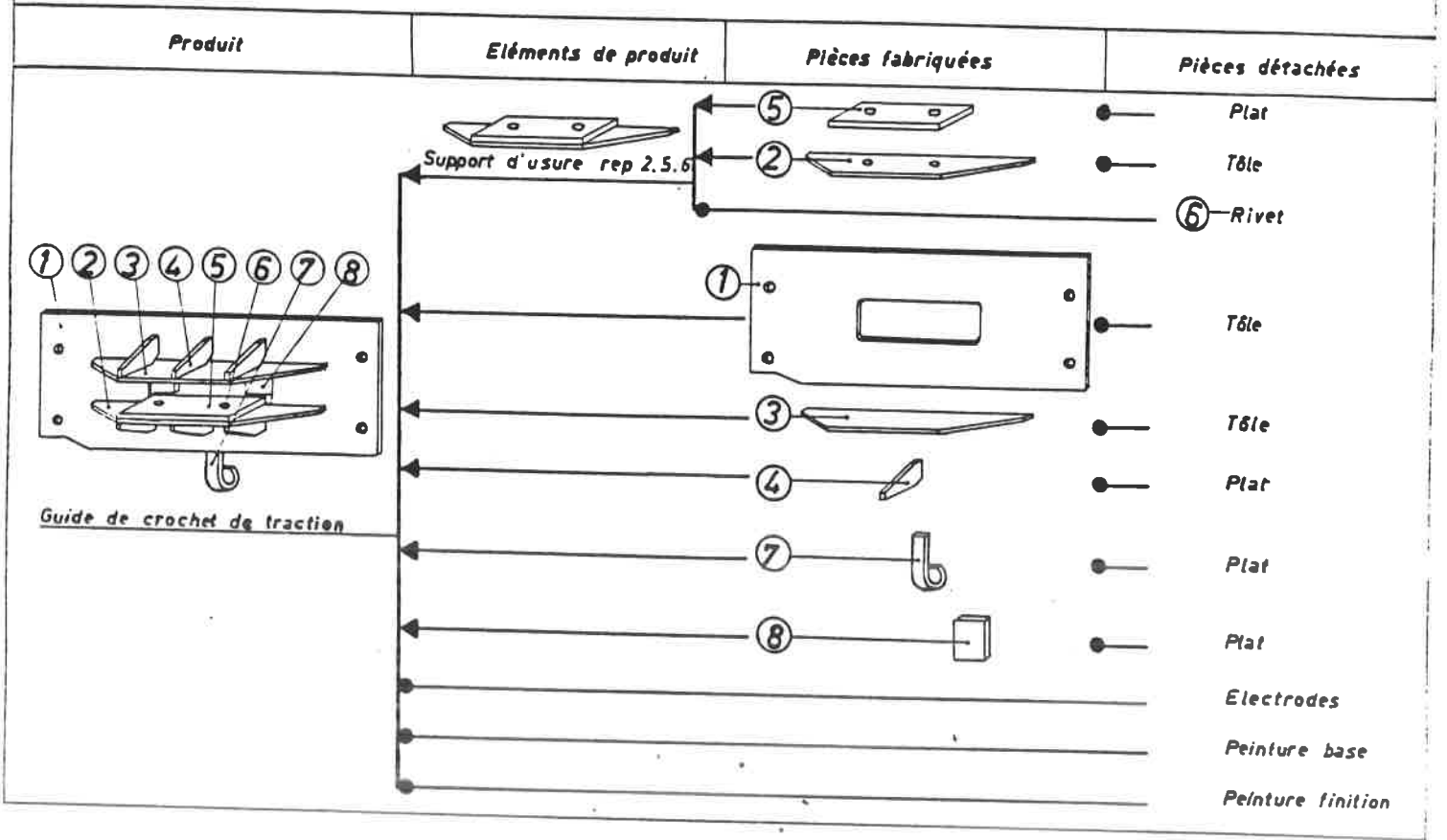
- simplifier le produit. Cette simplification gagne généralement à être conduite dans un esprit de normalisation poussé.
En particulier, à propos de chacun des éléments, puis sous-éléments, il faut méthodiquement se poser les questions suivantes :
 - cet élément ou sous-élément est-il nécessaire ?
 - si oui, peut-on lui substituer un élément ou sous-élément normalisé ?

Ou à défaut un élément ou sous-élément normalisé après simplification ?

- Si non, peut-on simplifier le travail en modifiant le dessin ?
 - Tolérances plus larges ?
 - Aspects superficiels moins finis ?
- Ensuite, définir dans quelles conditions optima pourront s'effectuer les opérations de montage.

Cette étude peut entraîner des propositions de modifications à adresser au service "Etudes".

Analyse de produit „non codifiée„



Analyse de produit „codifiée„

Produit			Éléments de produit					Pièces fabriquées					Pièces détachées							
N° nomenclature	Designation	N° plan	N° nomencl.	Designation	Matéria	Représ	U	Quantité	N° nomencl.	Designation	Matéria	Représ	U	Quantité	N° nomencl.	Designation	Matéria	Représ	U	Quantité
			0410.0010.0	Support d'usure	2.5.6	P4		1	0410.0010.0	Blm d'usure	B30K	0	P4	1	03270010.00	Plat 00110	B30K	M3		0,23
									0410.0020.0	Conseil inférieur	A37ac	2	P4	1	04270000.01	Tôle 300011000 x 0	A37ac		P4	2,011
															03701000	Rivet 010200	AdX	6	M7	0,1
									0410.1000.0	Plaque	A37ac	1	P4	1	03270000.01	Tôle 300011000 x 0	A37ac		P4	0,00
0410.0002.0	Guide de crochet de traction	0410.0002.0							0410.1020.0	Conseil supérieur	A37ac	3	P4	1	04270000.01	Tôle 300011000 x 0	A37ac		P4	0,011
									0410.2100.0	Nervure	A37ac	4	P4	6	03270000.01	Plat de 300011000 x 0	A37ac		M3	0,003
									0410.2100.0	Crochet pour fusilour	A37ac	7	P4	1	03270000.01	Plat de 20110 x 0	A37ac		M3	0,45
									0410.2010.0	Butée	A37ac	0	P4	2	03270000.01	Plat de 00110 x 0	AdX		M3	0,00
																Electrode				9
																Peinture d'impression			M7	0,1
																Peinture bitumeuse			M-	0,2

1.1.3.2. La normalisation.

a) Qu'est-ce que la normalisation ?

La normalisation peut se définir par les 3 mots :
spécifier,
unifier,
simplifier.

Spécifier : c'est définir les caractéristiques d'un produit ou d'une matière, ainsi que les performances minimales qui conditionnent son aptitude à l'emploi auquel il est destiné.

C'est ce qu'on a appelé la normalisation de qualité, qui garantit à l'utilisateur une qualité suffisante pour un emploi normal.

Unifier : c'est arrêter les dimensions, les tolérances sur ces dimensions, qui permettront l'interchangeabilité des produits ainsi spécifiés.

Simplifier : c'est éliminer les modèles inutiles à la satisfaction des besoins courants.

Par exemple : pour les lampes électriques, on a d'abord défini un certain nombre de conditions de fabrication et de fonctionnement. On fait subir à des échantillons choisis, d'une façon donnée, des essais photométriques, des essais de puissance, de durée, on leur applique au culot un couple de torsion donné, tous essais prévus par les normes de qualité (spécification du produit).

Puis on a arrêté la forme et la dimension des culots et des douilles de lampes à baïonnette ou à vis, afin d'assurer l'interchangeabilité (unification du produit).

Enfin, on a défini une gamme de puissance, pour limiter le nombre de modèles (simplification).

b) Intérêt de la normalisation.

Les avantages de la normalisation sont multiples et on se contentera de les énumérer :

- Réduction des stocks de matières premières, pièces détachées ou produits en cours de fabrication, d'où des charges financières.
- Augmentation des séries de production, d'où baisse de prix de revient unitaire.
- Diminution des rebuts.
- Facilité de contrôle.
- Amélioration de la qualité.
- Diminution des frais d'outillages.

(B) 500 885 12 89 (100)

2.

- Rapidité d'amortissement des frais d'étude, de préparation et de fabrication.
- On peut ajouter que, sans normalisation des matières premières et des outils, il devient difficile de stabiliser ces facteurs de travail et, par conséquent, de déterminer des temps élémentaires normaux.

c) Matières premières.

L'expérience prouve qu'il est illusoire d'établir des temps d'exécution sans une stabilisation préalable des caractéristiques de la matière première, et sans une connaissance suffisante de l'évolution de ces caractéristiques quand on soumet la matière à certaines transformations (mécanique, thermique, chimique, ...), évolution qui peut influencer sur les conditions de travail.

Les normes définissent :

- la qualité (caractéristiques chimiques, physiques, mécaniques):
- la forme et les dimensions sous lesquelles on trouve la matière première, avec indication des tolérances sur ces dimensions.

d) Tolérances et ajustement.

La notion d'ajustement est à la base même de toute la construction mécanique et d'une partie de l'entretien. Son influence, directe ou indirecte, est donc considérable dans toutes les industries.

Les systèmes d'ajustement ont pour but de faciliter l'interchangeabilité des pièces à tous les stades de la vie de la machine - fabrication, montage, entretien - avec comme résultats immédiats, des solutions d'ordre et de méthode remplaçant les solutions empiriques :

- amélioration de la qualité,
- réduction des prix de revient,
- commodité de montage, remplacements et réparations,
- décentralisation et recours à des sous-traitants.

e) Intérêt de la normalisation pour la fonction méthode.

La normalisation entraîne une réduction du nombre :

- des matières premières,
- des pièces détachées,
- des pièces primaires, sous-éléments des divers ordres, éléments et produits,

et cette réduction se traduit ipso facto par une diminution considérable du travail de préparation (réduction du nombre de "familles", accroissement de l'importance de ces "familles", possibilités d'y consacrer davantage de temps d'étude).

1.1.3.3. La classification morphologique - fonctionnelle.

a) Nécessité d'une classification.

La normalisation intérieure à l'entreprise doit se limiter à prendre dans l'ensemble de la normalisation, ce qui est utile à l'entreprise, à l'exclusion de tout ce qui ne représenterait qu'un caractère purement documentaire.

Encore faut-il connaître tout ce qui est utile à l'entreprise. Pour cela, il faut successivement :

- 1°. Faire l'inventaire complet de ce qui existe dans l'entreprise (matières premières, pièces détachées, pièces primaires, sous-éléments, éléments, produits, ainsi que machines, outillages, appareillages, installations et même bâtiments, ...).
- 2°. Lutter contre la variété qui provoque l'accroissement des prix de revient et par conséquent, l'abaissement de la productivité.

On peut distinguer :

- une variété apparente, concernant des pièces ou dessins identiques dont l'identité est simplement masquée par des appellations différentes, ou des caisses de stockage différentes;
- une variété réelle superflue, concernant des pièces ou dessins satisfaisant les mêmes besoins.

Cette variété se décompose elle-même en :

- variété réductible : qu'il faut éliminer,
- variété irréductible, lorsque, pour des raisons commerciales en particulier, il n'est plus possible de l'éliminer,
- variété réelle justifiée.

- 3°. Adopter une classification, afin de permettre dans le présent et dans l'avenir :

- de savoir ce que l'entreprise possède réellement,
- de faciliter l'élimination de ce qui est en excédent,
- d'empêcher l'introduction de variété apparente ou réelle, mais superflue.

b) La classification morphologique fonctionnelle.

Les classifications idéologiques utilisées dans les entreprises, sont basées sur les caractéristiques des éléments à classer, en vue d'une action déterminée, sur une famille déterminée d'éléments, et souvent par les besoins d'un service déterminé. A la limite, on peut être conduit à autant de classifications que de services, de familles d'éléments et de buts assignés à la classification.

La classification morphologique-fonctionnelle donnant le moyen

4.

de spécifier même des objets complexes, peut couvrir tout ce qui existe dans une entreprise, non seulement en fonction des besoins particuliers de chaque service, mais aussi et surtout pour faciliter la normalisation des objets et des méthodes, l'organisation de la préparation du travail et de la production, le contrôle à tous les échelons quels que soient les éléments à classer qui doivent être constitués en "familles" comprenant tous ceux qui se ressemblent selon certains critères.

1.1.3.4. Exemple d'analyse de produit avec classement morphologique.

a) Exposé du problème.

La fabrication de petits transformateurs pour les applications ménagères et industrielles, de par la diversité de type et de puissances, pose un problème majeur pour la satisfaction des besoins du Marché. Il est donc important de mettre en oeuvre des moyens de préparation qui, tout en réduisant les types de fabrication, permettent de satisfaire une clientèle qui ne sent pas les besoins d'une normalisation, étant elle-même tributaire des variations du réseau électrique.

Avant étude, la fabrication comportait plus de 225 types et appareils standards.

b) Classement morphologique (annexe 1).

Nous trouvons 4 types d'appareils sous capots :

type 1 : appareils avec entrée par cordon, sortie par douille,

type 2 : appareils avec entrée et sortie par douilles,

type 3 : appareils avec entrée et sortie par bornes,

type 4 : transformateurs spéciaux avec un enroulement primaire faisant office d'autotransformateur et un enroulement secondaire de sécurité. Entrée par cordon secteur, sorties de sécurité par bornes.

Les annexes 2 et 3 donnent l'analyse de produit de chacun de ces types.

De ces analyses de produit, on déduit :

- a) que la forme générale reste la même,
- b) que l'on a toujours :
 - un bobinage qui varie suivant la fonction autotransfo ou transfo, suivant la puissance, suivant la tension,
 - un circuit magnétique qui varie suivant la puissance de dimensionnement;

- deux équerres de fixation qui varient suivant le circuit magnétique, et qui peuvent avoir ou non des pieds caoutchouc;
- deux capots de blindage qui varient suivant le circuit magnétique et en fonction des sorties;
- quatre vis de serrage qui varient en fonction des circuits magnétiques.

Nous avons donc deux sortes de variables :

- 1°. Variable en fonction de la puissance et des tensions.
- 2°. Variable en fonction de l'utilisation. Elle joue sur les capots de blindage en entraînant un changement du matériel de sortie, de la perforation des capots. Une standardisation doit apporter des améliorations.



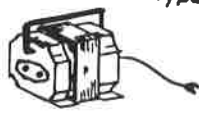

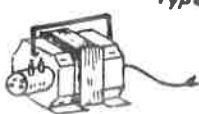

Simplification du produit.

La construction des appareils étant peu compliquée et consistant surtout en une opération d'assemblage, on obtiendra une simplification du produit par normalisation des éléments constitutifs.

- 1°. Les analyses de produits nous montrent que l'on peut regrouper certains appareils spéciaux dans les types standards (annexe 4).
- 2°. Une simplification à apporter est la standardisation des puissances : 23 puissances différentes.
Compte tenu des impératifs commerciaux, on peut réduire à 14 variétés.
- 3°. Normalisation des éléments constitutifs.

La plupart des pièces détachées sont standards dans le commerce et normalisées. L'effort doit donc porter sur les sous-éléments. Ils ont trait aux sorties; en fait, il faut agir sur les outillages.

Classement morphologique

Différents types		Observations	Nombre en %	T. passé en %
	En boîtier avec cordon au primaire, douilles au secondaire		16,1	7,2
	En boîtier avec cordon au primaire, douilles au secondaire		14,35	14,4
 Type I	Sous capots, cordon au primaire, douilles au secondaire		16,7	17,3
 Type II	Sous capots, douilles au primaire et au secondaire		31,7	28,8
 Type IV	Sous capots, cordon au primaire, sorties douilles et bornes		4,68	7,4
 Type III	Sous capots, bornes au primaire et au secondaire		5,1	5,76
Circuit Américain en boîtier ventilé	Sorties par bornes au primaire et au secondaire		0,107	0,288
Circuit colonne en boîtier ventilé	Sorties sur plaque à bornes intérieures		0,366	3,17
circuit cadre	idem		0,064	0,242
Tri 3 monos	idem		0,59	2,88
Spéciaux			10,17	12,51

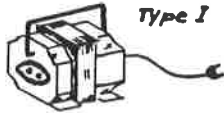

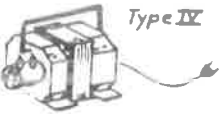
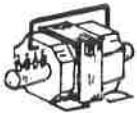
(8) 300825 (12.53 (100))

Analyse de produit — Type I —

Produit	Elément	S. Elément	S. Elément 2: ordre	S. Elément 3: ordre	Pièces détachées	
Appareil blindé. Entrée par cordon Sortie par douilles	Partie active	Bobinage			Fil isolé Caniveau Isolant	
		Circuit magnétique			Tôle magnétique E et I	
	Blindage	Serrage et lavage	Semelle			Poignée 2 Equerres de fixation 4 Pieds caoutchouc
						4 Vis acier $\phi 4$ ou $\phi 3,5$ Rondelle fibre 8 4 Rondelle acier 8 0 Ecrus acier 4 4
		Capots de blindage	Capot secondaire de sortie	Plaquette de sortie		1 Capot 1 Contre plaque bakélite 1 Plaque bakélite avec 2 cosses "Contact" ou 2 douilles 4 écrous 2 rondelles éventail 2 cosses
						2 ou 4 rivets
					Capot primaire	1 Capot 1 Cordon secteur 1 Passe fil
						1 Plaque firme

Analyse de produit — Type II —

Produit	Elément	S. Elément	S. Elément 2: ordre	S. Elément 3: ordre	Pièces détachées	
Appareil blindé Entrée et sortie par douilles	Partie active	Bobinage			Fil isolé Caniveau Isolant	
		Circuit magnétique			Tôle magnétique E et I	
	Blindage	Serrage et lavage	Semelle			Poignée 2 Equerres de fixation 4 Pieds caoutchouc
						4 Vis acier $\phi 4$ ou $\phi 3,5$ Rondelle fibre 8 4 Rondelle acier 8 0 Ecrus acier 4 4
		Capot de blindage	Plaquette de sortie			2 Capots 2 Contre plaques bakélite 2 Plagues bakélite avec 2 cosses "Contact" ou 2 douilles 4 écrous 2 rondelles éventail 2 cosses
					4 Rivets	
					1 Plaque firme	

Différents Types		Observations	Nombre en %	T. passé en %
 <p>Type I</p>	Sous capots, cordon au primaire, douilles au secondaire	spéciaux	2 <u>16,7</u> 18,7	2,02 <u>17,3</u> 19,32
 <p>Type II</p>	Sous capots, douilles au primaire et au secondaire	spéciaux	0,4 <u>31,7</u> 32,1	0,34 <u>28,8</u> 28,14
 <p>Type IV</p>	Sous capots, cordon au primaire, sorties douilles et bornes		4,68	7,4
 <p>Type III</p>	Sous capots, bornes au primaire et au secondaire	Spéciaux	1,7 <u>5,1</u> 6,8	1,5 <u>5,76</u> 7,26

1.1.4. Analyse de processus ou d'exécution.

1.1.4.1. But.

L'analyse d'exécution a pour but de présenter, d'une manière aussi détaillée qu'il est nécessaire pour effectuer la préparation du travail, les diverses étapes de la réalisation d'un produit, élément ou sous-élément, en mettant en évidence leur succession rationnelle et les modalités de leur exécution (voir annexe 1).

1.1.4.2. Définitions.

a) Phase.

Tout travail est décomposé en phases, la phase étant l'ensemble des opérations effectuées à un même poste de travail.

D'une manière générale, on peut dire que la phase est l'ensemble des opérations effectuées par un seul ouvrier ou par une équipe, soit dans le champ de leur spécialisation, lorsque le ou les exécutants défilent devant l'unité de production, soit à un poste fixe lorsque cette unité passe successivement devant les différents postes.

Il faut remarquer :

- que le poste de travail n'est pas obligatoirement attaché à un emplacement déterminé de l'entreprise tel qu'un poste de montage sur une chaîne, un tour, une machine à mouler, un métier à tisser, etc. mais qu'il peut être d'une nature plus mobile, comme lorsque le produit a le caractère d'un ouvrage (pont, navire,...) et que les postes de travail se déplacent sur l'ouvrage au fur et à mesure de la réalisation de celui-ci;
- que la phase n'est pas obligatoirement continue dans le temps;
- qu'il y a autant de phases que de postes de travail. La décomposition d'un travail quelconque en phases est donc fonction des moyens dont dispose l'entreprise. Par exemple, le même chevron pourrait être exécuté en deux phases "dégauchissage" et "rabotage" dans une menuiserie équipée d'une dégauchisseuse et d'une raboteuse, ou en une seule phase dans une menuiserie équipée d'une combinée à bois.

b) Sous-phase.

Dans le cas où la phase est exécutée en discontinu, chacune des fractions continues est appelée sous-phase.

En mécanique par exemple, la sous-phase est caractérisée par un travail exécuté sans reprise de l'objet.

Il peut y avoir intérêt à décomposer une phase en sous-phases pour favoriser l'automatisme et diminuer les reprises ou montages d'outils. Par contre, la décomposition augmente les reprises de pièces et peut provoquer la monotonie musculaire ou mentale. Chaque cas particulier devra donc faire l'objet d'un examen.

(8). 5807/5. 12. 69 (100)

c) Opération.

La sous-phase peut se décomposer en opérations; on appelle opération, tout ensemble d'éléments de travail, mettant en oeuvre un seul des moyens dont est doté le poste de travail, qui a pour but de rapprocher le produit de son état final.

Par exemple, au cours d'une sous-phase effectuée sur une machine-outil complexe, l'intervention de chacune des têtes d'usinage constitue une opération.

La phase d'exécution du chevron à l'aide de la combinée à bois s'analyserait en deux opérations.

d) Élément de travail.

Alors qu'un travail donné peut très bien ne comporter qu'une phase réduite à une sous-phase, réduite à une opération, celle-ci comporte généralement plusieurs éléments de travail.

L'élément de travail est une fraction de travail regroupant un ensemble d'interventions en suite logique et susceptible de se reproduire dans d'autres travaux.

Cette décomposition ne doit pas être poussée plus loin que nécessaire pour respecter cette propriété.

A cet élément de travail correspond, dans des conditions de travail stabilisées, un temps théorique, déduit du temps de référence par application des coefficients physiologiques et et dit temps élémentaire directement utilisable.

e) Sous-élément de travail.

Il est indispensable de pousser plus loin l'analyse notamment lorsqu'on procède à la stabilisation du travail.

On distingue alors des sous-éléments de travail, qu'on peut encore décomposer en mouvements, ou gestes, lesquels peuvent à leur tour se décomposer en micro-mouvements.

1.1.4.3. Remarques.

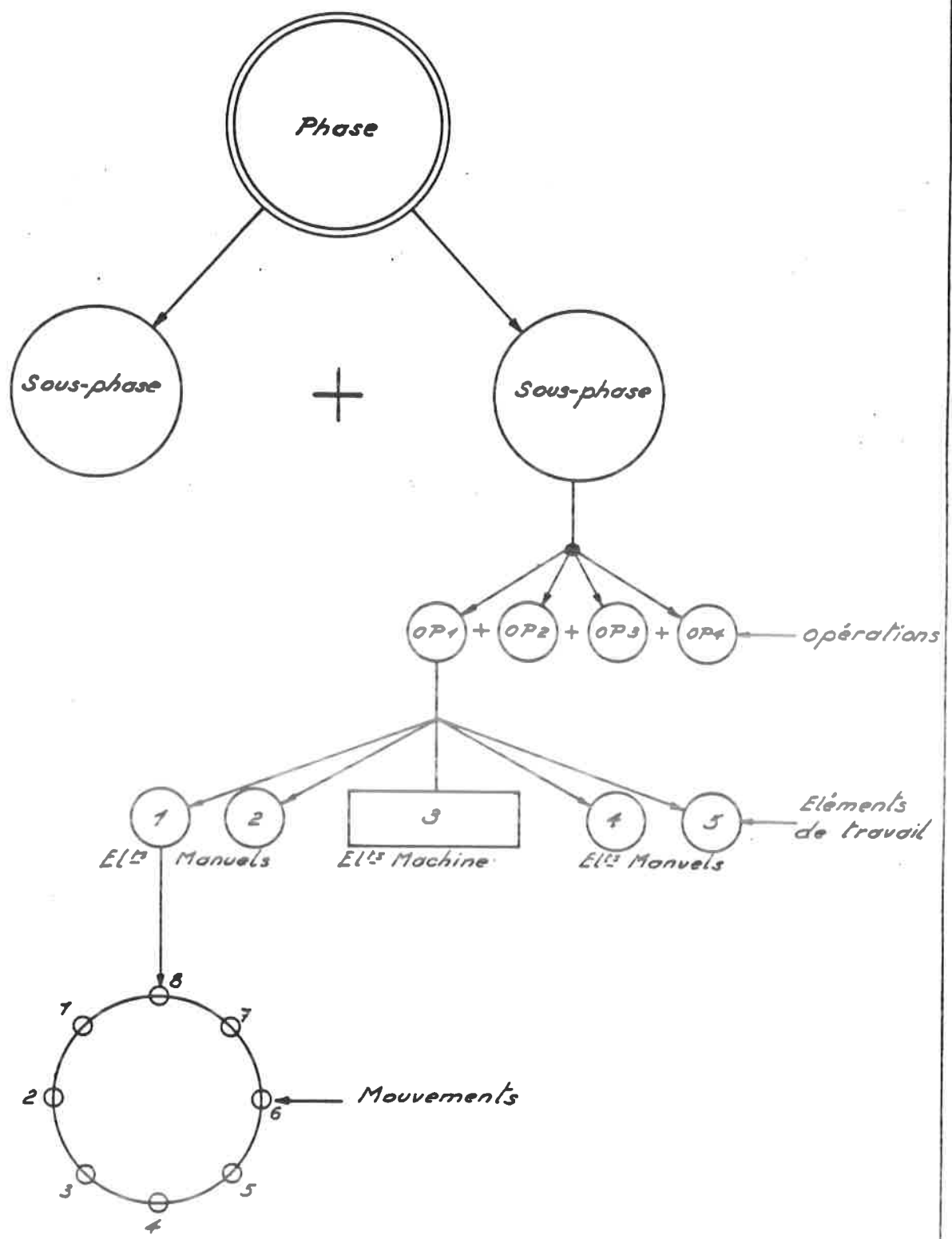
- a) L'élément de travail doit être suffisamment petit pour qu'il puisse se reproduire.
- b) Il est inutile et surtout coûteux, de le choisir trop petit. Préparation : synthèse d'éléments de travail.
- c) Un élément de travail peut fort bien s'analyser lui-même en plusieurs autres éléments de travail, qui seront évidemment d'application plus générale, mais aussi moins rentable.
- d) Dans une entreprise donnée, le nombre d'éléments de travail est limité et généralement beaucoup moins élevé qu'on ne le suppose.

Exemple : atelier de 600 machines de 15 types différents
250 éléments de travail.

1.1.4.4. Exemples d'analyse de processus.

Voir annexes: 2 — 3 et 4

Analyse schématique de la phase



(B) 100 886.14.67 (100)

Analyse d'exécution.

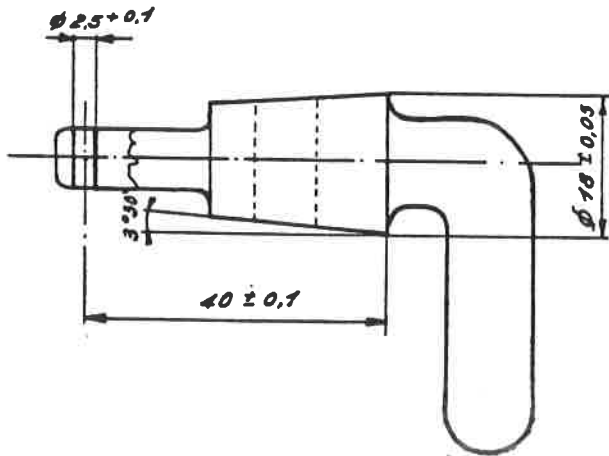
Annexe 2

Boisseau de robinet S 2-1

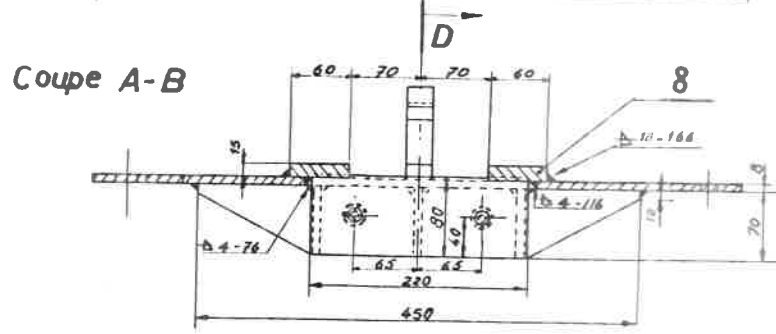
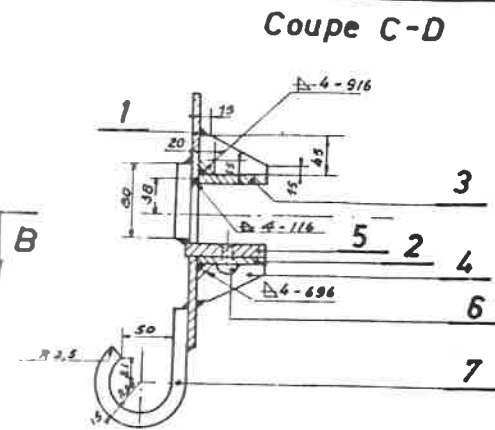
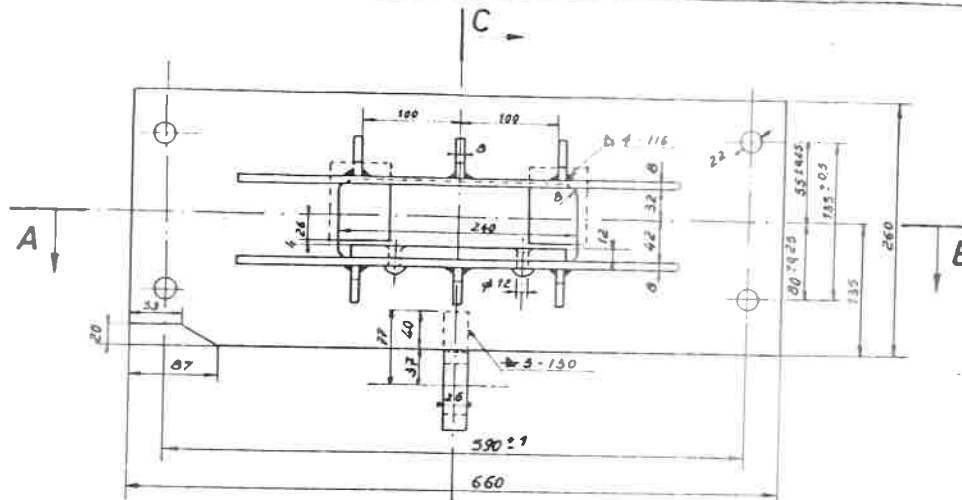
Matière : laiton coulé sous pression

Nombre de pièces à exécuter :

10.000 pièces



Phases	Sous-phases	Opérations	Eléments de travail	Mouvements
Tournage Tour à copier		Tourner cône	1°) prendre et serrer pièce	{ atteindre et saisir pièce { transporter pièce placer pièce à bête actionner pédale
			2°) embrayer machine et prendre passe	
	3°) usiner pièce			
	4°) débrayer machine et ramener chariot			
	5°) desserrer et enlever pièce			
	6°) nettoyer mandrin			
Perçage		Perçer $\phi 2,5$	1°) prendre et placer pièce dans pince	
			2°) serrer pièce dans pince	
			3°) percer trou	
			4°) desserrer pièce	
			5°) prendre et enlever pièce	
			6°) nettoyer pince	



Repère	N° de codifica	Quantité	Matière	Dénomination	Observations
8	8410.2212.9	2	A37 sc	Butée	Les repères 2, 5, 6 sont
7	8410.2150.9	1	A37 sc	Crochet	assemblés préalablement
6	0.571.1208	2		Rivet $\phi 12 \times 40$	et constituent l'organe
5	8410.2149.9	1	B50 K	Bloc d'usure	8410.00.11.9
4	8410.2148.9	6	A37 sc	Nervure	
3	8410.1827.9	1	A37 sc	Gousset supérieur	
2	8410.1826.9	1	A37 sc	Gousset inférieur	
1	8410.1825.9	1	A37 sc	Plaque	

Outillage	Par Hg il faut
Gabarit de soudage 080.84.667.9	2
Gabarit d'épinglage 080.84.638.9	2
Gabarit d'épinglage des pièces rep. rep ϕ : 08084.802.9	
Par Hg il faut	2
Pour organe n°	8410.00.00.9

Matière - Mat. Travail. - Trava. Therm. - Therm. Spéc. - Spéc. Tech. - Tech.	Date de modification W. J. J. J. J. J.	Utilisation : Générat. : Désignation - Remarque :	N° de nomenclature : N° de pièce :	Echelle : Sérial : 1/5	N° de dessin : 8410.00.02.9	C-31. 809 - T.M.
But - But Pneum. - A. I. G. P.						
Verific. Magnéto						
Dessiné 5/1969						

Par guide il faut:

1.1.5. Graphique de fabrication.

1.1.5.1. Base.

En raison de sa forme, le graphique de fabrication est quelque fois appelé "rateau de fabrication".

Ce graphique met en évidence les pièces détachées, les sous-éléments des divers ordres et les éléments ainsi que les temps d'exécution des différentes phases de travail.

Si les temps d'exécution ne sont pas encore bien définis, on peut néanmoins les estimer avec une approximation suffisante pour les besoins immédiats.

Le graphique de principe de fabrication se révèle particulièrement précieux pour :

- l'établissement du programme de travail des services Etudes et Méthodes;
- la répartition de travail entre les agents d'études;
- l'établissement des gammes de fabrication;
- la régulation de la fabrication.

1.1.5.2. Etude du processus.

Après avoir étudié, critiqué et défini l'objet de l'exécution, le préparateur peut passer à la méthode d'exécution, c'est-à-dire à l'établissement de la gamme de fabrication. Celle-ci se fait en plusieurs temps :

- Etablissement de gammes provisoires, inspirées au préparateur par les données du problème de fabrication et son expérience personnelle. Quelle que soit sa compétence, il est rare qu'un préparateur trouve d'emblée la meilleure solution.
- Pour chacune de ces gammes: études de phases plus ou moins poussées selon l'intérêt qu'elles présentent.

La gamme est donc la résultante des données de fabrication. On ne peut guère envisager de les faire intervenir toutes ensemble. Il est généralement admis que l'on ne fait intervenir que quelques données ou conditions simultanément dans la recherche d'une solution. Selon la méthode cartésienne, il nous faut donc décomposer le problème global initial en autant de problèmes partiels qu'il nous est nécessaire, pour aboutir à la solution satisfaisante.

Exemple : Dans le cas de la recherche d'une gamme, un problème global peut être décomposé en 7 problèmes partiels, comme l'indique l'annexe 1.

(10). 300 485. 12. 69 (100)

2.

1.1.5.3. Choix des moyens.

a) Problèmes partiels.

Le tableau de l'annexe 1 fait apparaître 7 problèmes à résoudre. Nous ne traiterons que les 3 premiers, pour les raisons suivantes :

- Ces 3 problèmes concernent des cas assez généraux;
- L'étude des 4 problèmes restants se fait de la même manière, en cherchant à appliquer des règles, des principes précis, clairs, simples et peu nombreux chaque fois qu'une décision est à prendre. Par exemple, voici les principes régissant le choix des surfaces de référence. On les choisit toujours :

- fonctionnelles : ce que l'on constate à l'étude du dessin et de la cotation (elles sont le point de départ de cotes importantes).

- de bonne qualité géométrique : donc tolérance sur la forme, de préférence planes car ces surfaces sont facilement précises et la forme complémentaire sur laquelle s'appuie la surface de référence de la pièce est également plane elle-même.

- de bon état de surface : donc jamais une surface brute ou indiquée par ∇

- aussi grandes et aussi précises que possible : par exemple, si l'on hésite entre un alésage de $\varnothing 40 H8$ et un autre de $50 H7$, on prendra toujours pour S.R. celui qui donnera la tolérance (donc la dispersion de cote) la plus réduite en valeur absolue.

- si possible perpendiculaires aux autres S.R. : par exemple on ne prendra pas 2 S.R. parallèles entre elles.

- facilement accessibles : donc de préférence extérieures, ce qui facilite leur utilisation pour les montages, ablocages, instruments de contrôle.

b) Choix des moyens.

Les moyens se choisissent en fonction :

- des surfaces ou groupes de surfaces à obtenir;
- des données de production.

La fig. de l'annexe 2 montre que les moyens résultent de ces 2 données.

1°. Choix des moyens en fonction des surfaces ou groupes de surfaces à obtenir.

La forme géométrique détermine en effet le choix de certaines machines et outils et en élimine d'autres.

Par exemple, un alésage cylindrique peut être obtenu sur les machines suivantes : tour, perceuse, fraiseuse, aléreuse, brocheuse En fait presque toutes les caractéristiques des surfaces

analysées à un chapitre précédent, interviennent dans le choix et le moyen choisi, doit permettre de les obtenir toutes. Si une seule caractéristique n'est pas obtenue, le moyen ne convient pas. Ainsi, dans l'exemple ci-dessus :

- le tour ne convient pas si l'exécution entraîne un balourd important (réduction de la vitesse de coupe);
- la perceuse sensitive ne convient pas si le \varnothing est de 40 mm;
- aucun moyen ne convient si la tolérance atteint la qualité 5. Il faudrait terminer par rectification, etc ...

2°. Choix des moyens en fonction des données de production.

Les caractéristiques de production peuvent être classées en 7 types :

1. Production unitaire (une seule pièce),
2. Quelques pièces (2 à 5 par exemple),
3. Petite série (5 à 50 pièces),
4. Série moyenne (50 à 500 pièces),
5. Grande série en 1 seule fois, (500 à 5.000 pièces),
6. Grande série par séries renouvelées (par exemple : séries mensuelles de 200),
7. Série illimitée (production continue pendant plusieurs années).

Les moyens peuvent être répartis parmi les rubriques suivantes :

Implantation
Machine
Groupement de pièces
Ablocage et montage
Groupements d'exécution
Outillage d'exécution
Outillage de coupe
Outillage de contrôle.

Si l'on néglige les données de chapitre 1°. pour ne considérer que celles de la production, les moyens sont choisis en fonction de leur rentabilité. Celle-ci dépend :

1. de l'amortissement possible des frais :

- d'exécution,
- de mise en fabrication

2. des temps d'exécution et des prix unitaires qui permettent le moyens prévus. On ignore souvent la quantité totale de pièces à exécuter. Dans ce cas, l'amortissement est calculé sur une quantité estimée. L'amortissement sera d'autant plus favorable qu'il se fera sur un plus grand nombre de pièces ou d'opérations. Cela conduit généralement à choisir :

4.

- des moyens (matériel et personnel) polyvalents,
- des moyens spécialisés pour les travaux répétitifs dans les grandes séries,
- des moyens automatiques pratiquement sans main-d'oeuvre dans le cas limite de très grande production.

Souvent également, les gains de temps, donc de prix de revient, ne sont pas connus à l'avance. Il faut donc les calculer. Il faut noter que l'on gagne surtout les temps manuels. Il faut donc rechercher des moyens permettant de réduire ces derniers, et d'autant plus qu'ils représentent une grande proportion du temps total unitaire. On peut également réduire les temps technologiques par exemple, à l'aide d'usinages combinés ou simultanés.

En résumé on choisit :

- le genre de machine suivant les surfaces de la pièce,
- le type dans le genre choisi, suivant le type de production.

1.1.5.4. Exemple (suite de l'exemple traitant de la fabrication de transformateurs).

a) Gamme provisoire.

La gamme de fabrication est identique pour tous les appareils. Elle est la suivante (annexe 3).

1. Bobinage
2. Imprégnation
3. Empilage
4. Préparation assemblage
5. Assemblage
6. Contrôle des caractéristiques électriques
7. Peinture
8. Marquage et contrôle d'aspect
9. Emballage;

Bobiner, imprégner, empiler et peindre, sont des phases de travail qui sont tributaires des moyens mis en oeuvre pour leur réalisation, et dont l'étude n'aura aucune influence sur la conception du produit.

Il faut plutôt examiner les phases : préparer assemblage, assembler, contrôler, marquer.

b) Gamme définitive.

La gamme définitive est assez facile à déterminer, car nous sommes en présence d'un cas simple de montage où il est presque impossible d'intervertir les phases.

Les modifications apportées, tout en améliorant le processus en lui apportant de la facilité, amènent également une stabilité des temps et la possibilité d'un chiffrage rapide de tout appareil nouvellement créé.

