

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1ex

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT DE GENIE MÉCANIQUE

**PROJET DE FIN D'ÉTUDES**

S U J E T

**DIAGNOSTIC DE LA CHAÎNE  
DE PRODUCTION C.V.  
ROUIBA**

Proposé par :

M.A. Zerguerras

Étudié par :

Hammouche

Anseur

Dirigé par :

M.A. Zerguerras

PROMOTION : Juin 1985

# DEDICACES



Je dédie ce travail à :

- \* mon très cher père,
- \* ma très chère mère,
- \* ma femme et mon fils,
- \* mes sœurs et frères,
- \* toute la famille.

## REMERCIEMENTS

---

Je remercie M. Zerguerras pour son aide précieuse et pour son suivi tout au long de mon étude.

J'exprime ma vive reconnaissance à l'ensemble du personnel des méthodes centrales et des centres de production du complexe C.V.I.-C.V.I de Rouiba pour leur encouragement et conseils à élaborer ce travail et en particulier messieurs: Dabbi, Lasnami, AmiAli et Kissiwène pour leurs documentations qui m'ont été d'une grande utilité.

Que tous les enseignants qui ont contribué à ma formation d'ingénieur trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

وزارة التعليم العالي  
المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات

Département: MECANIQUE  
Promoteur: Zerquerras  
Elève ingénieur: Anseur Hammouche

مصلحة: ميكانيك  
وجه: زرقا الرأس  
تلميذ مهندس: عنصر حموش

الموضوع: تشخيص سلسلة الإنتاج في تش. و. س. ص. - ص. س. ص. بروبية  
المخلص: يتمثل هذا المشروع في تحليل لمشاغل صرنة، ويكمل هذا  
التحليل بدراسة المركب الصناعي تش. و. س. ص. - ص. س. ص. بروبية الذي  
يحتل مكانة معتبرة في الصناعة الميكانيكية الوطنية، وفي الأخير  
تقدم اقتراحات لحلول من شأنها أن تؤدي إلى تحسين المركب عن  
طريق وسائل تسمح تنافسية منتوجات المركب.

- Sujet: Diagnostic de la chaîne de production du Complexe S.N.V.E.C.V.I Rouiba

- Résumé: Ce projet consiste en une approche d'ateliers flexibles complétée par une étude du Complexe S.N.V.I-C.V.I de Rouiba qui tient une grande place dans l'industrie mécanique du pays. La finalité est de suggérer des solutions d'amélioration des performances du Complexe par des systèmes de fabrication permettant d'augmenter la compétitivité de ses produits.

- Subject: Diagnostic of the Complex S.N.V.I-C.V.I production line.

- Abstract: This project consist in an approach to the flexible manufacturing system, followed by a study of the Complex S.N.V.I-C.V.I. Rouiba plant which plays an important role in the country's mechanical industry. Suggestions concerning the improvement of the plant's efficiency and the means allowing to increase the competitiveness of its products were developed.

# TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION.....	1
Description générale du problème.....	2
2 NOTIONS D'ATELIERS FLEXIBLES	
2.1 Généralités.....	3
2.1.1 Définition.....	3
2.1.2 Caractéristiques et objectifs des ateliers flexibles.....	3
2.2 Matériel d'automatisation.....	5
2.2.1 Les capteurs.....	5
2.2.2 Les systèmes de transmission entre les différents matériels.....	7
2.2.3 Matériel de traitement de l'information.....	8
2.2.4 Les actionneurs.....	9
2.2.5 Les logiciels.....	11
2.3 Eléments de fabrication.....	12
2.3.1 Les machines outils à commande numérique (M.O.C.N.).....	12
2.3.2 Les robots.....	14
2.4 Système de manutention et de transport.....	16
2.4.1 Chargement-déchargement des machines.....	16
2.4.2 Transport des pièces dans l'atelier.....	16
2.5 Système de conduite.....	21
2.5.1 Fonctions du système de conduite.....	21
2.5.2 Partie opérative- Partie commande.....	22
2.5.3 Structure du système de conduite.....	23
2.5.4 Exemple de réalisation.....	24
3 COMPLEXE SNVI-C.V.I. DE ROUBA	
3.1 Présentation du complexe.....	28
3.1.1 Historique succinct des différents changements.....	28

312 Changements technologiques .....	30
Raison du choix de l'automatation	
313 Projets de développement du C.V.I. ....	31
314 Conditions d'emploi au niveau du complexe .....	31
32 Descriptif global de l'usine .....	32
321 Nature des produits fabriqués .....	32
322 Circuit principal du produit .....	34
323 Les centres de Production dans le complexe .....	35
3231 Centre fonderie .....	35
3232 Centre forge .....	36
3233 Centre mécanique .....	42
3234 Centre emboutissage .....	44
3235 Centre montage camion .....	46
3236 Centre montage autobus .....	46
3237 Centre carrosserie .....	48
3238 Les Ateliers auxiliaires .....	51
324 Organisation du complexe .....	51
 4 SUGGESTIONS D'AMELIORATION DU COMPLEXE	
4.1 Analyse et commentaire sur la situation actuelle .....	54
4.1.1 Centre forge .....	55
4.1.2 Centre emboutissage .....	56
4.1.3 Centre mécanique .....	60
4.2 Suggestions d'amélioration .....	62
4.2.1 Centre forge .....	62
4.2.2 Atelier des longerons .....	65
4.2.3 Centre mécanique .....	70
5 CONCLUSION .....	76

## TABLE DES FIGURES

Fig.2.1	Sejour d'une pièce dans un atelier conventionnel.....	4
Fig.2.2	Principe d'une machine automatique.....	5
Fig.2.3	Représentation de la structure d'ensemble du système d'acquisition des données à n canaux d'entrée.....	6
Fig.2.4	Schema du principe d'un actionneur.....	9
Fig.2.5	Principe d'une transmission par fibre optique.....	8
Fig.2.6	Coupe longitudinale d'une fibre optique.....	8
Fig.2.7	Schema du principe de transmission des informations.....	7
Fig. 2.8	Les différents niveaux du système d'exploitation.....	11
Fig. 2.9	Commande numérique point à point.....	12
Fig. 2.10	Commande numérique paraxiale.....	13
Fig. 2.11	Application des robots.....	14
Fig. 2.12	Structure en ligne simple du système de transport.....	17
Fig. 2.13	Structure en ligne bouclée du système de transport.....	17
Fig. 2.14	Structure à accès aléatoire du système de transport.....	17
Fig. 2.15	Principe des chariots opto-guidés.....	19
Fig. 2.16	Principe des chariots filoguidés.....	20
Fig. 2.17	Mode de dialogue entre le chariot et le système informatique..	20
Fig. 2.18	Environnement du système de conduite.....	21
Fig. 2.19	Partie opérative et partie commande d'un automatisme	22
Fig. 2.20	Configuration de la structure HIERARCHIQUE ou en étoile ...	24
Fig. 2.21	Système de Conduite de l'atelier flexible R.V.I à Bouthéon...	25
Fig.3.1	Connaissance du produit gamme SD.NA.CO.ME.....	33
Fig. 3.2	Circuit du produit dans le complexe.....	35
Fig. 3.3	Circuit de fabrication dans le centre fonderie.....	38
Fig. 3.4	Circuit de fabrication dans le centre forge.....	41
Fig. 3.5	Circuit de fabrication dans le centre mécanique.....	43
Fig. 3.6	Circuit de fabrication dans le centre emboutissage...	45

Fig. 37	Circuit de fabrication dans le centre montage Camions.	47
Fig. 38	Circuit de fabrication dans le centre montage autobus.	49
Fig. 39	Circuit de fabrication dans le centre Carrosserie.	50
Fig. 41	Modèle de séquence des opérations.	61
Fig. 42	Schéma du Principe du laminoir à retour.	63

## ANNEXES

- Annexe: 1.1 Circuit actuel de fabrication des pièces de formes morphologiques complexes.
- Annexe: 1.2 Plan actuel du poste d'estampage.
- Annexe: 2 schéma d'implantation du laminoir dans un poste d'estampage.
- Annexe: 3 Schéma et description du poste de découpe de larges plats.
- Annexe: 4 schéma et description du poste d'emboutissage.
- Annexe: 5 schéma et description des postes de préparation et soudure par point.
- Annexe: 6 schéma et description des postes de dégraissage, peinture et séchage des longerons.
- Annexe: 7 Plan d'atelier flexible pour l'usinage des supports différentiels et leurs chapeaux
- Annexe 8 Plan d'atelier flexible pour l'usinage des carters de boîtes à vitesses.
- Annexe 9.1 Plan actuel de l'atelier de fabrication des longerons.
- Annexe 9.2 Plan d'atelier automatisé pour la fabrication des longerons.



# CH:1 INTRODUCTION

Depuis plus d'une decennie l'automatisation des processus de production discontinues a été fortement annoncée par l'apparition des ateliers flexibles d'usinage qui nous frappent par la rareté des opérateurs et leur productivité élevée. C'est des chaînes de montage, en revanche, il a fallu attendre la percée des robots pour voir ces derniers évoluer vers l'automatisation systématique. Il était temps, on notait déjà une désaffection à l'égard des opérations répétitives.

Plus particulièrement l'industrie automobile, aux Etats-Unis comme en Europe, éprouvait quelques difficultés à recruter des opérateurs pour les chaînes d'assemblage, dans lesquelles le taux de rotation de la main d'œuvre restait très élevé.

Dans un premier temps on a tenté de donner à ces tâches un plus grand caractère de diversité et de responsabilité. Par exemple, on confiait à un groupe le soin de monter un organe complet, en lui laissant une certaine liberté quand à l'organisation de son travail, sa répartition entre les participants et le choix des périodes de repos. Cela fut insuffisant pour attirer la main d'œuvre nationale, la proportion des travailleurs immigrés augmenta alors. Par ailleurs déjà, le coût de la main d'œuvre s'est manifesté, de loin plus forte que l'augmentation de la productivité.

La production par ateliers flexibles n'introduit pas seulement des matériels nouveaux et complexes dans les processus de fabrication et d'assemblage, elle constitue aussi une nouvelle approche et une nouvelle solution de mieux produire avec l'automatisation la plus élaborée depuis la conception jusqu'à la dernière tâche d'exécution: l'emballage et l'expédition.

Pour illustrer notre propos, une chaîne classique (Taylor évoluée) produit aux Etats-Unis dans les meilleurs des cas 6,5 véhicules par travailleur, et par an, une chaîne flexible produit au Japon 43 véhicules par travailleur et par an, soit près de 7 fois plus. En Algérie Rouiba (S.N.V.I.-C.V.I) produit 0,75 camion soit environ 3 véhicules par travailleur et par an avec une chaîne classique. On voit donc la nécessité de moderniser notre outil de production si l'on veut être compétitif et exportateur.

La chaîne flexible nécessite des investissements lourds relativement plus coûteux que ceux d'une chaîne classique: elle nécessite de ce fait des niveaux de production bien plus élevés pour être rentable. Cette modernisation doit se développer donc en même temps que le marché, ce qui ne peut se faire que progressivement et par étape compte tenu de la contrainte financière.

Par ailleurs, la chaîne flexible exige nettement moins de personnel et son profil est qualitativement bien supérieur à celui de la chaîne classique. Pour le cas de l'Algérie, la formation ne cherche pas seulement à résorber le déficit en cadres et techniciens, mais à présenter ces derniers avec un profil en adéquation avec leur poste de rendez-vous.

Les consommateurs réclament de plus en plus la diversité dans les produits; la concurrence rend prohibitifs les stocks et les délais de livraison.

Ces deux impératifs des marchés modernes obligent l'industrie à fabriquer autrement, tout en diminuant les prix de revient.

La vertu majeure de cette nouvelle manière de produire avec les ateliers flexibles est de mettre fin au handi-

cap de coût dont souffrait jusqu'à alors les entreprises travaillant en séries courtes par rapport à celles qui opéraient sur les chaînes continues de grande amplitude. Elle abolit les temps morts et les stocks dormants en cours de fabrication.

## Description générale du problème

Nous tenons à préciser avant de présenter le plan général de thèse, que certaines parties de ce travail nécessitent une connaissance préalable sinon élémentaire des fonctions des systèmes informatiques et électroniques, des sciences de gestion pour pouvoir être parfaitement comprises.

L'étude consistera en une approche des ateliers flexibles complétée par une étude sur le complexe S.N.I.V.I.-C.V.I de Rouiba qui tient une plus grande place dans l'industrie mécanique du pays. La finalité est de suggérer des solutions d'amélioration des performances du Complexe par l'introduction de techniques nouvelles.

Ce travail ne prétend nullement être, (bien que cela serait notre désir profond), la formulation définitive d'une solution à un problème regroupant un ensemble très complexe de composants. Un ensemble dont les éléments sont à la fois humains, techniques, économiques et organisationnels. C'est plutôt une contribution à des suggestions d'amélioration par des techniques nouvelles de fabrication qui chacune d'elles doit faire un sujet d'étude.

En effet, équiper notre complexe complètement des systèmes automatisés et flexibles est une opération forte délicate et surtout de grande haleine. Pourtant, il existe à ce sujet une littérature abondante et tout une gamme de résolution des problèmes liés à la mise en place des systèmes automatisés de production. Malgré cela, on ne peut qu'observer une sous-utilisation de ces techniques dans la pratique réelle, et c'est en vain que l'on cherche encore une documentation utile qui exposerait une méthode de conception systématique applicable à tout un éventail de systèmes.

## CH:2 NOTIONS D'ATELIERS FLEXIBLES

### 2.1 Généralités

#### 2.1.1 Définition

D'une manière générale, on désigne par atelier flexible un ensemble de machines automatisées (machine-outils à Commande numérique de coupe ou de formage, robots de soudure, machines d'assemblage, d'insertion de composants) reliées entre elles par des moyens de manutention divers assurant le transport des pièces (carroussels, convoyeurs, robots de manutention, ponts roulants, chariots filoguidés) et gérées par un ordinateur central. Celui-ci contrôle totalement le cycle de production et gère au mieux le flux des matières. Il sait à tout moment où se trouve chaque pièce et ne relance la fabrication que si cela est nécessaire.

#### 2.1.2 Caractéristiques et objectifs des ateliers flexibles

Grâce à leur capacité de traiter des produits différents et s'adapter à des changements dans la production ainsi qu'à leur haut niveau d'automatisation, les ateliers flexibles donnent la possibilité de répondre rapidement aux besoins du client, et ceci au moindre coût.

Parmi les principaux objectifs on peut citer :

- Augmentation de la productivité :

Celle-ci est concrétisée principalement par un meilleur taux d'engagement des machines (voisin de 90%) et la possibilité de fonctionnement en automatique en troisième équipe (ou jusqu'à épuisement des pièces en attente).

- Accroissement de la rentabilité :

Dans un atelier conventionnel, le temps passé par une pièce comprend une partie importante de temps improductifs pouvant aller jusqu'à 95% (figure 21).

L'emploi des ateliers flexibles réduit considérablement (grâce à une gestion de production évoluée) ces temps improductifs et limite les stocks d'en-cours. Ceci permet de minimiser les stocks de produits finis afin de faire coïncider au mieux le volume de production avec le carnet de commande.

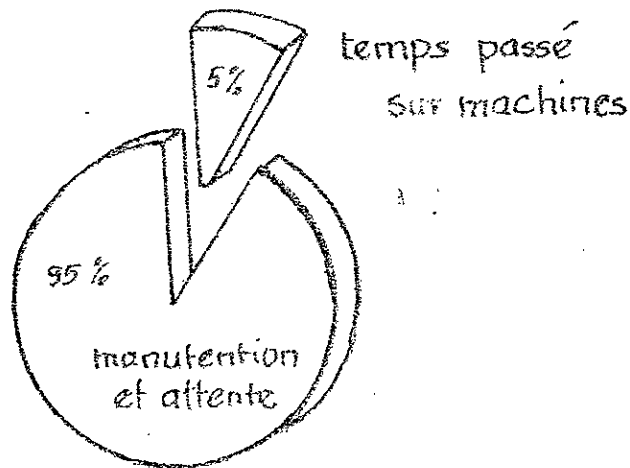


Figure : 21

• Accroissement de la qualité et améliorations des conditions de travail.

Le haut niveau d'automatisation des ateliers flexibles, en réduisant les tâches manuelles, minimise les risques de défaillance humaine, supprime les tâches fastidieuses et pénibles.

## 2-2 Matériel d'automatisation

Il existe aujourd'hui un très grand nombre de matériel plus ou moins automatique de concepts très variés. Mais la caractéristique de l'évolution actuelle est que tout ces matériels convergent vers une seule conception des caractéristiques des systèmes informatiques.

Dans toute machine automatique, on trouvera les caractéristiques des systèmes informatiques actuels :

- des matériels d'entrée/sortie des informations,
- connectés à un processeur programmable constitué de microprocesseurs,
- Fonctionnant grâce à des logiciels interchangeables,
- Pour faire fonctionner un actionneur qui réalise le processus opératoire.

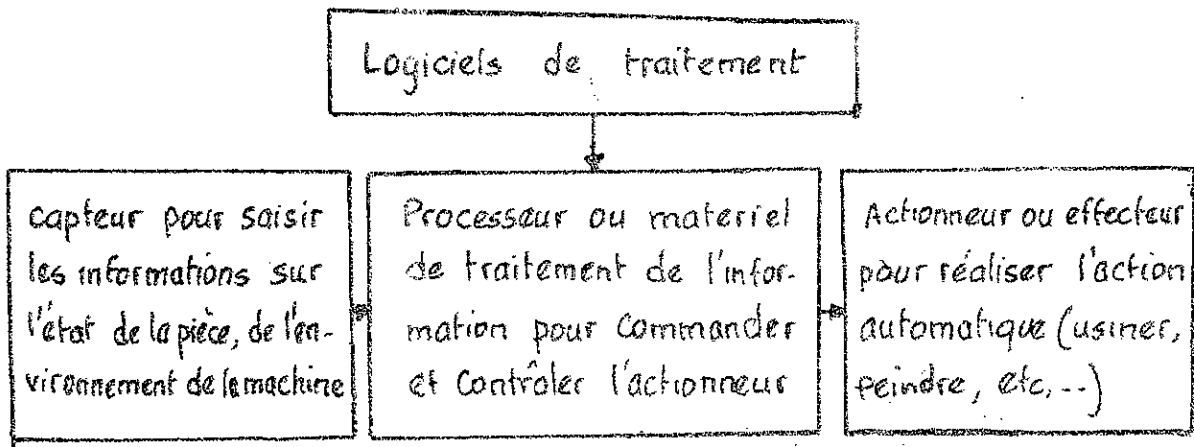


Figure : 2-2

### 2-21 Les capteurs

Le capteur est le premier élément de la chaîne d'acquisition de données et de conversion. Il est chargé de la conversion en un signal exploitable suivant une loi connue  $s=f(E)$  de toute quantité, propriété ou condition physique que l'on désire déterminer.

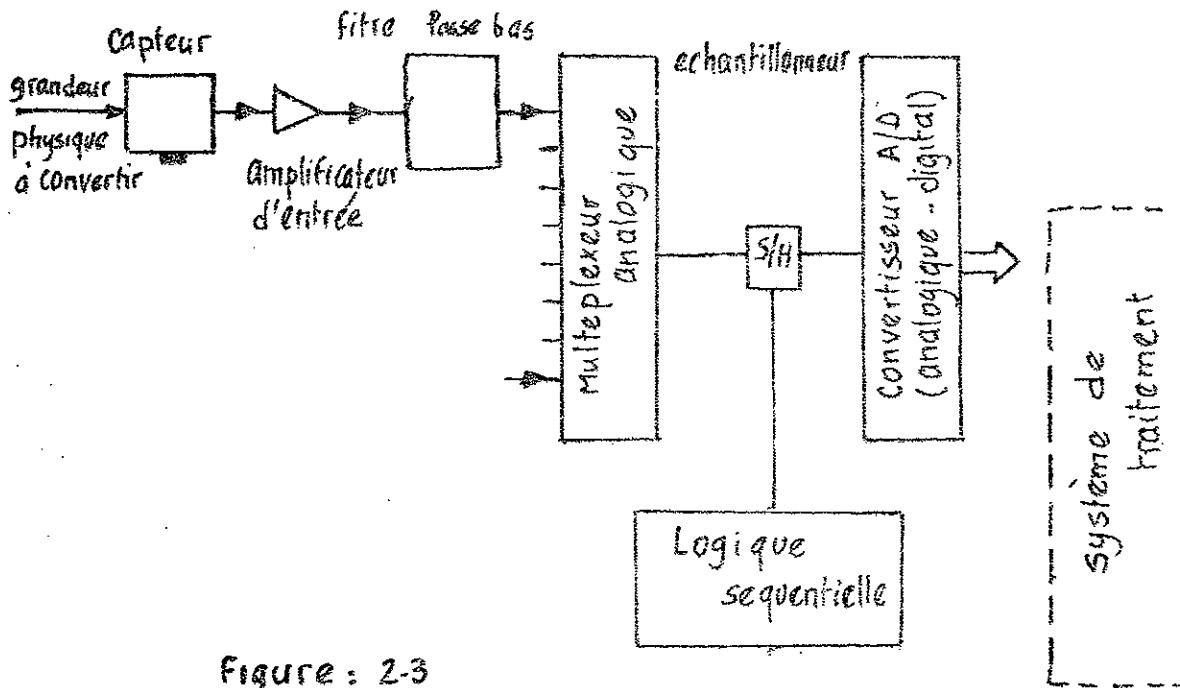


Figure : 2-3

Ici, le dispositif de contrôle permet la sélection d'une voie déterminée, la commande d'échantillonnage puis la conversion, le transfert du produit de la digitalisation vers un Calculateur par exemple.

Les principaux phénomènes physiques utilisés sont des phénomènes physiques de générateurs de tension électrique (effet photo-électriques, etc--)

Les capteurs sont classés suivant deux modes distincts:

• Le mode de mesure :

On distingue trois types :

- à mesure digitale ou numérique (délivrent des informations scalaires non continues),
- à mesure logique (exemple de capteurs de fin de course)
- à mesure analogique (délivrent des informations proportionnelles à mesurer).

• Le mode de saisie d'information

On distingue deux types :

- Capteurs proprioceptifs,
- Capteurs extéroceptifs.

a. Capteurs proprioceptifs : ce sont des capteurs qui renseignent sur l'état interne du système.

Exemples : capteurs : de force, de vitesse et de position.

b. Capteurs extéroceptifs : ce sont des capteurs qui donnent des informations sur l'état externe du système.

Les capteurs les plus utilisés sont ceux utilisant l'effet photo-électrique. Ils se composent essentiellement d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photo-sensible.

La détection d'un objet est effective lorsque celui-ci interrompt ou fait varier l'intensité du faisceau lumineux. L'émission est effectuée par une diode électroluminescence.

