

وزارة التعليم والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

12

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE MECANIQUE

المركز الوطني للتوثيق
BIBLIOTHEQUE - المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

**UNITE D'USINAGE
TOTALLEMENT
AUTOMATISEE**

Proposé par : M^{er}
ZERGUERRAS

Etudié par : M^{er}
LAZAR

Dirigé par : M^{er}
ZERGUERRAS

§ DEDICACES §

- A tous ceux qui vivent pour un idéal.
- A mon beau-frère qui ma élevé.
- A mon frère qui ma aidé à poursuivre mes études.
- A ma mere, mon pere, ma soeur et mes deux frères qui ont fais le sacrifice de leurs vies pour que vive notre revolution.

§ R E M E R C I E M E N T S §

Je tiens à remercier beaucoup M^{er} ZERGUERRAS
AHMED " directeur des relations extérieurs de l'école
nationale polytechnique " pour son aide précieux et
pour son suivi tout au long de mon étude.

Je tiens à remercier aussi tous mes amis qui m'ont
encouragés pendant mon travail et surtout mon beau-
frère qui a été toujours à mes côtés pendant les moments
difficiles.

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

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Departement : MECANIQUE
Promoteur : ZERGUERRAS
Elève ingénieur : LAZAR



وزارة التعليم العالي
المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
فرع : الهندسة الميكانيكية
الموضوع : زرفا الرافيس
الطالب المهندس : لزار

الموضوع : وحدة استصناع كاملا ذاتية
الملخص : يتناول هذا المشروع في أهمية سلسلة لإنتاج صندوق
سرعات ذي ميزات عالية
والهدف الرئيسي من هذا العمل هو إيجاد الحلول التي من شأنها أن تؤدي
إلى تحسين تركيب نقل و.ع.ص فيها يتعلق بإنتاج صناديق السرعات
عن طريق منظومات استصناع تسمح برفع الإنتاج .

SUJET : unité d'usinage totalement automatisée.

RESUME : ce projet consiste en l'automatisation d'une chaîne de production de boîtes de vitesse de qualités.
l'Objectif principal est de trouver des solutions d'amélioration des performances en boîtes de vitesse du complexe S.N.V.1 par des systèmes de fabrication permettant d'augmenter la production.

SUBJECT : The automate flexible manufacturing cells.

ABSTRACT: This project consist in automatisisation of production line for high quality gear boxes.
The main objectic is to find solutions to improve the performances of complex S.N.V.1 , with systemes allowing to increase the production.

T A B L E des M A T I E R E S

I	INTRODUCTION	I
II	NOTIONS D'ATELIERS FLEXIBLES.....	4
	2.1 Generalité.....	4
	2.1.1 definition	4
	2.1.2 caractéristique et objectifs des A.F , , , ,.....	4
	2.2 Matériel d'automatisation.....	5
	2.2.1 les capteurs	5
	2.2.2 matériel de transmission d'information.....	6
	2.2.3 matériel de traitement d'informations.....	8
	2.2.4 les actionneurs.....	9
	2.2.5 les logiciels.....	10
	2.3 Elements de fabrication.....	11
	2.3.1 les M.O.C.N	11
	2.3.2 classification des M.O.C.N	12
	2.3.3 classification suivant le nombre d'axes.....	14
	2.4 Systeme de manutention et transport.....	15
	2.4.1 chargement-déchargement des machines.....	15
	2.4.2 transport des pièces dans l'atelier.....	16
	2.4.3 élément du système de transport.....	17
	2.5 Systeme de conduite.....	22
	2.5.1 cahier des charges.....	23
	2.5.2 structure du système de conduite.....	24
III	ATELIER AUTOMATISEE FLEXIBLE D'USINAGE D'UNE P.V	26
	3.1 Description d'une boîte de vitesse.....	26

3.1.1	différents éléments constituant une B.V.....	26
3.1.2	schéma descriptif des éléments d'une B.V.....	27
3.2	Détermination des opérations d'usinage d'une B.V..	27
3.2.1	usinage du carter, cloche et couvercle.....	27
3.2.2	usinage des arbres.....	32
3.2.3	usinage des pignons et baladeurs.....	33
3.2.4	usinage des bagues.....	34
3.2.5	traitement thermique et rectifiage.....	35
3.3	Organigramme fonctionnel de l'usinage d'une B.V ..	35
3.4	Organisation de l'unité flexible.....	36
3.4.1	détermination des M.O.C.N pour usinage de la B.	36
3.4.2	installation.....	36
IV	GRAFCET POUR L'USINAGE D'UNE BOITE DE VITESSE	37
4.1	Reseau de PETRI.....	37
4.1.1	définition	37
4.1.2	regle de validation et de tir d'une transition	38
4.1.3	normalisation du grafcet.....	39
4.1.4	utilisation du grafcet.....	40
4.2	Grafcet des M.O.C.N	42
4.2.1	grafcet de la fraiseuse.....	42
4.2.2	grafcet de perçage.....	50
4.2.3	grafcet de chariotage.....	55
4.2.4	grafcet de mortaisage	58
4.2.5	grafcet de rectifiage.....	59
4.2.6	grafcet de traitement thermique superficiel...	60
4.3	Grafcet des robots.....	63

T A B L E des F I G U R E S

fig: 2.1	sejour d'une piece dans un atelier conventionnel	5
fig: 2.2	mesure par regle incrementale.....	6
fig: 2.3	schemac de principe d'un actionneur	7
fig:2. 4	principe de transmission par fibre optique.....	7
fig: 2.5	principe de mesure direct	10
fig: 2.6	principe de mesuer indirect.....	10
fig: 2.7	liaison entre partie operative-partie commande..	12
fig: 2.8	déplacement par positionnement point à point.....	13
fig: 2.9	fraisage et tournage en paraxial.....	13
fig:2.10	structure en ligne d'un systeme de transport....	16
fig:2.11	structure à accès aleatoire du syst de transport	16
fig:2.12	structure d'un robot manipulateur.....	17
fig:2.13	principe de guidage opto-électrique.....	21
fig:2.14	plots de dialogue.....	22
fig:2.15	champs magnétique créer par les conducteurs.....	22
fig:2.16	environnement du systeme de conduite.....	23
fig:2.17	structure fonctionnelle.....	25
fig:2.18	structure hierarchique	25
fig:2.19	vue de dessus d'un carter.....	28
fig: 3.2	vue de la face laterale avant du carter.....	30
fig: 3.3	vue de la face laterale arriere Du carter	31
fig: 3.4	arbre moteur.....	32
fig: 3.5	arbre recepteur.....	33
fig: 3.6	vue en coupe et en profil d'un engrenage.....	34
fig: 4.1	description schematique du cinq-kuplet.....	38

fig: 4.2 representation d'une transition et d'un tir	38
fig: 4.3 representation normalisée du grafcet.....	39
fig: 4.4 sequences simultanées du	40
fig: 4.5 sequences successives	40
fig: 4.6 organigramme d'un grafcet.....	41
fig: 4.7 cycle de fraisage sur la face superieur du carter	43
fig: 4.8 grafcet de fraisage de la face superieur.....	44
fig: 4.9 cycle d'alesage de l'emplacement des roulements..	45
fig:4.I0 grafcet de l'alesage	45
fig:4.II cycle de taillage des engrenage.....	46
fig:4.I2 grafcet de taillage des engrenages.....	47
fig:4.I3 grafcet d'exécution des cannelures.....	48
fig;4.I4 cycle d'exécution des cavités des clavettes.....	49
fig:4.I5 grafcet de d'exécution des cavités.....	50
fig:4.I6 cycle de perçage des six trous d'assemblage.....	51
fig:4.I7 grafcet de perçage	53
fig:4.I8 grafcet de taraudage	54
fig:4.I9 grafcet d'exécution d'un côté de l'arbre moteur..	56
fig:4.20 grafcet d'exécution de l'arbre.....	57
fig:4.2I cycle de mortaisage.....	58
fig:4.22 grafcet de mortaisage.....	59
fig:4.23 cycle de traitement thermique.....	60
fig :4.24 grafcet de traitement thermique.....	62
fig:4.25 grafcet de chargement-dechargement des machines	65

I N T R O D U C T I O N

Le present sujet à pour but d'automatiser une chaine de production de boites de vitesse qui jusqu'à present cet organe d'engin pose un grand probleme pour notre societé nationale de production de vehicule industriel car plus de 3000 boites de vitesse sont importées par an pour completer la gamme produite à la S N V I - C V I .

L'automatisation des processus de production discontinues à été annoncée par l'apparition des ateliers flexibles d'usinage qui reduit le nombre d'operateurs et ameliore la productivité.

Pour le montage, et le transport, en revanche il a fallu attendre la percée des robots pour voir ces derniers evoluer vers l'automatisation systematique.

Plus particulierement l'industrie automobile dans le monde eprouvait des difficultés à recruter des operateurs pour les chaine d'assemblage, dans lesquelles la main d'oeuvre restait tres nombreuse.

Par exemple dans le cas de la SUEDE on a tenté d'abord d'ameliorer la productivité en donnant à ces taches une plus grande diversité en confiant à un groupe le soin de monter un organe complet, en lui offrant le pouvoir d'operer à sa guise. Cela fut insuffisant pour attirer la main d'oeuvre nationale et la proportion des travailleur emmigrés augmenta.

La production par ateliers flexibles constitue une solution plus systematique dans l'automatisation depuis la conception jusqu'à la dernière tache d'execution: l'emballage et l'expédition .

~~Xix~~ L'installation d'une chaîne flexible dans la SNVI-CVI nécessite des investissements lourds et plus coûteux que ceux d'une chaîne classique, mais son amortissement est plus bénéfique. Cette modernisation doit se développer en même temps que le marché ce qui ne peut se faire que progressivement et par étape compte tenu de la contrainte financière.

La chaîne flexible n'exige que peu de personnel et son profil est qualitativement bien supérieur à celui de la chaîne classique.

Pour le cas des pays en voie de développement tel le cas de l'ALGERIE la formation ne cherche pas seulement à resorber le déficit en cadres et techniciens, mais à présenter ces derniers avec un profil en adéquation avec leur poste à l'heure de l'embauche.

Aujourd'hui le produit exigé par le consommateur est devenu très divers ce qui oblige l'usine à moderniser les ateliers de production tout en diminuant le prix de revient.

Cette nouvelle manière de produire avec les ateliers de production flexible est en mesure de satisfaire même ceux produisant des séries courtes.

L'unité flexible objet de notre étude est destinée à la fabrication de boîtes de vitesses de qualités.

Pour d'ecrire les differentes etapes de fabrication nous simulerons la fabrication d'une boite de vitesse donnée sans nous apeusantir sur les aspects informatiques et de gestion. Cette etude ne se veut pas exhaustive et ne pretend pas etre la formulation definitive d'une solution au prob=leme de la production de boites de vitesse de l'entreprise.

CH:II NOTION D'ATELIERS FLEXIBLES

2.I GENERALITE.

2.I.I DEFINITION.

Un atelier flexible est une unité constituée d'une ou de plusieurs machines outils à commande numérique équipés d'un dispositif de changement automatique d'outil, d'un système assurant la manutention et le transport automatique des pièces. Tous les dispositifs sont gérés par un ordinateur central qui contrôle le cycle de production et gère le flux des matières.

2.I.2 Caractéristiques et objectifs des ateliers flexibles

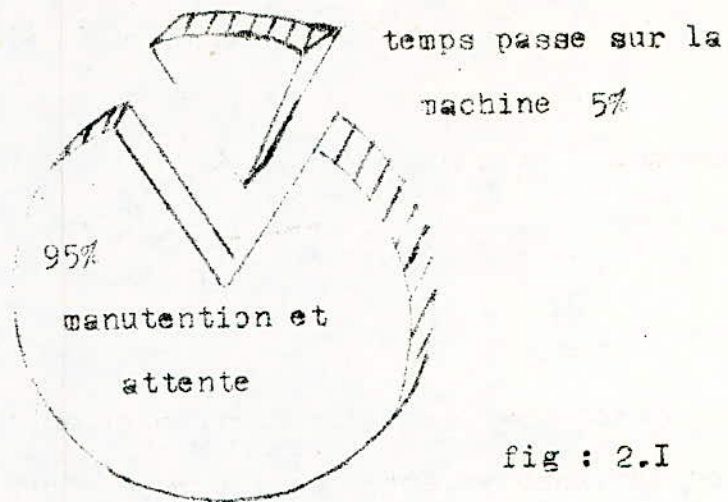
Leurs facultés de s'adapter à des changements rapides des articles à produire, et leur haut niveau d'automatisation font des ateliers flexibles un instrument de production de premier choix. En effet leurs avantages est:

- L'amélioration de la productivité:

Celle-ci est remarquée par l'augmentation du taux d'engagement des machines.

- L'accroissement de la rentabilité:

Le temps passé par une pièce dans un atelier ordinaire comprend une partie importante de temps improductif qui est de l'ordre de 95%. Les ateliers flexibles réduisent ces temps improductifs et limitent les stocks.



- L'accroissement de la qualité et l'amélioration des conditions de travail :

En réduisant les tâches manuelles, l'automatisation minimise les risques de défaillance humaine, les tâches fastidieuses et pénibles et offre des postes de plus haute qualification.

2.2 MATERIEL D'AUTOMATISATION

2.2.1 LES CAPTEURS.

Sur les machines à commande numérique les mesures des déplacements sont fournies par des capteurs de mesure qui peuvent être :

I / Numériques (incrémentaux ou digitaux)

Dans ce type de capteur la position ou le déplacement sont mesurés par le nombre d'impulsions nécessaires pour

atteindre la position programmée.

Les systèmes de mesure peuvent être relatifs (en utilisant des réseaux à frange lumineuses et des compteurs) ou absolus (regle codées et comparateurs). L'erreur de division est cumultive c'est leur inconvenient majeur.