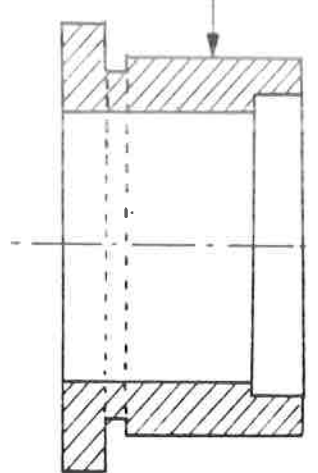
1. Bobiner
2. Imprégner
3. Empiler
4. Préparer assemblage :
 - poinçonnage des capots
 - découpage des bakélites
 - poinçonnage des bakélites
 - marquage de l'appareil
 - montage des douilles, des bornes ou du cordon secteur
 - revêtement des plaques de sorties dans le capot.
5. Assembler :
 - préparation des fils de sorties
 - isoler les sorties
 - sertir les fils dans les cases et souder
 - assembler circuits capot et équerres par vissage.
6. Peindre
7. Contrôler
8. Emballer

Cette gamme donne le graphique de principe de fabrication de l'ann. 3

Problème global	Analyse des données	Conclusions	Problèmes partiels														
<p>Produire:</p> <table border="1" data-bbox="229 831 555 1099"> <tr> <td>N. pièces</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>St dessin. n°</td> <td>012</td> </tr> <tr> <td>Par séries de</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Tous les</td> <td>mois</td> </tr> <tr> <td colspan="2">dans l'atelier</td> </tr> <tr> <td colspan="2">comportant</td> </tr> <tr> <td colspan="2">tal outillage</td> </tr> </table>	N. pièces	2000	St dessin. n°	012	Par séries de	100	Tous les	mois	dans l'atelier		comportant		tal outillage		<p>Production</p> <p>Nbr de pièces (lot) Type de production</p> <p>Cadence</p> <p>Délai</p>	<p>Grande série lancée par séries renouvelées</p>	<p>①</p> <p>Comment produire économiquement dans ce cas ?</p>
	N. pièces	2000															
	St dessin. n°	012															
	Par séries de	100															
	Tous les	mois															
	dans l'atelier																
	comportant																
tal outillage																	
<p>Moyens</p> <p>Implantation Machines Equipements Outillages Vérificateurs Personnel</p>	<p>Inventaire des moyens matériel et personnel avec leurs possibilités</p>	<p>②</p> <p>Comment tenir compte de ces possibilités ?</p>															
<p>Formes</p> <p>Forme générale Proportions Variation de section Rigidité</p>	<p>Classe de pièces</p> <p>Rigide, métal stable faible surépaisseur sans traitement, finie à l'outil</p>	<p>③</p> <p>Quel est le processus général compatible avec ces caractéristiques ?</p>															
<p>Matériau</p> <p>Nature Forme brute Stabilité interne Traitement Surépaisseurs Dimensions</p>	<p>Inventaire des surfaces à usiner avec leurs caractéristiques métrologiques</p>	<p>④</p> <p>Quelles surfaces de référence faut-il utiliser ?</p>															
<p>Produit</p> <p>Surfaces usinées</p> <p>Nombre Forme géométrique Forme du contour Dimensions Tolérances de Cote, position, forme. Position par rapport aux autres surfaces Etat superficiel Finition</p>	<p>1 Plan ∇</p> <p>2 Cyl. ∇ h8</p> <p>3 Plan ∇ = 0,02</p> <p>4 } Plan ∇ \perp 30,01</p> <p>5 }</p> <p>6 Cyl. ϕ 32 h8 ∇ // 30,02</p> <p>7 2 trous ϕ 10,9</p> <p>8 lamer à ϕ 22</p>	<p>⑤</p> <p>Faut-il associer des surfaces, prévoir des usinages simultanés ?</p> <p>⑥</p> <p>Comment produire chaque surface ou groupe de surfaces ?</p> <p>⑦</p> <p>Comment ordonner les différentes opérations d'usinage ?</p>															

Cours 1229 / 6^e Leçon

Analyse du problème

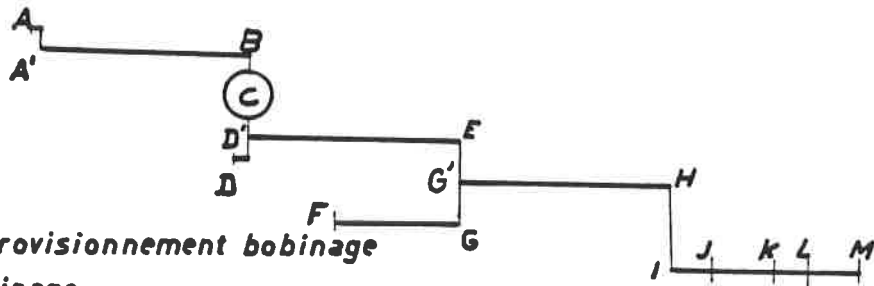


TOUR	Genre
Parallèle	Type
Semi-automat.	

1 PIECE

100 PIECES

Choix des moyens



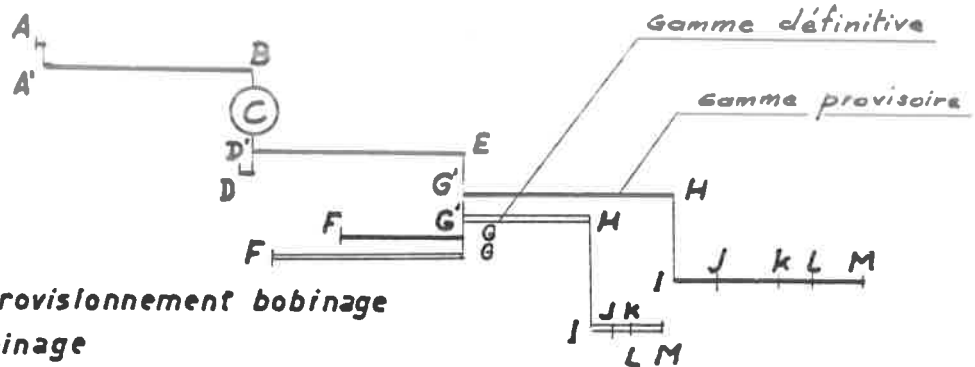
- A Approvisionnement bobinage
- A'-B Bobinage
- C Imprégnation
- D Approvisionnement empilage
- D'-E Empilage
- F-G Préparation assemblage
- G'-H Assemblage
- I-J Contrôle
- J-K Peinture
- K-L Marquage
- L-M Emballage

Echelle : 1cm = 3 minutes

Attention c = Imprégnation = 18 heures

N: I

Graphique de principe de fabrication



- A Approvisionnement bobinage
- A'-B Bobinage
- C Imprégnation
- D Approvisionnement empilage
- D'-E Empilage
- F-G Préparation assemblage
- G'-H Assemblage
- I-J Contrôle
- J-K Peinture
- K-L Marquage
- L-M Emballage

Echelle : 1cm = 3 minutes

Attention c = Imprégnation = 18 heures

N: II

Graphique de principe de fabrication

1.2. Le problème des manutentions.

1.2.1. Généralités.

Le problème du cheminement des matières et des matériaux dans les ateliers et les chantiers est des plus importants, au point de vue de la bonne marche du travail; très souvent une étude rationnelle des transports intérieurs permet de réaliser d'importantes économies.

De nombreux procédés mécaniques sont mis à notre disposition, pour manutentionner les produits.

Cependant, il ne suffit pas de choisir une machine réalisant une manutention déterminée pour obtenir des économies appréciables; il faut surtout disposer convenablement les appareils, afin de réduire les cheminements. Cette disposition rationnelle ne peut résulter que d'une étude d'ensemble.

Les frais élevés de manutention proviennent :

1. de manutentions inutiles;
2. de manoeuvres d'ouvriers non étudiées;
3. d'ouvriers manipulant des articles pesant plus de 50 kgs;
4. d'ouvriers chargeant des produits du sol sur des engins de transport;
5. d'une mauvaise utilisation d'ouvriers spécialisés;
6. de déplacements inutiles de produits;
7. d'entreposages inutiles;
8. de pertes de temps provenant des ouvriers d'atelier attendant des matières;
9. du temps trop long qui s'écoule entre le transport du magasin aux machines;
10. de la multiplicité des transports dans un même atelier.

Dans toute entreprise industrielle, le problème du transport des matières, des pièces en cours de fabrication et des produits finis est intimement lié au problème de la production. On ne conçoit pas que l'un puisse être étudié indépendamment de l'autre. Néanmoins il arrive, dans bien des ateliers où l'on tente d'améliorer les conditions de travail, que l'on pousse d'emblée assez loin l'étude du rendement des hommes et du matériel, en négligeant d'accorder une attention aussi grande aux opérations de manutention.

1.2.2. La manutention, stade à éliminer.

Si l'on considère une fabrication quelconque on constate que la matière, dans le cycle de ses diverses transformations, subit successivement :

(B) sources 12.69 (100)

2.

- des opérations de transformation;
- des déplacements en manutentions;
- des arrêts plus ou moins prolongés.

1.2.2.1. Le transport, stade à éliminer.

Dans beaucoup d'ateliers anciens qui se sont transformés au cours des années, l'installation des machines n'a pas toujours été faite d'après un plan d'ensemble. A mesure que les besoins de la fabrication se sont développés, des machines ont été ajoutées que l'on a installées là où il y avait de la place disponible, le plus souvent sans pouvoir éviter des manutentions supplémentaires. D'un autre côté, l'emploi de machines dites "universelles" a souvent contribué aussi à multiplier les déplacements des matières dans les ateliers.

Les conséquences de cet état de choses, si l'on envisage un cycle de production dans son ensemble, sont que les opérations productives s'accompagnent d'un nombre égal et parfois supérieur d'opérations de transport, et que, pour chaque opération de transport :

le temps d'exécution du cycle augmente,
le chemin parcouru par la matière s'allonge,
l'effort déployé par la main-d'oeuvre s'accroît,
le prix de revient du produit se trouve majoré des dépenses correspondant à ces suppléments de temps, d'espace et d'efforts rendus nécessaires.

1.2.2.2. Le transport, cause d'arrêts dans la fabrication.

Tout ce qui précède est élémentaire, et personne n'en ignore rien. Mais on est ainsi conduit à une deuxième constatation générale, déjà moins évidente et plus négligée : c'est que toute opération de transport s'intercalant dans un cycle de fabrication provoque deux arrêts dans la circulation de la matière. Un premier arrêt entre le moment où une opération est terminée et celui où le transport commence, un second arrêt entre le moment où le transport prend fin et celui où l'opération suivante est entamée.

Ces arrêts entraînent, en pratique, la création, avant et après chaque opération d'un dépôt de matière à travailler, d'une part, et de matière travaillée d'autre part.

On justifie ces dépôts, soit par la nécessité d'attendre l'achèvement d'un lot de pièces avant de faire le transport, soit par la nécessité d'attendre que le matériel de transport soit disponible, soit encore par la nécessité d'avoir une réserve de pièces à travailler, de constituer un volant, pour ne pas laisser éventuellement une machine inactive.

Les conséquences de la création de ces dépôts de matières et de pièces s'additionnent à celles qui résultent du transport proprement dit. Ce sont :

une fois de plus, allongement du cycle de production, espace occupé plus considérable, prix de revient augmenté des frais correspondant à ces suppléments de temps et d'espace.

Tout cela, encore une fois, est parfaitement évident, ne présente rien d'anormal et se justifie logiquement. Mais on pressent déjà, qu'en regard de la pratique courante de beaucoup d'ateliers où l'on voit des stocks de pièces empilées près de chaque machine, attendant d'être travaillées ou attendant d'être transportées à la machine qui effectuera l'opération suivante, on peut concevoir un cycle de production dont l'enchaînement sera tel que chaque pièce, aussitôt une opération finie, passera à la machine suivante, juxtaposée à la première, et parcourra ainsi le cycle complet, sans attente et sans opération intermédiaire de transport.

Conception théorique ? Si l'on veut, bien qu'on puisse citer nombre d'exemples où elle a été réalisée, mais surtout conception idéale, qu'il faut s'efforcer de transformer en réalité toutes les fois que c'est possible, et vers laquelle il faut tendre, si l'on veut atteindre un prix de revient bas, par élimination de tout gaspillage de temps, d'espace et d'effort, tant en ce qui concerne les matières qu'en ce qui concerne les hommes et le matériel.

1.2.3. Moyens d'étude des manutentions.

Dans la suite du cours, nous étudierons deux procédés permettant de rationaliser les manutentions :

- l'analyse de déroulement et le diagramme de circulation;
- le diagramme à ficelles utilisé fréquemment pour résoudre le problème des implantations.

1.3. Analyse de déroulement.

1.3.1. Importance de l'analyse et de l'observation.

Dans le domaine de l'organisation du travail, quelle que soit l'importance de l'entreprise, un des premiers stades de l'étude du travail est l'observation et l'analyse préalables.

L'observation et l'analyse ont pour but de constater les conditions dans lesquelles s'effectuent le déroulement de l'exécution du travail dans un ensemble de production.

En effet, il ne faut pas perdre de vue qu'il n'y a pas de problème isolé dans une entreprise. Au contraire, tous les problèmes qui se posent dans une entreprise, et ils sont nombreux, réagissent les uns sur les autres. C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir une vue d'ensemble, afin de modifier et de simplifier à coup sûr.

L'observation doit être telle qu'elle nous permette d'enregistrer scrupuleusement l'état des choses existant sans intervenir en quoi que ce soit dans le déroulement des faits. C'est elle qui servira de

4.

base à la critique et à la construction ultérieures. Il importe donc qu'elle soit fidèle.

Pour cela, il faut se pénétrer des remarques suivantes :

1. On n'observe bien qu'une seule chose à la fois;
2. tout voir, tout mesurer, tout noter. Ne quittez pas le poste que vous observez avant d'être certain de n'avoir rien oublié;
3. pour être exploitable, une observation doit être analytique, c'est-à-dire qu'elle doit être faite à partir d'une décomposition rationnelle de la suite des faits.

Pour être analytique, l'observation préalable ne doit pas être trop limitée. Par contre trop étendue, elle pourrait conduire à des problèmes tels qu'ils ne permettraient pas d'avoir une vue d'ensemble suffisamment schématisée nécessaire pour pouvoir aborder l'étude de l'entreprise avec beaucoup de chance de succès.

1.3.2. Analyse de déroulement.

1.3.2.1. Définition.

L'analyse de déroulement met en évidence les stades successifs d'un processus quelconque. Elle permet de suivre à travers ces stades, les évolutions d'un seul élément qui est :

- soit la main-d'oeuvre,
- soit le matériel,
- soit le produit.

Il est donc essentiel avant tout de se fixer ce qu'on va suivre.

Il est capital aussi de limiter l'analyse c'est-à-dire de se fixer de façon précise, le lieu et le moment à partir desquels on analyse les évolutions de l'élément choisi, ainsi que le lieu et le moment auxquels on cesse cette analyse.

1.3.2.2. Rôle.

L'analyse de déroulement nous aide à faire apparaître les problèmes en donnant, en même temps, leur importance relative :

- goulots d'étranglement de la fabrication,
- travaux dangereux ou anormalement pénibles,
- travaux entraînant des manutentions importantes,
- implantation défectueuse,
- travaux répétitifs,
- travaux non productifs,
- travaux anormalement longs,
- travaux entraînant des rebuts, des retouches,
- attentes importantes,
- "en cours" trop importants.

1.3.2.3. Description de l'imprimé utilisé pour l'analyse de déroulement.

L'analyse de déroulement s'effectue au moyen d'un imprimé spécial (annexe 1).

a) Renseignements généraux.

La partie supérieure de cet imprimé est réservée à l'inscription des renseignements d'ordre général :

- la désignation de l'atelier,
- la désignation de la section,
- le nom du préparateur,
- la date,
- le nombre de feuilles,
- l'objet de l'étude et ses limites,
- le n° de l'étude.

On remarque en outre, que l'imprimé peut servir aussi bien pour analyser la méthode actuelle que la méthode proposée.

b) Symboles.

On utilise 5 symboles. Il ne semble pas capital, en fait, de se servir de tel ou tel symbole dans l'établissement des feuilles d'analyse de déroulement = chaque entreprise peut établir une série de symboles propres à ses besoins.

L'expérience a, toutefois, démontré que, dans le cas où l'on demande aux contremaîtres ou aux chefs d'atelier de prendre une part active à la recherche de méthodes meilleures par l'analyse de déroulement, il est préférable d'utiliser aussi peu de symboles que possible.

Voici la signification des symboles que nous utilisons :

O = Opération.

Les opérations sont les stades principaux du processus. Elles seules donnent de la valeur au produit qui subit l'opération.

→ = Transport.

Par transport, on entend un déplacement d'amplitude important en grandeur et en temps, par exemple un déplacement entre deux postes de travail non contigus. On n'emploie pas en particulier ce symbole dans le cas de petits changements de position qui font alors partie, soit d'une opération, soit d'un contrôle, soit d'un stockage.

□ = Contrôle.

Le mot contrôle s'applique à toute vérification de la quantité ou de la qualité.

6.

D = Retard ou attente.

On dit qu'il y a retard lorsqu'un arrêt se produit dans le déroulement du processus, sans qu'il y ait stockage proprement dit, c'est-à-dire lorsque cet arrêt cesse sans l'intervention d'un ordre ou d'un bon (bon matière par exemple).

▽ = Stockage.

Le stockage peut se faire, soit dans un magasin, soit dans tout autre local. La caractéristique essentielle est qu'il ne peut cesser que sur production d'un ordre ou d'un bon.

Il peut y avoir des stockages d'hommes = équipes de secours par exemple.

Remarques.

Ces définitions sont valables pour les évolutions des éléments Main-d'oeuvre et Produit, mais pour l'élément : matériel, nous admettons qu'il y a :

Opération : lorsque le matériel travaille, c.à.d. est utilisé dans le but pour lequel il a été construit.

Exemples : déplacement en charge d'un camion, exécution de copeaux par un tour. Prise de palette par un chariot élévateur à fourches.

Attente : lorsque le matériel ne travaille pas, même si la raison pour laquelle il ne travaille pas est valable.

Exemples : chargement et déchargement d'un camion, équipement et déséquipement d'une machine-outil.

Transport ou déplacement : lorsque le matériel se déplace sans rendre service, même si ce déplacement est indispensable à une utilisation ultérieure du matériel.

Exemples : déplacement à vide du camion, du pont roulant.

c) Définition des conditions d'exécution.

Dans les colonnes qui suivent les symboles, on note :

- les distances en mètres parcourues par l'élément observé, les distances peuvent en général être mesurées à l'aide d'un plan;
- la quantité sur laquelle porte l'élément.
L'unité peut être variable : nombre,
poids,
longueur ...
- le temps nécessaire pour effectuer un stade.

Le temps des opérations et des contrôles qui s'effectuent à poste fixe, est facile à déterminer. Il en est de même de celui des transports, à condition de connaître les distances parcourues, ainsi que la vitesse des engins utilisés.

Par contre, le temps des attentes et des stockages est malaisé à déterminer. On peut déterminer l'importance des stockages en se basant sur les renseignements donnés par les fiches du magasin (nombre, quantité, durée d'immobilisation).

Le chiffrage des attentes ou retards est possible à condition de connaître le délai total d'une fabrication.

En effet, la somme des temps des opérations, des transports, des contrôles, déduite du délai de fabrication, nous donne la somme des attentes;

- les coûts, généralement indiqués approximativement.

- d) La partie réservée à la critique comporte d'abord, une série de colonnes correspondant chacune à une question :
- quoi ?
 - qui ?
 - où ?
 - quand ?
 - comment ?

Ensuite, une colonne plus large pour y noter les observations relatives, soit à un complément de renseignements, soit à des caractéristiques essentielles pouvant inspirer l'élaboration de la méthode proposée (défaut de qualité, insuffisance de sécurité ...).

e) A la partie inférieure se trouvent 2 cartouches :

- 1°. La cartouche de gauche donne la possibilité d'esquisser un bilan sous forme très condensée. Bien entendu, cette disposition n'exclut pas la nécessité d'établir un bilan avec plus de précision, malgré qu'il n'ait qu'une valeur de prévision.
- 2°. La 2ème cartouche "Observations générales" donne la possibilité de noter en particulier, les influences des stades précédant et suivant la tranche de déroulement observée sur cette tranche elle-même et réciproquement.

1.3.2.4. Utilisation de l'imprimé.

a) Avant l'observation :

- 1°. Matérialiser le choix de l'élément unique dont on suit les évolutions, en traçant une croix sur l'emplacement réservé à cet effet = main-d'oeuvre, ou matériel, ou produit.
- 2°. Mentionner les lieu et moment fixés pour les limites de l'analyse, à la suite des indications "DEBUT" et "FIN" du cartouche supérieur.

8.

3°. Compléter l'imprimé par des mentions d'ordre général.

4°. Ne laisser subsister que la mention "METHODE ACTUELLE".

b) Pendant l'observation.

1°. Ne pas adopter une décomposition trop poussée.

2°. Bien observer ce qui se passe. Ne pas perdre de vue que le but de l'analyse de déroulement est de poser des problèmes.

3°. Remplir les colonnes : distances,
quantité,
temps,
coût,
le mieux possible.

c) Critique de la méthode actuelle.

Lorsque l'analyse de déroulement est faite, on passe à la critique de la méthode actuelle, qui se fait dans les conditions générales énoncées ci-après.

C'est à ce stade que la méthode interrogative prend toute sa valeur.

Dans l'analyse faite, toute étape est suspecte.

L'expérience prouve que les cinq questions principales :
Quoi ? Qui ?, Où, ? Quand ? Comment ? assorties de la même question subsidiaire : Pourquoi ?, permettent de filtrer les différentes étapes étudiées.

- Quoi ? Pourquoi ?

Que fait-on et dans quel but ?
Qu'arriverait-il si on ne le faisait pas ?

- Qui ? Pourquoi ?

Qui le fait ?
Est-il suffisamment qualifié et entraîné ?
Est-il trop qualifié ?

- Où ? Pourquoi ?

Peut-on le faire à un autre endroit où ce serait plus facile ?

- Quand ? Pourquoi ?

Est-ce la meilleure façon de le faire ?

La ligne idéale joignant les symboles successifs, serait évidemment une verticale constituée uniquement de symboles "Opérations". On peut dire grosso modo que le déroulement est d'autant plus mauvais qu'il s'éloigne de cette ligne idéale.

Lorsqu'à la première question :

Quoi ? Pourquoi ? on ne peut pas apporter de réponse justifiant ce qui est fait, autrement dit lorsqu'il est possible d'éliminer, on marque d'une croix les deux colonnes "quoi" et "éliminer".

Il est bien entendu inutile de se poser, relativement au stade qu'on vient d'éliminer, les autres questions dont les réponses n'ont plus aucune importance.

Les questions : Qui ? Où ? Quand ? peuvent éventuellement donner lieu aux réponses: combiner, permuter.
On marque alors d'une croix, les colonnes correspondantes.

Enfin, la question : Comment ? qu'on doit se poser systématiquement et à laquelle on peut systématiquement répondre : Améliorer, ne doit faire l'objet d'une croix dans la colonne correspondante que si l'on peut effectivement faire une proposition d'amélioration, auquel cas on marque également d'une croix la colonne "Améliorer".

d) Construction de la méthode proposée.

Après avoir fait l'analyse et la critique de la "méthode actuelle" on doit élaborer la "méthode proposée" de telle façon que cette méthode soit à la fois moins fatigante, plus simple, plus rapide, moins coûteuse et plus sûre que la précédente, sans pour cela provoquer une gêne quelconque dans le déroulement des autres processus parfois fort nombreux dont l'usine est le théâtre.

Il n'y a rien de particulier à dire sur la façon de conduire la construction; elle s'effectue avec le même imprimé que celui utilisé pour l'analyse et, en fait, elle résulte immédiatement de la critique qui conduit à :

- l'élimination des stades inutiles, et en particulier des transports, contrôles, retards et stockage qui n'ajoutent rien à la valeur du produit.

- La permutation et surtout la combinaison de certains stades, et en particulier des opérations, ce qui peut diminuer les transports (et inévitablement les retards) lorsqu'il y a permutation, les transports, les retards et les contrôles lorsqu'il y a combinaison.

- l'amélioration de tous les stades reconnus utiles, cette amélioration devant se faire, en ce qui concerne les transports, dans le cadre de l'étude générale des manutentions.

Sur l'analyse de déroulement relative à la méthode proposée, on ne fait, en principe, pas de critique. Par contre, on fait la comparaison entre la méthode actuelle et la méthode proposée.

10.

Dans la colonne "Observations", on fait figurer les indications utiles que le graphique ne mettrait pas en évidence.

e) Bilan.

Avant de modifier quoi que ce soit, il est nécessaire de faire un bilan de l'intervention. Ce bilan trouve normalement sa place, sous forme condensée, dans l'un des cartouches situés à la partie inférieure de l'imprimé d'analyse. La forme du bilan, ainsi que les éléments à prendre en considération, peuvent varier d'une entreprise à l'autre.

- Dans tous les cas, au chapitre dépenses, vous ferez apparaître
- le coût de l'installation et son montage (s'il s'agit d'une installation), le coût de l'engin de manutention et de ses accessoires (par exemple, palettes et chargeur d'accus pour un chariot élévateur électrique (s'il s'agit d'un engin de manutention).
 - le coût de l'exploitation qui comprend :
 - l'amortissement,
 - l'entretien (matières et main-d'oeuvre),
 - les frais de personnel de conduite, s'il y a lieu,
 - les dépenses diverses (énergie, assurance).

Aux recettes, vous trouverez :

- l'économie de main-d'oeuvre,
- éventuellement, la diminution des rebuts et des retouches.

Il y a d'autres recettes, qui sont difficilement chiffrables (économies de frais fixes, de frais d'exploitation, gains résultant de l'accroissement de la production).

Mais il y a aussi des gains non chiffrables qui ont pourtant une importance considérable :

gain de place,
amélioration de la qualité,
amélioration du facteur humain,
diminution des frais de main-d'oeuvre indirecte,
amélioration de l'utilisation des ateliers,
facilité de la surveillance des stocks, et en particulier des produits en cours de transformation,
pleine utilisation à la production de la main-d'oeuvre qualifiée.

1.3.3. Exemple d'analyse de déroulement.

Annexes 2 - 3 - 4 - 6 et 8.

1.4. Diagramme de circulation.

1.4.1. Description.

Dans le cas d'une analyse de déroulement assez complexe, il est bon de compléter l'imprimé d'analyse par un diagramme de circulation.

Le diagramme de circulation a pour but de situer dans l'espace les différents stades d'une analyse de déroulement.

Il peut revêtir plusieurs formes qu'on peut d'ailleurs adapter à chaque cas particulier.

Lorsque le processus se déroule entièrement sur un même plan horizontal, ce qui est assez fréquent, on se contente de faire un plan à l'échelle des locaux dans lesquels il se déroule. L'emploi d'un papier à quadrillage millimétrique permet de faire facilement ce plan, sur lequel doivent figurer toutes représentations utiles : cloisons, portes, emplacement des machines, des magasins divers, délimitation des aires de circulation, etc ...

Les différents stades de l'analyse de déroulement sont alors représentés symboliquement à l'endroit exact où ils ont lieu. Les transports sont figurés par des traits continus, marqués d'une flèche, représentant exactement sur le plan l'itinéraire suivi par la main-d'oeuvre, le matériel ou le produit, compte tenu des changements de direction, des rebroussements, des croisements, etc ... Lorsque le processus se déroule dans plusieurs plans horizontaux, on a intérêt à faire un diagramme de circulation en perspective, isométrique si possible.

1.4.2. Exemple de diagramme de circulation.

Annexes 5 et 7.

EXEMPLE D'ANALYSE DE DÉROULEMENT

FABRICATION DE PATTES D'ATTACHE POUR WAGON TOMBEREAU

L'étude est faite sur une pièce simple « patte d'attache » (annexe 3) destinée à fixer au châssis de HG, les brides de sécurité de la timonerie de frein. La fabrication est lancée par commande de 500 pièces.

Déroulement actuel (annexe 4 et 5).

Une gerbe de 36m de fers plats de 40x8 (6 barres) est déplacée du magasin (1) par la grue sur rails (2) sur une table spéciale (3). Un engin auto-élevateur conduit la table de fers plats (4) vers le poste de sciage, où ils sont débités (6) à 60mm de longueur. Les 500 pièces sont conduites à la tournerie (8) pour traçage de 2 pièces (10) puis transportées (12) pour être forées suivant butée (14). Ensuite, elles sont amenées dans un autre hall (16) pour y être ébarbées et contrôlées (18) avant d'être déplacées vers le magasin (20) et chargées dans wagon (22) pour expédition.

Les points (3) (5) (7) (9) (11) (13) (15) (17) (19) et (21) se rapportent à des attentes entre les transports et opérations.

Déroulement proposé (annexe 6 et 7).

Trente mètres de fers plats sont conduits à la presse par un chariot à main (2); ils sont cisailés et poinçonnés simultanément à l'aide d'une matrice (4) (longueur = 59,5 mm)

Ensuite les 500 pièces sont transportées par engin auto-élevateur (6) au poste d'ajustage pour meulage, ébarbage et contrôle de quantité (8) puis, déplacées (10) et chargées (12) dans wagon pour expédition.

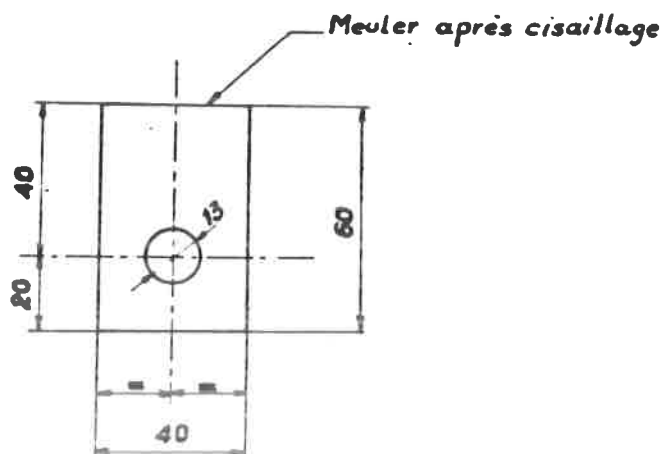
Les points (3) (5) (7) (9) et (11) sont des attentes que l'on ne peut supprimer compte tenu du grand nombre de travaux influençant l'organisation de l'atelier.

Bilan (annexe 8).

B

N° commande
de fabrication
N° fabricatio-
bestelling

Annexe 3



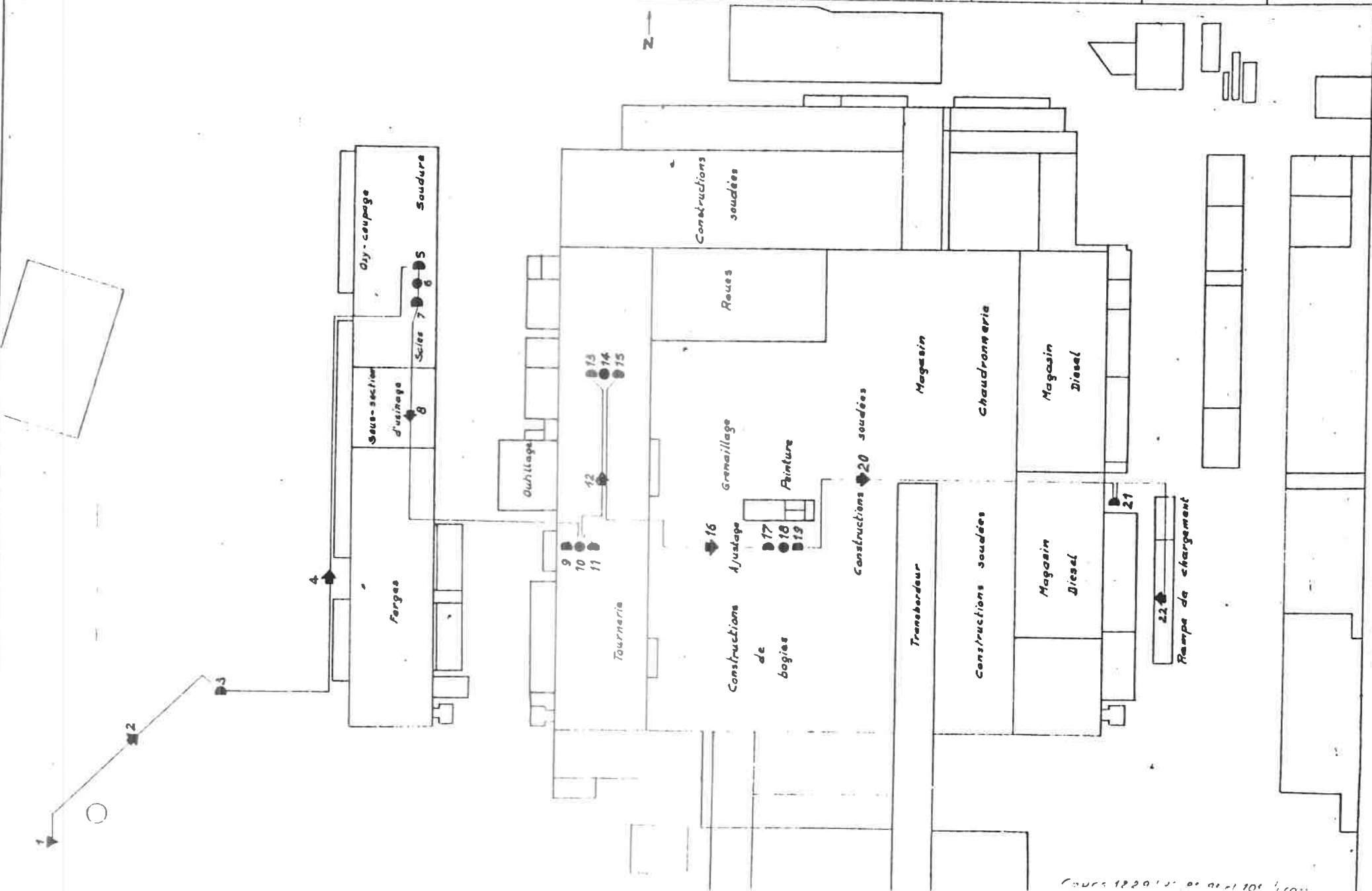
Epaisseur du plat : 8mm

Matière - Stof	A 37 sc.		Dates de modification Wijzigingsdata	Utilisation : Gebruik :	Dénomination — Benaming : Wagon tombereau 1212 G 26 T Frein Patte d'attache
Trait therm. Therm. behand.					
Spécif. techn. Techn. bepal.					
Poids - Gewicht	Brut - Ruw				
	Parach. - Afgew.				
Date - Datum	Vérifié Nagezien	L'Ingénieur Ppal, De Eerste Ingen.,	Extrait de : Uittreksel van :	Echelle : Schaal :	N° de nomenclature : Naamlijstnummer :
Dessiné - Getek.			AC.FAZ	(B)	8555.17.99. Cours 1223/7; 8; 9; et 10; /1950's

ANALYSE DE DÉROULEMENT		AGENT	DATE	Annexe 4 1 feuilles - feuille N° 1	
ATELIER Central de Salzinnes		OBJET : Patte d'attache 8553.17.99 500 pièces			Etude N°
SECTION:		DÉBUT magasin aux fers plats FIN: Chargement dans Wagon pour expédition			MO. MAT FIN D. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
MÉTHODE	ACTUELLE PROPOSÉE	Opérations Transp. par Contrôle Retards Stockage	Durée Quantité	Temps Coût/Acc	OBSERVATIONS
1	Magasin aux fers plats	○→□D▽	341 m		6 barres de 6m - à 125 h/km + 75% frais
2	Chargement des fers plats sur table spéciale à la grue	○→□D▽	73 m table N	0,52 46	Grue = 387 F/h - possibilité à la main; 7 barres = 75 Kg
3	Attente	○→□D▽		2 023 / jours	Autre méthode Capital immobilisé à 7%
4	Du chargement au sciage par auto-élevateur	○→□D▽	177 m table N	0,07 12	Autre méthode auto-élevateur 169 F/h
5	Attente	○→□D▽		2 029 / jours	
6	Sciage	○→□D▽	500 pièces	4,1 648	Eisailage par matrice, qualité requise - pièce standard - fabrication matrice
7	Attente	○→□D▽		2 049 / jours	
8	Du sciage au traçage par auto-élevateur	○→□D▽	175 m table N	0,05 8	Autre méthode Auto-élevateur à 169 F/h
9	Attente	○→□D▽		2 049 / jours	
10	Traçage	○→□D▽	2 p. pièce N	0,75 11,5	Autre méthode Traçage à 130 F/h
11	Attente	○→□D▽		2 050 / jours	
12	Du traçage au forage par auto-élevateur	○→□D▽	58 m table N	0,03 5	Autre méthode Auto-élevateur à 169 F/h
13	Attente	○→□D▽		2 050 / jours	
14	Forage	○→□D▽	500 pièces	3,5 685	Avec ⑥ - Poinçonnage à la matrice - qualité requise P. standard à 130 F/h
15	Attente	○→□D▽		2 041 / jours	
16	Du forage à l'ajustage par auto-élevateur	○→□D▽	97 m table N	0,04 7	Auto-élevateur à 169 F/h
17	Attente	○→□D▽		2 073 / jours	
18	L'arbogage - contrôle (qualité quantité)	○→□D▽	500 pièces	1,4 805	Suppression du contrôle de qualité - montage matrice à souder à 130 F/h
19	Attente	○→□D▽		2 092 / jours	
20	Du ajustage au quai de chargement par auto-élevateur	○→□D▽	115 m table N	0,06 8	Auto-élevateur à 169 F/h
21	Attente	○→□D▽		2 092 / jours	
22	Chargement dans wagon (auto-élevateur)	○→□D▽	50 m table N	0,03 5	Auto-élevateur à 169 F/h
		○→□D▽			
		○→□D▽			
		○→□D▽			
		○→□D▽			

Résumé	Actuel		Proposé		Différence	OBSERVATIONS GÉNÉRALES
	N ^o	Temps	N ^o	Temps		
○ Opéra	4	12,50 heures				Longueur pièce - 60 (cote nominale) - 0,5 (soudure) = 59,5 mm Outillage : Matrice de eisailage - poinçonnage
→ Trans	7	0,39 heures				
□ Contr						
D Retard	10	20 jours				
▽ Stock	1					
Distance	679					Cours 1229 / 21, 8°, 9° et 10° leçons

PLAN DE CIRCULATION	1 Feuille	OBJET: <i>Ralte d'attache</i>	N° DE LETUDE	METHODE	ACTUELLE PROPOSEE	EHELLE Imm représenté 1m	LE: 196 LAGENT	Annexe 5 VISA
	Feuille n° 1	2553.12.92 300 pièces	<input type="checkbox"/> MO. <input type="checkbox"/> Mat. <input type="checkbox"/> Prod chargement dans wagon pour expédition					



ATELIER: Central de Salzinnes OBJET: Patte d'attache
8555-17-99 500 pièces Etude N°:
SECTION: DÉBUT: Magasin aux fers plats FIN: Chargement dans wagon pour expédition MU. MAT. P.N.

MÉTHODE	ACTUELLE	PROPOSÉE	Opérations	Transport	Contrôle	Fers	Vilage	Distance	Quantité	Temps	Coût	Op. 1	Op. 2	Op. 3	OBSERVATIONS	Elaboration	Compt. dans	Moyens
1				○	→	□	▷	▽	2378	m					Barre de 6 m - 29,75:5 barres 6 m x 5 x 30 m à 13,6 ^{frs} 115 % frais			
2				○	→	□	▷	▽	192	30	0,22	13,9			Plat 40x8 - 2 agents à 70 % Chariot spécial pour distribution			
3				○	→	□	▷	▽		2	0,16			Organisation				
4				○	→	□	▷	▽	500	45	7,11			Capital immobilisé à 7 %				
5				○	→	□	▷	▽		2	0,06			158 ^{frs} / h - 1 ^h Série - 0,007 ^h par pièce.				
6				○	→	□	▷	▽	140	1	0,06	10		Auto-élévateur = 169 %				
7				○	→	□	▷	▽		2	0,06							
8				○	→	□	▷	▽	500	5,1	6,63			130 %				
9				○	→	□	▷	▽		2	0,72							
10				○	→	□	▷	▽	175	1	0,05	8						
11				○	→	□	▷	▽		2	0,72							
12				○	→	□	▷	▽	50	1	0,03	5						

Résumé	Actuel		Proposé		Différence		OBSERVATIONS GÉNÉRALES
	N ^{ops}	Temps	N ^{ops}	Temps	N ^{ops}	Temps	
○ Opéra	4	12,6 ^h	2	9,60 ^h	2	3,09 ^h	
→ Trans	7	0,39 ^h	4	0,36 ^h	3	0,03 ^h	
□ Contr							
D Retard	10	20 jours	5	10 jours	5	10 jours	
▽ Stock	1		1				
Distance	679		447		232		

PLAN DE CIRCULATION

1 Feuille
Feuille n° 1

OBJET: *Ralte d'attache*
0555.17.08
500 pièces

N° DE L'ETUDE

METHODE

ACTUELLE
PROPOSEE

ECHELLE
1mm représente 1m

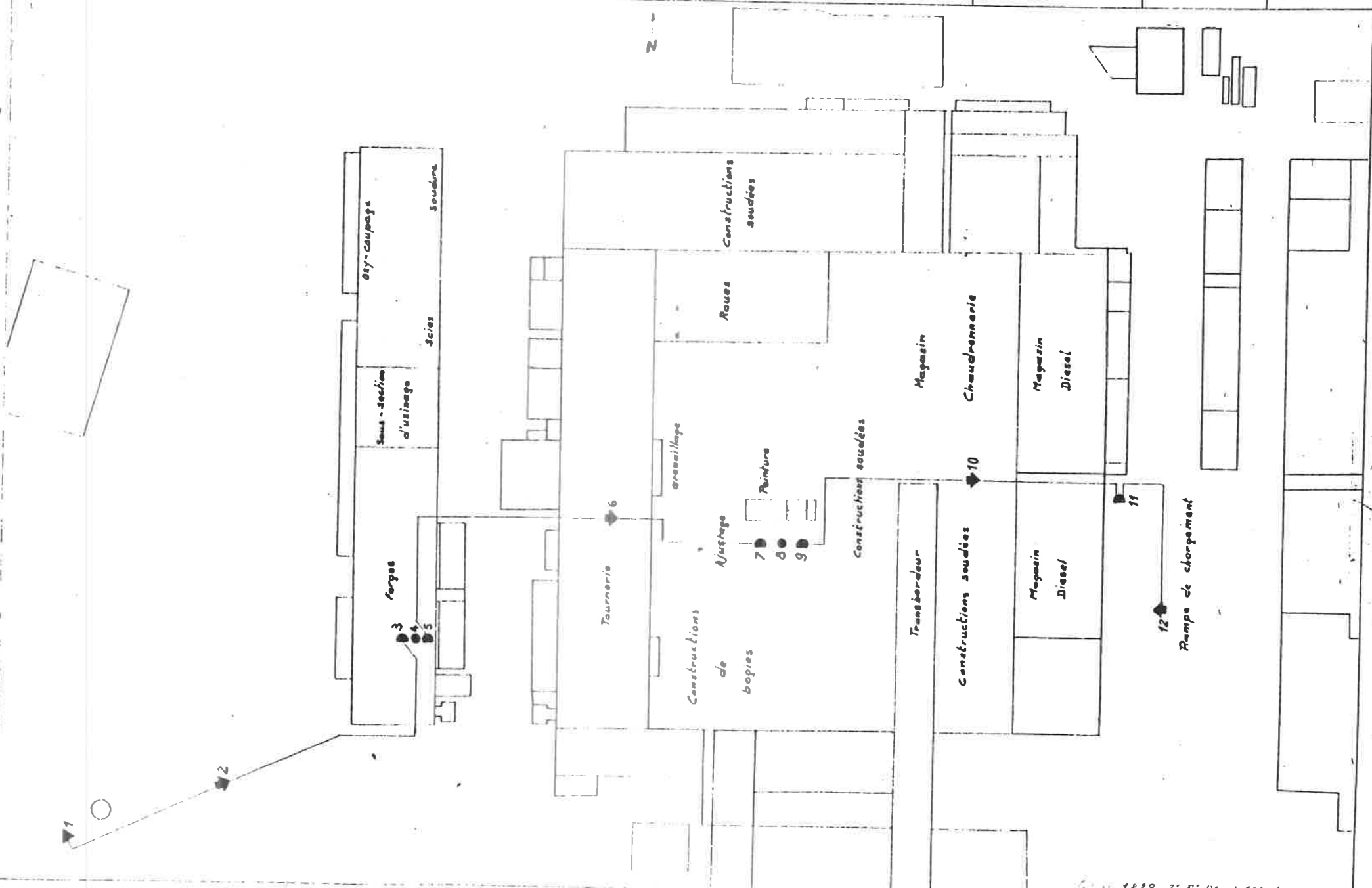
LE 196
L'AGENT

Annexe 7
VISA

ATELIER Central Salzinnes

DEBUT *Magasin aux fers plats FIN*
D.M.O. D.Mat. B.Frod
Chargement Jant
wagon pour expédition

N



Bilan

Atelier: Central de Salzinnes

Objet: Patte d'attache
85551799

N° de l'Etude

Date: _____

M-O

Visa: _____

Matériel

Produit

Nombre de pièces en fabrication : 500

Symboles	Nombre			Temps			Coût en francs			Economie prévue en francs par P
	Actuel	Proposé	Différence	Actuel	Proposé	Différence	Actuel	Proposé	Différence	
	○	4	2	2	12,6h	9,6h	3h	1755,50	1574,00	
▷	7	4	3	0,39h	0,36h	0,03h	91	38,50	52,50	0,11
□										
D	10	5	5	20j	10j	10j	5,50	2,50	3	0,07
▽	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Matière	36m	30m	6m	—	—	—	563	469	94	0,13
Distance en m	679	447	232	Total →			2415	1884	531	1,07
Coût par P en francs →							4,83	3,76	1,07	↓
Rapport en % →							100	78	22	

Observations

Gain de 5 attentes, difficile à chiffrer

Augmentation de la production journalière : $\frac{3 \times 100}{12,6} = 23,8\%$

Cours 1229/158° g-e-110° lions

Frais {

- Réalisation - Matrice cisailage. poinçonnage : 4500 f
- Mise au point : 500 f
- Etude : 150 f x 6 heures = 900 f
- Total : 5900 f

Production annuelle : 10.000 pièces

Amortissement {

- sur N° de P : $\frac{\text{Frais total}}{\text{gain par P}} = \frac{5900}{1,07} = 5514$ pièces
- au bout de N jours : $\frac{365 \text{ jours} \times \text{N° de P}}{\text{Production annuelle}} = \frac{365 \times 5514}{10000} = 201$ jours

Avantages non chiffrables

- 5 attentes
- Standardisation des Pièces

Annexe B

1.5. L'IMPLANTATION DES SECTIONS DE PRODUCTION.

1.5.1. Le problème des implantations.

Implanter, c'est rechercher la meilleure disposition du matériel et des équipements, dans un cadre fixé ou dans un cadre à déterminer, afin de faciliter la réalisation de toutes les opérations nécessaires à la production.