## 2-22 Les systèmes de transmission entre les différents matériels

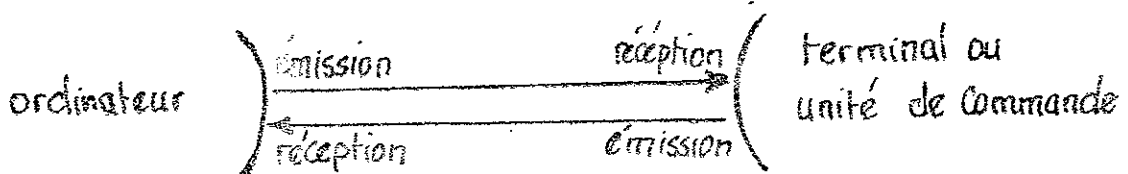


Figure : 2-4

Ils s'améliorent considérablement, notamment avec le développement des fibres optiques ; il existe deux types de communications des informations.

a. Transmission électrique :

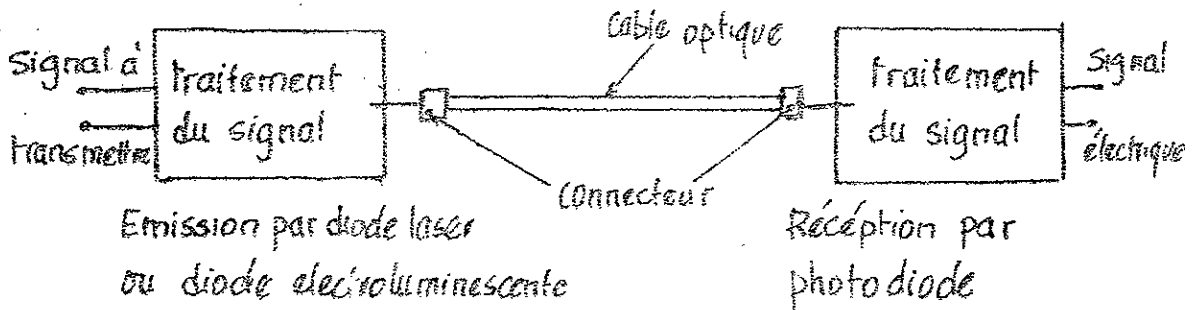
Les informations à faire circuler sont matérialisées par des impulsions de courant.



### b. Transmission par fibres optiques

Les fibres optiques possèdent de nombreuses propriétés, mais l'insensibilité aux parasites électriques et magnétiques est un avantage qui rend leur utilisation très intéressante de plus en plus pour la transmission d'informations numériques entre les différents matériels.

#### Principe d'une transmission par fibre optique



Le câble optique est formé par deux matériaux transparents d'indices de réfraction différents (figure 2-6)

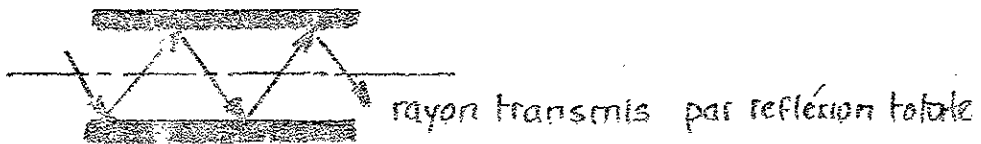


Figure : 2-6

### 2-23 Matériel de traitement de l'information

Selon le degré de sophistication désiré, le matériel de traitement de l'information peut être un automate programmable ou un ordinateur.

#### a. Automate Programmable (A.P)

La fonction de l'automate est d'exécuter les commandes séquentielles locales, transmettre les données et recevoir les ordres.

Dans le domaine de la production automatisée, les A.P sont souvent employés pour :

- la commande des robots (on fait souvent appel dans ce cas à un traitement numérique par A.P),
- étendre l'interface programmable des automates directeurs des M.O.C.N et assurer des fonctions annexes telles que la coordination avec un robot de chargement / déchargement des pièces ou la gestion du stock de l'outil.

### b - Ordinateur

Nous ne distinguerons pas micro et mini-ordinateur qui ne diffèrent que par les capacités de leur processeur, la taille de leur mémoire et assurent des tâches semblables de complexité différente. Ces matériels, grâce à des capacités mémoires auxiliaires importantes (disquettes), permettent le stockage de variables diverses.

On stocke généralement :

- des programmes de fabrication qui peuvent être complexes et nombreux.
- des fichiers ; outils, usure, pièces usinées, --
- des algorithmes de décision (pannes, défauts d'approvisionnement, --)
- la prise de décision et l'optimisation des passages des pièces dans l'atelier.
- etc, --

### 2.24 les actionneurs

La fonction globale d'un actionneur est de convertir une énergie d'entrée, disponible sous une certaine forme, en une énergie de sortie, utilisable pour obtenir un effet cherché

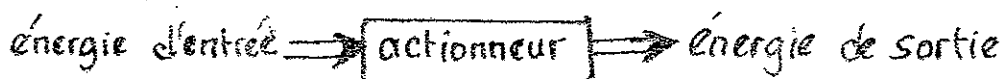


Figure: 2-8

un actionneur est une partie commandée :

- qui agit sur une matière d'œuvre particulière : de l'énergie
- qui donne à cette matière d'œuvre d'une valeur ajoutée : sa mise sous une forme utilisable pour satisfaire un besoin.

Comme il existe plusieurs types d'actionneurs, nous nous limiterons à ceux qui sont utilisés sur les robots et les machines. Les plus utilisés sont les actionneurs électriques parmi lesquels on distingue deux types :

- moteurs pas à pas,
- moteurs électriques à courant continu.

#### A. Moteurs pas à pas

Les couples fournis par ces actionneurs sont jusqu'à maintenant assez faibles. Leur principe d'application est utilisé en boucle ouverte. Leur performance dynamique est limitée.

Leur seul avantage est qu'ils sont commandés directement par des impulsions de courant, ce qui simplifie la chaîne logique du directeur de commande numérique. En effet, puisque à chaque impulsion fournie le moteur tourne d'une valeur fixe représentée par l'angle entre deux pas consécutifs, ceci se traduit par une avance précise de rotation sur la machine.

#### B. Moteurs électriques à courant continu.

Leur aptitude à fonctionner à vitesse variable et son utilisation à des grandes puissances fait qu'il est utilisé depuis longtemps dans les machines-outils.

Le développement des moteurs à courant continu à haute performance (servo-moteur ainsi que leur système de commande électrique) a permis d'élargir leur champ d'application industriel ces dernières années.

## 2-25 Les logiciels

C'est un ensemble de programmes qui se déroulent à l'intérieur du matériel de traitement de l'information (ordinateur). Ce dernier met en œuvre des machines qui ont pour fonction de faire subir des transformations à l'information qui leur est fournie. Cela nécessite que les informations traitées ("données") et les informations qui décrivent le traitement ("programme") soient représentées de façon appropriée à l'intérieur des machines. Cette représentation interne imposée par la technologie est en général éloignée, cela explique la distinction courante entre deux classes de programmes.

a - logiciels graphiques de base :

~~Sont~~ ceux chargés de faciliter certains types de traitements (par un changement de représentation des données, par la traduction d'actions complexes en actions élémentaires, par la réalisation de fonctions d'usage courants ...)

Pour cette classe de logiciels, chaque constructeur forme pour son périphérique des programmes pour son fonctionnement.

b - Logiciels d'application :

~~Sont~~ ceux chargés de réaliser les traitements proprement dits. On peut considérer que la fonction du logiciel de base est de compléter le matériel existant pour simuler un matériel idéal capable d'interpréter directement le logiciel d'application.

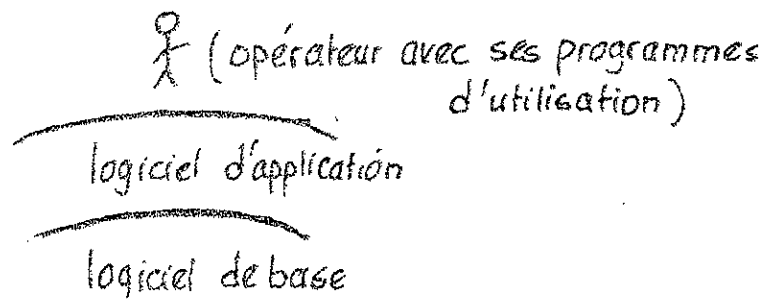


Figure : 2-8

## 2.3 Elements de fabrication

### 2.31 Les machines-outils à commande numérique (M.O.C.N)

#### a- Définition

Une M.O.C.N. est une machine-outil qui fonctionne de manière automatique ou semi-automatique d'après les instructions qui lui sont transmises sous forme codé numériquement.

Une M.O.C.N est composée :

- d'une partie machine-outil (modifiée par rapport à une machine outil ordinaire, car plus précise et de meilleure qualité mais qui remplit les mêmes fonctions : tournage, fraisage, etc,...)
- d'un directeur de commande qui dirige : ce directeur de commande n'est qu'un A.P. qui exécute le programme.

#### b- Les différents types de Commande numérique des M.O.C.N.

##### • Commande numérique point à point

Il est considéré comme un système de commande de positionnement où l'outil se déplace jusqu'au point dont la position est précisée par le programme.

On ne considère pas comme importante la vitesse ou la trajectoire selon lesquelles ce mouvement est réalisé

Dès que l'outil arrive à l'endroit désiré, l'opération d'usinage est exécutée.

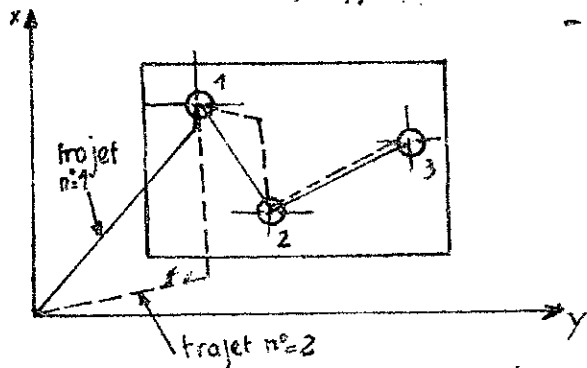


Figure : 2.9

Les domaines d'application de la commande numérique point

à point sont surtout : Le perçage, le pointage, l'alésage et le taraudage

• Commande numérique paraxiale

C'est une commande dérivée du point à point. En général le déplacement est contrôlé sur un axe, les autres étant bloqués.

L'outil travaille pendant son déplacement et les déplacements des chariots sont successifs.

Dans ce type de commande, on arrive à réaliser des usinages suivant des droites inclinées, ceci peut être réalisé par deux chariots synchronisés.

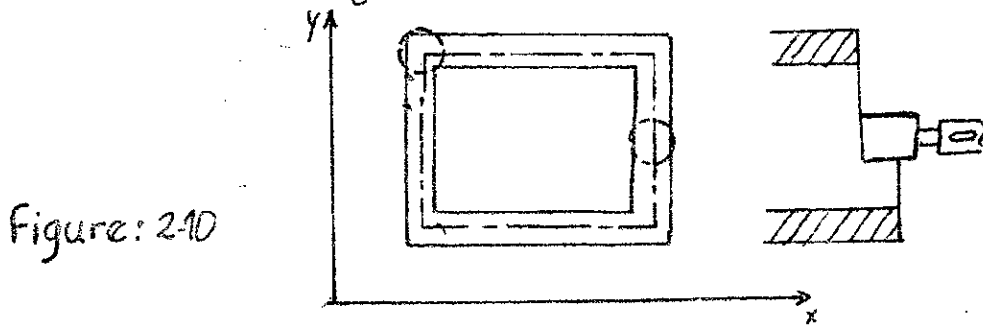


Figure: 2.10

• Commande numérique de contourage

C'est la forme la plus évoluée de la commande numérique. Elle permet d'obtenir des déplacements coordonnés et simultanés des organes mobiles et ceci sur plusieurs axes. Ainsi la trajectoire de l'outil de coupe est contrôlée de façon continue afin de donner à la pièce travaillée la forme géométrique désirée. Sous une commande en contourage, il est possible de réaliser des surfaces droites ou planes dans n'importe quelle orientation, des trajectoires circulaires, des formes coniques et la plupart des autres formes mathématiquement définissables

C- évolution des M.O.C.N

Les M.O.C.N sont grandement évoluées par l'apparition des machines multitâches plus flexibles et plus productives et devenant ainsi les outils

de base pouvant être intégrés dans les ateliers flexibles. Ces machines, appelées centres d'usinage, présentent une configuration type: une réserve de pièces à usiner, un système de chargement et déchargement des pièces en automatique (robots sur les tours, palettisation sur les centres d'usinage) et tout une gamme de dispositifs assurant le fonctionnement automatique (changeur d'outils sur les centres et les tours - blocs-outils -, reconnaissance des pièces, contrôle des outils, détection des outils usés et brisés, etc,...)

### 2.3.2 Les robots industriels

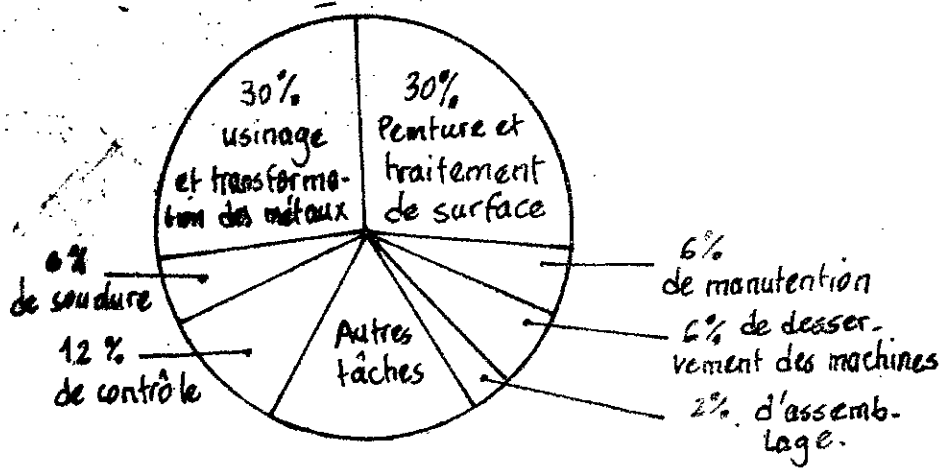
Les robots industriels sont des machines programmables composés d'une structure mécanique dans laquelle sont inclus les organes réalisant le processus opératoire (moteurs électriques) et les organes de saisie d'information sur l'état du système (capteurs), et d'une structure de commande électrique. Celle-ci n'est que l'unité de commande du robot qui le rend interactif avec d'autres éléments de la chaîne de production.

#### Caractéristiques et application:

- Les robots industriels possèdent deux caractères fondamentaux:
- le fonctionnement sans intervention humaine,
  - l'adaptation permanente aux changements de situation.

En opposition aux robots de langage courant qui sont utilisés à des fonctions où les actions répétitives sont toujours les mêmes (tri, distribution des billets, ...) et suivent un programme prédéterminé immuable. Les robots industriels sont utilisés à des fonctions où les actions peuvent être modifiées à tout moment. Ils doivent alors faire un choix et modifier leurs actions en fonction des instructions modifiant le programme de base (transformation des métaux, peinture, ...)

Pour évaluer l'importance d'application relative des robots poste par poste de travail, il n'est qu'à se reporter à la figure 2.11.



### Classification des robots industriels :

Leur classification des robots s'inspire d'une hiérarchie d'aptitudes.

On distingue :

1. les robots manipulateurs ou séquentiels : Le programme est établi en déterminant des butées, en posant des dijoncteurs, en arrangeant les câbles, etc.... Pour changer le programme, il faut venir changer les butées, réarranger les câbles, etc,....
2. les robots à apprentissage direct : l'opérateur enseigne au robot la séquence des mouvements et des positions en lui prenant la main et le bras qu'il dirige manuellement. A chaque mouvement la mémoire de l'unité de commande de robot reçoit un signal demandant l'enregistrement de la position qui sera rejetée durant le cycle d'opération.
3. Les robots à introduction numérique des données : c'est la classe la plus évoluée des robots. L'opérateur conduit le robot de façon mécanique le long de la séquence de mouvement, en se servant d'un clavier de contrôle. Chaque mouvement (ou position) est enregistrée dans la mémoire de l'unité de commande du robot.

### Les différents types de commande des robots :

- Commande point à point :

Pour ce type de commande, le mouvement du robot est contrôlé d'une position dans l'espace à une autre position. Chaque point est programmé dans la mémoire du robot, pour être rejeté pendant le cycle d'opération. Les mouvements point par point sont généralement utilisés par la plupart



des opérations de manutention ainsi que pour les tâches de chargement et déchargement d'une machine.

- Commande en trajectoire continue :

Au lieu d'être programmés par une série de points comme précédemment ; les robots en trajectoire continue sont programmés de telle façon qu'ils aient la faculté de suivre un ensemble de points rapprochés qui décrivent une trajectoire composée lisse.

Le contrôle de cette trajectoire accroît les exigences de mémoire du robot. Il aura également besoin d'une grande exactitude de position et du mouvement du bras dans la plupart des applications des trajectoires continues telles que : la peinture au pistolet, les opérations de soudure continue, la pose d'un cordon de soudure adhésif le long d'une trajectoire continue, la saisie d'un objet en mouvement, etc,....

## 2.4 Système de manutention

Le passage de la production par ateliers conventionnels à la fabrication en ateliers flexibles demande dans un premier temps l'automatisation de la manutention des pièces ; et celles des montages-pièces. Cette mutation doit permettre d'une part de transporter les pièces depuis le stockage jusqu'à l'entrée de l'atelier et d'autre part de transporter les pièces, ou montages-pièces et éventuellement des outils ou magasins d'outils au sein de l'atelier.

Les tâches à accomplir par le système de transport et de manutention sont de deux types :

- mécaniquement, ces tâches sont très différentes. Il s'agit dans un cas de positionner, voir orienter les pièces sur la machine et dans l'autre cas d'un simple convoyage.

- de manière à préserver la productivité, il sera souvent nécessaire d'effectuer un changement de pièces sur plusieurs machines simultanément.

Il ya donc nécessité d'employer deux moyens physiques indépendant assurant séparément :

- le changement de pièces ou montages-pièces sur la machine,
- le transport des pièces dans l'atelier.

### 2.4.1 Chargement - déchargement des machines

Il s'agit de l'ensemble qui assure automatiquement l'échange de la pièce usinée avec une nouvelle pièce « brute », cela peut être assuré par un robot ou par numérisation des axes de déplacement de la machine pour l'ablocage d'une pièce dans son montage en temps masqué sur la machine.

### 2.4.2 Transport des pièces dans l'atelier

Il s'agit de l'alimentation en pièces brutes des systèmes de chargement-déchargement de la machine.

Selon le degré de sophistication de l'ensemble productif, il s'agira :

- de maintenir un stock tampon près de la machine,
- d'assurer un transport entre les machines et les magasins susceptibles de s'adapter à toutes les fabrications.

#### o Les différentes structures du système de transport :

Pour préserver la rentabilité du système qui compte plusieurs machines, on limite le temps de séjour des pièces dans l'atelier en supprimant les temps improductifs.

Le transport des pièces dans l'atelier doit se faire de telle façon à maintenir l'ordre chronologique des opérations. On doit pouvoir suivre à la pièce un trajet quelconque entre les différents postes.

Les deux seules structures répondant à ces exigences sont :

#### a. structure en ligne :

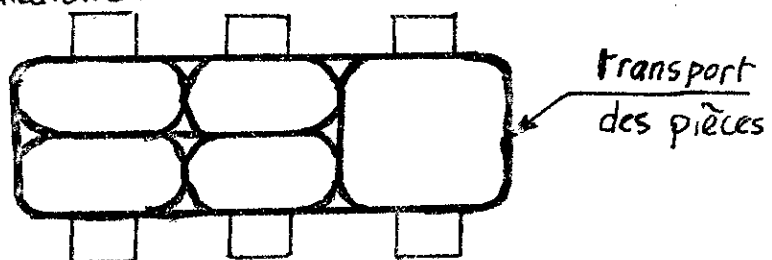


Figure : 2.12

Figure : 2.13

#### b. Structure à accès aléatoire :

Figure : 2.14



## Les éléments du système de transport

La gestion de plusieurs pièces de types différents circulant sur les éléments du système de transport suivant des trajectoires distinctes est très complexe. Elle est assurée en temps réel par un système informatique composé d'un ordinateur et de logiciels protégés par leur concepteurs. Nous ne l'étudierons pas, par contre nous allons examiner succinctement les principales technologies employées dans certains éléments du système de transport.

### Les chariots sans conducteur

Ce sont les seuls matériels automatiques permettant le transport des pièces selon des trajectoires diverses.

- Chariots sur rails : Ils peuvent être tractés par chaînes circulant dans des rigoles en dessous du plancher de travail, ou automoteurs.

Leur implantation dans un atelier nécessite d'importants travaux. Cette infrastructure supporte donc difficilement les modifications ou évolutions du système de fabrication et ne justifie que pour les lignes de fabrication flexibles (car dans ce cas, une modification de la fabrication preserve la trajectoire rectiligne du système de transport). De plus, la présence des rails de guidage au sol nuit à la circulation du personnel dans l'atelier, ce qui en résulte leur faible utilisation.

- Chariots sur pneus : Ces chariots sans conducteur sont toujours automoteurs, tractés par un moteur à courant continu. Les accumulateurs embarqués ne peuvent être très importants, il est nécessaire de prévoir des postes de recharge ou d'échange de batteries. Cette énergie, limitée, conjuguée à la perte de

puissance inhérente à la transmission du mouvement par pneumatiques impose une limitation de charge de 15000 dan pour les plus gros.

Cependant, ces chariots sont les plus employés dans les systèmes flexibles de production à cause des avantages qu'ils présentent:

- la sécurité en déplacement est assurée par des pare-chocs retractables qui provoquent l'arrêt immédiat au moindre contact avec un obstacle.

- l'arrêt en position à partir de la vitesse maximale est d'une très grande précision.

Par leur mode de guidage des chariots sans conducteur sur pneus on distingue:

- Les chariots opto-guidés

Principe de guidage:

Grâce à des cellules photo-électriques, les chariots opto-guidés suivent une bande de peinture matérialisant leur trajectoire.

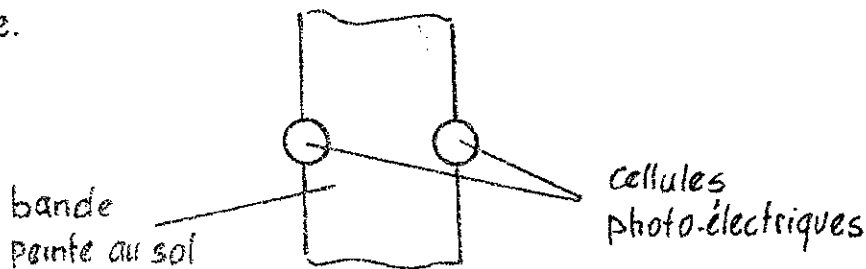


Figure : 2-15

Les cellules montées sur le chariot, captent la lumière réfléchie d'un spot éclairant la frontière entre la bande et le sol. Le centrage correct du chariot sur la bande est donné (après étalonnage) par une luminosité captée identique sur les deux cellules.

L'échange d'informations entre les chariots et le système de pilotage se fait par fil enterré dans le sol et plots de dialogue

- Les chariots filo-guidés

Principe de guidage,

Des conducteurs électriques parcourus par un faible courant sont noyés dans le sol. Ils génèrent un champ magnétique qui est capté par les bobines de guidage pilotant les asservissement qui maintiennent le chariot sur sa trajectoire.

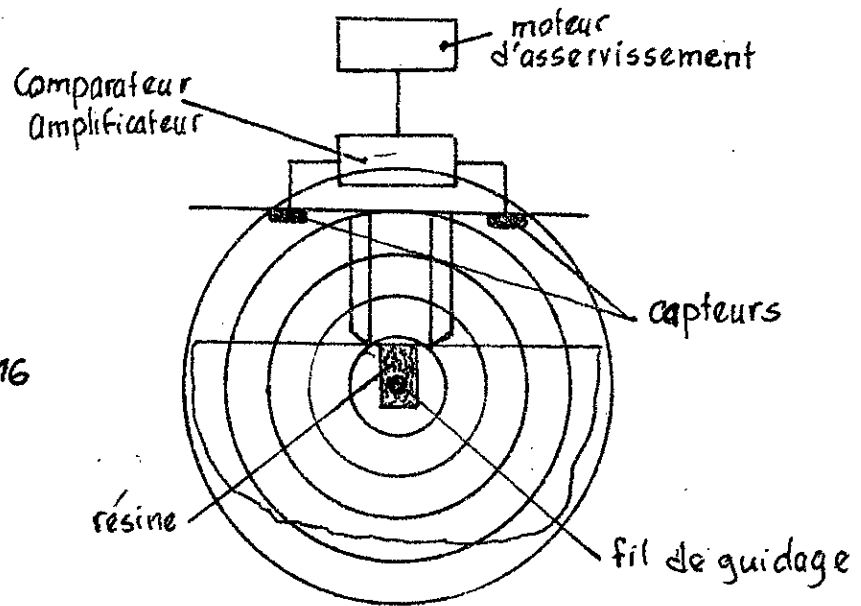


Figure : 2-16

L'échange d'informations entre le chariot et le système informatique de pilotage se fait par des plots de dialogue implantés dans le sol et sur le chariot.