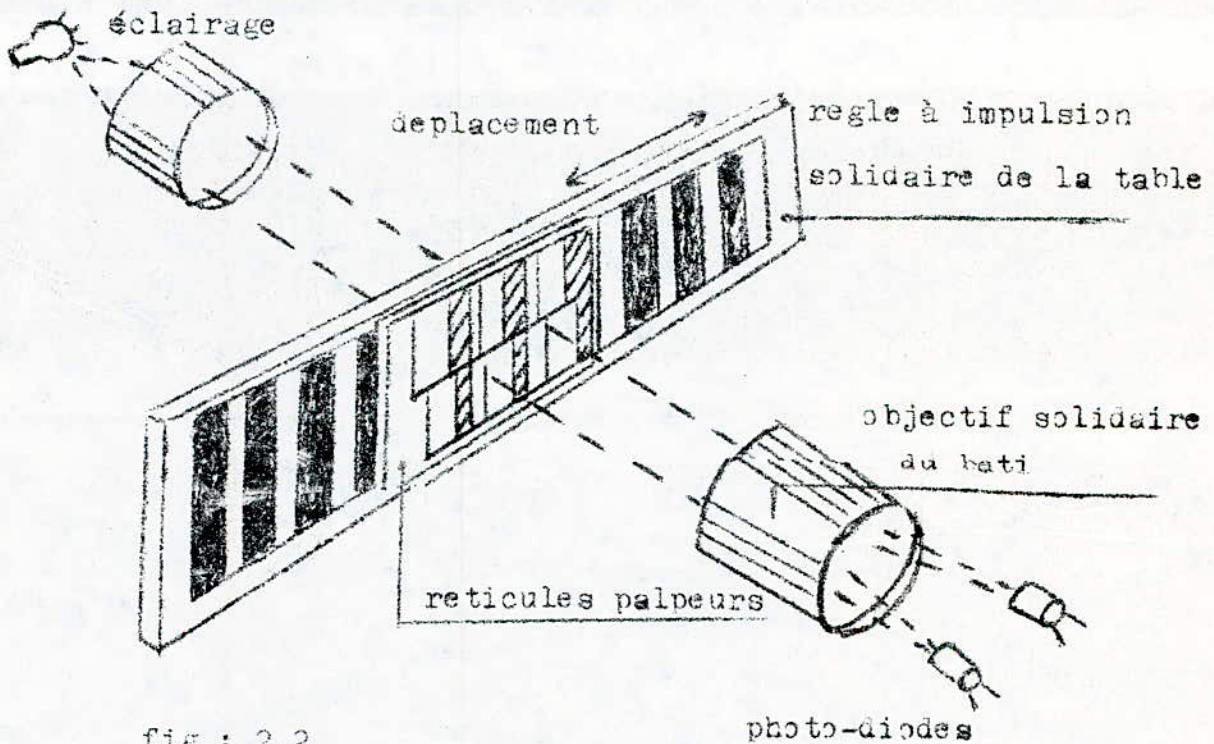


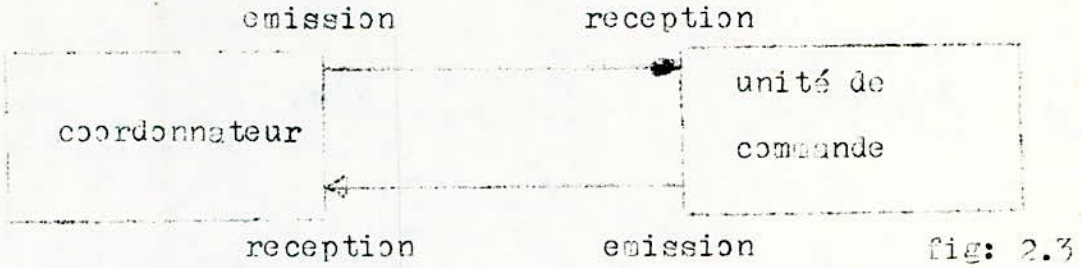
fig : 2.2

2 / Analogiques.

Pour ces capteurs la position, ou le déplacement numérique sont représentés par des variables physiques.

2.2.2 MATERIEL DE TRANSMISSION D'INFORMATION

Dans un système de conduite, l'information circule du coordonnateur vers les unités de commande des différents processus et inversement.



Il existe deux possibilités de liaison entre coordonnateur et unité de commande.

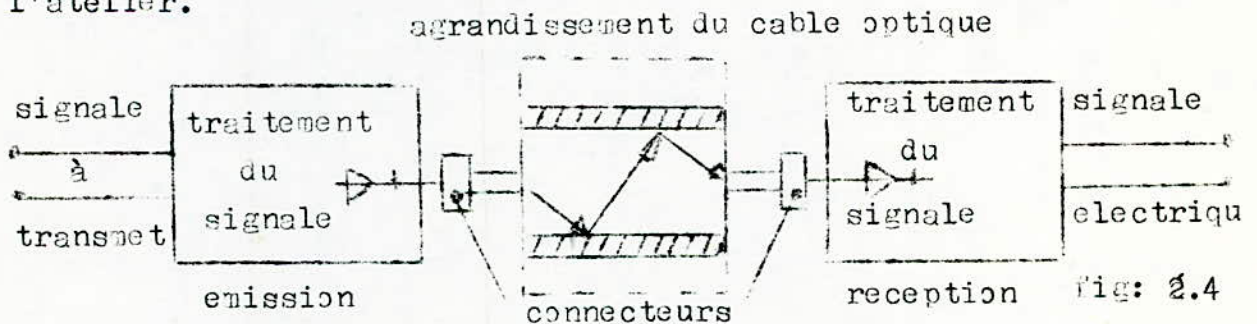
1/ Liaison électrique

- en parallèle: les n impulsions sont transmises simultanément par un bus à n fils pour former un mot

- en série: les impulsions constituant l'information sont envoyés successivement sur la même voie.

2/ Liaison par fibre optique.

L'insensibilité aux parasites électriques et magnétiques est un avantage qui rend l'utilisation des fibres optiques très intéressante pour la transmission d'information numérique dans l'atelier.



Le câble optique est formé par deux matériaux transparents d'indice de refraction différent.

2.2.3 MATERIEL DE TRAITEMENT D'INFORMATION

Le système de traitement d'information peut être composé suivant le degré de sophistication des matériels suivants:

I/ Les automates programmables.

Ces matériels peuvent exécuter des commandes séquentielles locales, transmettre et recevoir des ordres, ce sont des matériaux dont la mise en œuvre et la programmation sont simples et sont facilement adoptés dans l'industrie.

Ces automates programmables sont souvent employés pour:

- la commande des robots et manipulateurs.
- étendre l'interface programmable des directeurs de commande des machines outils à commande numérique et assurer les fonctions annexes.
- assurer la conduite d'une cellule de fabrication.

2/ Les ordinateurs:

Ces matériels, grâce à des capacités mémoires auxiliaires très importantes (disquettes) permettant le stockage des variables diverses, on stock:

- Des programmes d'usinage qui peuvent être nombreux et complexes.
- Des fichiers: outils, usure, pièces usinées.
- Des algorithmes de décision.
- Des fonctions de gestion.
- Les calculs des conditions de coupe et de durée de vie des outils.

2.2.4 LES ACTIONNEURS.

Le terme d'actionneur désigne tout dispositif générateur d'effort à vitesse variable qui permet de convertir une énergie d'entrée en une énergie de sortie utilisable pour obtenir un effet cherché.

Dans les ateliers flexibles le type d'actionneur le plus utilisé est l'actionneur électrique. Les actionneurs les mieux adoptés sont ceux à moteur à courant continu. On y trouve deux types:

1/ Moteur pas à pas

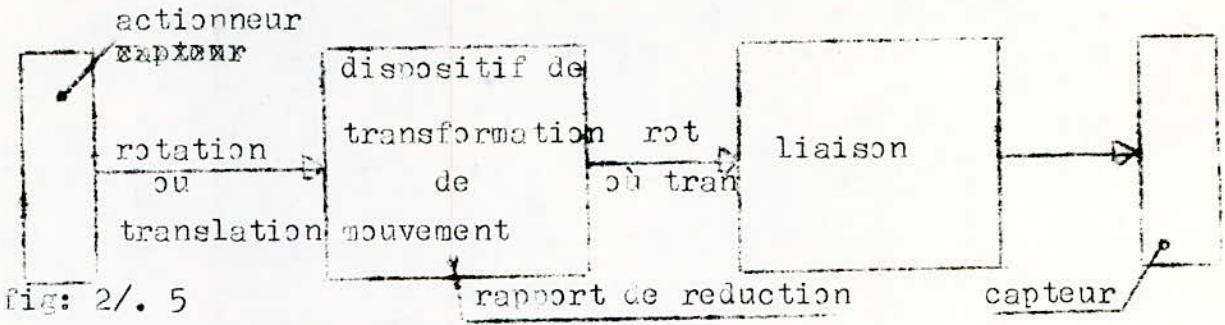
Le translateur qui constitue l'interface entre le système de commande et le moteur reçoit une impulsion de fréquence variable et fait tourner le moteur à chaque impulsion d'un pas angulaire, l'avantage de ce type de moteur est l'emploi d'un asservissement en boucle ouverte, car la rotation du moteur est proportionnel au nombre d'impulsions reçues.

2/ Moteurs à courant continu commandé par l'induit à flux

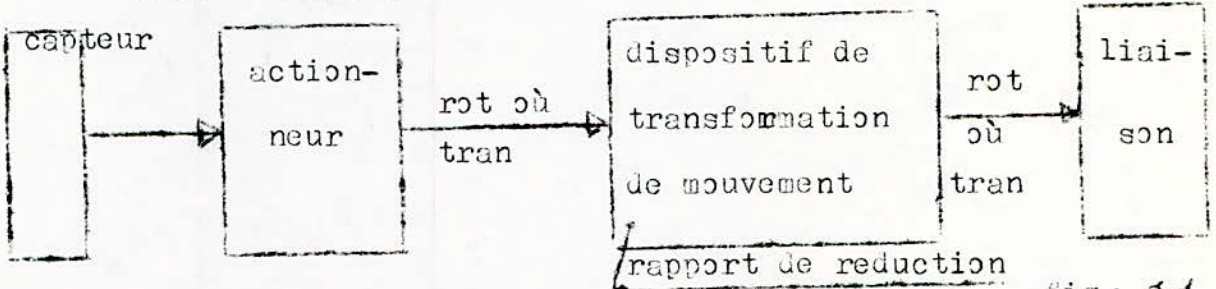
C'est le type de moteur le plus utilisé en robotique, et peut être commandé en vitesse ou en couple, et c'est un variateur électronique qui constitue l'interface avec le système de commande.

Les capteurs peuvent être intégrés à des actionneur par une chaîne de transmission de puissance.

Mesure directe:



Mesure indirecte:



2.2.5 LOGICIELS:

Les logiciels sont en fait l'essentiel de la partie commande leur etude est longue et couteuse on peut les classer en deux categories.

1/ Logiciels de gestion de production.

Ce type de logiciel etablit à moyen terme:

- L'ordonnancement souhaité des travaux.
- Le suivi des en-cours.
- Le calcul des charges par poste.

2/ Logiciels de conduite de production.

ce type à pour but en temps reel:

- d'Affecter une piece à une machine libre et l'informe
- De gerer le systeme de transport, et notamment les conflits.
- d'enregistrer et prendre en compte et reagir face aux perturbation.

2.3 ELEMENTS DE FABRICATION

2.3.I LES MACHINES OUTILS A COMMANDE NUMERIQUE

I/ Definition.

Les machines à commande numérique sont des machines totalement ou particulièrement automatiques auxquelles les ordres sont communiqués grâce à des signes symboliques portés sur un support matériel (ruban perforé, bande ou disque magnétique) donc la machine outil à commande numérique se compose:

a/ D'une partie operative qui comprend:

- La table: support de pieces, mobile selon deux ou trois axes équipés de systemes de commande vis et ecrou à billes.

- Les moteurs: chargés de l' entrainement de la table.

- Les capteurs: de position: qui renseignent à tout moment sur la position du mobile sur chaque axe.

- La dynamo tachymetrique.

B/ D'une partie commande qui comprend:

- Un support d'information ; sur lequel est consigné le programme d'usinage.

