

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RÉSUMÉ DE THÉORIE
&
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE	OPTIMISATION ET AMELIORATION DE
N° 11	LA PRODUCTION

SECTEUR : FABRICATION MECANIQUE

SPECIALITE : TSMFM

NIVEAU : TS

Document élaboré par :

<i>Nom et prénom</i>	<i>Affectation</i>	<i>DR</i>
NICA DORINA	CDC-GM	
Mohamed SERBOUT	CDC-GM	

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

MODULE 11 : OPTIMISATION ET AMELIORATION DE LA PRODUCTION

Code :
Durée : 45 heures
Responsabilité : D'établissement

Théorie : 40 %
Travaux pratiques : 54 %
Evaluation : 6 %

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPETENCE

- Optimiser et améliorer la production.

PRESENTATION

Ce module de compétence particulière d'un Technicien Méthodes se dispense en deuxième année du programme de formation en chevauchement avec le module 6 sur les dossiers de fabrication.

DESCRIPTION

L'objectif de ce module est de faire acquérir la compétence particulière relative à la réduction des coûts de fabrication, l'utilisation des techniques d'étude de postes des circuits de fabrication et les techniques SMED, 5S... Il vise donc à rendre le stagiaire apte à optimiser la fabrication et à proposer des améliorations des conditions de travail justifiées et argumentées en terme de rentabilité.

CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT

- Des études de cas réels
- Simulations et jeux de rôle
- Le travail en groupe et en sous-groupe sera favorisé par le formateur
- Mettre les stagiaires dans des situations réelles de production
- Des butées horaires seront appliquées pour le respect des délais et la notion des temps alloués

CONDITIONS D'EVALUATION

- Travail individuel
- A partir :
 - De consignes et directives
 - D'une gamme d'usinage
 - De nomenclature
 - Des temps de fabrication estimés ou mesurés
 - Des études de phases
 - Des données économiques internes et externes (comptabilité analytique, sous-traitant, fournisseur)
- A l'aide :
 - Des méthodes de chiffrages
 - Des règles de calcul préétablies
 - Des documents standardisés de l'entreprise
 - D'un outil informatique

OBJECTIFS	ELEMENTS DE CONTENU
1. Connaître les principes de l'OST	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux de Taylor - Avantages et inconvénients du système taylorien - Productivité
A. Interpréter les consignes, les directives et les buts d'une organisation des postes de travail ou de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> - Compétitivité - Réduction des coûts - Notions sur le marché - La mondialisation : OMC - Esprit méthodique et critique constructive
2. Se soucier de l'amélioration de la productivité	<ul style="list-style-type: none"> - Prise d'initiative - Créativité - Force de convaincre - Argumentation de rentabilité
3. Appliquer les méthodes et outils de résolution de problèmes	<ul style="list-style-type: none"> - QQOQC - Brainstorming - Analyse de la valeur
B. Etudier et simplifier un circuit de fabrication	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse d'un processus de fabrication (utilisation des imprimés d'analyse de déroulement) - Identification des stades productifs et improductifs - Établissement et interprétation d'un graphique d'analyse de déroulement - Examine de façon critique et constructive un circuit de fabrication - Proposition des améliorations du cycle avec une argumentation de rentabilité
4. Connaître les règles d'hygiène et sécurité dans un atelier de mécanique générale	<ul style="list-style-type: none"> - Hygiène et sécurité dans les ateliers - Signalisations,...
5. Connaître les moyens de manutentions	<ul style="list-style-type: none"> - Moyens de manutention dans les ateliers : palan, grue, levier, élingues... - Manutention de pièces lourdes, des canters, des lots...
C. Proposer l'implantation des machines et des aires de stockage ainsi que les manutentions adaptés	<ul style="list-style-type: none"> - Différentes modes d'implantation de postes de travail - Méthodes de recherche d'implantation optimale : gammes fictives, ... - Réalisation de plan d'un atelier d'usinage ou de montage à l'échelle (1/50) (dimensions normalisées) avec zone de stockage - Choix des moyens de manutention appropriés de poste à poste
6. Avoir des notions sur l'approche systémique	<ul style="list-style-type: none"> - Notion sur l'approche systémique dans l'étude

	de poste
D. Etudier et simplifier un poste de travail	<ul style="list-style-type: none">- Sens d'observation et une vision globale des choses- Analyse de poste de travail- Notions de base d'ergonomie- Principes d'économie de mouvements- Chrono-analyse- Utilisation des tables MTM : table des mouvements simultanés,...- Les simogrammes et réduire les temps de cycles de travail- Proposition d'amélioration des postes de travail- Argumentation de rentabilité
7. Se soucier de l'importance du temps de changement de série	<ul style="list-style-type: none">- Temps productifs et improductifs- Temps de changement de série : donner des exemples- Importance d'une réduction de temps de changement de série
E. Réduire les temps de changement de production	<ul style="list-style-type: none">- Travaille en équipe- Outils permettant le travail en équipe : brainstorming,...- Remise en question du mode de changement d'une série- Méthodologie permettant une analyse critique et constructive du mode de changement d'outil actuel (type SMED)- Analyse des défaillances (type AMDEC-produit, AMDEC-processus)

***OPTIMISATION ET AMELIORATION
DE LA PRODUCTION***

SOMMAIRE

OPTIMISATION ET AMELIORATION DE LA PRODUCTION

INTRODUCTION.....	8
<u>CHAPITRE 1</u>	
ÉTUDIER ET SIMPLIFIER UN CIRCUIT DE FABRICATION.....	9
<u>CHAPITRE 2</u>	
ORGANISATION DES MOYENS DE PRODUCTION	49
3.1 Définition d'implantation des moyens de production	
3.2 Types d'implantation	
3.3 Méthode des chaînons.....	
3.4 Exemple d'application.....	
<u>CHAPITRE 3</u>	
ANALYSE DES POSTES DE TRAVAIL.....	60
1.1 Aménagement des postes de travail.....	
1.2 Manutention et stockage	
1.3 Principes ergonomiques	
1.4 Sécurité et comportement au poste de travail.....	
<u>CHAPITRE 4</u>	
INSTALER LE POSTE DE PRODUCTION	83
2.1 Installation et protection d'un tour.....	
2.2 Installation et protection d'une fraiseuse.....	
<u>CHAPITRE 5</u>	
AMELIORATION DES TEMPS DE CHANGEMENTS DE SERIES.	
METHODE SMED.....	89
QUESTIONNAIRE.....	96
BIBLIOGRAPHIE.....	100.

INTRODUCTION

Organisation du travail

Un meilleur ordonnancement du processus de fabrication peut avoir un important impact tant sur la productivité que sur la motivation des travailleurs. Les méthodes modernes d'aménagement de la production — nouvelle combinaison des tâches, constitution de stocks tampons, diversification des tâches confiées à une même personne, mise en place d'équipes autonomes, organisation du travail en fonction des produits fabriqués — présentent de nombreux avantages parmi lesquels on peut citer un flux plus régulier et plus efficace des matières et des pièces, une meilleure qualité des produits fabriqués, une diminution des temps morts des machines et une surveillance réduite. Ces méthodes, largement exploitées par les grandes entreprises, devraient permettre aux plus petites de survivre et de se développer.

Les opérations de manutention et de stockage jouent un rôle essentiel dans le processus de fabrication. Certes, elles ne sont pas source par elles-mêmes de valeur ajoutée ni de profit, mais, mal conduites, elles peuvent freiner la circulation des matières et des produits et retarder de ce fait les opérations de production, causer des dommages, entraîner des dépenses improductives, provoquer des accidents. En revanche, une manutention et un stockage bien conçus signifient gain de place, gain de temps dans la recherche d'outillage et l'approvisionnement, diminution des coûts par suite de la réduction des en-cours, simplification des contrôles de stocks, élimination des opérations superflues, amélioration de la sécurité et amélioration de l'aspect général des opérations.

Il importe de bien aménager les postes de travail pour assurer une production efficace. La plupart des opérations s'effectuent à des postes où les travailleurs doivent répéter les mêmes gestes plusieurs fois par jour. Des postures de travail et des mouvements forcés sont synonymes de fatigue accrue mais aussi de productivité et de qualité inférieures. S'ils peuvent le faire rapidement et aisément, la productivité s'en trouvera augmentée et la qualité améliorée.

On appelle "*poste de travail*" la place qu'occupe un travailleur lorsqu'il accomplit une tâche. Un travailleur peut n'occuper qu'un seul poste en permanence ou plusieurs par intermittence selon qu'il procède à des opérations d'usinage, de montage, d'inspection, etc.

Chaque poste constitue un ensemble unique qui associe le travailleur et son travail. Il est essentiel de tenir compte de l'une comme de l'autre lors de l'aménagement du poste pour assurer un déroulement harmonieux de la production et éviter toute perturbation inutile.

CHAPITRE 1**ÉTUDIER ET SIMPLIFIER UN CIRCUIT DE FABRICATION**

La préparation du travail qui consiste à :

- l'étude critique du produit
- la définition du mode opératoire
- la définition des moyens - des outils
- la détermination des temps d'exécution

doit aboutir à la définition du

Processus Optimal de fabrication

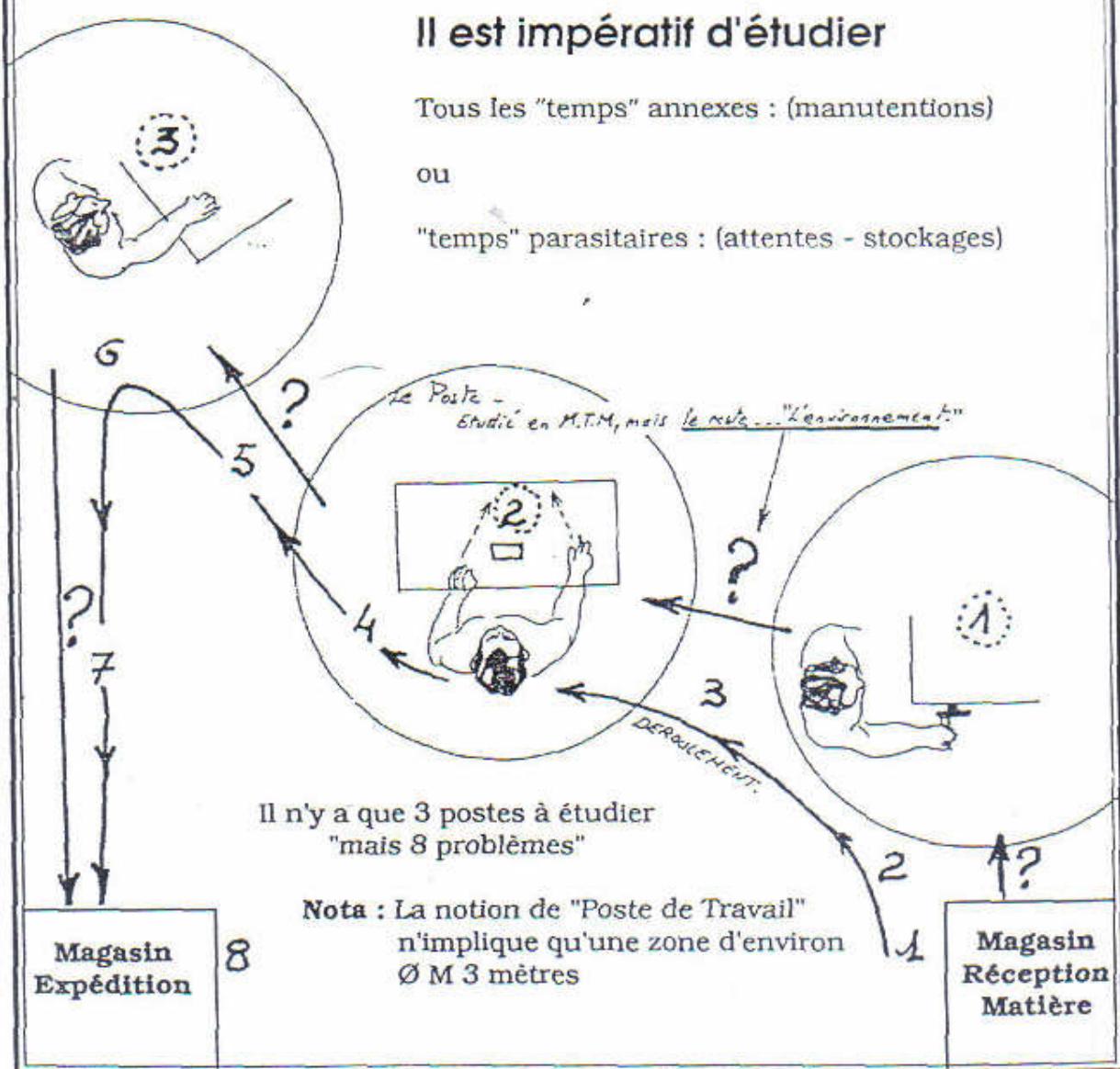
d'où

Il est impératif d'étudier

Tous les "temps" annexes : (manutentions)

ou

"temps" parasites : (attentes - stockages)



Les manutentions

- Représentent tous les déplacements de produits de postes à postes
- Elles se font :
 - . à la main
 - . à l'aide de moyens mécaniques plus ou moins dépendants de manutentionnaires

- Il convient de distinguer **les manipulations** qui sont des opérations strictement manuelles ou des mouvements de membres exécutés **dans la zone de travail**.

Leur temps est généralement inclus dans le temps d'exécution.

Ce problème est traité dans les **études de postes (MTM 1 - MTM 2)**

Les manutentions ou transports

Sont des déplacements de grande amplitude :

- de poste à poste
 - d'atelier
 - de dépôts
 - d'usine à usine
- effectués pour l'acheminement de produits vers des points :
- d'utilisation
 - de magasinage

Il convient de raisonner en considérant :

- Les manutentions apparentes

Connues -"officielles"- effectuées par le service manutention

- Les manutentions cachées

Tâches de manutentions effectuées :

- . par le personnel qualifié
- . par le personnel d'encadrement, chef d'équipe, régleurs

L'on peut dire que généralement 25 % du personnel d'exécution (ou gravitant autour) sont employés à des tâches de manutentions (cachées)

Les manutentions apparentes ou cachées n'ajoutent rien à la valeur du produit.

Par contre, elles entraînent :

- perte de temps donc accroissement des délais
- utilisation d'un personnel important
- détermination ou pertes des objets manutentionnés
- fatigue du personnel
- accident de travail
- perte de place
- investissements importants en matériels de manutention
- dépenses d'énergie

d'où Accroissement du prix de revient

L'étude des manutentions est basée sur 3 principes fondamentaux par ordre d'importance décroissante :

- Eliminer**
- Combiner - Simplifier**
- Mécaniser**

Eliminer

Toute manutention qui peut être éliminée sans inconvénient pour le produit lui-même ou sans qu'une augmentation du prix de revient en résulte, doit être éliminée.

Il est vain de tenter d'améliorer une manutention si elle peut être entièrement supprimée.

Simplifier

Il n'est pas toujours possible d'éliminer toutes les manutentions

Combiner

Celles qui subsistent doivent être aussi simples et faciles que possible, d'où :

Réduites au minimum

On peut y parvenir par des modifications majeures de la structure physique de l'entreprise

- Transformation de locaux
- Changements d'implantations

Mais souvent par l'emploi de la gamme de fabrication la plus simple de la manière la plus simple possible

Mécaniser

Quand toutes les manutentions ont été éliminées, réduites ; l'on peut passer à la "mécanisation".

Non pas par la mise en place d'un système mécaniques plus ou moins compliqué

Mais la substitution aux manutentions manuelles de système

- économisant l'énergie humaine- glissières, chemins de roulement, diables, chariots, leviers, palans, treuil, chèvres, crics, gerbeurs à main etc...
- ou faisant appel à l'énergie extra-humaine.
- la gravité, toboggans, plans inclinés
- les moteurs, chariots élévateurs - élévateurs - fourche, monorails, convoyeurs, ponts roulants, grues, engins spéciaux etc...

- Toute "mécanisation" a fortiori les ensembles entièrement mécaniques voire automatiques, peut réduire a priori.

Comme elle risque d'engager d'importantes dépenses, il convient de faire **des calculs de rentabilité avant toute action**

Pour cela 2 procédés

1 - La formule Américan Society of Mechanical Engineers prévue pour calculer la rentabilité de l'utilisation d'un appareil de manutention :

- précise mais exige des informations difficiles à saisir

2 - Le procédé graphique

- utilisé pour comparer plusieurs solutions de "mécanisation" :

- . permet des comparaisons
- . ne peut constituer qu'une première approche
(pratiquement cela s'avère suffisant)

Formule : American Society of Mechanical engineers

soient :

- P - le coût d'achat de l'engin
 I - l'intérêt annuel sur ce coût (en décimales)
 A - le pourcentage de P que représentent les frais fixes (en décimales).
 Assurances, impôts etc...
 R - le pourcentage (en décimales) à prévoir annuellement en entretien et réparation :

Comprend : forfait de réparation
 graissage
 vidanges - huiles

- N - le nombre supposé d'années d'utilisation
 T - le pourcentage du temps d'utilisation prévu à l'année
 (il s'agit du temps théorique d'engagement)
 E - le coût annuel de l'énergie utilisée
 X - l'économie annuelle de M.O.
 Y - l'économie annuelle de frais généraux
 Z - le gain résultant de l'augmentation de production espérée

La limite d'investissement que l'on peut envisager est :

$$I = \frac{t(x+y+z+e)}{\frac{1}{n} + i + a + r} \quad \text{si } (x+y+z) = G$$

et $(i+a+r) = e$

$$I = \frac{t(G+E)}{\frac{1}{n} + e}$$

Le prix de revient complet annuel est :

$$R = P \left(\frac{1}{n} + e \right)$$

Le bilan de la mécanisation envisagée se traduit par un gain :

$$B = (G-E) t \cdot R$$

L'un des moyens de réaliser une élimination :

- une simplification
- une "mécanisation") des manutentions

est de réaliser une bonne implantation

"Larousse" = Division du matériel, du mobilier, des bâtiments etc...

"Vocabulaire technique" = Disposition des moyens de travail dans un espace donné. Il peut s'agir de l'implantation :

- . d'un poste de travail
- . d'un atelier
- . d'une usine

Bonne implantation ?? ... Meilleure disposition du matériel et des installations

- soit dans des bâtiments existants
(cas le plus fréquent et le plus difficile)
- soit dans des bâtiments à construire

. De façon à réduire les manutentions au minimum

ou plus exactement à un optimum tenant compte des différentes sortes de manutentions :

- personnel
- produit
- outillage
- produits d'entretien
- déchets de fabrication etc...

Problème très vaste :

L'implantation type déterminée a priori n'existe pas. C'est l'étude du problème qui conduit à l'implantation optimale

Conditions préalables d'étude d'implantation

- Connaître les **politiques de Direction Générale**
 - . en matière financière (investissements)
 - . en matière commerciale :
 - conception et nature des produits
 - quantités à produire
 - délais de fabrication
 - moyens de tous ordres affectés à la production :
 - main d'oeuvre
 - équipements etc...
- Disposer d'une **monographie de l'établissement** donnant tous les renseignements nécessaires sur les bâtiments et les équipements.

Elle existe rarement ; l'on doit y trouver :

- pour les bâtiments un ou plusieurs plans à l'échelle sur lesquels doivent figurer :
 - . les passages obligatoires (portes, monte-charge etc.)
 - . les servitudes de tous ordres :
 - limitation de charges
 - vibrations
 - poteaux etc.
- . l'équipement général :
 - le tracé des conduites
 - l'emplacement des prises etc.
- . l'analyse des produits de l'entreprise :
 - les gammes de fabrication
 - les fixations de tâches

Dans une étude d'implantation l'on distingue trois étapes :

- 1 - La définition des objectifs selon 6 objectifs de base
- 2 - La visualisation
 - . Schématisation idéale pour produits nouveaux
 - . Analyse critique pour produits nouveaux
- 3 - La constitution
 - . Avec certains moyens
 - . Graphique - cheminement
 - . Diagramme à ficelle
 - . Calcul des chainons et liaisons

1 - Définition des objectifs (suite)

Les objectifs qui peuvent être recherchés dans une étude de manutention/implantation.

- 1 - Etre conforme aux conditions d'hygiène et de sécurité des personnes
- 2 - Développer l'ambiance optimale
- 3 - Accroître la production
- 4 - Equilibrer les opérations de production
- 5 - Réduire les aires mortes
- 6 - Réduire les manutentions
- 7 - Rechercher les meilleurs taux des matériels et des personnes
- 8 - Réduire les en cours
- 9 - Réduire la durée du cycle de production
- 10 - Réduire les travaux administratifs liés à la production et à la M.O.
- 11 - Faciliter et améliorer les conditions de supervision et de contrôle
- 12 - Réduire les goulots d'engorgement y compris ceux de la manutention
- 13 - Eliminer les conditions de travail aléatoires
- 14 - Permettre l'expansion
- 15 - Permettre l'entretien optimal et la maintenance

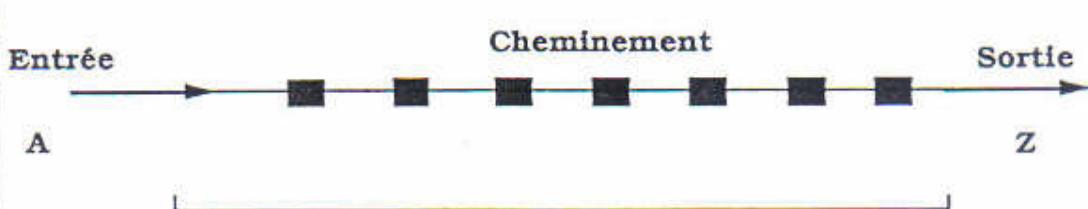
d'où 6 objectifs de base.

- 1 - Principe de l'intégration totale**
- 2 - Principe de la distance minimale parcourue**
- 3 - Principe de l'écoulement continu**
- 4 - Principe de l'utilisation maximale de l'espace à 3 dimensions**
- 5 - Principe de la sécurité maximale et ambiance optimale**
- 6 - Principe de souplesse d'exploitation maxima**

Etudier où ?

A tous les stades :

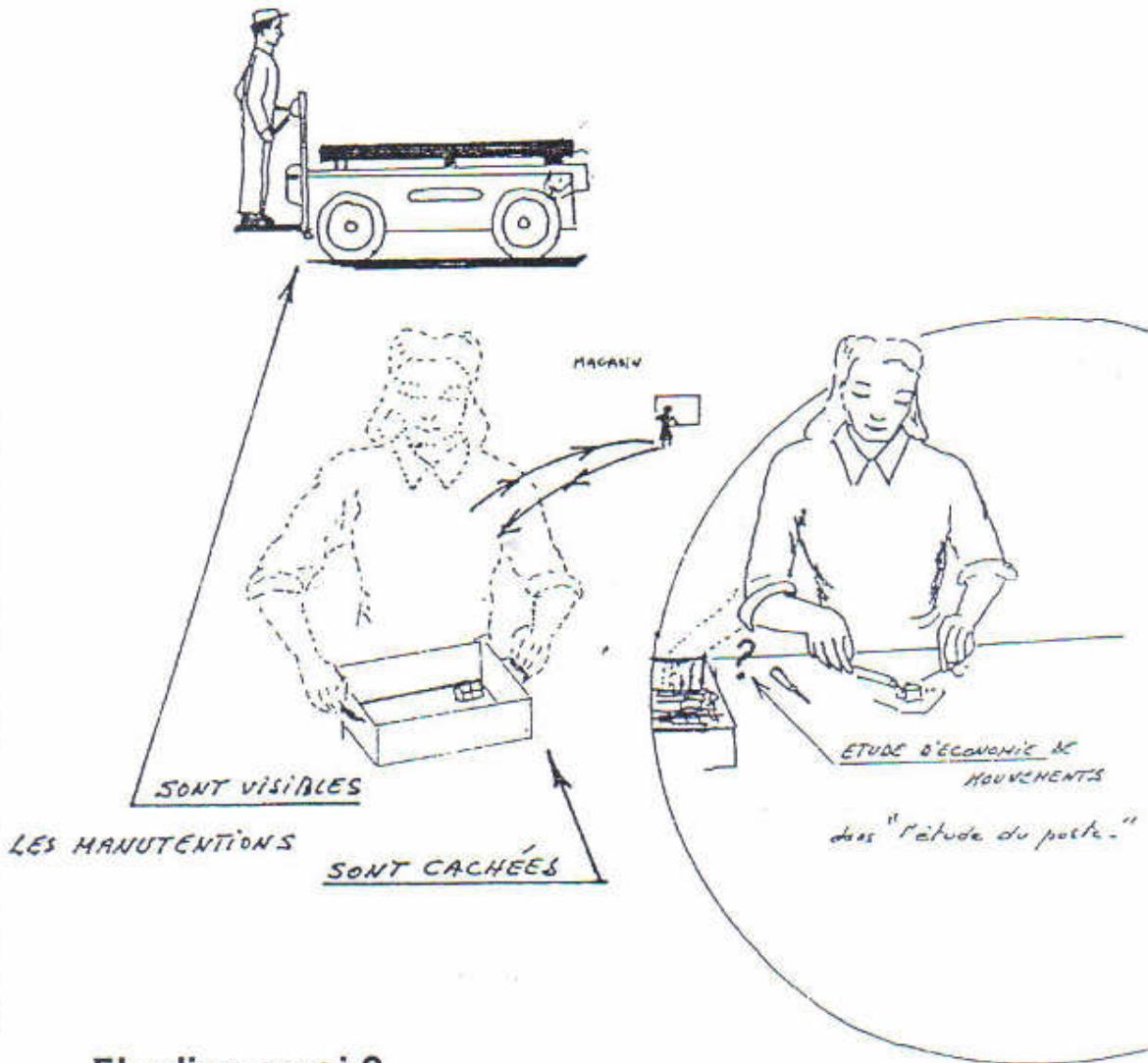
- sur les quais de déchargement aux arrivages matière
- dans les magasins ou entrepôts pour stockage
- dans les ateliers de fabrication
de transformation
- au cours de la fabrication
- aux différents stades de contrôle
- aux magasins d'emballage ou d'expédition.



L'image idéale de l'implantation.

Problème, la situer à l'optimum dans ces contraintes.

1 - Définition des objectifs

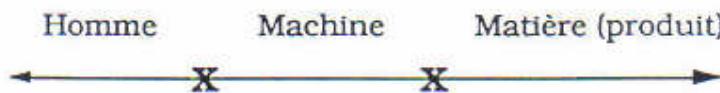


Etudier quoi ?

- La main d'oeuvre
- Le produit
- Le moyen

doivent toujours être étudiées séparément

Nous l'avons vu la production résulte des **combinaisons d'actions**



Il existe 7 manières de lier ces 3 éléments

- 1 - Déplacer les matières seulement
- 2 - Déplacer les machines ou moyens
- 3 - Déplacer les hommes
- 4 - Déplacer simultanément les matières et hommes
- 5 - Déplacer simultanément les machines et matières
- 6 - Déplacer simultanément les hommes et les machines
- 7 - Déplacer simultanément les matières, hommes, machines
dans 3 types classiques d'implantation.