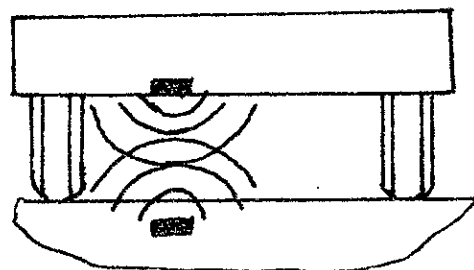


Figure : 2-17

Les plots de dialogue permettent de faire passer les informations de : l'arrêt, marche, ralentissement, choix du trajet, etc,...

## 2.5 Système de conduite

Nous avons étudié séparément chacun des processus productifs constituant le système opératif de fabrication, mais jusqu'à présent aucune liaison (hormis le système de transport) n'est prévue pour les relier. Aucun dialogue, aucun échange d'informations n'est possible, ni entre les différents processus ni avec l'extérieur : C'est le rôle du système de conduite.

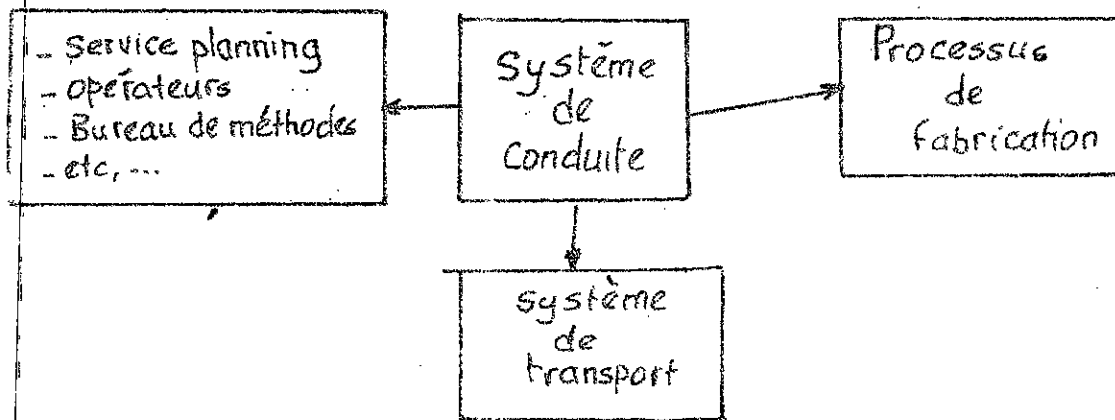


Figure : 2-18

### 5.1 Fonctions du système de Conduite

un système de conduite d'un atelier flexible devra assurer :

- Le choix des programmes de fabrication adéquats après identification de la pièce (et ceci pour chaque processus élémentaire).
- La Centralisation des informations concernant le système de production afin de connaître son état à tout instant.
- La réaction aux perturbations (pannes, défauts d'approvisionnement, ...)
- L'élaboration d'un plan de production de manière à optimiser le passage des pièces sur les différentes machines.
- la gestion et l'optimisation du trafic du système de transport.
- La mise à exécution des calculs (contrôle des pièces) et accomplissement de la gestion (statistiques, édition, ...)
- etc, ...

Remarque : Certaines fonctions décrites dans ce sommaire, peuvent être assurées par un élément du système de conduite propre à la machine. Ainsi, le stockage et le choix des différents programmes de fabrication peuvent être effectués par le directeur de commande de la machine s'il est équipé d'une fonction multiprogramme.

### 2.52 Partie opérative - Partie commande

Le système d'atelier flexible est un système de fabrication automatisé, on peut le décomposer donc en deux systèmes qui coopèrent : le système opératif (Partie opérative) et le système de commande, ou encore système de conduite (Partie commande)

La partie opérative est le processus physique qui agit sur le produit.

La partie commande est l'automatisme qui élabore les ordres destinés aux processus et des signaux de visualisation en fonction des comptes rendus qui lui donne le processus et les consignes.

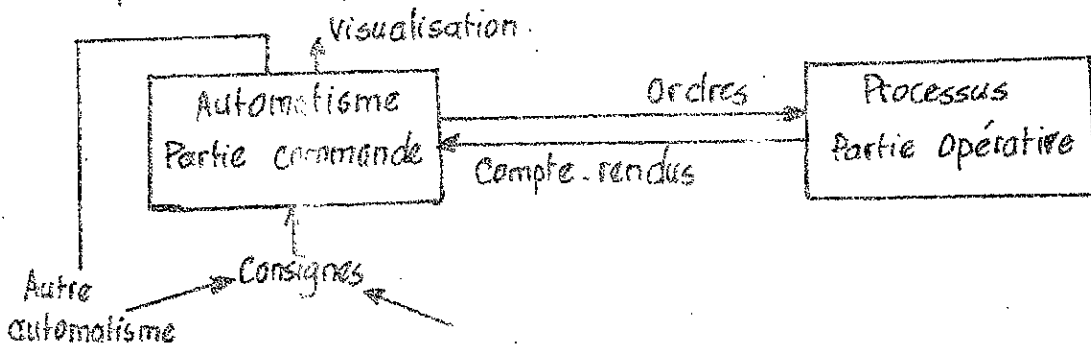


Figure : 2-19

### 2.53 Structure du système de conduite

on décompose souvent les systèmes (ou processus complexes) en sous-systèmes plus simples (ou processus). Ainsi, la décomposition du système de fabrication automatisé peut se faire de la manière suivante :

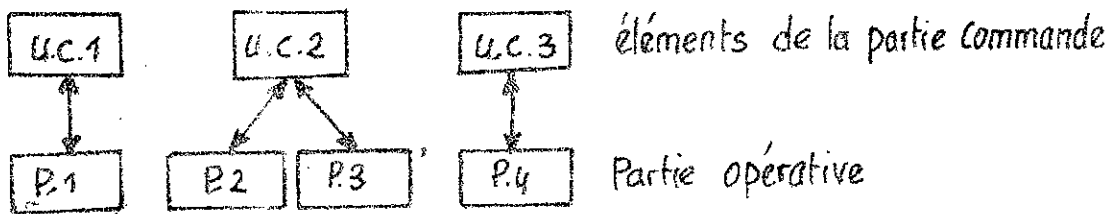
### Partie opérative

- Processus de fabrication (m.o. robots, ...)
- Processus de manutention et de transport (robots, convoyeurs, ...)

### Partie Commande

- Processus de commande (commande numérique, A.P., ...)
- Processus de coordination (ordinateur, A.P., ...)

Chacun des processus élémentaires de la partie opérative possède un objectif propre, et est commandé par une unité de commande (Commande numérique de m.o., A.P. ou directeur de commande du robot ; voir figure ci-après.



U.C : unité de commande.

P : Processus élémentaire.

Cependant, des interactions existent entre ces différents processus. Par exemple, un contrôle doit pouvoir être répercuté sur les m.o. Concernés par les corrections d'outils. Il est donc nécessaire d'instaurer un dialogue entre les différentes unités de commande, de manière à ce que chaque processus reçoive des informations concernant les autres processus.

Pour effectuer ces échanges d'informations, la seule structure fondamentale généralement retenue est la structure HIERARCHIQUE ou en étoile.

Dans cette structure (figure: 2.20) du fait de leur autonomie, les unités de commande doivent faire appel un coordinateur (ordinateur, A.P., ...) pour dialoguer entre elles. Ainsi, U.C.1 et U.C.2 n'échangent d'informations que sous la hiérarchie du coordinateur B.



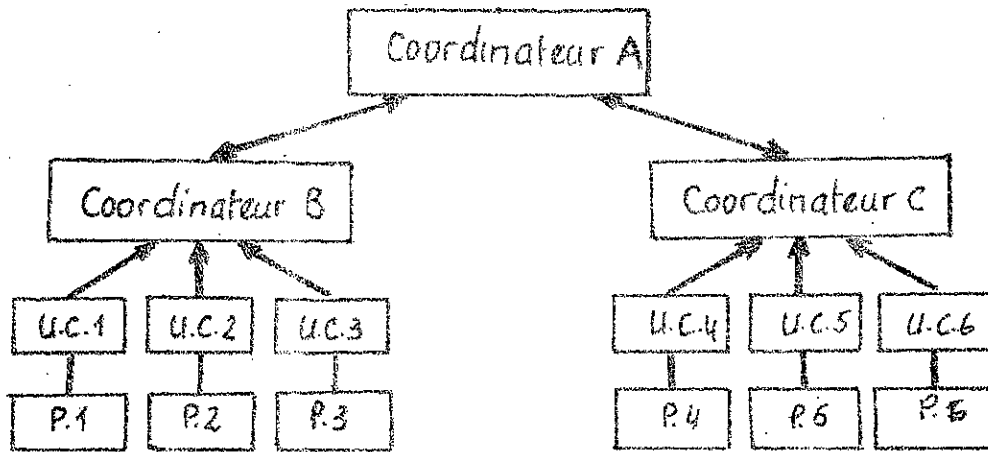


Figure: 2-20

## 2.5.4 Exemple de réalisation

Nous allons citer un exemple précis : l'atelier RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS de Bouthéon :

Cette atelier est géré en temps réel par un mini-ordinateur. Le système de conduite de cette atelier flexible est à structure hiérarchisée distribuée. C'est à dire que chacun des processus élémentaires (il ya une machine d'alésage-dressage, deux machines modulaires convertibles, quatre Centre d'usinage, une machine à laver et huit chariots filoguidés) dispose de sa propre logique de fonctionnement.

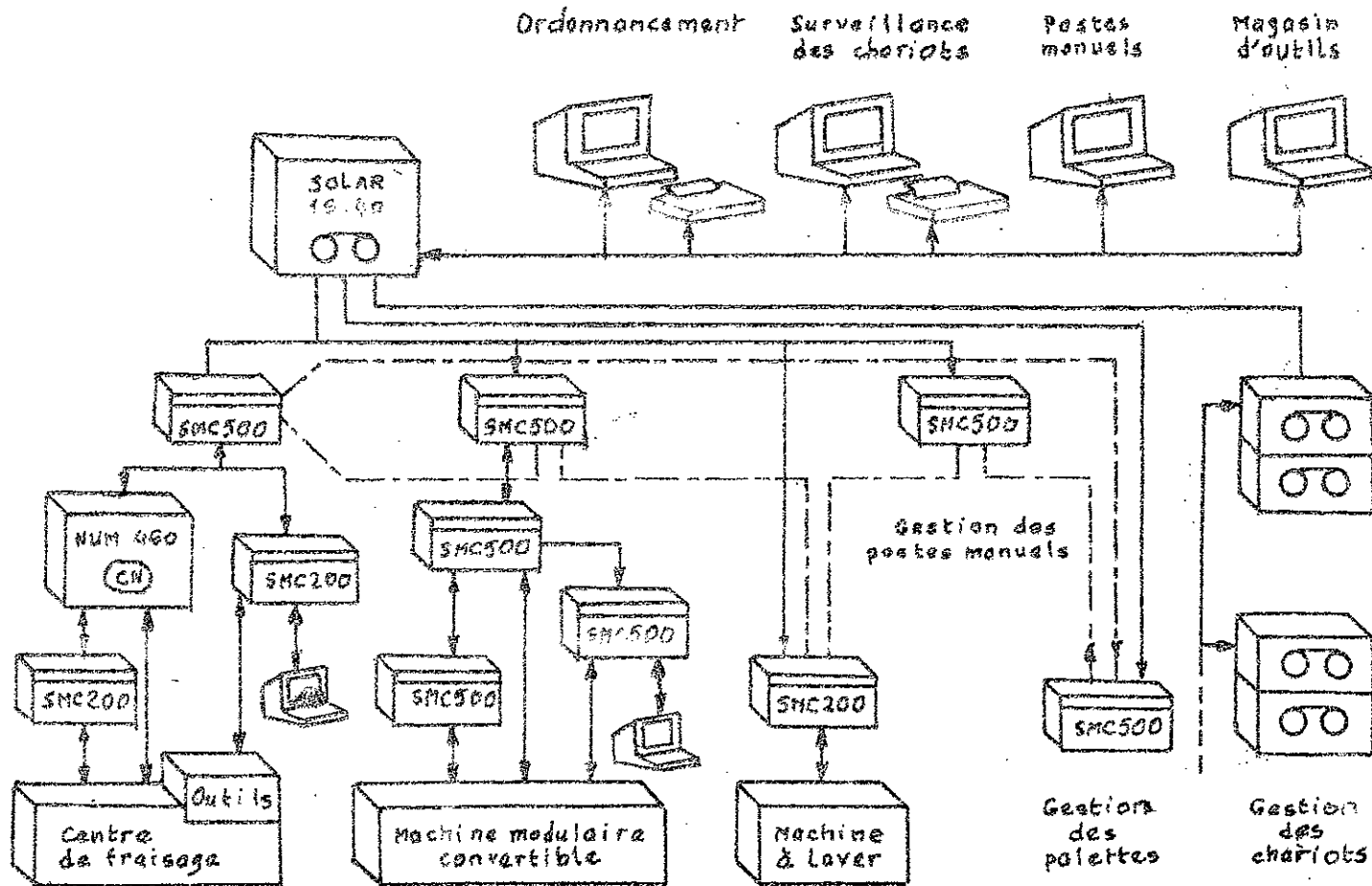
Cette structure décentralisée permet :

- de traiter les informations localement : seules, les données nécessaires aux prises de décision sont transmises à l'ordinateur.
- de faire fonctionner chacun des processus indépendamment du central informatique.

Des terminaux permettent au personnel de surveillance d'entrer les données de fabrication (objectifs de fabrication, données outils, ...). Le calculateur central :

- Connaît en permanence l'état des machines et des chariots, -

# Systeme de conduite de l'atelier flexible R.V.I. à Boutréon



- affecte en permanence les pièces aux machines et les missions aux chariots filoguidés selon les objectifs de production, la charge machines, les pannes éventuelles,

- Connait à chaque instant les temps copeaux de chacun des outils et commande leur remplacement,

- édite des bilans,

- Prévoit des délestages en cas de panne,

- etc,....

La conduite de cet atelier (dont le système de conduite est schématisé à la figure 2.21) est assurée par un mini-ordinateur SOLAR 16-40 (en fait, deux calculateurs solar sont connectés mais un seul est en service, le deuxième pouvant à tout instant être mis en service en cas de panne du premier).

Chaque Centre d'usinage est piloté par :

- une commande numérique NUM 460,

- deux A.P. SMC 200 (gestion des outils et du séquentiel),

- un A.P. SMC 500 (coordination et liaison avec l'ordinateur

central).

Chacune des machines modulaires convertibles est pilotée par quatre A.P. SMC 500 dont un pour la liaison avec l'ordinateur et un terminal permettant un dialogue local.

Une machine d'alésage-dressage, non représentée sur la figure 2.21 est pilotée de manière analogue aux centres d'usinage : un A.P. SMC 500 remplace les deux A.P. SMC 200 assurant la gestion des outils et du séquentiel.

La gestion des palettes d'usinage (au nombre de 16) est assurée par un A.P. SMC 500 qui dialogue avec l'ordinateur central, et avec chacun des A.P. assurant la coordination des cellules par un réseau multipoint.

Les réseaux de chariots filoguidés est partagé en 6 tronçons gérés chacun par un système spécifique à deux micro-processeurs (l'un pour le dialogue, l'autre pour le traitement des données). Les six logiques locales de transport sont reliées à une septième qui assure la coordination et la liaison avec le calculateur central.

Toutes les informations sont transmises par des liaisons boucle de courant à 20 mA

Cette installation implantée en 1981 fonctionne en trois équipes de 8 opérateurs. Elle est très productive, et suffisamment flexible pour accepter les évolutions des produits et les fluctuations du marché.

Cet exemple montre que pour un atelier automatisé flexible, le système de conduite doit intégrer un grand nombre de données relatives au reste de l'entreprise : préparation des gammes, ordonnancement, etc ..., l'ensemble productif ne doit donc plus être considéré isolément.

## CH:3 COMPLEXE S.N.V.C.VI DE ROUBA

### 3.1 Presentation du complexe

La Sonacome est créée en 1967 par l'ordonnance n°67.150 dans le but de promouvoir et développer le secteur des industries mécaniques, et d'exercer le monopole d'importation des produits mécaniques en Algérie.

#### 3.1.1 Historique succinct des différents changements

Les données recueillies lors de nos entretiens menés auprès des responsables au cours de notre stage permettent de présenter ces changements comme suit:

- en 1967: l'usine se limitait à quelques ateliers assurant avec des moyens souvent vétustes des activités d'entretien de réparation d'outillage.

- en 1973: la Sonacome bénéficie d'un ensemble d'investissements de 600 millions de dollars (2,5 milliards de D.A) pour l'édification de 7 complexes industriels intégrés dont celui des véhicules industriels. Les travaux du projet de ce dernier ont démarré après la convention de 1970 entre Sonacome et Berliet qui porte sur la réalisation d'une usine capable de fabriquer 4550 véh./an.

La politique adoptée par la Sonacome pour la réalisation de cet appareil de production est fondée sur les options suivantes:

- a - création de complexes liés aux produits à fabriquer,
- b - promotion de l'industrie par l'utilisation et le développement de toutes les techniques de transformation des métaux (Fonderie - Forges - Traitement thermique - Emboutissage - Usinage.)

Ces techniques constituent la véritable base de l'industrie mécanique.

- La main-d'œuvre employée pour la production doit répondre à des exigences plus rigoureuses du point de vue instruction et niveau professionnel que dans les autres branches de l'industrie.

C'est pourquoi la Sonacome a doté chaque centre de fabrication d'un atelier-école où les stagiaires se formant sur des machines identiques à celles qui seront installées dans l'usine, devront assurer la production.

La politique suivie par la Sonacome s'est concrétisée par la signature de contrats « produit en main » formule juridique nouvelle destinée à lui assurer la collaboration totale des industriels étrangers.

Cette formule contractuelle, en attribuant aux Constructeurs un rôle de partenaire plutôt que celui du simple fournisseur, met en œuvre le mécanisme de concentration et de coopération permanente entre les parties, permettant aussi de résoudre les problèmes avec une volonté commune d'atteindre l'objectif final : fabriquer le produit avec un personnel algérien.

A cette vocation industrielle est venue s'ajouter la charge importante de l'activité commerciale, par l'attribution du monopole d'importation des produits mécaniques en Algérie.

Dans le but de développement de l'industrie mécanique, la Sonacome continue de rechercher la collaboration de Constructeurs de haute technicité mais surtout déterminés à lui apporter leur concours pour mener à bien sa mission : Créer une industrie mécanique nationale.

### 3.12 Changements technologiques

#### Raison du choix de l'automatisation

Deux raisons semblent justifier ce vouloir de changement

#### a- Raisons internes:

— La production avec les machines classiques aggrave la dépendance dans le cas de fourniture d'équipements vis à vis de certains fournisseurs car de plus en plus le matériel est doté d'automatisation. D'autre part, le revenu de l'entreprise diminue d'année en année; la situation est aggravée par une perte sur certains produits (exemple: le Camion K66).

— Les Conditions de travail dans les ateliers de fabrication sont un « véritable danger » pour les ouvriers qui y travaillent.

Cette faiblesse productive de l'entreprise ne lui permet :

- ni d'amortir ses coûts de production (investissements),
- ni d'améliorer le revenu des travailleurs de plus en plus par des primes compensant les efforts de son personnel.

#### b- Raisons externes

— L'usine ne peut jouer pleinement son rôle socio-économique et politique à savoir :

- satisfaire la demande du marché national (estimé à 22000 véhicules industriels par an pour le 2<sup>ème</sup> plan quinquennal (84-89)).
- contribuer à la diminution et à la suppression de l'importation conformément à l'objectif politique « indépendance économique nationale » que s'est fixé l'Algérie.

L'introduction des équipements automatisés est choisie pour répondre à toutes ces situations. Cela permet l'aug-

mentation de la production qui elle aussi, permettra :

- 1- de satisfaire la demande du marché national et entraînera la suppression des importations.
- 2- d'accéder à des bénéfices dont une partie sera distribuée entre le personnel de l'usine, ce qui contribue à améliorer le revenu de l'ouvrier.
- 3- d'évoluer le niveau personnel des ouvriers par l'accès à des connaissances techniques plus élaborées, ce qui permet à l'ouvrier de répondre aux mots d'ordre politique : « bataille de la production », « bataille de la gestion ».

### 3.13 Projets de développement du C.V.I.

Nous retenons notre attention sur le projet d'extension du Complexe à l'horizon 1990, qui prévoit une production de 10500 véh./an avec le même effectif que nous avons actuellement, par contre plusieurs secteurs des Centres, mécanique et Carrosserie, sont appelés à être implantés dans différentes wilayas du pays, ainsi que les ateliers de polyester et la sellerie.

La réalisation de ce projet est prévue pour qu'il soit assuré et assisté jusqu'à la mise en cadence à 10500 véh./an.

Les investissements (Personnel, équipements, études, assistances, etc.) sont estimés - en cas de réalisation de ce projet - à 107 milliards de D.A.

L'amortissement complet de tous les investissements pour le plan est prévu à l'an 2000.

### 3.14 Conditions d'emploi au niveau du Complexe

#### a - Recrutement

Les critères :

- admission à un examen médical
- admission à un examen d'entrée d'évaluation des apti-



études et Capacités professionnelles.

Une sélection est élaborée par l'entreprise après avis de la direction des affaires du personnel et de la formation professionnelle.

### b - Formation

La sonacome attache une importance particulière à la formation de ses hommes et y consacre 10% de ses investissements.

Depuis septembre 1972, fonctionne le Centre de formation spécifique édifié au sein de l'usine, et qui comprend deux bâtiments :

- un Centre technologique couvrant 1200 m<sup>2</sup>.
  - un ensemble d'ateliers et services techniques de 4700 m<sup>2</sup>.
- Il s'agit là d'une véritable école dans l'usine qui permet grâce à 50 instructeurs, disposant de 14 salles de cours et 130 machines d'assurer une qualification de 330 stagiaires à la fois.

## 3.2 Descriptif global de l'usine

Le complexe véhicules industriels (C.V.I.) est situé sur la zone industrielle de Rouiba à une trentaine de kilomètres à l'Est d'Alger.

Sa conception, son édification, sa réalisation et sa gestion ainsi que la formation du personnel ont été confiées à la société Berliet lors de la signature de la convention de 1970.

Actuellement l'usine s'étend sur une superficie de 259 hectares dont 304 205 m<sup>2</sup> sont couvertes et emploie 10000 travailleurs.