- L'element logique: qui confronte en permanence la position actuelle du mobile.

c/ Liaison entre partie operative et partie commande

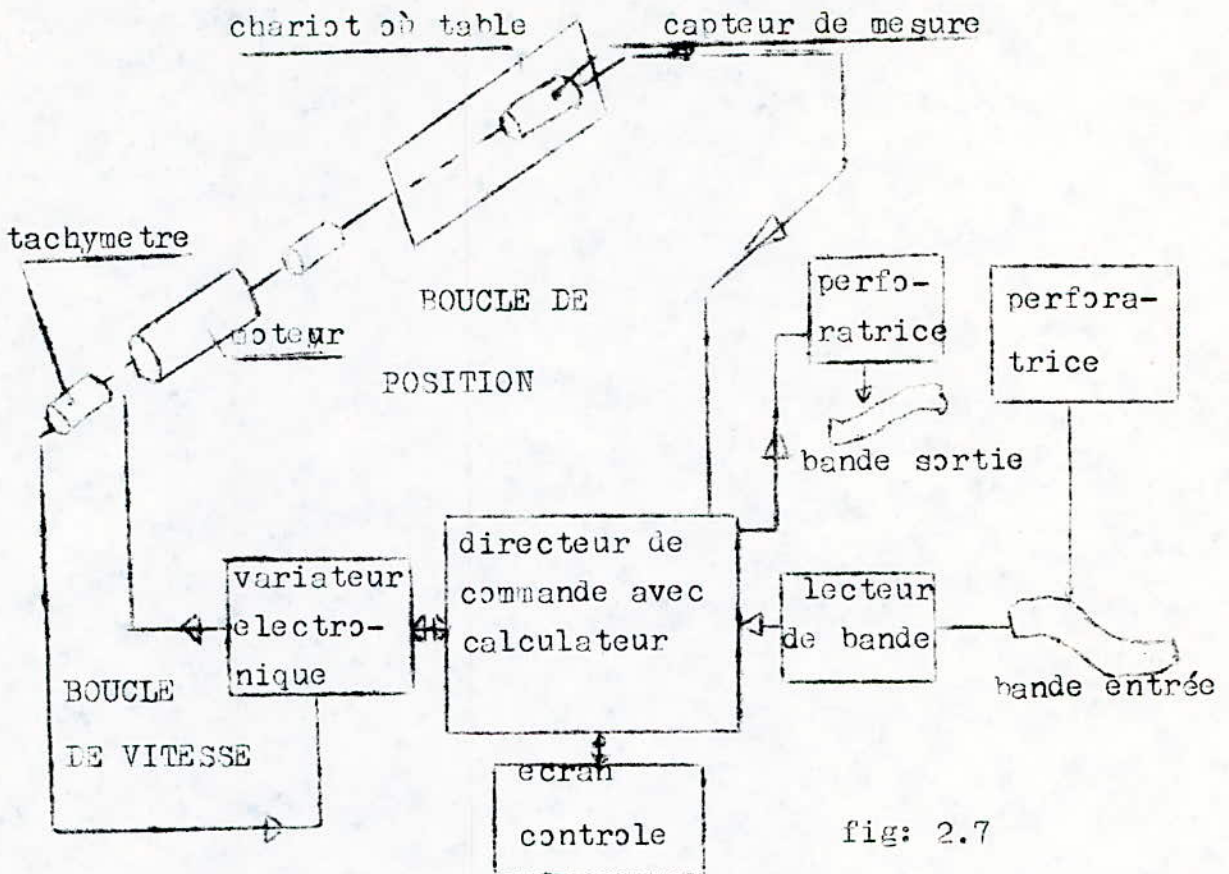
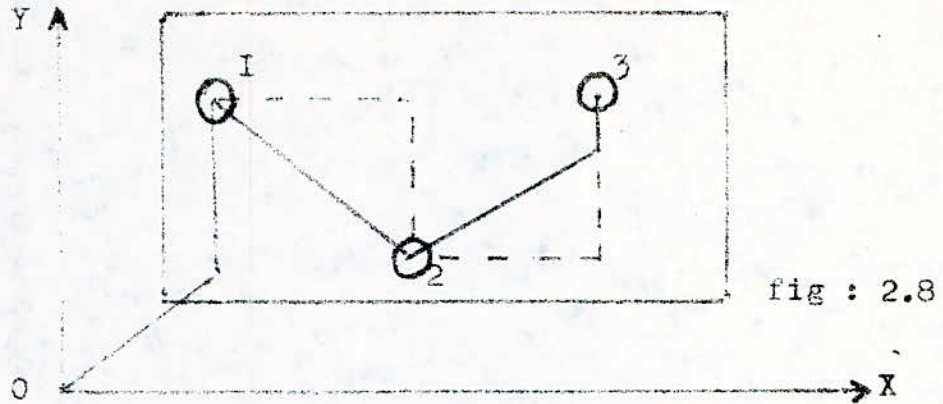


fig: 2.7

2.3.2 CLASSIFICATION SUIVANT LE MODE DE DEPLACEMENT DES TABLES.

Trois types de machines à commande numérique peuvent être définis.

- Commande numérique point à point: ce type de machine est caractérisé par l'absence d'usinage au cours des déplacements suivant les axes X et Y. Plusieurs possibilités de déplacement s'offrent à l'opérateur pour positionner les perçages 1, 2, 3 ce qui importe c'est la position de l'outil par rapport à la pièce en fin de déplacement.



- Commande numérique à déplacement paraxial

Ce type de machine permet en plus du positionnement point à point, de réaliser les fraisages ou tournage précis à des vitesses imposées par la bande, suivant les trajectoires parallèles à chacun des axes de déplacement X, Y, Z.

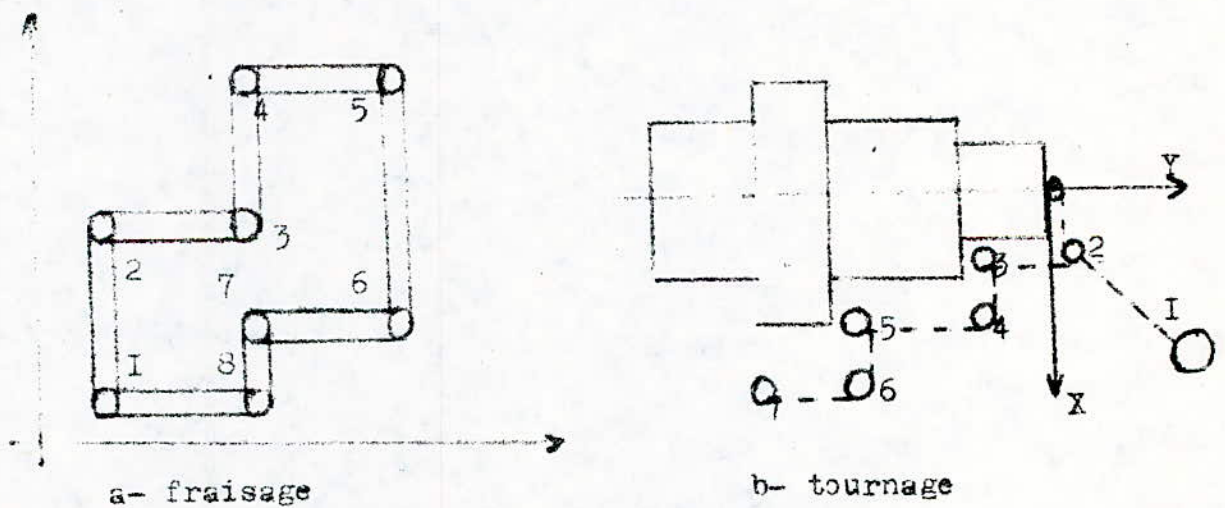


fig : 2.9

Pour fraiser le contour de la pièce de la figure 2.8 ▲ la fraise se déplacera suivant des trajectoires linéaires selon les coordonnées X, Y, Z.

- Commande numérique à déplacement continu.

Dans le cas où les informations en X - Y - Z sont liées par une loi mathématique le mouvement décrit une trajectoire qui n'est pas obligatoirement parallèle aux axes. Les déplacements pouvant être simultanés: ce mode de fonctionnement est appelé contournage.

2.3.3 CLASSIFICATION DES M.O.C.N SUIVANT LE NOMBRE D'AXES

On trouve des machines outils commandées numériquement qui comporte des axes de M.O.C.N (on compte un axe de déplacement par degré de liberté de la table de la machine si le mouvement est commandé numériquement et d'une manière continu).

- Deux axes simultanés: ces deux axes peuvent être suffisants en tournage mais ~~nécess~~ nécessitent une commande mécanique par butée pour l'axe Z de la broche d'une fraiseuse.

- Trois axes comptables: qui permettent de travailler successivement dans chaque plan.

- deux axes plus un: deux axes simultanés et un troisième peut commander la broche en fraisage ou un chariot en tournage.

- trois axes successifs : sur ce type de machine l'asservissement d'un axe (X ou Y ou Z) se fait en sélectionnant l'embrayage E_x , E_y , E_z , correspondant à la trajectoire à contrôler.

- trois axes simultanés: les trois axes permettent d'usiner une courbe dans l'espace.

2.4 SYSTEME DE MANUTENTION ET TRANSPORT.

Le la production par ateliers conventionnels à la production par ateliers flexibles, demande en premier l'automatisation de la manutention des pieces, et celle des montages. Cette manutention doit permettre d'une part de transporter les pieces depuis le stockage jusqu'à l'atelier, et d'autre part de monter ces pieces sur les machines, ce processus doit assurer aussi les transports des outils.

Deux remarques sont faites :

- Les taches à accomplir sont tres differantes. Il s'agit dans un cas de positionner, voire, orienter des pieces sur la machine outil et, dans d'autre cas d'un simple convoyage.

- De maniere à preserver la production, il est necessaire d'effectuer un changement de pieces sur plusieurs machines simultanement. Il est donc necessaire d'employer deux moyens physiques independents assurant separement :

Le changement de pieces sur la machine.

Le transport des pieces dans l'atelier.

2.4.I CHARGEMENT - DECHARGEMENT DES MACHINES

Il s'agit de l'ensemble qui assure automatiquement l'echange de la piece usinée avec une nouvelle piece "brut". Cela peut etre assurée par un robot ou par numerisation, des axes de deplacement de la machine par l'ablocage d'une piece dans son montage 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 et déchargement des machines selon le degré de sophistication de l'ensemble productif il s'agira :

- de maintenir un stock près de la machine outil
- d'assurer un transport entre les machines outils et les magasins.

Pour préserver la rentabilité du système qui compte plusieurs machines, on limite le temps de séjour des pièces dans l'atelier en réduisant les temps improductifs. Donc le transport des pièces dans l'atelier doit se faire rapidement, la pièce doit suivre un trajet répondant aux exigences suivantes:

a / structure en ligne.

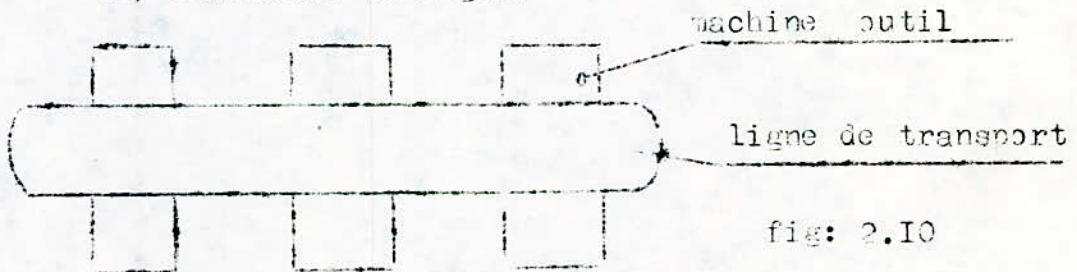


fig: 2.I0

b / structure aleatoire

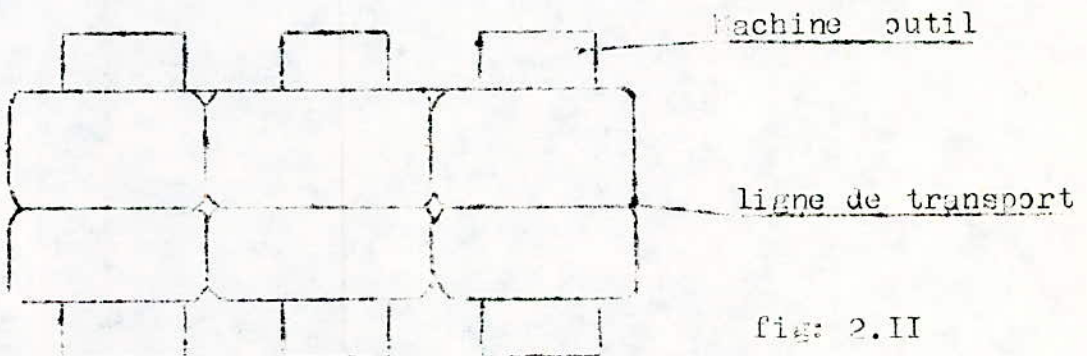


fig: 2.II

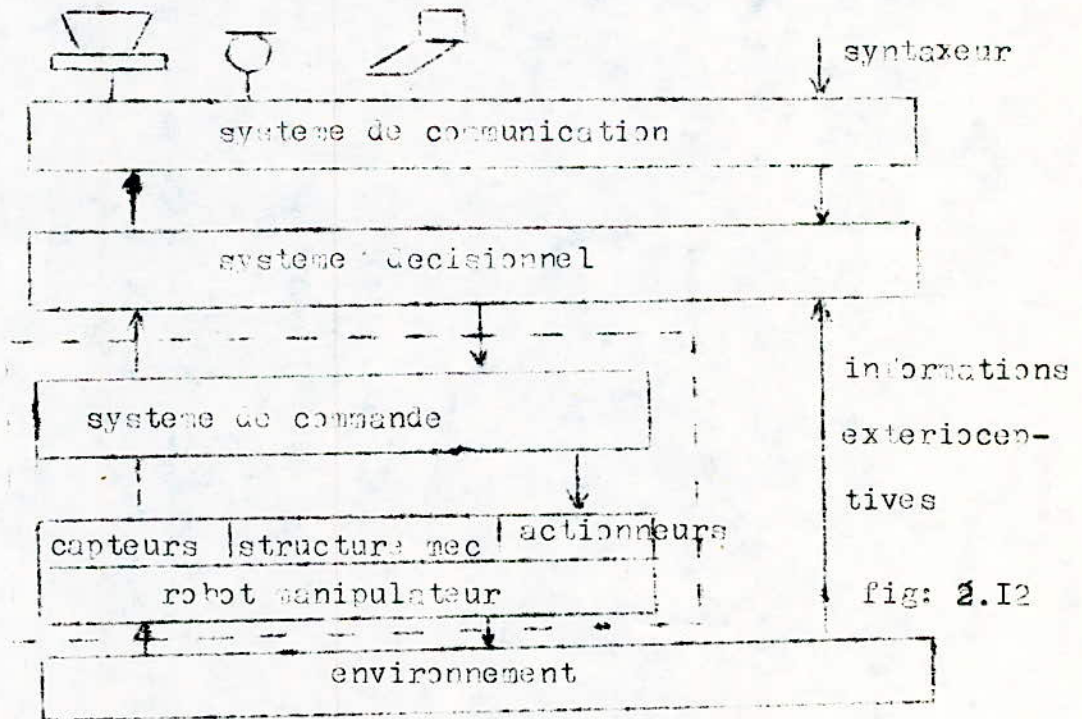
2.4.3 LES ELEMENTS DU SYSTEME DE TRANSPORT.