1 - Implantation à poste unique et fixe

- Production de produits finis
Ex. Navires - Avions.

2 - Implantation par types de procédés

- Ex. Atelier Tournage
Atelier Ajustage
Atelier Rectification
Atelier Décolletage.

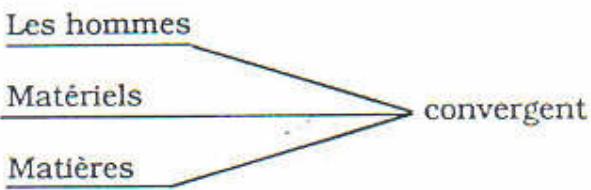
3 - Implantation par lignes de production

- Ex. Montage des voitures automobiles en ligne.

Dispositions et avantages des trois types

1 - Implantation à poste unique et fixe

L'élément de base du produit reste à 1 seul poste.



2 - Implantation par type de procédé

Les équipements, les matériels sont groupés en fonctions ou natures. Seul le produit se déplace.

Implantation fonctionnelle par sections homogènes

Avantages

- Permet un meilleur taux d'utilisation - Moyens - M.O.
- Réduit les investissements et amortissements
- Est adapté à la variété des produits
 - aux changements de phases ou d'opérations
- Permet à l'exécutant des performances plus élevées
- Rend plus facile la continuité de fabrication
 - en cas (de panne machine ou d'équipement
 - (de difficultés d'approvisionnements
 - (d'absentéisme
 - (de variations de programme.

3 - Implantation par ligne de production

Le produit ou la famille de produit sont réalisés sur l'aire implantée.

Le produit se déplace.

Les postes successifs de transformation sont placés sur la ligne et dans l'ordre chronologique des opérations.

Avantages

- 1 - Réduit la manutention des matières
- 2 - Réduit le volume des en cours
- 3 - Réduit le cycle général de production
- 4 - Réduit les charges financières des en cours ou des délais
- 5 - Permet une meilleure utilisation M.O.
- 6 - Facilite tous les contrôles
- 7 - Facilite l'accoutumance - l'efficacité
- 8 - Réduit le taux d'accidents
- 9 - Réduit les coûts.

Comme les «Etudes de mouvements» les manutentions obéissent à des principes bien simples que l'on oublie tellement, ils sont évidents.

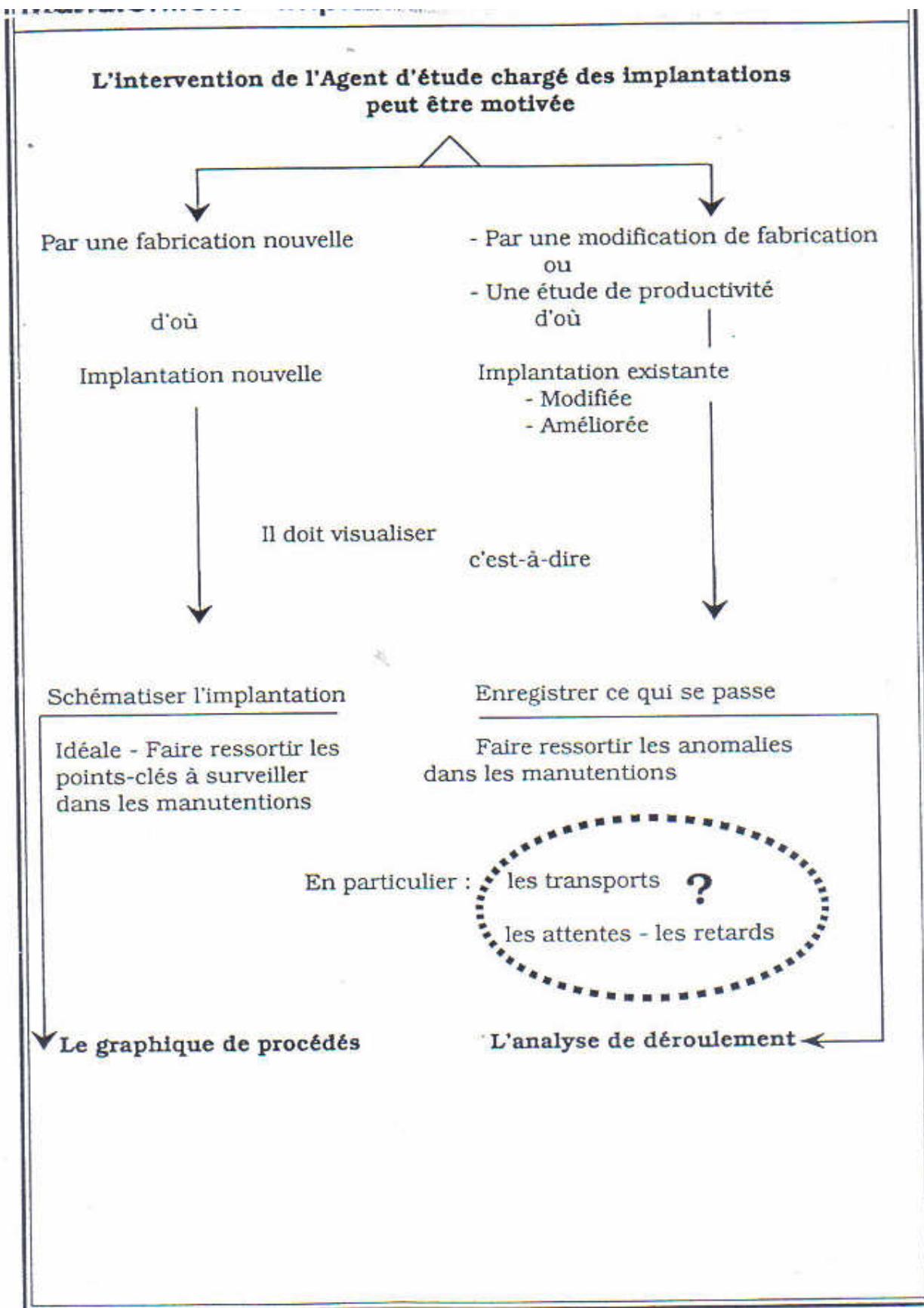
La personne qui étudie les manutentions doit avoir constamment à l'esprit les règles d'économie dans les manutentions.

- 1 - Le meilleur moyen de transporter un objet est de le laisser sur place
- 2 - Diminuer au maximum la distance de transport
- 3 - Utiliser la gravité chaque fois qu'on le peut
- 4 - Utiliser la force motrice plutôt que l'effort humain
- 5 - Déplacer le moyen de production vers le produit à travailler
- 6 - Transformer un procédé de transformation discontinu en continu
- 7 - Ne jamais acheter un nouveau matériel de manutention avant d'être sûr du plein emploi du matériel existant
- 8 - Une machine qui n'a pas été déplacée pendant quelques années doit poser un problème
 - les fabrications ont sans doute changé
 - l'implantation est sans doute à revoir.

Critères du choix des phases à étudier particulièrement

- Goulots d'étranglement
- Phases exigeant de grands déplacements
- Phases provoquant une fatigue anormale des opérateurs
- Phases particulièrement longues
- Phases anormales créant des rebuts.

Le graphique de procédés (permettent de déceler
 L'analyse de déroulement (les phases suspectes

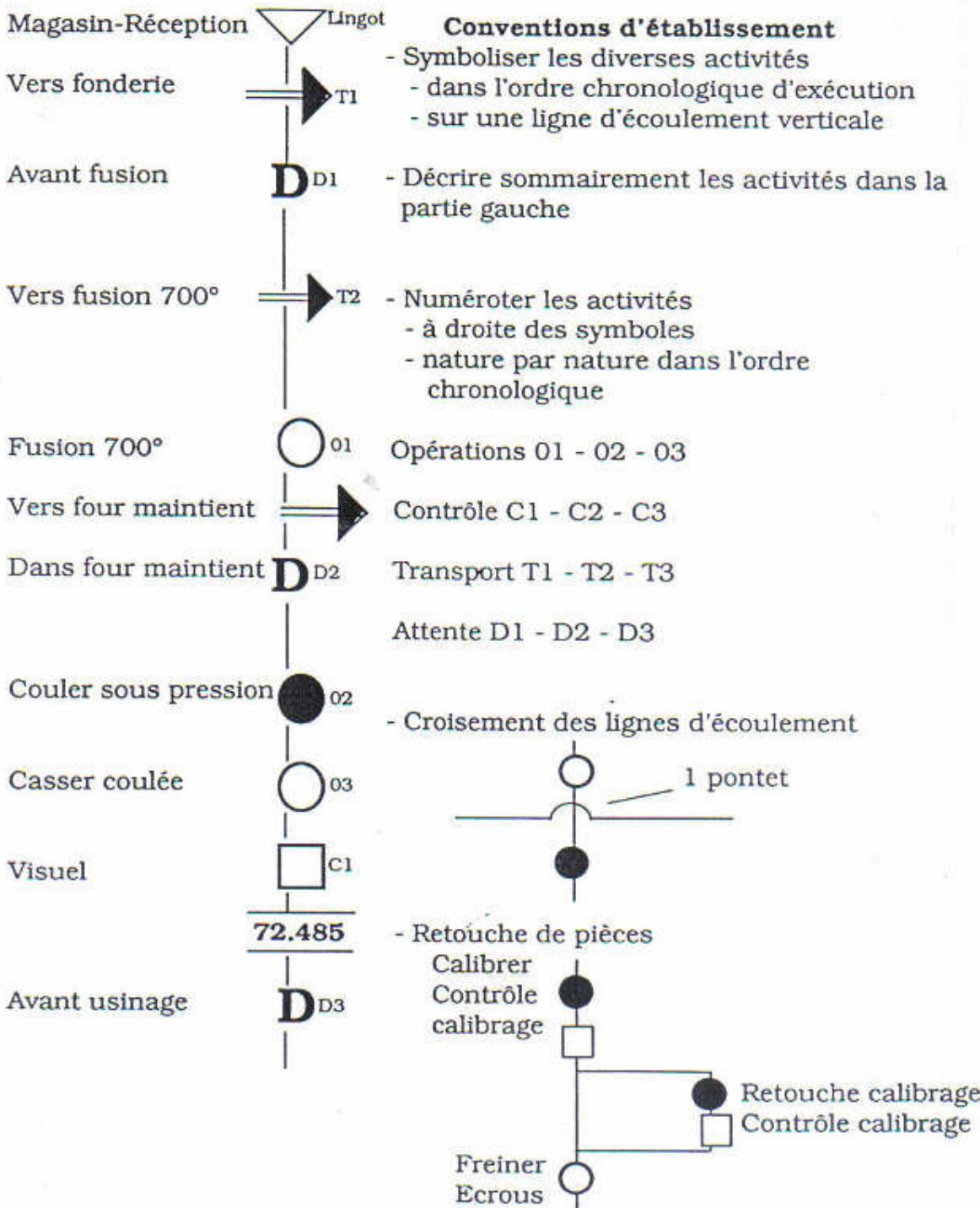


Visualisation implantations nouvelles

Graphique de procédés simples

But : Relever les phases de la fabrication d'un produit simple.

Moulage d'un boîtier alu



Graphique de procédés

Analyse de déroulement } Symboles

Opération - Symbole

Peut être principale ou secondaire

Opération principale - Noircir le cercle

- d'une transformation d'un produit, d'une matière en ce qui concerne son état de conservation :

état physique

état mécanique

sa composition chimique, sa forme, ses dimensions etc... etc.

- d'un assemblage ou démontage

- d'un conditionnement

- de réflexion, d'un travail mental dans les bureaux de recherche, de calculs

Opération secondaire - Laisser le cercle en blanc

- se dit d'une action qui n'est :

. ni une opération principale

. ni un transport

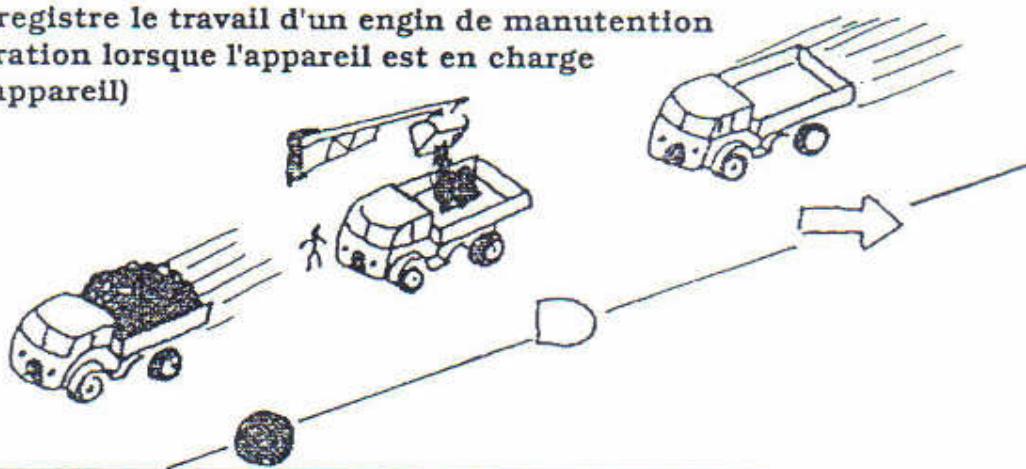
. ni une attente

. ni un retard

. ni un stockage

Par exemple charger un chariot

Si l'on enregistre le travail d'un engin de manutention
il y a opération lorsque l'appareil est en charge
(But de l'appareil)

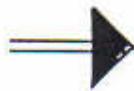


Graphiques de procédés

Analyse de déroulement } Symboles (suite)

Transport - symbole

une flèche



- Déplacement de produit de matière de personnes } manuellement ou } mécaniquement

- Il n'y a pas de transport pour un déplacement du produit à l'intérieur du poste de travail

- Par appareil de manutention il y a "transport" lorsqu'il se déplace à vide

Un transport n'ajoute rien à la valeur d'un produit il augmente le prix de revient

Contrôle - Symbole

un carré



Quand un objet est :

- examiné
- vérifié en quantité
- L pesé
- L compté
- vérifié en qualité dans l'une de ses caractéristiques ou dans son ensemble

Les contrôles peuvent être **prévus à l'origine** (en gammes)

ou

rajoutés par la suite selon les aléas de la fabrication ou l'évolution des conditions, des **charges originelles**

Graphique de procédés } **Symboles (suite)**
Analyse de déroulement

Délai - Attente - Retard

Symbole **D**
D majuscule

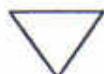
Se dit :

- d'une **dépose** en un lieu quelconque du produit ou d'une matière entre deux opérations
- d'une **immobilisation** d'un appareil de manutention, ou pendant le chargement ou déchargement
- d'une **inoccupation** de la main d'œuvre pour diverses raisons :
 - . attente de moyen de manutention
 - . attente de pièces
 - . attente de fournitures
 - . attente d'outillages etc... etc.

Une **attente** augmente le prix de revient du produit sans rien ajouter à sa valeur

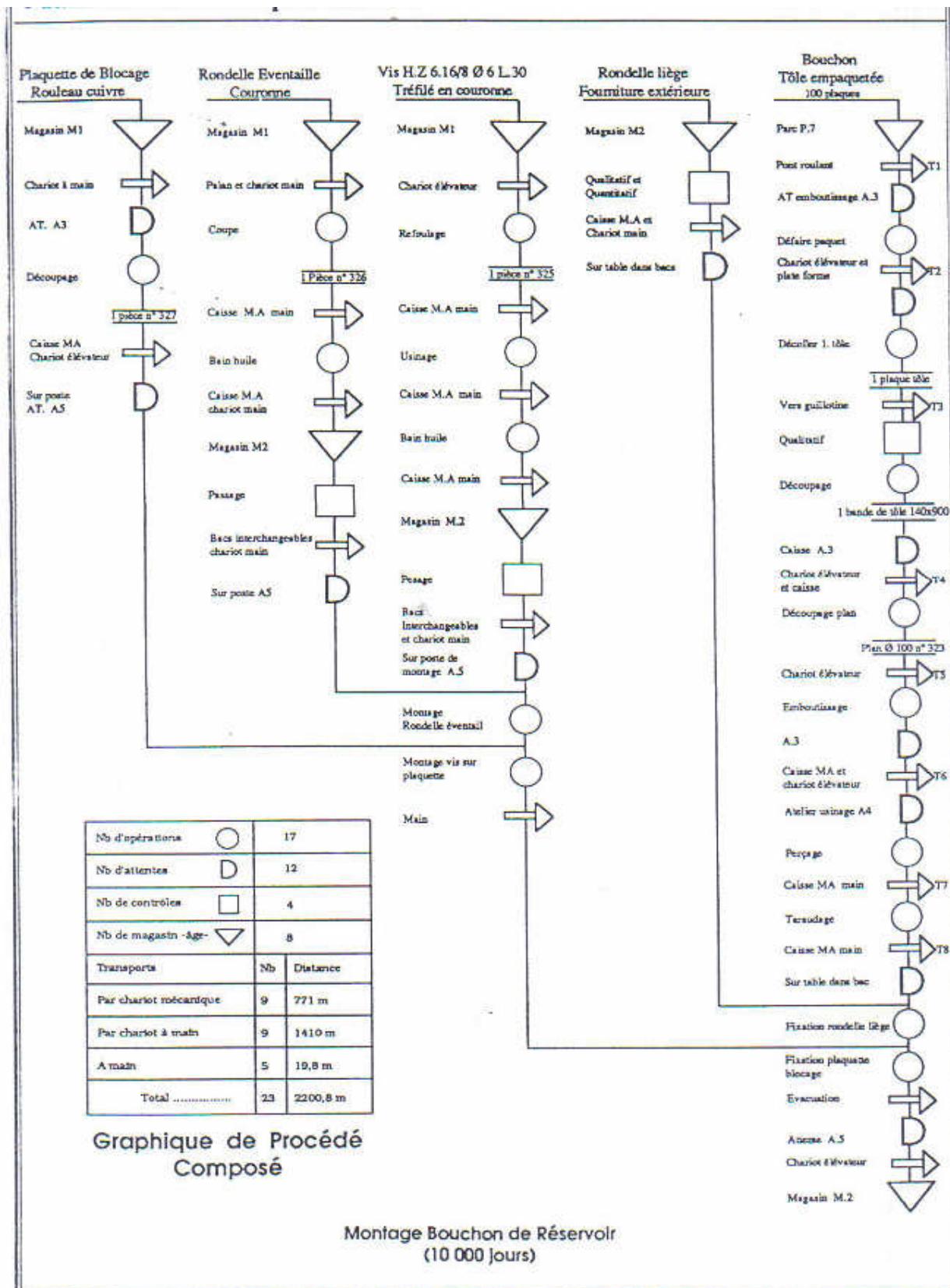
Stockage - Symbole

un triangle pointe en bas



- Il y a  lorsqu'un objet est intentionnellement protégé contre un enlèvement non autorisé

- Le "stockage" est déterminé par un mouvement comptable
 (Entrée magasin - Bon de réquisition etc...)



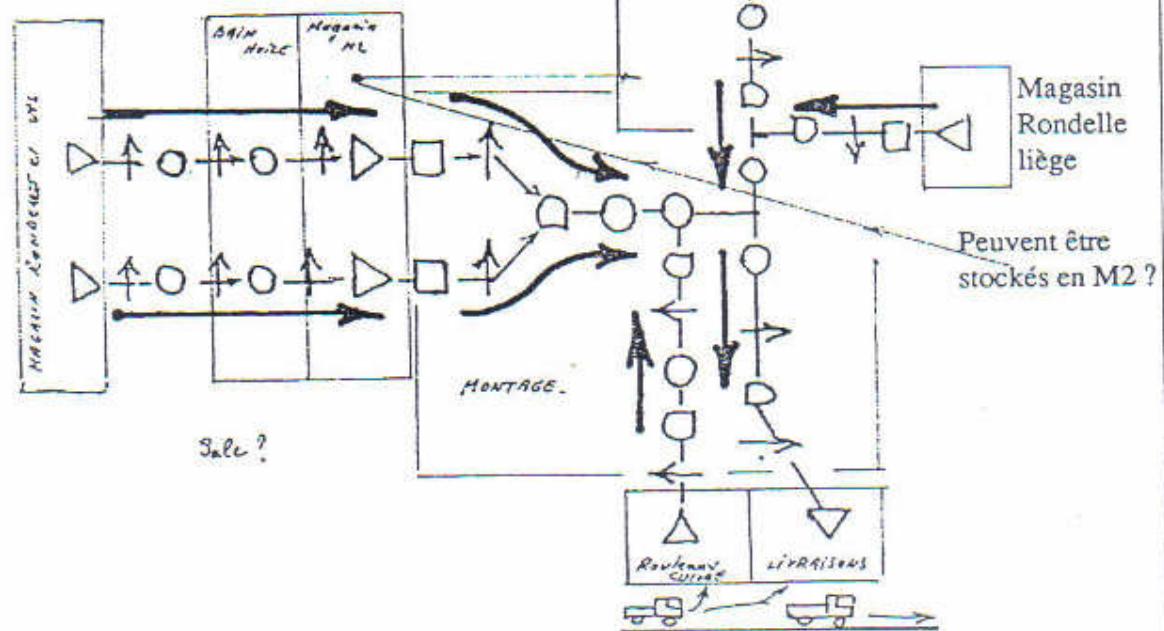
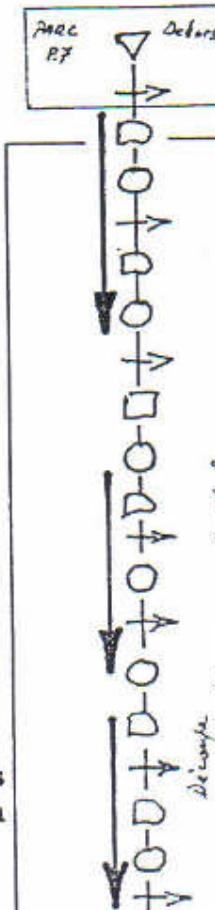
Graphique de procédé composé

Bouchon de réservoir Implantation idéalisée

- 1°) Les flux logiques ressortent
- 2°) Les idées fondamentales apparaissent
 - les magasins pas à côté du parc...
 - les rondelles en magasin M2
 - les camions qui amènent les rouleaux cuivre peuvent prendre les bouchons terminés au retour

Nota :

Très rarement applicable, sauf dans le cas d'usines neuves et de fabrication spécialisées



Les transports et les attentes sont des éléments de fabrication

Toute fabrication comporte des éléments divers que nous avons classé en : **opérations - contrôles - transport - attentes - stockages**

Si l'on exclut le stockage qui n'intervient pas directement dans le processus de fabrication il reste 4 éléments qui se partagent en groupes de 2 :

- **Les opérations et contrôles**, qui s'effectuent dans des postes de travail bien déterminés
- **Les transports et les attentes** se situent entre les postes de travail pour les transports à proximité des postes pour les attentes.

Les inconvénients des transports

- Un transport exige :

- . une manutention préalable (saisir la pièce)
- . le transport proprement dit (à bras par engin spécial)
- . une autre manutention (pour disposer la pièce) d'où fatigue pour l'opérateur
- . du temps -il recule le délai-

- **Le transport** est fait par un engin mécanique ou électronique qu'il faut entretenir et amortir

- **Le conducteur, le manoeuvre** perçoivent un salaire qu'il faut augmenter des charges sociales: il grève les frais généraux

- **Le transport** risque de provoquer des pertes ou des détériorations

- **Le transport** risque de provoquer des accidents

- **les allées réservées aux transports** représentent une surface couverte qu'il faut entretenir, chauffer, éclairer.

En résumé - Le transport exige :

- Temps
- Energie
- Place

Il est coûteux.

Inconvénients des attentes

Les attentes ont lieu toutes les fois que l'objet ou la matière sont immobilisés et ne passent pas immédiatement à l'activité suivante.

Les dépôts de pièces et l'attente ou retards qu'en résultent sont dus :

- à la nécessité d'achever un lot de pièces avant l'enlèvement de celles-ci
 - au manque momentané d'un engin de transport
 - à l'intention de constituer un volant de sécurité pour remédier à une défaillance passagère de l'un des moyens de la production
 - à la mauvaise organisation de l'entreprise
(avancement-investissement-ou mal fait)
 - l'importance du dépôt est fonction :
 - . du volume des pièces
 - . du nombre de pièces
 - . de la durée du dépôt

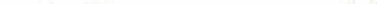
L'attente, présente les inconvénients suivants :

1 - Les pièces ou les matières en attente constituent un capital immobilisé d'où perte d'intérêt

2 - Les pièces en attente occupent une surface généralement couverte qu'il faut entretenir, éclairer, chauffer.

3 - Un dépôt risque de provoquer la détérioration ou la perte d'un matériel ou de matières

4 - Les pièces ont subi des transformations, des contrôles, des manipulations pour lesquelles un salaire a déjà été payé

5 - Un dépôt exige des manutentions pour pose et dépose
salaires  fatigue...

L'attente exige :

Note : Retard

On dit qu'il y a retard quand un arrêt se produit dans le déroulement du processus sans qu'il y ait stockage proprement dit

Temps
Energie
Place

Elle est coûteuse

Visualisation (suite)

L'analyse de déroulement permet sous une autre forme de suivre un circuit de fabrication

Elle relève les anomalies de manutention

- met en évidence l'importance relative des différentes phases de travail
- fait ressortir les erreurs dans la progression du travail

Comment remplir une analyse de déroulement

A) Identification

Repère 1 - Indiquer l'objet de l'étude

Repère 2 - Indiquer le nombre de feuilles, l'auteur de l'analyse, la date

Repère 3 - Noter le début et la fin de l'analyse

Très souvent dans une étude complète l'analyse commence par un (stockage) et fini par un (stockage)

La situation de l'analyse dans le cheminement est très importante pour les comparaisons ultérieures

Repère 4 - L'analyse est-elle ? **existante** : celle établie lors de l'observation
proposée : celle établie après la reconstruction

Repère 5 - Préciser ce que l'on va suivre :

- l'homme
- la matière - le produit
- le moyen de manutention

B) Analyse

Repère 6 - Description des différentes phases du déroulement

Repère 7 - Cocher et relier les symboles

Repère 8 - Indiquer distances, temps ou coûts, quantités considérées

Comment remplir une analyse de déroulement (suite)

Repère 9 - La critique

Critiquer c'est prendre une attitude interrogative

Dans l'analyse tout fait observé doit être considéré comme suspect

Pour chacun d'eux on va se poser les 5 questions fondamentales que nous allons assortir à l'interrogation : **Pourquoi ?**

Quoi ? Qui ? Ou ? Quand ? Comment ?	Pourquoi ?
---	------------

Pourquoi ? Quoi ? - que fait-on ?
 dans quel but ?
 qu'arriverait-il si on ne le faisait pas ?