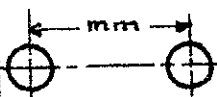

### 3.2.1 Nature des produits fabriqués

L'usine produit comme modèles :

- des camions et des autocars - autobus dont les caracté-

Fig. 1.3.1. Connaissance du produit gamme SONACOME

33-

Désignation véhicule	Type véhicule	Embattement 	P.T.C (kg)	P.T.R (kg)	Type moteur	Boite à vitesse	Pont	Essieu	Longeron 	Cabine
K 66	Porteur 4x2	N. 2600	6600	7850	F4L9.12	BBS 450	P410	E 2A	190.65.5	k 1980 fixe normale 3 places
		L. 3100								
		EL. 3700								
K 120	Porteur 4x2	N. 3300	12000	13850	F6L9.12	BxSL 106	P821	E4A2	250.70.6	TORPEDO fixe normale 3 places
		L. 3900								
		EL. 4500								
M 210	Porte-tract 6x6	4500	16000	21000	F8L 4.13	BDSL 6051	PMR 1621	Sans	352.90.7	k B 2400 basculante Couchette 3 places
			19000	27000						
B 230	Porte-tract 4x2	N. 4100	19000	35000	F8L 4.13	BRL 3	P1332	E 6A2	325.90.7	Lk 2200 fixe normale 3 places
		L. 4700								
		EL. 5400								
TB 305	Tracteur 4x2	3500	sans		F8L 4.13	BRL 3	P1332	E 6A2	325.90.7	
C 230	Porte-tract. 4x2	N. 5000	19000	20250	F8L 4.13	BRL 3	P1332	E 6A2	325.90.7	49 places
		L. 5600								
C 230	Porte-tract. 6x4	N. 4700	26000	70000	F8L 4.13	BRL 3	BMR 2032	E 6A2	329.100.9	structure autoposante
		L. 5100								
49V8	Autocar	5765	14000	15250	F8L 4.13	BDSL 6113T	B831x	E4Ax2	187.75.6	100 places
100V8	Autobus	5600	16000	sans	F8L 4.13	HUD90 Voiture	P1021x.1023	R16A		

ristiques sont représentées sur la figure: 3-1.

- des équipements camions, remorques porte-engins.

Sa gamme a été faite dans le but de satisfaire le marché algérien en matière de transport entre 55 tonnes et jusqu'au maximum autorisé par le code de la route, tout en standardisant au maximum les organes constitutifs.

Aujourd'hui, la capacité de production du Complexe est estimée à 7450 veh./an.

Les moteurs équipant ces véhicules sont des moteurs de marque DEUTZ CIRTÀ construits sous licence DEUTZ dans le complexe S.D.N.A.C.O.M.E de Constantine.

3000 ponts et 3000 boîtes à vitesses sont importés pour compléter la gamme produite à Rouiba.

### 3.2.2 Circuit Principal du produit

Le circuit principal du produit dans le Complexe se fait comme présenté sur la figure: 3-2.

- ① Bruts de fonderie.
- ② Bruts de forge.
- ③ Organes assemblés plus divers pièces usinées.
- ④ Cabines plus longerons et divers pièces embouties.
- ⑤ Moteurs.
- ⑥ Mavillons plus divers.
- ⑦ Camions à équiper.
- ⑧ Camions équipés.
- ⑨ Véhicules à livrer.

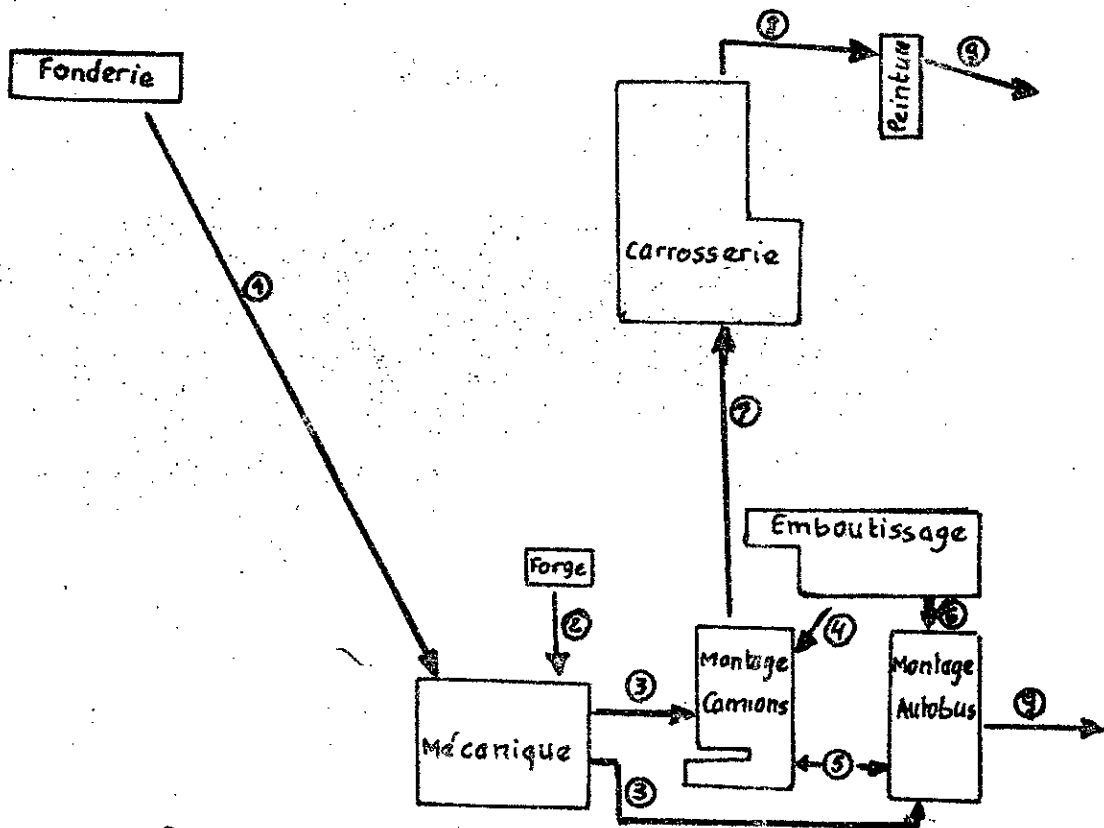


Figure: 3-2

### 3.2.3 Les centres de production

#### 3.2.3.1 Centre fonderie

##### a- Présentation du centre

Le centre de fonderie est bâti sur un terrain de 37000m<sup>2</sup> et se compose :

- d'un bâtiment principal d'une superficie développée de 26785m<sup>2</sup> sur deux niveaux pour une surface au sol de 17000m<sup>2</sup>.
- Deux bâtiments annexes (bureaux vestiaires, bâtiment stockage, fonderie aluminium-Ecole, entretien modelage, local transformation, bâtiment énergie, régénération de l'eau).

Le centre emploie 1106 personnes et produit 214 références de pièces en fonte G.S.C (38-15) ou G.S.C(56-5)

qui se répartissent en :

- Petites pièces : Ferrures, supports divers, mains de ressort, etc.
- Pièces moyennes : Chapeaux de paliers, moyaux, Coquilles de différentiel.
- Grosses pièces : Carters de ponts

Pour cette fabrication, le centre est doté de 1568 machines et installations diverses.

### b. Capacité de production

La capacité de production nominale du centre est de 10000 tonnes par an de pièces bonnes. Le programme de fabrication de la fonderie est directement lié à celui du C.V.I. Pour cela, l'exploitation actuelle de la fonderie est de 40 à 50%.

### c. Principe d'élaboration des pièces :

#### Fusion :

Elle s'effectue sur deux fours à arc électriques de 10 tonnes chacun ; après la fusion, le métal est maintenu en température dans trois fours de maintien à induction électromagnétique de capacité 10 tonnes chacun.

La charge des fours est constituée des :

- Lingots de fonte neuve,
- rebuts de fabrication,
- chutes de tôles,

Le réajustement des bains de fusion se fait par l'introduction ou par le rajout du ferro-silicium ou du graphite selon les analyses du laboratoire.

#### Circuit de fabrication

Il se fait selon les étapes suivantes :

1. Noyautage : La fabrication des noyaux s'effectue par deux

procédés distincts :

- Noyautage au  $CO_2$  sur machines ROBER H12 et H25 horizontale ou verticale. Le sable de noyautage est à base de silicate (ou carcyle) qui durcit par injection du gaz  $CO_2$ .

- Noyautage chronique sur machines SHALCO U180 GAZ. sable chronique (sable silicieux pré-enrobé d'une résine thermodurcissable).

La température de durcissement est d'environ  $260^\circ$ .

2- Moulage: Il s'effectue sur quatre lignes distinctes :

- deux lignes de moulage pour les petites pièces, d'une cadence de 102 moules/heure chacune.

- Une ligne de moulage pour les pièces moyennes d'une cadence moyenne de 55 moules/heure.

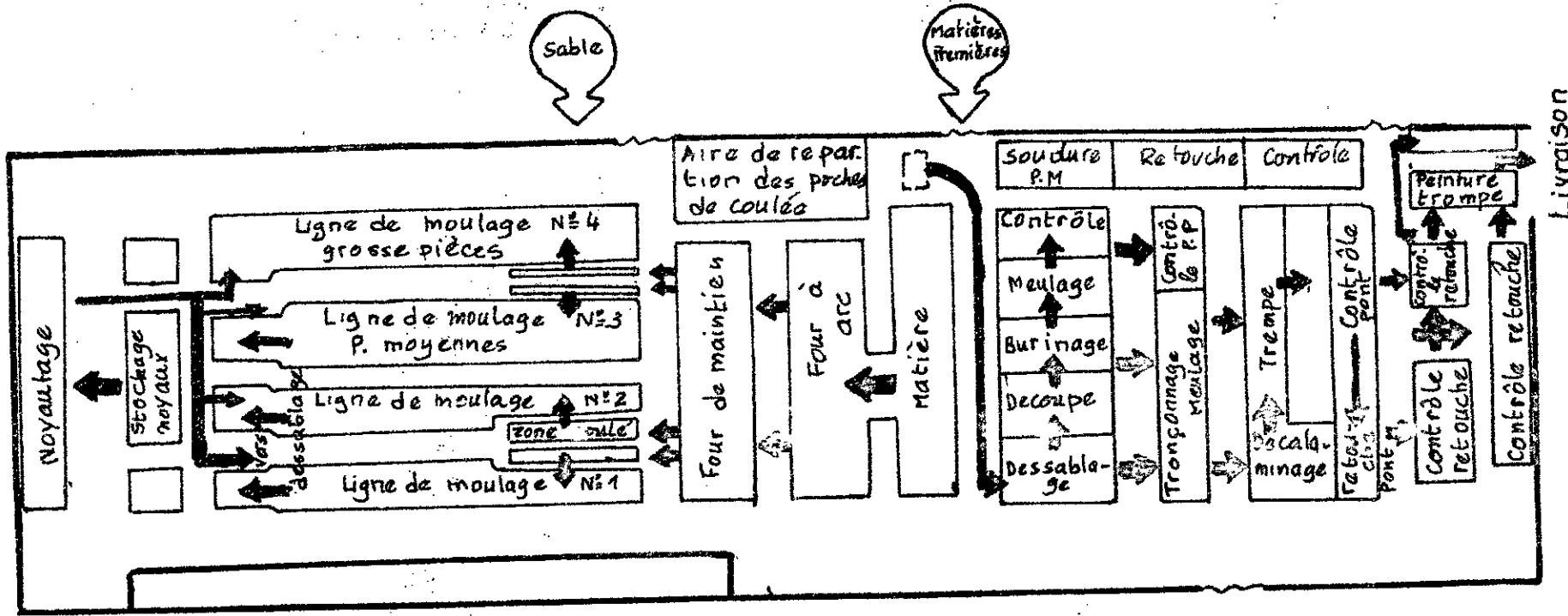
- Une ligne de moulage pour les grosses pièces d'une cadence moyenne de 9 moules/heure.

Le moule coulé est dirigé vers le poste de défonçage, la grappe qui constitue les pièces sorties du moule est dirigée par l'intermédiaire des balancelles à l'atelier de parachèvement pour les opérations de désablage par le procédé de grenailage.

Après cela, les pièces sont passées au secteur de finition qui comprend des postes de : meulage, découpe, burinage et éventuellement soudure.

Après ces opérations, les pièces sont dirigées vers les installations de traitement thermique pour subir un traitement de ferritisation ou une trempe plus revenu.

Ensuite, les pièces sont une nouvelles fois, grenillées au grenailage de décalaminage; puis, les pièces sont envoyées au contrôle de géométrie (contrôle dimensionnel)



et de structure (Contrôle par découpe de certaines pièces pour constater s'il n'y a pas retassures, de soufflure ou d'inclusion de sable). Généralement pour les grosses pièces un contrôle métalloscopique est nécessaire.

### 3.232 Centre Forge

#### 0 - Présentation du Centre

Le centre forge, occupe une superficie de 5200m<sup>2</sup> à laquelle s'ajoute un parc de stockage de 4600m<sup>2</sup> et de 400 tonnes d'acier de capacité et emploie 252 personnes dont 82 liés directement à la production.

Le bâtiment est destiné à produire l'ensemble des pièces forgées (Essieux, fusees, pièces de ponts et de boites à vitesses).

Pour cette fabrication, 50 machines et installations (dont 5 marteaux pilons allant de 1,35 à 9,50 tonnes de masse tombante) sont prévues et différentes technologies sont mises en oeuvre :

- Forgeage par déformation aux chocs (estampage).
- Forgeage par étirage ou refoulement.
- Traitement thermique.

Le centre est également pourvu d'un atelier d'outillage où sont assurées la fabrication et la réparation des matrices d'estampage (20 machines sont utilisées).

Les activités du centre forge se caractérisent donc par la transformation à partir des barres d'acier (de sections rondes ou carrées) de 300 types de pièces constituant la gamme du produit forge et qui sont destinées au centre mécanique (usinage) pour être usinées



et utilisées dans différents organes des véhicules industriels à savoir :

- Essieux.
- Ponts.
- Boîtes à vitesses
- Chassis

### b - Capacité de production

La capacité contractuelle est d'équiper 6550 véhicules en bruts de forge ; néanmoins actuellement, le centre arrive à subvenir à 4800 véhicules.

### c. Circuit de fabrication

Le processus de fabrication en forge se fait en 5 phases :

#### 1- Débitage :

Les barres d'aciers sont débités par cisailage ou par sciage.

#### 2. Estampage

Les bruts d'acier débités sont acheminés vers l'atelier d'estampage pour subir le forgeage à chaud ; à travers cet atelier, chaque bout d'acier subit une chauffe dans un four avant de passer sur une presse qui lui donne la forme de la pièce qui est ébarbée ensuite.

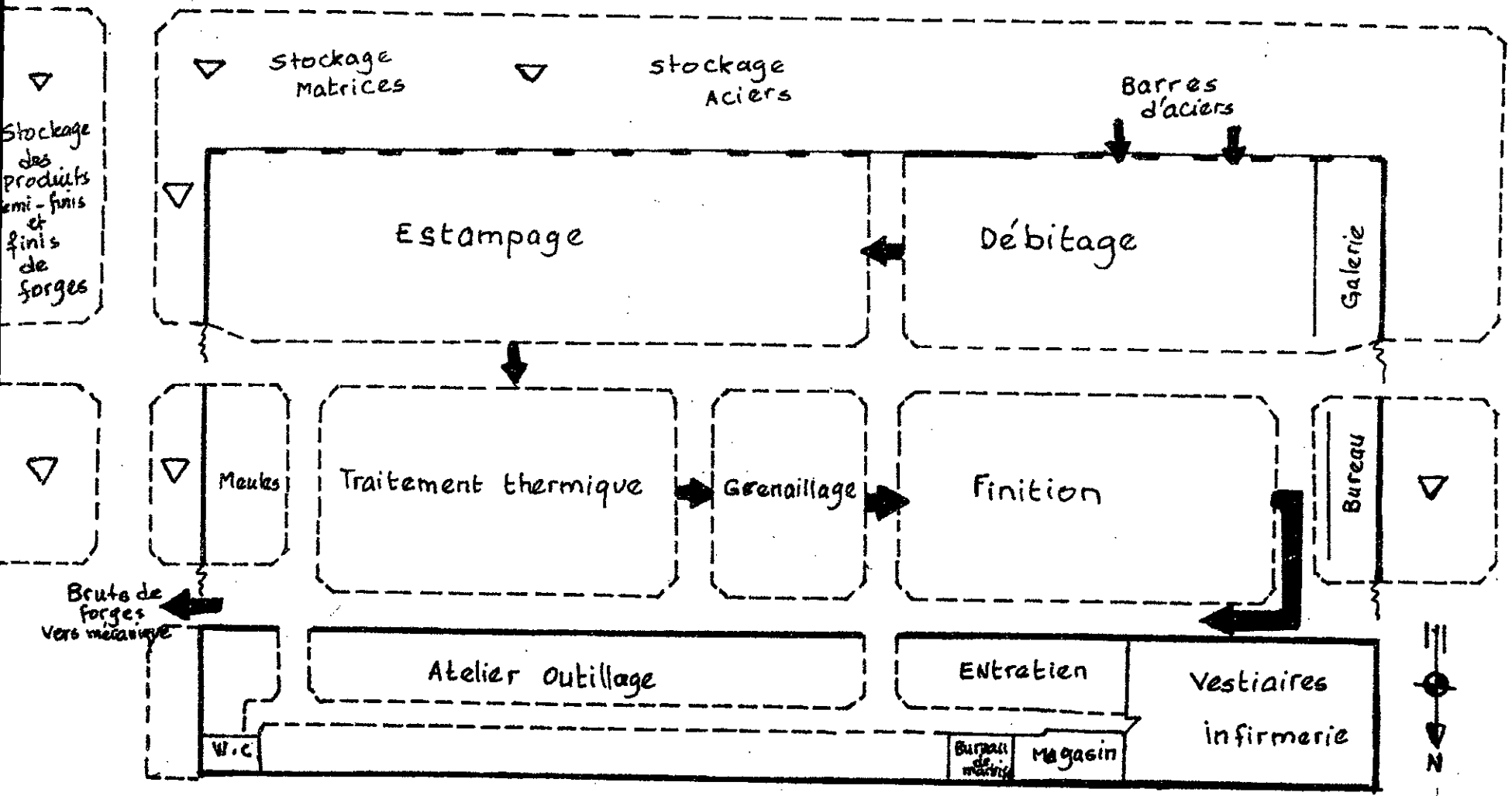
#### 3- Parachèvement

Après estampage, les pièces passent à la section de parachèvement, avant de passer à l'atelier de traitement thermique.

#### 4- Traitement thermique

Le traitement thermique consiste à faire subir aux pièces une trempe à eau ou à huile.

Figure: 3.4 Circuit principal de fabrication dans le Centre forge



Après le traitement thermique, les pièces passent à la section de grenailage.

### 5. Contrôle et finition

Cette phase est composée de postes de billage, démaillage, calibrage et contrôle (visuel, prélèvement, métalloscopique).

Après cela, les pièces sont livrées.

## 3.233 Centre mécanique

### a - Présentation du centre

Le centre mécanique occupe une superficie de 43 000 m<sup>2</sup> à laquelle s'ajoute une surface de stockage extérieure de 19 000 m<sup>2</sup> et emploie 1 254 personnes dont 565 liés directement à la production.

La vocation du centre est l'usinage :

- des pièces de boîtes à vitesses et leur assemblage,
- des pièces de ponts et leur assemblage,
- des Constituants de directions et leur assemblage,
- des essieux
- des ferrures de châssis
- etc ..

La réalisation de ces organes est assurée par 635 machines à partir de barres laminées, de bruts de forges et de fonderie.

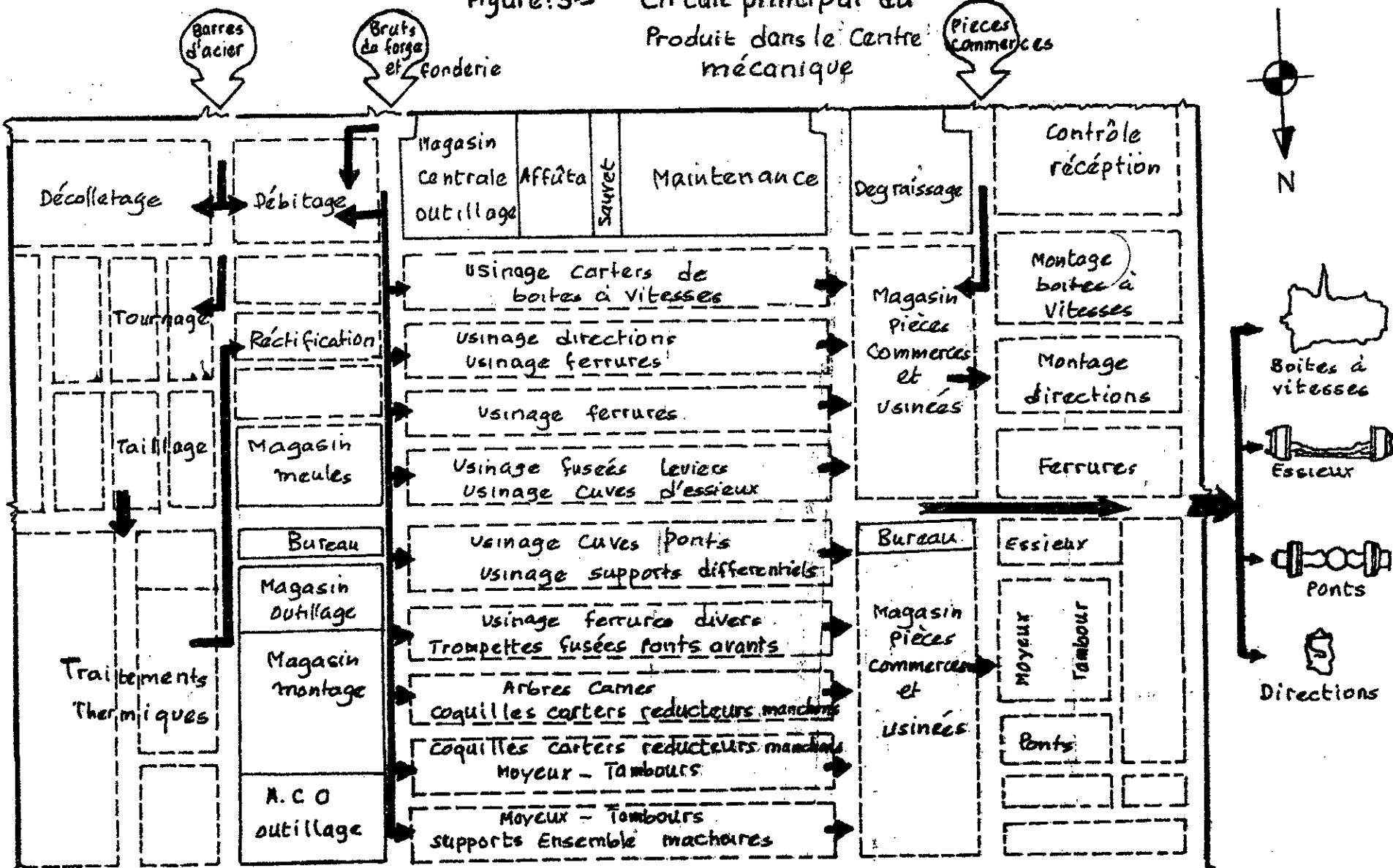
### b - Capacité de production

Le bâtiment mécanique est à sa capacité maximale qui est la subvention à 4800 véh./an.

### c. Circuit de fabrication

(Figure : 3.5)

Figure: 3-5 Circuit principal du Produit dans le Centre mécanique



### 3.234 Centre emboutissage

#### a - Présentation du centre

Il occupe une superficie de 33000m<sup>2</sup> à laquelle s'ajoute une surface de 16900m<sup>2</sup> de stockage extérieur et emploie 739 personnes dont 387 liés directement à la production

La vocation du Centre est:

- l'usinage de toutes les pièces tôlerie des autocars 49 et 100V8 nécessitant de gros moyens de formage,
- l'usinage, assemblage, traitement de surface et peinture de toutes les pièces, Cabines et chassis de Camions.

NB: On entend par l'usinage toutes les opérations de débitage, poinçonnage, découpe, emboutissage, encochage et pliage.

Pour cette fabrication le centre est doté de moyens suivants:

- 27 presses allant de 80 à 3000 tonnes,
- 21 machines à débiter, encocher et poinçonner,
- 3 lignes d'assemblage par pinces à souder,
- 1 parc machines spécifiques à l'assemblage des réservoirs,
- 1 ligne de traitement de surface
- 2 lignes de peintures au pistolet.