Un systeme informatique composé d'ordinateur et de logiciels protégés par leur concepteur, assure le transport des pieces de type differents suivant des trajectoires distinctes et tres complexes.

Les elements du systeme de transport sont :

I / LES ROBOTS :

Les robots industriels sont des machines programmables composés d'une structure mecanique dans laquelle sont inclus les organes realisant le processus operatoire (moteur electrique), et les organes de saisie d'informations sur l'état du systeme (capteurs), et d'une structure de commande electrique. Celle ci n'est que l'unité de commande du robot (voir fig: 2.I2)



a / Structure des robots.

La structure mécanique d'un robot résulte de l'association de liaisons mécaniques élémentaires, encore appelées degré de liberté. Ces liaisons peuvent être de translation (T) ou de rotation (R), trois degrés de liberté sont nécessaires pour atteindre un point quelconque dans l'espace. Trois autres sont nécessaires pour en ce point, orienter un outil. Un robot complet possède donc au moins six axes. Ces degrés de liberté peuvent être combinés de nombreuses façons.

D'autres paramètres permettent de caractériser un robot :

- La charge utile.
- Le volume de travail (espace atteint par l'organe terminale).
- La vitesse (cadence de travail)
- La précision absolue (amplitudes de vibration du bras)

b / Classification des robots industriels.

La classification des robots s'inspire d'une hiérarchie d'aptitudes. On distingue :

- Le manipulateur premier stade de la robotisation : c'est un bras articulé disposant de deux à cinq degrés de liberté programmé mécaniquement ou par l'intermédiaire d'une mémoire. Le manipulateur est surtout utilisé pour le chargement - déchargement des machines-outils.

- Les robots à apprentissage direct : l'opérateur enseigne au robot la séquence des mouvements et des positions en lui

prenant le bras qu'il dirige manuellement. A chaque mouvement la mémoire reçoit un signal demandant l'enregistrement de la position qui sera rejetée durant le cycle d'opération.

- Les robots à introduction numériques des données : c'est la classe la plus évoluée des robots . En se servant d'un clavier l'opérateur enregistre chaque mouvement ou position dans la mémoire de l'unité de commande du robot. Le robot étant programmé effectue toute la séquence de mouvement.

c- / Types de commande des robots

- Commande point à point : pour ce type de commande le mouvement 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 à point sont utilisés pour les opérations de manutention et pour les tâches de chargement - déchargement des machines.

- Commande en trajectoire continue : les robots en trajectoire continue sont programmés afin de suivre un ensemble de points rapprochés l'un de l'autre qui décrivent une trajectoire. Le contrôle accroît les exigences de mémoire du robot, il aura une grande exactitude de position et du mouvement du bras.

2 / LES CHARIOTS SANS CONDUCTEURS

Ce sont les seuls matériels automatiques permettant le transport des pièces sur de longues distances et selon des trajectoires divers. Les principales technologies employées pour la réalisation des chariots sans conducteur sont :

a / Chariots sur rails :

Il peuvent être tractés par chaînes circulant dans des rigoles en dessous du planché de travail, ou automoteurs. Leur implantation dans un atelier est essentiellement rigide et nécessite d'importants travaux. Cette infrastructure supporte donc difficilement les modifications ou évolutions du système de fabrication et n'est justifiée que pour les lignes de fabrication flexibles de plus, la présence de rails de guidage au sol nuit à la circulation et à la sécurité du personnel dans l'atelier. Ce système présente les avantages suivants :

- Pas de limitation de charge des chariots.
- Pas de problème d'autonomie de fonctionnement.
- Excellente fiabilité du système.

b / Chariot sur pneus :

Ces chariots sans conducteur sont toujours automoteurs tractés par un moteur à courant continu. Les accumulateurs embarqués ne pouvant être très importants, il est nécessaire de prévoir des postes de recharge ou d'échange des batteries. Ajoutons que l'emploi de pneumatiques impose une propreté relative du sol de l'atelier et un lavage des pièces avant transport.

Certains avantages font cependant de ces chariots un des éléments constitutifs des systèmes flexibles de production automatisée:

- La sécurité en déplacement assurée par des parachocs 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 précision de l'ordre de plus un ou moins un.

On distingue les chariots sans conducteur sur pneus suivant leur mode de guidage.

- Les chariots opto-guidés : grâce à des cellules photo-électriques ces chariots suivent une bande de peinture matérialisant leur trajectoire. Ce principe engendre un avantage important : la modification immédiate du parcours ceci est particulièrement intéressant lors de la mise au point du système, on peut en effet, régler facilement l'accès aux interfaces de chargement-déchargement des machines.



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 par une luminosité captée identique sur les deux cellules. L'échange d'information entre chariot et système de pilotage doit se faire par un circuit spécifique :

++ Emission - réception radio ou infra-rouge.

++ Fil enterré dans le sol et plots de dialogue.

- Les chariots filo-guidés : des conducteurs électrique parcourus par un courant faible, sont noyés dans le sol. Il génèrent un champ magnétique qui est capté par les bobines de

guidage pilotant les asservissements qui maintiennent le chariot sur sa trajectoire. L'echange d'informations entre chariot et systeme informatique de pilotage se fait par des plots de dialogues implantés dans le sol et sur le chariot.

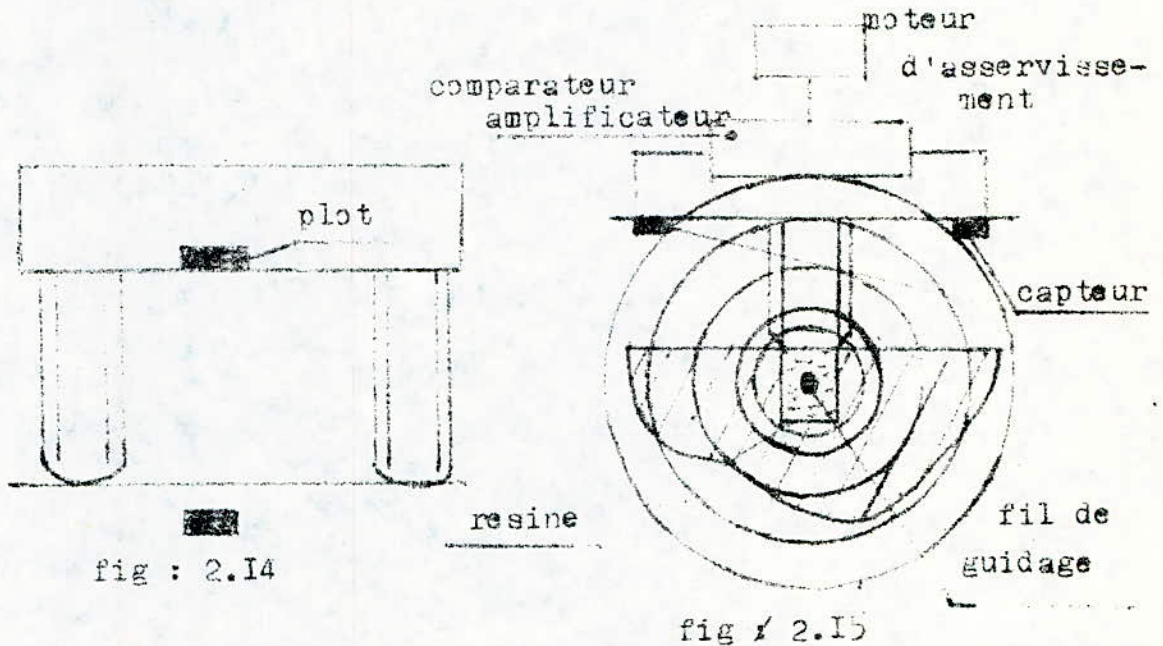


fig : 2.14

fig / 2.15

Les plots de dialogue permettent de faire passer les informations de l'arrêt, la marche, le ralentissement, et le choix de trajet. fig: 2.14

2.5 SYSTEME DE CONDUITE

Jusqu'à present aucun dialogue, ni echange d'information ni systeme de liaison n'a été prevu pour relier les differents processus productifs constituant le systeme operatif de fabrication que nous avons étudié.

Pour permettre à l'atelier flexible un bon fonctionnement nous devons prevoir un systeme appelé: systeme de conduite creer pour relier plusieurs machines entre elles.



fig: 2.I6

Pour de terminer ce systeme de conduite nous allons devoir en premier definir un cahier de charge des differentes fonctions que dois assurer le systeme de conduite, puis decrire quelques solutions retenues dans differents systemes flexible de fabrication .

2.5.1 CAHIER DES CHARGES.

Le systeme de conduite d'un ensemble flexible d'usinage devra :

- Choisir les programmes d'usinage adequats apres identification de la piece.
- Centraliser les informations concernant le systeme de production afin de connaitre son état à tout instant.
- Donner des ordres d'execution au differents processus.
- Reagir aux perturbations.
- Elaborer un plan de production de maniere à optimiser le passage des pieces sur les differents machines.
- Gerer et optimiser le trafic du systeme de transport pieces et outils.

- Effectuer des calculs et faire de la gestion.

REMARQUE :

1 / L'atelier flexible doit s'insérer dans un contexte particulier le cahier de charge sera spécifique à chaque installation .

2 / Certaines fonctions décrites dans le cahier de charge peuvent être assurées par un élément du système de conduite propre à la machine.

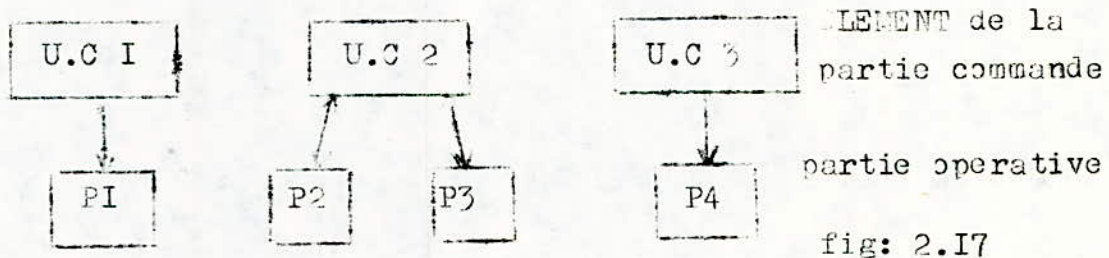
2.5.2 STRUCTURE DU SYSTEME DE CONDUITE.

Comme il a été décrit au paravant un système complexe peut être décomposé en sous- système plus simples comme :

- Partie operative composée de : processus d'usinage et de processus de manutention et transport.

- Partie commande composé de : processus de commande et de processus de coordination

Chaque processus de la partie operative est commandé par une unité de commande



Pour effectuer ces échanges d'informations, une structure fondamentale et convenable à l'atelier flexible est retenue : structure hiérarchique ou structure en étoile

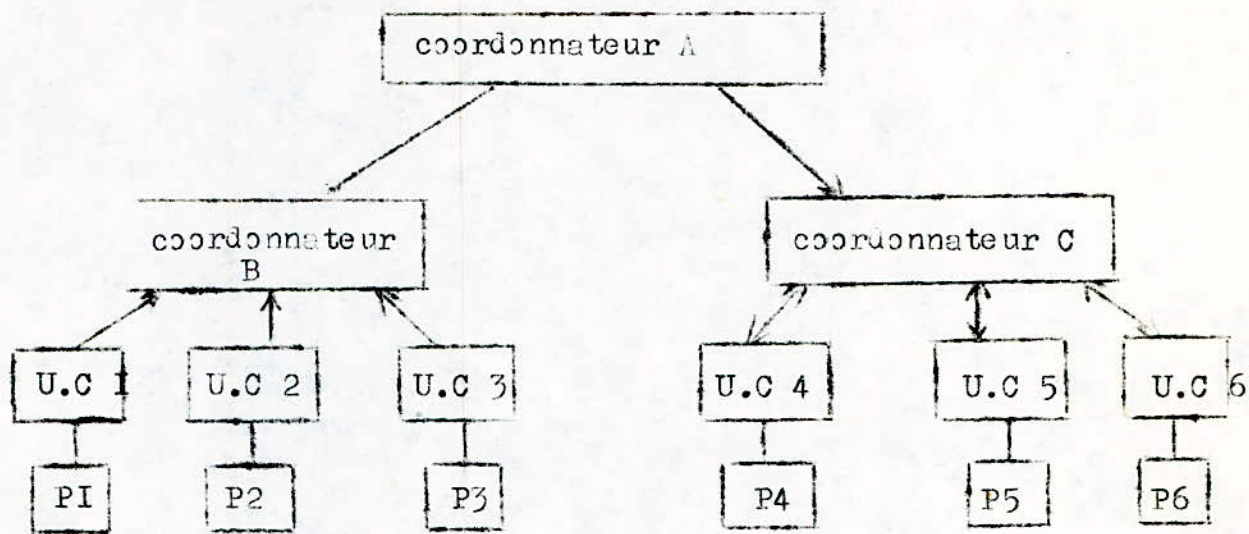


fig: 2.18

Dans cette configuration du fait de leur autonomie les unités de commande doivent faire appel à un coordonnateur pour dialoguer entre elles. Ainsi U.C1, U.C2, U.C3 n'échange des informations que sous la "hiérarchie" du coordonnateur B.

CH:III ATELIER FLEXIBLE D'USINAGE D'UNE BOITE DE VITESSE

3.1 DESCRIPTION D'UNE BOITE DE VITESSE

3.1.1 DEFINITION.

Une boîte de vitesse est un ensemble d'engrenage qui interposés entre l'arbre moteur et l'arbre receptr, permet de fournir un certain nombre de demultiplicateur, afin de maintenir la vitesse de rotation de l'arbre receptr dans les limites définies par les conditions de coupe.