C'est un problème très vaste, à considérer à l'échelle de l'entreprise, si on veut arriver à une solution satisfaisante.

Il ne peut être résolu qu'en partant du programme général de production.

L'étude analytique de la fabrication conduit à montrer l'importance des pertes de temps par stockages, attentes, transports, etc... et à montrer l'importance des parcours suivis par le personnel, les matières et le matériel de transport ou de manutention.

Après étude et mise au point de nouvelles méthodes de fabrication, ou lancement d'une nouvelle fabrication, il paraît logique de penser à une implantation rationnelle du matériel et de chercher à coordonner le travail de poste à poste. Les gains réalisés à la fabrication ne doivent pas être perdus en déplacements inutiles ou par le fait d'une immobilisation prolongée en un endroit déterminé du circuit de fabrication.

1.5.2. Les données du problème.

Le problème général est de faciliter toutes les opérations contribuant à assurer une production économique.

Les données du problème comprennent des informations aussi précises que possible sur :

1°. le programme de production qui définit :

le genre et la nature des fabrications,
les quantités à produire, les cadences, le volume de production,

les délais,
les méthodes,
le matériel,

l'importance du personnel.

2°. l'emplacement du chantier :

superficie, formes,
nature du sol et du sous-sol,
dénivellations du terrain

3°. l'aménagement du chantier et les équipements dont il peut être doté :

Bâtiments : position des colonnes, des poteaux, des baies

(A). 30075. 12. 69 (100)

2.

vitrées, des portes et voies d'accès, des sorties de secours, etc ...

Hauteur des locaux.

Possibilités d'appui sur les éléments de la construction, éclairage.

Equipement en moyens de levage et de manutention.

Position des conduites d'eau, de gaz.

Système de distribution de l'énergie électrique.

Installations particulières auxquelles il ne faut pas toucher ou pour lesquelles tout déplacement entraînerait des frais considérables.

Installations des magasins, du service contrôle, de l'ordonnancement.

Installations sanitaires, vestiaires, etc ...

4°. les possibilités financières et matérielles de l'entreprise.

Elles peuvent limiter l'étude dans l'instant présent à quelques réalisations d'intérêt vital.

1.5.3. Les objectifs à atteindre.

Compte tenu des conditions imposées par les données du problème, l'étude des implantations visera à :

organiser la production dans le minimum d'espace, ou du moins, à rechercher l'espace minimum compatible avec les facteurs de productivité.

La disposition ou l'agencement du matériel avec effet direct sur les temps morts et la consommation d'énergie.

D'une façon générale, il faut chercher à réduire et faciliter les manutentions de toutes sortes :

matières,
outillages,
déchets, etc ...,

à faciliter les opérations de réglage et d'entretien à réduire les stocks de matières, de pièces par équilibre des tâches parcellaires.

1.5.4. Principes d'implantation.

Quelques règles générales peuvent être imaginées pour guider dans la recherche de la meilleure implantation.

En voici quelques unes :

1. Classer les facteurs de productivité par ordre d'importance en fonction du programme de travail.

X Pour certaines fabrications, les manutentions ont plus d'importance que la production elle-même. Dans d'autres cas, le facteur prépondérant sur la circulation du personnel.

2. Eviter les temps morts, stockages, attentes matières, matériels, personnel doivent pouvoir circuler constamment.
3. Choisir les trajectoires les plus courtes, rectilignes ou curvilignes. Eviter les points de rebroussement.
4. Chiffrer l'opération pour rester dans les limites de rentabilité.

1.5.5. Etudes préparatoires.

1. L'étude analytique de la production, l'analyse des produits, l'analyse de fabrication.
2. Les gammes de fabrication chiffrées.
3. Les gammes d'assemblage.
4. Les gammes de contrôle.

1.5.6. Notes concernant les gammes d'assemblage.

Les gammes d'assemblage s'étudient d'une façon analogue aux gammes de fabrication.

Le travail est ébauché par l'analyse du produit qui définit les différents groupements de pièces, l'ordre de montage en tenant compte des positions, des conditions de fonctionnement et de la qualité de production. Il a pu être poursuivi simultanément avec l'étude de fabrication de chaque pièce.

Les postes d'assemblage sont comparables aux postes de fabrication ou de contrôle; mais l'assemblage des éléments de produits et des produits peut être envisagé suivant différents systèmes, chacun d'eux offre des avantages et des inconvénients.

Il est possible :

- 1°. d'assembler en ligne, de poste à poste avec un personnel spécialisé à l'exécution d'une phase d'assemblage;
- 2°. de confier plusieurs postes d'assemblage à la même personne;
- 3°. de faire circuler un ouvrier de poste à poste et de lui attribuer une part importante de responsabilité, par exemple la responsabilité du fonctionnement d'un organe ou d'un ensemble complet.

Ces considérations conduisent à diverses solutions d'implantation, suivant les cadences de production et les circuits des pièces, du personnel et matériel de transport ou de manutention.

4.

1.5.7. Etude des circuits.

Les circuits des matières, du personnel et du matériel de transport ou de manutention, sont étudiés au moyen de graphiques (analyses de déroulement).

1.5.8. Le diagramme à ficelles.

L'implantation se fait sur un plan à l'échelle, par étude comparative des gammes.

Une ficelle de couleur par unité de travail ou unité de volume matière déplacée, symbolise l'itinéraire suivi de poste à poste. Le débit de circulation se matérialise par la densité de la nappe de ficelles. Il indique les machines à rapprocher les unes des autres et l'intensité d'utilisation des passages; ceci permet de les prévoir suffisamment larges pour assurer le débit constaté.

Les couleurs des ficelles caractérisent :

un type de pièce,
un ouvrier,
un transport à vide ou en charge,
une particularité quelconque du problème de production ou de manutention.

Exemple de diagramme à ficelles (annexe 1).

PREPARATION DE LA MAYONNAISE.

Méthode actuelle.

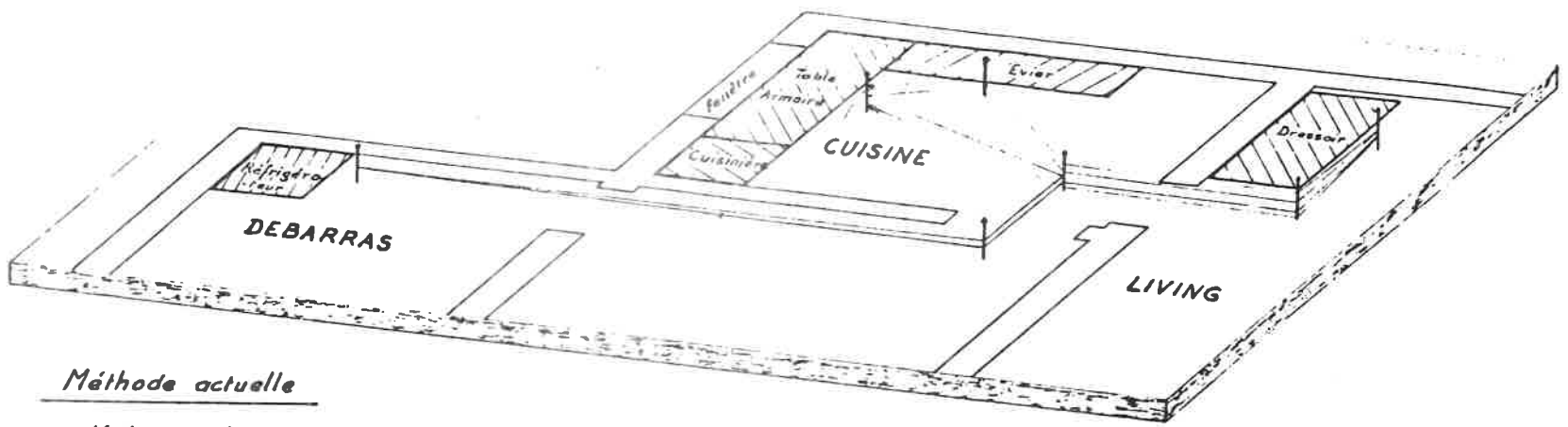
De la table de la cuisine, la ménagère

1. se rend au living où elle enlève une cuillère du dressoir,
2. repasse par le débarras où elle retire un oeuf du réfrigérateur,
3. revient à la cuisine où elle prend dans l'armoire : le mixer, la moutarde, le sel, le moulin à poivre, les bouteilles d'huile et de vinaigre,
4. confectionne la mayonnaise et la verse sur la salade,
5. range la moutarde, le sel, le moulin à poivre, les bouteilles d'huile et de vinaigre dans l'armoire,
6. nettoie à l'évier le mixer et la cuillère,
7. reporte la cuillère dans le dressoir,
8. reprend le mixer à l'évier et le range dans l'armoire.

Méthode proposée.

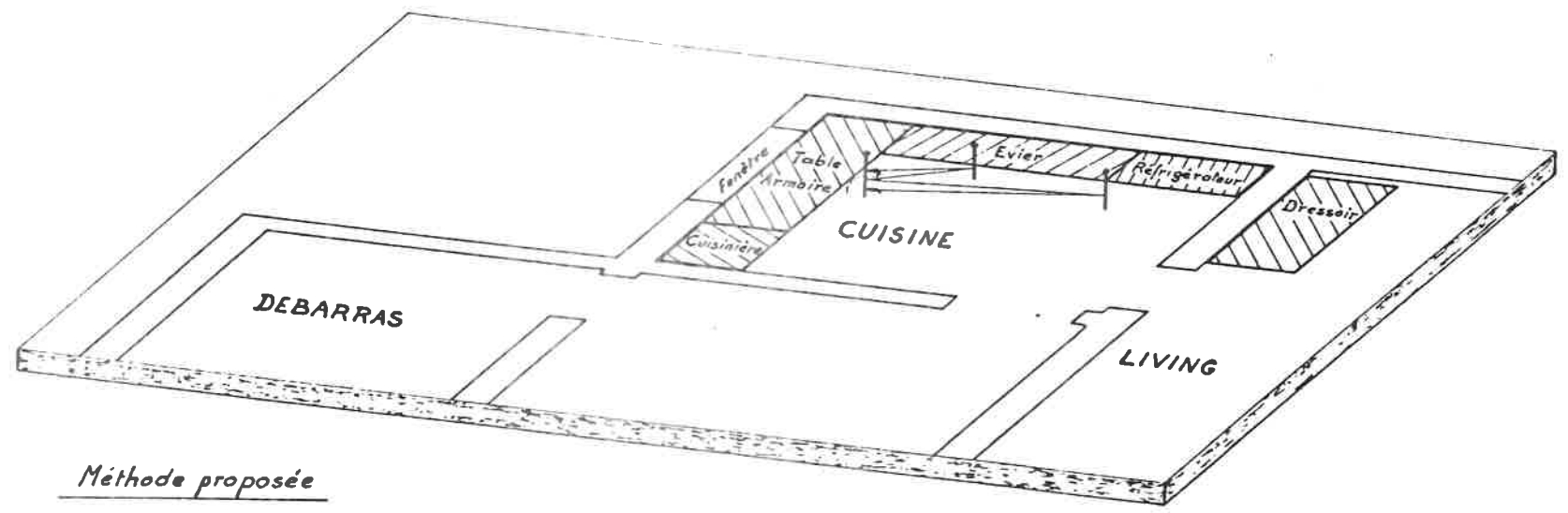
De la table de la cuisine, la ménagère

1. se déplace et retire un oeuf du réfrigérateur,
2. revient et retire de l'armoire : le mixer, la moutarde, le sel, le moulin à poivre, une cuillère, les bouteilles d'huile et de vinaigre,
3. confectionne la mayonnaise et la verse sur la salade,
4. nettoie le mixer et la cuillère à l'évier,
5. range le mixer, la cuillère, les bouteilles d'huile et de vinaigre, le moulin à poivre, la moutarde et le sel.



Méthode actuelle

déplacements : 25,5 m.



Méthode proposée

déplacements : 5 m
GAIN : 20,5 M. = 80%

C.B. Joubert, 14-03-1960

12e leçon
13e leçon
14e leçon
15e leçon

1969

2.- L'étude et la simplification des mouvements.

2.1. Introduction.

La notion d'étude des mouvements de l'homme n'est pas un élément nouveau de l'histoire de la civilisation.

Dès l'origine des temps, l'homme a dû commander et étudier ses mouvements en fonction d'un but. Nous admettons bien volontiers que souvent, le hasard l'a aidé et que l'ouvrier en usine n'a rien de commun avec son ancêtre des cavernes. Nous pensons qu'il agit avec les mêmes moyens physiques et toute son histoire n'est qu'une longue chaîne d'efforts, tendant vers le même but qui est l'efficacité du mouvement. Empiriquement, l'être humain a toujours cherché à augmenter l'efficacité de ses moyens.

Face au travail moderne, l'homme se trouve dans le cas de l'activité forcée. Les tâches qu'il accomplit ne s'accordent plus avec le jeu spontané de ses fonctions. Le besoin, l'utilité immédiate de son travail lui échappent et il se sent extérieur à sa tâche. Il n'est pas naturellement porté à y mettre "tout son coeur".

Il devient urgent de régler l'exécution du travail en fonction des possibilités biologiques et psychiques de l'exécutant.

L'objet de l'étude et de la simplification des mouvements, apparaît donc clairement. Cette technique prend le relais de l'amélioration des méthodes, au point où celle-ci laisse le travail amélioré et, développant l'analyse et les moyens d'investigation, elle cherche :

- à supprimer les déplacements, les efforts, les mouvements inutiles;
- à perfectionner les mouvements utiles en utilisant les lois de la biologie et de la physiologie;
- à permettre à l'exécutant l'acquisition d'un rythme qui s'harmonise avec ses capacités, économise ses forces et contribue à lui procurer un sentiment de satisfaction personnelle;
- en conséquence, à modifier les conditions d'exécution du travail : machines, outillages, disposition des lieux, ambiance, horaires, etc ..., pour les adapter mieux à leur objet, c.à.d. le service de l'homme.

2.2. Généralités.

Le but essentiel de l'étude des mouvements est de les économiser. Il a été démontré en atelier que l'exploitation rationnelle de ces études rendait très souvent possible de plus grosse économie que l'étude des temps menée séparément, ou même que l'achat de moyens de production très nouveaux et très onéreux.

Il n'est pas question d'augmenter la vitesse pure des gestes de l'exécutant, d'augmenter la cadence ou le rythme. Le problème est

(21) 100885. 12. 69 (100)

2.

beaucoup plus complexe et plus nuancé.

Il s'agit d'étudier les opérations, les gestes et les postures ce qui peut paraître décevant mais qui, en réalité, doit être considéré comme un stimulant c'est que toujours, dans ce domaine, il y a mieux à faire. Quel que soit le degré de stabilisation des postes, un technicien ingénieux y apportera toujours une amélioration, avec ou sans modification d'outillage.

Il n'est que trop évident que la routine ferme les yeux de l'observateur : un agent de maîtrise ou un ingénieur habitué à voir travailler d'une certaine façon, est peu disposé à en imaginer une meilleure. C'est un phénomène très naturel et il ne faut pas faire grief aux intéressés.

Très souvent de bonne foi on fait la remarque : "Tout cela est bel et bon, mais ne s'applique pas chez moi".

En réalité, ces études de mouvements s'appliquent partout où il y a des hommes qui travaillent.

Nous allons considérer pour quelques instants l'exécutant avec des yeux de physiologue. Les jeux des muscles et des articulations forment un ensemble de leviers admirablement ordonnés, mais soumis aux lois élémentaires de la mécanique. Apparemment, tout le monde sait cela ..., mais bien plus encore l'ignorent. En effet, l'exécutant ne peut guère se rendre compte de la grande quantité d'énergie qu'il gaspille tout au long de sa tâche.

L'économie des mouvements doit être vue à la lumière de quelques règles simples que, en dehors de toutes techniques, le bon sens seul suffirait à justifier.

2.3. Règles d'économie des mouvements.

L'économie des mouvements peut être présentée sous forme d'un certain nombre de règles rattachées chacune à la bonne utilisation du corps humain, puis à la disposition du poste de travail, enfin, à la conception des outils et des appareils.

2.3.1. Règles d'économie des mouvements dans l'utilisation des ressources du corps humain.

L'être humain est équilibré sur un axe médian; son équilibre idéal est réalisé lorsque le sujet, debout, a le tronc droit dans le prolongement des jambes et les bras en position symétrique. Si cet équilibre est rompu, par exemple un bras au corps et l'autre horizontal, le sujet doit compenser. Cela est très facile, trop même, car le sujet ne se rend pas compte qu'il use de l'énergie à conserver simplement son équilibre.

Cours 1229.

12e, 13e, 14e, 15e leçons

- a) Les mouvements doivent être symétriques et simultanés, commencer et finir en même temps.

On constate souvent qu'un ouvrier ne travaille réellement que d'une main, pendant que l'autre maintient l'un des objets à la manière d'un étau.

Par exemple, lorsqu'on assemble des écrous et des boulons, il est fréquent de voir l'ouvrier tenir le boulon par la tête entre les doigts de la main gauche pendant que la main droite engage l'écrou et le visse.

Pour que l'exécutant puisse appliquer cette règle, il faut pouvoir aménager le poste en conséquence. C'est généralement possible dans les postes du type "petit montage". On prévoit un mode opératoire où chacune des mains effectue un travail identique ou semblable. Pour cela, deux organes sont montés en même temps, l'un par la main gauche et l'autre par la main droite. La disposition schématique vue en plan d'un poste aménagé est donnée à l'annexe 1. Deux outillages de montage sont prévus : M et M1 (M pour la main droite et M1 pour la main gauche). Les pièces détachées composant chaque organe sont : p 1, p 2 et p 3. Elles sont placées en A, B et C, à la disposition de la main droite et en A1, B1 et C1, à la disposition de la main gauche. Dans ces conditions, les deux mains peuvent avoir des mouvements semblables et symétriques par rapport à l'axe XY du plan de travail et de l'ouvrier.

- Influence de la vue.

Il y a des travaux nombreux qui ne requièrent pas de la part de l'opérateur, une vision précise des détails. Mais dans les travaux qui requièrent cette vision précise des détails, il est essentiel que le poste de travail soit agencé de manière que les points à examiner soient aussi peu nombreux et aussi rapprochés les uns des autres que possible.

En effet, le temps nécessaire à l'oeil pour se diriger vers un point et pour s'accommoder, n'est pas négligeable; ce temps augmente encore si la tête de l'opérateur doit se déplacer pour permettre à l'oeil de voir complètement le point à observer. Il arrivera que le mouvement de la main sera ralenti ou interrompu pour attendre que l'oeil soit prêt à provoquer le mouvement voulu avec la précision nécessaire.

Par conséquent, il faut dans la mesure du possible, disposer les points que l'oeil doit examiner, dans l'axe du poste de travail, face à l'opérateur, ou au moins dans un secteur dont l'ouverture est d'environ 22 degrés (fig. 1 annexe 2).

De cette façon, la coordination des yeux et des mains se fait de la manière la plus facile possible.

Il faut remarquer que l'entraînement qu'un opérateur acquiert dans l'exécution d'un travail, tend à diminuer les efforts de coordination des yeux et des mains.

4.

Lorsque la vision de la direction des mains n'est pas nécessaire pour exécuter correctement un travail, les objets à atteindre peuvent se trouver dans une zone de travail plus large que la zone précédemment décrite.

- Mouvements combinés.

Il y a mouvements combinés lorsque plusieurs mouvements sont exécutés en même temps par un même membre.

- Mouvements simultanés.

Une main ne peut pas accomplir n'importe quel mouvement pendant que l'autre fait un autre mouvement.

En annexe 3, se trouve un tableau extrait de la table MTM indiquant les mouvements qui peuvent être facilement accomplis simultanément, ceux qui peuvent l'être après un entraînement et ceux qui ne peuvent l'être.

b) Il doit exister une juste relation entre la masse des muscles mis en oeuvre et l'effort à fournir.

Pour des travaux lourds il faut, en principe, de gros muscles, pour des travaux légers, de petits muscles. Les débutants ont tendance à mettre en jeu de trop grandes masses musculaires. En conséquence, ils vont moins vite et dépensent plus d'énergie.

Il y a avantage à disposer les outils et les matières le plus près possible de l'opérateur.

c) Il faut éviter les arrêts ou les changements de direction brusques.

Il faut préférer les mouvements qui se suivent et s'enchaînent d'une manière continue, pour que les muscles n'aient pas à chaque instant, à vaincre l'inertie des masses en mouvement.

d) La force vive doit être utilisée pour aider les mouvements de l'opérateur chaque fois que c'est possible, et elle doit être réduite au minimum si le mouvement est contrôlé.

La force vive est le $\frac{1}{2}$ produit de la masse de l'objet par le carré de la vitesse.

Dans la plupart des travaux, cette force vive comprend trois facteurs : le poids de l'objet déplacé, le poids des outils ou appareils et le poids des parties du corps en mouvement. Il est souvent possible d'utiliser cette force vive pour faire un travail utile. Quand on doit donner un coup, il faut s'arranger pour que l'impact se fasse au point de la trajectoire, où la force vive est maximale.

Cours 1229

12e, 13e, 14e, 15e leçons

Exemples : un coup de marteau bien appliqué; le jet de pelle d'un terrassier.

Si au contraire la force vive ne présente aucune valeur utilisable, elle est indésirable, puisqu'il faut toujours que les muscles compensent son action. Lorsqu'il en est ainsi, il est opportun d'étudier les trois facteurs de poids cités plus haut, afin de les réduire au maximum.

En outre, la vitesse des mouvements doit être maintenue, aussi faible que possible, en employant les mouvements les plus courts.

Le poids des outils doit être adapté au travail à faire.

e) Les mouvements balistiques sont plus rapides, plus faciles et plus précis que les mouvements contraints ou contrôlés.

On peut classer les mouvements des membres du corps humain en deux grandes catégories :

- Mouvements contrôlés.

Dans les mouvements contrôlés, on contracte des groupes antagonistes de muscles, chaque groupe s'opposant à l'autre. En plaçant, par exemple, un crayon sur du papier pour écrire, deux ou plusieurs groupes de muscles entrent en action.

Les muscles positifs déplacent la main et les antagonistes s'opposent au mouvement. Lorsque ces deux groupes de muscles ne s'équilibrent pas, il en résulte un mouvement de la main. Lorsqu'au contraire ils s'équilibrent, la main reste immobile, bien qu'elle soit prête, en réalité, à agir à tout moment dans n'importe quelle direction. L'écriture à l'aide du pouce et de l'index est une illustration parfaite du mouvement contrôlé.

- Mouvements balistiques.

Un mouvement balistique est un mouvement rapide, très facile, créé par la simple concentration d'un groupe de muscles positifs, sans intervention d'aucun groupe antagoniste. La contraction des muscles met le membre correspondant en mouvement, et comme l'action des muscles n'intervient que dans la première partie du mouvement, le reste du mouvement s'effectue avec des muscles relâchés. Un mouvement balistique peut prendre fin :

- 1°. par la contraction des muscles antagonistes;
- 2°. par un obstacle;
- 3°. par la dissipation de la force vive correspondante, comme c'est le cas par exemple lorsqu'on frappe une balle de golf.

6.

f) L'acquisition d'un rythme est essentielle à l'exécution aisée et automatique du travail.

On peut interpréter la notion de rythme de deux façons. Peut-être l'interprétation la plus courante est-elle la vitesse, ou la rapidité, avec laquelle sont faits des mouvements répétés. C'est en ce sens que l'on parle du rythme de la marche, ou de la respiration. On dit qu'un opérateur alimentant une machine en pièces, travaille à un rythme dépendant de la vitesse de la machine. La notion de rythme se rapporte, ici, à la répétition d'un certain cycle de mouvements par un individu.

Le rythme peut également s'entendre d'une seconde façon. Un mouvement peut être parfaitement régulier, uniforme et périodique, et pourtant ne pas donner une impression de rythme. Si l'on fait décrire à la main, par exemple, ou au bras, un mouvement circulaire, la main peut très bien passer en un point du cercle plus souvent, par seconde, qu'elle n'y passerait si elle était animée d'un mouvement rythmé moins rapide, et cependant il n'y aura pas impression de rythme car la main se déplace à une vitesse uniforme en un mouvement circulaire. Pour devenir rythmique au sens psychologique, il faut apporter le changement suivant au mouvement : la trajectoire de la main doit être elliptique, la vitesse de la main doit être plus grande sur une certaine partie de cette trajectoire que sur les autres. Au moment précis où la main arrive à l'extrémité d'un arc parcouru avec une vitesse plus grande, il y a une sensation de tension, d'effort musculaire en ce point, le mouvement est retardé, presque arrêté. Le mouvement rapide sur le grand arc et la sensation soudaine d'effort et de ralentissement à la fin de ce mouvement rapide, constituent le battement. Ils représentent un événement et l'on peut dire qu'une série d'événements semblables, liés en un tel cycle de mouvements, constitue un rythme.

Qu'il soit une suite régulière de mouvements uniformes ou de mouvements accentués, le rythme présente une réelle valeur pour le travailleur. L'uniformité, l'aisance, et même la vitesse du travail, sont accrues par l'aménagement du poste de travail, des outils et des matériaux. Une suite correcte des mouvements permet au travailleur d'acquiescer un rythme qui l'aide à rendre le travail pratiquement automatique, et lui permettra de l'accomplir sans aucun effort mental.

2.3.2. Règles d'économie des mouvements relatifs au poste de travail.

a) Outils et matériaux doivent, tous, avoir une place bien déterminée et fixe.

Chaque outil, chaque pièce, doivent avoir une place définie, qui doit être conservée après qu'elle a été reconnue comme étant la meilleure. Cette pratique évite les recherches inutiles et fait gagner du temps; elle augmente la rapidité des mouvements, elle diminue la fatigue musculaire, l'intervention consciente de l'ouvrier et la fatigue des yeux, qui n'ont plus qu'à suivre un nombre minimum de déplacements des mains.

Il est parfois possible de faire usage de divers moyens qui assurent un prépositionnement à l'insu de l'ouvrier. C'est ainsi que les petites machines portatives peuvent être attachées à des suspensions élastiques qui les ramènent toujours au même endroit.

- b) Outils, matériaux et appareils de contrôle doivent être placés près de l'opérateur et directement en face de lui.

Les outils et les matériaux sont très souvent alignés à la file sur le poste de travail. Cette disposition très orthodoxe va à l'encontre des lois physiologiques les plus simples car, normalement les mains ne suivent pas des trajectoires rectilignes, mais des arcs de circonférences. Cette remarque conduit à la conception originale des aires de travail.

On distingue des aires normales de travail et des aires maxima de travail.

- Aires normales de travail (annexe 4).

L'aire normale de travail de la main droite s'obtient de la façon suivante. L'ouvrier étant assis devant sa table, le coude droit près du corps (le bras tombant normalement sans raideur), l'avant-bras balaye le dessus de la table, de la gauche vers la droite. Ainsi la main décrit une ligne courbe AMB qui correspond sensiblement à un arc de circonférence ayant le coude O comme centre.

Un mouvement identique et symétrique de la main gauche avec rotation de l'avant-bras gauche autour du deuxième coude O' fournit un deuxième arc de cercle CND.

La surface BMPND (hachurée) limitée par ces arcs et le bord de la table est l'aire normale de travail à l'intérieur de laquelle les mouvements se font avec le moins de temps et le moins de fatigue. Les aires droite et gauche se recouvrent en formant un triangle curviligne APC où les deux mains travaillent avec le plus de commodité.

Les aires normales se trouvent amputées à droite et à gauche des portions BEO et DFO' car les avant-bras ne peuvent dépasser les limites OE et O'F sans fatigue et sans mouvement du bras.

- Aires maxima du travail (annexe 4).

Ces aires s'obtiennent en étendant le bras et l'avant-bras et en balayant la table, avec pivotement du bras à l'épaule. Les deux arcs A' M' B' et C' N' D' ainsi décrits déterminent une aire B' M' P' N' D' hors de laquelle le travail des mains cause une gêne de position, accompagnée d'une fatigue supplémentaire.

- Extension des aires de travail (annexe 5, fig. 1).

On détermine de la même façon des aires normales et maxima, dans un plan vertical. Les aires normales s'obtiennent en faisant tourner l'avant-bras autour du coude et l'aire maxima en faisant tourner le bras étendu autour de l'épaule.

Enfin, dans l'espace (annexe 5 fig. 2), pour chacune des mains, on définit un espace normal et un espace maximum de travail représentés chacun approximativement par une portion de sphère. Les sphères normales ont les coudes pour centres, les bras étant le long du corps et les sphères maxima ont les épaules pour centres, les bras étant étendus.

Les fig. 1 et 2 de l'annexe 6 ont pour but de souligner l'importance de la disposition du matériel autour du poste de travail, et aussi près que possible de l'opérateur. Sur la fig. 1, les 5 casiers à pièces sont en dehors de la zone maxima de travail, il faut donc se pencher en avant pour les atteindre. Sur la fig. 2, les casiers sont placés dans la zone normale de travail. Nous rappelons que l'emploi d'un double montage et de casiers doublés, symétriques par rapport au montage, permet de faire des mouvements de mains simultanés et symétriques.

Les outils et les pièces utilisés plusieurs fois au cours d'une opération doivent être placés plus près du montage ou de la position de travail, que ceux utilisés une seule fois.

Par exemple, s'il s'agit de fixer un certain nombre de vis sur une plaque métallique, les casiers à vis seront placés plus près du montage que les casiers à plaques. L'opérateur, en effet, ne prend qu'une seule plaque par cycle, mais utilise plusieurs vis.

Il faut également se rappeler que les pièces doivent être disposées de façon à réduire au minimum, les mouvements des yeux et le nombre de points de fixation du regard, à permettre la meilleure suite des mouvements possible et à favoriser le développement des mouvements automatiques et rythmés de l'opérateur.

c) Alimentation et évacuation des pièces.

- Soit un ouvrier sur une foreuse, ses activités se déroulent dans l'ordre suivant :

1. Atteindre la pièce dans un bac.
2. Saisir.
3. Mouvoir vers le montage de forage.
4. Positionner.
5. Forer.
6. Saisir la pièce et l'enlever du montage de forage.
7. Mouvoir vers le bac de pièces finies.
8. Lâcher.

Sur ces 8 éléments, les 4 premiers constituent l'alimentation et les 3 derniers l'évacuation et seul le cinquième - forer - est productif.

7 éléments sont improductifs,
1 élément est productif.

- Alimentation.

Les gestes constituant l'alimentation étant improductifs, on les réduit en :

- diminuant la longueur des trajectoires,
- simplifiant leur forme,
- recherchant l'automatisme des mouvements par une organisation raisonnée de l'installation du poste de travail.

Le problème de l'alimentation des postes d'assemblage est bien résolu par le choix de l'emplacement et la forme des bacs et des boîtes qui contiennent les pièces à assembler. En disposant ces bacs en bordure ou à l'intérieur des aires normales de travail, assez près du point d'utilisation, on raccourcit la longueur des trajectoires.

Pour respecter l'allure curviligne des aires de travail, on donne à chaque bac, une forme qui rappelle un secteur de cercle. La fig. 1 a de l'annexe 7 montre 7 bacs de cette conception formant un tout.

L'avant de ces bacs est courbe et se trouve situé à l'intérieur du contour limite des aires de travail (fig. 1 b). L'avant est démuné de paroi, ce qui facilite la préhension des pièces.

Une autre amélioration importante consiste à incliner le fond des bacs (fig. 2 annexe 7). De la sorte, l'ouvrier saisit toujours les pièces sur la tablette avant du bac, car au fur et à mesure qu'elles sont utilisées, elle sont remplacées par d'autres, en réserve dans le bac et ramenées vers l'avant par le fond incliné.

Comme l'avant des bacs ne peut s'étaler que sur le front limité des aires de travail, la largeur de chaque bac diminue quand le nombre de pièces intervenant dans le montage augmente. Aussi on est fréquemment obligé de superposer des bacs pour les avoir tous à la portée de la main (fig. 3, annexe 7).

- Evacuation.

Il faut utiliser la gravité pour l'évacuation des pièces en employant des goulottes, des toboggans ou des transporteurs à rouleaux inclinés.

Ces goulottes peuvent souvent être disposées tout près du lieu où la phase a été exécutée, au besoin elles partiront d'un trou percé dans la table. Ainsi la main lâche la pièce et est aussitôt libre pour recommencer un nouveau cycle, sans rompre le rythme.
Exemple d'application : fig. 4, annexe 7.

- d) Il faut ménager à chaque travailleur, les conditions les meilleures pour l'éclairage de son travail.

Pour travailler convenablement, l'ouvrier doit bien voir : que l'éclairage soit naturel ou artificiel, la lumière qui frappe le plan de travail doit être suffisante pour que l'oeil voie bien, voie vite et sans fatigue. Un bon éclairage :

- augmente la vitessesdes perceptions visuelles,
- diminue les temps de réaction manuels;
- et par conséquent facilite le travail.

Les conditions nécessaires à un bon éclairage du travail sont nombreuses et très variables; aussi il ne faut pas penser qu'un éclairage bon pour un travail soit également bon pour un autre. L'intensité, la couleur, le contraste, la disposition des sources, la réflexion, la transparence, sont autant de facteurs dont l'influence s'exerce aussi bien sur la rapidité, la facilité du travail que la santé des yeux.

- e) La hauteur du plan de travail et le siège doivent, autant que possible, permettre de travailler debout ou assis.

La dépense d'énergie varie avec la position de l'opérateur. Mais si celui-ci peut à volonté travailler debout ou assis, il se fatiguera moins vite que si on lui impose une seule position. En effet, chacune de ces position requiert la mise en action de muscles différents, par conséquent chacun de ces groupes de muscles se repose pendant que l'autre produit un effort statique.

On ne peut pas toujours ajuster exactement les éléments dimensionnels du poste de travail aux mesures de chaque travailleur, mais il faut au moins qu'elles conviennent parfaitement au travailleur moyen.

La fig. 1 de l'annexe 8 nous montre comment déterminer la hauteur du plan de travail en position debout ou assise.

Si le travailleur est vraiment plus petit que la moyenne, on peut disposer un caillebotis ou une estrade stable sous ses pieds. S'il est trop grand, on peut surélever le plan de travail. Si on ne le peut pas, le travailleur de haute taille sera handicapé pour travailler debout, mais ce n'est plus nécessairement vrai quand il travaille assis.

Il faut que, dans la position assise, le travailleur puisse reposer ses jambes sur un appui-pieds et que le dessous du plan de travail soit assez dégagé pour que ses genoux ne heurtent rien.

Dans les travaux qui se font toujours assis, comme la plupart des travaux de bureau, le siège a une hauteur de 44 à 47 cm. et est réglable. Le dessus du bureau est à 76 ou 80 cm du sol.

Chaque fois que le travail le permettra, les coudes prendront appui sur des reposeirs ou accoudoirs feutrés.

2.3.3. Règles d'économie des mouvements dans la conception des outils et des appareils.

- a) Les mains doivent être soulagées de tous les travaux qui peuvent être faits plus avantageusement par un montage, une fixation ou un dispositif au pied.

L'examen des outils et des montages que l'on rencontre généralement dans les ateliers, montre que la plupart des dessinateurs d'outillage pensent peu aux principes d'économie des mouvements lorsqu'ils conçoivent leur outillage. Dans beaucoup de cas, les dispositifs de fixation sont réalisés pour être actionnés seulement à la main, alors que d'autres, conçus pour être manœuvrés au pied, auraient avantageusement libéré les deux mains pour un autre travail.

Utilisation de montages à pédale et de dispositifs divers. Exemples.

- La fig. 1 de l'annexe 9 nous montre comment un fer à souder électrique peut être commandé entièrement par le pied. Le fer à souder A est relevé et abaissé par la pédale B. Lorsque la soudure est terminée, le fer, en remontant, actionne en C une valve d'air comprimé qui envoie un jet d'air destiné à refroidir la soudure.
- Le tournevis électrique représenté sur la fig. 2 de l'annexe 9 permet de réaliser un gain de temps appréciable lors de l'exécution de courtes opérations d'assemblage. La pédale donne à l'opérateur un contrôle au pied presque aussi précis qu'à la main. Le dispositif est clairement schématisé sur la figure. L'opérateur actionne la mèche en poussant la pédale; le contrepois A ramène la pédale, ce qui permet au foret de remonter. La roulette B fixée en dessous de la pédale, se déplace sur un chemin de roulement métallique C, fixé au plancher. Etant donné que le poids du pied est supporté dans la totalité par la roulette, et que le mouvement du foret n'est fonction que du seul déplacement de la pédale dans le plan horizontal, un contrôle très précis est obtenu. L'ensemble étant tout à fait stable, l'opérateur peut manœuvrer la perceuse facilement et avec précision.
- La mécanisation d'un serrage est souvent intéressante, surtout si le temps de serrage est relativement long par rapport au temps de l'opération complète.
 - Fig. 1, annexe 10
 - Fig. 2, annexe 10
 - Fig. 3, annexe 10
- Les pédales de certaines machines engendrent quelquefois une fatigue importante. Elles peuvent fréquemment être remplacées par des dispositifs à air comprimé relativement simples.
 - Commande d'une poinçonneuse fig. 1 annexe 11.
 - Commande d'une cisaille fig. 1 et 2 annexe 12.

La commande au pied des soudeuses est un travail épuisant. Une grande simplification s'obtient aisément par l'emploi d'un cylindre à air, commandé par une vanne au pied, diminuant fortement la fatigue de l'ouvrier (fig. 1, annexe 13).

L'emploi de l'air comprimé a permis d'automatiser complètement la soudeuse par points (fig. 2, annexe 13); cet ensemble est composé de la soudeuse proprement dite et d'une table à mouvement transversal, pour fixation de la pièce à souder (toiture ou porte de hg) reposant sur un chariot longitudinal. Après avoir effectué les manoeuvres préalables, l'opérateur amène le pointeau sur la latte du gabarit, sélectionne le sens d'avancement du chariot, appuie sur la vanne de démarrage du moteur; le chariot longitudinal avance entraînant le gabarit, le pointeau frotte contre celui-ci et tombe dans le premier trou rencontré. Au début de sa descente, il agit sur une vanne provoquant une impulsion pour arrêter le moteur. En fin de course, le pointeau agit sur une vanne créant une impulsion pneumatique, transformée en impulsion électrique vers l'armoire de commande de la soudure. Les électrodes se mettent en pression, soudent et s'écartent. La soudure étant terminée, l'armoire électrique crée une impulsion transformée en impulsion pneumatique pour dégager le pointeau du gabarit et démarrer le moteur. Le pointeau est ramené automatiquement contre la latte du gabarit, et le cycle recommence.

- La fig. 1 de l'annexe 14 nous indique comment on peut obtenir un mouvement de va-et-vient d'une table de rectifieuse d'outillage. L'utilisation de quelques appareils pneumatiques supprime une commande manuelle très fatigante.

Dans les usines où le transport intérieur est intensif, les portes constituent toujours une source d'ennuis. Un ouvre-porte pneumatique résout toutes les difficultés. La commande s'effectue soit par bouton poussoir, soit par contact de seuil, soit par cellule photo-électrique. Une brève impulsion suffit à ouvrir rapidement la porte, dont les mouvements sont amortis par des tampons pneumatiques. Dans le cas de la fig. 2 de l'annexe 14, l'ouverture de la porte s'effectue par bouton-poussoir sur porte ou à distance, la fermeture est automatique; sauf pour la commande à distance où il y a lieu d'agir sur le bouton adéquat.