#### b - Capacité de production

Elle est portée à 7450 Veh./an; et elle est à sa capacité maximale de production.

#### c - Circuit de fabrication

(Figure: 36)

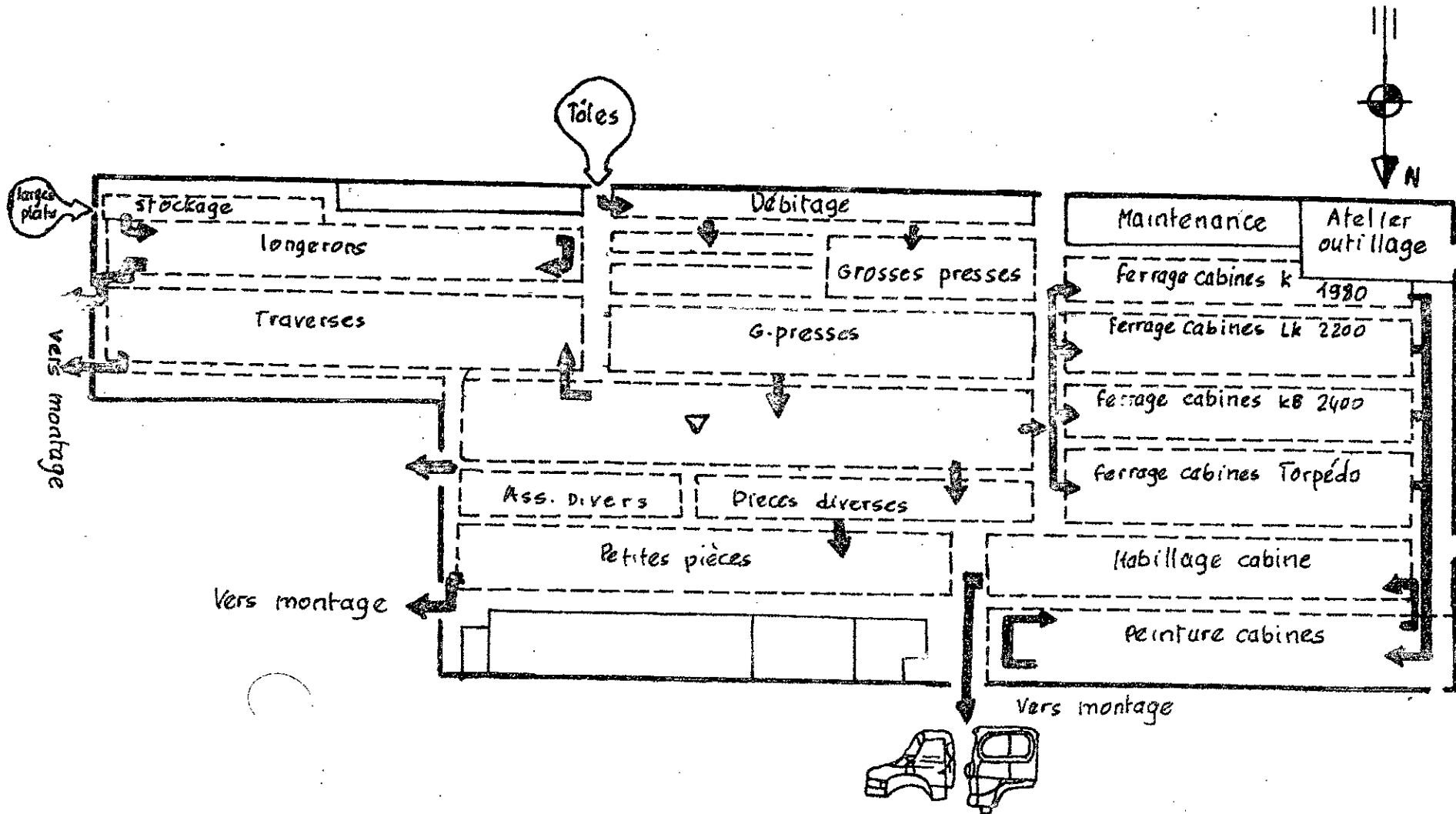


Figure: 3.6 Circuit de fabrication dans le centre emboutissage

### 3.235 Centre montage camion

#### a. Présentation du centre

C'est dans ce bâtiment que sont assemblés les véhicules de la gamme Sonacome à partir des organes fabriqués dans les autres ateliers de l'usine ou achetés à l'extérieur.

Il est d'une superficie couverte de  $31\,100\text{ m}^2$  à laquelle s'ajoutent une surface de stockage extérieur de  $16\,700\text{ m}^2$  et un parking camions de  $19\,300\text{ m}^2$ .

Le centre est doté de 150 machines et installations réparties sur:

- ligne de rivetage à froid pour cadre-chassis,
- deux lignes d'assemblage camions tractés par chaînes cadencées,
- atelier d'adaptation et de finition tubulures,
- atelier de réparation des faisceaux électriques,
- atelier de préparation moteurs.

#### b. Capacité de production

La capacité nominale du centre est de 9000 Véh./an; et le programme actuel de fabrication est de 6700 camions par an.

#### c. Circuit de fabrication (figure: 3-7)

### 3.235 Centre montage autobus

#### a. Présentation du centre

Superficie du Centre =  $32\,500\text{ m}^2$

Surface extérieur de stockage =  $5\,900\text{ m}^2$  - Parking autobus =  $16\,000\text{ m}^2$ .

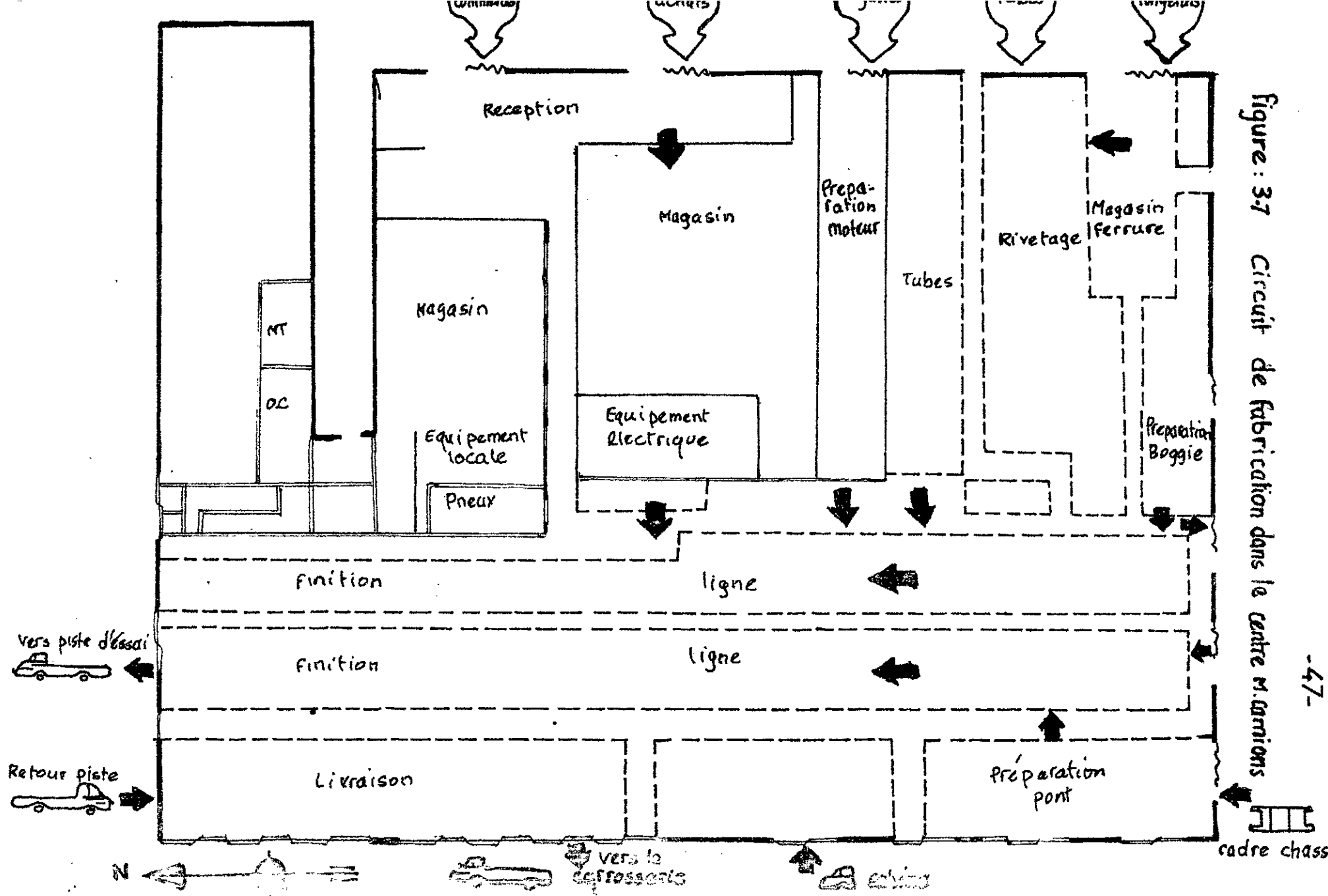


Figure : 37 Circuit de fabrication dans le centre M. Camions



Dans ce centre, On effectue l'assemblage des autocars et autobus à partir des organes fabriqués dans les bâtiments du C.V.I ou achetés à l'extérieur, de même qu'on réalise les soubassements, les carcasses et les pièces de tôleries destinées aux autocars et autobus.

#### b. Capacité de production

La capacité nominale du centre est de 700 veh. par an. A noter qu'un projet d'extension de 39m du côté Nord fut décidé, et les travaux sont déjà en cours de réalisation. Ce projet permettra d'atteindre 1000 veh./an pour répondre aux besoins nationaux en autocars.

#### c. Circuit de fabrication

(Figure: 3-8)

### 3.237 Centre carrosserie

#### a. Présentation du Centre

Superficie du centre = 82 458 m<sup>2</sup>

Surface extérieure de stockage remorques = 17 500 m<sup>2</sup>

Parking Camions = 127 000 m<sup>2</sup>.

Le bâtiment carrosserie permet la production de l'ensemble des pièces et organes constituant les:

- remorques (plateaux - citernes),
- semi-remorques (bennes - citernes),
- équipements de Camions (plateaux, citernes cimentaires et hydrauliques, fourgons)
- Porte-engins (32, 54, 60, 75 tonnes)

Pour cette fabrication le centre dispose des

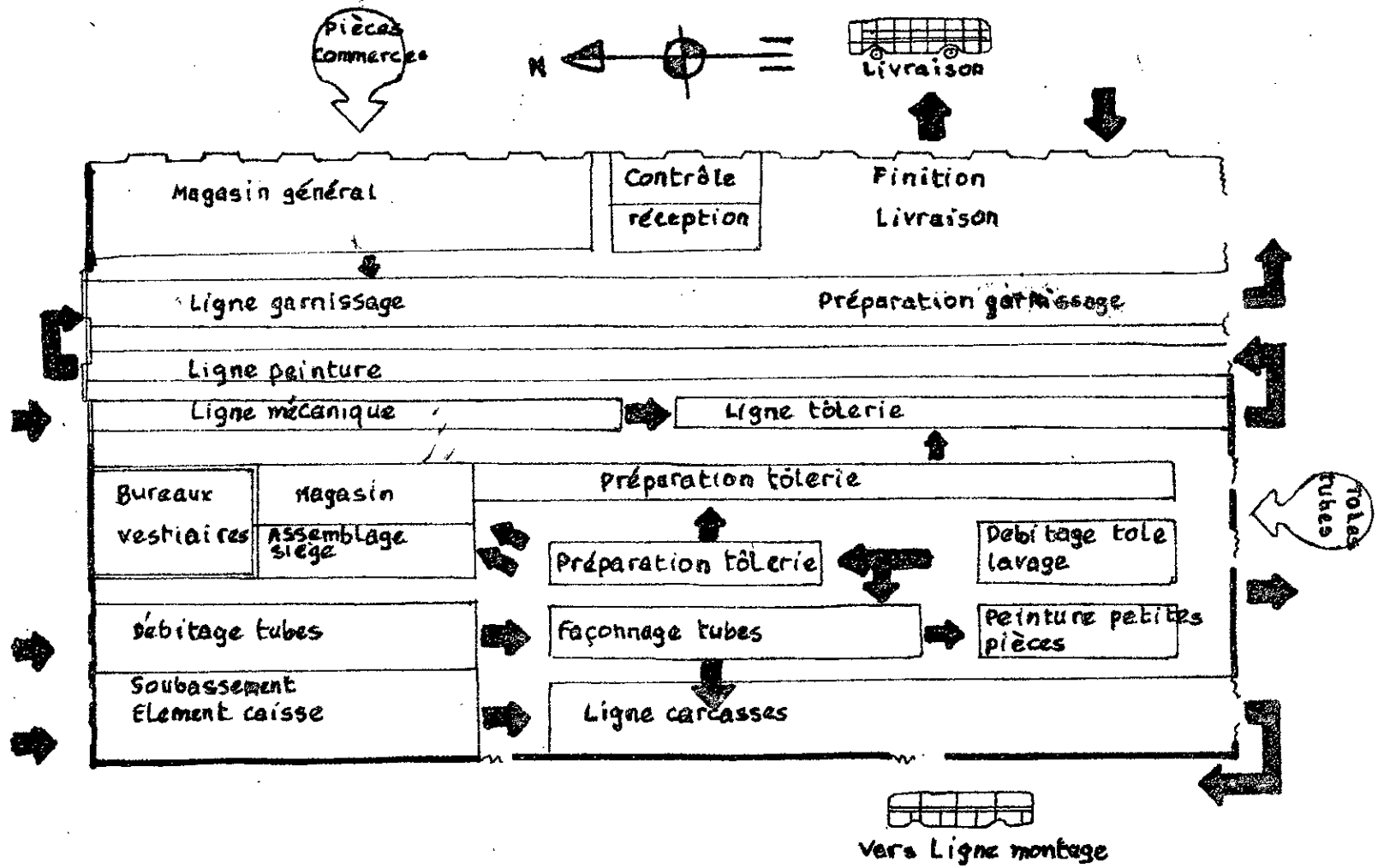
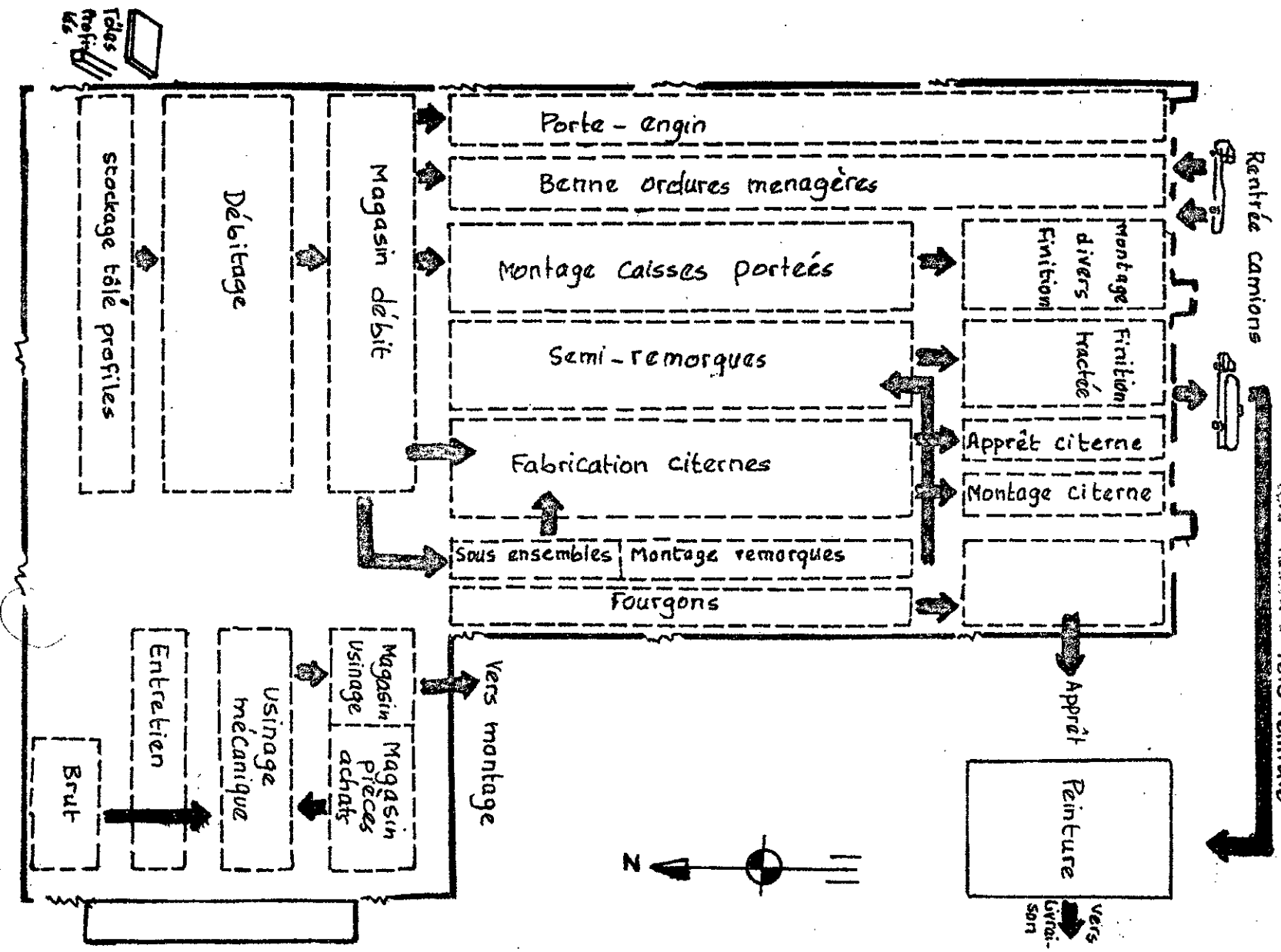


Figure:3.8 Circuit du produit dans le Centre M. Autobus

Figure: 3-8 Circuit Principal du produit dans le Centre Carrosserie



équipements suivants :

- 160 machines et équipements,
  - 500 postes à souder,
  - 200 mannequins d'assemblage,
  - sections de débitage et d'usinage mécanique,
  - 11 lignes de moulage,
  - 11 cabines de peintures produits équipés
- et emploie 1470 personnes.

b. capacité de production

La Capacité nominale est environ 12 000 véh./an.

c. Circuit de fabrication

(voir figure : 3-9)

### 3-238 les Ateliers auxiliaires

Ateliers de polyester

Ils sont conçus pour la fabrication des Capôts moteur tableaux de bord et pièces de garnissage.

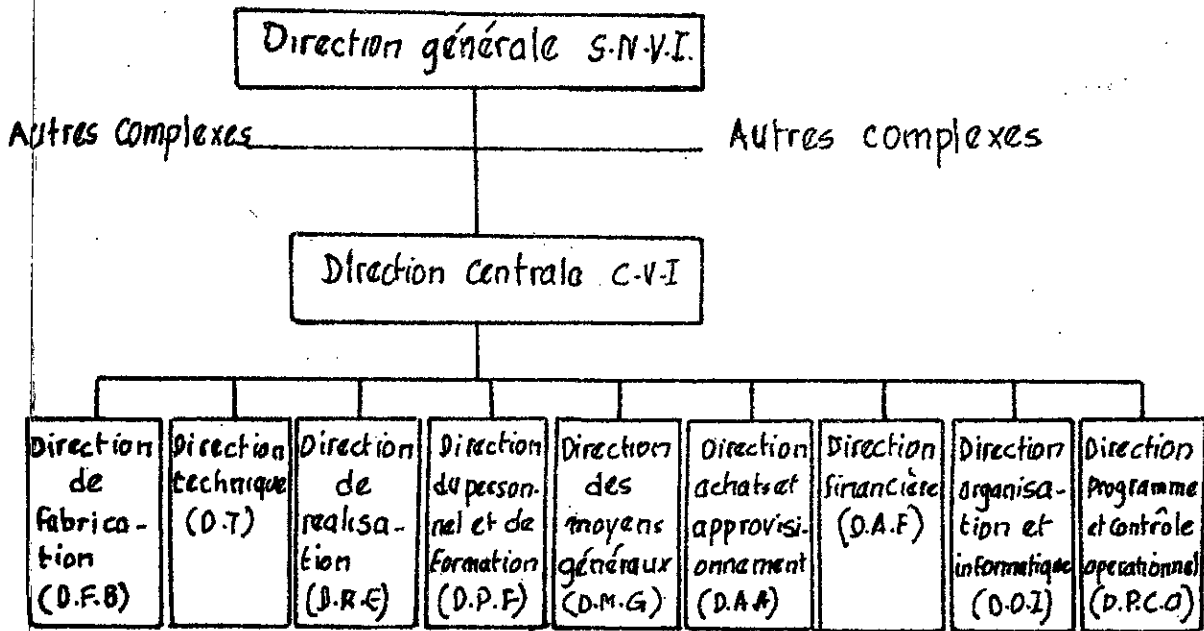
Atelier de sellerie

Il permet la fabrication des sièges pour l'ensemble de la gamme des véhicules produits au C.V.I.

### 3-24 Organisation du complexe

Neuf directions gèrent le Complexe :

- La direction du personnel et de la formation : gère les ressources humaines.
- La direction de réalisation s'occupe :
  - des extensions des bâtiments,
  - du génie civil,
  - du suivi des travaux.



- La direction des achats et approvisionnement:  
 Son rôle consiste à approvisionner l'entreprise de tous les ressources matériels dont elle a besoin pour opérer, et sa tâche est la détermination du calendrier des achats, des prix, etc.

- La direction financière:  
 Son objectif est d'assurer :

- La Comptabilité de l'entreprise,
- l'équilibre financier de l'entreprise.

- La direction organisation et informatique s'occupe de:

- l'informatique paie et de la gestion du produit,
- l'organisation au sein du complexe.

- La direction programme et Contrôle opérationnel:  
 sa fonction est de contrôler tous les opérations du Complexe.

- La direction technique s'occupe des études et adaptation des véhicules construits sous licence en fonction des

des problèmes techniques, des besoins et des conditions d'utilisations propres à la clientèle :

Elle est divisée en secteurs :

- secteur d'études,
- secteur réalisations prototypes et essais,
- secteur technico-administratif.

- La direction des moyens généraux a pour fonction la gestion des logements de fonction, du mobilier, du secteur téléphonique, de la papeterie, de la restauration de la documentation, etc.

- La direction de fabrication : Ses grands axes sont :

- maintenance,
- planification de la fabrication,
- contrôle,
- gestion industrielle,
- services généraux,
- réalisation,
- méthodes et ordonnancement.

## CH:4 SUGGESTIONS D'AMELIORATION DU COMPLEXE

### 4:1 Analyse et commentaire sur la situation actuelle

A la fin de fevrier 1985, le C.V.I accuse un retard cumulé de moins de 180 véhicules à l'engagement et moins de 630 véhicules à la livraison au commercial pour une prévision de 1290 véhicules.

Les principaux problèmes qui ont occasionné cette situation sont dus essentiellement aux approvisionnements et l'incapacité des centres: mécanique, forge et emboutissage de produire au même rythme de production des autres centres de production. Ce qui a engendré des arrêts des lignes de montage pendant plusieurs journées et des en-cours de fabrication très importants qui coûtent cher à notre entreprise et immobilisent un très grand capital, contrairement aux stocks de matières premières ou de produits finis.

A l'examen des cahiers de charge des équipements de chaque bâtiment: mécanique, forge et emboutissage et de l'organisation actuelle du travail dans ces bâtiments. Il en ressort qu'il faut impérativement des extensions de surface et une réimplantation de plusieurs secteurs.

Par ailleurs la fiabilité, la qualité et la capacité des installations actuelles ne justifient pas l'achat du matériel de même procédé de travail.