3.1.2 DIFFERENTS ELEMENTS CONSTITUANT UN BOITE DE VITESSE

Toute boîte de vitesse se compose des éléments suivants

- Un carter
- Trois couvercles : dont deux sur les côtés latéraux pour protéger et bloquer les roulements, et un troisième au-dessus du carter appelé cloche.
- De deux arbres où plus sur lesquels sont montés les pignons.
- Les pignons de différents diamètres qui peuvent être fixés en rotation et en translation sur l'arbre moteur et sur l'arbre receptr si l'arbre intermédiaire n'existe pas.
- Un où plusieurs baladeurs qui permettent de réaliser différents rapports de pignons suivant la vitesse cherchée sont fixés en rotation sur l'arbre intermédiaire s'il existe où sur l'arbre receptr.

- Des roulements permettant la rotation des arbres.
- Des bagues de differants longueures et diametres qui assurent la fixation, en translation.
- Des clavettes permettant la fixation des pignons en rotation.
- Des ecroux de blocage des roulements.
- Un systeme de manoeuvre des baladeurs.
- Une jauge d'huile.

Pour notre étude nous nous limiterons en l'usinage des pieces essentielles qui sont :

- Le carter et les couvercles.
- Les pignons et les baladeurs.
- Les bagues et les arbres.

Les roulements, les clavettes, et les ecroux sont fabriqués en grande serie.

3.1.3 SCHEMAC DESCRIPTIF DES ELEMENTS D'UNE R. DE V.

Pour ce schemac voir annexe 3.1

3.2 DETERMINATI N DES DIFFERENTS OPERATIONS D'USINAGE DES ELEMENTS CONSTITUANT UNE BOITE DE VITESSE.

3.2.1 USINAGE DU CARTER, CLOCHE, ET COUVERCLE.

Le brut venissieur provenu de france et de la S.W.V.I doit subir les operations suivantes.

I / Usinage du carter.

- Execution de la face supérieur

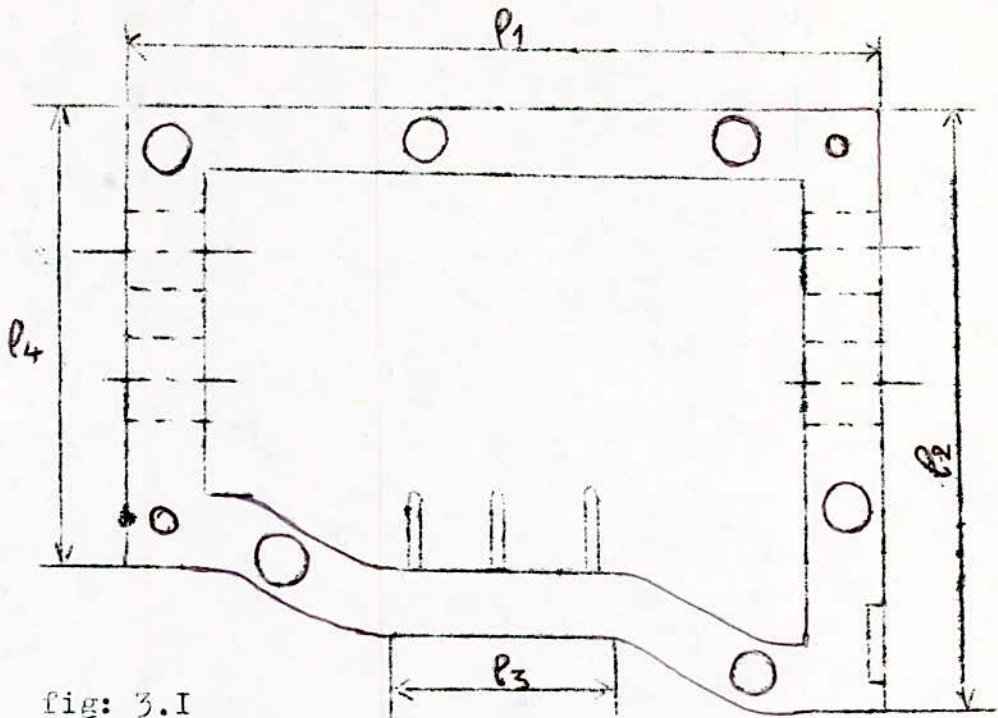


fig: 3.I

OP	description des operations	designation des machines	temps d'execution
1	fraisage, ebauchage et finition de la face d'assemblage	fraiseuse horizontale	XX 1' 45
2	perçage et alesage des deux trous de guidage	perçeuse radiale	4' 46
3	perçage chaufrenage taraudage des six trous d'assemblage	perçeuse radiale	16' 20
4	perçage du trou de vidange sur le coté	perçeuse radiale	2' 00

tableau : 3.I

TEMPS D'USINAGE:

Le temps de coupe est le temps necessaire pour la machine pour executer une operation.

Le temps de coupe est donné par la formule suivante

- Dressage et chariotage :

$$T_c = \frac{L}{a \cdot n} \cdot i \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} L = \text{course totale de l'outil} \\ a = \text{avance en mm/tr} \\ n = \text{fréquence de rotation en tr/mn} \\ i = \text{nombre de passes} \end{array}$$

- Taraudage et filetage :

$$T_c = \frac{L}{p \cdot N} \cdot i \quad \text{avec} \quad p = \text{pas}$$

Le temps nécessaire pour ramener l'outil à sa position de départ est estimé à $\frac{1}{2} T_c$, donc la durée totale du taraudage est $D = (T_c + t) = \frac{0,3}{2} T_c$.

Le temps supplémentaire : c'est le temps qu'il faut mettre pour le montage et le démontage de la pièce, et du contrôle éventuel d'usinage. Ce temps est estimé pour chaque phase de : $T_s = 1$ minute.

Donc nous pouvons estimer le temps global de l'exécution de la face supérieure par

$$T_g = 33 \text{ minutes et } 15 \text{ secondes}$$

Ces mêmes opérations sont effectuées pour l'usinage de la cloche ~~et~~ sauf que les six trous d'assemblage ne sont pas taraudés et le trou de vidange n'existe pas.

2 / Execution de la face latérale avant du carter.

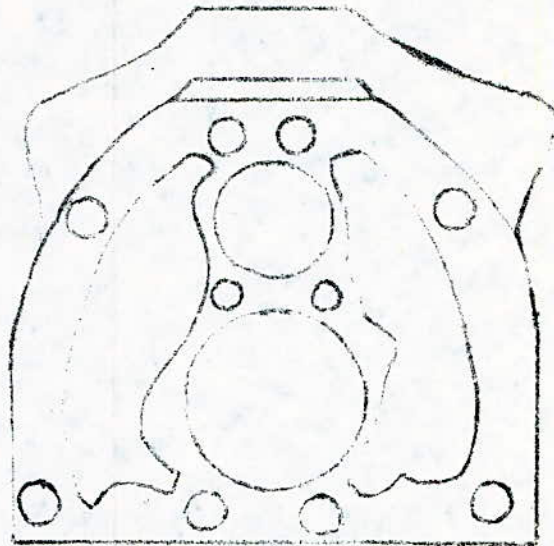


fig : 3.2

OP	Description des operations	designation des M	T.E
1	fraisage, ébauche, finition de la face latérale	fraiseuse horizontale	3'15
2	perçage, en chanfreinage des trous d'assemblage	perçeuse radiale	7'10
3	ébauche et finition des emplacement des roulements	aléseuse	3'18

Temps globale d'exécution de la face laterale avant :

$$T_g = 21' 34''$$

Les operations 1 et 2 sont effectuées pour l'usinage du couvercle sauf que les trous d'assemblage ne sont pas taraudés.

3 / Exécution de la face latérale arriere du carter.

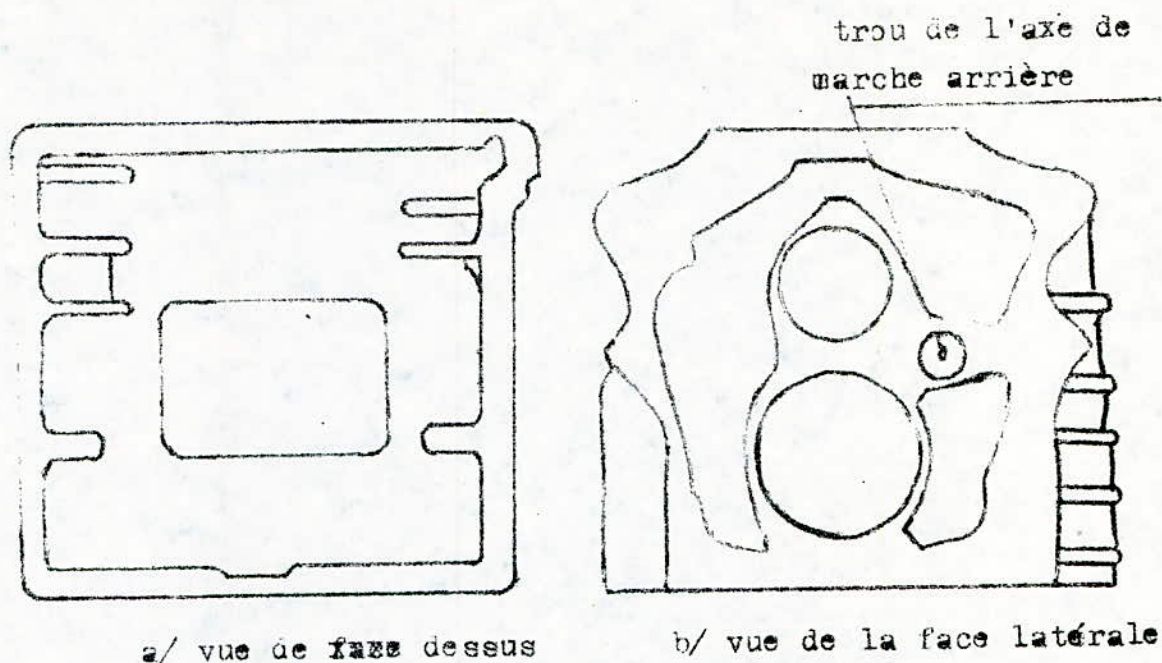


fig : 3.3

OP	déscription des opérations	designation des M	T.E
1	fraisage, ébauche, finition de la face latérale	fraiseuse horizontale	3'15
2	perçage, chenfreinage, taraudage des six trous d'assem	perçeuse radiale	7'10
3	ébauche et finition des emplacements des roulements	aléseuse	3'18
4	perçage, alésage, finition du trou de l'axe de la marche arrière	perçeuse radiale	1'35

Le temps estimé à l'exécution de la face latérale arrière du carter est : $T_g = 22' 57''$

Les opérations 1, 2, et 3 sont exécutés sur le couvercle sauf que les trous d'assemblages ne sont pas taraudés.

3.2.2 USINAGE DES ARBRES DE LA BOITE DE VITESSE

I / Arbre moteur.

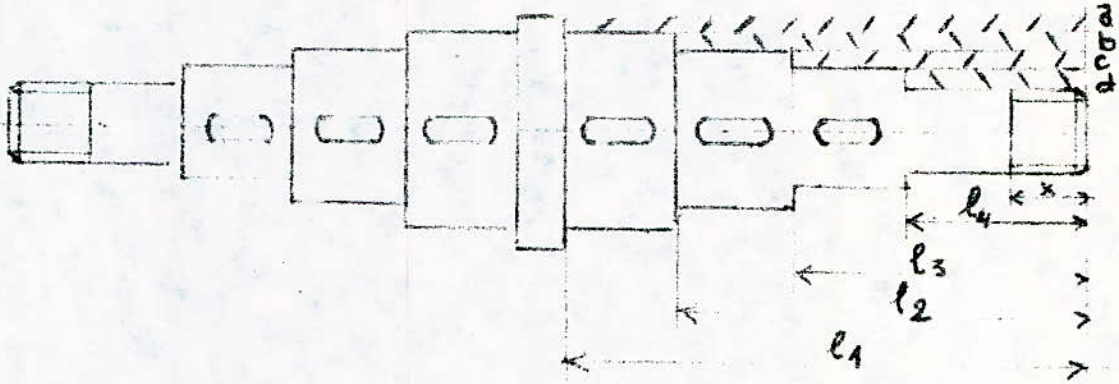


fig : 3.4

OP	description des operations	designation des M	T.E
1	dressage et centrage	tour	1' 00
2	ebauchage successivement sur les parties a, b, c, et d	tour	8' 10
3	finition sur les longueurs L_1 , L_2 , L_3 , et L_4 .	tour	4' 06
4	chenfreinage	tour	0' 10
5	filetage sur la longueur x	tour	1' 00
6	usinage des cavités des clavettes	fraiseuse horizontale	5' 00

tableau : 3.4

Lorsque le premier coté de l'arbre est exécuté on inverse l'arbre pour exécuter le deuxième coté.