- L'assemblage et le collage en menuiserie peut être rendu plus aisé grâce à l'utilisation d'un jeu de vérins comme représenté à la fig. 1 de l'annexe 15.

L'ensemble à coller étant placé sur la table, au contact des butées réglables préalablement positionnées, la sortie des tiges des vérins obtenue par la manoeuvre des robinets, provoque le serrage demandé.

- La fig. 1 de l'annexe 16 est relative à la mécanisation de l'approvisionnement d'une machine à bois.

Les pièces à travailler, placées dans un magasin, sont amenées

successivement et automatiquement jusqu'à leur engagement dans le système d'entraînement de la machine.

Dès l'ouverture du robinet B, la vanne F2 maintenue ouverte par la pédale G, pilote le distributeur E qui provoque la rentrée de la tige du vérin A, à une vitesse dépendant du réglage du clapet différentiel D2.

Le poussoir H solidaire de la tige du vérin, entraîne une pièce à usiner jusqu'à son engagement dans la machine.

Le passage de la pièce sur la pédale G efface celle-ci et provoque la fermeture de la vanne F2, tandis que le talon (a) du poussoir H ouvre la vanne F1. Le pilotage du distributeur E est inversé, ce qui entraîne la sortie de la tige du vérin A à une vitesse dépendant du réglage du clapet différentiel D1.

Quand la pièce, en cours d'usinage, aura libéré la pédale G, celle-ci provoquera une nouvelle ouverture de la vanne F2, et le cycle recommence.

Pour arrêter le fonctionnement, il suffit de fermer le robinet d'isolement B.

b) Les outils doivent être combinés chaque fois que possible.

Il est généralement plus rapide de retourner un petit outil que de poser un outil et d'en saisir un autre.

Il existe de nombreux exemples d'outils combinés : marteau à enfoncer et arracher les clous, clé à deux bouts, crayon et gomme, combiné du téléphone ...

c) Les outils et les appareils doivent être prépositionnés chaque fois que possible.

Prépositionner signifie placer un objet à un emplacement déterminé de telle sorte que, lorsqu'on veut l'utiliser, on puisse le saisir immédiatement dans la bonne position d'utilisation. Pour prépositionner les outils, on peut utiliser un support pouvant avoir la forme d'une douille, d'un crochet ou d'une potence, dans lequel ou sur lequel sera reposé après emploi et y conservera la même position, jusqu'à sa prochaine utilisation. L'outil est toujours remplacé au même endroit.

Il y a d'innombrables dispositifs qui servent à prépositionner les outils et le matériel.

La fig. 1 annexe 17 représente un support en entonnoir incliné par rapport à la surface de travail. Le support de la fig. 2 permet de laisser tomber le tournevis en place dans une fourche recourbée.

Le support de la fig. 3 a la forme d'un pantographe. Le bras

14.

tourne horizontalement autour de l'axe vertical.

Le tournevis de la fig. 4 est suspendu au-dessus du poste de travail, un ressort intérieur dans le bras vertical ramène le tournevis vers le haut après usage.

L'annexe 18 donne le résultat d'une étude relative au temps nécessaire pour utiliser un tournevis, suivant qu'il est complètement ou partiellement prépositionné, ou encore qu'il repose à plat sur la table.

d) Les poignées doivent permettre la plus grande surface de contact possible.

La forme d'un manche d'outil varie avec la destination de l'outil. Cette forme est fonction de la grandeur de l'effort à déployer, de la précision requise pour les gestes, de l'obligation d'éviter une crispation. Un point qui est toujours valable, c'est que le manche doit être léger (à moins qu'il ne soit pas porté par la main, mais seulement saisi et tiré par elle, cas d'un levier de machine-outils).

Pour les manches d'outils tels que limes, tournevis, ... transmettant des efforts appréciables, rechercher une surface non glissante et réalisant un large contact avec l'intérieur de la main et les doigts. Ainsi on diminue la pression et on ne risque pas de meurtrir la peau.

Une poignée simple et souvent très efficace est constituée par un cylindre en bois de 30 à 35 mm. de diamètre, et 120 à 150 mm. de longueur, coiffé d'une calotte hémisphérique; un diamètre inférieur à 18 - 20 mm. donne de moins bons résultats. S'il s'agit d'imprimer une rotation (gros tournevis), le manche peut porter des pans pour faciliter la prise et l'entraînement.

En ce qui concerne les travaux légers, on constate que beaucoup d'opérateurs utilisent un tournevis trop gros. L'expérience montre qu'il faut employer un tournevis court, d'un petit diamètre près de la lame avec un repose-index tournant. La poignée sera d'un grand diamètre à l'extrémité et sera complètement moletée de la virole à l'extrémité. En appliquant l'index sur le repose-index et en serrant la partie mince de la poignée entre le pouce et le majeur, on tourne rapidement le tournevis. En utilisant la partie large de la poignée on peut guider facilement la vis. L'utilisation d'un tel mouvement augmente la production de 15 à 25 %.

Le tournevis spirale avec retour rapide est très utile dans les travaux légers et moyens. De nombreux systèmes très simples peuvent y être adjoints, qui permettent de saisir les têtes de vis de différents types et de les maintenir pour les présenter dans leur trou.

Mentionnons encore la vis Philips, autocentrante, avec sa tête creusée en croix, et son tournevis spécial.

e) Les leviers, cabestans et volants, doivent permettre leur manœuvre avec le moindre changement de posture et avec le rendement mécanique maximal.

Les constructeurs de machines-outils ont compris qu'il était possible de construire des machines accomplissant au mieux leurs fonctions, tout en étant faciles à conduire.

Tant que la machine n'est pas entièrement automatique, la production obtenue dépend, pour une part, de l'allure de l'opérateur. Plus la machine est facile à conduire, plus grande probablement sera la production.

Il est bien connu que les leviers peuvent être actionnés plus facilement dans certaines positions et à certaines hauteurs. Une étude très complète a été effectuée pour déterminer le degré d'efficacité des leviers, cabestans et volants dans les plans verticaux et horizontaux, et à trois hauteurs différentes au-dessus du sol. Les résultats de ces études sont repris aux annexes 19, 20 et 21.

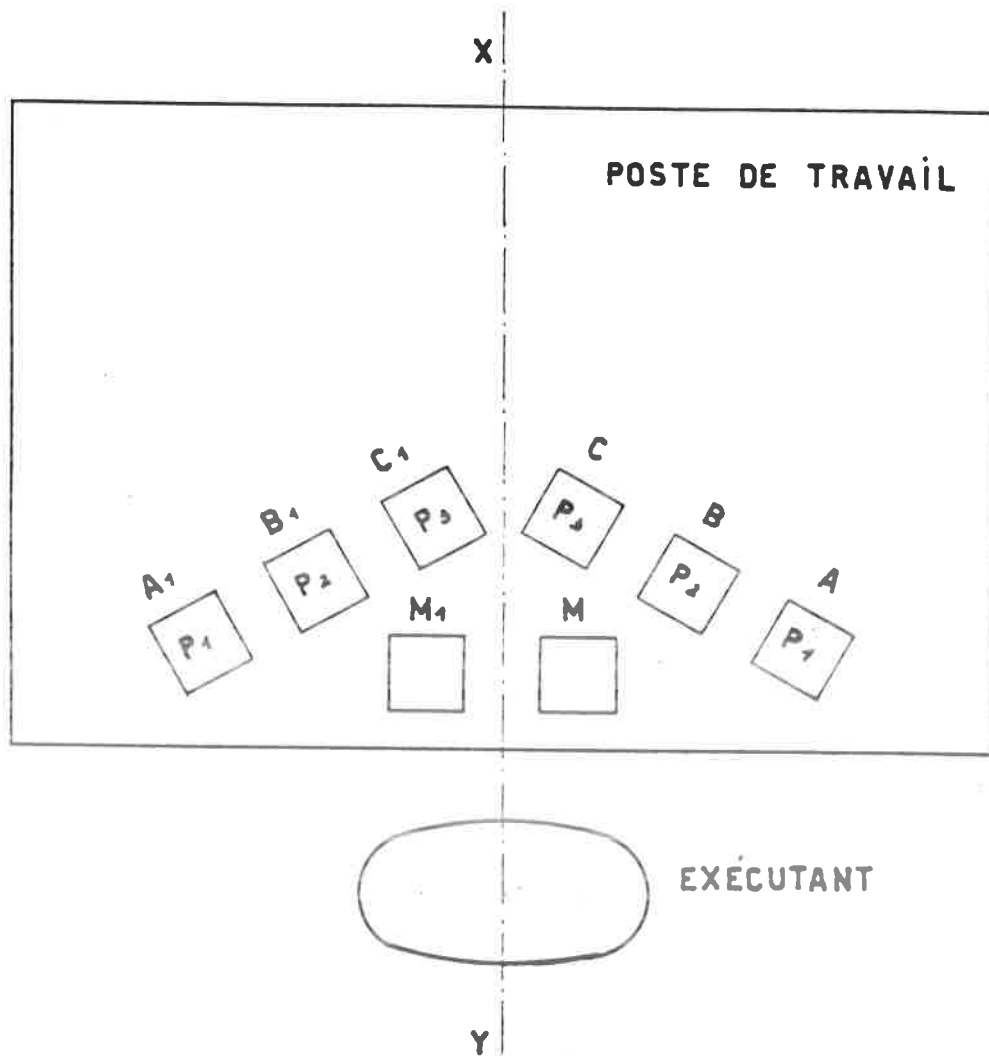


FIG. 1

(B). 200885. (L. 62 (100))

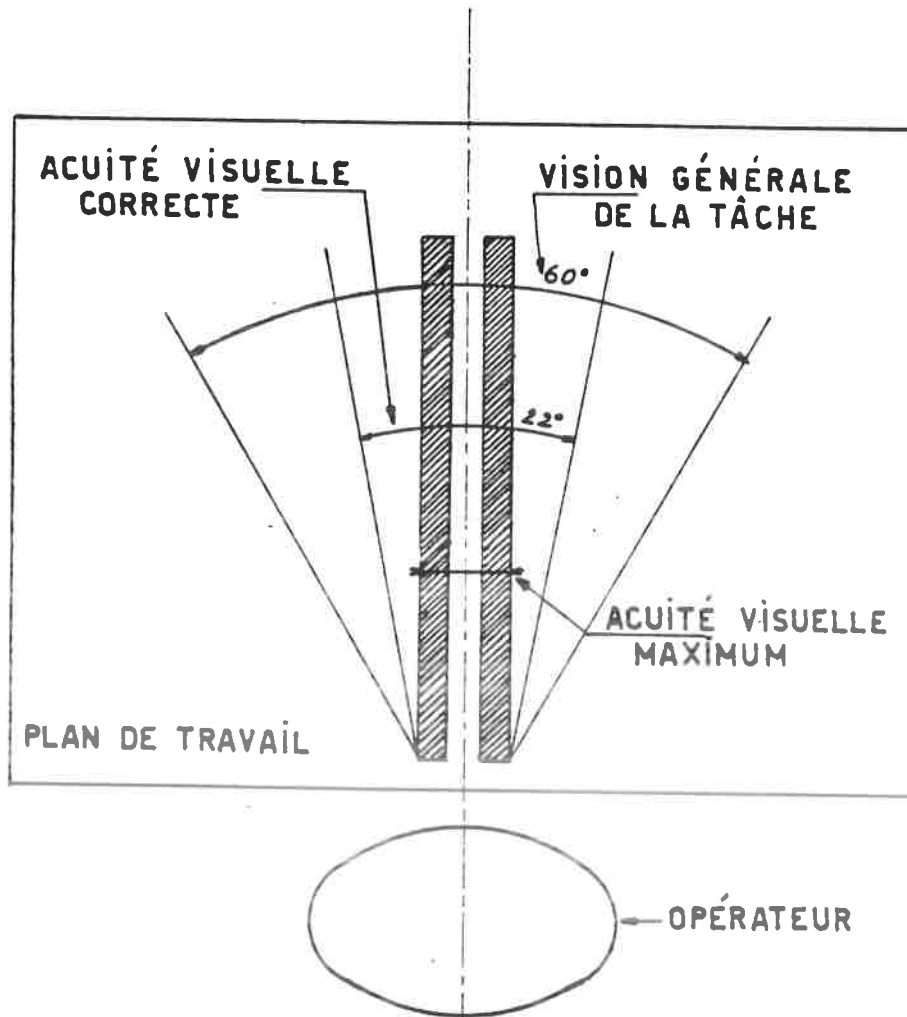


FIG. 1

TABLEAU DES MOUVEMENTS SIMULTANÉS

Mouvements des bras	Déplacer (à vide ou en charge) Tourner	Saisir	Positionner	Désengager	Lâcher
Déplacer (à vide ou en charge) Tourner					
Saisir					
Positionner					
Désengager					
Lâcher					

LÉGENDE



Mouvements faciles à accomplir simultanément

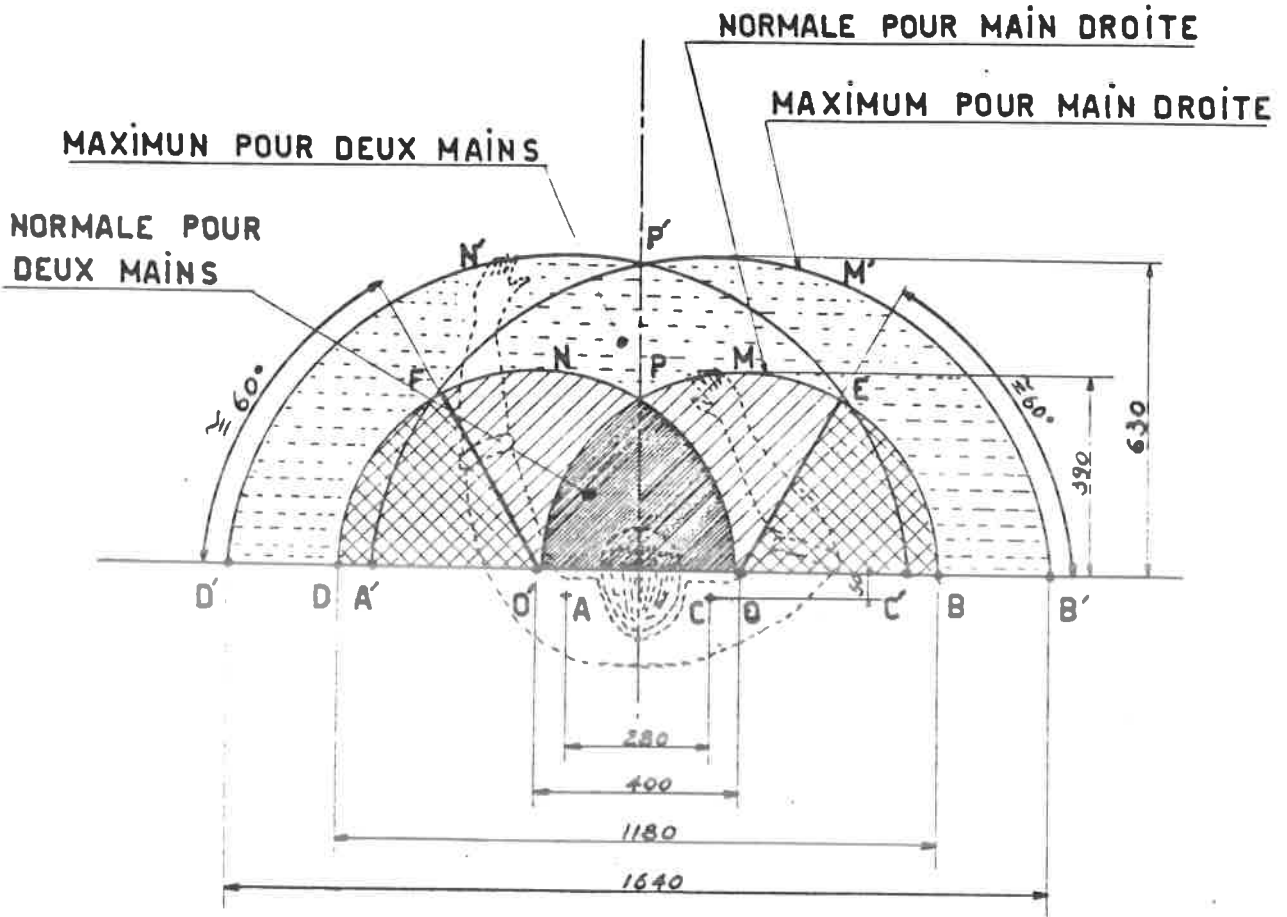


Mouvements peu faciles, sauf dans le champ de vision et après entraînement



Mouvements rarement simultanés

AIRES NORMALES ET MAXIMA



ZÔNES DE TRAVAIL DANS DES PLANS VERTICAUX

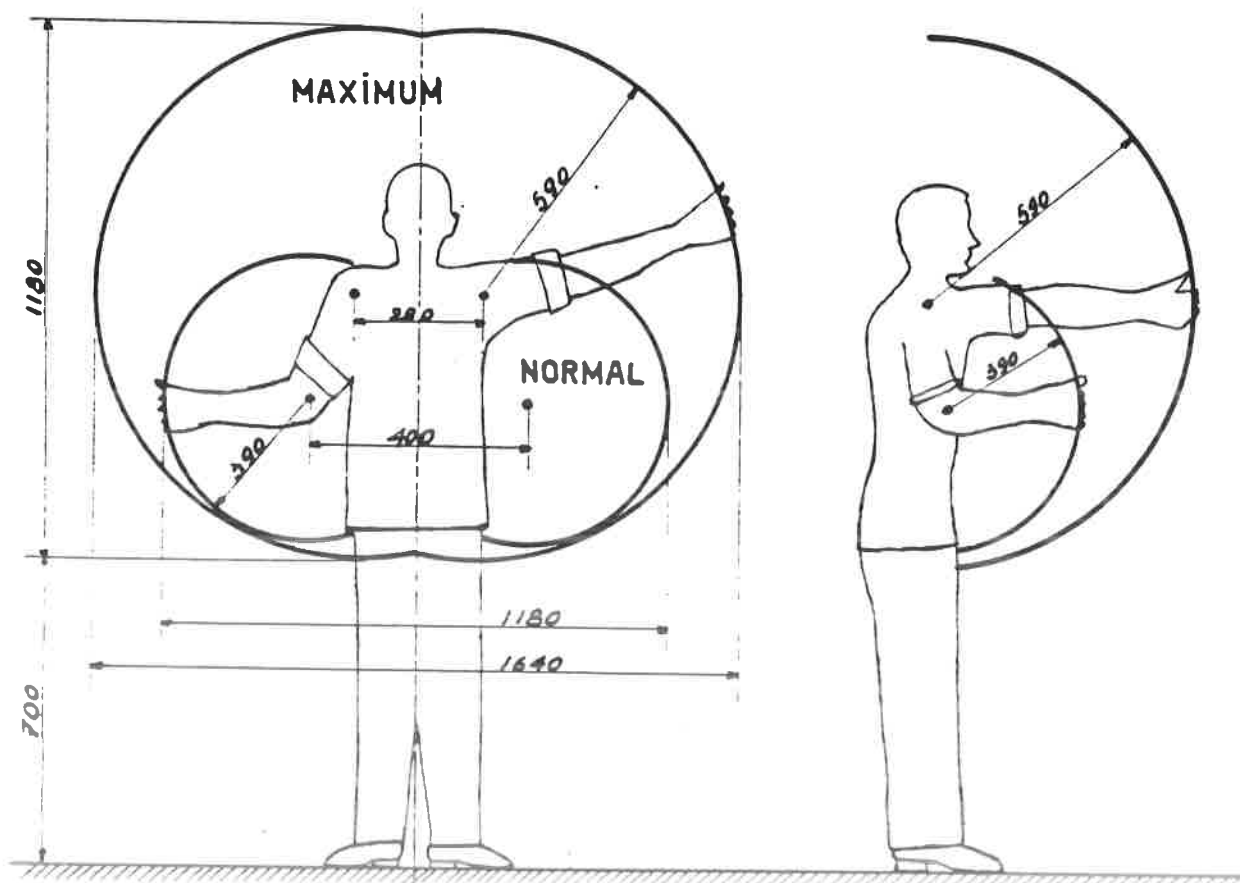


FIG. 1

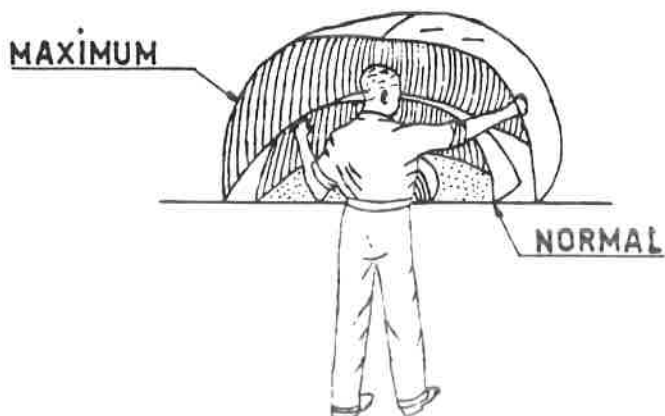


FIG. 2

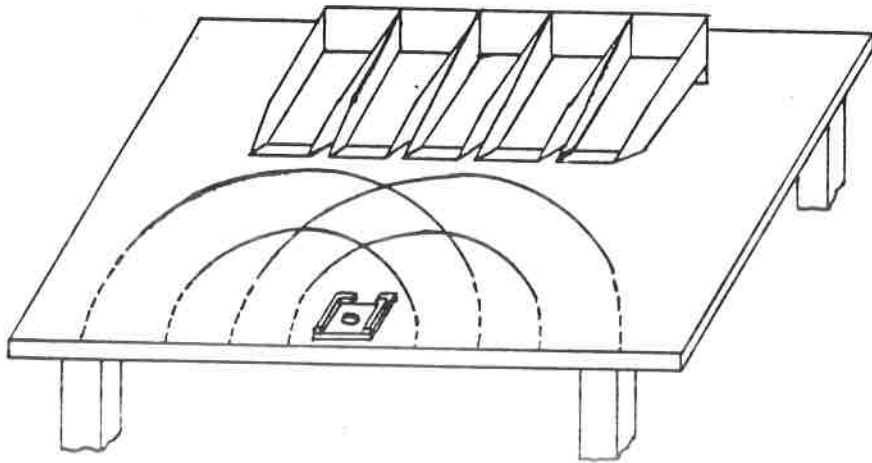


FIG. 1

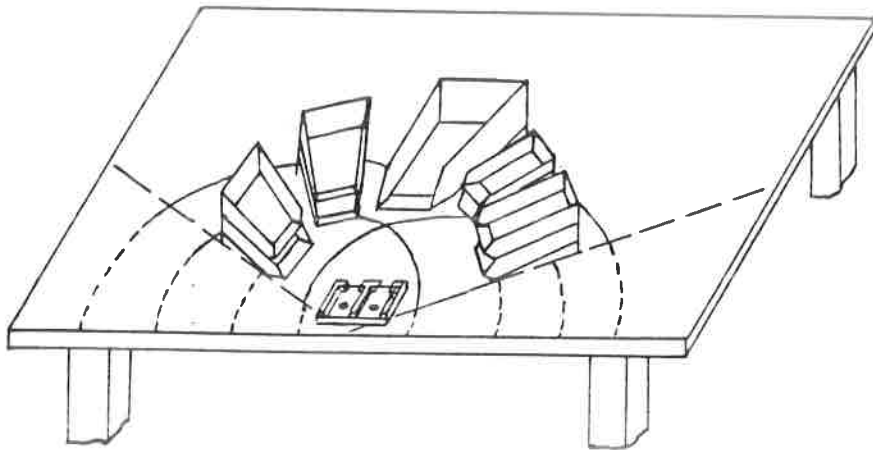


FIG. 2

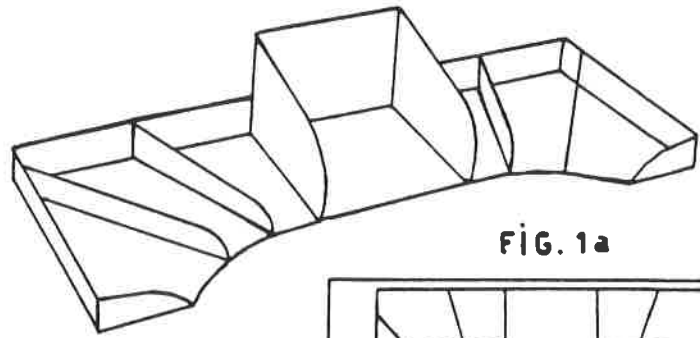


FIG. 1a

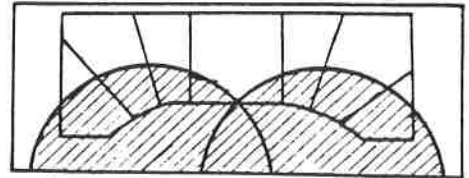


FIG. 1b

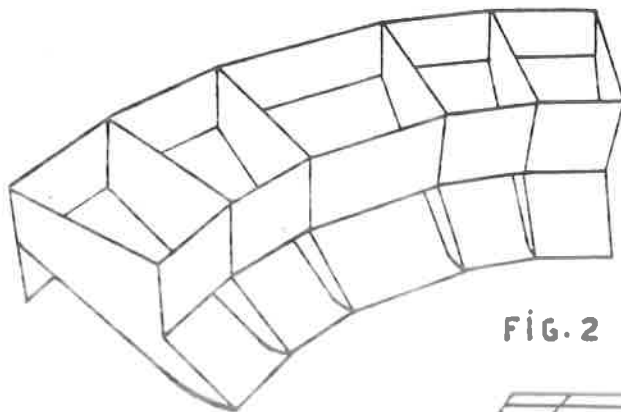


FIG. 2

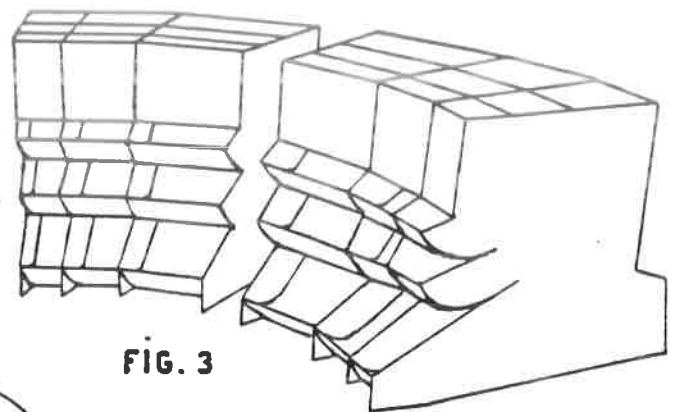


FIG. 3

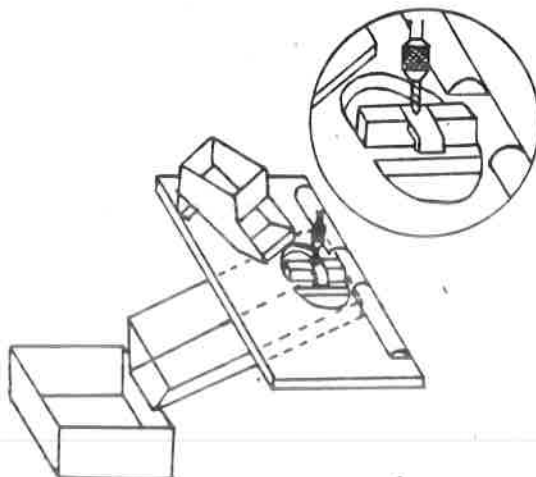
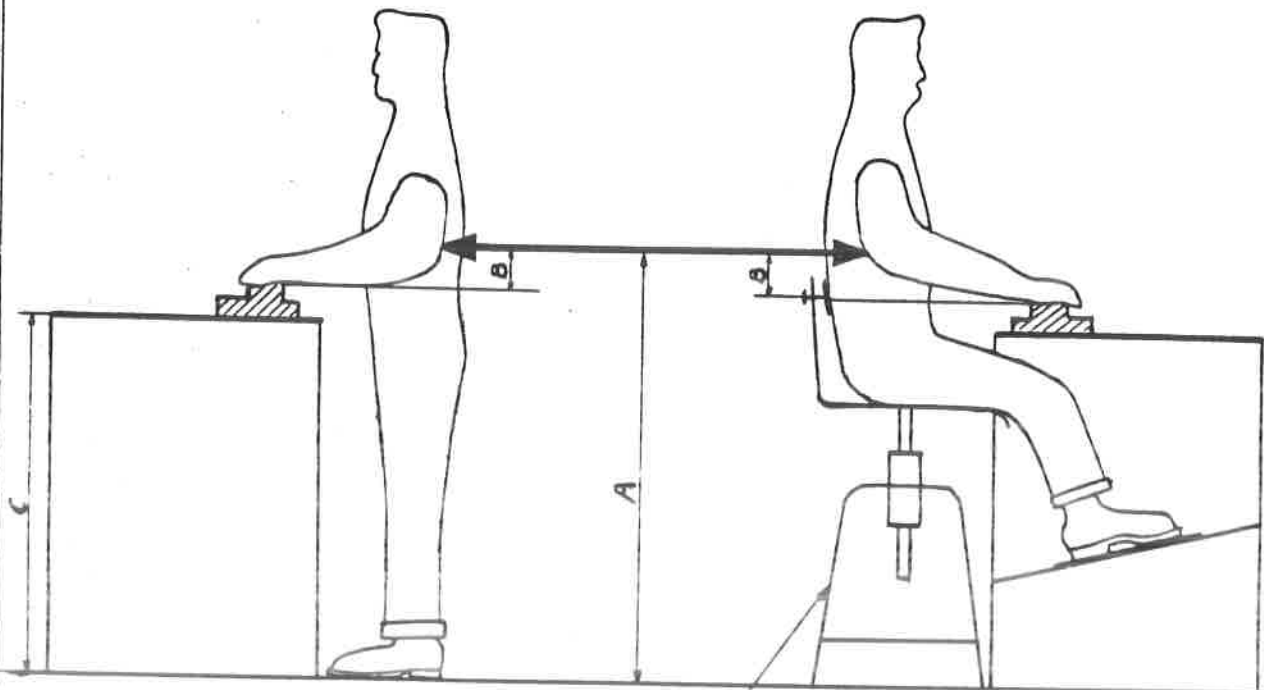