Il est parfaitement logique de se poser cette question **Quoi ?** en priorité car elle met en cause la nécessité même du travail observé.

Il existe, aussi extraordinaire que cela paraisse, des travaux que l'on fait par routine, parce que l'on a l'habitude, sans avoir vraiment réfléchi à leur utilité.

Il peut se faire aussi que certains travaux paraissent indispensables alors qu'ils sont nécessités uniquement par un manque de précautions préalables.

Une préparation du travail insuffisante ou une exécution défectueuse à l'opération précédente.

L'intention immédiate de la phase observée serait-elle au but final

Pourquoi ? Qui ?

- Qui devrait faire ce travail ?
- Celui qui l'exécute est-il le plus qualifié physiquement, professionnellement
- N'est-ce pas un professionnel qui exécute la manutention ?
- Peut être l'intérêt est-il dans un sous-traitant spécialisé ?? etc...

Comment remplir une analyse de déroulement (suite)

Repère 9 La critique

Pourquoi ? où ?

- Est-ce bien dans cet atelier ou dans ce poste que le travail est le plus intageux ?
- Peut-on le faire ailleurs plus économiquement ou dans de meilleures conditions ?

Exemple :

Ne pas décharger une pièce lourde si l'on peut faire le travail sur le chariot sur lequel elle est placée.

- Les stocks et produits ne sont-ils pas sur les passages ?
- Les ouvriers ne sont-ils pas dans des endroits dangereux ?
- D'une façon générale voir si l'emplacement actuel ne provoque pas des déplacements longs ou inutiles

Pourquoi ? Quand ?

- Pourquoi à ce moment, à ce stade ? Est-ce le meilleur moment de le faire dans la suite des opérations ?

Pourquoi ? Comment ?

- Comment est-ce fait ?
- Pourquoi le faire de cette manière ?
- Est-ce la meilleure façon de procéder ? avec la meilleure méthode, le meilleur outil ?
- Dans l'analyse de déroulement, dans les colonnes repère 9, l'on coche la ou les colonnes où il se pose problème en réponse à la question pourquoi ? et dans la colonne "observations"

Repère 10 - L'on note les premières réactions possibles ou les impressions

Repère 11 - Il s'agit de cocher l'action à entreprendre

Repère 12 - L'on note les synthèses comparatives,

- Méthode actuelle
- Méthode proposée

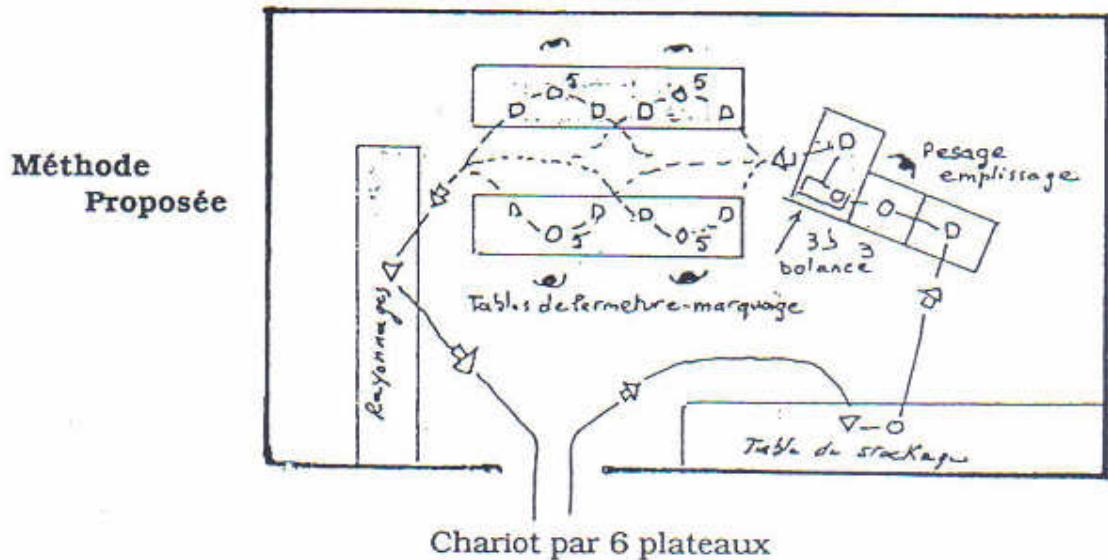
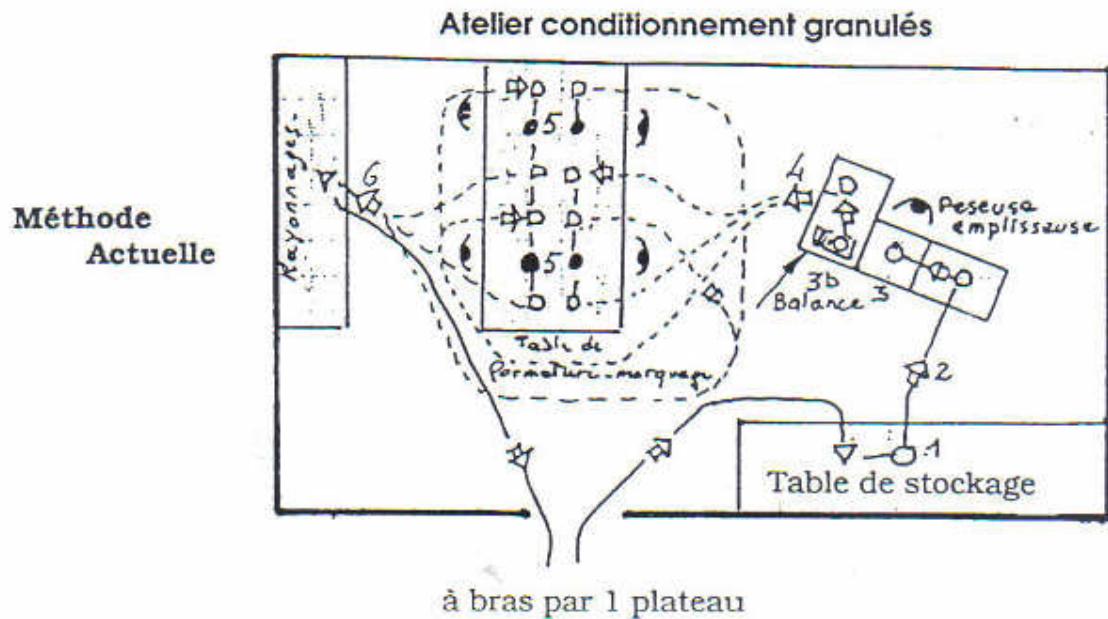
Ducellier et Cie	Méthode Existante		Méthode Proposée		Amélioration Apparue		ANALYSE DÉROULEMENT												
	Nbre	Temps	Nbre	Temps	Nbre	Temps	Sujet			Feuille :									
Opérations productives							1			Analysé par : 2									
Opérations non productives										le :									
Transports			12																
Contrôle																			
Attentes																			
Stockages																			
Distance totale parcourue en M							Début d'analyse 3			Fin d'analyse									
							Méthode 4			Existeante Proposée		Analysé 5	Homme Matière						
Description des faits							Opérations	Transports	Contrôles	Attentes	Stockages	Distance en M	Analyse					Observations	Éliminer Combiner Changer Améliorer
													Temps en :	Quantité	?	?	?		
1	6	○	▷	□	D	▽													
2		○	▷	□	D	▽													
3		○	▷	□	D	▽	8												
4		○	▷	□	D	▽													
5		○	▷	□	D	▽		9											
6		○	▷	□	D	▽			10										
7		○	▷	□	D	▽													
8		○	▷	□	D	▽									11				
9		○	▷	□	D	▽													
10		○	▷	□	D	▽													
11		○	▷	□	D	▽													

Ducellier et Cie		Méthode Existante		Méthode Proposée		Amélioration Apportée		ANALYSE DÉROULEMENT										
		Nbre	Temps	Nbre	Temps	Nbre	Temps	Sujet					Feuille :					
<input checked="" type="checkbox"/> Opérations productives																		
<input type="checkbox"/> Opérations non productives																		
<input type="checkbox"/> Transports																		
<input type="checkbox"/> Contrôle																		
<input type="checkbox"/> Attentes																		
<input type="checkbox"/> Stockages																		
Distance totale parcourue en M																		
Description des faits		Opérations	Transports	Contrôle	Attentes	Stockages	Distance en M	Temps en :	Quantités	Analyse					Analyse		Homme Matière	
										?	?	?	?	?				
1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D											Observations	Éliminer Combiner Changer Améliorer
2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
3		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
5		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
6		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
7		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
8		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
9		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
10		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												
11		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D												

Fabricier et Cie	Méthode Existante		Méthode Proposée		Amélioration Apportée		ANALYSE DÉROULEMENT															
	Nbre	Temps	Nbre	Temps	Nbre	Temps	Sujet					Trajet parcouru par un corps de pompe					Feuille : 1/2					
									Analysé par : H.A													
								Début d'analyse		Coulée		Fin d'analyse		Magasin								
								Méthode		Existante		Analyse		Matière								
								Description des faits		Opérations		Transport		Contrôles		Attentes		Stockages				
								Distances en M.		Temps en s.		Quantités		Analyse		Observations		Éliminer Combiner Changer Améliorer				
								?		?		?		?		?						
								Quoi		Où		Quand		Qui		Comment						
1	Coulée		●		○		□		D		▽		20		1		X		Voir sécurité			
2	Attente de refroidissement		○		○		□		□		○		2		1		X		Revoir utilisation du personnel			
3	Décochage		●		○		□		D		▽		10		1		X X		Revoir étude du poste M5 inutiles - manque de place			
4	Chargement sur chariot		○		○		□		D		▽		2		1		X		Etude sur chariot à modifier			
5	Transport au poste de dessablage		○		○		□		D		▽		16		3		1		X		Trajet trop long	
6	Décharge du chariot		○		○		□		D		▽		2		1		X		Pourquoi ?			
7	Dessablage		●		○		□		D		▽		13		1		X		Amélioration possible			
8	Chargement sur diable		○		○		□		D		▽		2		1		X		A éliminer			
9	Transport au poste d'ébarbage		○		○		□		D		▽		35		4		1		X		Trajet à supprimer	
10	Décharge au poste d'ébarbage		○		○		□		D		▽		2		1		X		A éliminer			
11	Attente d'ébarbage		○		○		□		D		▽		1		1		X		Pourquoi - Personnel insuffisant			

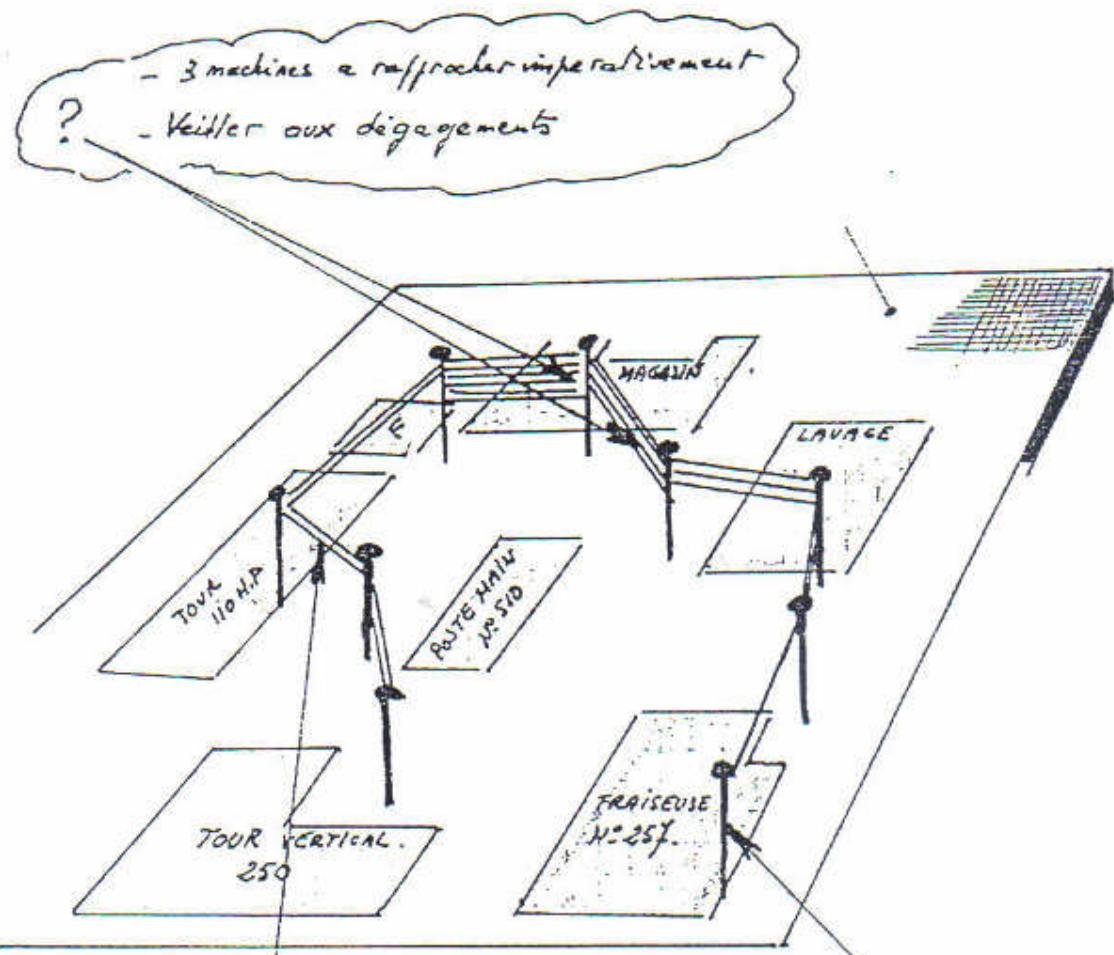
Construction d'une implantation (suite)

Graphique de cheminement



Construction (suite)

Le déplacement facile des **vignettes** permettra d'arriver à l'implantation optimum



Fils de couleurs différentes

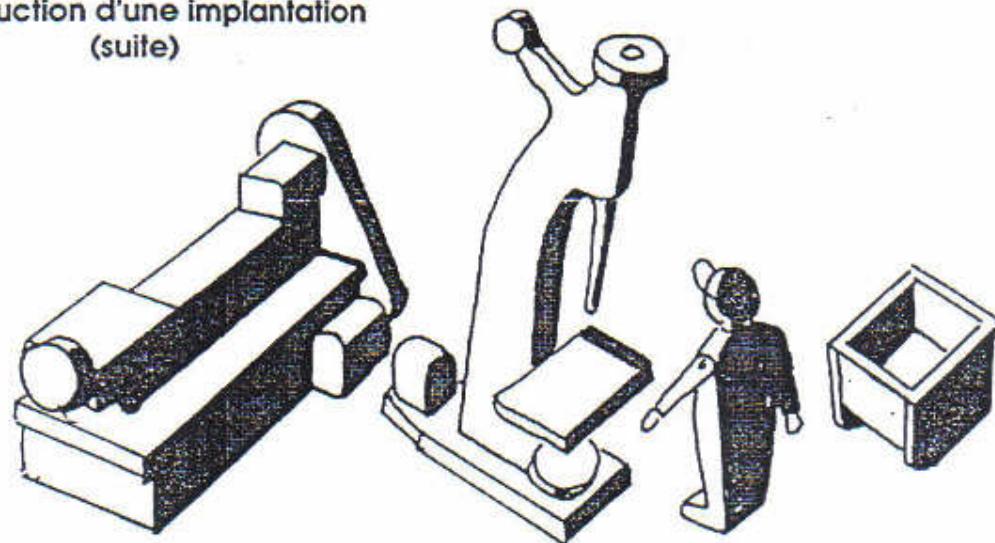
Les épingle sont plantés

- aux attentes
- aux magasins
- aux changements de direction

L'écheveau plus ou moins compliqué donne une idée assez exacte des manutentions obtenues

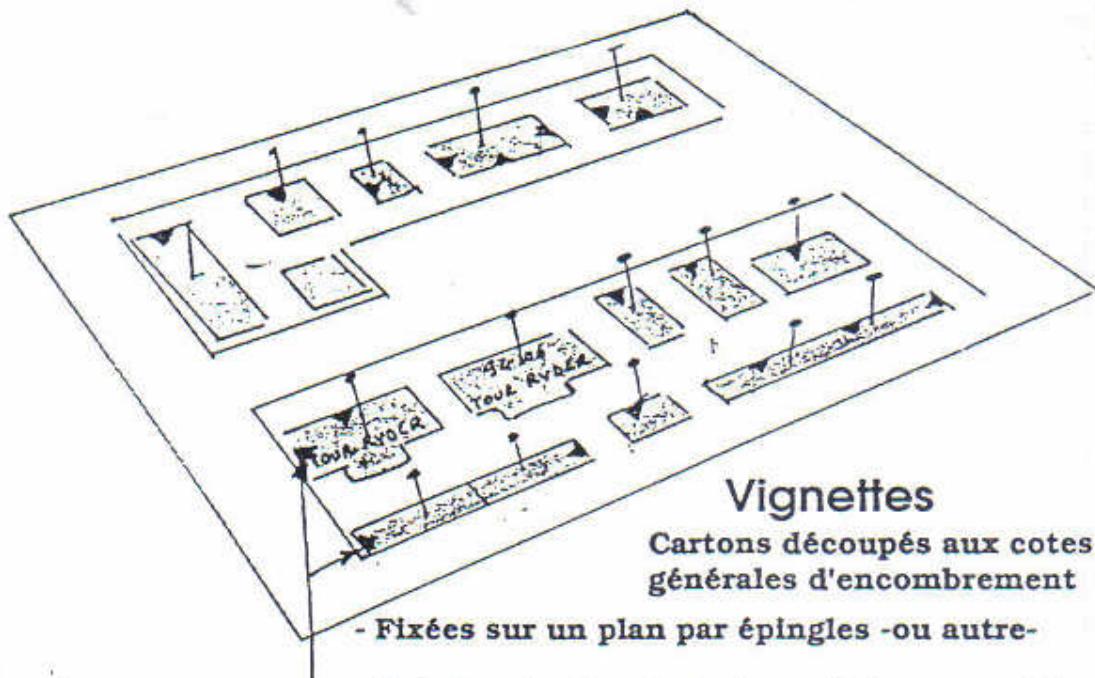
Diagramme à Ficelles

Construction d'une implantation (suite)



Maquettes

Implantations poussées sur les trois dimensions



Il existe dans le commerce des maquettes, vignettes etc... pour études d'implantation

Construction ou Reconstruction d'une implantation

Lorsque l'on étudie l'ensemble des manutentions dans un atelier ou dans une usine, il est nécessaire d'avoir une vue générale :

- des déplacements
- des transports
- des passages très fréquentés
- ...

Pour cela plusieurs moyens

1 - Le graphique de cheminement

ou plan de diagramme de circulation

- Sur du papier millimétré, on représente graphiquement les déplacements de la main d'œuvre, des produits ou des documents -de différents traits ou couleurs-

- On utilise les symboles classiques

Le graphique de cheminement se fait en général :

- après la première analyse de déroulement (méthode actuelle)
 - après le diagramme à ficelles
- fixation de la construction méthode proposée

Echelle normalement utilisée $\frac{1}{50}$ (2 cm pour 1 mètre)

2 - Le diagramme à ficelles

Le diagramme à ficelles est une forme particulière du graphique de cheminement

- Les trajets sont matérialisés par des fils de différentes couleurs, chaque couleur symbolise le déplacement de :

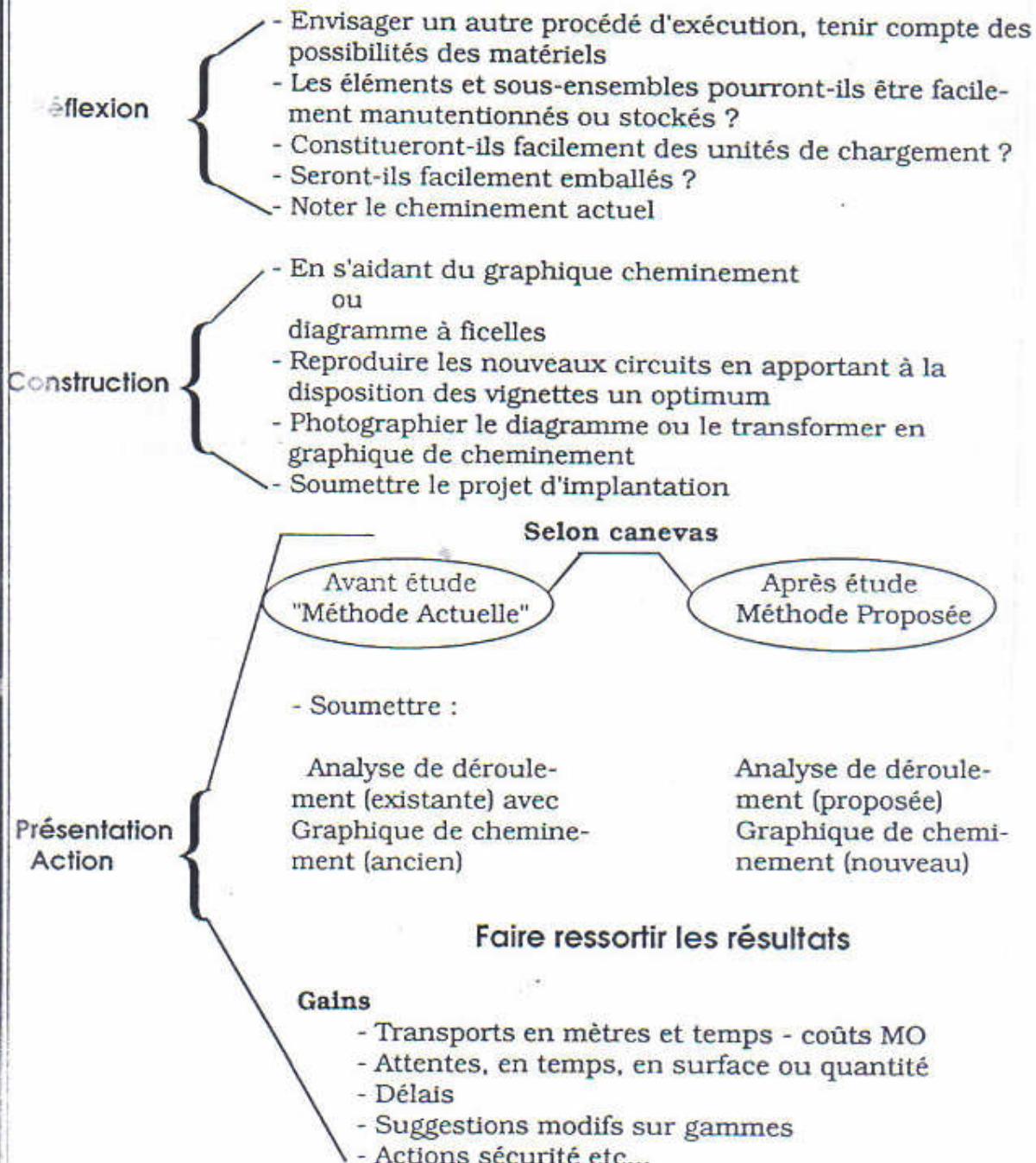
- l'homme, la matière, l'outillage

- La vue synoptique ainsi obtenue est très frappante

L'intérêt du diagramme à ficelles est qu'il permet de "bâtir et démolir" sans tracer (ni gommer).

Construction d'une implantation (suite)

Sur la ou les analyses de déroulement (A.V.) étudier chaque circuit



Ducellier et Cie	Méthode Existante		Méthode Proposée		Amélioration Apportée		ANALYSE DÉROULEMENT								
	Nbre	Temps	Nbre	Temps	Nbre	Temps	Sujet		Trajet parcouru par un corps de pompe					Feuille : 1/1	
● Opérations productives	4	68	4	68										Analysé par : H.A	
○ Opérations non productives	6	24	2	22										le : 8.2.75	
▷ Transports	4	15	2	6											
□ Contrôle	1	15	1	15											
D Attentes	3	200	1	120											
▽ Stockages	1		1	1											
Distance totale parcourue en M	96		30												
							Méthode		Proposée			Analyse		Matière	
Description des faits			Opérations	Transports	Contrôles	Attentes	Stockages	Distances en M	Temps en :	Quantités	Analyse			Observations	Elimer Combiner Changer Améliorer
1	Coulée	●	▷	□	D	▽		20	1	?	?	?	?		
2	Attente de refroidissement	○	▷	□	D	▽		2	1	Quoi	Où	Quand	Qui	Comment	
3	Décochage	●	▷	□	D	▽		10	1						
4	Chargement sur chariot	○	▷	□	D	▽		2							
5	Transport au poste de dessablage	○	▷	□	D	▽	10	2	1						
6	Dessablage	●	▷	□	D	▽		13	1						
7	Ebarbage	●	▷	□	D	▽		20	1						
8	Contrôle sur place	○	▷	□	D	▽		15	1						
9	Transport au magasin	○	▷	□	D	▽		4	1						
10	Déchargement au magasin	○	▷	□	D	▽		2	1						
11	Stockage au magasin	○	▷	□	D	▽		5	1						

Voir analyse de déroulement Méthode existante

Complément sur l'étude des manutentions implantations

Notion de souplesse

La souplesse d'une implantation est la qualité qui permet de faire servir les moyens (machines-équipements) à des fins nouvelles, parfois inattendues, tout en maintenant le prix de revient sans augmenter les manutentions

- La souplesse rend l'implantation polyvalente
- La souplesse concerne souvent les produits de grande série

Facteur de souplesse

1 - Grands espaces libres ... (disponible)

2 - Forme des bâtiments,

- possibilité de rajouter des ailes ou des étages
- Murs très légers du côté des extensions possibles
- Terrains en réserve autour

3 - Machines standards et polyvalentes

4 - Machines mobiles

- grilles électriques aériennes
- moteurs individuels
- machines non scellées (semelles)

Parfois, machine mobile pour satisfaire une commande

- outillages également mobiles

5 - Convoyeurs mobiles

- chemins de roulements par sections, courts facilement déplaçables

6 - Extension de la capacité des chaînes mécaniques :

- en les allongeant
- en augmentant leur vitesse

Faits complémentaires dénotant une implantation défectueuse (suite)

Une implantation mal étudiée se signale par :

- Difficultés des manutentions manuelles
- Congestion des magasins
- Pourcentage important des manoeuvres
- Manutentions faites par des ouvriers qualifiés
- Manque d'espace ou espace mal utilisé
- Longueur excessive du cycle de fabrication par rapport au temps porté en gamme
- Surface des allées supérieures à 15 % de la surface totale
- Trop grande dépense de fatigue dans les déplacements manuels
- Transfert à la main d'un même matériau plusieurs semaines consécutives
- Transport à la main de matériaux sur des distances supérieures à 15 mètres
- Réclamations diverses concernant les risques d'accidents le confort ...