2 / arbre recepneur :

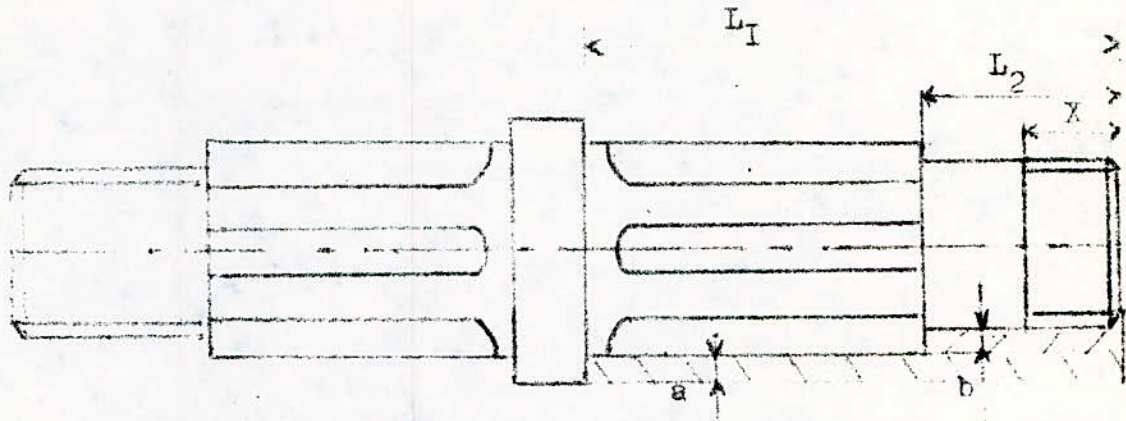


fig : 3.5

OP	description des operations	designation des M	T.E
1	dressage puis centrage	tour	1'00
2	ebauche successivement sur les parties a, et b	tour	4'04
3	finition sur les longueurs L_1 ET L_2	tour	2'02
4	chenfreinage	tour	0'10
5	filetage sur une longueur X	tour	1'00
6	exécution des cannelures	fraisuse horizontale	15'30

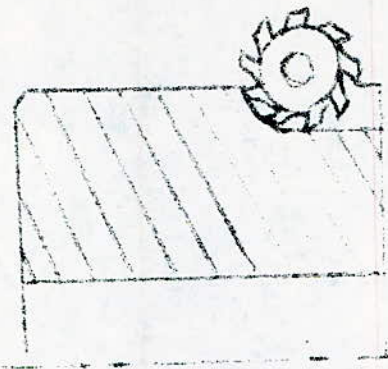
$T_g = 36'49''$

tableau 3.5

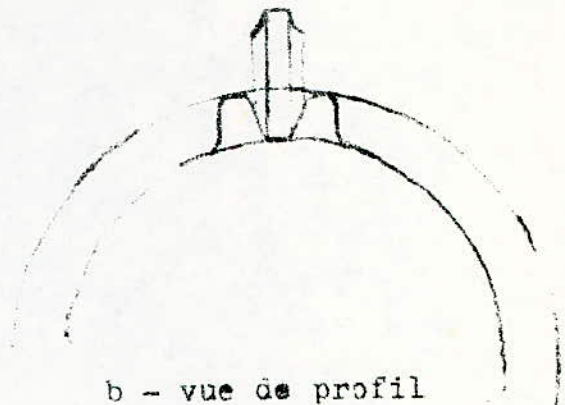
Lorsque cette premiere partie est executé on inverse la piece pour lui faire subir les memes operations.

3.2.3 USINAGE DES PIGNONS ET BALADEURS

1 / Usinage des pignons.



a - vue de face
en coupe



b - vue de profil

fig : 3.6

OP	description des operations	designation des M	T.E
1	chanfreinage	tour	1'00
2	taillage des engrenage	fraiseuse horizon	15'00
3	ta alésage	tour	1'40
4	mortaisage	mortaiseuse	2'00

tableau : 3;6

temps d'exécution $T_g = 30'30''$

2 / Usinage des baladeurs :

Un baladeur est un ensemble de deux ou trois engrenage à différents rapports, donc toutes les operations que subi un pignon sont reprises pour l'usinage d'un baladeur.

3.2.4 USINAGE DES BAGUES.

L'opération d'usinage des bagues est la plus simple il suffit de scier pour différentes longueurs les tubes métalliques de différents diamètres. Après sciage il y a ébavurage. Pour l'usinage des bagues on prévoit une scie à commande numérique. $T_g = 30''$

3.2.5 TRAITEMENT THERMIQUE ET RECTIFIAGE.

Après usinage les pièces sont ensuite triées suivant leur gamme, les arbres et les engrenages qui sont les éléments les plus essentiels de la boîte de vitesse subissent une trempe superficielle qui assure la dureté et la rigidité de leur surface active.

Après usinage et trempe les arbres sont ensuite rectifiés pour ces deux opérations on prévoit un four alimenté par un robot de transport et une rectifieuse à commande numérique.

Le temps estimé pour le traitement thermique et rectifiage est :

- POUR un arbre $T_g = 30' 30''$
- Pour un pignon $T_g = 20' 30''$

3.3 ORGANIGRAMME FONCTIONNEL DE LA USINAGE D'UNE B DE V

L'organigramme fonctionnel de l'usinage d'une boîte de vitesse est représenté en annexe 2.

La partie de cet organigramme située à l'intérieur du trait discontinu représente l'atelier sans personnel.

3.4 ORGANISATION DE L'UNITE.

3.4.1 DETERMINATION DES M.O.C.N NECESSAIRES POUR L'ORGANISATION DE L'UNITE.

Comme il a été déterminé au chapitre III nous disposons des M.O.C.N suivantes :

- Une fraiseuse horizontale à C.N
- Une perceuse radiale à C.N
- Un tour à C.N
- Une scie à C.N
- Une mortaiseuse à C.N
- Un four électrique alimenté par un robot.

3.4.2 INSTALLATION DE L'ATELIER.

Pour cette installation voir annexe 3. 4

CH:IV GRAPCET POUR L'USINAGE D'UNE BOITE DE
VITESSE.

4.I RESEAU DE PETRI.

4.I.I DEFINITION.

Un reseau de petri est un graphe orienté defini par un cinq-kuplet : (P, T, I_a, I_b, P_0) , où :

- $P = (P_1, P_2, \dots P_n)$ est un esemble fini de places représentées par des cercles. (voir fig: 4.I a)

- $T = (T_1, T_2, \dots T_n)$, où est un ensemble fini de transitions représentées par des tirets. (voir fig: 4.I b)

- $I_a = (I_{a1}, I_{a2}, \dots I_{an})$ est un ensemble fini d'arcs orientés qui assurent la liaison d'une place vers une transition. (voir fig: 4.I c)

- $I_b = (I_{b1}, I_{b2}, \dots I_{bn})$ est un ensemble fini d'arcs orientés qui assurent la liaison d'une transition vers une place. (voir fig: 4.I d)

- $P_0 = (P - P_+)$ est le marquage initial du graphe précisé par la présence à l'interieur des cercles representant les places d'un nombre nul où fini de marqueurs. Une place peut donc être vide où marquée. A chaque transition sont associés un ensemble de places d'entrée et de sortie.

Les places d'entrée sont celles d'où sont issus les arcs orientés vers la transition, les places de sortie sont celles où aboutissent les arcs orientés issus de la transition.

Une place peut être à la fois place d'entrée et de sortie d'une transition. (voir fig: 4.1 e)

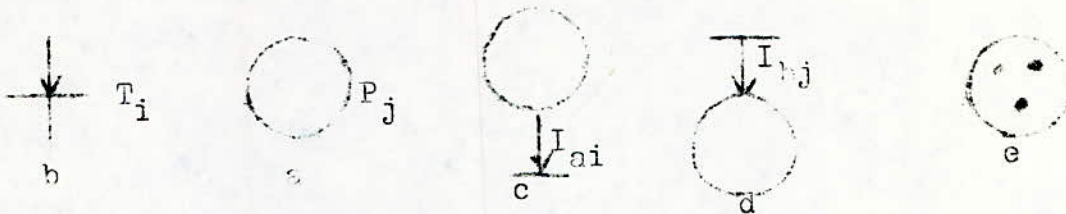


fig : 4.1

4.1.2 REGLE DE VALIDATION ET DE TIR D'UNE TRANSITION

- Par definition une transition est validée si chaque place d'entrée de cette transition comporte au moins un marqueur.

- Une transition validée peut être tirée, et l'opération de tir revient à enlever de chaque place d'entrée de la transition un marqueur et à ajouter à chaque place de sortie un marqueur.

- Lorsqu'il existe une place d'entrée commune à deux ou plusieurs transitions validées simultanément, il n'est pas possible d'appliquer la règle de tir énoncée ci-dessus; les transitions sont alors dites "en conflit"

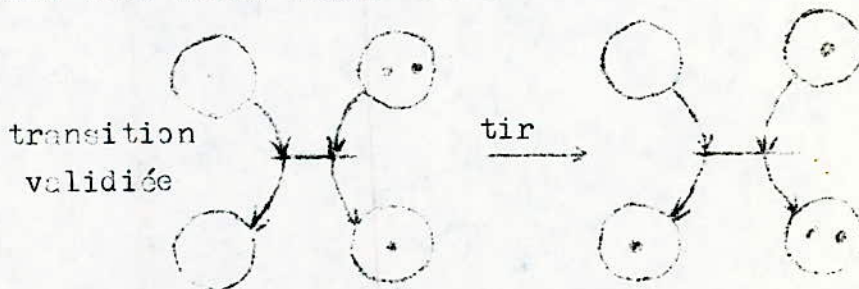


fig : 4.2

4.1.3 NORMALISATION DU GRAFCET.

Resultant de travaux de l'agence nationale pour le developpement de la production automatisée, une normalisation du grafcet a été effectuée et proposée à la commission electro-technique internationale dans cette representation normalisée :

- L'étape se represente par un carré ou un rectangle répété numeriquement, le repère etant placé à la partie superieur (voir fig : 4.3 a). En addition à ce repère un nom symbolique peut être adjoint. Les étapes actives sont repérées en doublant les côtés du carré correspondant (voir fig : 4.3 b). Dans le cas de marquage initial où par un point situé dans la partie inferieur du carré, dans les autres cas (voir fig: 4.3 c) les actions à effectuer sont decrites de façon litterale ou symbolique à l'interieur d'un ou de plusieurs rectangles de dimensions quelconques reliés à la partie droite de l'etape.

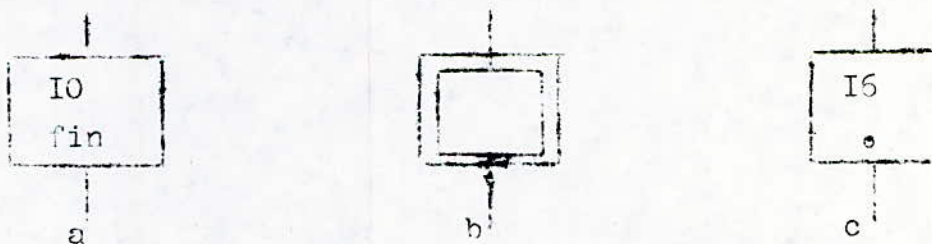


fig : 4.3

La transition située entre deux étapes se represente par un tiret, et lorsque plusieurs étapes sont reliées à la meme transition, on convient pour des raisons pratiques de represente le regroupement des liaisons par deux traits paralleles (voir fig : 4.4) plusieurs transitions peuvent égale-

ment être reliées à une même étape. Elles constituent un nœud OU comme le montre la figure 4.5

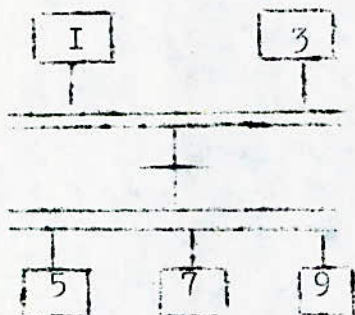


fig: 4.4

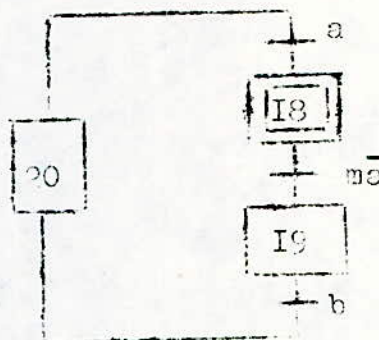


fig: 4.5

- Les arcs orientés sont représentés par des liaisons horizontales ou verticales sauf dans des cas isolés où des traits obliques apporteraient de la clarté au diagramme. Le sens du ~~haut~~ parcours est du haut vers le bas.

4.1.4 UTILISATION DU GRAFCET

La description en vue de la synthèse d'une structure de commande d'un cahier de charge d'automatisation séquentielle sera illustrée à l'aide d'un exemple en suivant la méthodologie définie par l'ordinogramme donnée par la figure suivante, cette procédure facilite l'obtention progressive du grafcet.