FIG. 4



SIÈGE RÉGLABLE EN HAUTEUR

A { MASCULIN DE 100 Á 105 cm
FÉMININ DE 95 Á 100 cm

B _ DE 2 Á 7 cm

C { MASCULIN DE 93 Á 103 cm
FÉMININ DE 88 Á 98 cm

FIG. 1

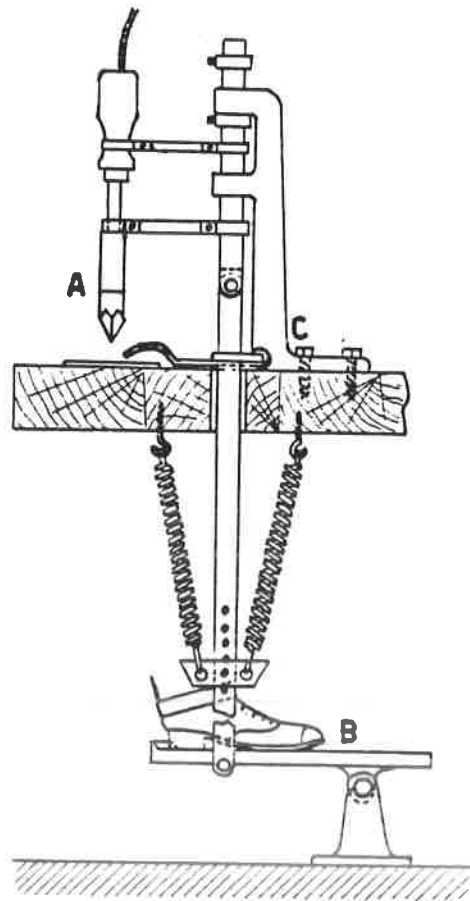


FIG. 1

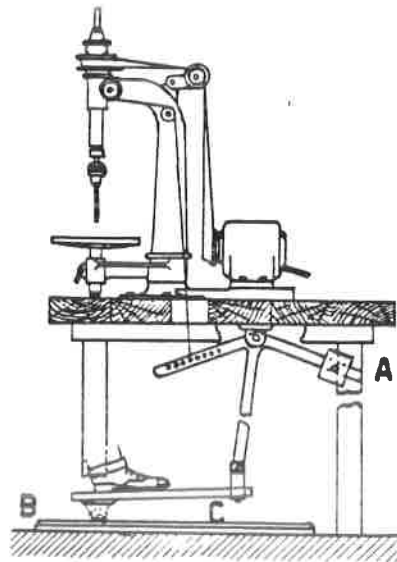


FIG. 2

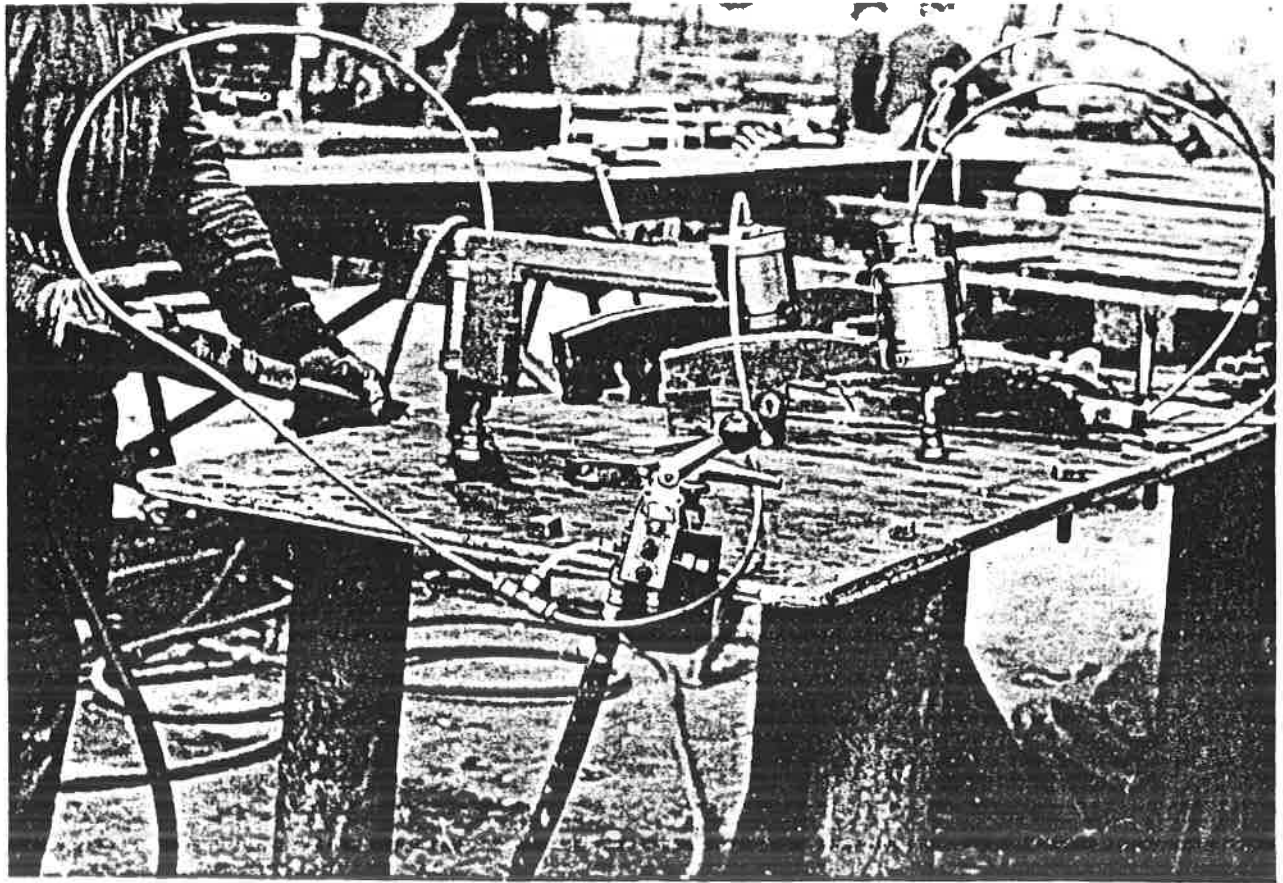


FIG. 1

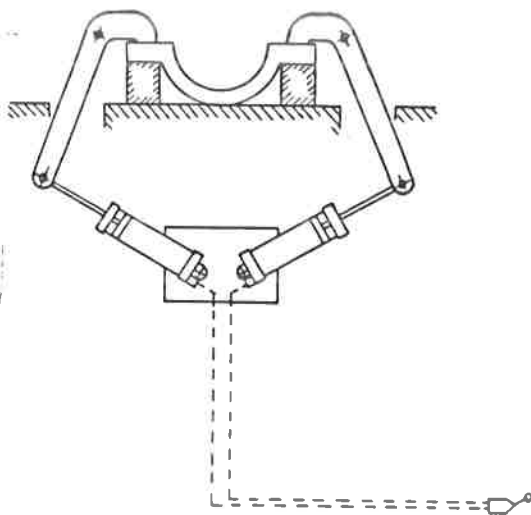


FIG. 2

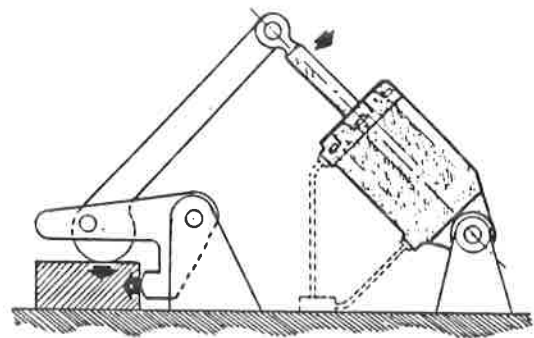


FIG. 3

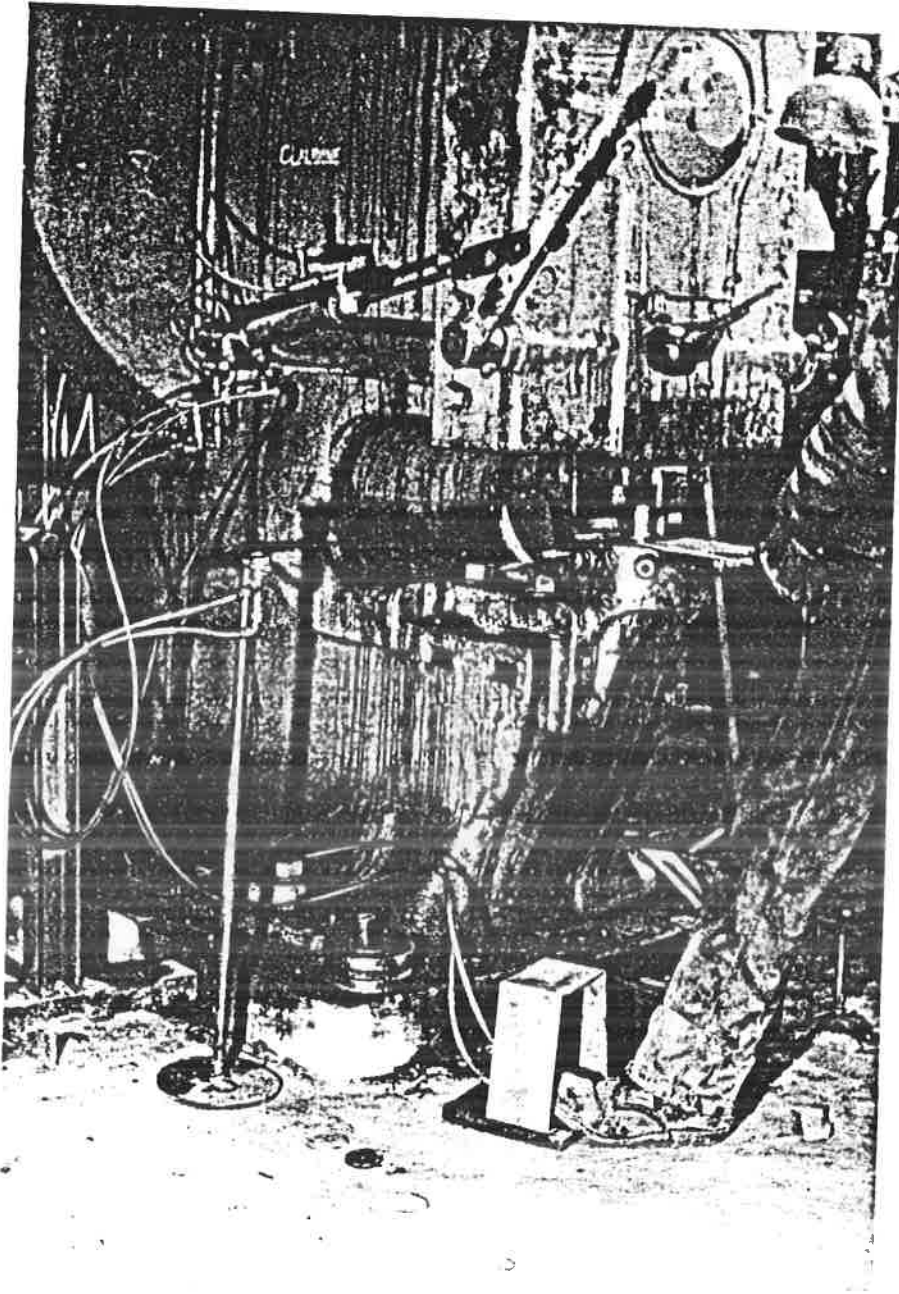


FIG. 1

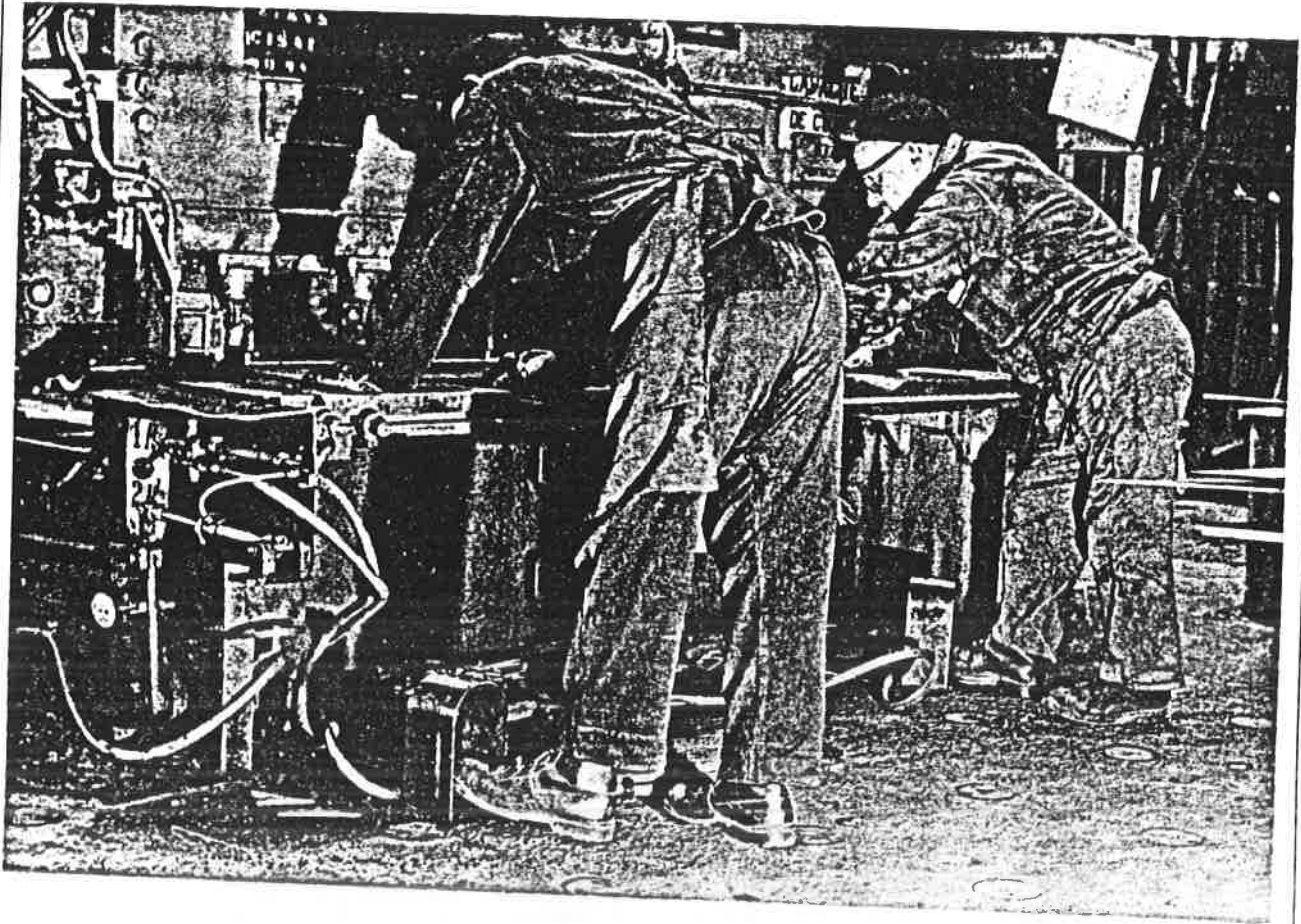


FIG. 1

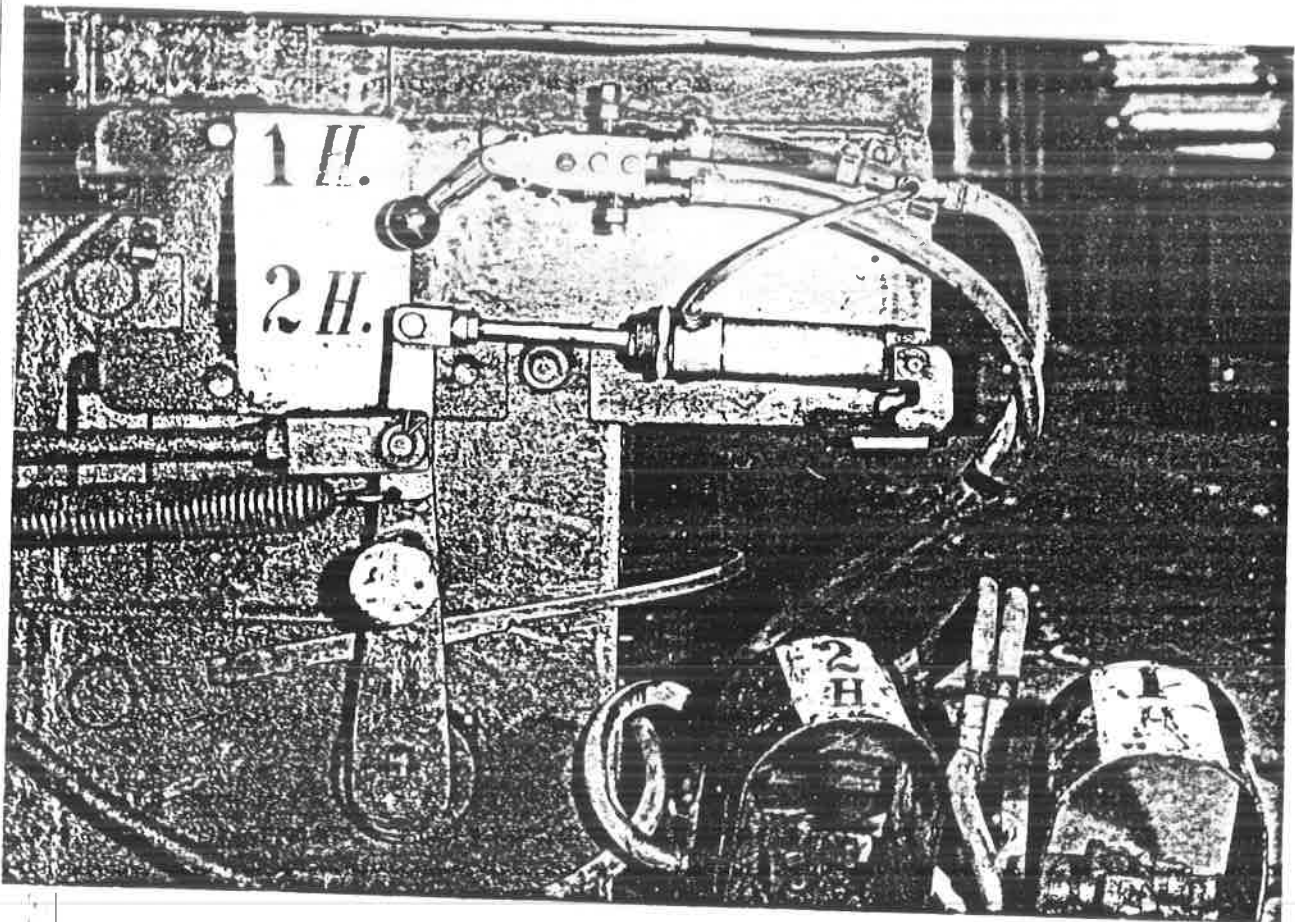


FIG. 2

Cours 1229
12^e - 15^e leçons

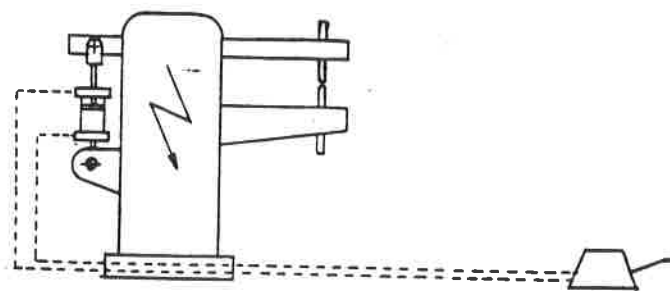


FIG.1

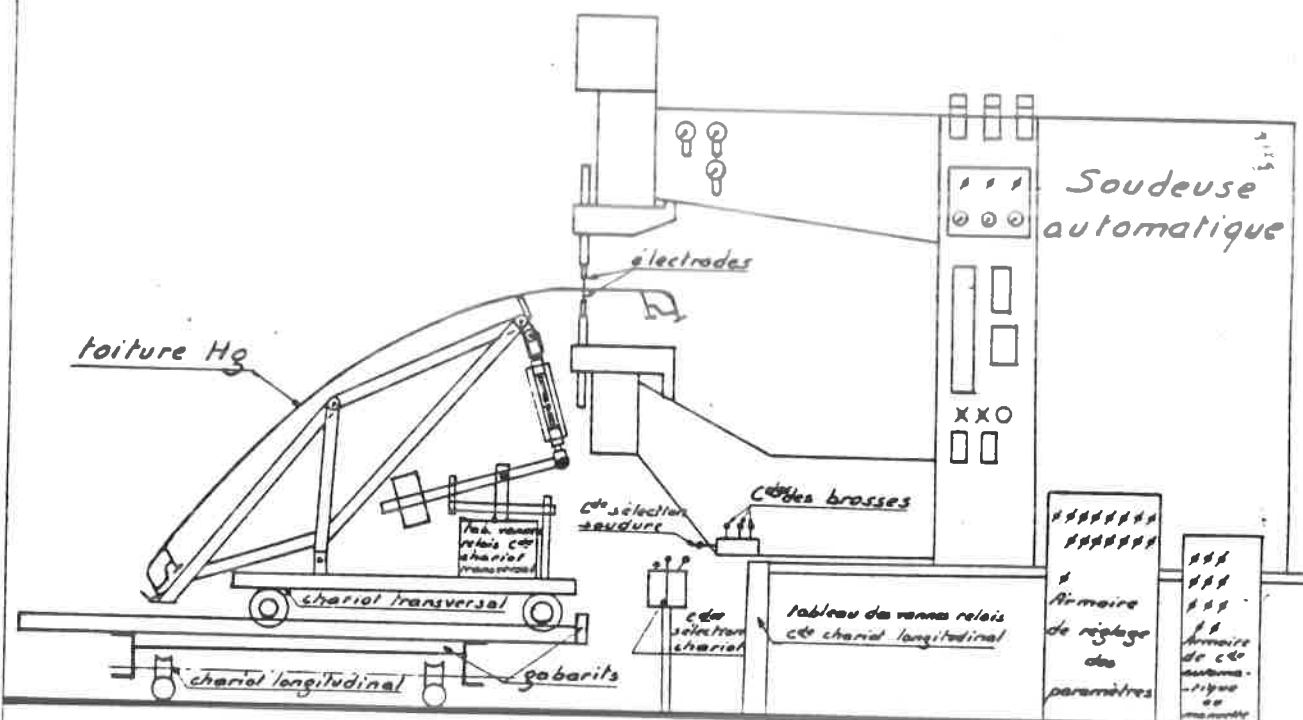


FIG.2

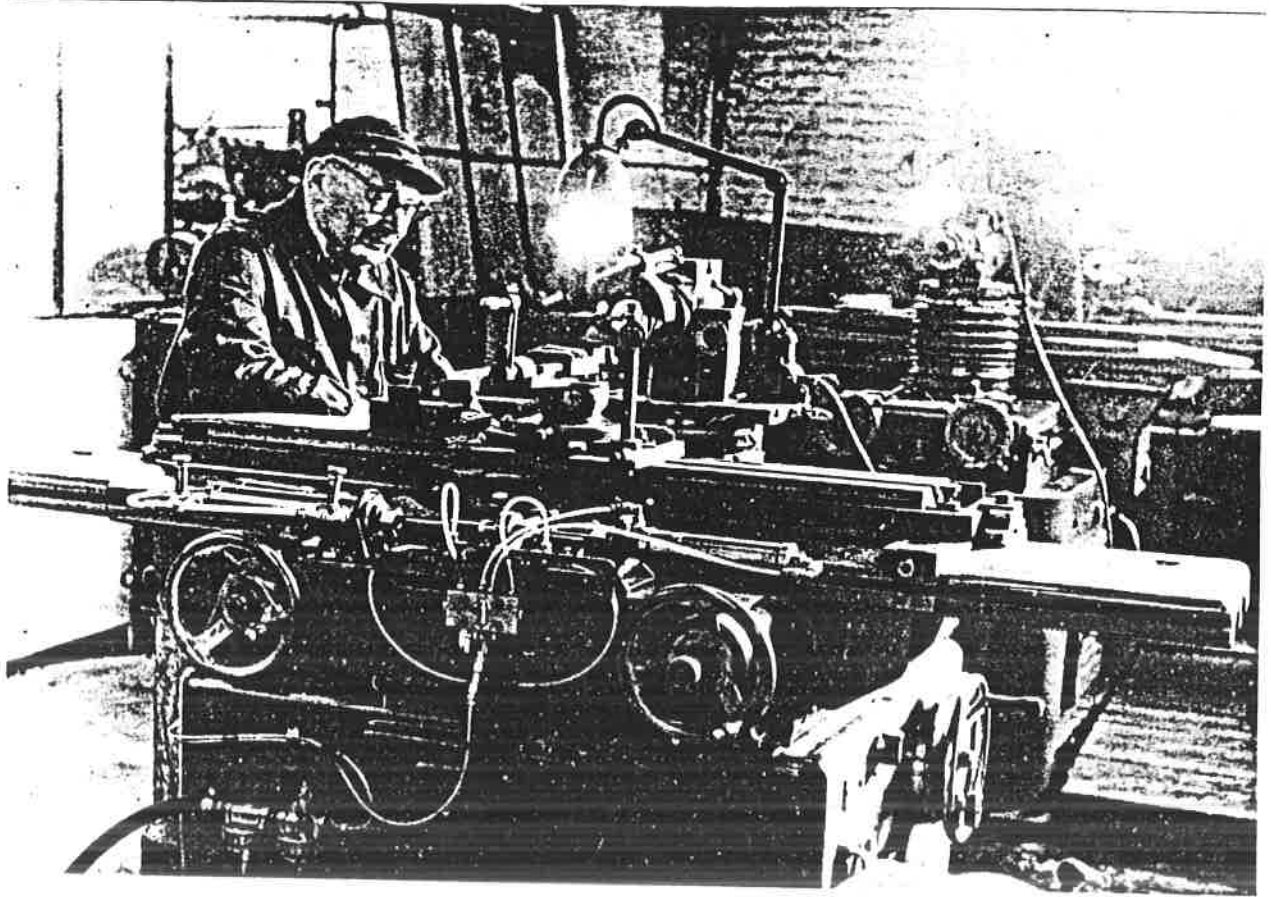


FIG. 1

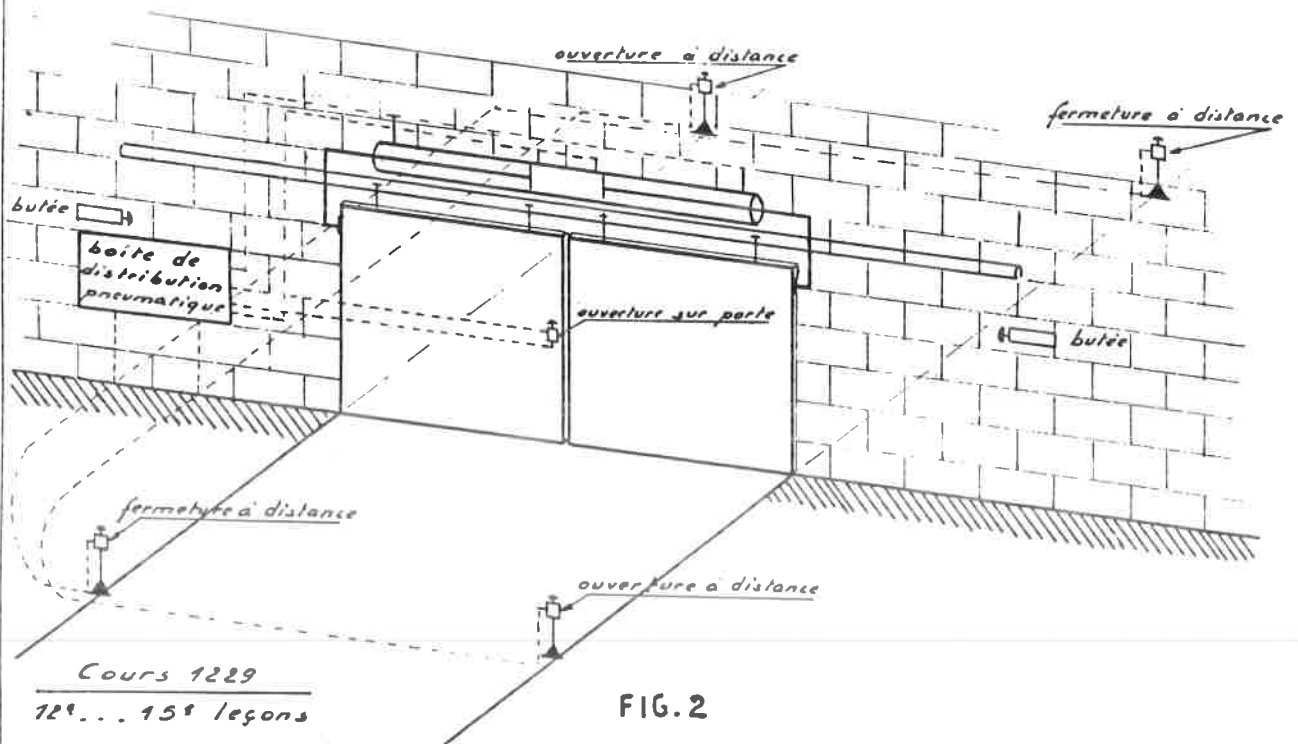
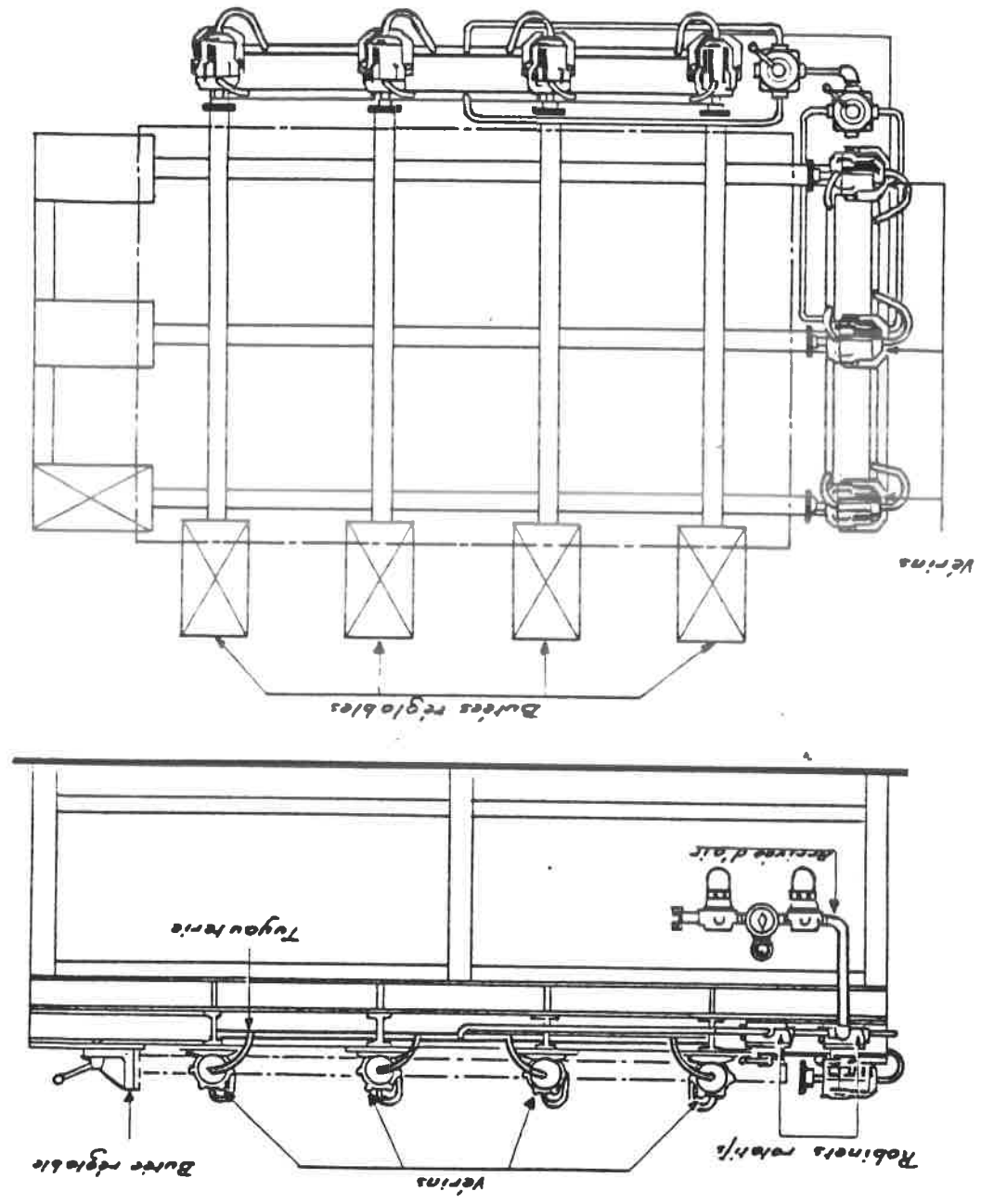
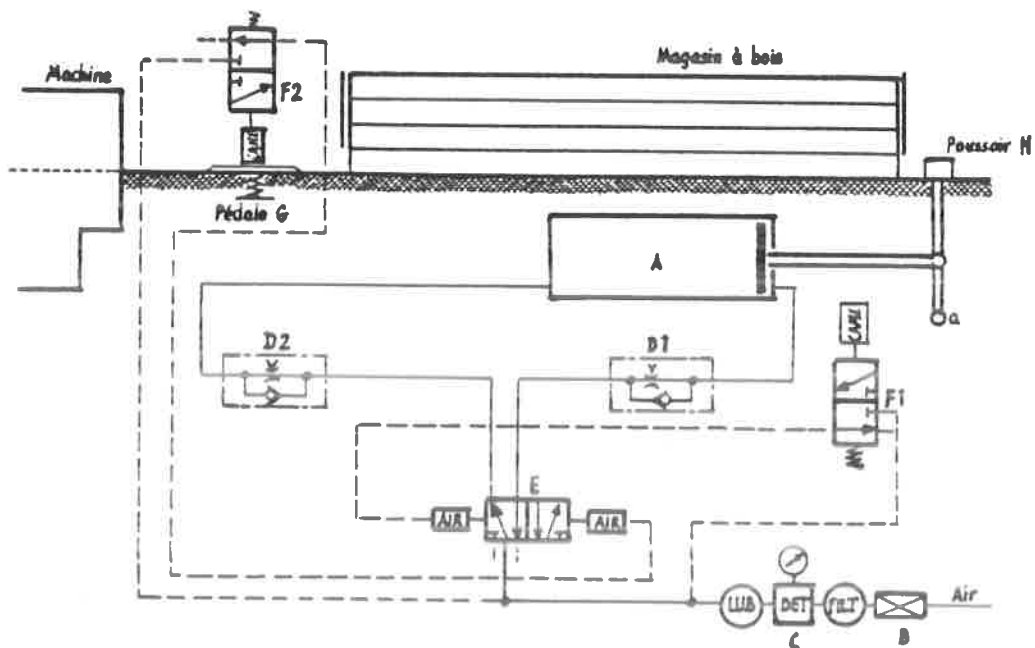


FIG. 2

FIG. 1





- A = vérin d'entraînement des pièces de bois*
- B = robinet d'isolement de l'installation*
- C = ensemble filtre - détendeur - graisseur*
- D1, D2 = clapets différentiels*
- E = distributeur à 4 voies à commande pneumatique*
- F1, F2 = vanes mécaniques à 3 voies*

FIG. 1

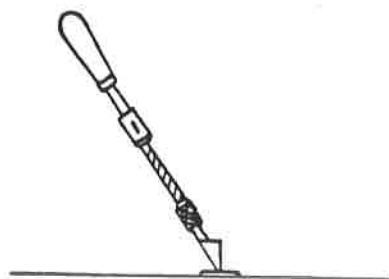


FIG. 1

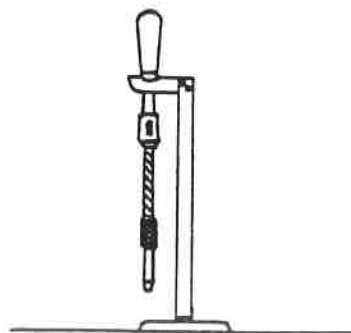


FIG. 2

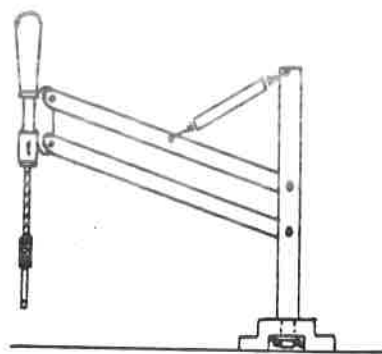


FIG. 3

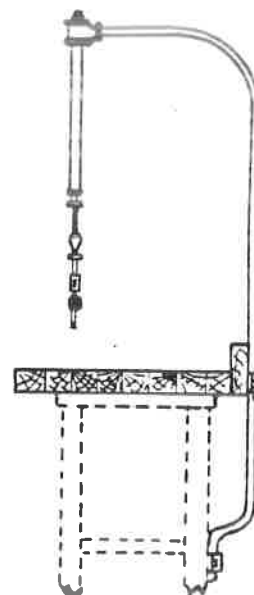
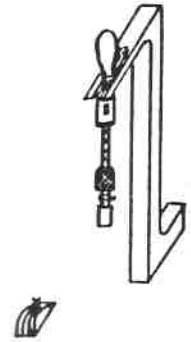


FIG. 4

TRAVAIL AU TOURNEVIS
AVEC DES DEGRÉS DIVERS
DE PRÉPOSITIONNEMENT



*Tournevis
complètement
prépositionné*

*Tournevis
partiellement
prépositionné*

*Tournevis
non
prépositionné*

<p><u>USAGE DU TOURNEVIS</u> <i>Temps pour saisir le tournevis, le transporter vers la vis, posi- tionner et assembler, faire tourner vers le bas le tournevis d'un centimètre, ôter le tour- nevis et le reposer</i></p>	<p><i>Temps en dmh</i></p>	7	8,5	10
	<p><i>% (100% = le temps le plus court)</i></p>	100	121	143

ETUDE DES LEVIERS.

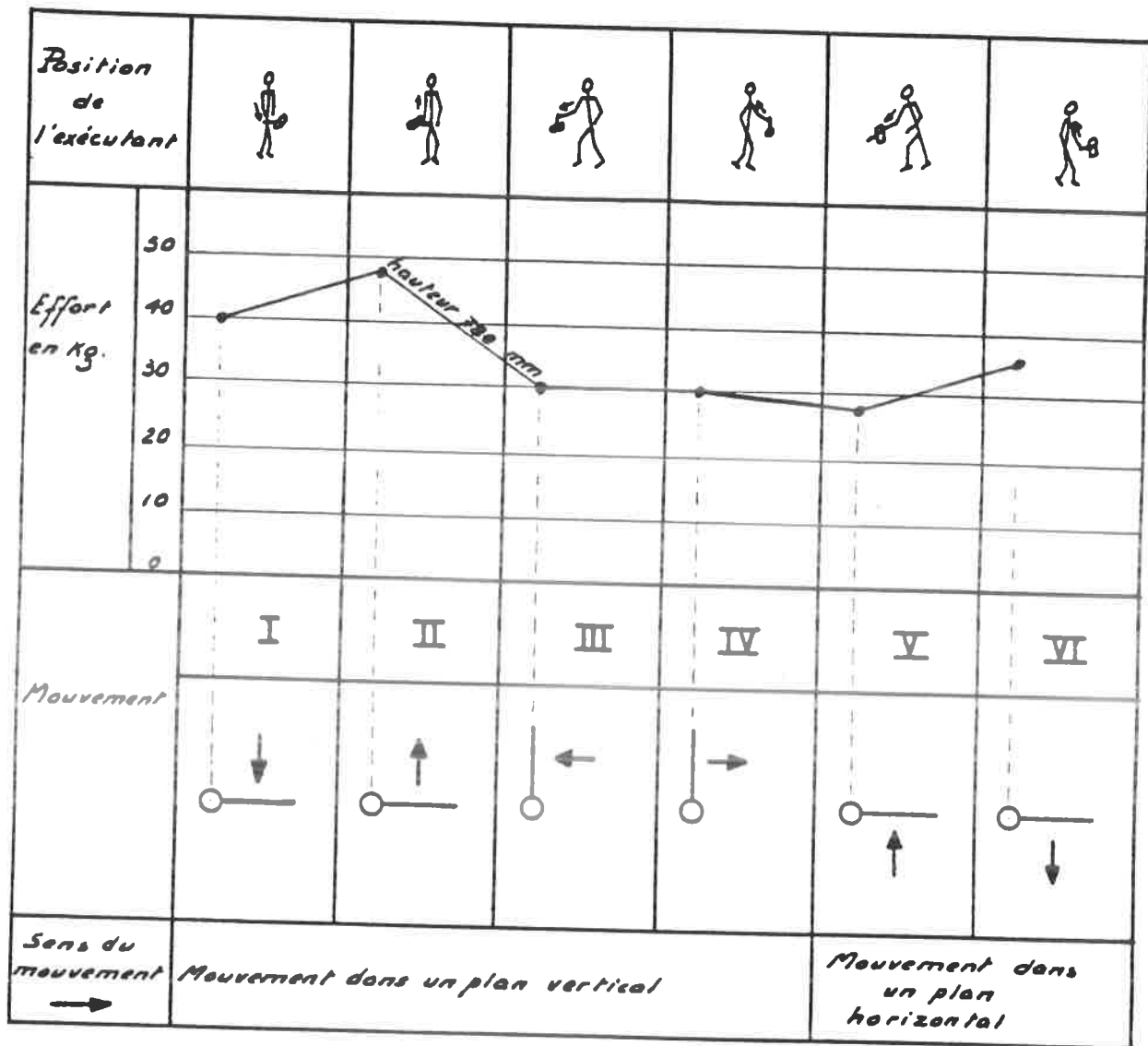
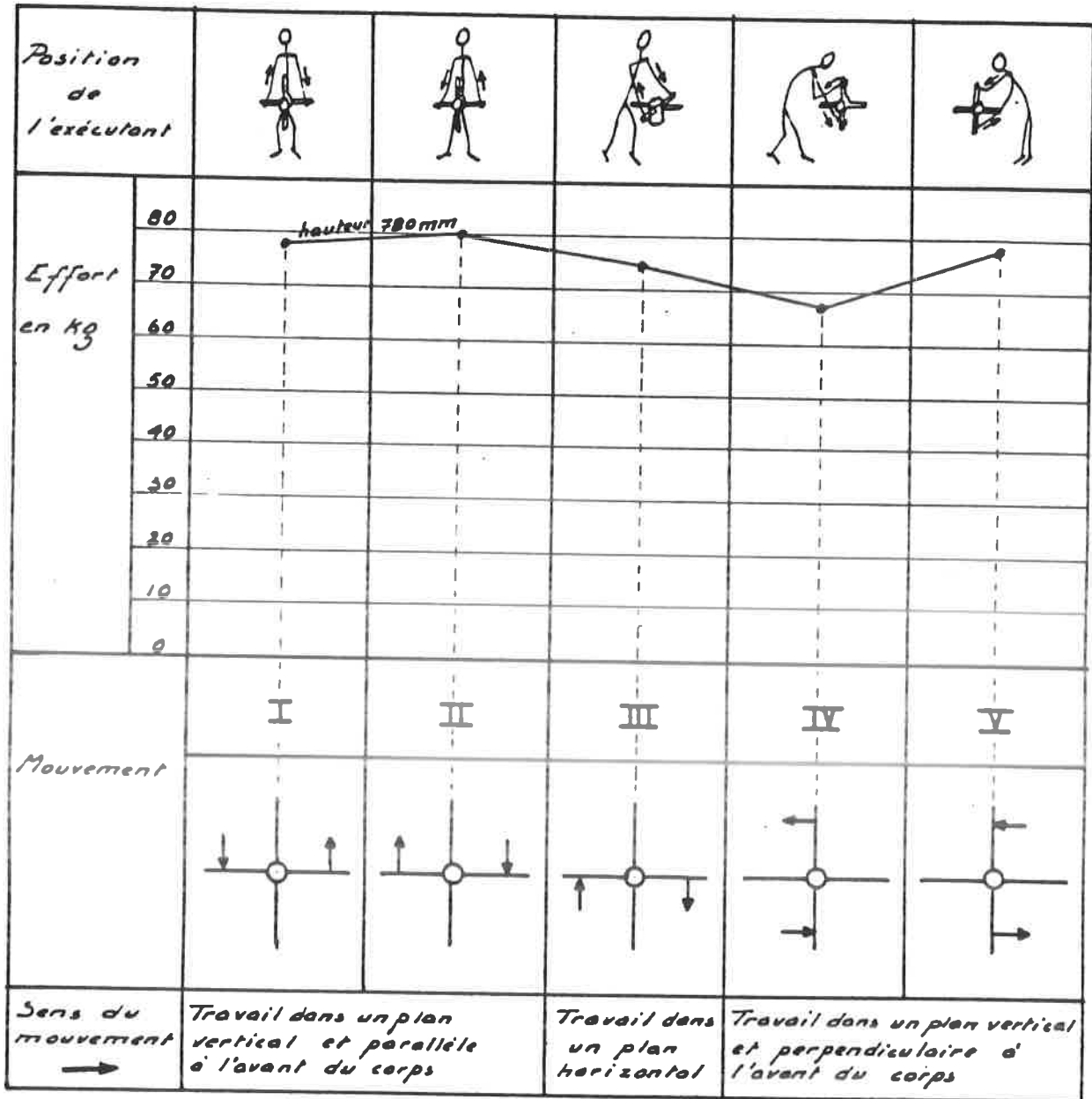


FIG 1

ETUDE DES CABESTANS



3.- Les facteurs d'ambiance.

3.1. Généralités.

L'étude systématique de l'environnement du poste de travail est d'origine relativement récente et n'est pas encore très développée. Son importance est pourtant considérable, car si l'homme possède un grand pouvoir d'adaptation, ceci ne va pas sans dépense d'énergie. Le climat de l'atelier agit à la fois sur son physique (fatigue musculaire et nerveuse) et sur son moral (irritabilité, ennui).

Améliorer ce climat, c'est obtenir à la fois une augmentation de rendement, une diminution de l'absentéisme et une régression de la fréquence des accidents.

Mais l'étude des facteurs d'ambiance est du ressort des spécialistes. Aussi nous contenterons-nous d'évoquer brièvement les conséquences des plus importants d'entre eux : bruits, température et aération, lumière, couleur et d'indiquer les principes d'amélioration.

3.2. Les bruits industriels.

L'atelier moderne est toujours bruyant et l'ouvrier ne semble pas en ressentir une gêne importante. Pourtant les conséquences des bruits industriels sont graves et se traduisent à plus ou moins longue échéance, par une nervosité croissante, entraînant des maladies sérieuses et des demi-surdités qui, d'abord temporaires, deviennent très vite définitives (surdité des pontonniers, des riveteurs, des forgerons).

D'autres facteurs interviennent encore pour accroître la nocivité relative des bruits :

- la soudaineté provoquant la surprise,
- la fréquence du son (les sons aigus sont plus dangereux que les sons graves).

La lutte contre le bruit peut porter :

- sur la machine elle-même : bon équilibrage, engrenages souples, suspension par "silentbloc", carters insonorisés;
- sur son support ou sa fixation au sol : tapis isolants, montage sur amortisseurs, fondations antivibratiles;
- sur les parois des locaux bruyants :
 - parois lourdes ou multiples emprisonnant un matelas d'air ou un matériau poreux (soie de verre, liège);
 - tentures-rideaux, revêtement des murs ou des plafonds avec des matériaux spéciaux évitant la réflexion des ondes sonores;
 - portes matelassées, portes^e caoutchouc;
 - fenêtres doubles;
- enfin l'ouvrier peut être protégé individuellement (protecteur d'oreilles).

2.

3.3. La climatisation.

La température des locaux varie énormément suivant le type de travail qu'on y exécute :

- de 10 à 12° pour les travaux de force,
- de 17 à 18° pour les travaux administratifs.

Le chauffage doit être uniforme, ne pas soulever de poussière, ne pas dégager des gaz nocifs ni provoquer des courants froids. Il ne doit pas dessécher l'air, car, l'état hygrométrique de l'atmosphère joue également un rôle important.

L'air doit être renouvelé de 6 fois par heure à 10 fois, suivant l'activité déployée par le personnel.

3.4. L'éclairage.

La quantité et la qualité de la lumière, son adaptation au travail à effectuer ont une grosse influence sur la production car elles accroissent toutes les qualités visuelles : acuité, rapidité de vision et d'accommodation, continuité de la vision.

Un éclairage bien étudié rend donc, dans de très notables proportions, le travail plus rapide et plus précis, diminue la fatigue de l'ouvrier, ménage sa vue et évite de nombreux accidents.

Les qualités d'un bon éclairage sont :

1°. L'intensité suffisante.

Par exemple :

Industrie	Lux	Industrie	Lux
Magasinage, emballage et expédition	70 à 100	<u>Forges.</u>	
Echantillonnage et contrôle de couleur	2000	Grosses pièces	70
<u>Ateliers de mécanique :</u>		Pièces moyennes et petites	100
Travail de grosses pièces	100	<u>Travail du bois et menuiserie.</u>	
Travail de pièces moyennes	200 à 300	Sciage	70
Travaux fins, rectific. de petites pièces	300 à 500	Travail à la machine, collage	150
Vérific. et contrôle des pièces	500 à 2000	<u>Ateliers de peinture.</u>	
		Peinture à la main ou au pistolet	200
		Vernissage soigné	300
		<u>Ateliers d'horlogerie.</u>	500 à 1000

Industrie	Lux	Industrie	Lux
<u>Imprimerie.</u>		<u>Magasins de vente.</u>	
Moulage, presses	150	Eclairage de circulation	100
Lecture des épreuves, lithographie	500	pour les comptoirs vitrines, présentation	300 à 500 500 à 1000
Composition, linotypie	200	<u>Ecoles.</u>	
<u>Laboratoires.</u>	300	Couloirs, lavabos, réfectoires, dortoirs	70
<u>Travaux de couture</u>		Salles de classes ou d'études:	
sur teintes claires	200 à 300	sur les pupitres	150
" " foncées	300 à 1000	sur le tableau noir	300
<u>Bureaux.</u>		salles de dessin	200
Circulation, salles d'attente, lavabos	70	salles de couture	200
Travail ordinaire de bureau	150	<u>Garages d'automobiles.</u>	
salles de dessin, machines comptables	300	Garage	70
		Atelier de réparation	200

2°. Sa répartition et sa constance.

La lumière provenant d'un grand nombre de sources stables, doit être répartie pour créer, selon l'expression des éclairagistes, un "bain de lumière".

Les ombres doivent être atténuées pour éviter des contrastes violents, mais non complètement supprimées pour conserver l'impression de relief.

On distingue l'éclairage général qui répartit la lumière dans l'ensemble de l'atelier et l'éclairage localisé pour certains travaux.

3°. Le non éblouissement.

Les lampes doivent être dissimulées à la vision directe car l'éblouissement trouble la vue, provoque une fatigue nerveuse importante et finalement une grande lassitude générale. L'éblouissement est aussi une cause fréquente d'accident.

Notons que l'éblouissement peut être indirect et provenir de la réflexion de la lumière sur une surface brillante.

4.

3.5. La couleur dans l'industrie.

3.5.1. La couleur fonctionnelle.

Intimement lié à celui de la lumière, le problème de la couleur demande à être étudié par des spécialistes, chaque cas réclamant des solutions particulières.

Nous nous contenterons donc de poser quelques règles générales d'emploi.

Le choix des couleurs d'ambiance est régi par trois règles principales :

- tirer le maximum du pouvoir éclairant des sources lumineuses, et uniformiser la luminance générale de l'ambiance grâce au pouvoir réfléchissant des couleurs;
- remplacer les contrastes de lumière qui obligent l'oeil à un effort constant d'accommodation, par des contrastes de couleur, qui créent la même impression de relief sans fatigue visuelle;
- obtenir suivant les cas, une impression de chaleur ou de fraîcheur, une atmosphère incitant à l'activité ou au repos (effet psychologique des couleurs).

Le tableau ci-après, donne le pouvoir réfléchissant des principales couleurs utilisées :

Surfaces	Facteur de réflexion en %	Surfaces	Facteur de réflexion en %
Blanc	85 à 80 %	Rose clair	55 à 65 %
Crème	55 à 70 %	Rose	45 à 55 %
Jaune paille	55 à 70 %	Rouge clair	25 à 40 %
Jaune	45 à 60 %	Rouge foncé	10 à 25 %
Vieil or	35 à 40 %	Beige	40 à 45 %
Vert clair	35 à 55 %	Havane clair	35 à 40 %
Vert foncé	10 à 30 %	Bois clair	25 à 30 %
Bleu clair	30 à 50 %	Brun	25 à 35 %
Bleu	10 à 25 %	Gris clair	40 à 50 %
Bleu foncé	5 à 15 %	Gris pigeon	25 à 30 %
Noir	5 à 10 %	Gris foncé	15 à 25 %

En application de ces règles, on choisira pour les plafonds et le haut des murs (au-dessus de la hauteur des yeux), une couleur de très haut pouvoir réfléchissant (blanc), pour les murs des couleurs de pouvoir réfléchissant de 0,60 à 0,75 et pour les machines de 0,15 à 0,50.

Si les murs sont peints de couleurs pâles et chaudes, les machines recevront une coloration pâle mais froide : ainsi à des murs chamois clair ou beige crème correspondront les machines vertes ou bleues claires.

Dans une ambiance chaude, on inversera les couleurs : froides pour les murs, chaudes pour les machines. L'ambiance générale de l'atelier donnera alors une impression de fraîcheur. Les plachers seront de couleurs claires en harmonie avec l'ambiance générale.

Enfin, les parties de la machine situées dans le champ local doivent recevoir une couleur reposante, de haut pouvoir réflecteur et formant un net contraste avec la pièce à travailler : chamois clair, par exemple, pour le travail de l'acier ou de l'aluminium.