Rappels

En étude "manutention" l'on considère la matière brute à son entrée dans l'entreprise et l'on traite le problème jusqu'à l'envoi au client de l'objet.

En étude "manutention" l'on peut être amené à examiner ce qui se passe à l'extérieur de l'entreprise.

La surface "d'implantation" d'après Guerchet

Est constituée par :

1. la surface statique
2. la surface de gravitation
3. la surface d'évolution

1 - La surface statique = Aire machine $\rightarrow S_s$

2 - La surface de gravitation = Utilisée autour du poste

- Elle s'obtient en multipliant la surface statique par le nombre de cotés N par lesquels l'on doit desservir la machine

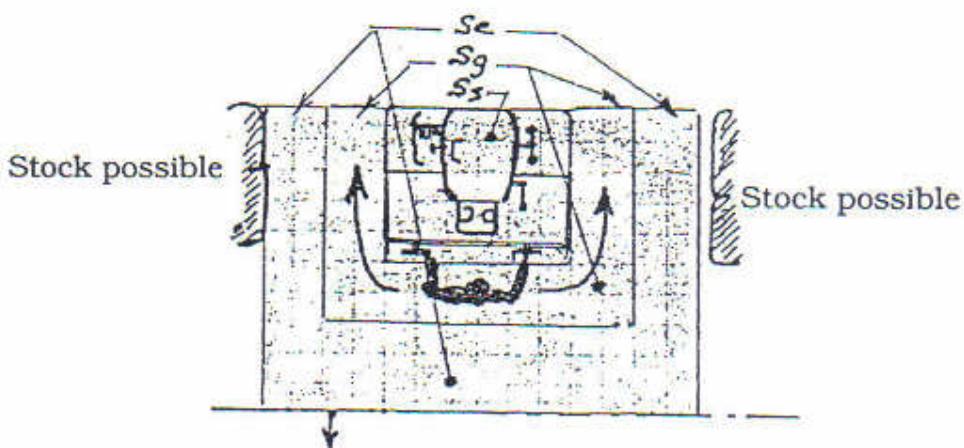
$$\rightarrow S_g = S_s \times N$$

3 - La surface d'évolution = S_e - ménagée autour du poste pour le déplacement des exécutants en charge

$$S_e = (S_s + S_g) K -$$

K = Coefficient variant en fonction de la profession et de l'activité professionnelle

Exemple : Grosse industrie avec pratiques - ponts = 0,15
Mécanique K = 2,5 (coefficient moyen)



4 - La surface à ménager = $(S_s + S_g = S_e -)$

CHAPITRE 2 ORGANISATION DES MOYENS DE PRODUCTION

3.1 Définition d'implantation des moyens de production

Disposition des machines et des postes de travail, conforme à un plan établi en fonction d'un certain nombre de critères : flux matière, gammes de fabrication, encombrement, infrastructure, structure d'organisation, etc.

3.2 Types d'implantation

Notation	Machines	<ul style="list-style-type: none"> [T] Tour parallèle [TR] Tour révolver [A] Aléuseuse [Fi] Machine à fileter 	<ul style="list-style-type: none"> [F] Fraiseuse Centre d'usinage. [Rc] Rectifieuse cylindrique [P] Perceuse [T, Th] Traitements thermiques
	Gammes de fabrication	<ul style="list-style-type: none"> Pièces X T → TR → F → P → RC Y A → F → F → P Z T → F → P → F 	

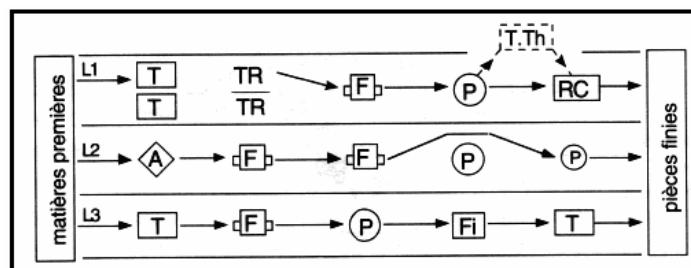
Implantation en sections homogènes

On rassemble les machines ayant les mêmes techniques de fabrication ou même fonction.



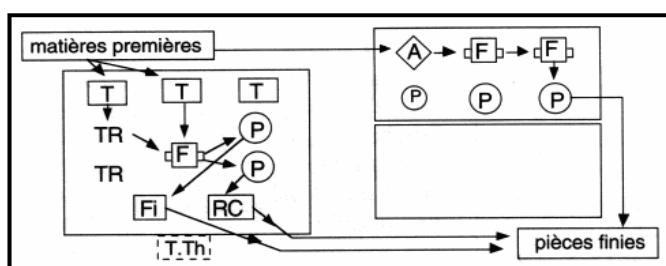
Implantation en lignes de fabrication

Les machines sont implantées de telle sorte que la matière passe toujours dans le même sens, sans retour en arrière.



Implantation en cellules de fabrication

Constituant des sous-ateliers de production spécialisés pour réaliser partiellement ou entièrement des pièces d'une ou plusieurs familles de pièces. On utilise aussi le terme d'ilot de production.

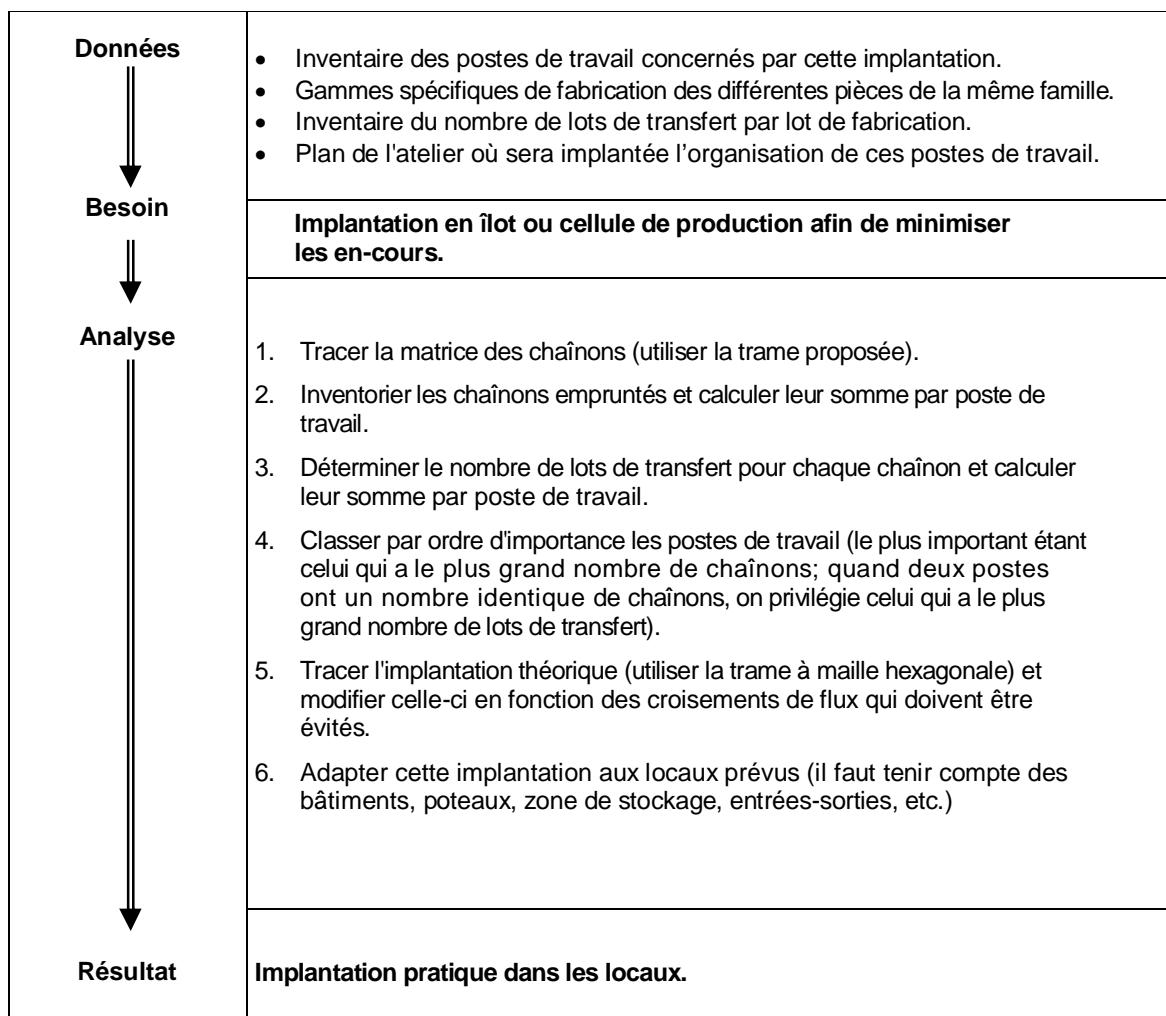


3.3 Méthode des chaînons

1. Définition

Chaînon	Chemin réellement emprunté par une pièce entre deux postes de travail dans l'ordre chronologique des phases de la gamme de fabrication. Il peut être emprunté dans un sens ou dans l'autre.
Lot de fabrication	Quantité d'articles régis par le même ordre de fabrication. Pour une ressource, c'est la quantité de pièces transformées entre deux changements d'outillage spécifique.
Lot de transfert	Quantité de pièces transmises simultanément d'un poste de travail au suivant.
Nœud	Poste de travail d'où émanent plusieurs chaînons

2. Démarche



3.4 Exemple d'application : implantation d'un îlot de production selon la méthode des chaînons.

L'îlot à planter comporte sept postes de travail notés de **A** à **G**. Il est prévu pour produire une famille de cinq pièces notées de **P1** à **P5** dont les gammes opératoires sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Repère pièce	GAMME						Nombre de lots de transfert par lot de fabrication
	10	20	30	40	50	60	
P1	A	D	B	E			25
P2	F	B	D	A	G	B	43
P3	F	B	D	A			15
P4	A	C	B				24
P5	A	B	C	D			90

La fréquence des lots de fabrication est identique pour toutes les pièces. Les lots de transfert d'un poste à l'autre représentent toujours le même fractionnement du lot de fabrication.

Etapes 1 et 2 : Inventorier les postes de travail

L'inventaire des postes de travail et des gammes opératoires est contenu dans le tableau ci-dessus.

Etape 3 : Appliquer une méthode d'implantation

Comme l'ordre d'utilisation des postes de travail n'est pas identique pour toutes les gammes, nous appliquerons la méthode des chaînons.

On appelle chaînon la liaison, quand elle existe, entre deux postes de travail.

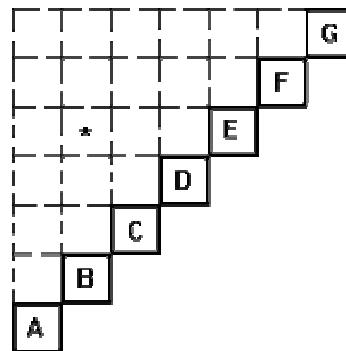
La méthodologie est la suivante :

Méthode des chaînons

1. **Tracer la matrice des flux (ou table des chaînons);**
2. **Inventorier les chaînons empruntés et déterminer les indices de flux (densité de circulation);**
3. **Déterminer le nombre de chaînons pour chaque poste de travail.**

ETAPE 3-1 : TRACER LA MATRICE DES FLUX (OU TABLE DES CHAINONS)

La table des chaînons se présente sous la forme d'une demi matrice dont les lignes et les colonnes désignent les différents postes de travail. Nous retiendrons la présentation suivante pour laquelle la désignation des lignes et des colonnes se fait en une seule fois par inscription du repère des postes de travail dans les cases de la diagonale limitant la matrice :



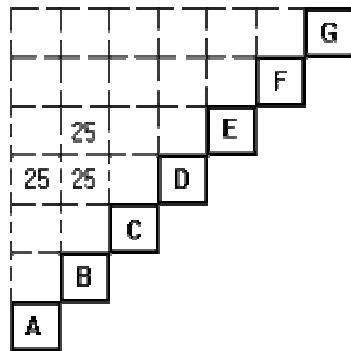
Chaque case de la matrice représente un chaînon. Ainsi la case marquée « * » est l'intersection de la **ligne E** et de la **colonne B**. Elle représente le **chaînon BE** ou **EB**. Le sens de parcours de la liaison n'est pas pris en compte, car il n'est pas nécessaire pour la détermination des positions relatives des postes de travail.

ETAPE 3-2 : INVENTORIER LES CHAINONS EMPRUNTES ET DETERMINER LEUR INDICE DE FLUX

L'indice de flux représente la fréquentation du chaînon considéré par les lots de transferts. Pour remplir la matrice, il faut reprendre chaque gamme et inscrire, dans chaque case représentant

un chaînon emprunté, le nombre de lots de transferts qui y transitent.

Ainsi, pour la gamme de la **pièce P1 : A - D - B - E**, les chaînons concernés sont les chaînons **AD, DB et BE**. Le nombre de **lots de transfert** étant de **25**, nous inscrivons 25 dans les cases relatives à ces trois chaînons.

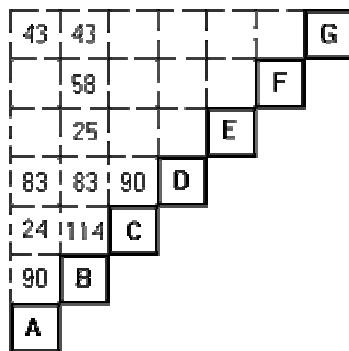


Nous remplissons ainsi toutes les cases concernées par l'ensemble des gammes et si un même chaînon est emprunté par plusieurs gammes nous totalisons les indices de flux relatifs à chacune d'elle.

Ainsi, pour le **chaînon AD**, l'**indice total du flux** est de **83** qui se décompose de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 & \text{indice de flux 25 pour la gamme de P1} \\
 & + \text{indice de flux 43 pour la gamme P2} \\
 & + \text{indice de flux 15 pour la gamme P3} \\
 & = 83
 \end{aligned}$$

La matrice complète est la suivante :



Voici comment lire cette matrice : cette implantation concerne 7 postes A, B, C, D, E, F et G. Ces 7 postes sont reliés entre eux par 10 chaînons correspondant aux 10 cases contenant

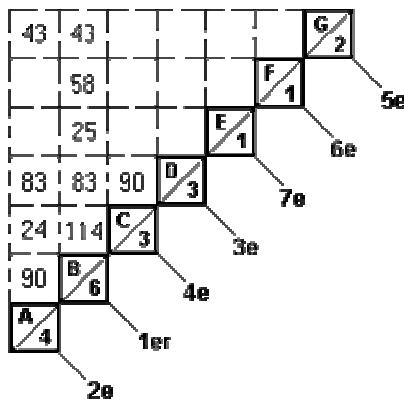
l'indication d'un indice de flux à savoir les cases AB, AC, AD, AG, BC, BD, BE, BF, BG et CD. Le flux le plus dense est sur le chaînon BC (114) et le plus faible sur le chaînon AC (24).

ETAPE 3-3 : DETERMINER LE NOMBRE DE CHAINONS POUR CHAQUE POSTE DE TRAVAIL

Cela consiste à compter le nombre de chaînons partant ou aboutissant à chaque poste. Pour ce faire, on compte le nombre de cases remplies sur la ligne et sur la colonne de chaque poste.

Ainsi, pour le poste C, il y a deux cases remplies sur la ligne C et une case sur la colonne C. Le nombre de chaînons pour ce poste est de 3. On inscrit ce trois dans la case comportant la désignation du poste considéré.

La matrice complète se présente ainsi :



On peut adjoindre un classement par ordre d'importance des postes. Sera considéré comme le plus important, le poste comportant le plus grand nombre de chaînons. Si deux postes comportent un nombre identique de chaînons, on privilégiera les flux les plus importants soit individuellement soit globalement.

Etape 4 : Tracer l'implantation théorique

Pour cette étape, il convient d'utiliser une trame à maille hexagonale et un crayon à mine tendre afin d'affiner l'implantation par touches successives. L'utilisation d'une maille hexagonale n'est pas la seule possible, mais elle correspond à l'installation de 7 postes de travail reliés entre eux par des chaînons d'égales longueurs.

La méthodologie à appliquer est la suivante :

Méthode des chaînons : tracé de l'implantation théorique

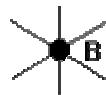
1. Répéter pour chaque poste et jusqu'au dernier:
 - Sélection du poste (non placé) le plus chargé en chaînons;
 - Choix de son emplacement sur un nœud de la trame;
 - Traçage des chaînons le reliant aux postes déjà en place; et ainsi de suite;
2. Modifier les positions relatives des postes jusqu'à satisfaction en limitant au maximum les chaînons hors module et les croisements et en rejetant les croisements de chaînons à indice de flux élevé.
3. Vérifier l'implantation en visualisant, par des traits d'épaisseur proportionnelle à leur indice, les différents flux.

Nota : On appelle **chaînon hors module** un chaînon n'utilisant pas un tracé de la trame. Un chaînon hors module correspond toujours à un trajet plus long.

ETAPE 4-1 : REPETER

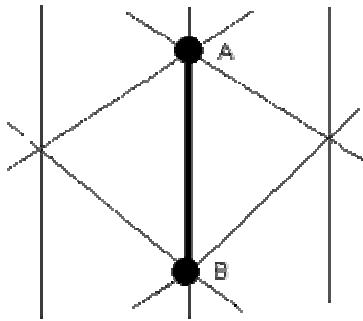
Première itération :

- Sélectionner le poste le plus chargé en chaînons : dans notre cas c'est le poste B.
- Choisir un nœud de la trame et inscrire à côté le nom du poste :



Deuxième itération :

- Sélectionner le poste (non placé) le plus chargé en chaînons : le poste le plus chargé après le poste B est le poste A classé deuxième avec quatre chaînons
- Choisir un nœud de la trame et inscrire à côté le nom du poste :

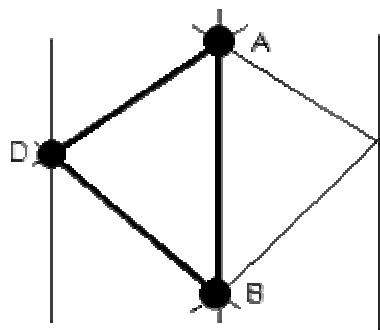


Nous choisissons un nœud près de B car le chaînon AB existe.

- Tracer les chaînons qui le relient aux postes déjà en place : Le chaînon AB est tracé sur la figure précédente.

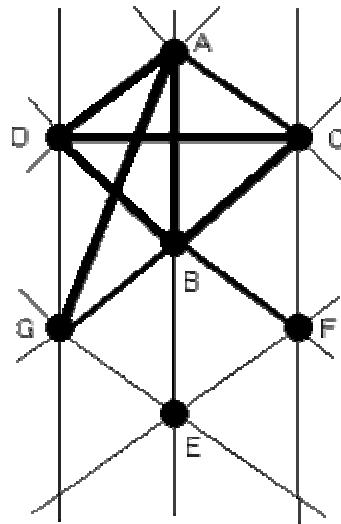
Troisième itération :

- Sélectionner le poste le plus chargé en chaînons : Après le tracé de B et A, le poste le plus chargé est le poste D.
- Choisir un nœud de la trame et inscrire à côté le nom du poste : nous pouvons remarquer sur la matrice des flux que le poste D est relié à la fois au poste B et au poste A. Nous placerons donc D sur un nœud à proximité de ces deux postes.
- Tracer les chaînons qui le relient aux postes déjà en place :



Itérations suivantes :

Le tracé ci-dessous est une des solutions possibles.

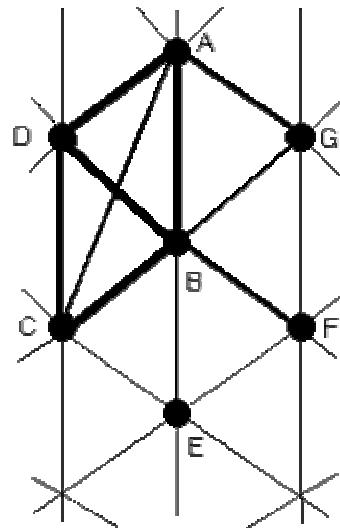


ETAPE 4-2 : MODIFIER

Les positions relatives des postes de travail jusqu'à satisfaction en limitant au maximum les chaînons hors module et les croisements :

Sur le tracé obtenu à l'étape 4-1, nous constatons l'existence de 3 croisements et de 2 chaînons hors module. Nous pouvons remarquer qu'en intervertissant la position des postes G et C, nous supprimons deux croisements et un chaînon hors module. Il subsiste un croisement entre les chaînons AC et BD. Vérifions que le chaînon le moins chargé est le chaînon hors module : les indices de flux ont pour valeur 24 pour AC et 83 pour BD. Le chaînon AC est le moins chargé ; il est hors module; il sera non prioritaire. On aurait pu obtenir une autre implantation théorique à un seul croisement en intervertissant à nouveau le poste D avec cette fois le poste C. Le croisement s'effectuerait alors avec les chaînons AD et BC.

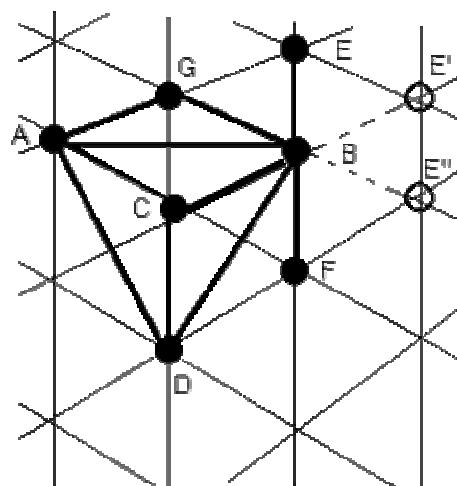
Est-ce une meilleure solution?



Assurément non, car les indices de circulation sur ces deux chaînons sont respectivement 83 et 114. Le chaînon BC étant le plus chargé de tous, il convient de ne pas le couper avec un autre. Nous nous en tiendrons donc à la solution ci-dessus qui n'est probablement pas la seule.

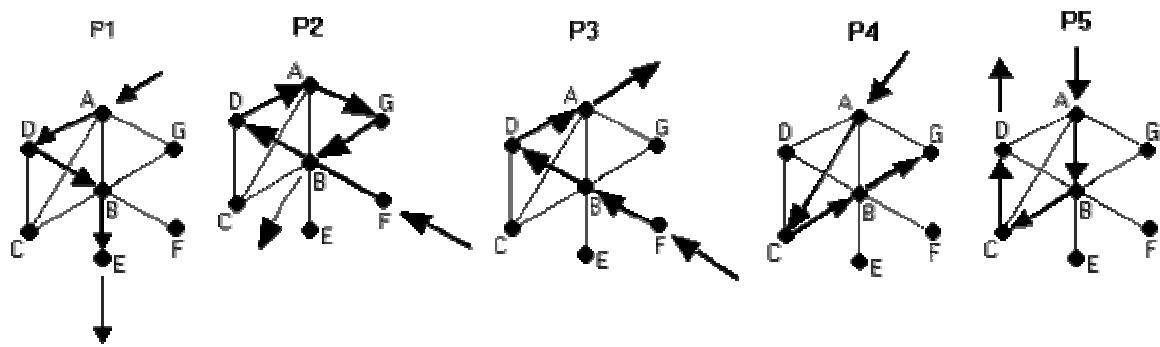
Enfin, nous présentons une solution sans croisement mais avec trois chaînons hors module.

L'absence de croisement peut présenter de l'intérêt dans le cas d'implantation de chariots filoguidés, car les croisements génèrent des coûts en matériel par l'installation de plots de dialogue et en logiciel par application de règles de priorité.



ETAPE 4-3 : VERIFIER L'IMPLANTATION EN TRAÇANT LES DIFFERENTS FLUX

La vérification consiste à faire apparaître les flux découlant de chaque gamme.



Etape 5 : Adapter l'implantation théorique dans les locaux prévus

Il faut utiliser un plan de masse détaillé des locaux et découper des silhouettes des postes de travail à la même échelle.

Il faudra tenir compte de la forme des bâtiments, de l'emplacement des obstacles tels que poteaux de soutien et orienter l'implantation théorique en fonction des ouvertures pour les E/S des matières.

Remarque : Dans le cas où les possibilités d'entrée et sortie (E/S) des matières sont limitées, par exemple lorsqu'il existe qu'une seule entrée possible et une seule sortie possible ou encore lorsque les matières ne peuvent entrer et sortir qu'en un seul point de l'atelier, il est fortement

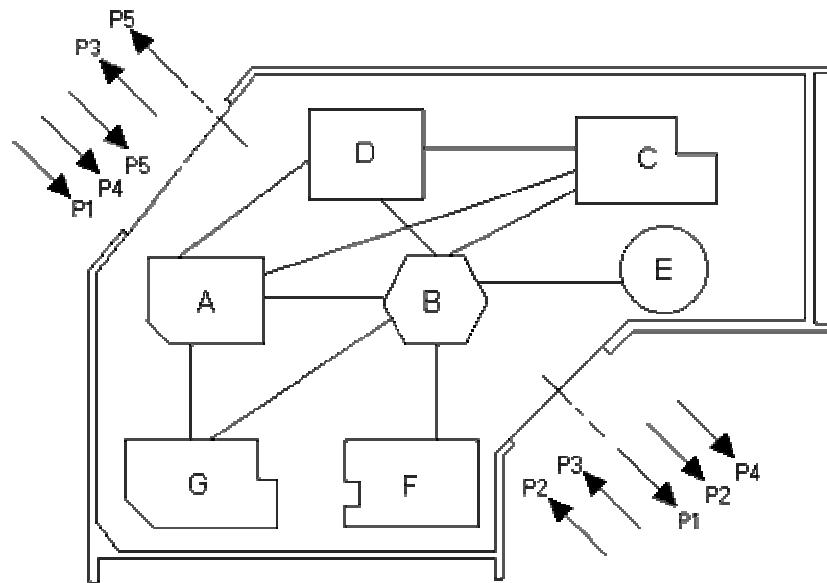
conseillé de considérer ces entrées et sorties comme des postes de travail. Pour l'exemple ci-dessus, en considérant l'un des accès dans l'atelier comme entrée des matières et l'autre comme sortie, les gammes des pièces deviendraient :

Pièce P1 : IN → A → D → B → E → OUT

Pièce P2 : IN → F → B → D → A → G → B → OUT

avec **IN** = poste d'entrée des matières et **OUT** poste de sortie des matières.

L'étude ferait alors intervenir deux chaînons supplémentaires par gamme correspondant aux passages des matières par l'accès à l'atelier.



CHAPITRE 3 ANALYSE DES POSTES DE TRAVAIL

1.1 Aménagement des postes de travail

Les quatre recommandations qui suivent vous aideront à accroître la productivité grâce à un aménagement plus rationnel des postes de travail. Vous devriez être en mesure de définir les améliorations nécessaires en faisant appel à vos dons d'observation et à votre bon sens. Le coût de ces améliorations sera d'ordinaire infime, mais le gain sera souvent considérable.