Cependant la rénovation des moyens actuelles par des moyens performants nous donnera le choix de politique à adopter.

#### 4.11 Centre forge

Notre attention est portée sur les postes d'estampage qui constituent principalement la fabrication à la forge.

Durant les quatre années de fabrication (1981, 1982, 1983, 1984):

- environ 20% de l'activité des postes a été rebutée,
- environ 15% en opération de sauvetage (retouche).

Remarque : Le taux de rebut est élevé

##### a - Procédé actuel de fabrication aux postes d'estampage (annexe : 1)

La fabrication des pièces de formes morphologiques complexes (essieux, fuseés, ...) est élaborée en deux phases (ébauche, finition) sur marteau pilon, suivie d'une opération de découpe (ébavurage) sur presse.

Ces deux phases consistent à former les pièces à partir des lopins de sections carrées.

Les pièces subissent l'opération "ébauche"; opération conditionnelle pour leur obtention, ceci en leur donnant une préforme (étape impérative découlant des formes morphologiques des pièces).

Après l'ébauchage, les pièces sont prises sur un chariot à conducteur pour les acheminer vers une zone de stockage à l'extérieur du centre.

Après un séjour, les pièces sont reprises de nouveau sur un chariot à conducteur pour les diriger vers la section de grenailage avant d'être acheminées vers le poste d'estampage pour subir l'opération de finition et suivre ainsi le circuit normal du produit de forge.

##### b - Causes des rebuts

Ils sont dus principalement aux replis (rabattement de matière



sur elle même) et les manques de matières (malvenues) localisés au niveau des patins et butées de bramage.

### C. Origines de ces causes :

Sachant que les ébauches conditionnent la réussite de la pièce à la phase finition. Il est impératif que cette dernière soit elle même élaborée dans des conditions et formes définies.

Il est à remarquer que les ébauches, se faisant manuellement, dépendent donc en grande partie du savoir faire de la main d'oeuvre.

La fabrication des ébauches ne peut être maîtrisée que par un personnel dont l'expérience a été confirmée par le temps, ce qui n'est pas toujours le cas.

### d. Retouches et leurs influences sur la fabrication :

Les retouches constituent un sauvetage de la production.

Les pièces, présentant un manque de matière en largeur des patins et aux butées de bramage, sont reprises en soudure suivant une gamme de "Sauvetage" définie et confirmée par les services compétents (méthode, contrôle, laboratoire).

Leur coûts restent élevés, plus grave encore ces opérations perturbent la fabrication (manutention, an-cours, délais, etc, ...)

Les pièces, sont contrôlées au pied du pilon. Celles qui présentent un défaut (manque de matière) sont reprises pour la suite des opérations.

## 4-12 Centre emboutissage

Le but de nos recherches au Centre d'emboutissage

a été de porter notre attention sur l'implantation actuelle de l'atelier de longerons.

Cette implantation présente des goulots d'étranglement au niveau de la disposition des postes de travail et aussi certains problèmes (manutention, fabrication, ...) que nous développerons dans la critique de la gamme de fabrication.

A remarquer que cette implantation était faite sans tenir compte de l'ordre chronologique des opérations que doit subir la pièce.

Exemple : On trouve des postes de perçage à côté de la cabine de peinture qui devraient être, en principe, implantés juste après les postes d'oxycoupage ou de grignotage.

#### a- Charges des machines :

Oxytôme .....	: 90%
Ebavurage .....	: 85%
Calibrage .....	: 70%
Triage .....	: 15%
Grignotage .....	: 50%
Peinture .....	: 100%
Percuses larges plats .....	: 80%
Reprises perçage .....	: 70%
Presse horizontale .....	: 65%
Presse 3000 tonnes longerons .....	: 35%
Pince 8+8 .....	: 90%

#### b- Critique de la gamme de fabrication

##### 1- oxycoupage

- La technique d'oxycoupage très ancienne, ne convient plus à la grande cadence

- Les opérations de reprises n'ont pas lieu d'exister après oxycoupage

Exemple : - Nécessité de mise en place de plusieurs postes d'ébavurage :

- Calibrage obligatoire au marteau pour avoir une diminution de la flèche sur le large plat oxy-coupé.

## 2- Grignotage

- La découpe à la grignoteuse portative ne répond même pas à la cadence actuelle.

- les larges plats grignotés ne peuvent être oxy-coupés pour éviter les déformations très importantes en dehors des possibilités de calibrage.

- l'opération de grignotage est très pénible.

- l'usure des machines est très importante.

## 3- Calibrage

- opération manuelle sur marbre et marteau.

## 4- Ebavurage

- opération manuelle

- utilisation des meuleuses à air.

## 5- Percage larges plats

- Le percage des larges plats se fait par paquet sur perceuses équipées d'un montage de percage de 170 trous en moyenne.

- Consommation de forêts très importante.

- Temps de réalisation très long.

## 6- Embouffissage

- Alimentation manuelle de la presse

- Existence d'une seule table
- Exploitation partielle de la presse.

### 7- Préparation soudure

- Poste manuel
- Pointage des renforts sur longerons.

### 8- Soudure par point

- Le positionnement des longerons et renforts se fait sur traiteurs et la soudure s'opère avec une pince dont la manutention manuelle est très pénible.

- L'entretien des pinces suspendues revient excessivement cher et le pourcentage de panne est très élevé.

### 9- Dressage à la presse

A la sortie d'emboutissage et de la soudure par points les longerons présentent des déformations qu'il faut éliminer au dressage par presse.

### 10- Reprise de perçage

Des dressages prévus sur renforts et longerons assemblés ou ne pouvant se faire à plat font l'objet d'une reprise sur perceuse.

### 11- Degraissage

Il se fait par deux appareils à dégraisser portatifs à jet d'eau chaude.

### 12- Peinture

Dans une cabine au pistolet et cuves sous pression

## 4-13 Centre mécanique

### Processus de fabrication :

Le processus de fabrication comprend une série d'opérations effectuées sur les matériaux bruts pour produire la forme finale désirée. Pendant son cheminement dans l'atelier, la pièce à travailler doit être transportée entre les opérations successives. Il se produit des délais tandis que la pièce à travailler fait la queue en attendant son tour pour être traitée par chaque machine. On peut d'écrire la suite des événements comme à la figure 4-1, où le diagramme présente un modèle succinct de la séquence des opérations de production sur une pièce à usiner.

Pour illustrer notre propos, le temps du cycle actuel du Carter de boîtes à vitesses est de 30 jours, tandis que le temps de passage sur les machines est de 198 minutes (soit 10% du temps du cycle). Dans la figure ces 10% sont symbolisés par les cercles (ce sont des opérations de production). On peut conclure que 90% du temps passé dans l'atelier est non-productif. L'implication évidente est que la productivité pourrait être améliorée si cette déperdition pourrait être réduite.

Des 10% de temps passés aux machines, on relève le temps des opérations élémentaires suivantes que le personnel préposé effectue pour l'usinage d'une pièce :

- a. Amener la pièce à la machine,
- b. monter et positionner la pièce,
- d. choisir les paramètres d'usinage,
- e. Contrôler le mouvement de la machine en cours

d'usinage et changer les paramètres jusqu'à la fin de l'opération,

F- décharger la pièce.

D'où diminution du temps occupé par la découpe à moins de 10%. D'où de nouveau, ceci représente une occasion de gagner en productivité.

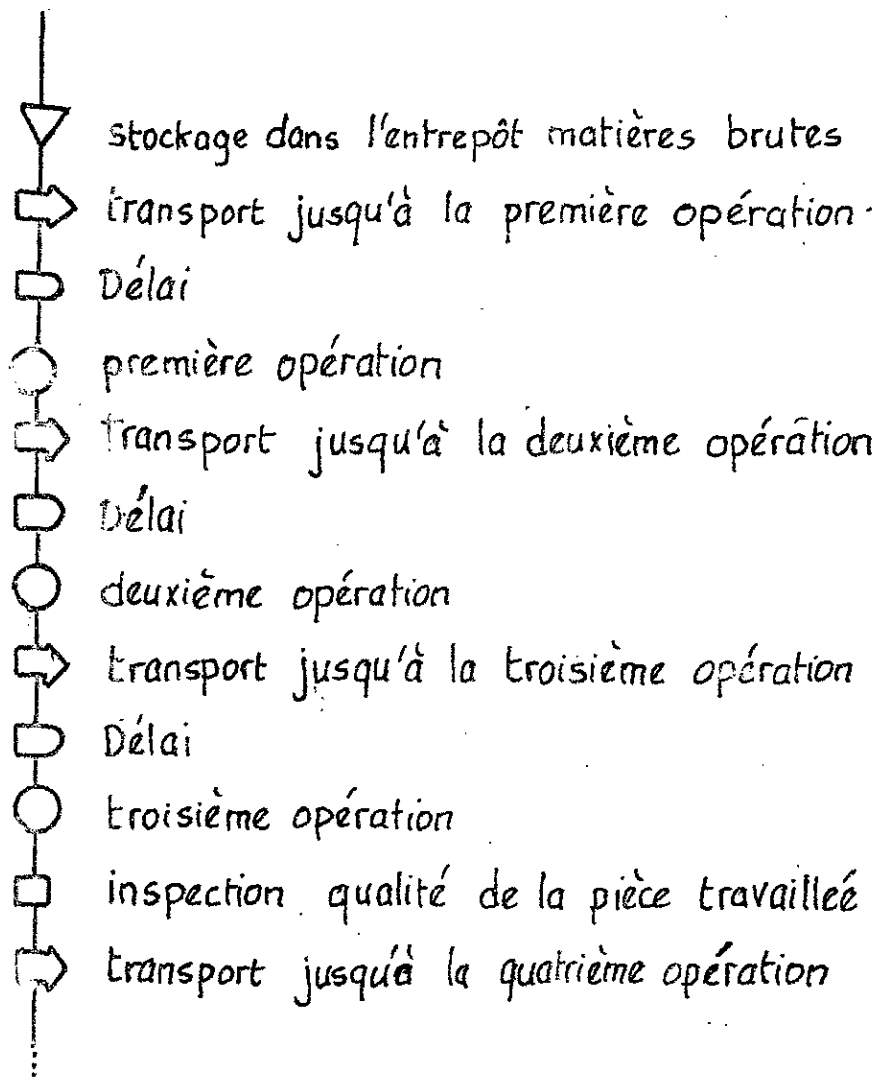


Figure: 4-1 Modèle de séquence d'opérations

## 4.2 Suggestions d'amélioration

Réduire les en.cours, raccourcir les délais de fabrication, augmenter le taux d'engagement des machines-outil, .... Autant d'arguments à la fois techniques et commerciaux qui plaident pour changer radicalement nos méthodologies de travail.

les systèmes flexibles répondent rapidement aux désirs du client sans stock en utilisant au mieux les outils de production. D'où une cascade de gains : réduction des en.cours, diminution des coûts de manutention, gains de surface au sol, etc, ...

### 4.21 Centre forge

Devant l'importance du problème posé :

- le taux de rebut enregistré est très important,
- les postes présentent des insuffisances des conditions de travail.

Le problème consiste donc, à rechercher les moyens susceptibles de diminuer le taux de rebuts et à améliorer sensiblement les conditions de travail qui se distinguent comme suit :

- Pénibilité (Bruit, chaleur, ...).
- Risques d'accidents.
- Risques de maladies professionnelles.

La suggestion d'amélioration porte sur l'introduction d'une nouvelle technique de près-formage (étirage, roulage) des ébauches des pièces de formes morphologiques complexes (Essieux, fuseés, ...) qui se font actuellement en manuel sur matrices au pilon.

La nouvelle méthode permet cette réalisation en trois

à quatre passes de « laminoir à retour », regroupant l'étirage et le roulage à partir d'un lapon chauffé à 1280 °C au moyen de rouleaux de formes.

### a- Principes du laminoir à retour

Le laminoir à retour est un appareil qui se compose de deux rouleaux de formes liés par des engrenages. Ces rouleaux tournent d'une façon continue mais, par rapport à l'opérateur en sens inverse des laminoirs d'aciéries.

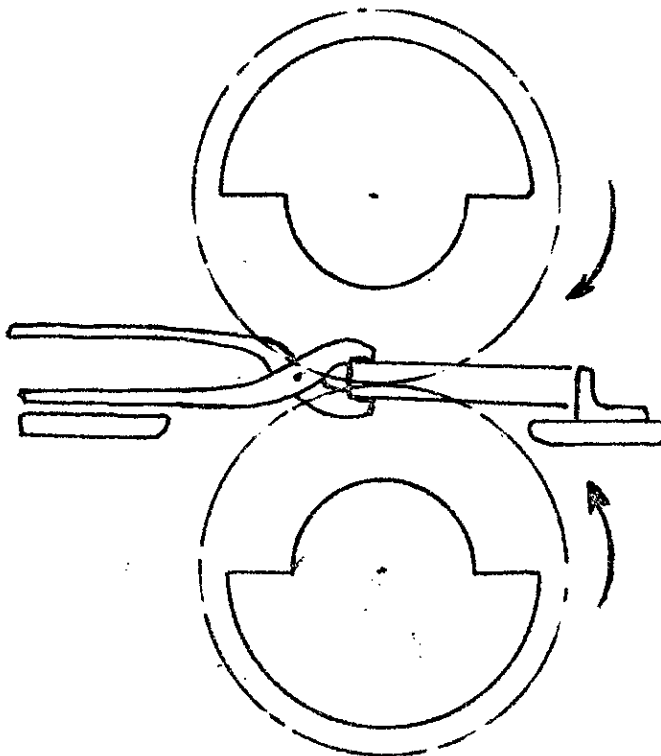


Figure : 4-2

Sur la figure les rouleaux sont en position ouverte.

L'opérateur introduit la barre, chauffée au rouge, et la pousse jusqu'au contact d'une butée. Les rouleaux, en tournant dans le sens des flèches, pincent la barre, l'écrasent en l'allongeant et la renvoient vers l'opérateur. Ce retour justifie le nom de cet appareil.



## b-Fabrication au laminoir

### 1- Procédé de fabrication : (annexe : 2)

La fabrication se fait en une seule chauffe. Le lopin chauffé à 1280°C, près-formé sur laminoir, est repris directement sur pilon où s'effectue la finition sur matrices. La découpe se fait à la suite sur la presse avec l'outillage de découpe (ébavurage) de la solution actuelle.

### 2- Poids de mise en oeuvre

D'une part, indépendamment de l'habileté des conducteurs de la machine et d'autre part, vu les formes obtenues au laminoir sont plus rapprochées à la forme définitive, le poids de mise en oeuvre est inférieur à celui du procédé actuel.

Nous faisons un gain de 13% environ de matière (Revue de National Machinery U.S.A)

### 3-Temps de fabrication

La régularité des formes obtenues par le laminoir nous permet de raccourcir le temps de finition.

Le travail se fait en temps masqué (ébauchage masqué par la finition).

### 4- Gestion

#### Rebuts

De part la régularité des ébauches aux formes déterminées, le taux de rebuts est réduit presque à zéro.

#### Stocks intermédiaires

Les stocks intermédiaires (ébauche en attente estampage finition) sont annulés - Le procédé laminoir permet

la reprise dans la même chauffe des ébauches laminées, de ce fait les manutentions sont réduites, l'opération de grenailage avant l'opération de finition est annulée. On supprime également les risques dus à la manutention.

#### 5- Conditions de travail

Les conditions de travail sont améliorées par l'élimination de l'opération ébauche, faite manuellement et qui représente en moyenne 50% du temps global.

#### 6- Implantation : (Annexe : 2)

Les surfaces actuelles des postes d'estampage (316 m<sup>2</sup> chacun) seront conservées

#### 7- Production

La capacité de production, avec le laminoir, est de 3 à 5 fois supérieure à celle d'un marteau pilon à étirer (Revue EUMUCO - R.F.A) ce qui permet d'atteindre notre objectif qui est de satisfaire les besoins nationaux.

### 4 2 2 Atelier des longerons

#### a- Découpe

Mise en place d'une presse de découpe identique à celle d'emboutissage avec les équipements suivants:

- une deuxième table de préparation outillage,
- une superstructure pour manutention automatique par ventouses ou aimant des larges-plats à l'approvisionnement de la presse.

Description (Annexe : 3)

#### b- Emboutissage

Equipement de la presse actuelle d'un système au-

tomatique d'alimentation et d'une seconde table de préparation outillages.

Description (annexe : 4)

### c - Assemblage

Avant la soudure par points deux postes de soudures semi-automatique feront la préparation des renforts et éventuellement l'opération de soudure automatique des 2 parties des longerons 49V8.

- Mise en place de deux robots de soudure par points à avance automatique.

Description (Annexe : 5)

### d - Perçage

- Mise en place de deux unités commandées par un ordinateur et desservies par un matériel périphérique fortement automatisé, l'une des deux perçages sera pour le perçage des trous de l'âme des longerons et l'autre pour le perçage des ailes.

Description

1. unité de perçage des trous de l'âme des longerons

Dans cette unité, quatre têtes à 6 broches prennent en charge l'âme des longerons, deux têtes pour chacun des éléments de gauche et de droite constituant le châssis. L'unité est associée à quatre systèmes de commande numérique qui reçoivent leur programme d'un ordinateur.

Ces programmes sont mis en liste d'attente dans l'ordinateur pilote et transmis à l'unité de perçage sur demande de l'unité numérique, par l'intermédiaire d'un « ordinateur de communication ». Le programme de perçage est

réparti sur les quatre têtes de perçage de façon à réduire à un minimum le temps d'usinage.

Le système de commande surveille l'ensemble du processus, l'unité est dotée d'un dispositif automatique de changement d'outils en cas de casse ou d'usure excessive du forêt.

### 2. unité de perçage des ailes

Pour le perçage des ailes, on retrouve le même processus de programmes en attente dans l'ordinateur pilote et leur transmission à l'unité de perçage sur demande automatique de la Commande numérique.

L'unité est dotée de deux têtes pratiquant 20 à 25 trous par longeron. Des outils incorporés dans les têtes de perçage assurent automatiquement l'ébavurage des trous percés.

### 3. Système de manutention entourant ces unités

À la sortie des robots de soudure, les longerons sont acheminés et placés par paire sur des étriers dans un entrepôt ou "poste de prélèvement" accueillant les différents types de longerons et quadrillé par un système de coordonnées.

Un pont roulant magnétique commandé par ordinateur vient desservir le poste de prélèvement, soulève les longerons par paire et les achemine vers un stock tampon situé en amont de la première unité qui perce les trous de l'âme. Des cellules photoélectriques contrôlent, ici que les longerons sont bien assortis par paire. En suite vient le chargement automatique de la machine.

Après le perçage des trous de l'âme, les longerons sont pris en charge par un pont roulant gerbeur à commande automatique qui les achemine vers un râtelier faisant office

de stock-tampon en amont de la perceuse suivante; un poste de contrôle est prévu ici, où les longerons sont prélevés et les trous vérifiés à l'aide des gabarits spéciaux. Après cela, la machine est chargée automatiquement

### C - Dégraissage - Peinture - séchage

#### Dégraissage

Installation d'une cabine fermée avec pulvérisateurs, le dégraissage se fait sur longerons sur convoyeurs ariens.

#### Peinture

Peinture au trempé des longerons manutentionnés par des convoyeurs ariens à déplacement automatique.

#### Séchage

Mise en place d'un four de séchage à la suite de la peinture avec les mêmes équipements

#### Description (annexe: 6)

### Motivations du choix de nos moyens

- L'investissement d'une presse de découpe se justifie d'une part par la saturation de la presse de l'emboutissage et d'autre part par la pénibilité du travail à la découpe par oxycoupage ou grignotage.
- L'élimination de la peinture au pistolet est prouvée par l'importance des maladies professionnelles
- L'investissement des deux unités de perçage commandées par ordinateur et desservies par un matériel fortement automatisé se justifie par la nécessité d'augmenter la flexibilité et la capacité de la fabrication de nos châssis. La flexibilité est

un facteur important par suite du grand nombre de variantes de chassis produits par notre usine, avec tout ce que cela entraîne pour le perçage des longerons. De plus, la flexibilité de la fabrication permettra de simplifier la particularisation de nos chassis en fonction des souhaits des utilisateurs.

Le cycle de perçage d'une paire de longerons peut être réduit à 12 minutes (Revue de la machine outil et de la production automatisée - France) tandis que actuellement le temps de perçage seulement est de 30 minutes sans compter la reprise de perçage, les opérations d'ébavurage et calibrage et le temps de manutention entre ces postes.

### Conditions de travail

Les conditions et le cadre de travail seront améliorés notamment par la suppression quasi-totale des opérations pénibles.

Toute la manutention des gabarits de perceuses et des dispositifs de levage est, maintenant, confiée à des machines incorporant des systèmes qui réduisent les immobilisations à un minimum.

### Production

La capacité de l'atelier peut être portée à 20000 paires de longerons par an.

Remarque: pour les unités de perçage, on s'est inspiré de la revue machine-outil Produire - France.

### Implantation

La surface actuelle de l'atelier (4200m<sup>2</sup>) sera conservée et ceci avec une implantation rationnelle des moyens à mettre

en place (voir annexe : 9)

#### 4.23 Centre mécanique

La caractéristique des systèmes flexibles d'usinage de traiter les pièces par famille nous conduit à suggérer des améliorations par famille de pièces et cela après un examen typologique des divers composants présents actuellement dans nos différents véhicules industriels qui a mis en relief les familles suivantes :

- famille de carters de boîtes à vitesses,
- famille de supports différentiels et leur chapeaux,
- famille de cuves de ponts,
- etc....

a- Exemple d'implantation d'un système flexible d'usinage pour la famille de supports différentiels et leur chapeaux (annexe : 7).

##### Description de l'installation

L'installation est constituée par quatre stations d'usinage à CNC avec table tournante de précision, elle aussi contrôlée par CNC, plus un station de chargement et déchargement avec unités automatiques de vissage et un système modulaire de transport et recirculation des palettes. Etant donné sa modularité, une extension du système à 8 stations d'usinage est possible.

**Circulation des pièces :** Les supports différentiels, ainsi que leurs chapeaux montés sur palettes et mis en circulation pour être usinés successivement, les supports différentiels sont palettisés pour être usinés avec leurs chapeaux assemblés.

Le cheminement d'une machine à une autre est assuré par

le système de gestion, pour permettre la réalisation des différentes étapes de la gamme d'usinage.

Le système de transport : Il consiste en une voie à galets motorisés et les tronçons transversaux de l'extrémité de l'anneau principal comprenant une table tournante utilisée aussi bien pour virer de  $180^\circ$  les palettes qui passent d'un côté à l'autre de l'anneau, que pour les virer de  $90^\circ$  pour l'introduction ou l'extraction des palettes de la ligne, selon les nécessités de production.

Le système de conduite : l'ordinateur central gère aussi bien la distribution des données aux différentes CNC des unités d'usinage que le trafic des palettes à travers un contrôleur programmable.

Outre la gestion de la ligne, l'ordinateur central procède à la monitorisation de la production, aux diagnostics pannes, gestion outils avec contrôle de rupture et d'usure et contrôle des pièces par palpeurs à l'intérieur des modules d'usinage.

b - Exemple d'implantation d'un système flexible d'usinage pour la famille de carters de boîtes à vitesses.

(annexe : 8)

### Description de l'installation

Matériellement, l'atelier est constitué comme suit :

- quatre centre d'usinage qui se chargent des opérations de perçages, alésages, taraudages, lamages et fraisage de l'ébouche à la finition des pièces à usiner

Chacune de ces unités d'usinage est pilotée par un automate programmable, et équipée d'un changeur automatique d'outils disposant d'un magasin d'outils qui se fixe successivement sur la broche de l'unité en fonction des opérations à effectuer sur la pièce.



- Deux machines modulaires convertibles, équipés des têtes multiples ordonnées en fonction des opérations à réaliser sur la pièce (Perçage, lamage, alésage, taraudage)

A chaque pièce correspond une série de têtes, en attente sur le chemin de convoyage, appelée selon les besoins de la gamme d'usinage.