3.5.2. Couleurs de signalisation ou de sécurité.

A la S.N.C.B., la peinture des machines-outils, appareillages et engins divers, ainsi que l'identification des fluides dans les tuyauteries, réservoirs et bonbonnes font l'objet d'une réglementation destinée, en particulier, à accroître la sécurité du travail.

3.5.2.1. Peinture des machines-outils, appareillages et engins divers - Repérage des parties dangereuses.

a) Signification fondamentale des couleurs.

Rouge : signalisation des équipements du service d'incendie;

Orange : signalisation d'un danger (intérieur des garants pour poulies, engrenages, courroies, etc...; intérieur des coffrets électriques, etc ...);

Vert : peinture des machines-outils, tables, armoires, tréteaux, escaliers, étagères de magasin, moteurs, compresseurs, etc...;

Jaune : engins mobiles (tracteurs, transporteurs, ponts-roulants, containers, tables de transporteur-élévateur, etc...).

Bandes jaunes et noires : obstacles fixes ou pouvant être déplacés.

b) Exemples d'application.

b.1. Machines-outils : tour parallèle.

Machines diverses : compresseur, pompes, etc...

- Corps de la machine, garants extérieurs, moteurs électriques, coffrets électriques : VERT.
- Fond sur lequel se détache le travail, face intérieure de la poupée fixe et le dessus du trainard : IVOIRE.
- Leviers de commande : JAUNE.
- Leviers de mise en marche ou d'arrêt : ORANGE.
- Intérieur des garants des coffrets électriques : ORANGE.
- Points de graissage : ROUGE.

6.

b.2. Tréteaux, escabeaux, tables, armoires et, en général, tous les équipements fixes des ateliers : VERT.

b.3. Engins mobiles.

- Transporteurs, élévateurs, tracteurs, chariots, tables mobiles, ponts roulants, portiques roulants, etc... JAUNE.
- Traverses extérieures, parties en saillie : BANDES EN JAUNE ET NOIR.

3.5.2.2. Identification des fluides dans les tuyauteries et bonbonnes.

La nature du fluide est identifiée par une teinte conventionnelle de base accompagnée ou non d'anneaux de teintes distinctives complémentaires.

Le tableau de l'annexe 4 indique les teintes conventionnelles utilisées.

Peintures d'identification des fluides dans les tuyauteries,
réservoirs et bombonnes.

Fluide	Qualité du fluide	Tuyauteries		Bombonnes	Réservoirs
		Teinte de base	Teinte complémentaire	Peinture de l'ogive	Peintures
Eau	Potable	Vert	1 anneau blanc		Vert
	Brute		1 anneau noir		
Epurée	1 anneau jaune				
Chaude	1 anneau rouge				
Chaude + de 100°	3 anneaux rouges au départ 2 anneaux rouges au retour				
Vapeur	Saturée ou surchauffée détendue	Rouge	1 ou 2 anneaux noirs		Rouge
Air	Aspiré ou soufflé	Bleu	1 anneau blanc	Blanc et noir	Bleu
	Pur froid		1 anneau blanc +		
	Pur chaud		1 anneau rouge		
	Vicié froid		1 anneau noir		
	Vicié chaud		1 anneau noir +		
Comprimé	1 anneau rouge 1 anneau noir + 1 anneau blanc				
Gaz	Oxygène	Jaune	1 anneau blanc	Blanc	Jaune
	Hydrogène		1 anneau rouge + 1 anneau vert	Rouge et vert	Jaune
	Acétylène		1 anneau rouge	Rouge	Jaune
	Propane		1 anneau vert	Nom du gaz en vert	Argent
	Eclairage		1 anneau bleu	Nom du gaz en bleu	Jaune
	Argon		—	Jaune et blanc	—
	Anhydride carbonique		—	Gris	—
Huiles. essence. pétrole.	<u>Huiles</u>	Brun	1 anneau noir		Brun
	Minérale d'été		2 anneaux noirs		
	Minérale d'hiver		1 anneau bleu		
	Pour vapeur saturée		2 anneaux bleus		
	Pour vapeur surchauffée		3 anneaux bleus		
	Pour vapeur haute surchauffée		1 anneau violet		
	Pour moteur d'été		2 anneaux violets		
	Pour moteur d'hiver		1 anneau blanc		
	Oleonaft A		2 anneaux blancs		
	Oleonaft B				
Essence	Brun	1 anneau rouge		Brun	
Pétrole		1 anneau vert			
Gasoil		1 anneau jaune			
Fluel-oil léger		2 anneaux jaunes			
Fluel-oil lourd		3 anneaux jaunes			
Electricité	Basse tension	Gris	1 anneau vert		
	Haute tension		1 anneau rouge		

4.- La mesure du travail.

4.1. Généralités.

Le temps est la mesure de la durée nécessaire à l'accomplissement du travail. C'est un facteur essentiel de la production.

Il sert à évaluer les tâches et à dire à quel moment elles doivent être entreprises pour satisfaire la clientèle.

Quand ?

Combien de temps ?

Dans tous les actes de la vie humaine, on a besoin du temps :
pour prévoir,
pour agir,
pour régler,
pour coordonner, ...

Les peuplades les plus arriérées se soucient du temps.

4.2. Importance du temps.

4.2.1. Le temps constitue une commune mesure pour :

1. fixer les objectifs à atteindre,
2. évaluer les tâches,
3. rechercher le procédé le plus économique, la meilleure méthode,
4. choisir les outillages les mieux appropriés au travail,
5. assurer la coordination et la régulation du travail,
6. calculer la rémunération des travailleurs,
7. calculer la dépréciation des machines et des outils,
8. évaluer les frais de production,
9. établir le budget d'exploitation,
10. fixer les performances à réaliser (amélioration des méthodes ou évolution).

4.2.2. Etude des différentes catégories de temps.

4.2.2.1. Pour être complet, le temps est à considérer à l'échelle de l'entreprise et pour tout ce qui contribue à son évolution.

L'entreprise
(La commande ou la fabrication.
) Les moyens de production.
(La matière.
) Le personnel.

(B) 300885. 12. 69 (100)

4.2.2.2. Le temps d'utilisation du personnel.

L'ouvrier est dans l'entreprise		L'ouvrier n'est pas dans l'entreprise
Temps de travail	Temps de repos	Tps appartenant à l'ouvrier
Manuel et intellectuel	Disponibilité Attente Pause	Absences - Congés Déplacements Dimanches et fêtes - Vie privée
Travail effectif	L'ouvrier ne travaille pas pour l'entreprise	

4.2.2.3. La durée d'utilisation des moyens de production et de manutention.

Utilisation productive	Pas de production	
Temps d'utilisation effective	Temps de marche à vide	Temps d'arrêt
	Préparation Temps morts	Pauses autorisées du personnel Arrêts accidentels Entretien Dimanches - jours fériés.
Durée d'emploi		

4.2.2.4. Le temps de circulation des matières.

Il y a modification	Pas de modification	
Temps de fabrication	Temps d'attente	Matière immobilisée stockage
	En cours de fabrication Préparation Temps morts	Magasinages-Stockages Pauses autorisées du personnel Dimanches-jours fériés
Durée d'emploi		

4.2.2.5. Le temps d'exécution de la commande.

La commande se réalise	La commande ne se réalise pas	
Temps de fabrication	Etude Préparation Temps morts	La commande est au point mort
		Attentes - Approvisionnement Moyens d'exécution, etc ... Arrêts accidentels Dimanches - jours fériés
Durée d'évolution		

4.3. Moyens permettant la mesure des temps.
(Voir cours 1223, organisation générale, 9e leçon, chapitre 4.2.2).

4.4. Nature des temps relevés.

On distingue :

4.4.1. Le temps main (Tm).

Temps correspondant à un travail humain (physique ou mental).

Dans le cas d'un travail physique, c'est le temps pendant lequel le travail réalisé résulte uniquement de l'action de l'opérateur, aidé ou non d'un moyen inerte.

Exemples : Serrer un écrou avec une clé plate.
Ecrire.
Mesurer.
Donner des coups de marteau.

4.4.2. Le temps technomanuel (Ttm).

C'est le temps de travail pendant lequel l'activité de l'exécutant dépend des conditions techniques de transformation physique, chimique de la matière ou du comportement des machinés, outillages et appareils.

Exemple : Forage sensitif.

4.4.3. Le temps technologique (Tt).

C'est le temps de travail dont la durée dépend uniquement des conditions techniques d'exécution.

Exemple : Forage automatique.

4.5. Catégories de chronométrages.

On distingue plusieurs catégories de chronométrages :

4.

- 1°. Le chronométrage d'étude ou chronométrage analytique dont le but est l'étude critique d'une méthode de travail en vue de l'améliorer.
- 2°. Le chronométrage de soudage ou de diagnostic dont le but est de déterminer le degré de perfectibilité d'un poste de travail, d'un chantier ou d'un atelier.

C'est aussi un chronométrage d'étude; il fait aussi appel à la méthode analytique, mais il n'est pas appliqué systématiquement à tous les travaux constituant le complexe à étudier : il est appliqué sur un certain nombre de travaux judicieusement choisis, de façon à ce que l'extrapolation des résultats obtenus représente la situation du complexe.

- 3°. Le chronométrage de fixation de tâche qui sert à chiffrer les travaux en temps. Il n'est pas analytique.
- 4°. Le chronométrage de confirmation dont le but est de vérifier les temps alloués pour l'exécution des tâches.

Les deux premiers ont pour but d'améliorer le travail en partant de son analyse.

Les deux autres n'ont d'autre but que le chiffrage des travaux.

Le chronométrage d'étude et le chronométrage de diagnostic se subdivisent tous deux en :

- 1°. Le diagnostic dont le but est de constater l'état existant des conditions de travail;
- 2°. L'étude dont le but est d'améliorer et de stabiliser tous les facteurs de travail.

4.6. Diagnostic d'un travail.

4.6.1. Généralités.

Il s'agit de déterminer le degré de perfectibilité d'un travail de grande série ou de petites séries répétitives. Ce cas est applicable à la majorité des travaux dans nos ateliers.

Nous donnons ci-après, le processus suivi par le chronométrateur :

- 1°. préparation des observations;
- 2°. observations : l'exécutant prépare le travail
" effectue le travail
" remet sa machine ou le chantier dans l'état primitif.
- 3°. critique des observations;
- 4°. conclusions.

Pour effectuer ce diagnostic, le chronométrateur dispose d'une série de documents standards étudiés en vue de faciliter sa tâche et de permettre l'analyse facile du travail observé.

4.6.2. Préparation du travail.

Le chronométrateur se rend sur le chantier où s'exécute le travail à diagnostiquer, avant le commencement de ce travail.

- 1°. Il définit l'emplacement de travail : brigade, chantier, numéro de machine-outils.
- 2°. Il fait un croquis exact du poste de travail, par exemple, s'il s'agit d'un travail de forge, il situe la machine à forger, le four, le marteau pilon, les étampes, matrices, les pièces finies et l'exécutant.
- 3°. Il consulte les documents destinés à l'ouvrier (bon de main-d'oeuvre, fiche suiveuse, fiche d'instruction si elle existe) et note la place du travail et les conditions de transformation de la matière.
- 4°. Il fait le croquis côté de la pièce en indiquant les parties à travailler, note la matière et le poids de la pièce.
- 5°. Il note les outils, montages, et instruments prévus par la fiche d'instruction (si elle existe).

4.6.3. Observation du travail.

4.6.3.1. Préparation du travail.

- 1°. Pointage du bon de main-d'oeuvre et réception des instructions relatives au travail.
- 2°. Etude du plan et de la fiche d'instruction.
- 3°. Equipement de la machine (outils, montages, gabarits, instruments de mesure, etc ...).
- 4°. Réglage de la machine (vitesse, avance, course, pression, ...).

Le chronométrateur enregistre tous les éléments de travail qui se rapportent à la préparation avec les temps correspondants.

Il enregistre de la même façon, les irrégularités qui se produisent.

4.6.3.2. Exécution du travail.

- 1°. Observation de quelques cycles de travail.
- 2°. Décompositions du travail en éléments de travail (analyse).
- 3°. Pour chaque élément de travail, le chronométrateur note les caractéristiques suivantes : distance parcourue, nombre de pièces transportées, effort musculaire, sensoriel et cérébral accomplis, position du corps et les temps correspondants.
- 4°. Il fait la critique des opérations élémentaires observées en se posant les questions : quoi, qui, où, quand, comment.
(Voir chap. 4.6.7. "L'attitude interrogative".

6.

S'il entrevoit une possibilité d'amélioration, il la mentionne en observation.

4.6.3.3. Retour du chantier ou de la machine à l'état initial.

Après l'exécution de la série de pièces, l'ouvrier remet sa machine dans l'état initial.

Le chronométrateur enregistre avec les temps correspondants, les différentes opérations élémentaires nécessaires, ainsi que les irrégularités qui en résultent.

4.6.4. Critique.

Dans le diagnostic proprement dit, le chronométrateur a adopté une attitude d'esprit rigoureusement neutre, celle de l'observateur qui veut enregistrer fidèlement les faits qu'il constate. Au cours de la critique qui couronne le diagnostic, le chronométrateur adopte une attitude de critique systématique à l'égard de ce qu'il a observé. Il ne s'agit pas bien entendu, de critiquer pour le plaisir de détruire, mais par nécessité de construire. C'est en effet, la critique qui permettra de dégager une stabilisation correcte.

Cette critique se fait dans les conditions que vous connaissez, et qui sont celles déjà vues à propos de l'analyse de déroulement.

4.6.5. Mise au point du travail.

Il s'agit de la partie constructive de l'étude dont le but est de STABILISER tous les facteurs de travail intervenant, de façon à obtenir des temps d'exécution réguliers et aussi courts que possible, à amener la qualité du produit au niveau voulu, à réduire les dépenses de matière et d'énergie de transformation, tout en permettant à l'exécutant d'effectuer son travail avec le minimum de fatigue et le maximum de sécurité.

La construction, comme la critique, ^{agit} sur chacun des facteurs de travail :

- Le produit :

- Sa conception, dont la critique a pu révéler qu'elle était mauvaise : difficultés de transformation, travaux supplémentaires inutiles ...
- ses plans, qui peuvent être difficilement compréhensibles par les exécutants, qui portent des tolérances superflues des cotes erronées ...
- la ou les matières (en nature et en dimension) dont il est constitué, qui peuvent provoquer des bris d'outils, des déchets anormaux ...

- Le poste de travail
dont le mauvais aménagement oblige l'exécutant à faire des mouvements ou à exercer des efforts inutiles.
- L'équipement du poste de travail
qui peut être incomplet ou mal adapté et rendre le travail plus difficile, plus long, plus fatigant.
- Exécutant lui-même
qui peut être insuffisamment qualifié ou trop qualifié, ou se trouver dans un état physique ou psychique ne convenant pas au poste de travail.
- Les conditions de transformation de la matière
qui peuvent ne pas tenir compte de la nature ^{et de l'état} de la machine, des possibilités de l'outillage, de la qualité de la matière.
- Le processus du mode opératoire
qui peut faire intervenir des mouvements inutiles, dangereux, qui peut n'être pas suffisamment sûr au point de vue de la qualité du produit ...

4.6.6. Imprimés.

4.6.6.1. Imprimés destinés aux relevés chronométriques.

Exemples : Travaux unitaires (annexe 1).
Travaux répétitifs (annexe 2).

4.6.6.2. Imprimés d'étude.

Exemple : Annexes 3, 4 et 5

4.6.7. L'attitude interrogative.

Ayant défini l'objet de l'étude, il faut maintenant l'aborder, et pour cela, il s'est avéré que le meilleur et même le seul moyen de procéder, était de s'interroger sur chacun des faits observés.

Plus précisément, quelle que soit la nature du problème, il convient de se poser systématiquement et dans un ordre constant, une série de six doubles questions qui résument tous les aspects d'une situation.

Cette attitude interrogative est tellement importante que nous allons insister tout particulièrement sur ce point.

4.6.7.1. Quoi ? Pourquoi ?

Il s'agit en premier lieu, de préciser le sens et la nature de l'activité observée et de vérifier dans quelle mesure son intention

8.

immédiate sert au but final qu'on se propose. Plusieurs éventualités sont possibles.

a) Premier cas :

L'élément observé (ouvrier ou machine est à l'arrêt).

Rien à dire si c'est une pause raisonnable (..... et si la pause est excessive, la méthode n'est pas en cause). Mais il y a des circonstances nombreuses où l'exécutant est contraint à l'inactivité.

- Les "pannes" de machine peuvent survenir, mais elles doivent avoir un taux de fréquence faible et surtout, des causes étrangères à la méthode elle-même. Ainsi, dans un service à cartes perforées, beaucoup d'incidents de marche sont dus à une conservation et une manipulation négligentes des cartes. Une bonne méthode de travail éliminerait ces défauts pratiques.

- L'approvisionnement, en matières et en outillage, représente assez souvent une plaie tenace et d'autant plus grave que le produit terminal est plus complexe : l'atelier de montage aura toutes les pièces sauf une; le technicien ou le chef de service attendra un document déclassé; un ouvrier, dans une chaîne mal équilibrée, sera limité par le débit insuffisant de son camarade surchargé.

Chaque fois que l'on aura défini le pourquoi de l'arrêt, on sera capable de suggérer le remède.

b) Deuxième cas :

L'élément agissant effectue une tâche inutile.

b 1) Exemple 1 :

Une firme recevait, du fournisseur, ses boîtages métalliques fermés : il fallait chaque jour deux heures de travail pour retirer les couvercles (et probablement le fabricant passait-il un temps supérieur à cette pose inutile). Quand les couvercles furent, sur demande, livrés séparément des boîtes, cela représenta^{un} double avantage.

On doit se souvenir que "faire et défaire" ce n'est pas souvent travailler.

b 2) Exemple 2 :

Un questionnaire d'embauche demandait successivement l'âge et la date de naissance du candidat; sur une fiche d'accompagnement on devait porter la mention du millésime. Deux cas entre mille où la mauvaise conception d'un imprimé conduisait à porter des indications inutiles et doublées.

b 2) Exemple 3 :

Que de produits possèdent un degré de "fini" poussé bien au-delà du besoin normal; notamment par les ouvriers les plus habiles et les plus consciencieux. Or, l'ajustement serré des dimensions, l'obtention d'un bon état de surface, représentent un travail souvent important qui ne trouve pas nécessairement contrepartie dans la valeur d'usage du produit fini.

c) Troisième cas :

Le travail peut être évité par changement de procédé.

Il arrive, en effet, que s'interroger sur le but d'une tâche permette d'imaginer d'autres conditions de travail qui rendraient sans effet l'opération considérée.

c 1) Exemple 1.

Un carter profilé était obtenu par l'assemblage riveté de trois tôles. La direction se proposait de remplacer le rivetage par une soudure. Mais le technicien chargé d'examiner le problème commença par poser la question. Pourquoi fait-on un assemblage ?

Parce que la tôle employée n'était pas assez malléable à l'emboutissage pour obtenir le profil prévu. La solution préférable était donc de chercher une tôle ayant les qualités d'usinage requises : l'emploi d'un alliage léger résolut le problème.

c 2) Exemple 2.

Une ouvrière avant d'emballer des jeux de pièces assorties, effectuait un pointage. Il ne s'agissait pas de contrôler l'état des pièces, mais simplement d'en vérifier la quantité : un pesage global, aussi efficace et plus rapide fut institué.

On voit comment, dans de nombreux cas, la double question : "Quoi ? Pourquoi ?" conduit le technicien d'étude des méthodes à des suggestions fécondes et suscite des améliorations substantielles.

Il est au surplus parfaitement logique de la poser en priorité car elle met en cause la nécessité du travail effectué.

Or, à quoi bon s'efforcer à la mise au point d'une tâche, qu'un peu de réflexion permet d'éviter ? Ce serait faire comme Gribouille qui, par crainte d'avoir froid, met un pull-over de laine pour se baigner.

4.6.7.2. Qui ? pourquoi ?

On ne doit pas oublier que la personne à qui échoit la tâche considérée n'est pas obligatoirement la plus appropriée. Car il y a de

10.

nombreuses façons de faire une erreur dans le choix des exécutants.

a) Il arrive fréquemment qu'un ouvrier de haute qualification, voire un collaborateur important, s'affaire sur une tâche banale que le moindre expéditionnaire ou manoeuvre accomplirait tout aussi bien (transmettre un document, tenir la pièce que travaille un camarade).

A la limite de cette erreur, on trouve le directeur d'entreprise qui perd des heures à vérifier l'orthographe du courrier et à qui il ne reste plus le temps de peser les décisions importantes, comme la production d'un cadre ou la discussion d'un marché.

b) Un second problème consiste à savoir si la tâche observée correspond bien au type de personnel oeuvrant et notamment de déterminer, chose importante au point de vue facteur humain, s'il s'agit d'un ouvrage plus spécifiquement masculin ou féminin.

En principe, les femmes, plus adroites et plus vives sur des travaux sans effort musculaire important, seraient à déconseiller pour les travaux lourds et aussi pour ceux qui demandent une application soutenue.

Exemple :

En dactylographie : en vitesse "pure", les femmes obtiennent généralement des résultats meilleurs que les hommes. Par contre, en vitesse "nette" (c.à.d. pénalisée pour les erreurs), sur un texte assez long, ce sont le plus souvent les hommes qui obtiennent les meilleurs résultats.

c) Le dernier problème consiste à ne pas surcharger un travailleur (sous prétexte que c'est le plus apte ou le plus dynamique) alors que d'autres n'ont pas assez d'ouvrage : cet équilibrage conduit généralement à transférer certaines parties d'un travail.

Exemple :

Dans une chaîne, les actions de deux ouvriers se schématisent ainsi :

Ouvrier 1	Temps en dmh	Ouvrier 2	Temps en dmh
Mettre pièce sur machine	30	Mettre pièce en montage	75
Usiner	90	La travailler	150
Dégager la pièce	<u>30</u>	Evacuer pièce	<u>45</u>
	150		270

Cours 1229

17e, 18e, 19e, 20e, 21e,
22e, 23e, 24e leçons

Résultat.

Embouteillage du deuxième et inaction partielle du premier, c.à.d. énervement de tous deux et production limitée au débit du deuxième.

Or on peut, en doublant les appareils, transférer la mise en montage et obtenir à même allure de travail un système équilibré.

Ouvrier 1	Temps en dmh	Ouvrier 2	Temps en dmh
Mettre pièce sur machine	30	Echanger montage	15
Usiner	90	Travailler la pièce	150
Dégager, mettre en montage	90	Evacuer pièce	45
	<u>210</u>		<u>210</u>

En fait, dès que dans un groupe de travail on trouve un élément partiellement inoccupé, à priori, l'observateur doit chercher à drainer vers lui quelques éléments du travail d'autrui.

Réciproquement, lorsque certains postes constituent des goulots d'étranglement; il convient d'examiner (avant l'achat de nouvelles machines de production), si l'on ne peut soulager l'exécutant.

4.6.7.3. Où ? Pourquoi ?

La détermination correcte du lieu de travail, celle des points de pose et dépose pour les pièces et outillages, paraît à première vue le plus simple aspect du problème : une erreur de position se traduit, en effet, "visuellement" par des postures fatigantes et d'inutiles trajets. Encore faut-il prendre le temps de réfléchir à cette question.

Exemple.

L'interrupteur d'un circuit, sur lequel était branché un petit four électrique, était placé au mur immédiatement derrière l'appareil. Il fallait tout de même 2 m. à 2,50 m. de trajet pour l'atteindre.

Rapprocher la commande de sa place idéale, c'était la solidariser de l'ouverture de la porte. D'où l'étude d'un dispositif automatique de rupture du circuit.

4.6.7.4. Quand ? Pourquoi ?

La meilleure illustration que l'on puisse donner à propos de cette question, c'est une partie de cartes : chacun des joueurs aura finalement abattu ^{tout} les pièces de son jeu, mais l'ordre dans lequel tomberont les cartes peut décider du succès.

Un phénomène analogue se passe dans l'industrie. Et c'est une erreur, aussi grave que fréquente, de ne pas rechercher systématiquement la progression rationnelle pour accomplir un travail.

a) Exemple 1.

Combien d'heures de travail sont quotidiennement perdues à poursuivre la transformation d'une pièce qu'une malfaçon antérieure a virtuellement destinée au rebut.

On conçoit ainsi qu'il y ait des points de contrôles favorables : immédiatement après les phases les plus délicates et immédiatement avant les plus longues.

Dans le même esprit, la matière première doit être correctement vérifiée avant d'être comptabilisée en stock.

b) Exemple 2.

On ne doit pas faire prématurément un assemblage qui gêne la maniabilité ou l'accessibilité pour les phases ultérieures.

Voit-on dans la construction automobile, fixer sur le châssis la carrosserie avant le moteur ? Non.

Ainsi, dans une maison de confection, certains postes d'assemblage de vestons vient augmenter leur rendement de 15 % parce que l'on avait retardé l'assemblage des côtés droit et gauche, après couture et finition des détails (poches, boutonsnières).

c) Exemple 3.

A fortiori, l'on ne doit jamais exécuter en dernier, une phase qui risque de détruire les résultats d'un travail antérieur : tel un jardinier amateur qui arroserait tout de suite après avoir mis sur les feuilles de ses légumes, une poudre anti-parasites.

4.6.7.5. Comment ? Pourquoi ?

Il est de toute importance de relever les caractéristiques précises des mouvements observables (qu'ils soient humains ou mécaniques) et de vérifier que les résultats de cette observation sont justifiables.

Parmi les nombreuses erreurs à éviter, citons :

a) Le moyen de travail inadéquat.

Soit une série importante de tôles à découper suivant un même profil : il est inutile de chercher "la meilleure méthode" sur une machine à cisailer, car le pire emploi d'une presse est encore préférable.

b) Le réglage défectueux.

Les données technologiques déterminent dans chaque cas, le mode optimum pour employer la puissance disponible et les outils. Mais que les réglages se traduisent en nombre de tours par minute (scies), en degrés-centigrades (fours), ou en litres par seconde (pompes), ils supposent au départ des essais systématiques dont les résultats soient communiqués aux ouvriers "sous une forme assimilable par eux".

En tout état de cause, il est inutile de gagner quelques secondes sur la manipulation d'une pièce; si l'on perd des minutes en restreignant la vitesse-machine : ainsi voit-on souvent des ouvriers habitués à une machine ancienne qui "n'osent" pas lancer une machine moderne à son régime normal.

Réciproquement, il serait inutile d'accélérer la machine si l'on devait en obtenir un produit moins bon, une fréquence trop accrue, des bris d'outillages ou des pannes.

c) Le mauvais aménagement du poste.

L'exemple-type à citer est celui des bascules : en installant leur bâti en fosse et en disposant une tare pour compenser le poids du chariot qui transportait les marchandises, on a pu tripler leur débit et, par la suite, éviter l'achat de nouveaux appareils, tout en supprimant un goulot d'étranglement.

d) Les montages absents ou insuffisants.

Il est évident que ce n'est pas à la main gauche de serrer ce que doit façonner la main droite, et encore moins au voisin de maintenir ce que l'on doit travailler : chaque fois qu'il est possible, imaginons le moyen de fixer les objets par d'autres objets (comes, vis, cadres, ...) on épargnera de la fatigue et gagnera de la sécurité et du temps.

e) Le moyen mécanique inexistant.

Il ne s'agit pas évidemment de la grosse machine de production, dont l'achat soulève des problèmes qui dépassent le cadre du technicien d'étude du travail, mais essentiellement nous pensons à deux ordres d'appareillage dont trop souvent on sous-estime l'importance : les petites machines portatives "de chantier" et les dispositifs de manutention (dessertes, plateaux, palans, transrouleurs ...).

14.

En définitive, cette interrogation "Comment ? Pourquoi ?" est en général, la plus fructueuse. Mais elle est en même temps la plus délicate à manier, car il est extrêmement difficile de limiter les réflexions qu'elle peut suggérer.

En cherchant à pousser trop loin les solutions qui s'offrent à la pensée, on risque de retarder outre mesure l'action nécessaire. Il faut donc garder à l'esprit les deux vérités que voici :

1. Un "imparfait" qui existe vaut mieux qu'un "parfait" à construire.
2. Le temps de la réflexion doit être récupéré sur les temps d'exécution.

4.7. Chronométrage de fixation de tâche.

4.7.1. Généralités.

Par le chronométrage d'étude, le chronométreur a stabilisé les conditions de travail : il a fixé le processus de travail à utiliser ainsi que les caractéristiques de réalisation de chacun des travaux élémentaires.

L'ouvrier met ces nouvelles directives en application et acquiert petit à petit, l'entraînement nécessaire du point de vue de la méthode et de la précision des mouvements.

Le travail est maintenant prêt pour le chronométrage de fixation de tâche.

Nous avons dit ci-avant que tous les facteurs qui interviennent dans le travail, étaient stabilisés par le chronométrage d'étude; cela n'est pas tout à fait exact, parce qu'il y a un facteur que l'on ne peut pas stabiliser : l'activité de l'ouvrier.

Ce point est extrêmement important et si on n'en tient pas compte, la valeur des temps relevés devient illusoire.

Pour disposer de temps stabilisés, il faut les ramener à une allure standard, qui peut être considérée comme étant celle pratiquée par un ouvrier moyen. On va donc faire intervenir ici un facteur de correction des temps observés : c'est le jugement d'allure.

D'autre part, l'allure normale de travail ne peut être tenue de façon continue pendant toute la journée de travail, sans fatigue excessive de l'ouvrier. Il faut donc accorder des temps de repos. Cette majoration du temps nécessaire à l'allure normale dépend des efforts fournis, de la position du corps pendant le travail, de la fréquence de certains mouvements, de l'ambiance, de l'attention nécessaire, etc.

Cours 1229

17e, 18e, 19e, 20e, 21e,
22e, 23e, 24e leçons

Afin que les corrections pour repos soient normales, il faut qu'elles soient faites sur des temps relevés corrigés par le jugement d'allure.

Prenons un exemple pour bien montrer l'importance de ce point. Supposons que pour effectuer un travail quelconque, un ouvrier reste 30 minutes. Les coefficients de repos inhérents à ce travail sont de 20 %. Cet ouvrier va donc recevoir un temps de repos de 6 minutes.

Supposons que pour effectuer le même travail, un autre ouvrier ne reste que 15 minutes. En appliquant les mêmes coefficients de repos (puisque'il s'agit du même travail), cet ouvrier ne recevra que 3 minutes de temps de repos.

Cela signifie qu'un ouvrier travaillant plus vite qu'un autre (ayant une activité plus grande qu'un autre), reçoit moins de temps de repos, si on ne prend pas la précaution de corriger le temps relevé par un jugement d'allure.

Enfin, les conditions générales d'organisation n'étant jamais idéales, et les irrégularités extérieures au travail existant toujours, il est également nécessaire de multiplier le temps obtenu par un coefficient.

4.7.2. Le jugement d'allure.

Il est nécessaire, avons-nous dit, que tandis que l'observateur relève le temps, il évalue l'allure de l'exécutant. Qu'est-ce que l'allure ? D'après ce qui précède, il faut entendre par ce terme, la vitesse d'exécution de l'élément de travail mesuré. Cette notion n'est pas absolument simple, car l'allure ne dépend pas seulement de la vitesse des mouvements, mais aussi de la manière plus ou moins efficace dont ils sont exécutés. En matière de sport, la performance d'un athlète dépend autant de son "style" que de la vitesse de déplacement de ses membres. Un cheval de pur sang court plus vite qu'un autre parce qu'il "rase le tapis". De même un ouvrier faisant un assemblage pourra avoir une allure inférieure à celle d'un autre ayant des gestes plus lents, mais mieux coordonnés s'il perd du temps en hésitations ou si les trajets de ses membres sont plus longs. Evaluer correctement et instantanément une allure est donc une opération délicate.

Le moyen classique employé pour cette évaluation est le jugement d'allure. C'est l'opération mentale par laquelle l'observateur compare l'allure qu'il constate à l'idée qu'il a d'une allure type qui lui sert de référence. C'est l'une des pièces maîtresses de la mesure des temps.

Prenons un exemple :

Soit un grand tas de sable, déchargé d'un camion, à étaler dans une allée. La première opération, qui sera exécutée par des manoeuvres pourvus de pelles et de brouettes, consiste à répartir le sable

du grand tas en petits tas équidistants répartis le long de l'allée.

Un observateur a pris comme référence l'allure d'un premier manoeuvre dont il considère la force et l'habilité comme normale. Il prend les temps d'un autre manoeuvre plus robuste mais terrassier peu adroit. Il apprécie que le second manoeuvre roule la brouette à une allure qui est 110 % de celle du premier : s'il a relevé un temps de roulage de 50 secondes, il obtiendra le temps qu'aurait mis le premier manoeuvre en multipliant 50 x 110 % soit 55 secondes.

Pour remplir la brouette, le deuxième manoeuvre est obligé, pour ne pas renverser le sable, d'opérer avec précaution et son allure est évaluée à 80 % de celle du premier. Si le temps relevé sur ce deuxième manoeuvre est de 110 secondes, le temps qu'aurait mis le premier aurait été de 110 x 80 % soit 88 dmh.

L'observateur obtiendra ainsi, en contrôlant un manoeuvre quelconque, le temps qu'aurait mis le manoeuvre pris comme référence, pour effectuer le même travail.

De même, s'il prenait les temps du premier manoeuvre et que celui-ci change sa cadence de travail, il tiendrait compte de ce changement d'allure par le même processus pour évaluer les temps.

Naturellement, pour des jugements d'allure corrects, un observateur doit être parfaitement entraîné. Lorsqu'un observateur a la notion nette de l'allure de référence, l'expérience souvent renouvelée, montre que ses erreurs d'évaluation sont de l'ordre de 5 % approximation suffisante pour la pratique.

4.7.3. Corrections autres que la correction d'allure.

4.7.3.1. Généralités.

Ces corrections ont pour but d'éviter toute accumulation de fatigue nuisible à la santé du travailleur.

La fatigue.

Il convient tout d'abord de bien marquer la différence entre l'être vivant et la machine à cet égard. La machine s'use par son fonctionnement même. Non seulement l'être vivant ne s'use pas en principe en fournissant un travail, mais une certaine dépense d'énergie est nécessaire au bon équilibre de son organisme : n'est-ce pas pour cela que la gymnastique ou les sports sont pratiqués par ceux dont le métier est sédentaire ? L'usure n'apparaît qu'en cas d'efforts trop grands ou trop prolongés; la sensation de fatigue ressentie en est le symptôme.

Ce symptôme est malheureusement entièrement décevant. Il arrive couramment qu'un individu se livrant à une occupation fastidieuse se sente épuisé alors qu'il n'a fourni que des efforts minimes, tandis

qu'un autre ruiner sa santé sans avoir jamais eu l'impression de dépasser ses moyens. Combien de travailleurs de force ont été vieillissés en quelques années sans s'en être aperçus. Combien d'hommes d'affaires ont éprouvé brusquement que leur organisme était prématurément délabré par une activité jusque là menée allègrement.

- La fatigue est essentiellement un phénomène psycho-physiologique; un être se fatigue aussi bien mentalement ou nerveusement que musculairement.

Prenons un homme sain et bien portant. Après une excellente nuit de repos, il se sent en forme, c.à.d. qu'il éprouve à la fois un certain besoin d'activité musculaire, la sensation de ne pas sentir son corps (d'être léger) et la satisfaction d'avoir l'esprit reposé et clair. Ce sujet peut avoir suivant le cas, différentes activités. S'il est cantonnier, il passera sa journée à piocher et à pelleter et, vers le soir, il sentira une lourde fatigue musculaire. S'il est compteur-vérificateur de billets, il sortira de son travail souvent énérvé. S'il est étudiant, après un cours long et aride, il aura à vaincre une sorte de torpeur mentale.

Si la fatigue peut entrer par trois grandes portes, elle sait emprunter aussi des voies plus insidieuses. Nos sens, par leur faculté de perception, eux aussi se fatiguent. Ils se fatiguent d'abord en tant qu'organes, mais aussi ils fatiguent tout l'être par les perceptions qu'ils transmettent à l'organisme d'une part, à l'esprit d'autre part.

La fatigue se diffuse dans tout l'organisme. Le premier qui mit en évidence ce phénomène est le savant italien Maggioro; il a montré que la fatigue, avec ses caractères habituels, retentit sur des muscles qui, cependant, n'ont en rien contribué au travail effectué.

4.7.3.2. La fatigue musculaire.

Pour mesurer la fatigue musculaire, en laboratoire, il existe plusieurs modes opératoires éprouvés, basés par exemple sur la comparaison des échanges respiratoires de l'individu au repos et après l'exécution d'un travail. Il est ainsi possible de déterminer au bout de combien de temps après l'effort, l'organisme a retrouvé son équilibre. Tout se passe comme si la dépense d'énergie résultait d'une combustion, dont les déchets ne sont évacués qu'à cadence régulière par le courant sanguin; si cette cadence d'évacuation est inférieure à celle de la production des déchets, il se produit un empoisonnement local d'abord, puis généralisé, qui ne peut être évité que par des temps d'arrêt. On a comparé ainsi le muscle à un accumulateur dont la charge est régulière et la libération d'énergie sporadique : quand la seconde est, dans l'ensemble, supérieure à la première, il convient de ménager des temps de repos.

En outre, les organes qui concourent à l'évacuation des déchets (coeur, rein), souffrent à la longue lorsque des efforts excessifs et prolongés sont exigés d'eux.

Il faut, bien entendu, aussi que l'organisme dispose du "combustible" nécessaire. Quand il dépense plus que ne lui fournit sa nourriture journalière, il brûle d'abord les graisses, puis la substance même du muscle. Au cours d'efforts prolongés apparaît ainsi une autre forme de surmenage, marquée par un amaigrissement.

4.7.3.3. La fatigue nerveuse et sensorielle.

La fatigue nerveuse apparaît dès qu'il y a attention sensorielle intense ou attention soutenue. L'attention soutenue est toujours caractérisée par une opération de contrôle que fait l'exécutant, soit sur lui-même, soit sur son travail.

La fatigue nerveuse n'est que rarement spectaculaire, l'observateur risque de ne pas la déceler dans un travail ou de la minimiser. Pourtant, dans ses effets sur l'organisme, ce genre de fatigue est des plus pernicioeux.

C'est celle qui provoquera 85 % des accidents dus à la fatigue. C'est celle qui demande le plus de temps de récupération et qui risque de marquer un être à vie.

4.7.3.4. La fatigue mentale.

Il est des travaux purement intellectuels qui provoquent un malaise mental. Il apparaît que les facultés intellectuelles se fatiguent si elles sont tendues par un effort ininterrompu : fatigue de la mémoire, de la compréhension, etc ...

Il semble que le malaise le plus intense apparaisse lorsque l'esprit se concentre sur un objet très précis de travail mental (attention volontaire), également lorsque l'esprit doit faire face rapidement à des problèmes très différents et successifs (attention diffuse).

4.7.3.5. Facteurs ayant une influence sur la fatigue.

a) L'ambiance physiologique.

Le poste de travail ne peut être pris comme une cellule isolée. Il baigne dans une atmosphère, plus exactement dans un milieu physique, qui exerce sur l'activité et le confort du travailleur une influence considérable.

Ces éléments de fatigue ou de confort que l'on peut qualifier d'extérieurs au travail proprement dit, sont afférents au degré de température, au degré hygrométrique de l'air, à la ventilation, etc ...

Ces facteurs influencent directement les échanges physiques et chimiques de l'individu.

Il y a également l'éclairage dont les principales règles peuvent s'énoncer ainsi :

- Ne pas mettre en évidence les ombres portées.
- Ne pas présenter des inégalités d'éclairage trop sensibles.
- Etre adapté au but et au caractère du local.
- Ne provoquer ni réflexion ni éblouissements gênants.
- Etre assez fort pour rendre aisément visibles les détails de la tâche.

La seule insuffisance de lumière est responsable de près d'un quart des accidents.

L'expérience, dans de nombreuses firmes, a prouvé que par une installation rationnelle de l'éclairage, le rendement se trouvait augmenté dans des proportions appréciables.

Les couleurs des parois, du plafond, des meubles, peuvent augmenter l'agrément du travail. Les couleurs de signalisation amélioreront la sécurité.

Le bruit est aussi un facteur souvent trop négligé. Jamais l'on ne s'y habitue. Le bruit dégrade les fonctions intellectuelles de l'homme.

L'ouvrier souvent n'engage pas sa personnalité entièrement dans le travail, ses sens sont livrés à des bruits qui n'ont aucun lien avec sa tâche. Les bruits d'usines ont un effet "abrutissant" désastreux.

b) L'ambiance psychologique.

L'état d'esprit subjectif du travailleur influe considérablement sur son rendement. L'atelier peut, par l'atmosphère que l'on y respire, jouer son rôle sur le travail. Si le travailleur se sent bien, s'il est bien considéré, si l'atelier est gai au lieu d'être morne et de suer l'ennui, le rendement sera incontestablement amélioré.

c) Formation à un travail - Entraînement.

Avant de se livrer à un exercice nouveau, il faut l'apprendre. La formation à un travail (ou apprentissage) fait disparaître les gestes infructueux ou parasites qui cèdent la place aux gestes efficaces; elle élimine peu à peu la tension d'esprit et la contraction musculaire qui accompagnent généralement les débuts d'un exercice, elle crée les réflexes utiles et elle assure l'harmonie et la souplesse des mouvements.

Exemples :

1. Apprendre à monter à bicyclette.

Pensons aux premiers efforts de quelqu'un qui apprend à monter à bicyclette, à ses mouvements peu appropriés qui disparaissent au moment où il parvient à équilibrer son corps.

Cours 1229
17e, 18e, 19e, 20e, 21e,
22e, 23e, 24e leçons.

2. La marche de l'enfant.

Par l'entraînement, l'homme met son organisme dans les meilleures conditions, pour effectuer un exercice avec le minimum d'effort ; il améliore le jeu de ses grandes fonctions, il développe la force et la souplesse nécessaires; l'écueil à éviter est le surentraînement qui est une forme de surmenage. Ex : entraînement pour les courses à bicyclette.

L'entraînement est donc pour le fonctionnement de notre organisme, un facteur d'économie interne, un régulateur de son activité psychologique et physiologique.

d) La journée de travail.

On a commencé à réduire les journées de travail sous la pression des syndicats avant que la science ait démontré l'importance de ces réductions.