Règle 1 : Disposez les matériaux, les outils et les dispositifs de commande à portée immédiate de la main.

Vous économiserez du temps et de la peine en plaçant matériaux, outils et dispositifs de commande (interrupteurs, leviers, volants, etc.) à portée immédiate des opérateurs. Tout geste de grande amplitude est synonyme de perte de temps et d'effort supplémentaire.

Le principe "plus un outil est utilisé, plus il doit être proche de l'utilisateur" s'applique aux postes de travail aussi bien qu'à l'entreprise tout entière.

Les gestes de préhension sont peu commodes au-delà d'une distance relativement faible (figure 1). Tout objet devant être saisi ou utilisé fréquemment devrait se trouver entre 15 et 40 cm du bord antérieur de la surface de travail.

Lorsque des matériaux sont amenés en boîtes ou en caisses ou encore sur des palettes ou des râteliers, ceux-ci devraient se trouver à portée de la main et à une hauteur appropriée.

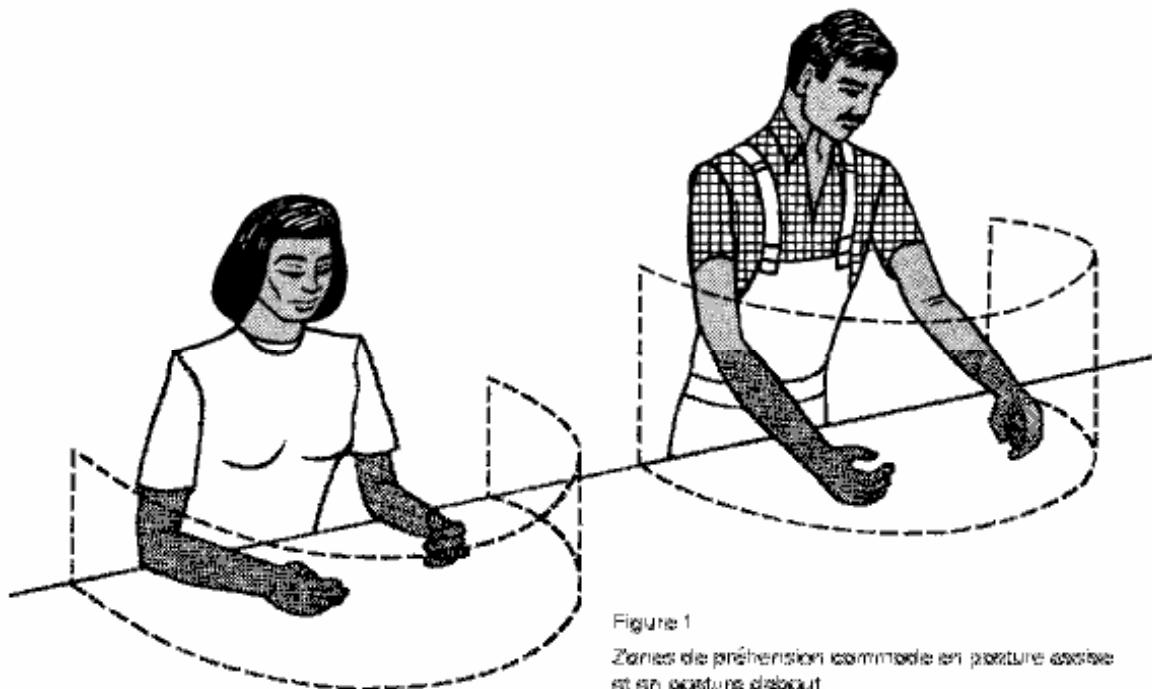


Figure 1
Zones de préhension commode en posture assise et en posture debout.

Si l'on emploie plusieurs matériaux de nature différente, il est souvent indiqué de les déposer dans des bacs placés devant l'ouvrier ou sur une table voisine.

Quant aux outils et matériaux qui ne sont utilisés qu'occasionnellement (quelques fois par heure), ils peuvent être disposés de manière que l'on doive se pencher quelque peu pour les saisir. On peut aussi, sans qu'il en résulte une baisse appréciable de la productivité, les placer à une certaine distance de la zone de travail.

Les objets les plus importants sont ceux dont on se sert régulièrement pendant un cycle de production relativement court (figure 2).

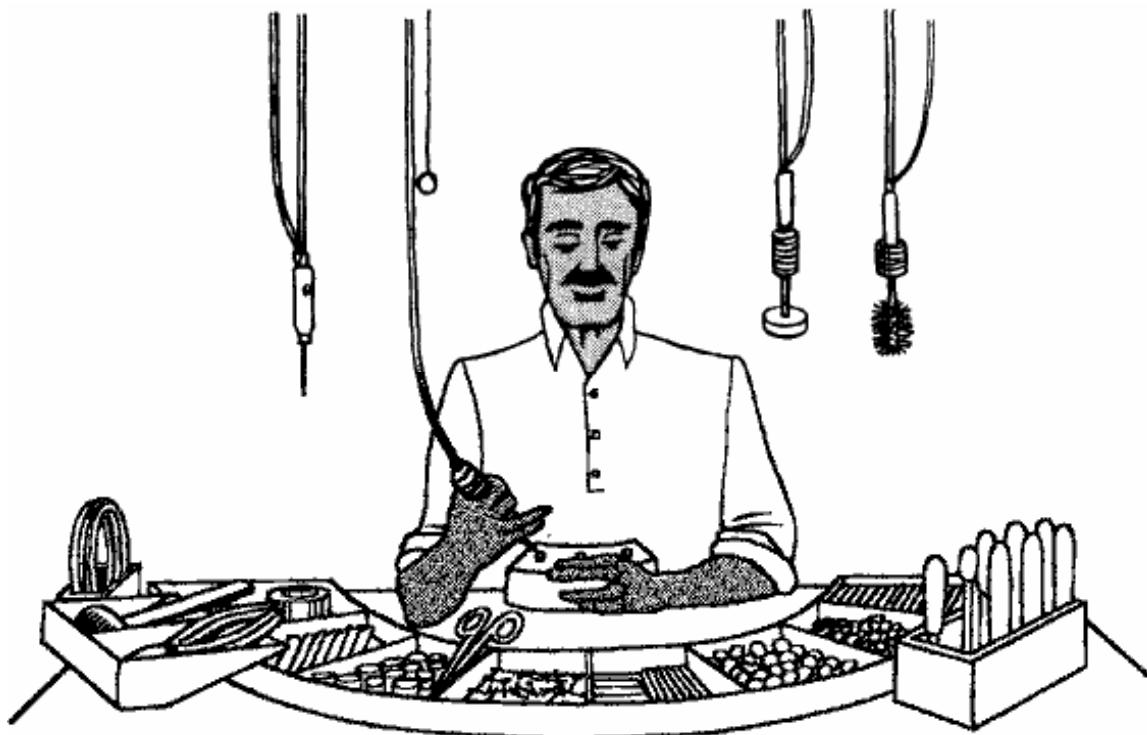


Figure 2. Une disposition rationnelle d'outils et de pièces

Règle 2 : Améliorez les postures de travail pour accroître la productivité.

Lorsqu'une personne doit se placer dans une posture difficile, le travail s'en trouve ralenti et provoque une fatigue supplémentaire. C'est ainsi que les tâches qui exigent que l'on tienne les bras tendus vers le haut fatiguent rapidement la musculature des épaules.

Quant aux tâches qui demandent que l'on se penche en avant ou que l'on imprime au corps une torsion, elles sont souvent responsables de lésions lombaires.

Par ailleurs, les temps de production s'en trouvent augmentés et les travailleurs risquent davantage d'abîmer des marchandises ou d'avoir des accidents.

Voici quelques mesures qui permettront d'éviter les postures difficiles :

- une surface de travail stable et rigide pour le dépôt des objets indispensables ;
- des outils, matériaux et dispositifs de commande disposés de telle manière que l'opérateur puisse les atteindre sans avoir à se pencher ou à se courber ;

- des plates-formes permettant aux personnes de petite taille de se trouver à hauteur convenable ;
- des sièges confortables de hauteur convenable et à dossier résistant ;
- un espace suffisant pour permettre de bouger les jambes sans difficulté.

Les figures 3 et 4 indiquent les dimensions qu'il est conseillé de respecter pour le travail en posture assise et en posture debout.

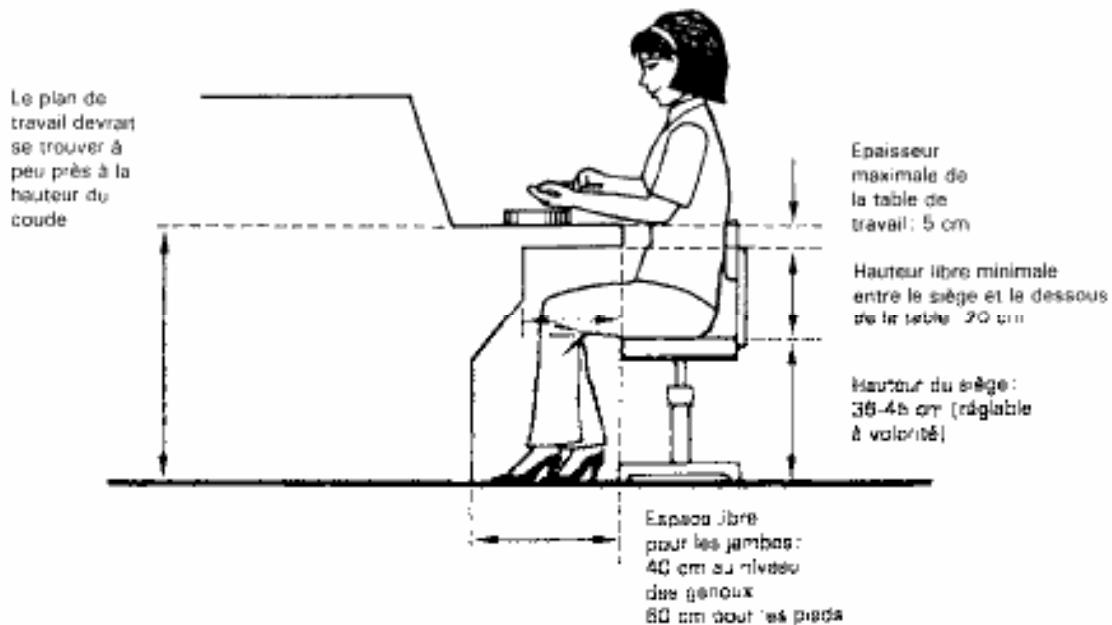


Figure 3. Dimensions conseillées pour la plupart des tâches effectuées en posture assise

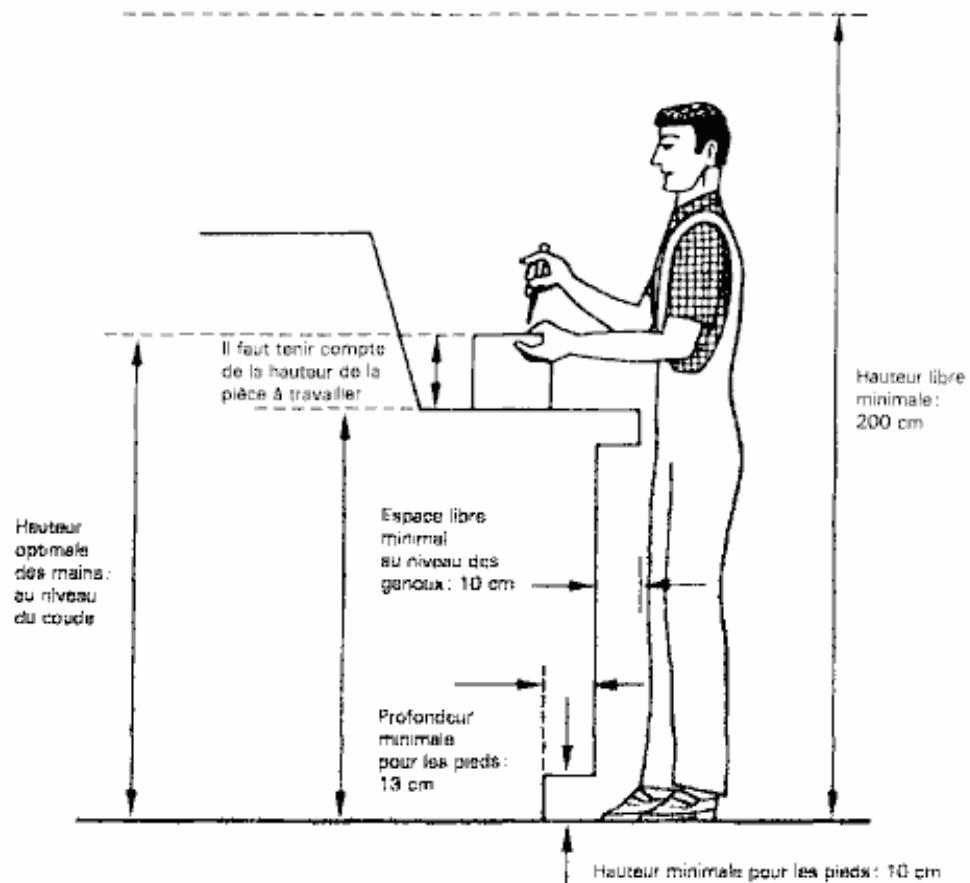


Figure 4. Dimensions conseillées pour les tâches effectuées en posture debout

Il faut aussi ménager un espace suffisant pour les jambes, ainsi que le montre la figure 5.

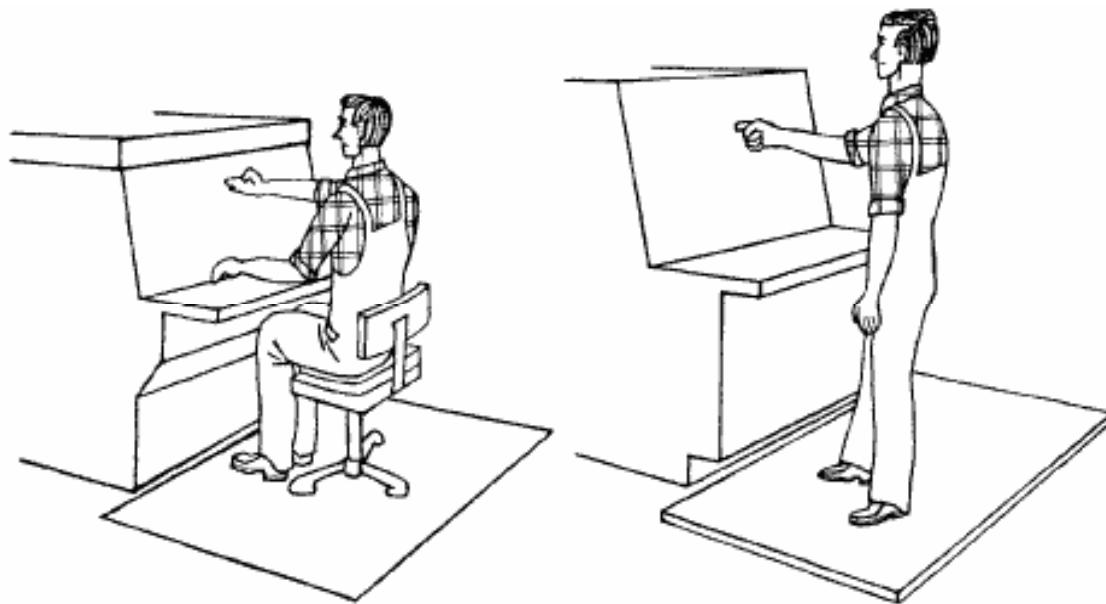


Figure 5. Espace libre pour les jambes et pour les pieds selon que l'on travaille assis ou debout

La hauteur correcte des plans de travail manuel est également importante. La règle du coude permet de trouver la bonne hauteur pour les mains (figure 6). C'est avec les mains au même niveau que les coudes que la plupart des opérations peuvent être effectuées dans les meilleures conditions.

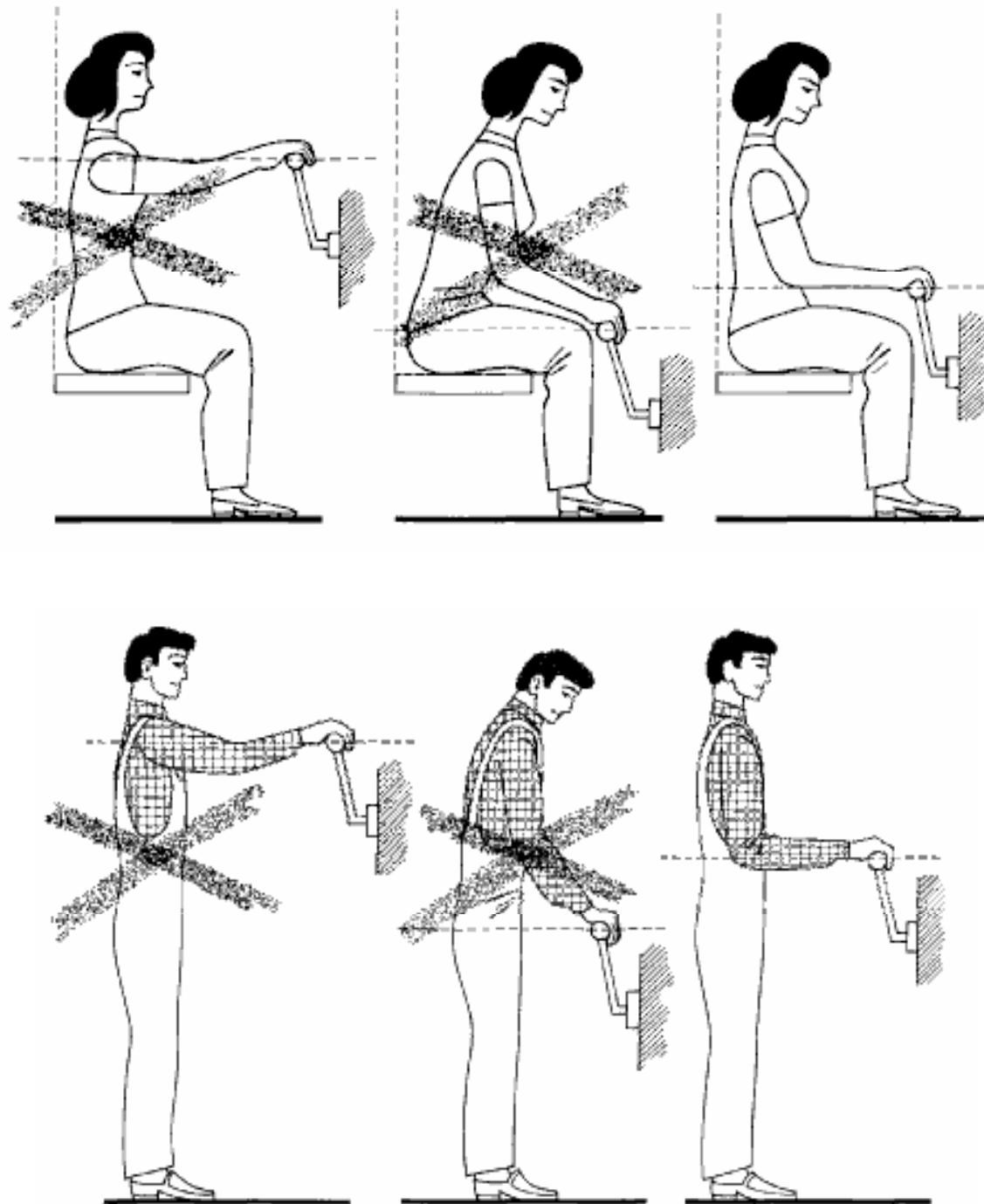


Figure 6. Application de la « règle du coude » pour définir la hauteur correcte des mains

La règle qui précède connaît quelques exceptions. Ainsi, pour les travaux de précision accomplis en posture assise, l'objet doit se trouver un peu au-dessus du coude pour permettre à l'ouvrier de percevoir les détails les plus fins. A l'inverse, pour certaines tâches effectuées en posture debout, les mains doivent se trouver parfois légèrement plus bas que le coude (figure 7). Il en est ainsi, par exemple, des travaux de montage légers ou de l'emballage d'articles encombrants pour lesquels les mains doivent être 10 -15 cm plus bas. Enfin, lorsqu'il faut déployer un effort musculaire considérable, une hauteur encore inférieure permet de faire intervenir le poids du corps.

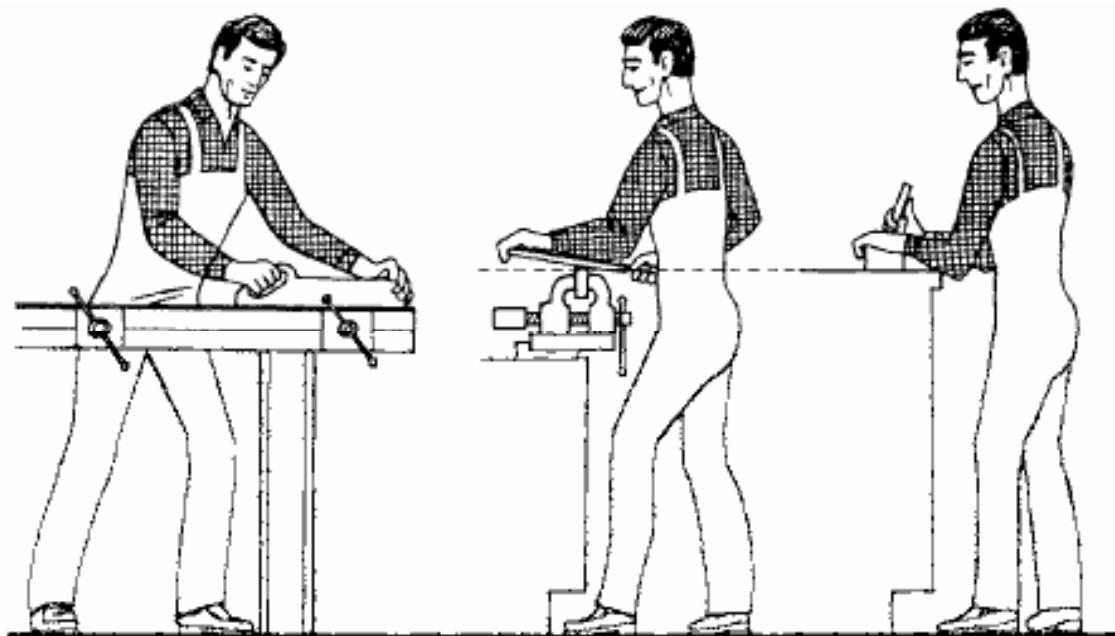


Figure 7. Le plan de travail peut se trouver à la hauteur du coude ou légèrement plus bas selon la nature du travail à effectuer en posture debout.

La hauteur du plan de travail et celle des sièges devraient être réglables en fonction de la taille de l'opérateur; on peut utiliser à cet effet une table à hauteur variable. On peut aussi adapter la hauteur en disposant des plates-formes ou des socles de bois sous les tables, les plans de travail ou les pièces à travailler. Des repose-pieds sont également utiles.

Il est conseillé de privilégier les tâches qui permettent d'alterner postures assises et postures debout. Si le gros du travail doit être accompli debout, on devrait prévoir des sièges pour permettre aux travailleurs de s'asseoir de temps à autre. Si, par contre, le gros du travail est effectué en posture assise, on devrait faire en sorte que les travailleurs aient à se lever, par exemple pour aller chercher des pièces au magasin.

Règle 3 : Servez-vous de brides ou de colliers de fixation, de gabarits, de leviers et d'autres dispositifs pour économiser temps et effort.

Tout travail exige un effort. Il est inutile de gaspiller de l'énergie pour immobiliser un objet. Dans bien des cas, le travail peut s'effectuer avec davantage de dextérité et d'efficacité si l'on a les mains libres. On dépense de l'énergie en pure perte si l'on doit maintenir avec force une pièce instable ou soulever un outil pesant.

Il existe plusieurs manières de réduire l'effort exigé lorsqu'on utilise des outils ou des machines et de ménager ainsi temps et énergie pour les consacrer à des tâches productives (figure 8).

On peut, par exemple :

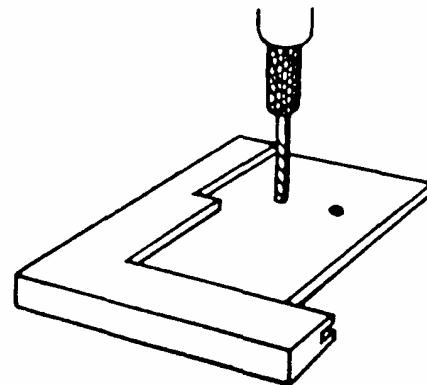
- utiliser des leviers pour soulever et déplacer des charges ou manoeuvrer des dispositifs de commande ;
- avoir recours à des étaux, des brides de fixation, des gabarits ou d'autres dispositifs pour immobiliser l'objet à travailler ;
- faire appel à la pesanteur pour économiser l'effort, en utilisant par exemple des contrepoids, des goulottes, des glissières, des rouleaux, etc. ;
- limiter les déplacements verticaux lors du transfert de pièces d'un poste à un autre ;
- se servir d'outils suspendus, plus faciles à saisir et à déplacer ;
- choisir des outils dont la forme facilite la préhension et le maniement.

Il est toujours préférable que les mouvements soient courts, faciles à exécuter et bien équilibrés. Il convient toutefois d'éviter la répétition de mouvements, même élémentaires, en succession rapide.

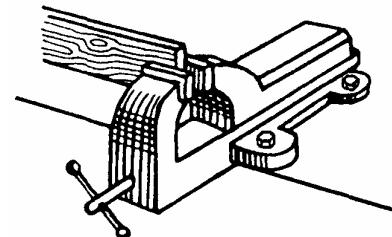
Il est contre-indiqué que les travailleurs accomplissent pendant des heures des tâches répétitives, aussi simples soient-elles ; il faut, au contraire, s'efforcer de confier à chaque personne des tâches de natures diverses.

Un espace de travail trop restreint ralentit et gêne les mouvements. C'est particulièrement le cas lorsque les mains ou les pieds risquent d'être blessés pendant le travail. Il importe par conséquent de ménager un espace libre suffisant autour de la zone de travail pour que le travailleur puisse se déplacer sans danger et sans se heurter à des obstacles.

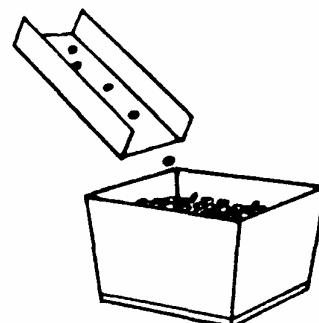
Au lieu de chercher à maintenir à la main une pièce instable, servez-vous d'un gabarit universel ou d'un dispositif de serrage.