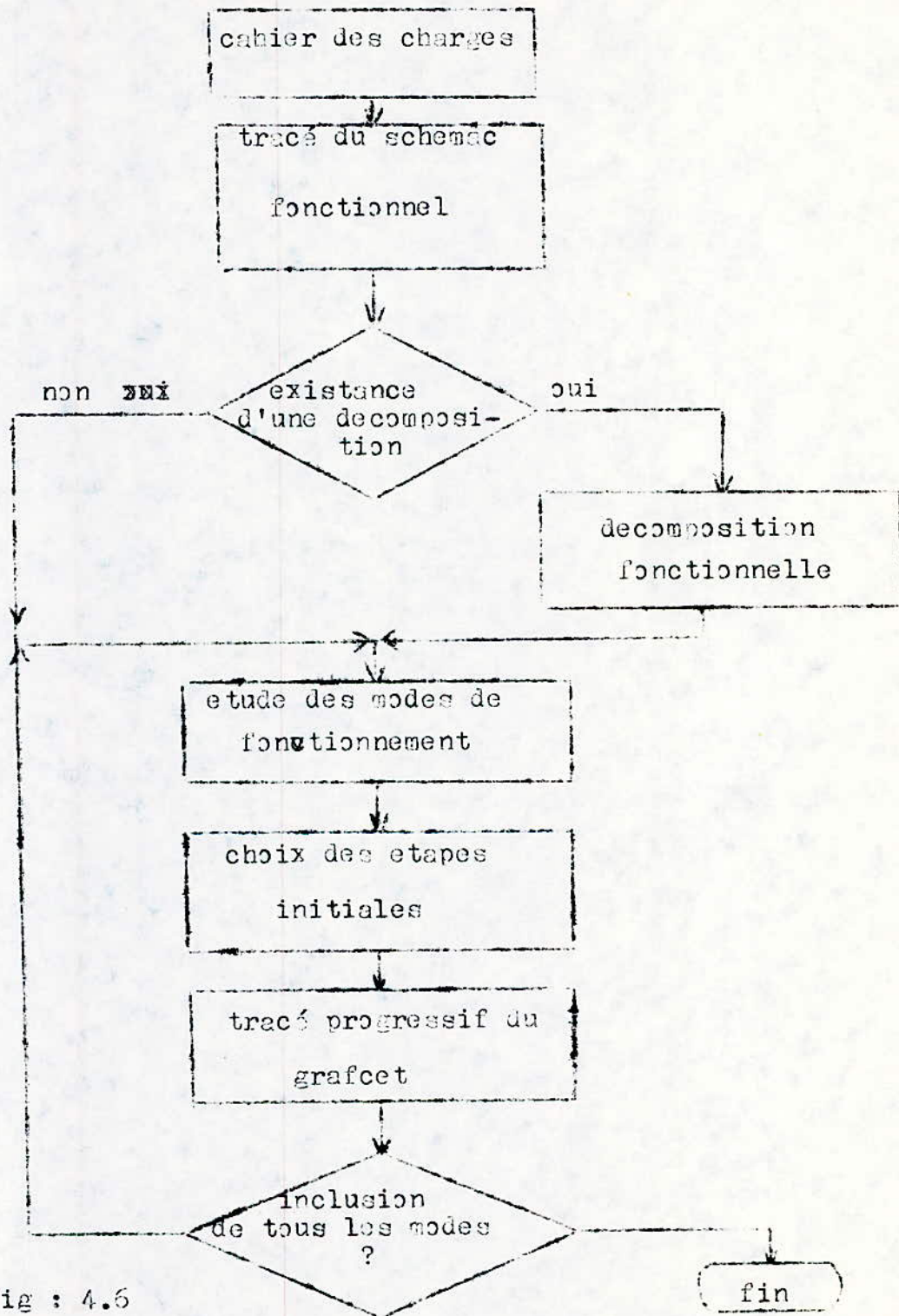


fig : 4.6

4.2 GRAFCET DES MACHINES OUTILS

4.2.1 GRAFCET DE LA FRAISEUSE

a / Cahier des charges : Il s'agit d'effectuer quelques opérations d'usinage dans des éléments de la boîte de vitesse qui sont :

- surfacage du carter et des couvercles.
- alésage du carter.
- taillage d'engrenage
- exécution des cavités pour clavettes.

b / Description de la machine: la fraiseuse se compose d'une console fixe par rapport à la table. Les pièces à usiner sont approvisionnées et fixées à l'aide d'un robot manipulateur sur un montage solidaire de la table et possédant un système de rotation de 180°

c / Cycle de fonctionnement et grafcet.

- Le carter : la fraise tourne en permanence la pièce étant fixée sur la table, l'information de départ du cycle est donnée.

Lors d'une approche en grande vitesse, le fraisage sur la face supérieure du carter s'effectue en petite vitesse.

Dès que la partie de A à B est exécutée, la table descend en grande vitesse puis avance jusqu'à la position D.

Dès que cette seconde partie de D à C est exécutée la table descend en grande vitesse, et il y a rotation de la pièce de 90° , puis le même cycle se répète pour les parties (A-D) et C

Après exécution de la face supérieure du carter celui-ci est inversé et le même cycle que pour la face supérieure est repris pour les deux faces latérales avant et arrière.

Lorsque le surfacage est terminé, il y a changement d'outil puis alésage des trous.

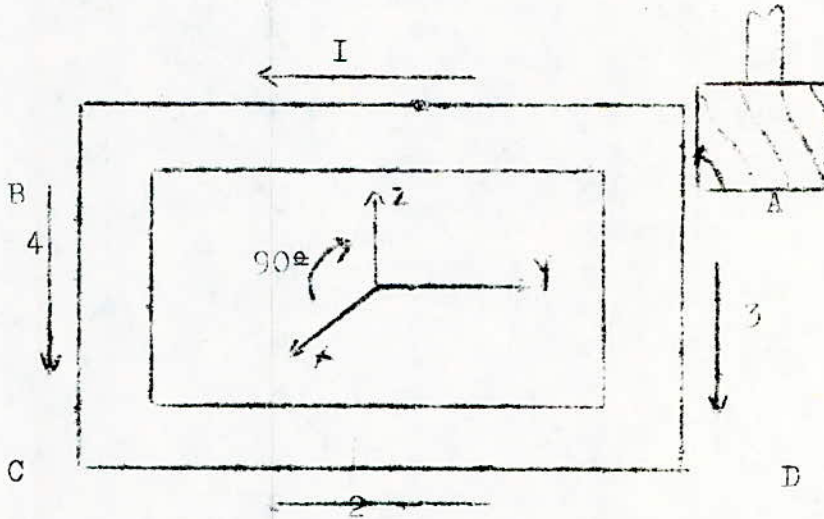


fig : 4.7

actions		informations	
montée en grande vitesse	mgv	depart cycle	dcy
usinage à petite vitesse	upv	broche en rotation	br
descente en grande vit	Dgv	avance terminé	at
avance en grande vit	agv	table en bas	Tb
rotation de la piece	rp	table en haut	Th
inversion de la piece	ip	usinage terminé	ut
		rotation terminé	rt
		piece inversé	pi

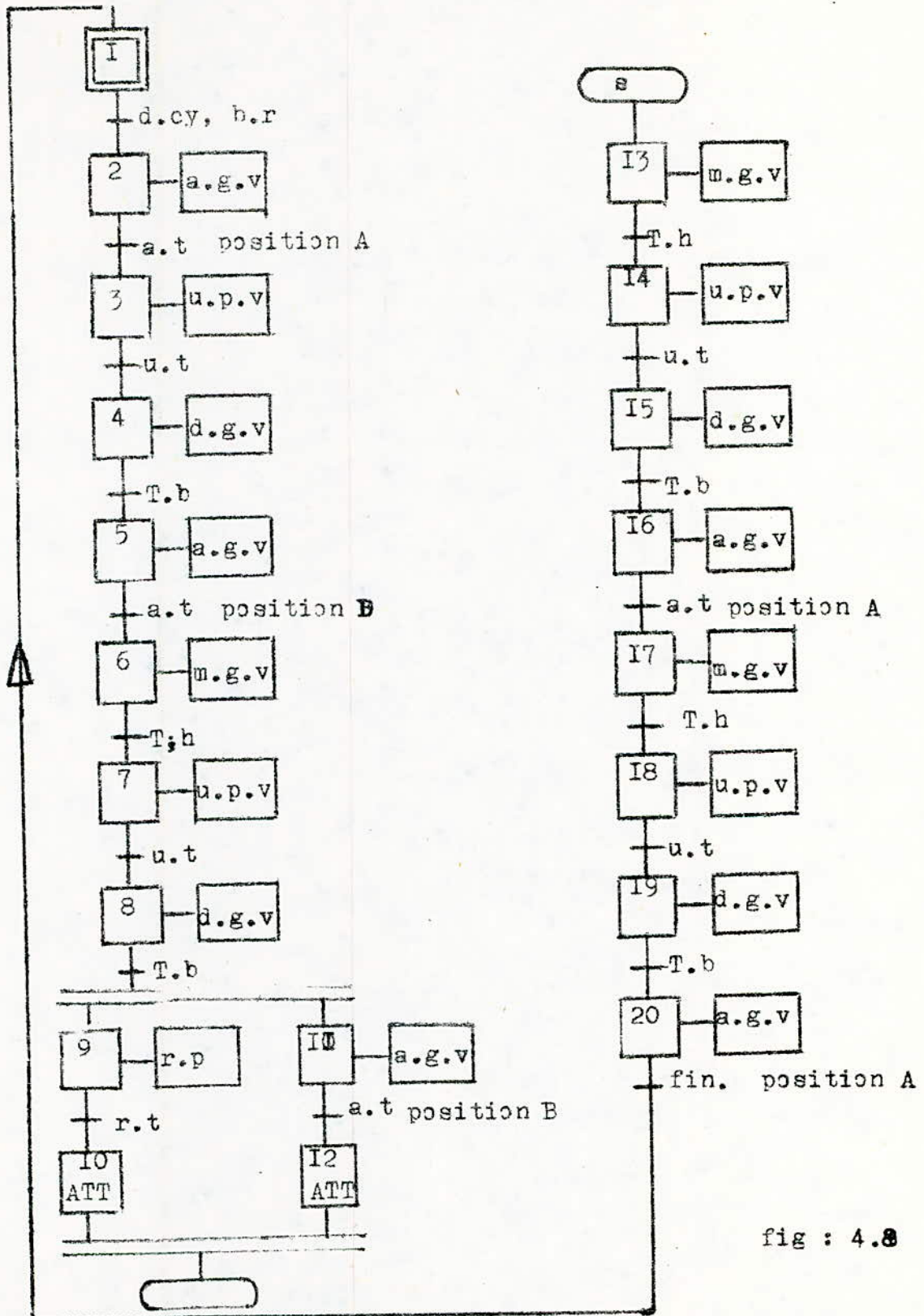


fig : 4.8

Après surfacage des faces laterales l'outil est changé et l'opération d'alesage commence.

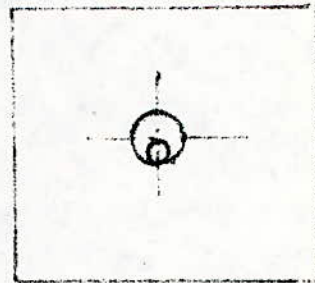
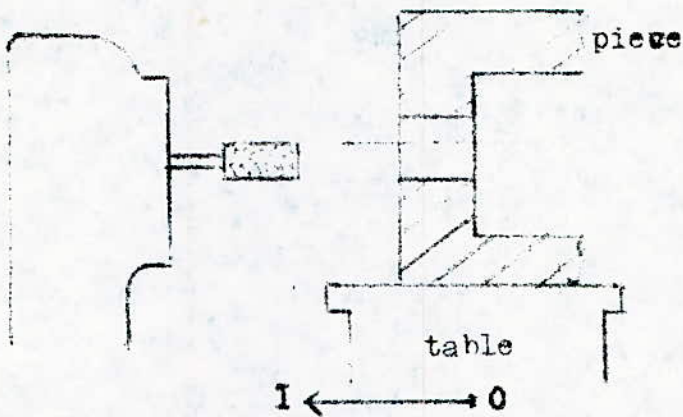


fig : 4.9

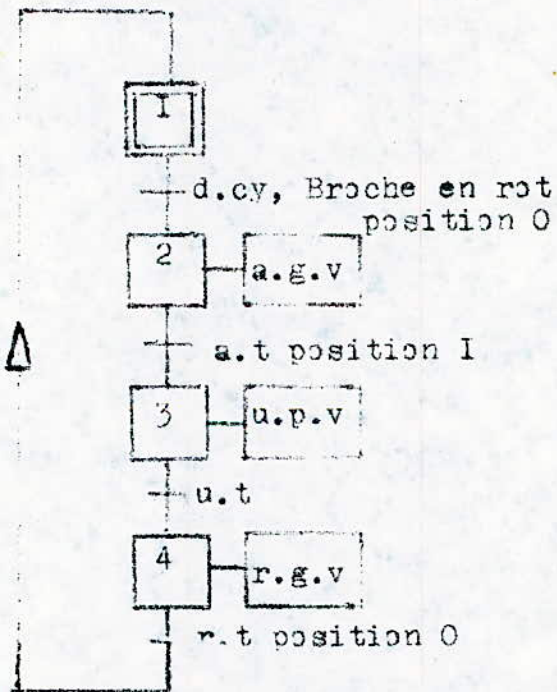


fig : 4.10

actions	
depart cycle	d.cy
avance à grande vit	a.g.v
usinage à petite vit	u.p.v
recule à grande vit	r.g.v

informations	
avance terminée	a.t
usinage terminé	u.t
recule terminé	r.t

- Les pignons et les baladeurs : après changement d'outil la broche tourne en permanence, la piece etant fixée sur la table, l'information de depart du cycle est donnée.

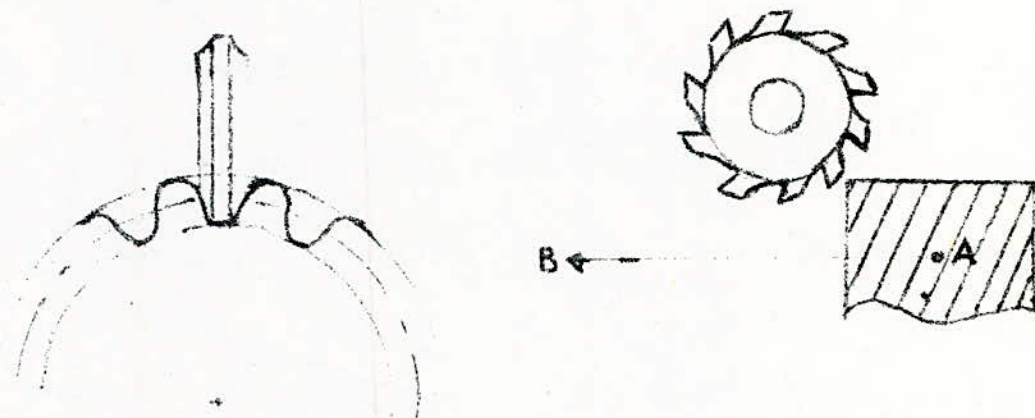


fig: 4.II

Après approche de la table jusqu'à ce que le centre de la piece se pointe sur la position A. L'usinage s'effectue à petite vitesse. Après usinage la table retourne à la position A.