Depuis, de nombreux chercheurs ont étudié ce problème.

Friedman résume ainsi les résultats acquis :

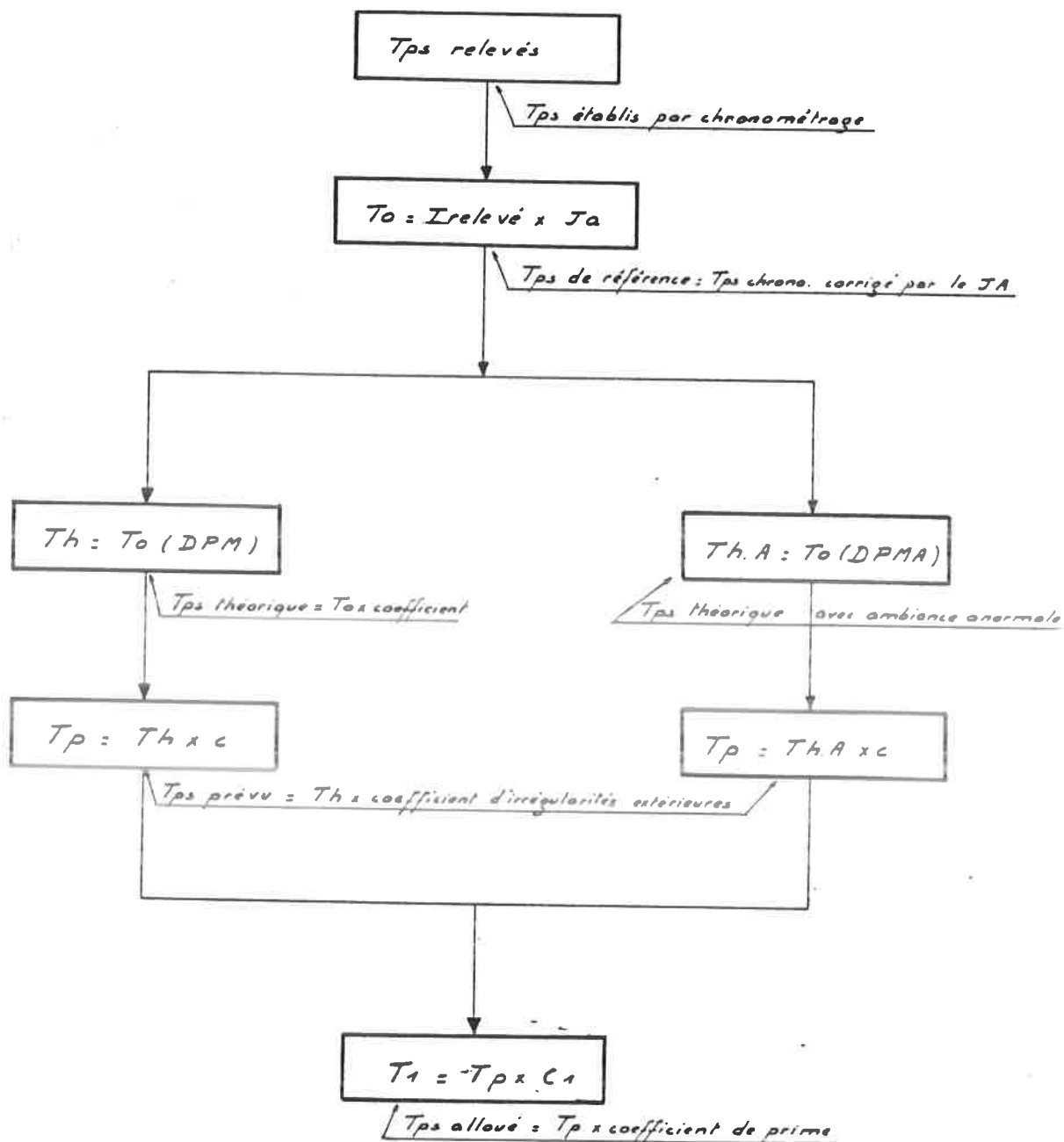
- 1.- Toute réduction de la journée de travail a pour effet de diminuer les accidents, le travail gâché, les maladies, les absences.
- 2.- La réduction de la journée de travail de 12 à 10 heures augmente la production totale quotidienne.
- 3.- La réduction de 10 à 8 heures accentue encore cet effet, sauf pour certaines opérations dont la vitesse dépend elle-même de la machine.
- 4.- Au-dessous de 8 heures, la réduction de la journée de travail, bien qu'elle augmente encore le rendement horaire, n'accroît pas, en général, le rendement journalier.

4.7.3.6. Comment tenir compte de la fatigue ?

Il convient de majorer les temps mesurés en multipliant ceux-ci par des coefficients dits physiologiques déterminés en fonction de l'effort fourni. Chacun des facteurs susceptibles d'intervenir fait l'objet d'une table de coefficient (D.P.M.A.).

4.7.4. Récapitulation du processus de détermination des T1 ou temps alloués.

4.7.4.1. Tableau récapitulatif.



Cours 1229

17e, 18e, 19e, 20e, 21e, 22e,
23e, 24e leçons

4.7.4.2. Quelques remarques.4.7.4.2.1. - Détermination du To.

Le temps de référence est dérivé du temps relevé mesuré à l'aide d'un chronomètre et corrigé par un jugement d'allure.

Exemple : Temps relevé : 110 dmh
 J.A. : 90
 To : $\frac{110 \times 90}{100} = 99$ dmh

4.7.4.2.2. - Irrégularités.

Les irrégularités sont de deux sortes :

- a) Extérieures au travail. Dans ce cas, elles résultent du défaut d'organisation de l'entreprise. Elles peuvent être :
- imputables au personnel exécutant ou d'encadrement : conversation avec les chefs, relations avec le service médico-social, besoins personnels ;
 - imputables aux moyens matériels déficients : panne de moyens de levage ;
 - imputables à l'organisation : attente de travail.
- b) Liées au travail. Dans ce cas, elles résultent du défaut de stabilisation du travail : bris d'outil,
 bris d'un goujon.

Les irrégularités liées au travail sont prises en considération dans le chronométrage. Elles sont donc comptées dans le calcul des temps relevés. Chaque irrégularité liée au travail affecte, en effet, un élément ou sous-élément de travail, dont le temps doit être majoré en conséquence.

Les irrégularités extérieures au travail ne sont pas prises en considération pour la détermination des temps relevés. Il en est tenu compte d'une autre manière, lors de l'établissement du temps prévu $T_p = T_h \quad C$.

4.7.5. Coefficients de repos.4.7.5.1. Coefficients d'effort dynamométrique, de position et de participation mentale (D.P).

4.7.5.1. 1. Tableaux de majorations procentuelles tenant compte :

- de l'effort exprimé en kg;)
- de la position;) annexe 6.
- de 4% pour participation mentale.)
- de l'effort, de la position et de la participation mentale pour la main-d'oeuvre masculine; annexe 6 bis et pour la main-d'oeuvre féminine; annexe 6 ter.

4.7.5.1.2. Exemple d'application.

Fractions chronométrées	To dmh	Efforts kg	Position avec participation mentale éventuelle	DP	Th
Prendre et positionner pièce	26	7	↗	1,17	30,42
Fixer pièce	15	5	↑	1,10	16,50
Amener outil en contact	8	1	↑	1,08	8,64
Régler au vernier	15	1	↗	1,15	17,25
Embrayer avance	2	1	↑	1,08	2,16

Remarque : La fraction "régler au vernier" s'exécute avec participation mentale.

4.7.5.1.3. Renseignements complémentaires.

- Si dans un mouvement, le corps doit s'incliner de 90° , ou se retourner de plus de 90° , le coefficient de position est à majorer de 0,04.
On peut avoir une flexion du corps de 90° suivie d'une rotation de plus de 90° ou inversement; le coefficient de position du mouvement est toujours majoré de 0,04 et non de 0,08.
- Si la pièce à manutentionner est encombrante, on majorera le coefficient de position de 0,02.
- Lorsque l'ouvrier travaille sur une échelle, il faut considérer la tension musculaire que demande le maintien du corps en équilibre, et on ajoute à l'effort déployé par l'ouvrier, un effort de 45 kgs ($3/5$ du poids supposé égal à 75 kgs).

4.7.5.2. Coefficient de monotonie (M).4.7.5.2.1. Utilité et conditions d'application.

La répétition fréquente et prolongée d'une même série de gestes produit une fatigue spéciale, appelée "monotonie musculaire".

On en tient compte en appliquant un coefficient M dit de "monotonie musculaire", mais que l'on peut employer lorsque les conditions suivantes sont remplies :

- Le travail doit mettre en tension d'une façon permanente ou périodique, les mêmes muscles ou les mêmes sens.
- Ce travail doit durer au moins 8 minutes (13 ch); c.à.d. que la somme des To des fractions monotones de travail doit être égale au moins à 1300 dmh.

Cours 1229
17e, 18e, 19e, 20e, 21e,
22e, 23e, 24e leçons

24.

3°. Le travail doit comporter des efforts dont la nature diffère de celle de l'effort dominant, le To de celui-ci doit couvrir, dans l'ensemble, au moins de la moitié du temps. Il faut, en particulier, tenir compte des éléments fréquentiels. Autrement dit, dans le cas d'un travail cyclique, le To de l'effort dominant doit être au moins égal à la moitié de la période, celle-ci comprenant la quote part de temps fréquentiels qui lui est imputable.

Remarque : Lorsque le cycle de travail comporte un temps technologique ou d'équilibrage, il n'y a lieu d'appliquer le coefficient de monotonie que si ce temps :

- ou bien ne permet pas à l'exécutant de récupérer sa dépense d'énergie, c.à.d. est inférieure au temps de repos (To x DP) - To résultant de l'application des coefficients DP.;
- ou bien est inférieur à 21 dmh.

4.7.5.2.2. Détermination du coefficient de monotonie.

La courbe de l'annexe 7 permet de déterminer le coefficient de monotonie, en portant en abscisse le pourcentage de monotonie et en lisant la valeur correspondante sur l'ordonnée.

Le pourcentage de monotonie se calcule à l'aide du rapport du temps de référence To de la fraction monotone (ou de la somme des fractions monotones du cycle, si elles mettent en jeu les mêmes masses musculaires), sur le temps théorique Th du cycle de travail.

Le coefficient trouvé vient multiplier le temps de travail Th de la fraction monotone.

4.7.5.2.3. Exemple.

Fractions chronométrées	To	DP	Th
Prendre pièce	10	1,08	10,8
Prendre brosse	3	1,08	3,2
Brosser	800	1,08	864
Poser brosse	3	1,08	3,2
Poser pièce	10	1,08	10,8

Le cycle a une période de 892 dmh.

La valeur procentuelle de la fraction monotone est de :

$$\frac{800 \times 100}{892} = 90 \%$$

La valeur du coefficient de monotonie musculaire est égale à 1,42, que l'on applique au temps Th de brossage 864 dmh, à condition que le temps "monotone" dure au moins 13 ch., c.à.d. s'il y a au moins

Cours 1229

17e, 18e, 19e, 20e, 21e,
22e, 23e, 24e leçons

2 cycles consécutifs.

4.7.5.2.4. Monotonie mentale.

En cas d'attention soutenue ou d'activité neuro-sensorielle suffisamment intense, il existe une fatigue nerveuse spéciale analogue à l'hyperfatigue locale, dite de monotonie mentale.

Les coefficients applicables sont équivalents à ceux de monotonie musculaire, et se déterminent de la même façon.

4.7.5.3. Coefficients tenant compte de l'ambiance anormale (A).

4.7.5.3.1. Utilité.

L'ambiance matérielle, lorsqu'elle est anormale influe sur le comportement des ouvriers.

Afin d'aboutir à la définition de différents types d'ambiance, nous considérons les éléments suivants :

- la température,
- le degré d'humidité de l'air,
- les poussières,
- les fumées,
- le bruit,

que nous classons comme suit :

- a) Ambiance "température-humidité";
- b) Ambiance "fumées, poussières, particules en suspension";
- c) Ambiance "bruit".

4.7.5.3.2. Détermination des coefficients d'ambiance.

- a) Ambiance "Température-humidité".

Prendre le coefficient dans le tableau de l'annexe 8.

Remarque : Lorsque la température varie suivant la position de l'ouvrier dans le poste de travail, le coefficient d'ambiance à prendre en considération résulte de la pondération en fonction du temps des coefficients d'ambiance correspondants aux différentes températures enregistrées.

Dans le cas d'un travail d'équipe, il faut tenir compte des températures que subit l'ouvrier, le plus exposé pendant le déroulement du cycle de travail.

- b) Ambiance "fumées, poussières, particules en suspension",
et
- c) Ambiance "bruit".

Les coefficients correspondants à ces types d'ambiances doivent être estimés.

Exemples :

Ambiance "fumées, poussières, particules en suspension".

	Fumées	Particules en suspension, poussières	Coeffic. d'ambiance
Ebavureur	-	beaucoup	1,20
Soudeur	beaucoup	-	1,20
Découpage oxy. machine	peu	peu (bac à eau)	1,10
" en logette	peu	peu	1,10
" en chantier (main)	beaucoup	peu	1,20
Sableur	-	beaucoup	1,20

4.7.5.3.3. Application.

La correction des temps correspondant à une ambiance anormale est réalisée comme indiqué ci-après.

On détermine le temps de repos, en faisant la différence entre le temps théorique (Th qui est égal à To x DPM) et le temps de référence (To).

On multiplie le résultat obtenu par le coefficient d'ambiance anormale, ce qui donne un nouveau temps de repos auquel on ajoute le temps de référence (To), pour aboutir finalement au temps théorique avec ambiance anormale (Tha)

$$Th A = ((Th - To) \times A) + To.$$

4.7.5.3.4. Exemple d'application.

Durée d'un cycle : To = 210 dmh
Th = 239 dmh.

Température : 36°.
Humidité de l'air : 70 %
Coefficient d'ambiance : 2,80

$$\begin{aligned} Th A &= ((Th - To) \times A) + To \\ &= ((239 - 210) \times 2,80) + 210 = 291,2 \text{ dmh} \end{aligned}$$

4.7.5.4. Coefficient tenant compte des irrégularités extérieures au travail (c).

On peut tenir compte des irrégularités extérieures au travail en utilisant un coefficient de majoration obtenu soit simplement par une estimation basée sur l'expérience, soit par échantillonnage de travail

grâce à la technique des observations instantanées.

En ce qui nous concerne, c.à.d. la détermination du temps au niveau des gammes et des bons de travail, nous devons uniquement tenir compte des irrégularités affectables au poste de travail (Le temps prévu $T_p = T_h \times C$).

En nous basant sur le fait que l'organisation du travail doit nous permettre d'atteindre un degré de stabilisation sensiblement le même dans tous nos ateliers, et aussi dans un but d'uniformisation, le coefficient C a été choisi égal à 1,10.

Exemple d'application:

T_h du cycle = 525 dmh.

$T_p = T_h \times C = 525 \times 1,10 = 577,5$ dmh.

4.7.6. Imprimés.

4.7.6.1. Imprimés de fixation de tâche.

Exemple : annexes 9, 10 et 11.

4.8. Les graphiques d'activité dans l'étude du travail.

4.8.1. Généralités.

L'observation détaillée peut porter sur un seul exécutant travaillant soit manuellement, soit à la machine, ou sur plusieurs exécutants, au même poste de travail. Même dans le cas le plus simple, on doit observer simultanément plusieurs organes concourant à l'exécution du travail (sous-phase). Par exemple : l'ouvrier et sa machine qui ne sont pas obligatoirement occupés au même moment à la même opération, ou la main droite et la main gauche de l'exécutant qui peuvent exécuter des mouvements différents.

Pour avoir une représentation simple et claire de l'intervention de ces différents organes, on a imaginé d'établir des "graphiques d'activité".

4.8.2. Principe.

Le principe des "graphiques d'activité" est fort simple : des lignes parallèles portant une échelle proportionnelle aux temps, représentant chacune l'un des organes observés. On distingue, ainsi que nous le verrons plus loin, les segments représentant les périodes consacrées aux différentes catégories d'intervention ou d'arrêt. Bien entendu, l'origine des temps sur chacune des lignes parallèles est située sur une même droite perpendiculaire à ces lignes.

L'échelle est choisie assez grande pour que la représentation du travail soit parfaitement claire.

Par convention, les temps mains (Tm) sont représentés par un double trait continu suivant la ligne de l'exécutant, les temps technologiques (Tt) sont représentés par un trait unique, suivant la ligne de la "machine". Les temps technomanuels (Ttm) sont représentés par deux segments parallèles correspondant, l'un à un temps main, l'autre à un temps technologique de même durée, tous les deux reliés par une diagonale allant de gauche en bas à droite en haut.

4.8.3. Travail sur foreuse.

a) Mode opératoire.

Tm 1 : prendre pièce, la placer sur gabarit	25
Tm 2 : régler outil	10
Tm 3 : embrayer avance	2
Tt 4 : percer \varnothing 13 mm (1 pièce à la fois)	120
Tm 5 : débrayer	2
Tm 6 : dégager outil	5
Tm 7 : enlever la pièce	10
Tm 8 : souffler copeaux	5

b) Représentation graphique.

Fig. 1, annexe 12.

c) Caractéristiques.

- La période est égale à 179 dmh.
- L'utilisation de l'homme est égale à
$$\frac{(25+10+2+2+5+10+5)}{179} \times 100 \cong 33 \%$$
- L'utilisation de la machine est égale à
$$\frac{120 \times 100}{179} \cong 67 \%$$
- La production horaire théorique est de
$$1 \times \frac{10.000}{179} \cong 56 \text{ pièces à l'heure.}$$

4.8.4. Travail sur foreuse.

a) Mode opératoire.

Tm 1 : prendre pièce, la placer sur gabarit	25
Tm 2 : régler outil	10
Tm 3 : embrayer avance	2
Tt 4 : percer \varnothing 13 mm (1 pièce à la fois)	120
Tm 5 : débrayer	2
Tm 6 : dégager outil	5
Tm 7 : changer outil	25
Tm 8 : mettre outil en position	10
Ttm 9 : chanfreiner en sensitif	30

Cours 1229

17e, 18e, 19e, 20e, 21e,
22e, 23e, 24e leçons

Tm 10 : dégager outil	5
Tm 11 : enlever la pièce	10
Tm 12 : souffler copeaux	5
Tm 13 : changer outil	25

b) Représentation graphique.

Fig. 2, annexe 12.

c) Caractéristiques :

- La période est égale à 274 dmh.
- L'utilisation de l'homme est égale à $\frac{(25+10+2+2+5+25+10+30+5+10+5+25)}{274} \times 100 \cong 56 \%$
- L'utilisation de la machine est égale à $\frac{(120 + 30)}{274} \times 100 \cong 54 \%$
- La production horaire théorique = $\frac{1 \times 10.000}{274} \cong 36,5 \text{ P. à l'heure.}$

FEUILLE DE CHRONOMETRAGE

Travaux en série

Atelier

Etude n°

Exécutant

Chronométreur

Date

Feuille n°

N. de feuilles

Fractions chronométrées

Effort
en Kg
Dijonné
en mm
Position

Cycles

Somme Moyenne

Irrégularités
et
Observations

Cours 1990

Annexe 2

DOSSIER D'ETUDE DU TRAVAIL

Atelier: Etude: Date:

Chronométrateur: Exécutant:

Produit:

Elément de produit:

S/élément de produit:

Pièce fabriquée:

N° nomencl.

Production { Annuelle: Matière:
par série de

Phase:

Sous-Phase:

Opération:

<u>Inventaire</u>	Méthode actuelle	Méthode proposée
Croquis ou plan (produit)	annexe:	annexe:
Croquis du poste de travail	annexe:	annexe:
Machines	annexe:	annexe:
Outils	annexe:	annexe:
Vérificateurs	annexe:	annexe:
Appareillages	annexe:	annexe:
Feuilles de chronométrage	Feuille N°	Feuille N°
Etude { Relevé, critique, solutions Comparaison - Représentation graphique	Feuille N°	Feuille N°
	Feuille N°	Feuille N°

Bilan estimatif

Dépenses

Gain

Amortissement: en quantité:
en temps:

RELEVÉ

CRITIQUE

Feuille n°

Mode opératoire
détaillé

Distance en m.
 Effort en kg.
 Position
 N. Cycles
 Unités ou fréquences
 Temps en

Poser la question
 Pourquoi - quoi - qui - où -
 quand - comment ?

Qu'espère-t'on :
 Eliminer = E
 Combiner = C
 Permuter = P
 Améliorer = A

SOLUTIONS

Reponses

N°

Irregularities
or
defects
or
failures

feuille n°

COMPARAISON

Méthode actuelle

Méthode proposée

Mode opératoire

Mode opératoire

N°

Temps en

Série	Tm	Ti
	Ttm	Tr etc.

Temps estimés en

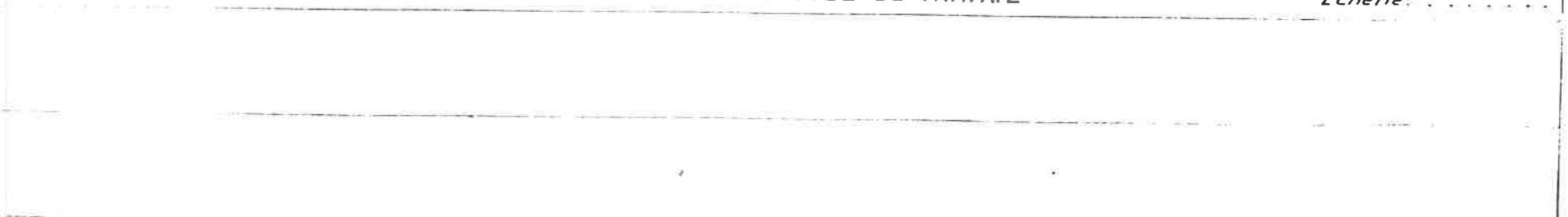
Série	Tm	Ti
	Ttm	Tr etc.

Utilisation manuelle en % :	Temps par pièce	Série	Utilisation manuelle en % :	Temps par pièce	Série
Utilisation machine en % :		Tm, Ttm			Tm, Ttm
Production horaire théorique :		Ti, Tr, etc.			Ti, Tr, etc.
			Production horaire théorique :		Cycle

REPRESENTATION DU CYCLE DE TRAVAIL

Echelle:

Méthode
proposée actuelle



Majorations % ^{les} tenant compte
des efforts exprimés en kgs.

Efforts en kgs	%		Efforts en kgs	%		Efforts en kgs	%	
	Homme	Femme		Homme	Femme		Homme	Femme
2,5	10	9	15	17	20	30	25	—
5	11	10	17,5	19	22	35	27	—
7,5	12	12	20	20	24	40	30	—
10	13	14	22,5	21	26	45	33	—
12,5	15	17	25	23	30	50	37	—

Majorations % ^{les} tenant compte
de la position

Positions	%		Positions	%		Positions	%	
	Homme	Femme		Homme	Femme		Homme	Femme
⊥	0	0	⌊	14	14	⌋	29	—
⌊	6	6	⌋	20	20			
⌋	8	8	⌊	23	—			

Majoration % ^{le} pour participation mentale: +4%

Tableau des coefficients de majoration tenant compte de l'effort, la position et la participation mentale pour la main d'oeuvre masculine.

















Positions + participa- -tions	Positions							
								
Efforts mentales en kgs								
0 à 1	1,09	1,13	1,16	1,20	1,24	1,27	1,32	1,37
1 à 2,5	1,11	1,16	1,19	1,23	1,28	1,33	1,37	1,41
2,5 à 5	1,12	1,17	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,43
5 à 10	1,13	1,18	1,21	1,25	1,31	1,36	1,40	1,44
10 à 15	1,14	1,20	1,24	1,28	1,34	1,38	1,42	1,46
15 à 20	1,18	1,23	1,27	1,31	1,36	1,41	1,45	1,49
20 à 25	1,21	1,26	1,29	1,33	1,39	1,43	1,48	1,52
25 à 30	1,23	1,28	1,31	1,35	1,41	1,46	1,51	1,55
30 à 35	1,25	1,30	1,33	1,39	1,44	1,48	1,53	1,57
35 à 40	1,29	1,34	1,37	1,42	1,47	1,51	1,56	1,60
40 à 45	1,33	1,37	1,40	1,44	1,50	1,54	1,59	1,63
45 à 50	1,37	1,40	1,44	1,49	1,54	1,58	1,63	1,67

Tableau des coefficients de majoration tenant compte de l'effort, la position et la participation mentale pour la main d'oeuvre féminine.

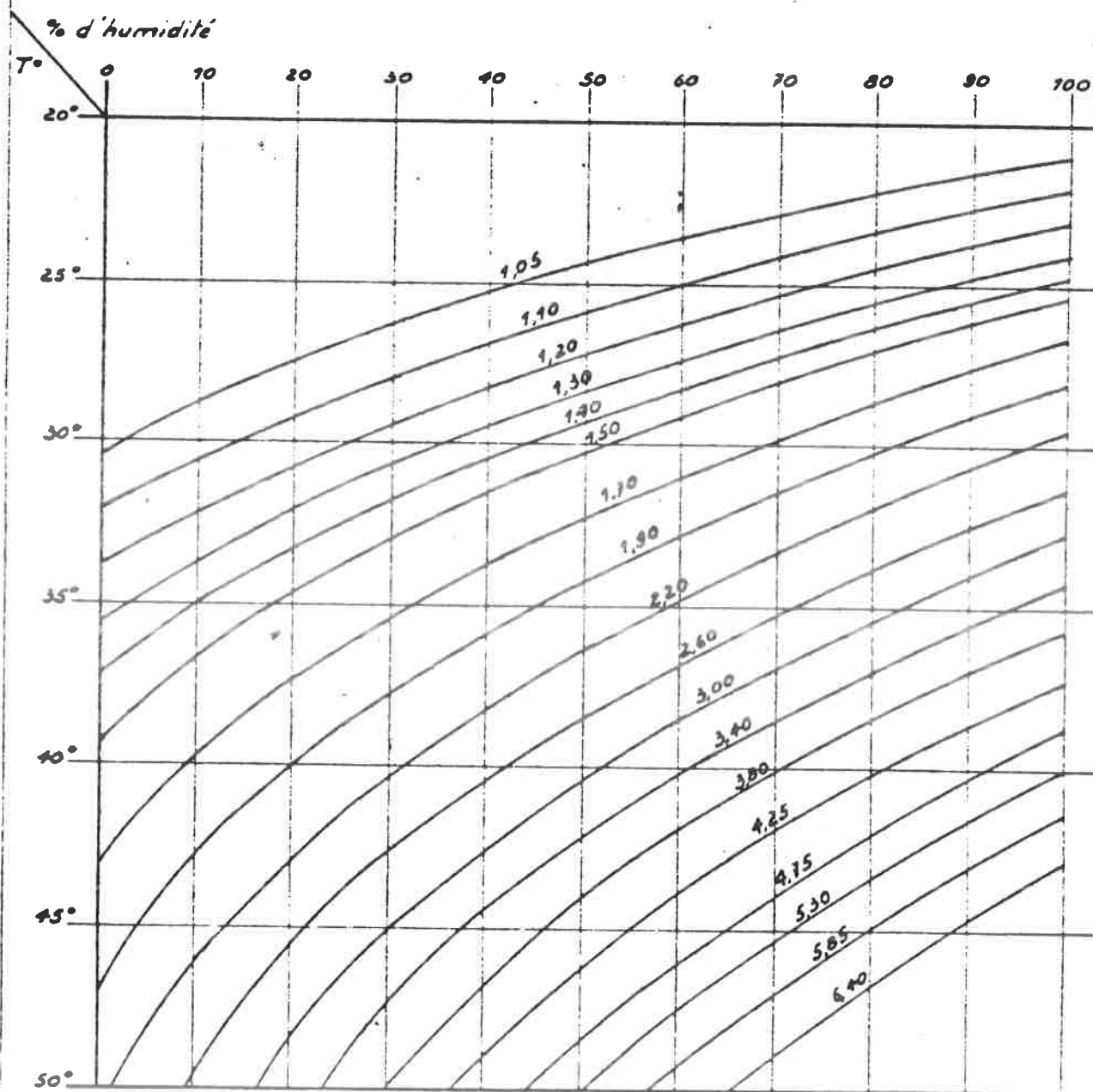
Positions + participa- -tions	Positions							
Efforts mentales en kgs								
0 à 1	1,08	1,12	1,15	1,19	1,23	—	—	—
1 à 2,5	1,10	1,15	1,18	1,22	1,27	—	—	—
2,5 à 5	1,11	1,16	1,19	1,23	1,28	—	—	—
5 à 10	1,13	1,18	1,21	1,25	1,31	—	—	—
10 à 15	1,16	1,22	1,26	1,30	—	—	—	—
15 à 20	1,22	1,27	1,31	1,35	—	—	—	—
20 à 25	1,27	1,32	1,35	—	—	—	—	—

COEFFICIENT DE MONOTONIE MUSCULAIRE

<i>% de monotonie musculaire</i>	<i>Coefficient</i>
50	1,10
52	1,11
54	1,12
56	1,12
58	1,13
60	1,14
62	1,15
64	1,16
66	1,18
68	1,19
70	1,20
72	1,22
74	1,24
76	1,26
78	1,28
80	1,30
82	1,32
84	1,34
86	1,37
88	1,39
90	1,41
92	1,44
94	1,46
96	1,49
98	1,52
100	1,54

Coefficient de Température

en fonction du degré hygrométrique de l'atmosphère et de la température indiquée par le thermomètre sec.



FIXATION DE TACHE

ETUDE N°	Atelier	Section
DATE	Poste	Ouvrier
A.E.T	Phase	
VISA	Sous-phase	
PRODUCTION {	Opération	
	totale	
	annuelle	
par série de		

MACHINE	OUTILS	VERIFICATEURS
.....
.....
.....
.....
.....

APPAREILLAGE_MONTAGE voir

CROQUIS DE LA PIECE voir

CROQUIS DU POSTE DE TRAVAIL STABILISE.

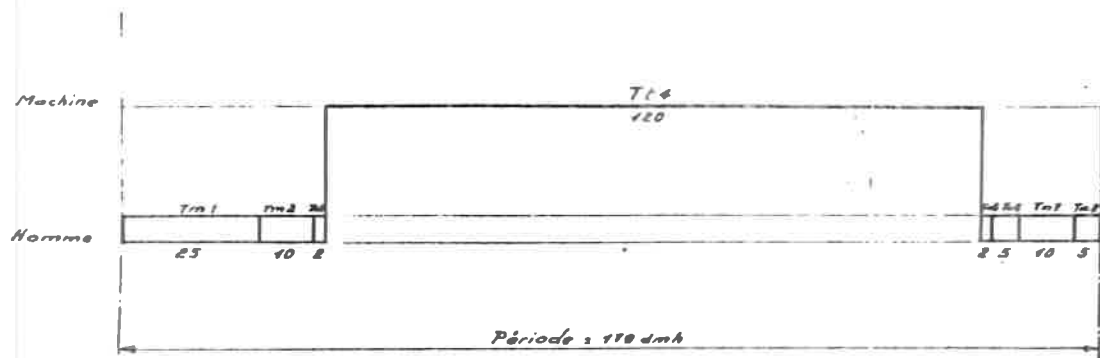


Fig. 1

Echelle. = 10 dmh

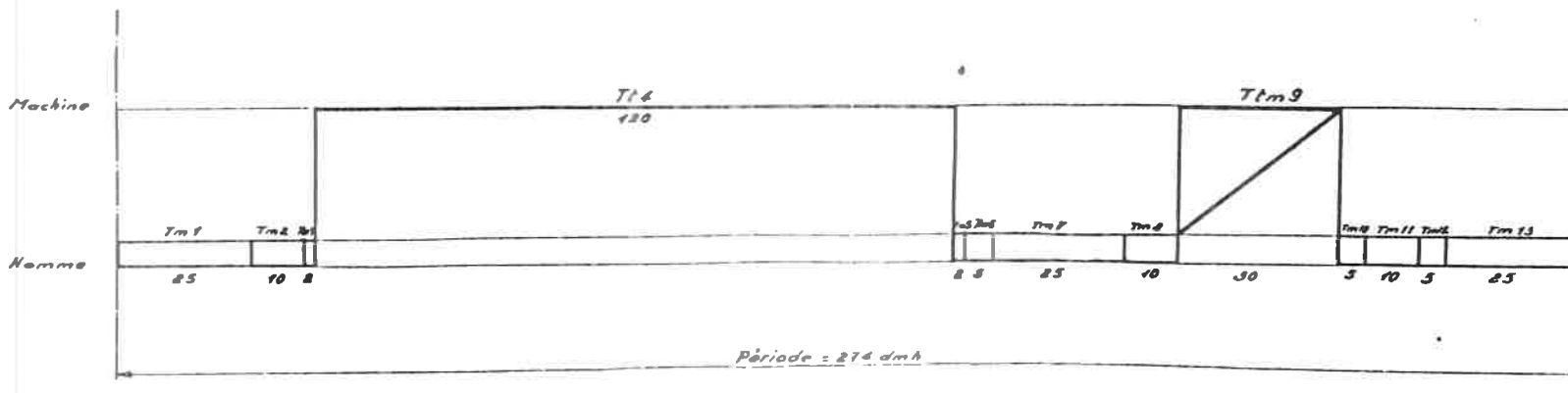


Fig. 2

4.9. - Etude des travaux d'équipe.

4.9.1. - Généralités.

La feuille d'étude d'équipe permet d'étudier les activités d'un groupe d'hommes travaillant ensemble.

Elle comprend, en quelque sorte, les graphiques d'activité établis pour chacun des travailleurs de l'équipe et disposés de telle manière qu'ils permettent une analyse absolument complète de l'ensemble des travaux.

Cette étude entraîne une meilleure composition de l'équipe, en même temps qu'elle réduit les attentes par une distribution du travail plus judicieuse.

4.9.2. - Utilisation de l'imprimé.

La méthode consiste à faire systématiquement une succession d'observations à des moments précis, par exemple, à chaque centiheure.

Pour chaque ouvrier composant l'équipe, on établit un graphique d'activité tenant compte des éléments suivants :

- l'ouvrier travaille;
- l'ouvrier se déplace;
- l'ouvrier attend.

L'enregistrement des observations se fait sur l'imprimé dont le modèle se trouve à l'annexe 1.

On remarque que les symboles relatifs aux

- opérations,
- déplacements,
- attentes,

sont identiques à ceux dont il est fait usage dans l'imprimé d'analyse de déroulement.

L'imprimé comporte également une réglure horizontale en centiheures.

Dans chacune des six cases supérieures on inscrit l'identification d'un des individus ou matériels observés.

2.

Le chronomètre tourne sans arrêt et chaque observation commence exactement au moment où l'aiguille passe à zéro. Les individus doivent être observés toujours dans le même ordre, ce qui revient à dire que chacun d'eux est observé tous les centièmes. Généralement, l'observation totale dure une heure.

Au moment de l'observation, on noircit la case correspondant à un centième dans la colonne qui se trouve sous l'index signes "Opération", "Transport", ou "Attente" suivant que l'exécutant observé effectue une opération, un transport ou est en attente.

Les résultats se trouvant inscrits à l'échelle sont utilisables en lecture directe et constituent eux-mêmes un véritable simogramme.

Un seul observateur peut ainsi relever le travail de six personnes à la fois, ou d'un engin et de quatre ou cinq personnes, à condition que l'ensemble soit suffisamment groupé.

Il est indispensable d'attirer l'attention de l'observateur sur la difficulté de repérage des individus dans une équipe.

Le bas de l'imprimé a été aménagé pour permettre les indications suivantes :

- Totaux des différentes colonnes. On obtient 3 résultats par exécutant. Lorsque l'observation totale a duré une heure, la somme des 3 résultats est toujours égale à 100;
- jugement global d'activité (J.G.A.);
- corrections des totaux précédents compte tenu du J.G.A.

Exemples : 1er cas.

JGA < 100

	Opération	Déplacement	Attente.
Totaux	60	30	10
J.G.A.		80	
Totaux corrigés.	48	24	28

2ème cas. J.G.A. > 100.

Totaux	60	30	10
J.G.A.	110		
Totaux corrigés.	66	33	1

4.9.3. - Analyse de la feuille d'activité.

Cette analyse repose sur la méthode interrogative; c'est-à-dire qu'il faut poser pour chaque "phase" de travail, les 6 questions:

Quoi, qui, où, quand, comment, pourquoi ?

Le but poursuivi consiste à réduire au minimum les temps d'inactivité en harmonisant la répartition des charges entre les différents membres de l'équipe et en considérant que bien souvent on obtient de meilleurs résultats avec des équipes peu nombreuses. On dit que la meilleure "équipe" est celle qui est composée d'un seul homme.

4.9.4. - Exemple (Annexes 2 et 3).4.9.4.1 - Conditions.

La phase de travail observée est celle du "levage d'un wagon et de l'équerrage de son châssis".

Le travail a été réalisé en utilisant deux équipes différentes composées chaque fois de 3 exécutants et dans des conditions d'exécution rigoureusement identiques.

La première équipe (analyse à l'annexe 2) est constituée d'exécutants bien entraînés et polyvalents; tandis que dans la deuxième équipe (analyse de l'annexe 3) nous rencontrons des ouvriers utilisés occasionnellement.

4.9.4.2. - Constatations :

a) Dans le 1er cas, les exécutants se répartissent équitablement les différentes tâches. De cette manière, les pourcentages d'utilisation (travail) sont sensiblement identiques (70%) 56% ; 61%).

4.

La valeur du cycle est de 64 ch.

b) Dans le 2d cas, le premier exécutant travaille pendant 65% du cycle, le second pendant 66% et le troisième pendant 35% seulement. On est donc loin de retrouver ici l'équilibrage du 1er cas.

Comme les conditions de travail sont identiques, on peut conclure :

- 1° - que les deux premiers exécutants sont polyvalents;
- 2° - que le 1er doit suppléer au manque d'activité du 3e;
- 3° - que cela ~~a~~ pour effet d'allonger la valeur du cycle de 50%

c) Dans la colonne "Observations" nous notons :

1°) les difficultés rencontrées pour avancer le wagon. Le temps passe de 2 ch. à 7 ch;

2°) que le seul moment où le troisième exécutant intervient d'une manière plus régulière mais toujours inefficace correspond au "dressage et rédaction de la fiche de mesurage".

4.9.4.3. - CONCLUSION.

Dans le 2d cas, pour des raisons à analyser, le 3e exécutant provoque un ralentissement considérable de la chaîne de réparation (augmentation de la valeur du cycle de 50%).

Ⓑ

FEUILLE D'ETUDE D'EQUIPE PAR OBSERVATIONS DISCONTINUES

ATELIER	SECTION	ETUDE N°	
PREPARATEUR	DATE	FEUILLE N°	FEUILLES
OBJET			

TEMPS EN CH.	EXECUTANTS												OBSERVATIONS	
	1		2		3		4		5		6			
	○	⇒	○	⇒	○	⇒	○	⇒	○	⇒	○	⇒		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														
81														
82														
83														
84														
85														
86														
87														
88														
89														
90														
91														
92														
93														
94														
95														
96														
97														
98														
99														
100														
Toiaux report JGA T. L...													DUREE DE L'OBSERVATION	

⑧

FEUILLE D'ETUDE D'EQUIPE PAR OBSERVATIONS DISCONTINUES

ATELIER A.C. Lutin

SECTION Démontage

ETUDE N°

PREPARATEUR Louis

DATE 24/11/69

FEUILLE N° 1

1 FEUILLE

OBJET Levage, iquelage des Hg 2211

TEMPS EN ch	EXECUTANTS																		OBSERVATIONS												
	1 Camille			2 Lucien			3 Hamie			4			5			6															
	O	⇨	D	O	⇨	D	O	⇨	D	O	⇨	D	O	⇨	D	O	⇨	D													
1																				difficulté pour avancer Hg											
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																					levage partiel enlever sous gardes										
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																				enlever menottes											
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																				lever Poulie, brosses sous gardes menottes - supports											
31																															
32																															
33																															
34																															
35																															
36																															
37																															
38																															
39																															
40																				dessaige remplir la file de message											
41																															
42																															
43																															
44																															
45																															
46																															
47																															
48																															
49																															
50																				descendre Hg démonter appareil étanchéité descendre remonte suspension attacher câble attendre départ											
51																															
52																															
53																															
54																															
55																															
56																															
57																															
58																															
59																															
60																															
61																															
62																															
63																															
64																															
65																															
66																															
67																															
68																															
69																															
70																															
71																															
72																															
73																															
74																															
75																															
76																															
77																															
78																															
79																															
80																															
81																															
82																															
83																															
84																															
85																															
86																															
87																															
88																															
89																															
90																															
91																															
92																															
93																															
94																															
95																															
96																															
97																															
98																															
99																															
100																															
Totale	feuille			69			9			17			57			13			25			33			8			54			DUREE DE L'OBSERVATION
report																															
cumulé	69			9			17			57			13			25			33			8			54						
JCA	90			90			90			90			90			90			90			90			90						
T. corrigé	62,7			8,4			24,8			62,7			14,3			23			33			8			54						
%	65			9			26			66			15			19			35			8			57						

95cl

C.- Mise en oeuvre de la préparation du travail.

1.- Introduction.

La préparation du travail s'impose partout peu à peu, sous l'effet du progrès technique et de la concurrence. Tôt ou tard, le moment vient où il est nécessaire de décider la mise en oeuvre de méthodes scientifiques. Cependant, pour réduire les dépenses à engager, la tentation est grande de limiter la portée de la décision par l'insuffisance des moyens et par l'utilisation persistante de méthodes empiriques.

Que se passe-t-il alors ?

- On établit un programme en se basant sur les commandes en cours.
- Des préparateurs établissent rapidement des gammes sommaires.
- Des chronomètres font leur apparition dans l'atelier et enregistrent des temps.

Les dossiers s'accumulent au bureau des méthodes. Le chef d'atelier réclame des bons.

Voilà le programme éclairé et le bureau des méthodes entré dans le régime des estimations hâtives.

Bientôt surgissent des discussions parce que "les temps sont trop courts" ou "la matière est trop dure" ou "les outils ne tiennent pas les avances".

Et nous voilà entrés dans le régime des bons complémentaires, des discussions et des oppositions avec l'atelier.

Il n'est pas nécessaire de pousser plus loin le film de ces incohérences, pour montrer les effets néfastes d'une préparation hâtive et d'une taxation prématurée.