Grâce à un étau ou à une pince, vous pourrez immobiliser des pièces de dimensions et de formes diverses et garder les mains libres.



Limitez le nombre et l'amplitude des déplacements verticaux et utilisez des goulettes ou d'autres dispositifs pour économiser temps et effort.



Les outils suspendus sont moins fatigants. Ils permettent aussi d'économiser le temps nécessaire à la prise en main et à la remise en place des outils.



Figure 8. Divers moyens de libérer les mains pour des tâches plus productives

Règle 4 : Améliorez les dispositifs de commande et d'affichage afin de minimiser les risques d'erreur.

Il n'est pas rare que des erreurs humaines provoquent des dommages matériels, voire des accidents corporels. Il faut, si l'on veut éviter ces erreurs, que chaque travailleur puisse voir et identifier clairement les matériels sur lesquels il est appelé à travailler. C'est une condition essentielle pour une bonne exécution du travail et l'élimination des erreurs.

Il importe par conséquent :

- de placer à la portée des opérateurs les objets qu'ils doivent voir, examiner, toucher ou contrôler (unités d'affichage, cadrans, interrupteurs, leviers, volants de manœuvre, etc.);
- de faciliter le repérage des unités d'affichage et des dispositifs de commande ;
- d'assurer un éclairage convenable.

Le choix de l'emplacement des unités d'affichage (écrans, etc.) joue un rôle important. Ces unités devraient se trouver à une distance convenable de l'opérateur (50 - 70 cm environ pour celles dont les indications doivent apparaître clairement) et dans l'axe de vision naturel (avec un angle de 10 – 30°). La figure 9 illustre une disposition type pour console d'affichage.

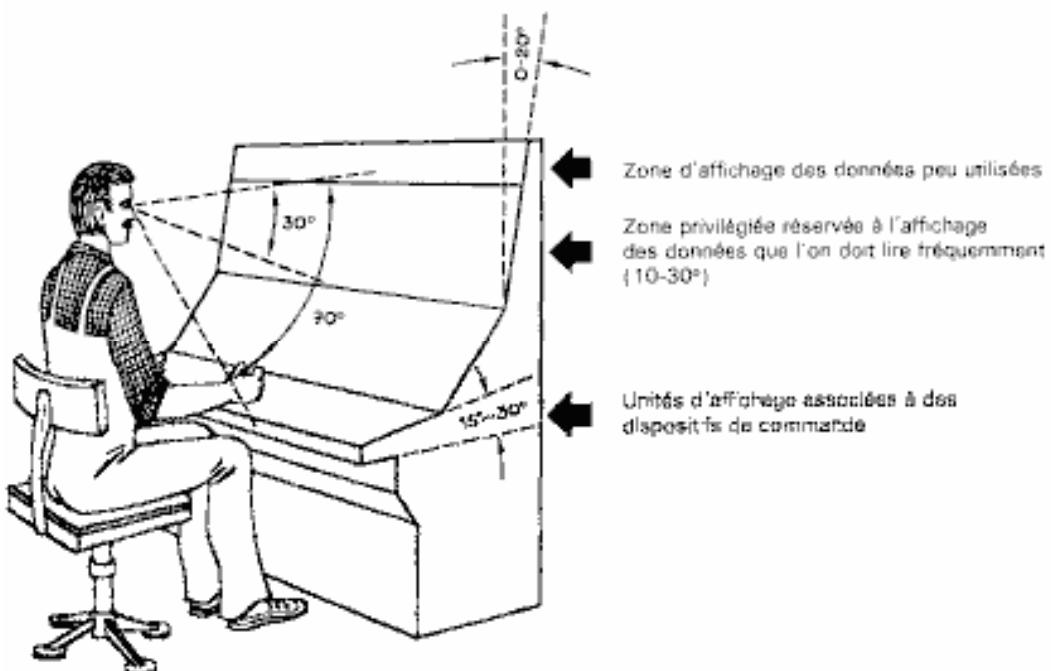


Figure 9. Console à plusieurs zones d'affichage pour la visualisation de données de types divers

La différenciation est tout aussi importante que l'emplacement. Un interrupteur commandant l'arrêt ne doit pas pouvoir être confondu avec un interrupteur de mise en marche.

De même, un voyant signalant une situation d'urgence doit clairement se distinguer d'un voyant de fonctionnement normal. On y parvient :

- en ayant recours à une disposition normalisée pour décider de l'emplacement des interrupteurs, appareils de mesure, etc. (en groupant par exemple les dispositifs de commande ayant les mêmes positions "Marche" et "Arrêt", en plaçant l'un à côté de l'autre le cadran d'affichage et le dispositif de commande qui lui est associé, en plaçant les dispositifs de commande et les unités d'affichage dans un ordre logique, etc.) ;
- en appliquant des étiquettes et des marques bien visibles et rédigées simplement ;
- en faisant usage de formes, de dimensions ou de couleurs différentes pour les dispositifs de commande, les voyants, etc. de types différents.

Il importe d'indiquer clairement la fonction de chaque organe (cadrans, instruments de mesure, voyants, autres dispositifs visuels de signalisation). Un voyant d'urgence doit s'imposer par son emplacement, sa dimension et sa couleur rouge. Un interrupteur commandant l'installation X doit se trouver à proximité des instruments de mesure de cette installation ou à un endroit où il est évident qu'il concerne cette installation. Les unités d'affichage (cadrans, écrans, etc.) doivent être disposées de telle façon que leurs indications soient aisément lisibles.

La figure 10 illustre une disposition répondant à ces exigences.

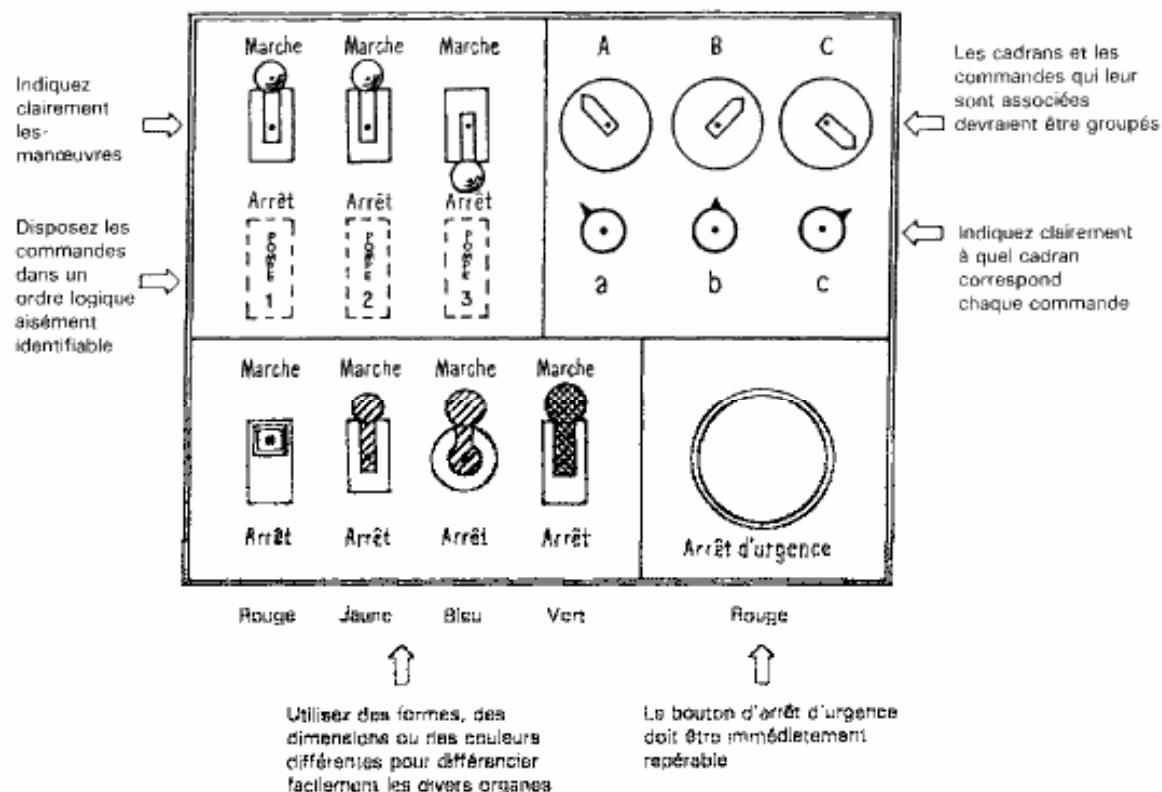


Figure 10. Disposition des cadrans et des interrupteurs visant à limiter les risques d'erreur

Les opérateurs sont parfois déconcertés par le sens de manœuvre de certains dispositifs de commande. C'est notamment le cas des interrupteurs commandant la marche et l'arrêt. Le sens de manœuvre doit être clair, conforme au bon sens et aux usages locaux (figure 11).

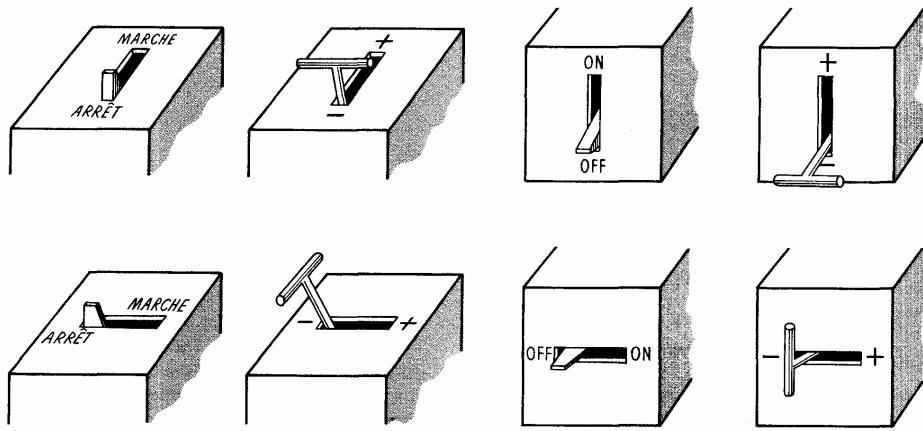


Figure 11. Sens de manœuvre faciles à reconnaître pour la plupart des personnes

1.2 Manutention et stockage

1.2.1 Objectif

La manutention et le stockage des matières premières, des composants et des produits font partie intégrante du processus de fabrication. Il assure trois objectifs :

- une meilleure organisation du stockage ;
- la réduction du nombre des opérations de manutention et de transport et le raccourcissement des trajets à parcourir ;
- la diminution du nombre des opérations de levage de charges pesantes et l'amélioration de leur efficacité.

Pour chacun de ces objectifs, on peut attendre des gains importants, et notamment la récupération d'un espace précieux, un flux des matières plus efficace, une augmentation plus rapide du chiffre d'affaires, un meilleur contrôle des stocks, ainsi qu'une réduction des pertes de temps résultant de tâches improductives, sans compter une bien meilleure impression d'ordre qui rendra une entreprise plus accueillante.

1.2.2 Meilleure organisation du stockage

Règle 1 : Si vous avez des doutes sur l'utilité d'un stock, éliminez-le.

De nombreuses entreprises modernes, très performantes et compétitives, pratiquent une méthode de distribution qui consiste à ne faire entrer une marchandise dans une aire de fabrication que dans l'heure qui précède son utilisation effective.

Exemples :

Les figures 12 et 13 représentent le même atelier, avant et après le retrait de tous les objets superflus. Pensez-vous que l'efficacité s'en trouvera accrue ? Et la qualité ? L'impression faite sur les visiteurs ne sera-t-elle pas meilleure ?

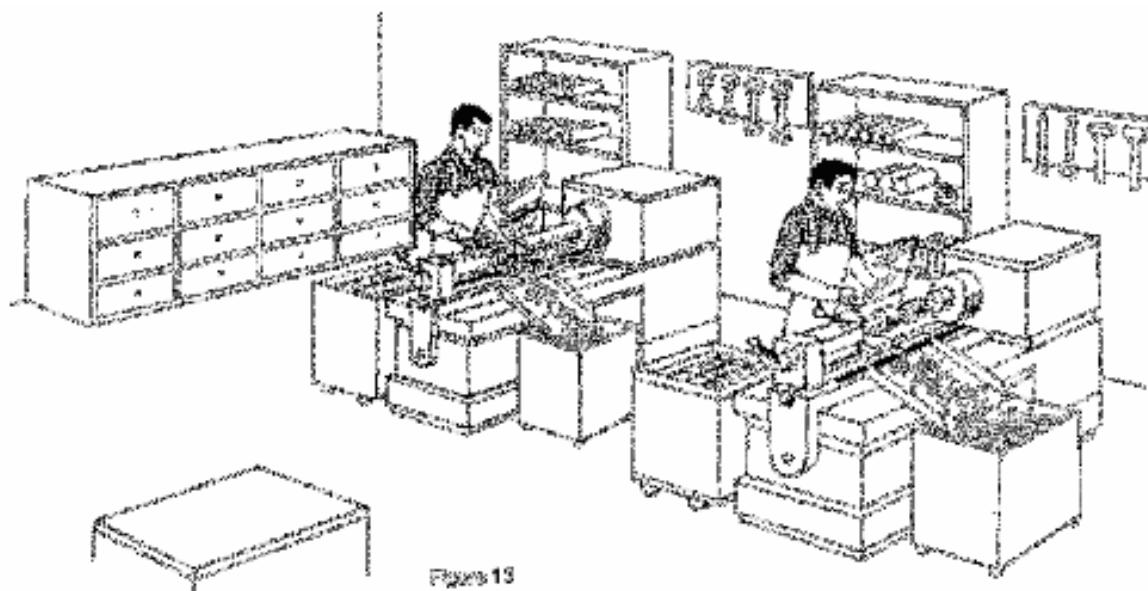


Figure 13

Un atelier très désordonné.

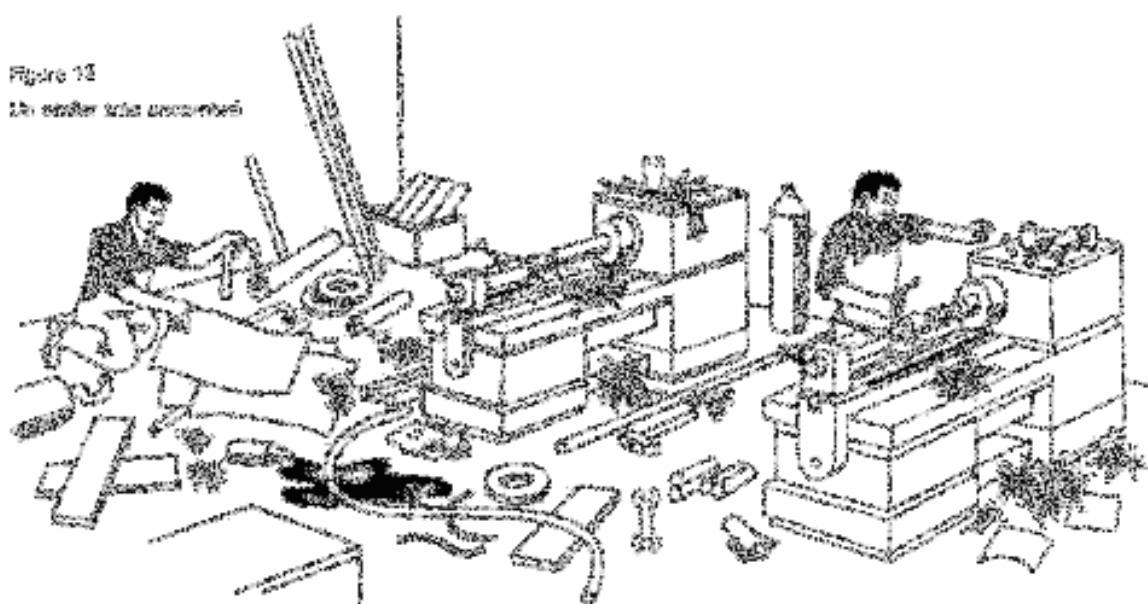


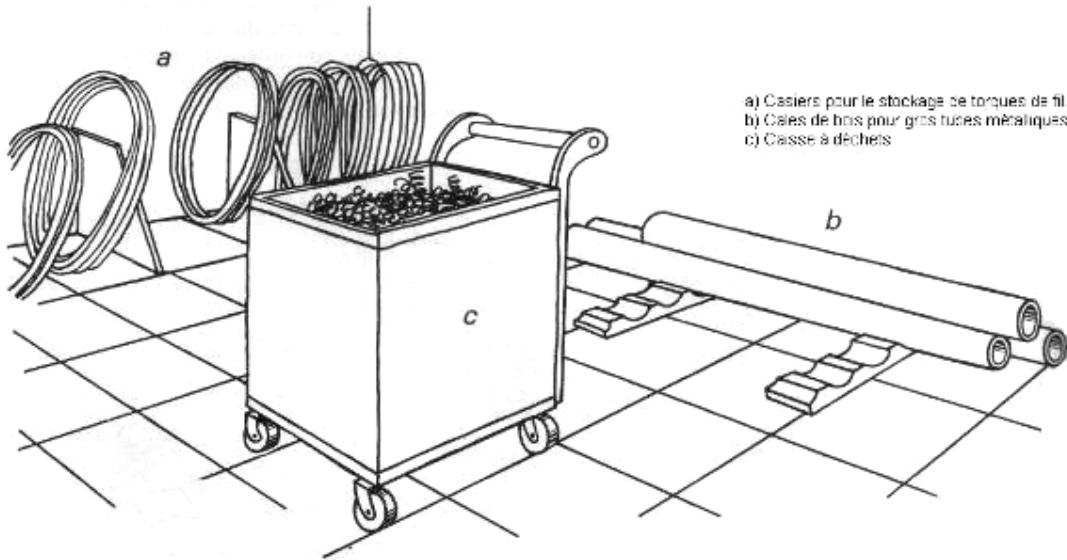
Figure 12

Un atelier très organisé.

Règle 2 : Interdisez que l'on dépose des objets sur le sol.

Pour appliquer cette consigne, il faut prévoir un espace de stockage pour chaque objet. Il n'est pas difficile de fabriquer ou de trouver des palettes de bois, des casiers en tubes, des bacs, des caisses, des râteliers et des rayonnages.

Exemple :

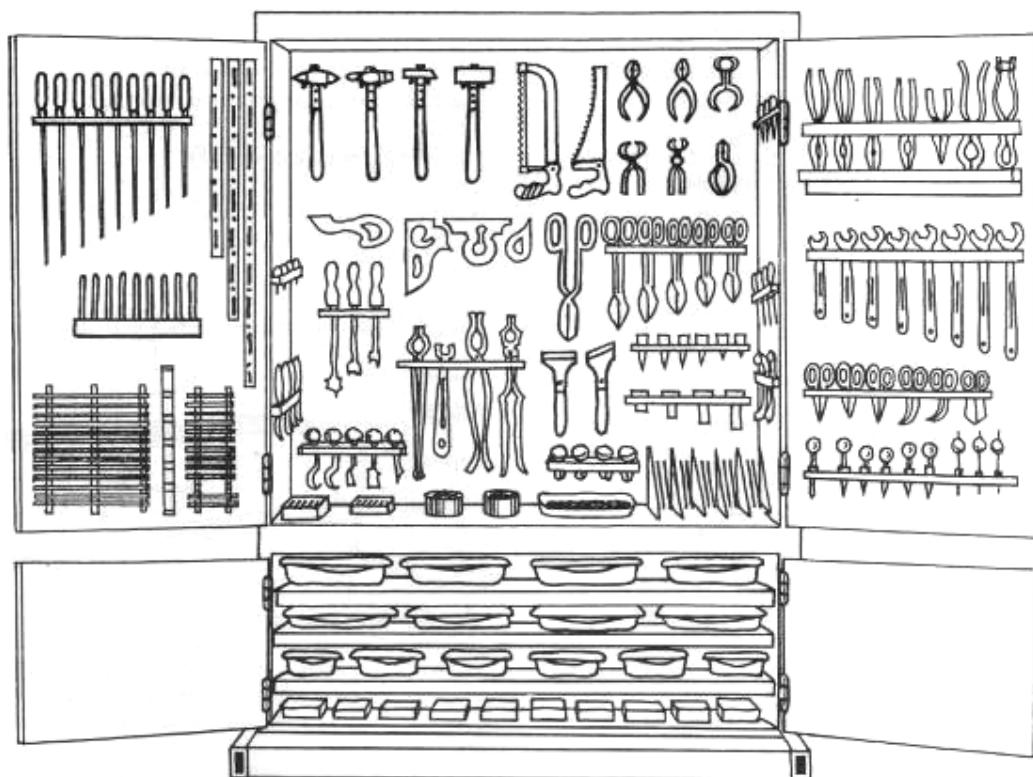
**Règle 3 : Gagnez de la place en utilisant des râteliers à plusieurs étages.**

Voici quelques exemples :

- Râtelier permettant de stocker des petites barres de différentes sections.



- Armoire à outils. Faite de panneaux de bois et munie de quatre portes fermant à clé.



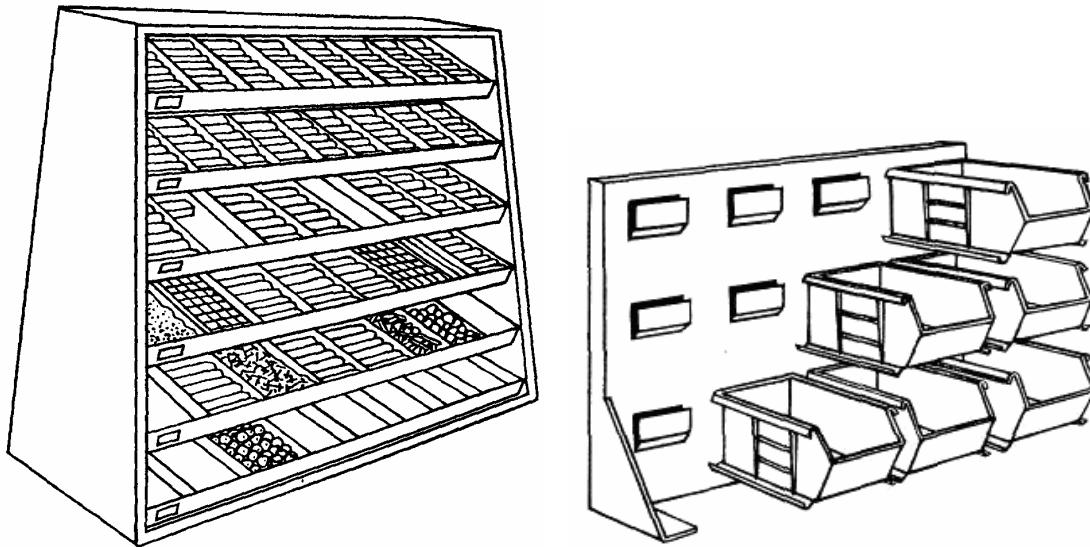
- Rayonnages permettant d'utiliser toute la surface des murs.



Règle 4 : Prévoyez une place pour chaque pièce et pour chaque outil.

Pour ne pas perdre du temps de retrouver des outils, des instruments ou de petits objets.

On peut prévoir un pupitre à plateaux inclinés de profondeur variable pour stockage des forets, tarauds, outils de coupe, etc. Chaque plateau porte des bacs dont la largeur peut varier elle aussi. On peut fixer des étiquettes sur le bord antérieur des plateaux. Les bacs peuvent être accrochés aussi à un râtelier spécial.



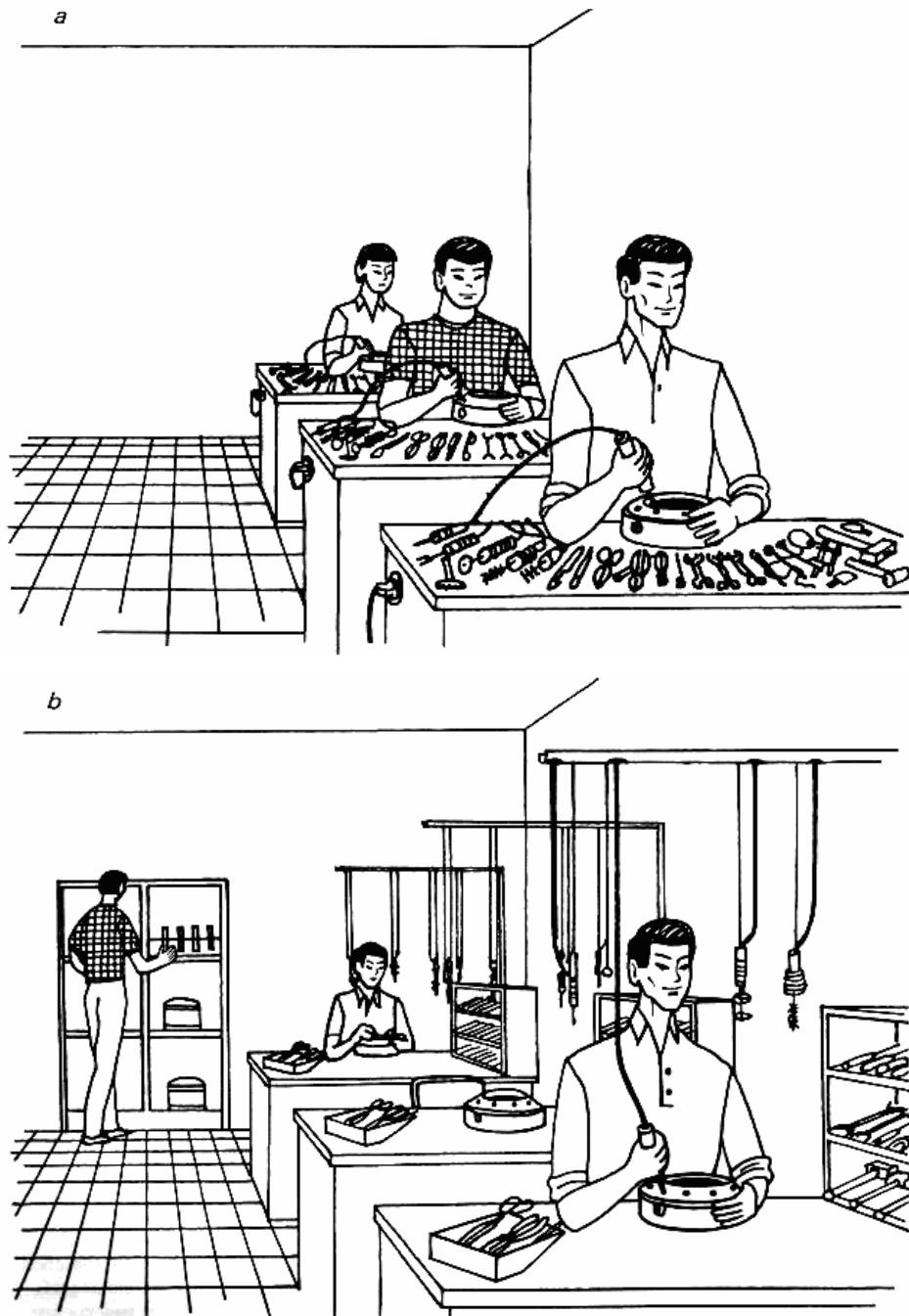
1.2.3 Réduction du nombre des opérations de manutention et raccourcissement des trajets

Tout déplacement manuel d'un objet au cours du cycle de travail représente une perte de temps et d'énergie. Analysez soigneusement les diverses opérations effectuées et demandez-vous si chacune d'elles est vraiment justifiée. Dans le cas contraire, efforcez-vous de l'éliminer.