- Une machine dressage - alésage à changeur automatique de porte outils et à broche horizontale.

La broche porte-outil porte une tête à surfacer à chariot radial. ce dernier permet le changement automatique des portes outils d'alésage, de dressage, de centrage et de filetage pour usiner en intérieur ou extérieur des pièces fixes.

Les mouvements des outils de la machine sont contrôlés par commande numérique.

- Un tunnel de ringage.

- 2 postes de palettisation servant au montage et au démontage des pièces à usiner sur palettes.

- D'un ensemble de chariots filoguidés assurant le transport des pièces.

**Circulation des pièces:** A partir des postes de palettage, les pièces sont prises en charge par le système de gestion qui va les acheminer d'une machine à l'autre, pour permettre la réalisation des différentes étapes de la gamme d'usinage.

Chaque machine a ses programmes en mémoire et démarre automatiquement après reconnaissance de la pièce palettisée.

**Système de transport:** Il est constitué par des conducteurs électriques, noyés dans le sol, générant un champ magnétique qui est capté par les bobines de guidage montées sur le chariot, pilotant les asservissements qui maintiennent le chariot sur sa trajectoire.

L'échange d'informations entre le chariot et le système informatique de pilotage se fait par des plots de dialogue implantés dans le sol et sur le chariot.

La fonction transport a pour missions :

- Réaliser les consignes transmises par l'ordinateur central, acheminement des pièces en fonction de la gamme d'usinage en utilisant éventuellement les places de stock.
- Gérer le trafic des chariots en circulation sur le réseau.
- Assurer l'échange et la recharge des batteries. Le poste de recharge est situé dans un local fermé où évolue un chariot spécifique à fourches.

Le système de conduite : l'ordinateur central coordonne le fonctionnement de l'ensemble du système composé de sous-ensembles autonomes :

- Les modules machines,
- Le transport,
- les deux postes de dialogue opérateurs

Chacun de ces éléments dispose de sa propre logique (A.P, commande numérique) de fonctionnement.

### c.-Le Fonctionnement de ces ateliers

Il faut avant tout se fixer un objectif : liste des pièces en quantité à produire

Le système central contrôle s'il est possible de réaliser cet objectif, autrement dit s'il n'existe aucune impossibilité au niveau des machines de l'atelier (programmes, outils, -). Dans le cas contraire, le responsable peut modifier l'objectif jusqu'à ce qu'il soit réalisable.

Après validation, le système édite, par machine, la liste des programmes et des outils nécessaires à l'usinage des pièces.

En possession de ces informations, le technicien de l'atelier procède au chargement des programmes d'usinage sur les machines et approvisionne leur magasin en outils.

Dès qu'une machine est rééquipée, il demande au système central (via un A.P.) d'effectuer le contrôle de la configuration de la machine.

Si le contrôle est positif, le central transmet les paramètres suivants à l'A.P.:

- Pour chaque outil: durée de vie et taux d'utilisation;
- Pour chaque programme: durée et numéro du premier outil;
- enfin, la liste des programmes par pièce prise usinable par la machine.

La machine est alors prête à produire. Le système central débloque les palettes en attente dès que toutes les unités de production ont été reconfigurées.

L'Atelier peut démarrer et le système de gestion, prenant en compte les palettes en attente, les achemine vers des postes de palettisation, où elles vont commencer leur rotation suivant les gammes de fabrication correspondant à l'objectif.

Lorsque la palette parvient sur l'un des postes de palettisation, le système central indique, sur la console du palettiseur concerné, l'identification de cette palette, ainsi que la liste des pièces que l'opérateur peut remonter. Au moyen du pupitre, relié à un A.P., l'opérateur indique la pièce qu'il va monter sur la palette. Le système central construit le "code" pièce-palette puis le transmet à l'A.P. et ce dernier le diffuse aux machines.

La pièce montée sur palette est prise par le système et l'achemine vers l'une des machines capable d'exécuter la 1<sup>ère</sup> opération de la gamme.

Lorsque la palette se présente à l'entrée d'une machine son code est lu et le système central vérifie qu'elle était bien attendue à ce poste. Si oui, la palette est validée, la machine sélectionne le

programme correspondant et effectue l'usinage.

Dès que la 1<sup>ère</sup> opération est terminée, la pièce est mise en circulation jusqu'à l'une des machines correspondante à la 2<sup>ème</sup> opération de la gamme, et ainsi de suite.

Avant le retour aux postes de palettisation, le couple palette-pièce subit un rinçage dans un tunnel de lavage

Au démontage, le palettiseur contrôle la pièce et alerte le système en cas d'anomalie.

## CONCLUSION

L'introduction des systèmes de production flexibles et automatisés dans nos unités de production est une étape normale de l'évolution des techniques. Elle nous permettra non seulement l'augmentation de la productivité mais aussi:

- l'augmentation de la qualité de travail,
- la suppression des tâches pénibles ou risquées,
- l'enrichissement des tâches,
- la diminution des rebuts,
- le gain sur les délais de fabrication.

Le corollaire à la mise en oeuvre de ces ateliers flexibles est la complexité des équipements de production. Autrement dit les problèmes de maintenance revêtent ici un caractère primordial. Par ailleurs les exploitants de ces équipements ont un niveau de qualification plus approfondi et plus diversifié. Ces nouveaux outils de production doivent être sans cesse optimisés.

Enfin, l'automatisme incontestablement véhicule de l'évolution nécessite une grande préparation avant son intégration dans les unités de fabrication, car la promotion technologique ne se confond pas avec l'acquisition de matériel ultra-moderne mais qu'elle signifie surtout le lent et difficile apprentissage des processus de développement, la mise en place des moyens nationaux d'études et de conception de projets, le développement d'une recherche scientifique liée aux réalités nationales.

# BIBLIOGRAPHIE

- Automation et systèmes de production (volume 1)  
Mikell P. Groover  
HERMES 1981
- Les techniques de l'usinage flexible  
B. Froment ; J.-J. Lesage  
Dunod 1983
- L'avenir de la robotique  
Yves Lasfargue  
Les éditions d'organisation 1981
- Article paru dans le bulletin technique n°50 (avril, mai, juin 1982)  
de la régie nationale des usines Renault
- Documentation technique de la division machines outil Torino. Italie
- Revue machine-outil n°397. Juin 1982
- Revue machine outil produire n°2. Février 1985
- Supplément au n°16 du 19 avril 1985 de la revue l'usine nouvelle
- Revue métaux déformation n°64. Janvier février 1981
- Revue national machinery n°3. 1980
- Revue machine outil produire n°1. Janvier 1985
- Fabrication assistée par ordinateur  
Mikell P. Groover  
éd. Hermes

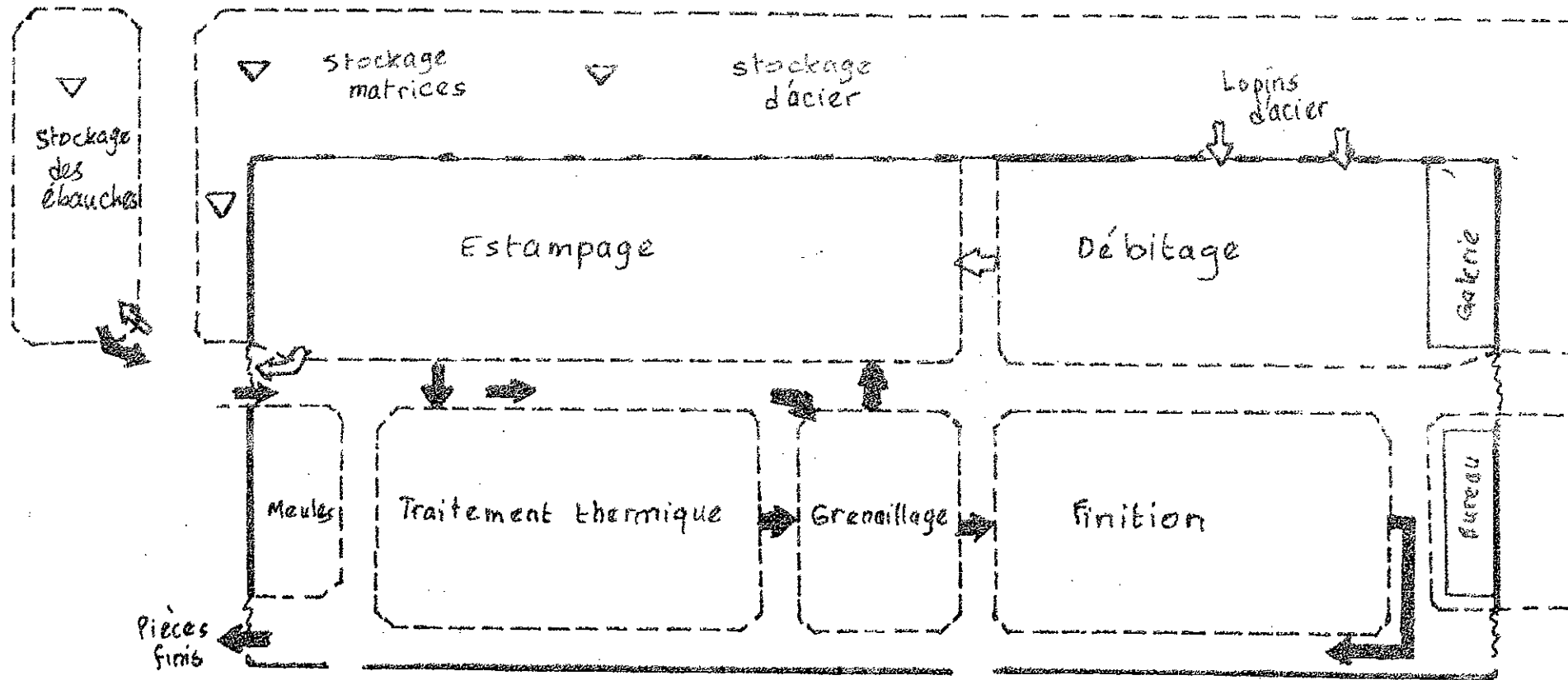
# ANNEXES

# Circuit de fabrication d'une pièce de forme morphologique complexe

(annexe: 1-1)

⇒ phase ébauche

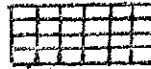
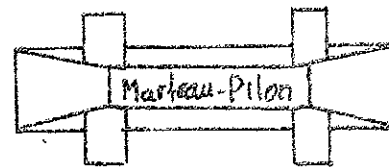
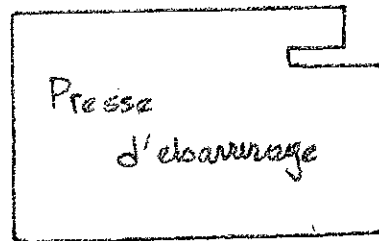
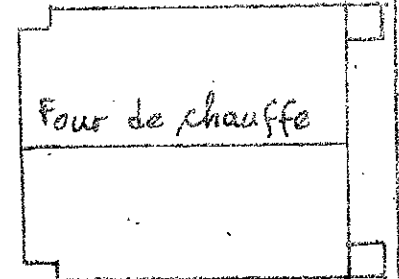
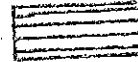
⇒ phase finition



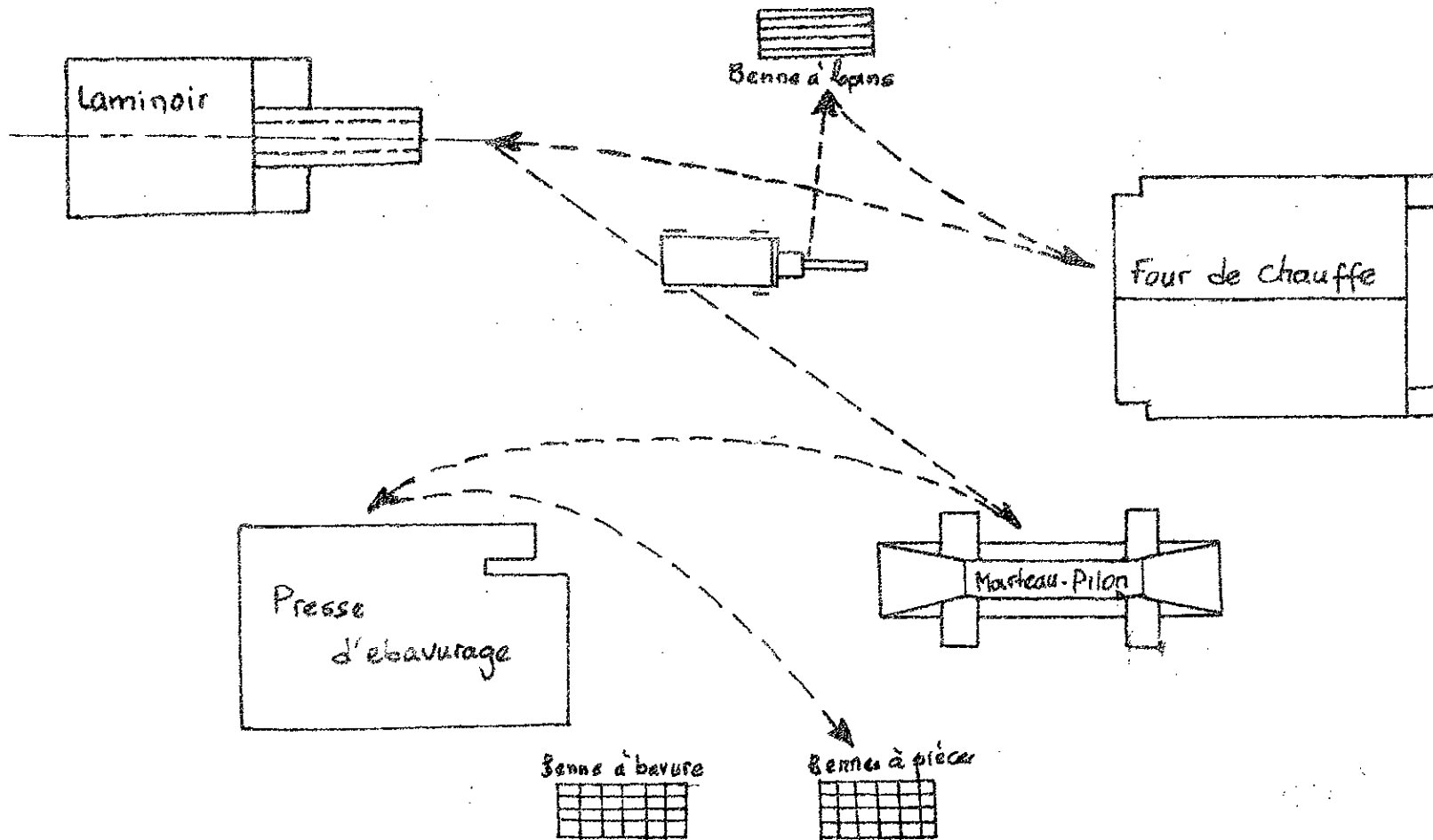


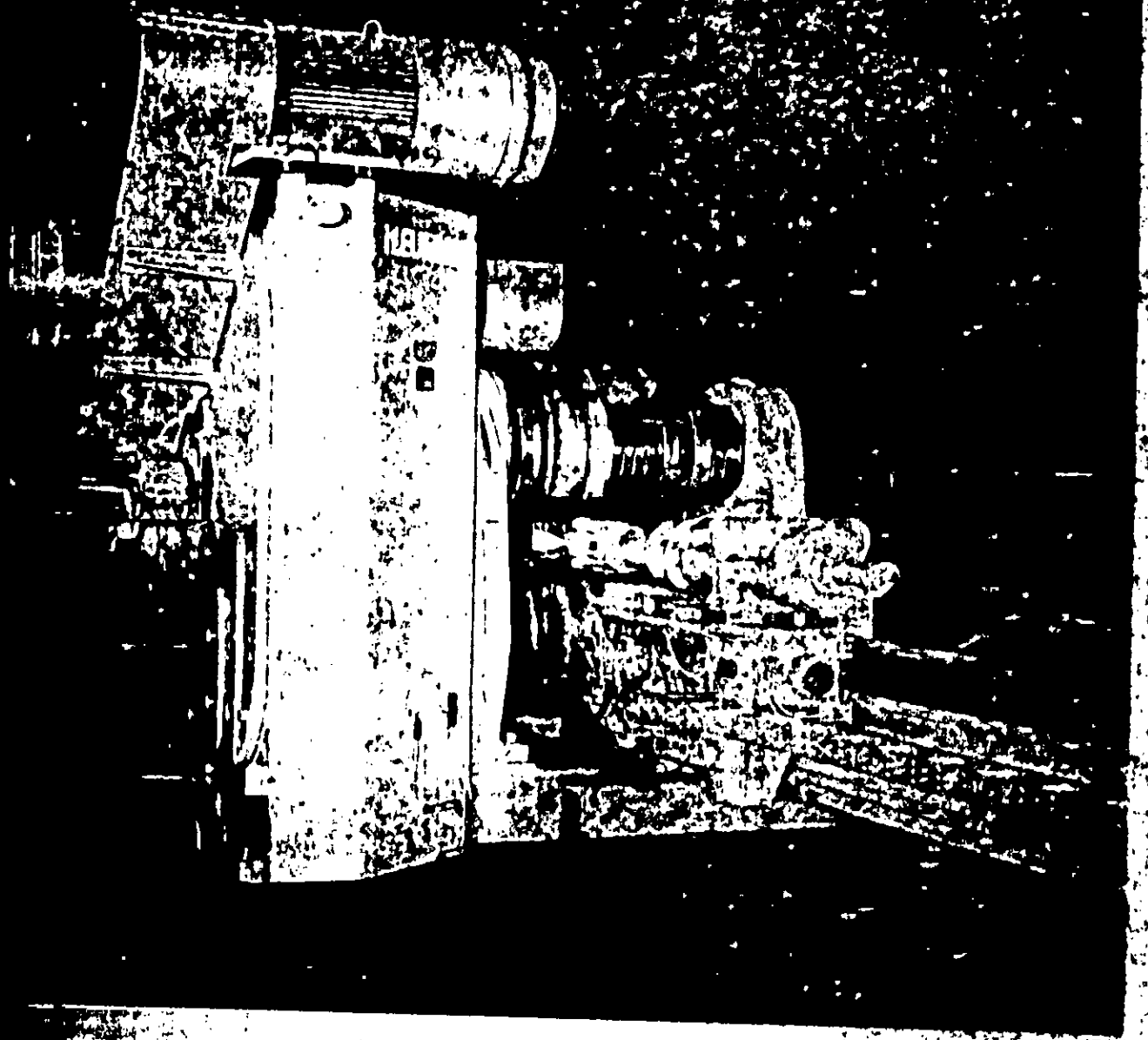
Plan actuel du poste d'estampage

(Annexe 12)



# schéma d'implantation du laminoin dans un poste d'estampage (annexe)

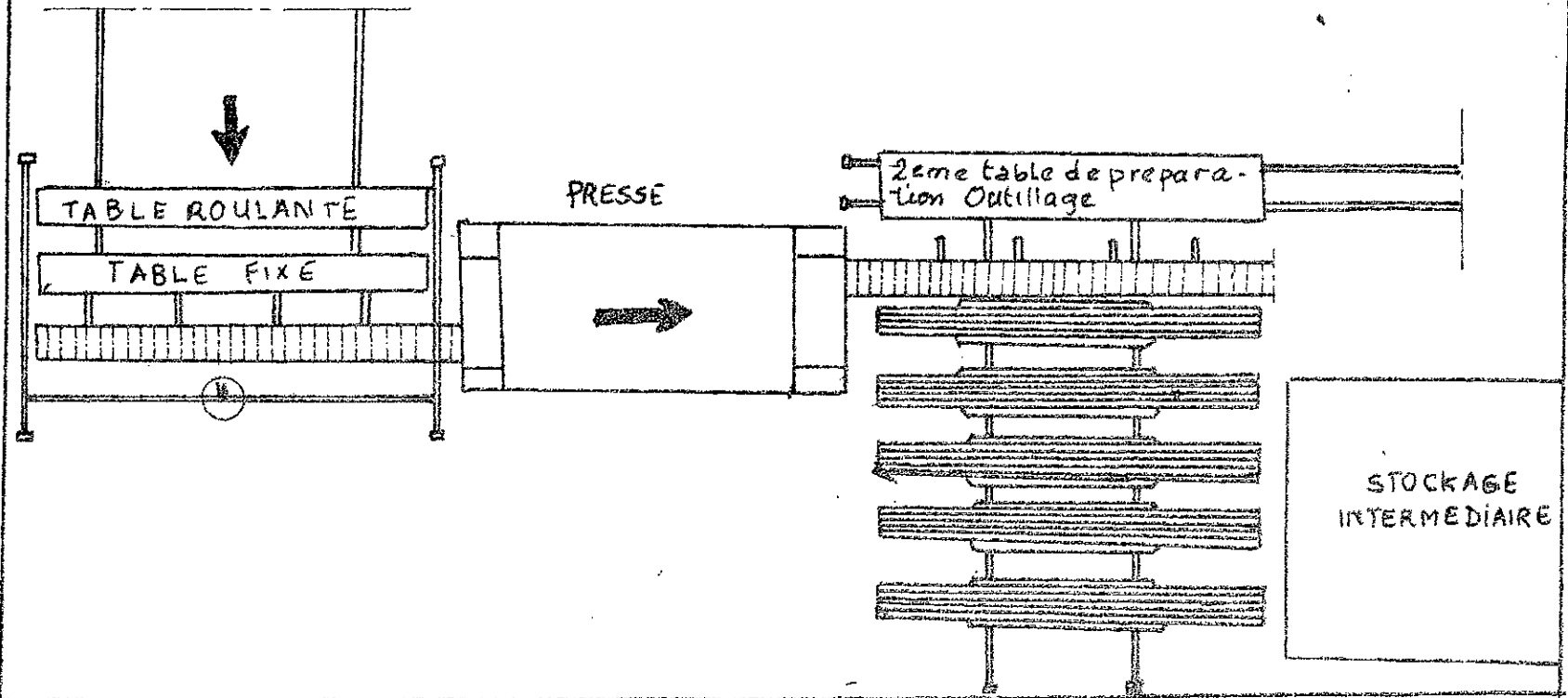




Pour ébaucher les pièces à estamper lourdes, comme par exemple les essieux avants de camions, les grandes bielles, les vilebrequins et autres pièces analogues, on équipe les laminaires à forger de manipulateurs. Les conducteurs des machines sont ainsi déchargés des travaux corporels pénibles. Une exploitation entièrement automatique est également possible. L'utilisation d'un manipulateur permet de réduire le temps de laminage, de telle sorte qu'il est possible d'ébaucher et de terminer le forçage en une seule chauffe.