Cette façon d'opérer place rapidement le bureau des méthodes à la remorque de l'atelier. Elle disperse son activité sur des cas d'espèces ou des problèmes secondaires. Elle aboutit à des résultats peu homogènes tout en compromettant pour longtemps, les relations entre l'atelier et les méthodes.

2.- Caractère et déroulement de l'étude du travail.

2.1. Ordre d'exécution.

Une première préparation a été faite sur le plan de la direction avec le concours des services de préparation, pour permettre à celui-ci de définir le cadre de l'ouvrage à réaliser qu'il s'agit de préparer. Cette étude a abouti à la rédaction d'un ordre d'exécution.

(B). 30085. 12.69 (100)

2.

La partie la plus importante de cet ordre comprend les dessins établis par le bureau d'étude.

Il importe que ces dessins soient assez détaillés pour ne laisser aucun doute sur le travail à faire.

Nous insistons beaucoup sur ce point, parce que l'insuffisance des dessins est, dans certaines entreprises ou dans certaines professions, un obstacle à la préparation du travail.

L'ordre doit comporter toute une série d'autres renseignements sur l'importance de la série, sur les délais d'exécution prévus pour l'ensemble, sur la matière première et les parties de l'ouvrage commandés à l'extérieur, avec les délais de livraison, etc ...

C'est en partant de cet ordre que le bureau des méthodes devra procéder à la préparation du travail.

2.2. Caractère général de l'étude.

Dans ce qui précède, il a été exposé comment s'y prendre pour observer un travail, afin de le simplifier par tous les moyens, afin de diminuer la fatigue de l'exécutant et d'accroître la productivité.

Le préparateur va avoir à faire le même travail, mais au lieu d'observer le processus d'exécution dans la réalité, il devra imaginer ce processus d'exécution, en faire la critique, comparer entre eux des processus possibles, enfin, décider de celui à adopter en prévoyant au besoin, les variantes dans le cas où l'ordonnement lui signalerait que la charge des ateliers ne permet pas d'adopter sa solution.

La préparation tiendra compte ^{aussi de l'étude} des mouvements pour fixer la méthode de travail de l'exécutant.

Enfin, l'étude des temps est un élément indispensable puisqu'il faut arriver à prévoir le temps d'exécution de chaque élément d'ouvrage pour en coordonner l'achèvement et l'assemblage. Le temps est aussi un élément de comparaison entre les méthodes. Il faudra bien, finalement, allouer un temps pour l'exécution de la tâche.

Le préparateur fait tout cela sur dessin. Il peut bien faire faire quelques essais, s'il dispose d'un atelier de méthodes. Il peut aussi aller sur place dans l'atelier, se rendre compte de certains détails, y faire effectuer quelques mesures, mais la plus grosse partie de son travail est faite sur documents. On voit donc les qualités et les connaissances que cela nécessite :

qualités d'imagination et de jugement,
connaissance de la technologie des métiers intéressés.

On voit aussi la nécessité, pour lui, d'avoir une documentation abondante et précise et de trouver dans l'ordre de fabrication, tous les renseignements que nous avons indiqués.

2.3. Le déroulement de l'étude.

Le déroulement de la préparation du travail se présente différemment suivant le travail à préparer. On ne prépare pas un plan de transport comme on prépare un travail de bureau. Nous donnerons une idée de ce que peut être le déroulement de cette étude dans une entreprise de fabrications mécaniques, parce qu'on y trouve, bien caractérisés, les éléments essentiels qui peuvent se rencontrer ailleurs.

Il ne faut pas penser non plus que notre schéma sera une image exacte de la réalité. Celle-ci est très complexe et résulte de toutes les incidences des différentes activités de l'entreprise l'une sur l'autre.

Il ne faut pas croire que l'étude préliminaire menée par la direction et l'étude d'exécution dont nous nous occupons maintenant vont avoir lieu en deux périodes nettement séparées : dès que la décision d'exécution sera prise, un ordre sommaire sera passé qui permettra aux préparateurs de commencer l'étude d'exécution, en même temps qu'ils pourront avoir encore à donner des renseignements pour l'étude préliminaire.

Avant d'avoir terminé l'étude d'exécution, le bureau des méthodes pourra passer les dossiers des premiers éléments d'ouvrage à réaliser au bureau d'ordonnancement, pour en permettre tout de suite le lancement. En cours d'exécution, le bureau des méthodes aura encore à intervenir pour reviser certains travaux qui auront fait l'objet de difficultés imprévisibles ou pour tenir compte de nouvelles études faites par les agents d'étude du travail, ou pour tenir compte de modifications dans l'équipement de l'atelier, du bureau ou du chantier.

3.- Le travail d'analyse préliminaire.

3.1. Analyse de l'ouvrage.

L'ouvrage se compose, en dernière analyse, d'éléments au-delà desquels on ne peut plus le décomposer. Nous appellerons ces éléments, les éléments primaires de l'ouvrage. Pour un produit, c'est la pièce détachée.

Il se peut que certains ouvrages ne soient pas décomposables : la facture à établir, le transport d'une marchandise. Seule leur exécution fera l'objet d'une analyse. Par contre, l'ensemble de la facturation dans une entreprise est composé d'éléments primaires qui sont les diverses factures.

La décomposition d'un ouvrage peut comporter des stades intermédiaires nombreux entre ses stades primaires et lui-même. Les éléments primaires peuvent se réunir en éléments du second degré qui peuvent eux-mêmes constituer des éléments du 3e degré, etc...

4.

jusqu'à ce qu'on ait construit entièrement l'ouvrage définitif.

La préparation portera donc successivement sur la réalisation des éléments primaires, sur la combinaison de ceux-ci pour former les éléments du deuxième degré, puis sur celle de ces derniers pour former les éléments du troisième degré, et ainsi de suite jusqu'à avoir réalisé l'ouvrage dans sa totalité. Il peut arriver que des éléments primaires entrent directement dans la composition d'un élément de degré très supérieur.

3.2. Analyse du travail à exécuter.

L'analyse de l'ouvrage simplifie déjà le travail du préparateur et en trace le plan.

Le préparateur doit alors étudier comment passer de la matière aux éléments d'ouvrage primaires, puis de ceux-ci aux éléments d'ouvrage du deuxième degré, de ceux-ci à ceux du troisième degré et ainsi de suite, jusqu'à obtenir l'ouvrage terminé.

L'étude du passage de la matière première à un élément primaire, ou de la combinaison de plusieurs éléments de degré quelconque faisant partie de l'élément de degré supérieur, constitue une analyse d'exécution et l'ensemble de ces analyses d'exécution, avec la manière dont elles doivent se succéder, constitue le dossier d'exécution.

A la S.N.C.B., l'analyse d'exécution prend le nom de gamme et le dossier d'exécution s'appelle dossier de fabrication.

Nous avons vu que l'étude du travail avait fourni au bureau de préparation, toutes les données sur les éléments de travail qui servent à réaliser la gamme. Mais cette réalisation donne lieu, en général, à une succession d'interventions trop complexes pour qu'on puisse passer directement de l'élément de travail à la gamme.

C'est pourquoi, il a été indiqué dans une leçon précédente, que l'analyse d'exécution ou la gamme était décomposée en phases, sous-phases, opérations, certains stades de cette décomposition pouvant disparaître dans certains cas particuliers.

Exemples :

- a) Si nous fabriquons des briques, ce qui constitue une seule gamme, celle-ci comprendra les phases suivantes :
- malaxage,
 - moulage,
 - cuisson,
 - mise en stock.
- b) Si nous tirons des imprimés, là encore, nous aurons une seule gamme et les phases ci-après :

- composition;
- imposition,
- tirage,
- façonnage,
- paquetage.

c) Si nous coulons un plancher en béton, la gamme comprendra les phases suivantes :

- préparation des coffrages,
- mise en place des coffrages,
- préparation des armatures,
- préparation du béton,
- coulage du béton.

Nous étudierons plus particulièrement cette dernière gamme.

Une première question peut se poser à son propos.

Pourquoi avoir adopté six phases, quand on aurait pu en concevoir trois :

- coffrage,
- ferrailage,
- bétonnage.

La réponse dépend de la nature et de la constitution du chantier, du matériel employé. Si l'importance du chantier justifie d'avoir deux équipes distinctes pour la préparation et l'exécution du coffrage, pour la préparation et l'exécution du ferrailage, les quatre phases correspondantes doivent être maintenues. Si, au contraire, une même équipe effectue successivement la préparation et l'exécution du coffrage, on devra s'en tenir pour elles à deux phases.

L'étude de phase sert à établir le bon de travail qui sera remis à l'équipe. Il y a donc un bon établi par phase. Dans le 1er cas il y a quatre équipes, donc quatre bons, donc quatre phases; dans le second cas, deux équipes, donc deux bons, donc deux phases. En ce qui concerne le bétonnage, il y a obligatoirement deux équipes, donc deux phases.

Supposons que nous ayons adopté la solution d'une seule équipe. Nous allons examiner ce qui se passe pour le ferrailage. La phase va comprendre deux sous-phases :

- préparation des armatures,
- mise en place des armatures.

La sous-phase "préparation des armatures" comporte cinq opérations :

- Approvisionnement des matériaux.
- Tronçonnage des fers.
- Pliage des fers.
- Assemblages préliminaires.
- Stockage.

6.

Nous allons encore retrouver ici un des avantages immédiats de l'analyse : un préparateur exercé, en inscrivant la suite de ces cinq opérations, se demande tout de suite :

Dans quelle mesure y a-t-il intérêt à faire des assemblages préliminaires et lesquels faut-il prévoir ? ou faut-il faire tous les assemblages dans la sous-phase "mise en place des armatures" ?

Voici encore un problème posé.

Ainsi donc, au cours de l'analyse du travail à préparer, le préparateur aura déjà noté toute une série de questions à étudier.

4.- L'étude des méthodes.

4.1. Généralités.

Ayant subdivisé son étude et en ayant établi le plan, le préparateur va aborder chacune de ses parties. Pour faire un travail fructueux, il faut que celui-ci porte sur un ensemble suffisant pour former un tout cohérent et qu'il conduise à un résultat pratique qui se traduise à l'exécution, par des ordres et des instructions.

4.2. Etude de la gamme.

La méthode, dans la gamme, consiste surtout à savoir comment se succéderont ou s'abrègeront les différentes phases, comment s'opéreront les manutentions prévues au début et à la fin de chaque phase.

L'attention se portera aussi sur le but de la gamme. Le "quoi ? pourquoi ?" de la simplification des méthodes devra se présenter à l'esprit.

Qualité de l'ouvrage ?

Finir de certaines pièces : est-ce indispensable ?

Montage long à effectuer : ne peut-on l'accélérer par une plus grande précision dans les cotes de pièces à assembler ?

On peut dire la même chose du dossier d'exécution pour lequel il s'agit de savoir dans quel ordre seront exécutées les différentes gammes.

4.3. Etude de la phase.

Cette étude consiste, avant tout, à fixer la méthode d'exécution, de laquelle déborderont les instructions à donner aux exécutants. Elle aboutit aussi, à la détermination du temps d'exécution.

La méthode, c'est le préparateur qui l'imagine. Mais elle est soumise à un certain nombre de données :

- la matière, plus ou moins facile à transformer ou à mettre en oeuvre :

Cours 1220

26e, 27e, 28e, 29e, 30e leçons

- les postes de travail avec leurs moyens :
 - outils,
 - outillages,
 - machines;
- la position respective de ces postes, avec les manutentions qui en résultent;
- les qualités auxquelles doit répondre le résultat du travail;
- etc ...

Tenant compte de toutes ces données, plusieurs méthodes sont souvent possibles. Il s'agit de les comparer et de *choisir* la meilleure en se basant sur une étude objective.

L'étude de phase la plus classique consiste à le décomposer en ses sous-phases, opérations, éléments de travail, puis à noter les temps nécessaires à l'exécution de chaque élément et à additionner ceux-ci, ce qui donne le temps total d'exécution de la phase.

Les fig. 1 et 2 de l'annexe 1 donne un exemple d'étude de phase. Cette phase consiste à utiliser un tour pour élever à une barre cylindrique représentée dans la marge, les deux épaisseurs de métal figurées en hachuré. On voit décrits tous les éléments de travail. Sur la même ligne que l'élément figure le temps, inscrit dans l'une des trois avant-dernières colonnes. La première correspond aux temps par série, c.à.d. aux temps d'exécution des éléments de travail qui n'interviennent qu'une fois au cours de l'exécution d'une série; la 2^{de} (Tm) correspond aux temps d'intervention de l'ouvrier; la 3^{de} (Tr) correspond au temps mis par la machine à exécuter son travail; la dernière des colonnes donne le numéro de code de l'élément de travail.

Les premières colonnes nous renseignent sur les conditions d'utilisation du tour :

- avance par tour,
- vitesse,
- longueur de passe,
- nombre de passes,
- profondeur de passe.

De cette étude de phase, sort un temps qui est le temps d'exécution de la phase. C'est un élément de comparaison de plusieurs méthodes possibles. La méthode qui donne le temps le plus court, permettra l'exécution la plus rapide, mais ne sera pas forcément la plus économique.

En principe, le prix de revient de l'opération comprend :

- le prix de la main-d'oeuvre,
- le prix de la matière,
- l'amortissement de l'outillage,

8.

- l'amortissement de la machine,
- la consommation d'énergie,
- la consommation d'outils,
- etc ...

Une autre considération intervient dans le choix de la méthode : telle machine ou tel poste de travail est peu utilisé, tels autres le sont davantage. Quand il n'en résulte pas une différence de temps exagéré, il y a généralement intérêt à utiliser les machines ou les postes de travail les moins chargés.

En dehors de ces conditions d'économie intervient également l'exécutant : si telle méthode assure une meilleure sécurité, elle est à adopter sans hésitation.

L'étude des mouvements montrera aussi que l'une des méthodes rend le travail moins fatigant que les autres; c'est une raison sérieuse de préférence.

Nous voyons là, mises en oeuvre, toutes les ressources du préparateur. Son travail est un art puisqu'il doit faire un choix qui s'appuie sur des données mathématiques et objectives, mais qui n'est pas imposé par elles : il résulte du jugement du préparateur.

4.4. Les variantes de l'étude de phase.

4.4.1. Généralités.

Bien que l'exemple que nous avons donné comporte une analyse très détaillée, assez longue à faire, on peut avoir besoin, pour des séries importantes nécessitant une méthode aussi parfaite que possible, de pousser plus loin l'analyse. Dans ce cas, on peut utiliser les tables de temps (par exemple : le MTM).

4.4.2. Etude d'un mode opératoire et détermination du temps d'exécution à l'aide des tables MTM.

(annexe 2).

4.4.2.1. Description du travail.

a) Pièces faisant l'objet de l'étude.

Un levier en acier de 250 mm. de long environ et pesant 1,250 K. porte un oeil à l'une de ses extrémités. Dans cet oeil on enfonce à la presse, un silentbloc en caoutchouc ayant 40 mm. de diamètre et 30 mm. d'épaisseur. Le silentbloc a un chanfrein sur l'une de ses faces pour faciliter l'introduction dans le levier.

b) Croquis du poste (fig.1 annexe 3).

1. Le poste est équipé pour placer en même temps 2 silentblocc (fig.2 annexe 3) sur deux leviers.
2. Sur le plan schématique du poste, on note :

Cours 1229

26e, 27e, 28e, 29e, 30e leçons

- deux leviers L1 et L2, positionnés sur la presse pour recevoir les silentblocs en D1 et D2; ceux-ci sont préalablement fixés sous le coulisseau de la presse, juste au-dessus des oeils O1 et O2;
- l'emplacement O où est assis l'ouvrier;
- la goulotte G1 où arrivent les leviers;
- la goulotte G2 d'évacuation des leviers, munis de silentblocs;
- deux bacs identiques B1 et B2 contenant des silentblocs;
- les poignées P1 et P2 commandant l'évolution de la presse;
- un pot P contenant de la graisse qui sert à lubrifier les silentblocs pour faciliter leur introduction à force dans les oeils des leviers.

c) Mode opératoire.

Le mode opératoire comprend cinq opérations élémentaires :

1. Saisir, positionner et graisser deux silentblocs.

Cette opération élémentaire comporte les mouvements suivants :

- Saisir un silentbloc avec chaque main en B1 et B2.
- Passer le silentbloc de la main droite dans la main gauche, tout en s'assurant que les deux silentblocs sont tenus par la base non chanfreinée.
- Rectifier la position si nécessaire.
- Prendre de la graisse à l'extrémité des doigts (index, majeur, annulaire) de la main droite en les passant dans le pot P.
- Graisser les deux silentbrocs en tournant les doigts autour des chanfreins.

2. Fixer deux silentblocs aux deux nez du coulisseau de la presse.

- Saisir un silentbloc avec la main droite et aller l'enfoncer dans le nez gauche de la presse.
- Saisir l'autre silentbloc de la main droite et aller le positionner dans le deuxième nez (la mise en place des silentblocs exige précision, peu de visibilité et effort d'enfoncement).

3. Positionner deux leviers sur la presse.

- Saisir un levier en G1 de la main droite, le passer dans la main gauche.
- Saisir un deuxième levier en G1 de la main droite.
- Positionner les deux leviers simultanément.
- Puis s'assurer que les deux bossages opposés aux oeils sont bien à leur place sur la presse.

10.

4. Enfoncer à force les silentblocs.

- Saisir une poignée (P1 et P2) avec chaque main et appuyer pour provoquer la descente et la remontée du coulisseau.

5. Evacuer les leviers avec leurs silentblocs.

- Saisir les leviers.
- Les désengager.
- Evacuer le levier de gauche en G2.
- Passer le levier de droite dans la main gauche.
- Evacuer le deuxième levier en G2.

4.4.2.2. Décomposition MTM du mode opératoire.

a) Décomposition des opérations élémentaires.

1. Saisir, positionner et graisser deux silentblocs.

Main gauche		C m n		Main droite
La main gauche vient d'évacuer à gauche et a le plus long parcours	R 65 C	1,46	R-E	Atteindre les silentblocs dans les bacs
	G 4 A	0,44 0,31	R 4 C	Atteindre "résiduel" suivant le 1er et juste avant le 2e.
	M 20 B	0,63	M 20 B	Rapprocher les pièces de soi.
Centrale de position Ressaisir, s'il y a lieu, masqué par le 2e contrôle	E F	0,43		
	G 2	0,43	E F	
		0,34	G 2	Ressaisir s'il y a lieu.
	R-A			Vers l'autre main, masqué pour le ressaisir.
	G 3	0,34 0,71	R 22 D	Vers le pot de graisse.
	0,35	M 6 C	Passer les doigts ds le pot.	
	0,61	M 22 A	Vers la main gauche	
	0,12	G 1 A	Saisir le 1er silentbloc.	

0,42	M 8 C	Tourner la main pour graisser.
0,12	R L 1	
0,25	M 6 A	Vers le 2e. silentbloc.
0,12	G 1 A	
0,42	M 8 C	
0,12	R L 1	
<u>8,06</u>		

2. Fixer deux silentblocs aux nez du coulisseau.

Main gauche		C m n	Main droite	
Masqué		0,20	R H A	Vers main gauche
		0,12	G 1 A	Saisir 1 silentbloc
	R L 1	0,82	M 26 C	Le transporter au nez gauche
				Le ressaisir combiné avec le mouvoir
		1,31	P2 SD	Manipulation difficile due à la graisse
		0,12	RL 1	
		0,53	R 26 A	Vers main gauche
		0,12	G 1 A	Saisir 2e. silentbloc
	R L 1	0,82	M 26 C	Le transporter au nez droit
		1,31	P2 SD	
	0,12	RL 1		
	<u>5,47</u>			

12.

3. Positionner deux leviers sur la presse.

Main gauche	C m n	Main droite
	1,67	R(100-20/C Vers 1 levier en G1 Assistance du corps
	0,55	C 4 B
R - A	1,23	M 55 A Vers la main gauche
G3	0,34	
	1,25	R 55 C
	0,55	G 4 B
M - B	1,72	M(90-20)C
	0,88	P ₁ SS D Manipulation difficile
Mouvoir "résiduel" M f c	0,12	
P ₁ SS D	0,88	
RL 1	0,12	RL 1 (
R8 B	0,34	R8 B) Assure la bonne
G 1 A	0,12	G1 A (position des
A P 3	0,32	AP 3) bossages des 2
R L 1	0,12	RL 1 (leviers
	10 21	

4. Enfoncer à force les silentblocs.

Main gauche		C mn	Main droite	
Vers poignée	R 35 A m G 5	0,53 0,00	R 35 A m G 5	Vers poignée
Abaissier poignée	m M 14 A	0,27	m M 14 A	Abaissier poignée
Dans sa remontée le coulisseau en- traîne les deux le- viers	T T	12,00	T T	Temps technolo- gique d'évolution de la presse
Remonter poignée	M 14 A m R L 2	0,27 0,00	M 14 A m R L 2	
		13,07		

5. Evacuer les leviers.

Main gauche		C mn	Main droite	
Pour aider le désen- gager	m R 40 A	0,58	m R 40 A	Désengager diffi- cile motivé par le fait que le levier est saisi à plus de 8 cm. du silent- bloc
	G 1 A	0,12	G 1 A	
	A P 2	0,64	A P 2	
	D 1 D	0,34		
			0,64	
Evacuer le levier	M 65 B R L 1	1,30 0,12		
Vers autre main	R 35 A	0,62	M-A	
	G 1 A	0,12		
	M 35 B	0,86	R L 1	
	R L 1	0,12		
		5,80		

14.

b) Temps alloué.

b.1. Récapitulation des temps *partiels* :

Saisir, positionner, graisser	: 8,06	Cmn
Fixer deux silentblocs	: 5,47	"
Positionner deux leviers	: 10,21	"
Enfoncer les silentblocs	: 13,07	"
Evacuer les leviers	: <u>5,80</u>	"
	42,61	"

b.2. Temps alloué.

Le temps ci-dessus doit être majoré afin de tenir compte :

- des temps de repos,
- des irrégularités extérieures au travail,
- éventuellement d'un pourcentage de rendement.

Le temps ainsi obtenu est celui qui peut être alloué à l'ouvrier.

Extrait d'une étude de phase

	A	V	L	N	P	Série	M	Tr	Code	Obs
Monter plateau pousse-tac sur brache							0,7		162	
Monter pointe fixe dans brache							0,6		226,1	
Monter pointe tournante dans poupée mobile							0,7		226,2	
Monter porte-outil sur tourelle Good-Chap							0,2		184	
Monter sans régler outil sur le porte-outil							0,5		242	
Régler outil à hauteur							0,7		604	
Avancer poupée mobile							0,8		436	
Changer vitesse par barnais accessible							0,2		635,4	
Changer vitesse par courroie accessible							0,2		635,6	
Changer avance par levier							0,1		637	
Prendre pièce sur table, la mettre en place à la main								0,1	244	
Monter tac ordinaire à vis								0,3	312	
Serrer entre pointes pièce prise à la main								0,1	632	
Mettre en marche						/			670	
Prendre passe						0,4			554	
Tourner amorcer Ø 21 mm	0,4	300	10	1	2	0,1			859	
Dégager après passe						0,1			555	
Arrêter machine						/			671	
Vérifier cote au pied à coulisse						0,4			723	
Mettre en marche									670	
Prendre passe							0,1		554	
Tourner ébaucher Ø 21 mm	0,4	300	70	1	2			0,9	830	10
Vérifier cote avec règle graduée < 500							0,2		723	50%
Dégager après passe							0,1		555	
Accélérer machine									671	
Desserer entre pointes pièce prise à la main							0,1		633	
Démonter tac							0,2		313	
Prendre pièce à la main, la poser sur table							0,1		245	
Prendre pièce sur table, la mettre en place à la main							0,1		244	
Monter tac ordinaire à vis								0,3	312	
Serrer entre pointes pièce prise à la main								0,1	632	
Mettre en marche						/			670	
Prendre passe						0,4			554	
Tourner amorcer Ø 17 mm							0,1		859	
Dégager après passe							0,1		555	
Arrêter machine						/			671	
Vérifier cote au pied à coulisse							0,4		723	
Mettre en marche									670	
Prendre passe							0,1		854	
Tourner ébaucher Ø 17 mm									830	
Vérifier cote avec règle graduée < 500							0,2		723	
Reprendre passe							0,3		556	
Dégager après passe							0,1		555	
Donner coup de lime sur bavures							0,3		331	
Arrêter machine									671	
Desserer entre pointes, pièce prise à la main							0,1		633	
Démonter tac							0,2		313	
Prendre pièce à la main, la poser sur table							0,1		245	
Reculer poupée mobile									437	
Démonter outil de porte-outil						0,4			243	
Démonter porte-outil de tourelle Good-Chap						0,5			185	
Démonter pointe tournante de poupée mobile						0,3			2272	
Démonter pointe fixe de brache						0,4			2271	
Démonter plateau pousse-tac de brache						0,9			163	

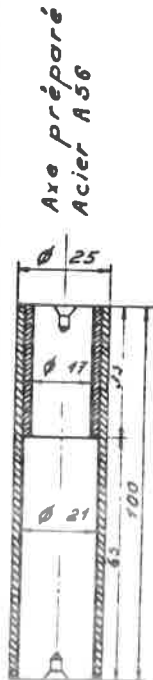


Fig. 1.

C01.300285.12.69(100)

Sous-phases-Opérations-E ^{re} de travail	Conditions de					Temps par série	Temps par pièce		No de code
	Coupe		Passe				M	Tr	
	Avance	Vitesse	Longueur	Nombre	Produit				
1 $\frac{162}{0,7} \frac{226,1}{0,6} \frac{226,2}{0,1} \frac{184}{0,2} \frac{242}{0,5} \frac{604}{0,1} \frac{436}{0,8} \frac{635,4}{0,3} \frac{635,6}{0,2}$ $\frac{637}{0,1} \frac{670}{-} \frac{554}{0,4}$ Tourner amorcer $\varnothing 21$ mm $\frac{555}{0,1} \frac{671}{-} \frac{723}{0,4}$	0,4	300	10	1	2	4,7			
2 $\frac{670}{-} \frac{554}{0,4}$ Tourner amorcer $\varnothing 17$ mm $\frac{555}{1} \frac{671}{-} \frac{723}{0,4} \frac{437}{0,4} \frac{243}{0,5} \frac{185}{0,3} \frac{227,2}{0,3} \frac{227,1}{0,4} \frac{163}{0,9}$	0,4	300	10	1	2	0,5			
1 Entre pointes, toc et pousse toc $\frac{244}{0,1} \frac{312}{0,3} \frac{632}{0,1} \frac{670}{-} \frac{554}{0,1}$ Tourner ébaucher $\varnothing 21$ mm $\frac{0,5 \text{ à } 723}{0,2} \frac{555}{0,1} \frac{671}{-} \frac{633}{0,1} \frac{313}{0,2} \frac{245}{0,1}$	0,4	300	10	1	2	0,6	0,9	1a	
2 $\frac{244}{0,1} \frac{312}{0,3} \frac{632}{0,1} \frac{670}{-} \frac{554}{0,1}$ Tourner ébaucher $\varnothing 17$ mm $\frac{0,56 \text{ à } 723}{0,2} \frac{556}{0,3} \frac{555}{0,1} \frac{531}{0,3} \frac{671}{-} \frac{633}{0,1} \frac{315}{0,2} \frac{245}{0,1}$	0,4	300	40	2	2	0,6	1	1,1b	
						9,1	5,7		

Fig. 2

Cours 1229
le... des régions

Classe d'ajustement	Manipulation	
	E Facile	D Difficile
D1 Libre - Effort très léger on ne discerne pas de recul	0.24	0.34
D2 Doux - Effort moyen - léger recul	0.45	0.71
D3 Dur - Effort important recul marqué à la main	1.37	2.08

MOUVEMENTS VISUELS
DEPLACER LE REGARD - EF - (EYE TRAVEL)
SANS ROTATION DE LA TETE

Temps $\left\{ \begin{array}{l} \text{exact} = 0,0171 \times \text{angle de rotation des yeux en degré} \\ \text{approché} = 0,91 \frac{T}{D} \end{array} \right.$
T = distance entre les deux points regardés
D = distance de l'œil à la droite joignant ces points avec une valeur maximum de 1,20

EXAMINER - EF - (EYE FOCUS)
SANS DEPLACEMENT DE L'AXE OCULAIRE

Temps = 0.43

MOUVEMENTS DU CORPS ET DES MEMBRES INFERIEURS

Description	Symbole	Distance	Temps
Déplacer le pied autour de la cheville avec forte pression	FM	jusqu'à 10 cm	0.51
Déplacer la jambe ou la mollet avec forte pression	FMP		1.15
	LM	jusqu'à 15 cm	0.43
	LMP	chaque cm en plus	0.04
Marcher pas - libre	WP		0.80
- gêné	W-PO		1.02
- en déplaçant en chariot	W-PL		1.02
Faire un pas de côté			
cas 1 - Terminé lorsque la jambe levée atteint le sol	SS-C1	moins de 30 cm	Masque par 7' ou 14'
cas 2 - Terminé lorsque la 2 ^e jambe levée reprend contact avec le sol	SS-C2	30 cm	1.02
		chaque cm en plus	0.072
		30 cm	2.05
		chaque cm en plus	0.065
Tourner le corps de 45° à 90°			
cas 1 - Terminé lorsque la jambe levée atteint le sol	TBC1		1.12
cas 2 - Terminé lorsque la 2 ^e jambe levée atteint le sol	TBC2		2.23
S'asseoir	SIT		2.08
Se lever	STD		2.60
S'incliner			
Se baisser	B		
mettre un genou par terre	AS		1.74
Se redresser ou se relever respectivement	AB : COK		
Sagenouiller complètement	AKOK		1.91
Se relever	KOK		4.16
	AK'OK		4.6

TABLES MTM de temps de mouvements
Diffusées par le service des méthodes d'organisation

Annexe 2

NOTA. Les temps des tables correspondent à des mouvements effectués à l'activité normale ils sont exprimés en centièmes de minute 1 cm = 0,00018 heure = 16.66 TMU

Mouvements simultanés	atteindre R			mouvoir M			saisir G				positionner P				désengager D		
	A	B	C	A	B	C	G1A	G1B	G1C	G4	P15	P25	P15S	P25S	D1E	D2	
	E	D	D	Bm													
désengager D	D	D2	E														
		D															
		D1E - D1D															
positionner P	P	P233	E														
		P2NS	D														
		P1NS	E														
		D															
		P153	E														
		D															
saisir G	G	P15	E														
		D															
		G4	I														
		H															
		G1C	I														
		H															
mouvoir M	M	G1B	I														
		H															
		G1A-G2-G5															
		C	I														
		H															
		B	I														
atteindre R	R	H															
		A	I														
		Bm	H														
		C	I														
		D	H														
		B	I														
	H																
	A																
	E																

facile
 peut être réalisé en pratique
 impossible

Mouvements non inclus dans la table

1. tourner: facile avec l'ins. les mouvements sont - si l'œil contrôle - si il y a désengage simultané

AP. Appliquer pression chaque cas doit être étudié

P3 positionner -

D3 Désengager - classe 3: toujours difficile

RL. Lacher, toujours facile

D. Désengager, difficile pour toutes les classes lorsque il y a soin de manipulation

I. intérieur au champ de vision
 H. hors du champ de vision
 E. facile à manipuler
 D. difficile à manipuler

MOUVEMENTS DES MEMBRES SUPERIEURS

ATTEINDRE-R- (REACH)

distance en cm	R.A	R.B	R.C R.D	R.E	m R-A		m(B)	Description des cas
					R.Am	R.Bm		
< 20	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10	0,10	0,02	A. Atteindre un objet toujours placé au même endroit, en objet dans l'autre main ou objet sur lequel repose l'autre main
4	0,20	0,20	0,20	0,20	0,14	0,15	0,03	
6	0,27	0,27	0,27	0,27	0,21	0,22	0,04	
8	0,32	0,32	0,32	0,32	0,27	0,28	0,05	
10	0,38	0,40	0,40	0,40	0,32	0,33	0,06	
12	0,40	0,44	0,44	0,44	0,37	0,38	0,07	B. Atteindre un objet isolé d'ent l'emplacement peut varier légèrement d'un cycle à l'autre
14	0,40	0,47	0,47	0,47	0,41	0,42	0,08	
16	0,43	0,53	0,53	0,53	0,46	0,47	0,09	
18	0,49	0,58	0,58	0,58	0,52	0,53	0,10	
20	0,51	0,58	0,58	0,58	0,57	0,58	0,11	
22	0,59	0,63	0,71	0,58	0,61	0,62	0,12	C. Atteindre un objet mêlé à d'autres de telle sorte qu'il y ait recherche et sélection
24	0,61	0,67	0,75	0,61	0,65	0,66	0,13	
26	0,65	0,70	0,78	0,65	0,69	0,70	0,14	
28	0,65	0,73	0,80	0,67	0,71	0,72	0,15	
30	0,72	0,77	0,83	0,70	0,74	0,75	0,16	
32	0,74	0,78	0,85	0,72	0,76	0,77	0,17	D. Atteindre un objet très petit ou un objet à saisir avec précision ou précaution
34	0,76	0,80	0,87	0,74	0,78	0,79	0,18	
36	0,79	0,82	0,89	0,76	0,80	0,81	0,19	
38	0,82	0,85	0,92	0,79	0,83	0,84	0,20	
40	0,85	0,88	0,95	0,81	0,85	0,86	0,21	
42	0,89	0,92	1,00	0,85	0,89	0,90	0,22	E. Déplacer le membre vers une position indéfinie, soit pour saisir l'épave de corps, soit pour préparer le mouvement suivant, soit pour dégager la zone de travail
44	0,90	0,94	1,02	0,86	0,90	0,91	0,23	
46	0,93	0,96	1,04	0,89	0,93	0,94	0,24	
48	0,96	0,99	1,07	0,91	0,95	0,96	0,25	
50	1,00	1,03	1,10	0,95	0,99	1,00	0,26	

MOUVOIR-M- (MOVE)

Distance en cm	M.A	M.B	M.C	m M.B M.Bm	m(B)	avec effort			Description des cas
						Kgr	Symbol	Effort	
< 20	0,12	0,12	0,12	0,10	0,02	0	0	1	A. Mouvoir un objet jusqu'à l'autre main ou contre une butée
4	0,19	0,23	0,23	0,16	0,07	1,25	0	1	
6	0,26	0,30	0,35	0,19	0,11	2,5	0,11	1,00	
8	0,31	0,35	0,42	0,22	0,14	2,5	0,11	1,00	
10	0,37	0,41	0,48	0,25	0,16	2,5	0,11	1,00	
12	0,42	0,46	0,55	0,28	0,19	2,5	0,11	1,00	B. Mouvoir un objet jusqu'à un emplacement approximatif ou indéfini
14	0,46	0,51	0,58	0,31	0,21	2,5	0,11	1,00	
16	0,50	0,55	0,62	0,34	0,23	2,5	0,11	1,00	
18	0,55	0,59	0,68	0,37	0,25	2,5	0,11	1,00	
20	0,58	0,63	0,72	0,40	0,27	2,5	0,11	1,00	
22	0,61	0,67	0,74	0,43	0,29	2,5	0,11	1,00	C. Mouvoir un objet jusqu'à un emplacement précis ou avec précaution
24	0,65	0,70	0,78	0,46	0,31	2,5	0,11	1,00	
26	0,68	0,74	0,82	0,49	0,33	2,5	0,11	1,00	
28	0,73	0,78	0,86	0,52	0,35	2,5	0,11	1,00	
30	0,76	0,81	0,89	0,55	0,37	2,5	0,11	1,00	
32	0,79	0,84	0,91	0,57	0,39	2,5	0,11	1,00	
34	0,83	0,88	0,95	0,60	0,41	2,5	0,11	1,00	
36	0,86	0,91	0,98	0,63	0,43	2,5	0,11	1,00	
38	0,90	0,95	1,02	0,66	0,45	2,5	0,11	1,00	
40	0,93	0,98	1,05	0,69	0,47	2,5	0,11	1,00	
42	0,97	1,01	1,08	0,72	0,49	2,5	0,11	1,00	
44	1,00	1,04	1,11	0,75	0,51	2,5	0,11	1,00	
46	1,03	1,07	1,14	0,78	0,53	2,5	0,11	1,00	
48	1,06	1,10	1,17	0,81	0,55	2,5	0,11	1,00	
50	1,09	1,13	1,20	0,84	0,57	2,5	0,11	1,00	

MOUVEMENTS DE MANIVELLE-C- (CRANK)

diamètre en cm	2		4		6		8		10		12		14		16		18		20		22		24		26		28		30		32		34		36		38		40		
	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e	1er	2e			
10	0,80	0,85	0,91	0,96	0,99	1,03	1,08	1,10	1,15	1,18	1,20	1,25	1,28	1,30	1,35	1,38	1,40	1,45	1,48	1,50	1,55	1,58	1,60	1,65	1,68	1,70	1,75	1,78	1,80	1,85	1,88	1,90	1,95	1,98	2,00	2,05	2,08	2,10	2,15	2,18	2,20

TOURNER-T- (TURN)

Angle de rotation en degré										Effort en Kg		
30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	Kg	Symbol
0,17	0,21	0,25	0,29	0,32	0,37	0,41	0,44	0,49	0,52	0,56	0-1	faible (S) (small)
0,24	0,31	0,39	0,45	0,51	0,58	0,64	0,70	0,76	0,82	0,89	> 1-5	moyen (M) (Medium)
0,28	0,38	0,47	0,55	0,62	0,70	0,78	0,85	0,92	0,99	1,07	> 5-16	Grand (L) (Large)

APPLIQUER PRESSION-AP- (APPLY PRESSURE)

AP1	0,98	Comprend un ressaisir
AP2	0,64	Ne comprend pas un ressaisir
AP3	0,32	Temps de réaction physiologique

SAISIR-G- (GRASP)

cas	Temps	Description des cas
G1A	0,12	Saisir un objet facile à prendre
G1B	0,21	Saisir un objet très petit } sur une surface plane
G1C1	0,44	Saisir un objet à peu près cylindrique } que des obstacles empêchent de saisir en dessous et sur un côté
G1C2	0,52	6mm < Diamètre < 12mm
G1C3	0,65	Diamètre < 6mm
G2	0,24	Ressaisir, modifier la préhension sans lâcher l'objet
G3	0,24	Passer un objet d'une main à l'autre
G4A	0,44	Diamètre > 25mm
G4B	0,55	6mm < Diamètre < 25mm
G4C	0,77	Diamètre < 6mm
G5	0	Saisir un objet par contact ou lorsque les doigts exercent un contrôle partiel de l'objet

LACHER-RL- (RELEASE)

RL1	0,12	Lâcher par ouverture des doigts
RL2	0	Lâcher de contact

POSITIONNER-P- (POSITION)

Classe d'ajustement	Symétrie	Manipulation	
		E facile	D difficile
P1 Libre Aucune pression nécessaire	S	0,33	0,61
	SS	0,54	0,88
	NS	0,62	0,96
P2 Doux Légère pression nécessaire	S	0,97	1,31
	SS	1,18	1,52
	NS	1,26	1,60
P3 Dur Forte pression nécessaire	S	2,59	2,93
	SS	2,80	3,14
	NS	2,88	3,22

La profondeur d'engagement est de 25 mm au plus

COURS 7129 26-1-30-164045

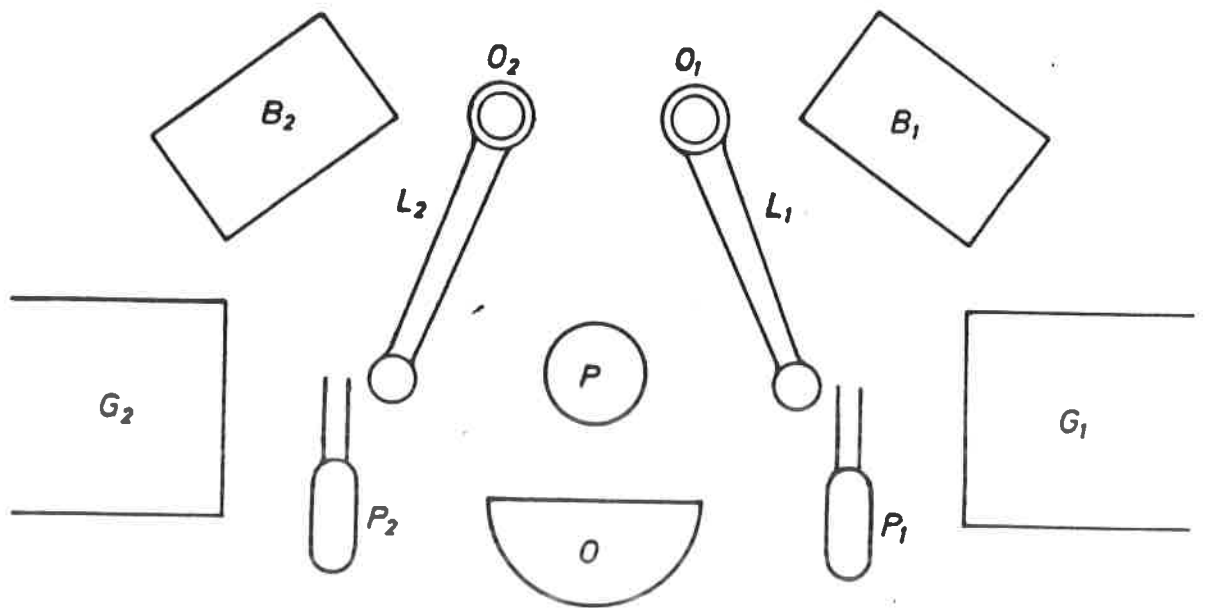


Fig. 1

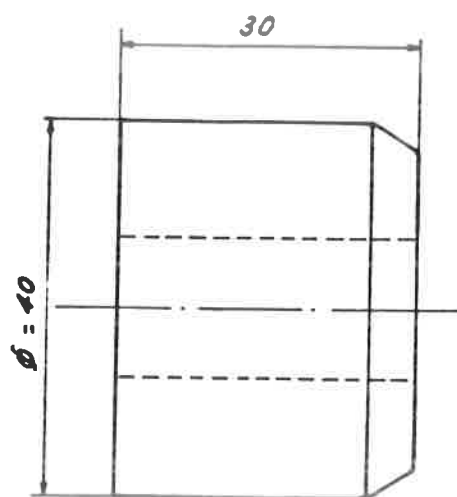


Fig. 2