Exemple :

Disposition des outils en fonction de leur fréquence d'utilisation.

- a) Avant.
- b) Après.



Règle 5 : Plus un outil est utilisé, plus il doit être proche de l'utilisateur

Pour résoudre la difficulté, on rangera tous les outils et objets dont on pourra avoir besoin selon leur fréquence d'utilisation et on leur attribuera l'emplacement correspondant. Ceux que l'on utilise constamment seront placés sur l'établi ou suspendus, afin de réduire l'effort exigé pour les atteindre. Les outils dont on se sert moins souvent pourront être disposés sur des étagères ou des râteliers près du poste de travail. Ceux dont on a besoin une ou deux fois seulement par jour seront conservés au magasin central.

1.3 Principes ergonomiques

1.3.1 Généralités

La conception des systèmes de travail doit donc satisfaire les exigences humaines par application des connaissances ergonomiques, compte tenu des expériences de la pratique.

Les principes ergonomiques s'appliquent à la conception de conditions de travail ayant pour buts :

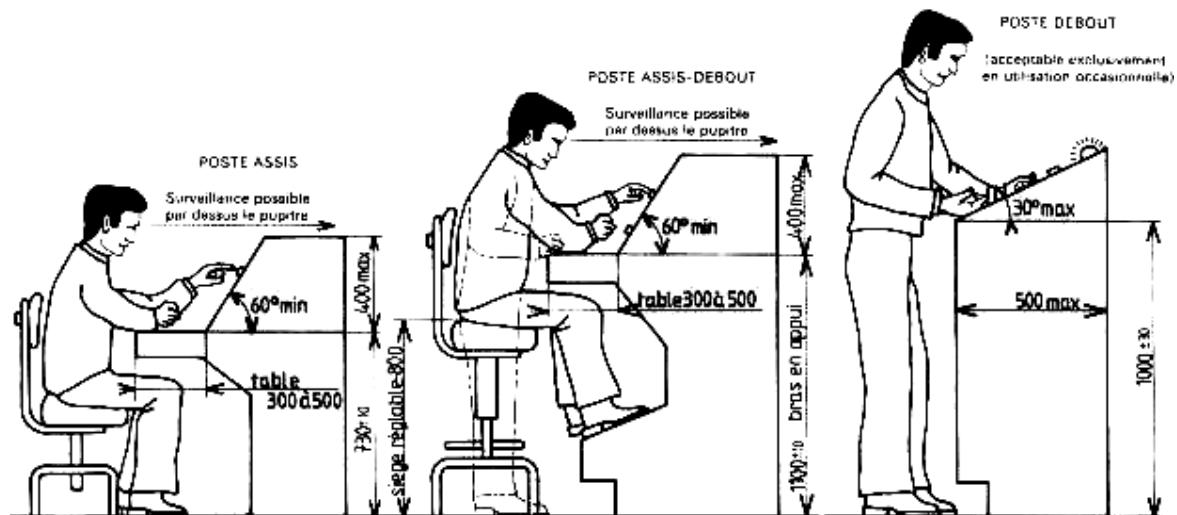
- Le confort et la réduction de la fatigue de l'homme ;
- La santé de l'homme et les conditions hygiéniques de travail ;
- La sécurité du poste de travail ;
- La réduction des contraintes du travail répétitif ou en chaîne, la création de postes plus autonomes et à contenu plus élevé.

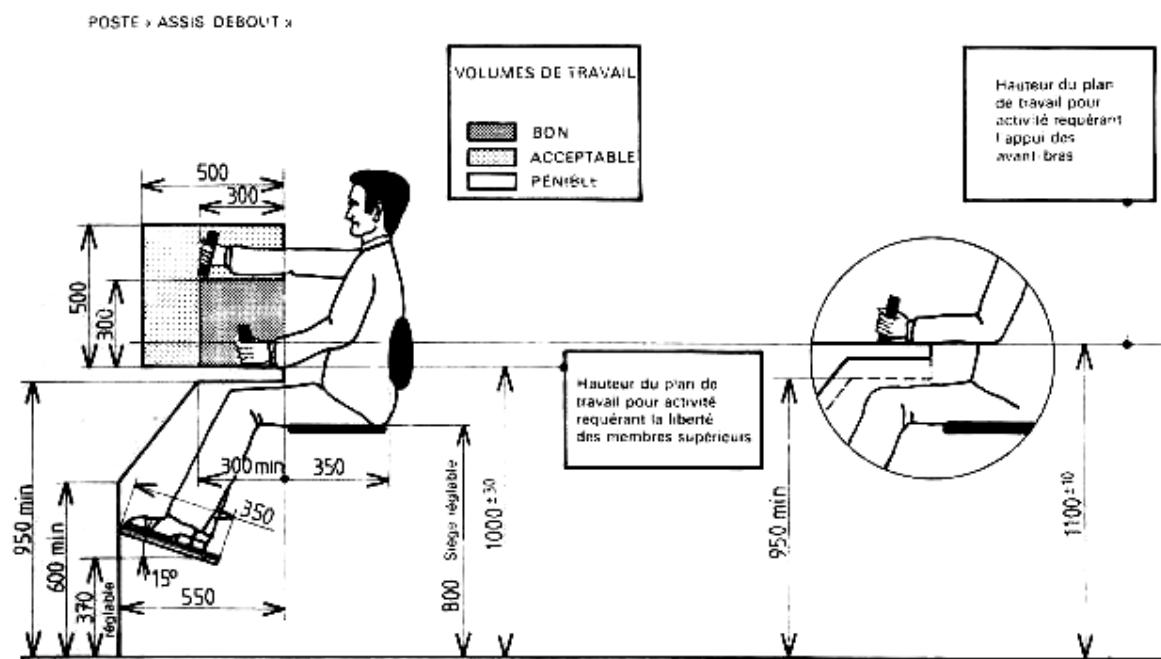
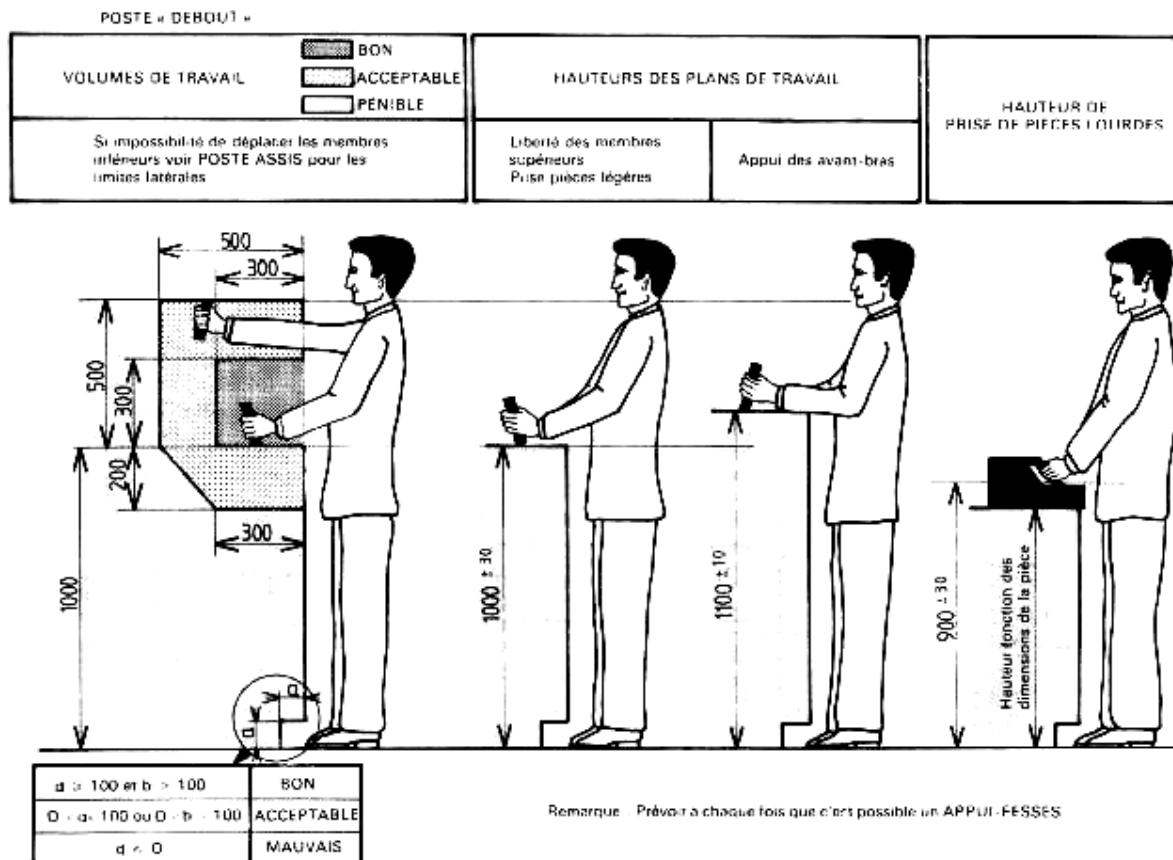
1.3.2 Principes directeurs généraux

a) Conception du poste de travail et des moyens de travail

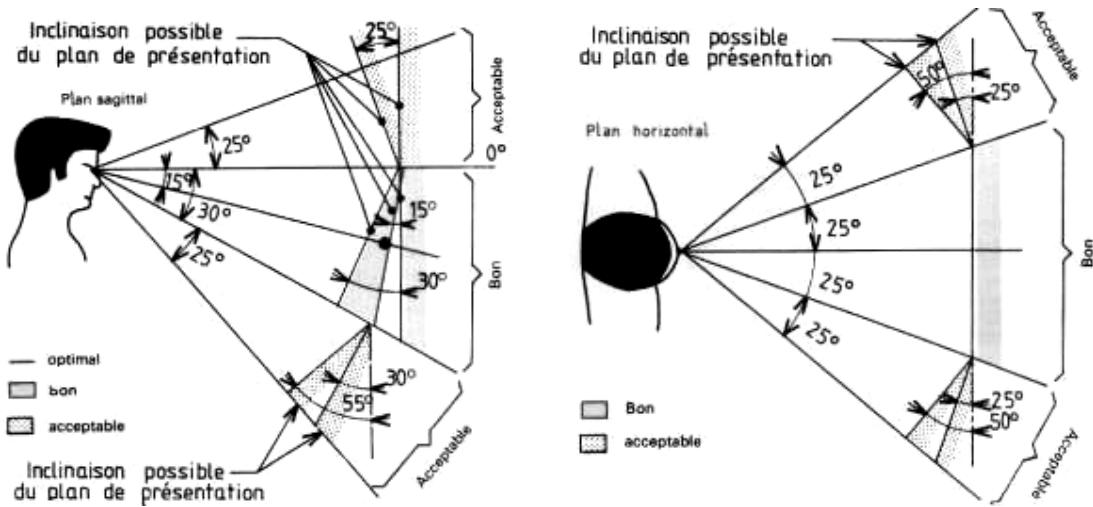
- *Conception en fonction des mensurations corporelles*

Le poste et les moyens de travail doivent être conçus en fonction des mensurations du corps humain (hauteur de travail, siège anatomique, espace pour mouvements, position d'organe de commande...).





- *Conception en fonction de postures, des efforts musculaires et des mouvements corporels.*
 - Posture : Préférer la posture assise, éviter la fatigue statique.
 - Efforts musculaires : ils doivent être adaptés aux capacités physiques du travailleur et à la fréquence du geste.
 - Mouvements corporels : on doit rechercher un bon équilibre du corps et préférer des déplacements à une grande immobilité prolongée.
- *Conception du point de vue de la perception et de la transmission d'informations.*



Les moyens de signalisation doivent être faciles à lire (grosseur, couleur), clairs (symbolisation), bien placés.

Les organes de commande doivent être compatibles avec les mouvements naturels du corps (ex. : manette à lever pour lever une charge...).

1.3.3 Conception de l'environnement de travail

L'environnement doit permettre un travail en toute sécurité (protections contre agressions extérieures) et dans une ambiance préservant la santé :

- Locaux adaptés au travail ;
- renouvellement de l'air ;
- conditions thermiques proches de la normale ;
- éclairage et décoration appropriés ;
- ambiance sonore de travail évitant d'incommoder le personnel ;
- protection évitant l'exposition à des matières dangereuses (vapeurs, fumées, poussière, rayonnements...).

1.3.4 Conception des processus de travail

Les processus de travail doivent être conçus de manière à préserver le bien-être, la santé, la sécurité et l'efficience des travailleurs en évitant de trop fortes ou de trop faibles sollicitations.

Parmi les mesures susceptibles d'avoir une influence sur ces caractéristiques du processus de travail on peut citer :

- L'exécution par un même travailleur de plusieurs tâches successives appartenant à une même fonction (ex : différents montages) → élargissement des tâches ;
- L'exécution par un même travailleur de tâches appartenant à des fonctions différentes (ex : montage + contrôle) → enrichissement des tâches ;
- Le changement d'activité par rotation de postes ;
- Possibilités de pauses ou aménagement d'horaire.

1.4 Sécurité et comportement au poste de travail

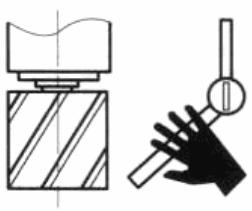
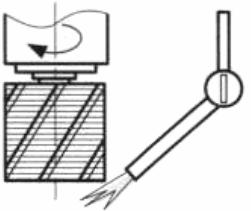
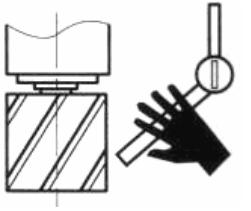
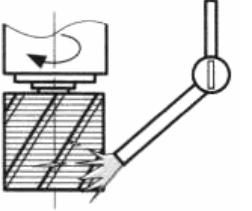
➤ Règle générale

Lorsque la machine-outil fonctionne, l'opérateur ne doit pas avoir accès à la zone d'évolution de l'outil ou de la pièce.

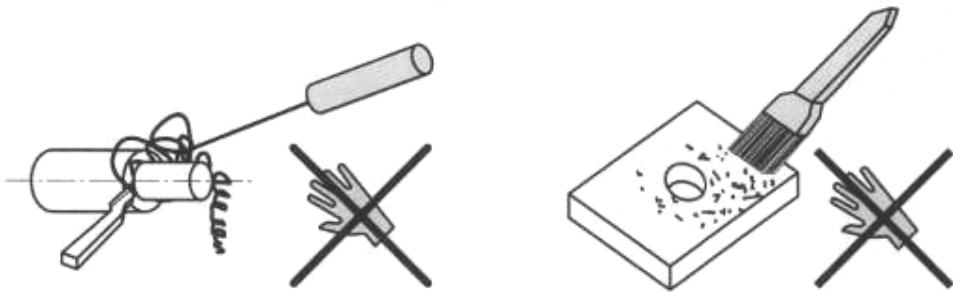
Toutes les opérations de réglage, de nettoyage ou de maintenance doivent s'effectuer sur la machine à l'arrêt.

Exemple :

- Réglage de la lubrification en fraisage

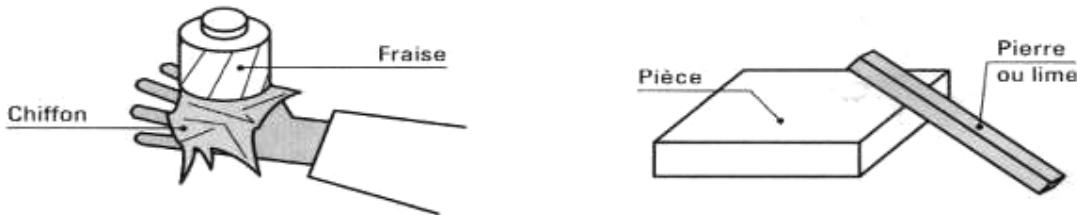
			
ÉTAPE 1: <ul style="list-style-type: none"> • La machine est arrêtée. • Réglage approximatif de l'arrosage. 	ÉTAPE 2: La broche tourne ! Essai de fonctionnement. Pas d'intervention	ÉTAPE 3: La machine est arrêtée. Correction de l'arrosage	ÉTAPE 4: La broche tourne ! Fonctionnement correct réglage terminé.

➤ **Dégagement des copeaux**



Machine à l'arrêt : ne pas utiliser la main pour dégager les copeaux mais un outil approprié !
Attention ! L'utilisation de l'air comprimé impose le port de lunettes.

➤ **Manipulation des outils et des pièces**

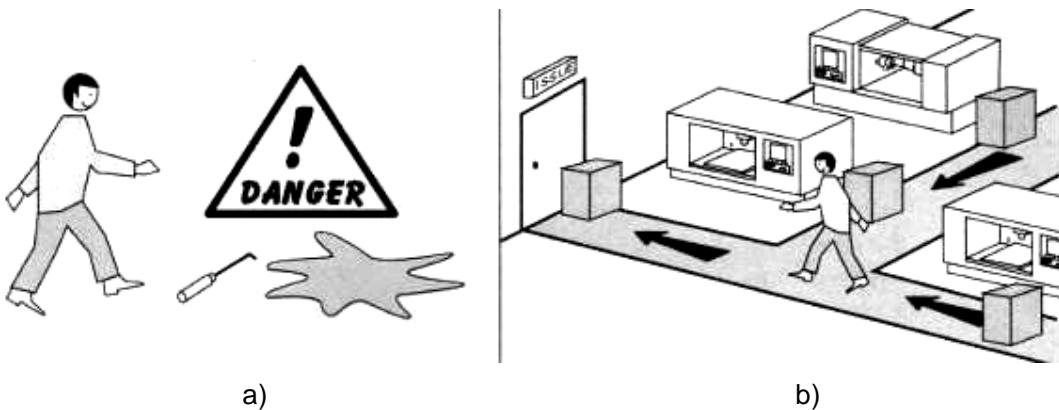


Utilisez un chiffon ou des gants pour mettre en place en une fraise.

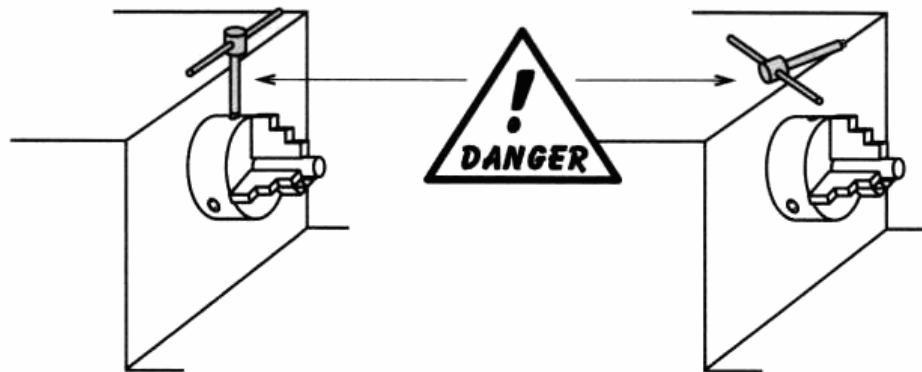
Ébavurez les pièces après usinage.

Une mauvaise organisation du travail peut avoir des conséquences graves sur sa propre sécurité mais également sur la sécurité des autres personnes de l'atelier.

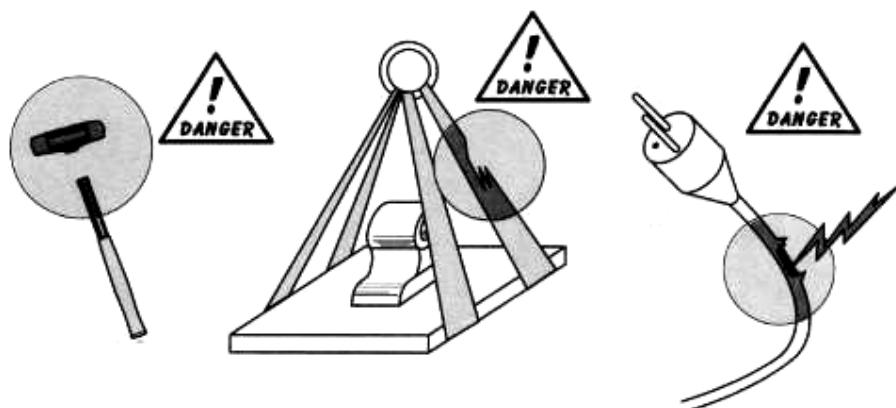
Exemples :



-
- a) La présence sur le sol d'objets ou de produits gras peut provoquer une chute. Dans un atelier, la présence des machines augmente le risque de blessures graves provoquées par une chute.
 - b) Les voies de passage matérialisées ou les issues de secours ne doivent pas être encombrées afin de permettre une évacuation rapide en cas d'alerte (incendie...).
-

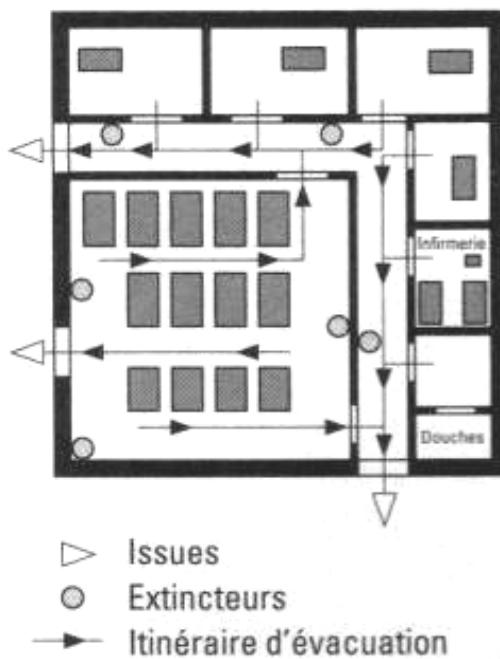


Les objets (outils, appareils de mesure...) ne doivent pas rester sur ou à proximité des éléments mobiles. Lors de la mise en marche, ils peuvent être projetés avec violence dans l'atelier.



Un matériel mal entretenu ou en mauvais état peut également provoquer des accidents graves.

PLAN D'ÉVACUATION



Dans tout lieu de travail, un plan d'évacuation rapide doit être affiché. Ce plan permet de repérer l'endroit où l'on se trouve et le chemin à emprunter pour gagner l'issue la plus proche. En cas d'alerte signifiée par un signal sonore, l'évacuation s'effectue dans l'ordre et sans précipitation.

Généralement ce plan indique la position des différents extincteurs.

CHAPITRE 4 INSTALER LE POSTE DE PRODUCTION

2.1 Installation et protection d'un tour

- **Manutention**

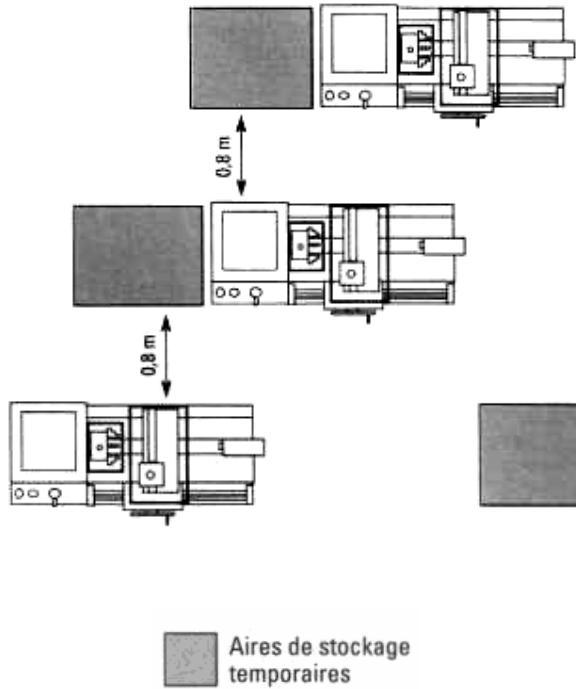
La notice technique de la machine, établie par le constructeur, doit préciser le mode de manutention prévu pour sa mise en place (poids, points d'élingage, équipements spéciaux...).

- **Implantation**

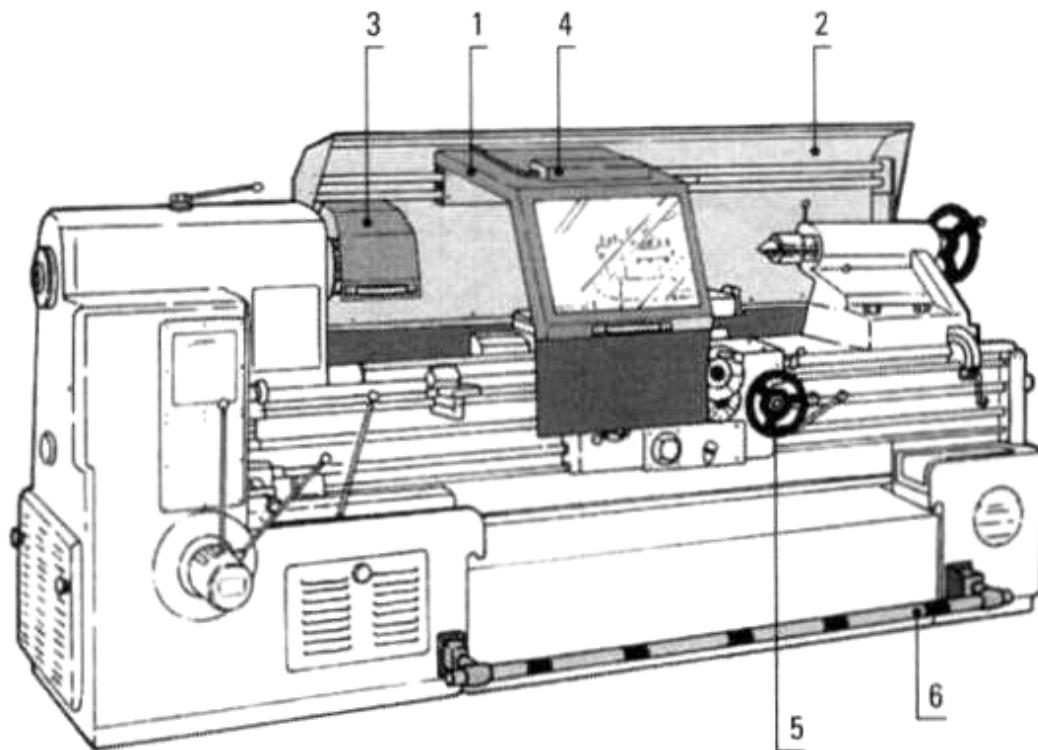
Mode d'implantation de plusieurs tours évitant que chaque opérateur traverse le plan de rotation du mandrin de chacun des tours voisins.