**5) Laminair, type RW 3 w, avec manipulateur qui transporte dans une chaîne transfert d'estampage une pièce laminée vers une presse à coin EUMUCO, d'une capacité nominale de 120.000 kN (12.000 T)**

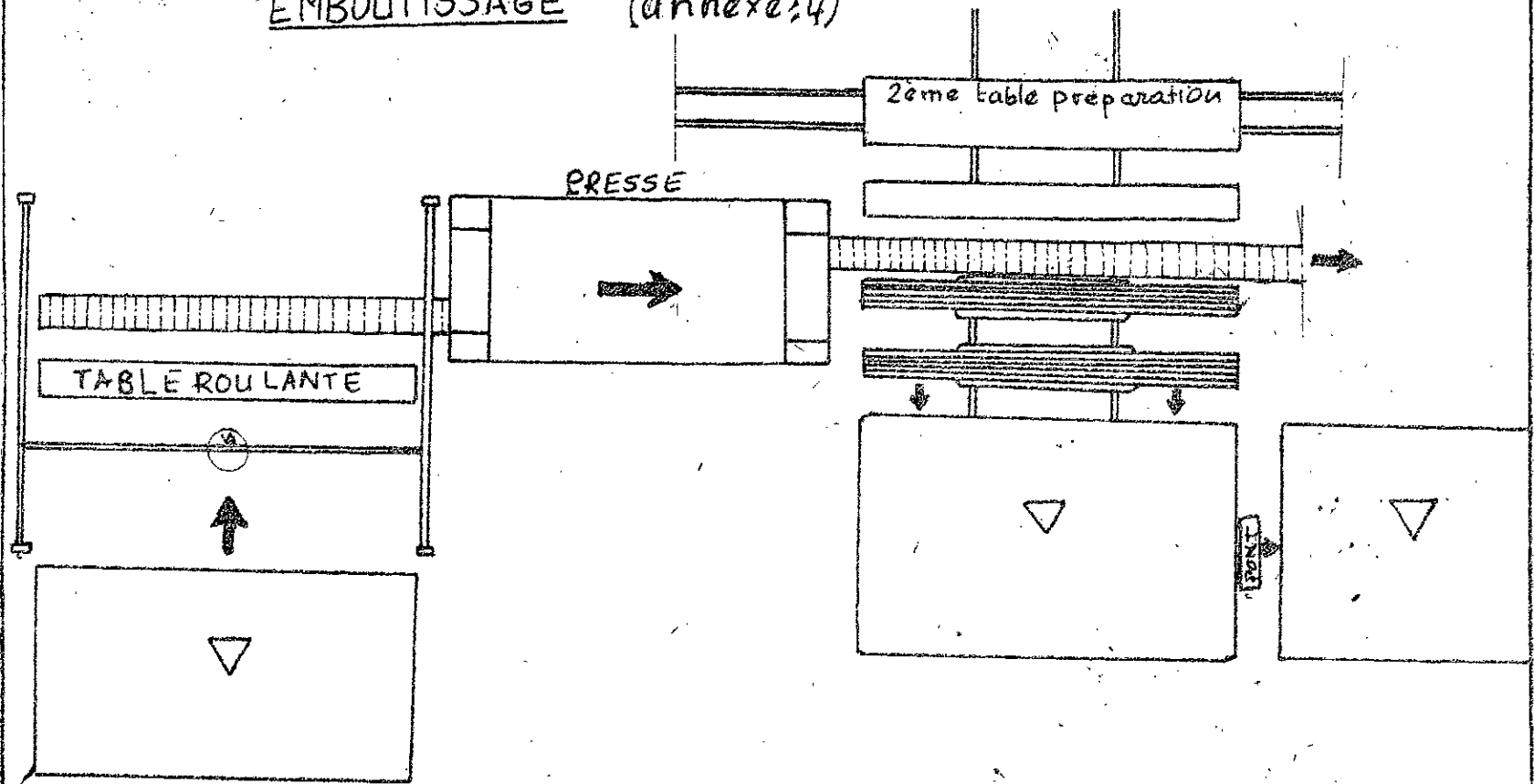
## DECOUPE LARGES PLATS (annexe:3)



### DESCRIPTION

- Les larges-plats sont approvisionnés du parc sur une table roulante motorisée
- L'alimentation de la presse se fera par palan électrique à aimants ou à ventouses
- Le positionnement sur la presse sera automatique similaire à la presse d'emboutissage
- L'évacuation des larges plats découpés se fera par galets motorisés et chaîne même système que la presse d'emboutissage.

## EMBOUITISSAGE (annexe 4)

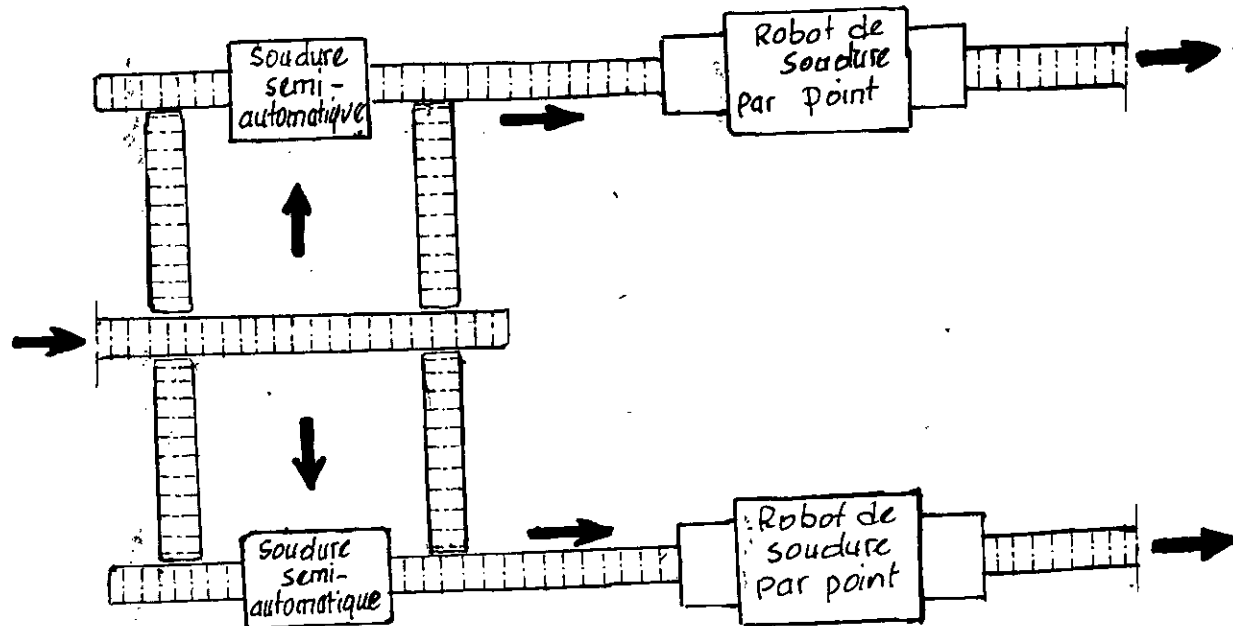


### DESCRIPTION

On alimente la table roulante au pont qui elle à son tour alimente la presse par palan électrique à aimants.

Une seconde table de préparation outillages baissera de 50% les temps de réglage

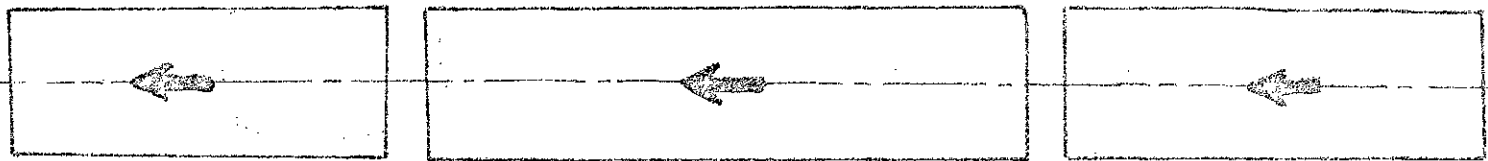
## PREPARATION ET SOUDURE PAR POINT (annexe:5)



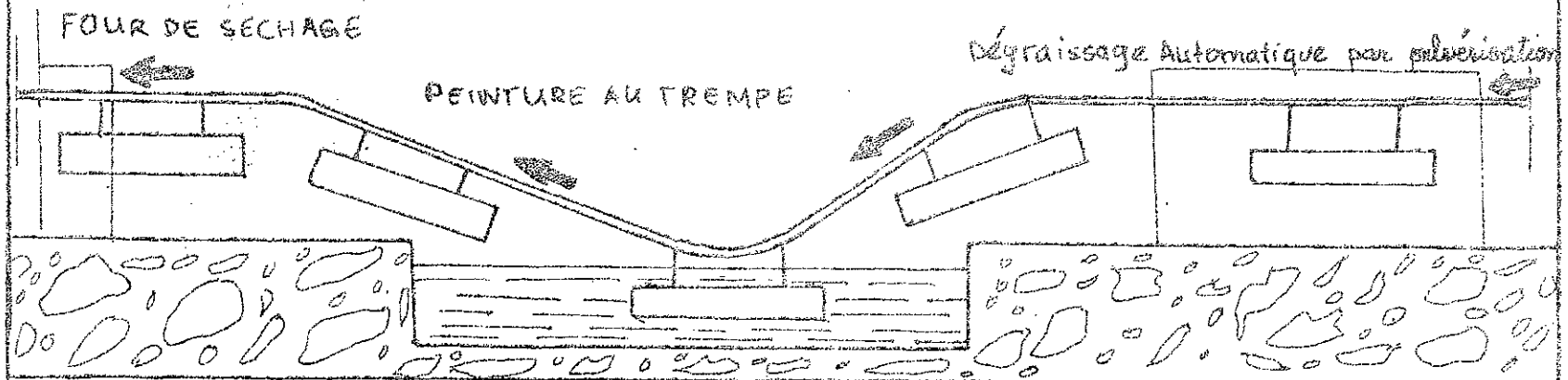
### DESCRIPTION

Venant du parc stockage ou de l'emboutissage, les longerons sont préparés à la soudure semi-automatique, l'opération de pontage et soudure est automatique sur rouleaux motorisés, les longerons sont évacués sur les deux robots de soudure par points.

DEGRAISSAGE - PEINTURE - SECHAGE (annexe - E)

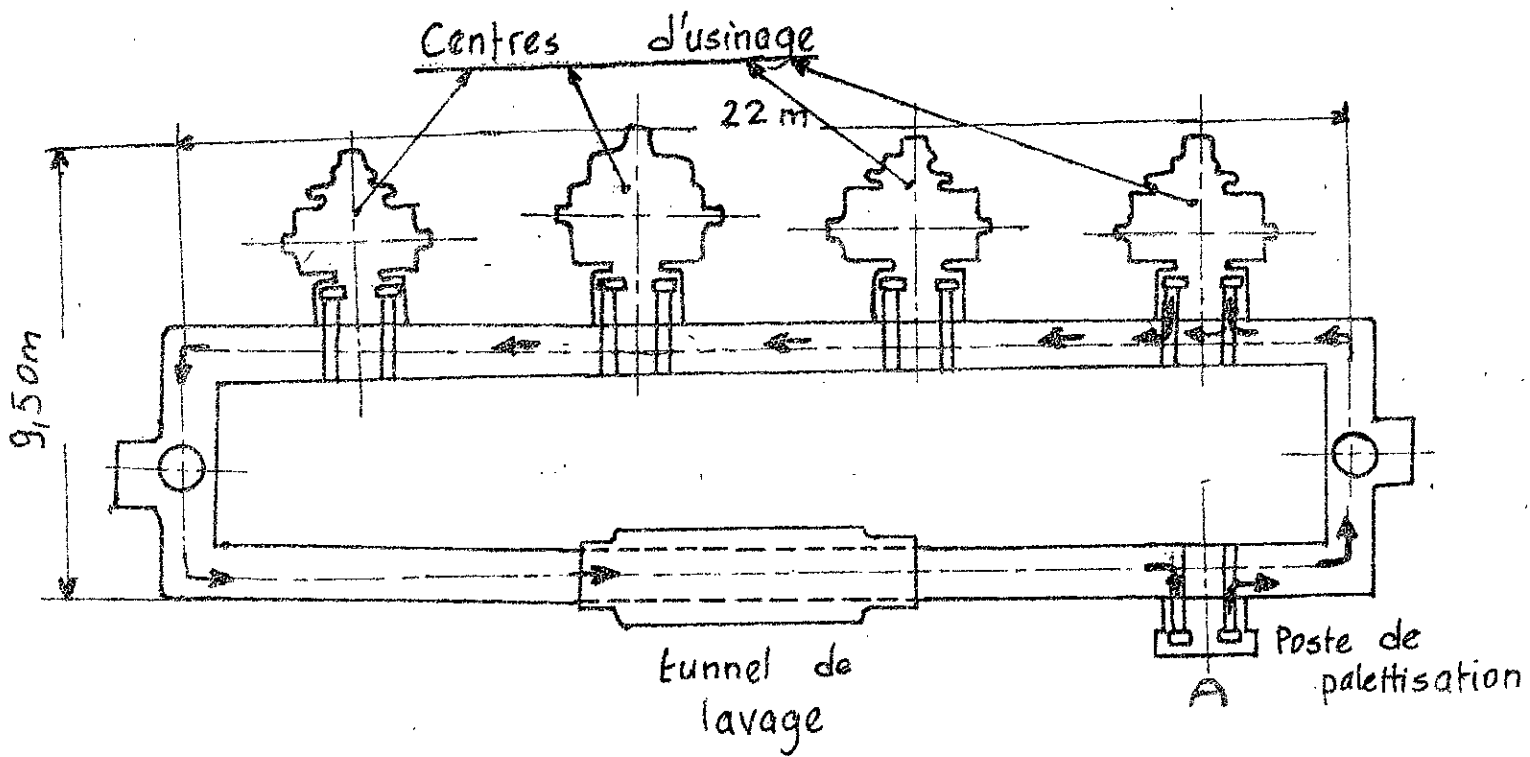


PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



DESCRIPTION

Une chaîne tractée supporte les longerons qui passent successivement au dégraissage peinture au trempé et séchage au four.

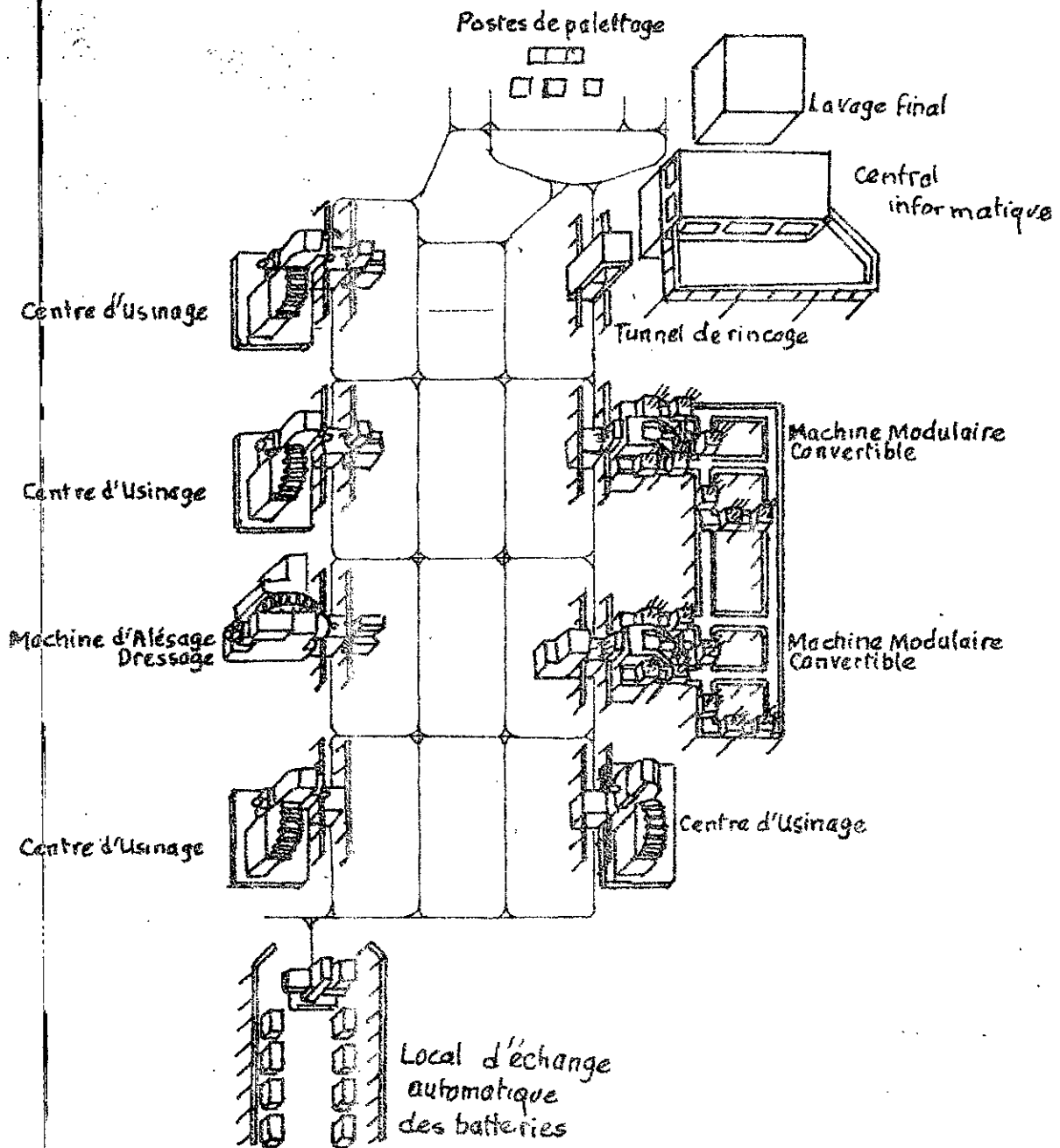


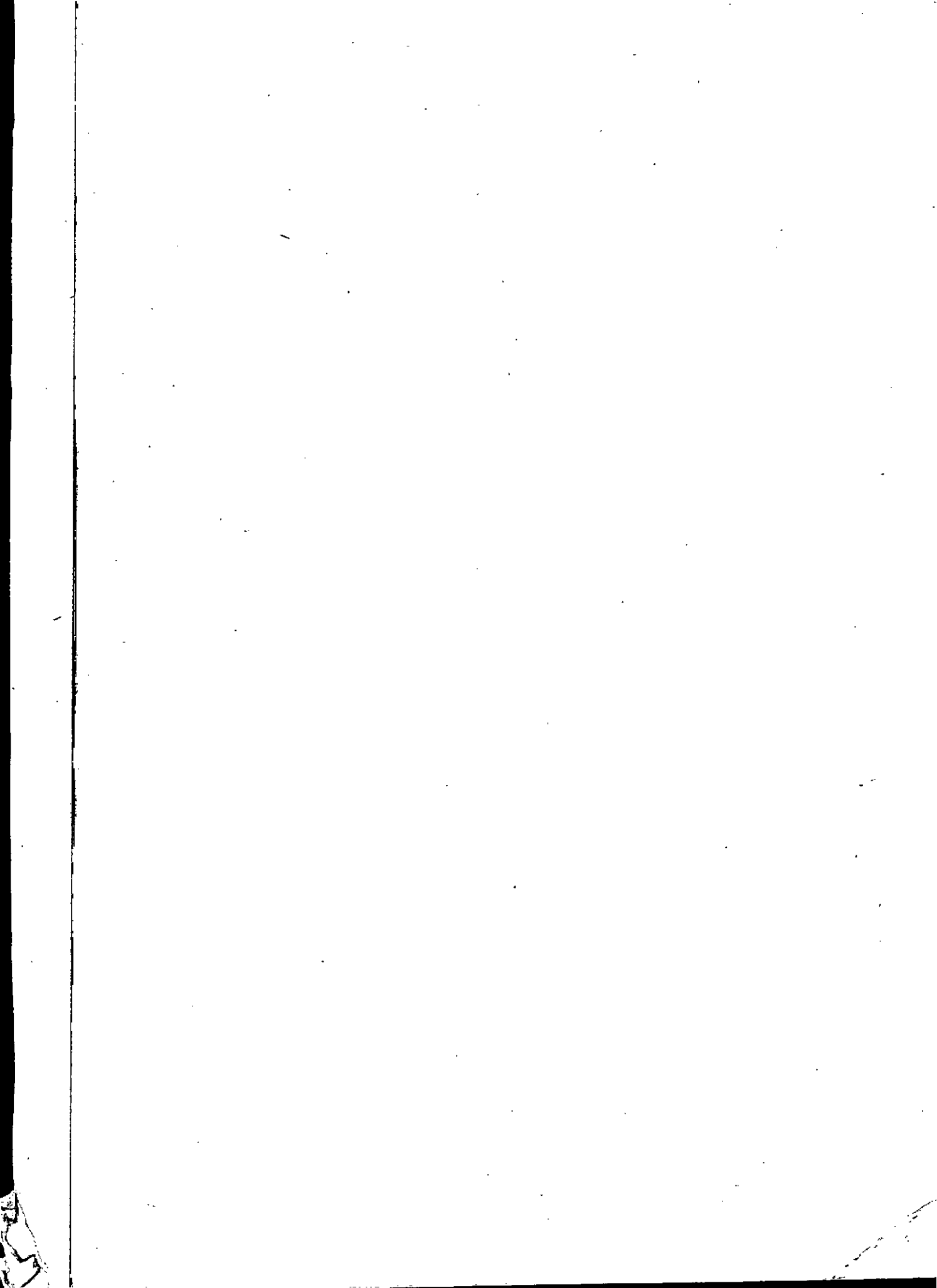
PLAN D'ATELIER (annexe : 7)

central  
informatique



# PLAN D'ATELIER (annexe : 8)





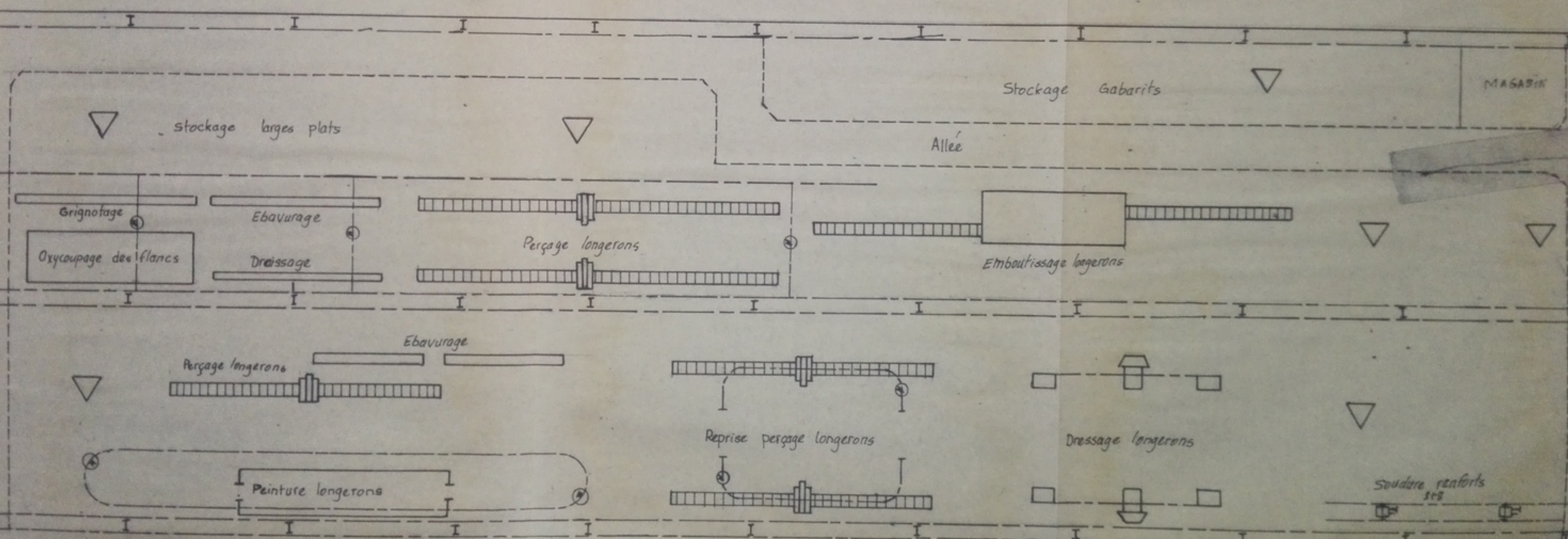
PLAN ACTUEL DE L'ATELIER DE FABRICATION DES LONGERONS

(Annexe: 9.1)

Echelle: 1/200

PM 485

1.



PLAN D'ATELIER AUTOMATISÉ POUR LA FABRICATION DES LONGERONS

(Annexe : 9.2)

Echelle: 1/200

PM02485

- 2 -