Il faudra tenir compte :

- de la circulation des pièces et de leur stockage,
- de l'évacuation des copeaux,
- de l'accès aux armoires d'outillage.

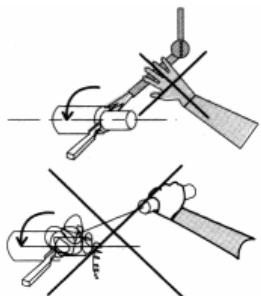


- **Protection**



- 1 - Protecteur mobile transparent muni d'une bavette et d'un contact électrique de verrouillage.
- 2 - Protecteur fixe de la partie arrière du tour.
- 3 - Protecteur mobile du mandrin.
- 4 - Éclairage de la zone de travail.
- 5 - Volant de manœuvre à poignée escamotable.
- 6 - Arrêt d'urgence par pédale.

FICHE POSTE DE TOURNAGE

Phases	Principales opérations à effectuer
1 - Avant la prise en charge 	<ul style="list-style-type: none"> Revêtir les protections individuelles : <ul style="list-style-type: none"> Chaussures de sécurité, Vêtements non flottants, Lunettes (si risque de projection de copeaux).
2 - Prise en charge	<ul style="list-style-type: none"> Vérifier le serrage des éléments mobiles réglables. Dégager la tourelle porte-outils. Installer tous les protecteurs. Faire fonctionner la machine à faible vitesse et vérifier le fonctionnement du bouton d'arrêt d'urgence.
3 - Réglages	<ul style="list-style-type: none"> S'assurer de l'impossibilité d'une mise en marche intempestive avant d'effectuer les réglages. Remettre tous les protecteurs avant de contrôler la qualité des réglages effectués. Ne jamais intervenir sur la machine pendant la marche!
4 - Conduite de la machine 	<ul style="list-style-type: none"> Lors du fonctionnement en marche automatique, la machine doit être sous surveillance constante. Constat d'anomalie (bourrage ou enroulement de copeaux, lubrification mal dirigée...) : arrêter la machine avant intervention ! Changer les éléments usés anormalement avant risque de casse. Utiliser la machine conformément à son mode de fonctionnement normal.
5 - Évacuation des déchets 	<ul style="list-style-type: none"> Lorsque le bac à copeaux est plein, il faut le retirer en respectant les consignes de manipulation des charges lourdes. Vider les copeaux à l'en-droit prévu spécialement à cet effet. Les huiles de coupe usées doivent être stockées dans des récipients spécifiques.
6 - Fin de l'activité	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyer la machine : Elle doit être remise en état en prévision de la prise en charge par une autre personne. Ne pas mettre les autres personnes en situation dangereuse !

2.2 Installation et protection d'une fraiseuse

- **Manutention**

La notice technique de la machine, établie par le constructeur, doit préciser le mode de manutention prévu pour sa mise en place (poids, points d'élingage, équipements spéciaux...).

- **Implantation**

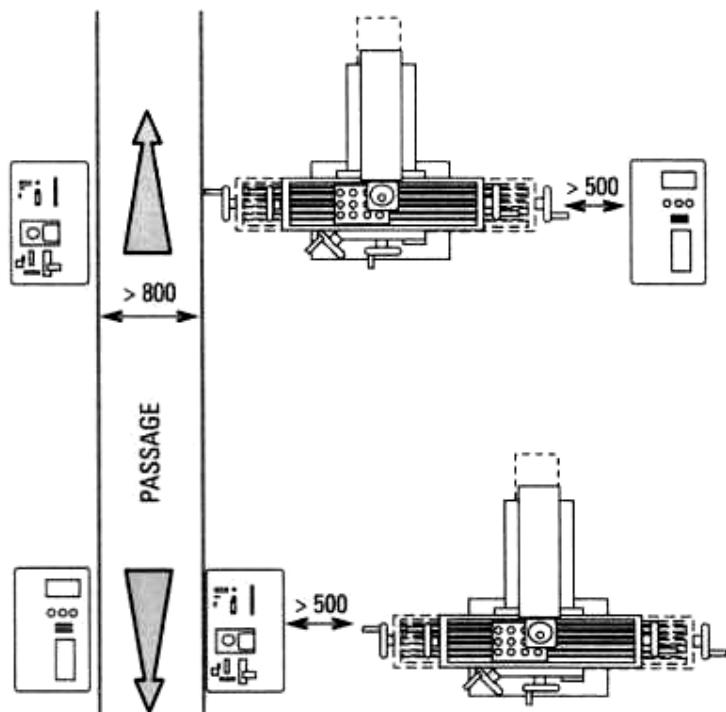
Le passage et les allées de circulation du personnel entre les machines doivent avoir une largeur d'au moins 80 cm.

Le sol doit permettre un déplacement en toute sécurité.

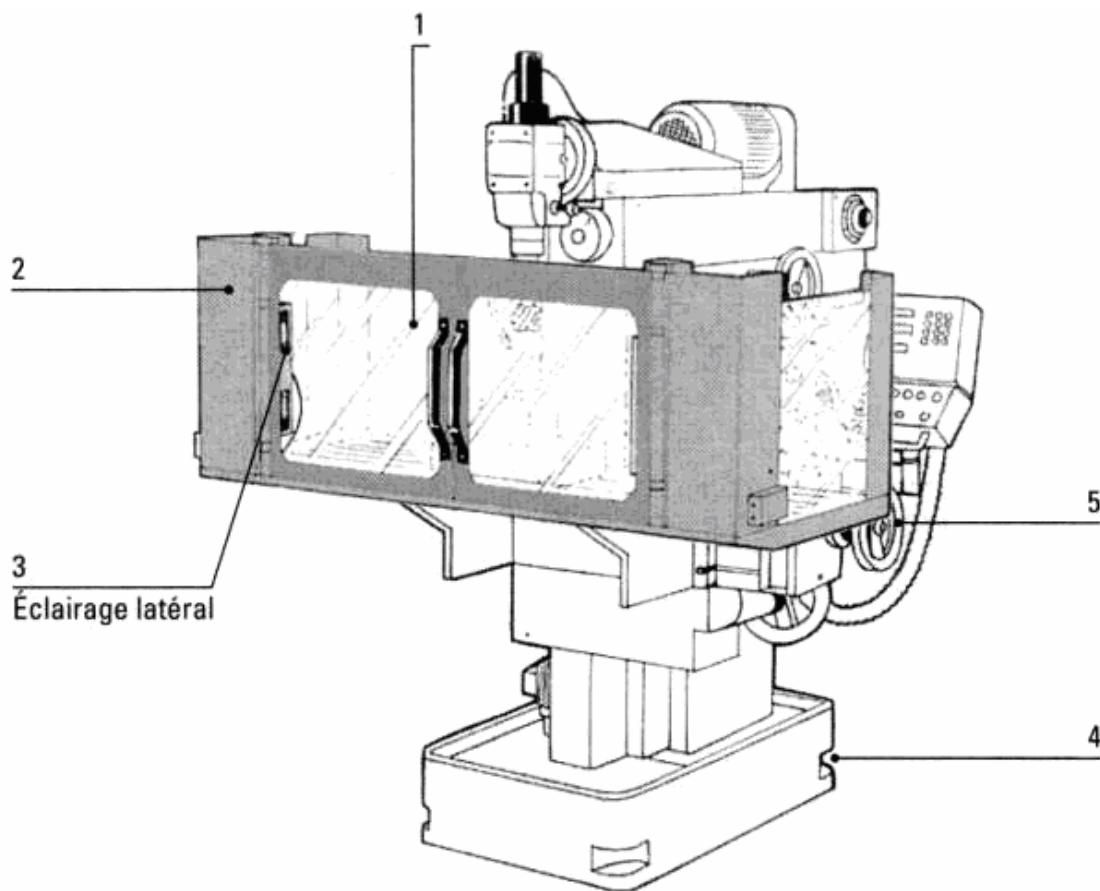
Pour définir l'encombrement « hors tout » d'une fraiseuse, il faut tenir compte des déplacements de la table, du chariot transversal et/ou de la tête d'usinage.

Il faudra tenir compte :

- de la circulation des pièces,
- de l'évacuation des copeaux,
- des interventions.



- **Protection**



1 - Protecteur mobile transparent muni d'un contact électrique de verrouillage.

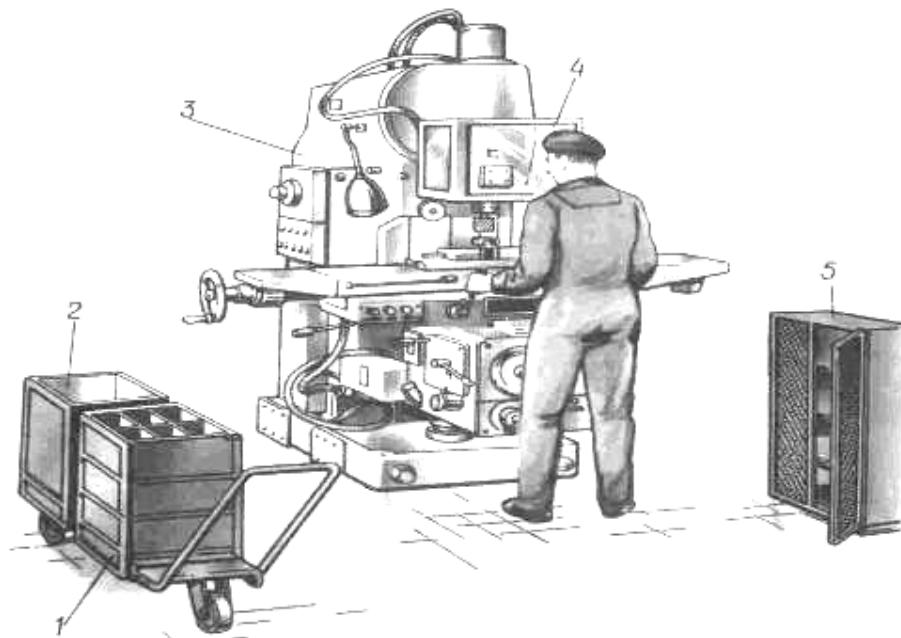
2 - Protecteurs fixes latéraux.

3 - Éclairage de la zone de travail.

4 - Fixation de la machine au sol, assure la stabilité.

5 - Volant de manoeuvre à poignée escamotable.

Cette machine peut être équipée d'un arrêt d'urgence à pédale.

FICHE POSTE DE FRAISAGE

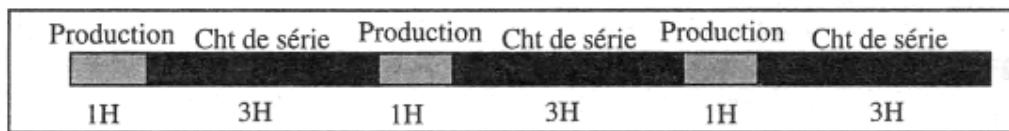
- Organisation du poste de travail :
 - Au poste de travail ne doit traîner aucun objet inutile ; le poste de travail doit être toujours propre ;
 - Chaque objet doit avoir toujours sa place spécialement prévue ;
 - Les dessins, les fiches de fabrication, les bons, etc. doivent être affichés sur un support spécial ;
 - Les passages entre les machines doivent être libres ;
 - Sur le plancher, autour de la machine, il ne doit avoir de flaques d'huile.
- Avant de commencer le travail, l'opérateur doit :
 - Vérifier le bon état de la machine, la graisser conformément à la notice d'entretien ;
 - Prendre connaissance de la documentation technique (dessins et gammes d'usinage) ;
 - Vérifier la présence et l'état des outils, des instruments de mesure et des montages ;
 - Veiller à la rigidité de la fixation des ébauches en œuvre, et des outils des montages ;
 - Ne travailler qu'avec des outils bien affûtés et en bon état.
- Après la fin du travail :
 - L'opérateur doit débrayer la machine ;
 - Remettre au dépôt les pièces finies d'usinage ;
 - Nettoyer la machine des copeaux ;
 - Remettre les outils et les instruments dans l'armoire.

CHAPITRE 5 AMELIORATION DES TEMPS DE CHANGEMENTS DE SERIES**METHODE SMED**

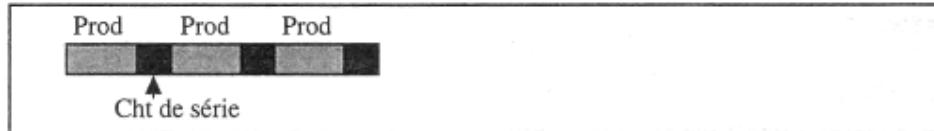
SMED signifie ***Single Minute Exchange of Die*** que l'on peut traduire par « ***Changement d'outil en moins de 10 minutes*** ». Cette méthode a pour objectif la réduction des temps de changement de série, en appliquant une réflexion progressive qui va de l'organisation du poste à son automatisation. L'application de cette méthode implique donc directement la fonction méthode. Cependant, afin de faciliter les changements de séries, des modifications peuvent être apportées au tracé de la pièce. La fonction étude est alors également concernée.

4.1 Introduction

Un des obstacles principaux à la production par petits lots est le temps de changement de série. Il est en effet difficile d'envisager une production qui aurait le chronogramme suivant :



Mais il est plus facile d'envisager la suivante :



Travailler en flux tendus passe donc obligatoirement par une réduction des temps de changement de séries. C'est l'objectif de la méthode **SMED**.

4.2 La méthode

Partant du constat précédent, Shigeo Shingo a proposé une démarche, nommée **SMED** à l'usine Mazda de Hiroshima visant à diminuer les temps de changement de séries.

Après analyse du processus de changement de séries, on peut constater que celui-ci est composé :

- des **opérations internes (I.E.D. Input Exchange of Die)** qui ne peuvent être effectuées que lorsque la machine est à l'arrêt ;
- des **opérations externes (O.E.D. Output Exchange of Die)** qui peuvent et doivent être effectuées pendant le fonctionnement de la machine.

Le principe est donc tout à fait simple :

Réduire les opérations internes au strict minimum

d'où la traduction du **SMED** en « **Changement d'outils en moins de 10 minutes** ».

Pour mettre en oeuvre la **méthode SMED**, il faut suivre les huit points suivants :

1 – Etablir la distinction entre I.E.D. et O.E.D.

Observer le processus et identifier clairement quelles sont les opérations internes (I.E.D.) et externes (O.E.D.). Si l'O.E.D. est possible, il faut l'exécuter en dehors des temps de changement de série. Si l'I.E.D. est inévitable, se résoudre à l'exécuter ainsi.

Cette simple distinction entre opérations externes et opérations internes permet par une rationalisation des opérations de changement de série, une réduction de l'ordre de 30%, sans apporter au procédé de modifications importantes. En effet, il n'est pas rare que l'opérateur cherche un outillage nécessaire pour le changement de série alors que la machine est arrêté. Cette attente inutile peut facilement être supprimée par une meilleure préparation de l'opération de changement de série.

2 – Transformation des I.E.D. en O.E.D.

C'est le principe le plus efficace de la méthode SMED. Par une meilleure préparation du travail, on transforme des opérations internes en opérations externes.

Exemples :

- Si le préchauffage est nécessaire sur la machine, le faire en externe.
- Si une phase d'essai est nécessaire, chercher à la supprimer par une meilleure maîtrise du procédé.
- Remplacer des vissages par des clipsages plus rapides à effectuer.

3 – Adoption d'une standardisation des fonctions

Pour changer rapidement de série, il faut supprimer le plus possible de réglage sur la machine, pour cela, il est nécessaire de standardiser les fonctions qui doivent être échangées sur la machine.

Exemples :

- Outils sur centre d'usinage. Il n'est plus nécessaire de changer les outils du magasin lors du changement de série.
- Dimensions standardisées des matrices sur presses.

4 – Adoption de serrages fonctionnels

Exemple : le boulon.

- le boulon est serré lorsque l'on visse le dernier filet ;
- le boulon est desserré lorsque l'on dévisse le dernier filet.

Et pourtant, il faut souvent plusieurs tours d'écrou pour arriver à fixer l'outillage, d'où une perte de temps. Il faut donc chercher par toutes les techniques possibles à optimiser le temps pendant lequel la machine est arrêtée; se rapprocher le plus possible du concept "enclenchement de cassettes" pour l'installation de l'outillage.

5 – Adoption de la synchronisation des tâches

Une mauvaise synchronisation des tâches entraîne souvent des déplacements inutiles d'où une perte de temps. Cette synchronisation peut amener l'opérateur à se faire aider par exemple pendant un court instant pour lui éviter d'exécuter plusieurs fois le tour d'une machine.

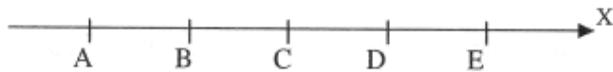
6 – Suppression des réglages

Le réglage d'une machine ne doit subsister que s'il est réellement indispensable. Souvent, celui-ci est un moyen de contourner un problème qui peut être résolu autrement.

Comment supprimer le réglage?

- utilisation de gabarits : les éléments sont toujours au même endroit au moment du serrage ;
- figer les positions utiles.

Prenons comme exemple le réglage d'une position sur un axe X :



La solution rapide consiste à ne pas permettre le réglage sur l'ensemble de l'axe X mais discréteriser les positions utiles A B C D qui ne demanderont plus de réglage.

7 – Adoption de la mécanisation

Ce point doit arriver en dernier car c'est le plus coûteux et pas toujours le plus efficace. Lorsque le coût de réduction des temps de changement de série devient trop important, il faut faire un calcul de rentabilité. Cependant l'ensemble des apports structurels d'un temps de changement de série rapide reste difficilement chiffrable.

Certaines entreprises préfèrent se limiter à une diminution du temps de changement de série jusqu'à 30 à 45 min en raison du coût qu'il faudrait engager pour le diminuer davantage. En effet, les dernières minutes gagnées sont plus onéreuses que les premières.

4.3 Conclusion

La méthode **SMED** a permis à de nombreuses entreprises de réduire considérablement les temps de changement de séries. Couramment, des entreprises passent de plusieurs heures à quelques minutes. Les changements les plus spectaculaires sont obtenus sur les presses dans l'industrie automobile où on est passé de plus de 8 heures à moins d'une minute pour un changement dans certaines conditions.

L'application de cette méthode est indispensable, car les longs changements de série sont des obstacles infranchissables pour fluidifier la circulation des pièces. On se dirige actuellement vers la méthode **NTED** (No Touch Exchange of Die) qui consiste à réaliser des temps de changement nuls sans intervention.

4.4 Les 5S

Un travail efficace et de qualité nécessite un environnement propre, de la sécurité, et de la rigueur. La méthode « 5S » est une méthode fondamentale d'amélioration et d'organisation

portant sur les comportements et les règles de vie de base dans l'atelier. Elle est, sans doute l'une des premières à engager dans la recherche d'efficacité.

Son nom lui vient des initiales de 5 mots japonais, « **Sein** », « **Seiton** », « **Seiso** », « **Seiketsu** » et « **Shitsuke** », que l'on peut traduire par « **débarrasser** », « **ranger** », « **tenir propre** », « **standardiser** » et « **impliquer** ».

D'apparence médiocre par les concepts qu'elle véhicule, cette méthode, qui peut s'appliquer à d'autres secteurs et services que les ateliers, a des effets très opérationnels sur le terrain, mais surtout beaucoup plus profondément, dans le comportement des opérateurs. Ces effets se mesurent en termes de productivité directe, d'amélioration du taux de rendement global des ressources, de qualité des produits.

Les 5S sont les préliminaires incontournables pour tout projet d'amélioration et par extension une bonne initiation à la qualité. Il est pertinent de former et sensibiliser les personnes à l'importance de la qualité tout en engageant un chantier 5S.

➤ En quoi consistent les 5S?

Sein

Trier, garder le strict nécessaire sur le poste et se débarrasser du reste. La manie d'accumuler et de garder « parce que cela peut servir » ne favorise pas la propreté et l'efficacité d'une recherche. Le Sein c'est trier, séparer l'utile de l'inutile, éliminer tout ce qui est inutile sur le poste de travail et dans son environnement.

Un système de classification du type ABC (A = usage quotidien, B = usage hebdomadaire ou mensuel, C = usage rarissime) permet de déterminer ce qui mérite effectivement d'être au poste de travail, ce que l'on peut en éloigner et ce dont il faut se débarrasser.

Seiton

Arranger, réduire les recherches inutiles. L'exemple typique du Seiton est le panneau d'outils. Disposer les objets utiles de manière fonctionnelle, s'astreindre à remettre en place les objets, donner un nom et une place bien définie aux outils, réaliser des accessoires et supports permettant de trouver les outils rapidement et plus largement, définir les règles de rangement. Le Seiton peut consister à peindre les sols afin de visualiser les saletés, délimiter visuellement les aires de travail, ombrer les emplacements d'outils sur les tableaux. Le Seiton s'illustre par cette célèbre maxime « Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place ».

Seiso

Le nettoyage régulier. Dans un environnement propre, une fuite ou toute autre anomalie se détecte plus facilement et plus rapidement. Après le premier grand nettoyage, étape obligée de l'introduction des 5S, il faut en assurer la continuité.

Le nettoyage régulier est une forme d'inspection. Pour cela, on peut diviser l'atelier en zones avec un responsable pour chacune d'elles, nettoyer le poste de travail et son environnement (machines, sols, allées, outils...), identifier et si possible éliminer les causes de salissures, définir ce qui doit être nettoyé, les moyens pour y parvenir et la fréquence de nettoyage.

Seiketsu

Standardiser, respecter les 3S précédents. Les 3 premiers S sont souvent exécutés sous la contrainte (hiérarchique). Afin que le maintien de la propreté et l'élimination de causes de désordre deviennent normal, naturel, il est indispensable de les inscrire comme des règles ordinaires, des standards. Le Seiketsu aide à combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux vieilles habitudes.

Il vaut mieux formaliser les règles et définir standards avec la participation du personnel (appropriation du projet), puis faire appliquer et respecter les règles établies aux 3 étapes précédentes. Le Seiketsu permet de simplifier la compréhension du poste et de son environnement en privilégiant les aides visuelles.

Shitsuke

Finalement, pour faire vivre les 4 premiers S, il faut *surveiller régulièrement l'application des règles*, les remettre en mémoire, en *corriger les dérives*. En instituant un système de suivi avec affichage d'indicateurs, les désormais 5S sont assurés de continuer à vivre, mais aussi de graduellement repousser leurs limites initiales, dans une démarche d'amélioration continue.

Shitsuke, le suivi, c'est aussi l'implication. Réaliser des autoévaluations, promouvoir l'esprit d'équipe, instituer des règles de comportement, mettre en place une bonne communication et valoriser les résultats obtenus car chaque étape est une petite victoire.

➤ Conseils de mise en place

La mise en place des 5S s'adresse à tout le monde et doit être graduelle, nécessairement dans l'ordre : **Sein, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**.

Il faut privilégier référer des actions rapides et démonstratives à la formulation d'idées générales. Par la suite, les 5S se révèlent à l'usage remarquablement efficaces, parce qu'elles transforment physiquement l'environnement du poste de travail et parce qu'elles agissent profondément sur l'état d'esprit du personnel, tous niveaux hiérarchiques confondus.

➤ **Conclusion**

Une condition essentielle au succès à long terme des 5S est l'implication de la hiérarchie. Elle doit y attacher de l'importance, être exigeante et appliquer une pression suffisante afin que les penchants naturels de chacun ne ruinent pas les efforts initiaux et il va de soi que la hiérarchie doit se montrer exemplaire.

De plus, si les trois premiers « S » semblent évidents, les deux derniers posent très clairement la question de l'implication du personnel. Les entorses tolérées aux règles 5S sont un poison. Car à terme elles tendent à décrédibiliser la volonté de les maintenir.

QUESTIONNAIRE

Pour accroître la productivité et améliorer la qualité de la vie au travail, examinez attentivement chaque point de la liste suivante et répondez par « Oui », « Non » ou « Priorité » d'après comme vous considérez nécessaire.

1) Est il normal de trouver des appareils de contrôle avec des pièces, des clés ou autres éléments d'outillage? Pourquoi?

Non Oui Priorité

Remarques :

2) Après le travail sur une machine outil, l'utilisateur s'assure que la machine est bien arrêtée et il nettoie l'aire de travail.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

3) Retrait de la zone de travail de tout ce dont on n'a pas un besoin fréquent ou urgent.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

4) Installation de râteliers pour le stockage de l'outillage, des matières premières, des pièces et des produits finis.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

5) Utilisation de palettes ou de bacs spécialement conçus pour recevoir et déplacer les matières premières, les en-cours et les produits finis.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

6) Installation des interrupteurs, des dispositifs de commande, de l'outillage et des matières à portée de main des travailleurs.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

7) Stabilité de la surface de travail à chaque poste de travail.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

8) Utilisation d'étaux, de brides de fixation, de dispositifs de serrage ou de montage pour immobiliser les pièces en travail.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

9) Adaptation de la hauteur des surfaces de travail, des installations et des dispositifs de commande pour éliminer les postures et les gestes pénibles.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

10) Mise en place ou modification des protecteurs qui entravent la visibilité, ou la maintenance.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

11) Contrôle de l'état des machines pour s'assurer qu'elles sont bien entretenues et qu'aucune de leurs pièces n'est endommagée, instable ou mal fixée.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

12) Mise à la disposition des travailleurs, selon les besoins et en quantités suffisantes, de lunettes de protection, de bleus de travail, de masques, de chaussures de protection et de gants de types appropriés.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

13) Traçage des voies de passage ou les issues de secours non encombrées.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

14) Implantation des machines en tenant compte :

- des passages sécuritaires des travailleurs,
- de la circulation des pièces et de leur stockage,
- de l'évacuation du copeaux,
- de l'accès aux armoires d'outillage.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

15) Installation, à portée de la main, d'extincteurs en nombre suffisant, et instruction du personnel appelé à les utiliser.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

16) Mise en place, à proximité des zones de travail, des lavabos sanitaires bien entretenues, approvisionnées en savon.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

17) Mise à disposition de vestiaires pour les vêtements et autres objets personnels.

Considérez-vous nécessaire une telle action ?

Non Oui Priorité

Remarques :

BIBLIOGRAPHIE :

- Thurman, G. E., Lousine, A. E., Kogi, K.
Accroître la productivité et améliorer la qualité de la vie au travail – Guide pratique
Genève, Bureau International du Travail, 1992.
- Barlier, C., Poulet, B., Memotech – productique mécanique
ELeducalivre, Paris, 1993.
- JAVEL, Georges – ORGANISATION ET GESTION DE LA PRODUCTION – 3^{ème} édition,
Dunod, Paris, 2004
- COURTOIS, Alain – GESTION DE PRODUCTION – 3^{ème} édition, Les éditions
d'organisation, Paris, 1995