Après retour de la table, la piece effectue une rotation d'une division (le nombre de division est egale au nombre de dents). Après rotation de la piece le cycle se repète.

actions	
avance à grande vit	a.g.v
depart cycle	d.cy
usinage petite vit	u.p.v
retour à grande vit	r;g.v
rotation à grande vit de la piece	R.P
inversion de la piece	I.P

informations	
avance terminé	a.t
usinage terminé	u.t
retour terminé	r.t
rotation terminé	R.t
piece inversé	P.I

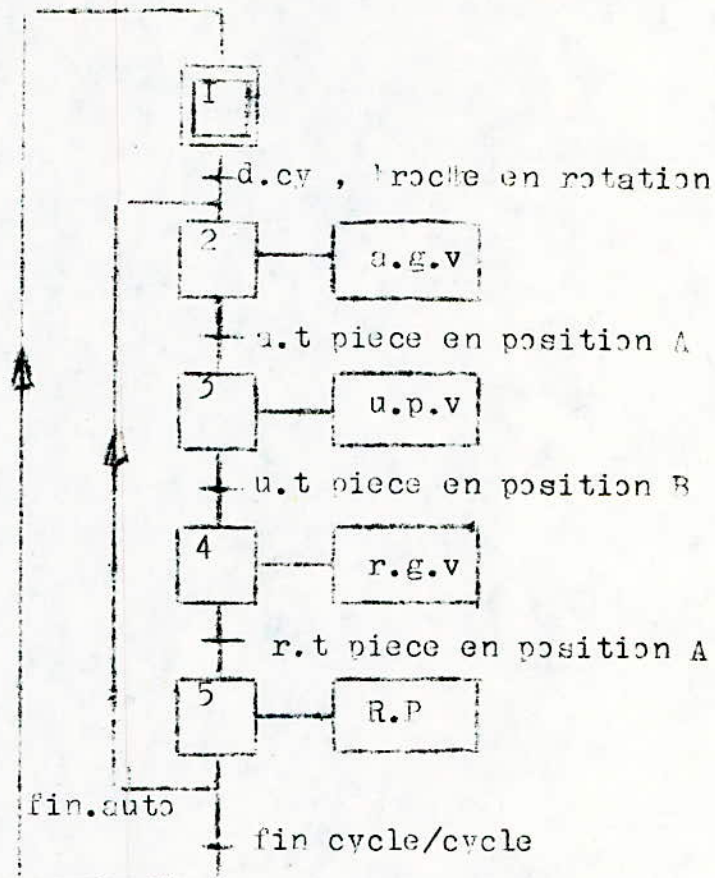


fig : 4.I2

Lorsque le commutateur indique auto le retour s'effectue à l'étape 2 et lorsque celui-ci indique cycle/cycle le retour s'effectue à l'étape I.

- Arbre receptr : le même grafcet est applicable pour l'execution des cannelures de l'arbre receptr qui porte les baladeurs. L'exécution des cannelures s'effectue après changement d'outil et fixation de l'arbre sur la table.

Le tableau d'action et d'information est identique à celui du taillage d'engrenage.

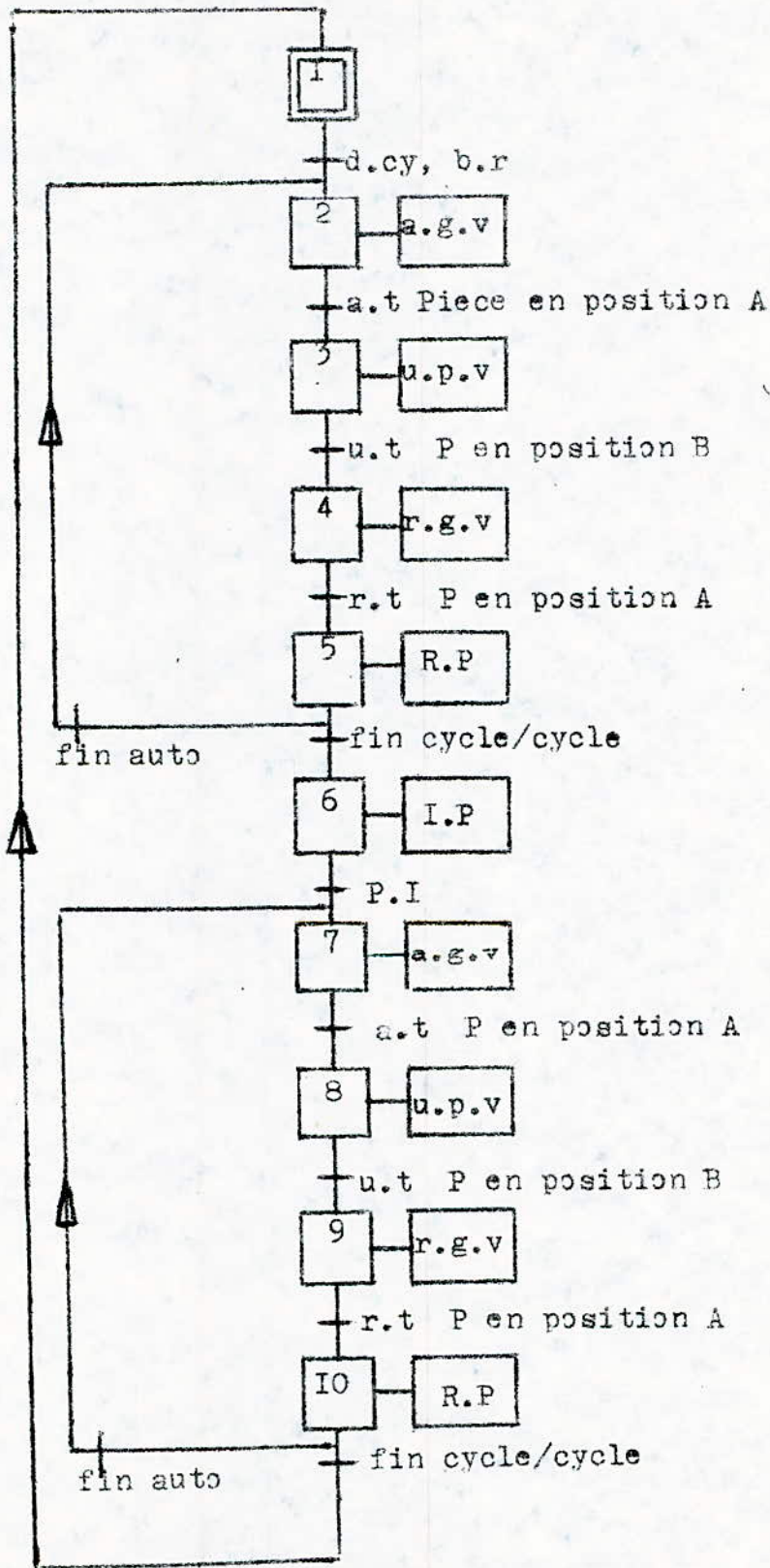


fig : 4.13

- Arbre moteur : la fraise tourne en permanence l'arbre moteur est fixé sur la table, l'information de départ du cycle est donnée la table étant en position I

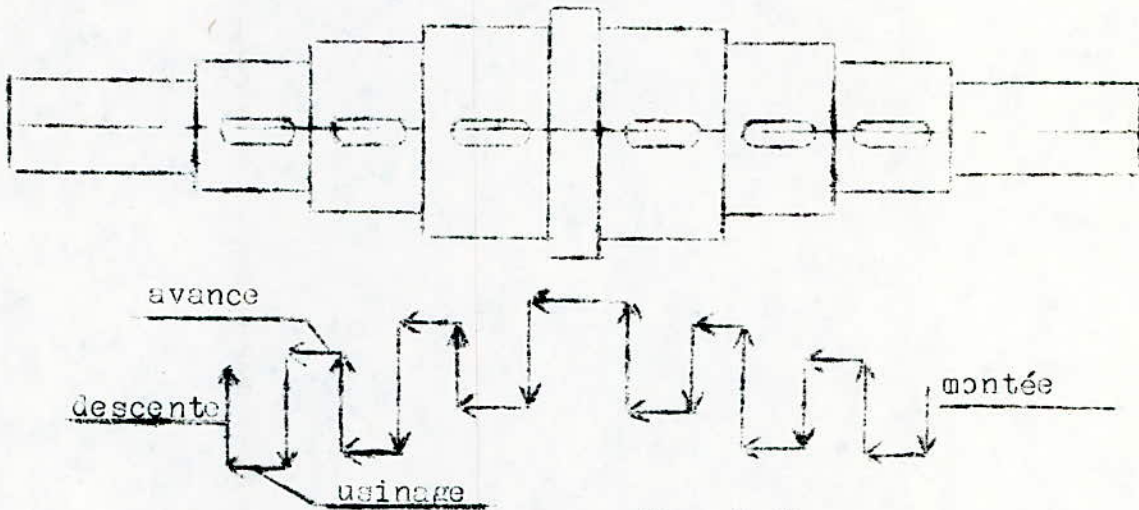


fig :4.IA

Après montée de la table à grande vitesse, l'usinage s'effectue en petite vitesse. Lorsque la première cavité est exécuté, la table redescend à grande vitesse, puis elle avance à grande vitesse jusqu'à la position 2.

Le même cycle se répète pour les autres cavités.

actions		informations	
montée à grande vitesse	m.g.v	départ cycle	d.cy
usinage à petite vit	u.p.v	table en haut	T.h
descente à grande vit	D.g.v	TABLE en bas	T.b
avance à grande vit	a.g.v	Avance terminé	a.t
		usinage terminé	u.t

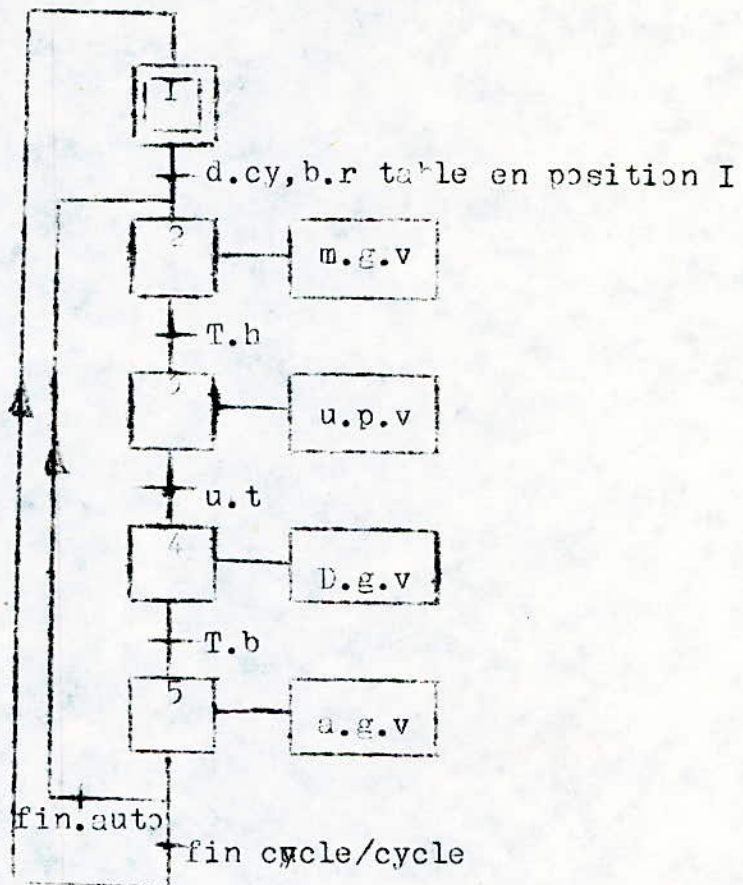


fig: 4.I5

4.2.2 GRAFCET DE LA PERCEUSE

a / Cahier des charges : le perçage est une opération qui n'est exécuté que dans le carter et les couvercles, donc il s'agit de perçer les pièces suivantes :

- Perçage et taraudage des six trous d'assemblage cloche-carter.
- Perçage ainsi que taraudage des dix trous d'assemblage couvercle-carter, sur chaque côté.
- Perçage du trou de marche arrière.

- Perçage des trous de guidage.

-Perçage des trous sur cloche et couvercles.

b / Description de la machine : la perceuse se compose d'une table à deux axes simultanés et d'une console mobile par rapport à la table. Les pièces à usiner sont approvisionnées et fixées à l'aide d'un robot manipulateur sur un montage solide de la table.

c / Cycle de fonctionnement et graficet.

- Le carter : la broche tourne en permanence, la pièce étant fixée sur la table, l'information de départ du cycle est donnée.

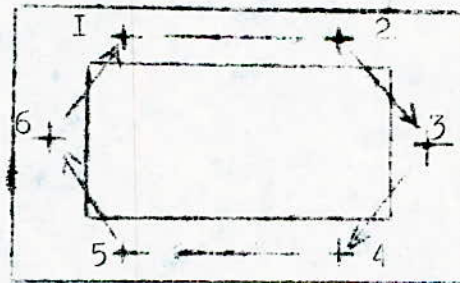


fig : 4.15

Après une approche à grande vitesse de la broche jusqu'à la position b_1 , le perçage s'effectue à petite vitesse jusqu'à la position b_2 . Après avoir terminé le perçage la broche remonte à grande vitesse jusqu'à la position b_1 .

Dès que le premier trou se perce la table avance jusqu'à la position de perçage du trou suivant, et le cycle se répète jusqu'au dernier trou.

actions		informations	
usinage en petite vit	u.p.v	depart du cycle	d.cy
montée en grande vit	m.g.v	position bas	p.b
avance de la table	a.T	usinage terminé	u.t
descente en petite vit	D.p.v	position haut	p.h
avance en grande vit	a.g.v	avance terminée	a.t
inversion de la piece	i.P	piece inversée	P.i
changement de forêt	c.F	forêt changé	F.c
taraudage à petite vit	ta.p.v	taraudage terminé	ta.t

après perçage sur la face superieur la piece est inversée pour subir les operations de perçage des trous d'assemblage sur la face laterale avant ainsi que pour la face laterale arriere qui celle-ci subit en plus le perçage du trou de la marche arriere.

NE : le tableau des actions et informations donné ci-dessus est applicable pour le grafcet de perçage et de taraudage.

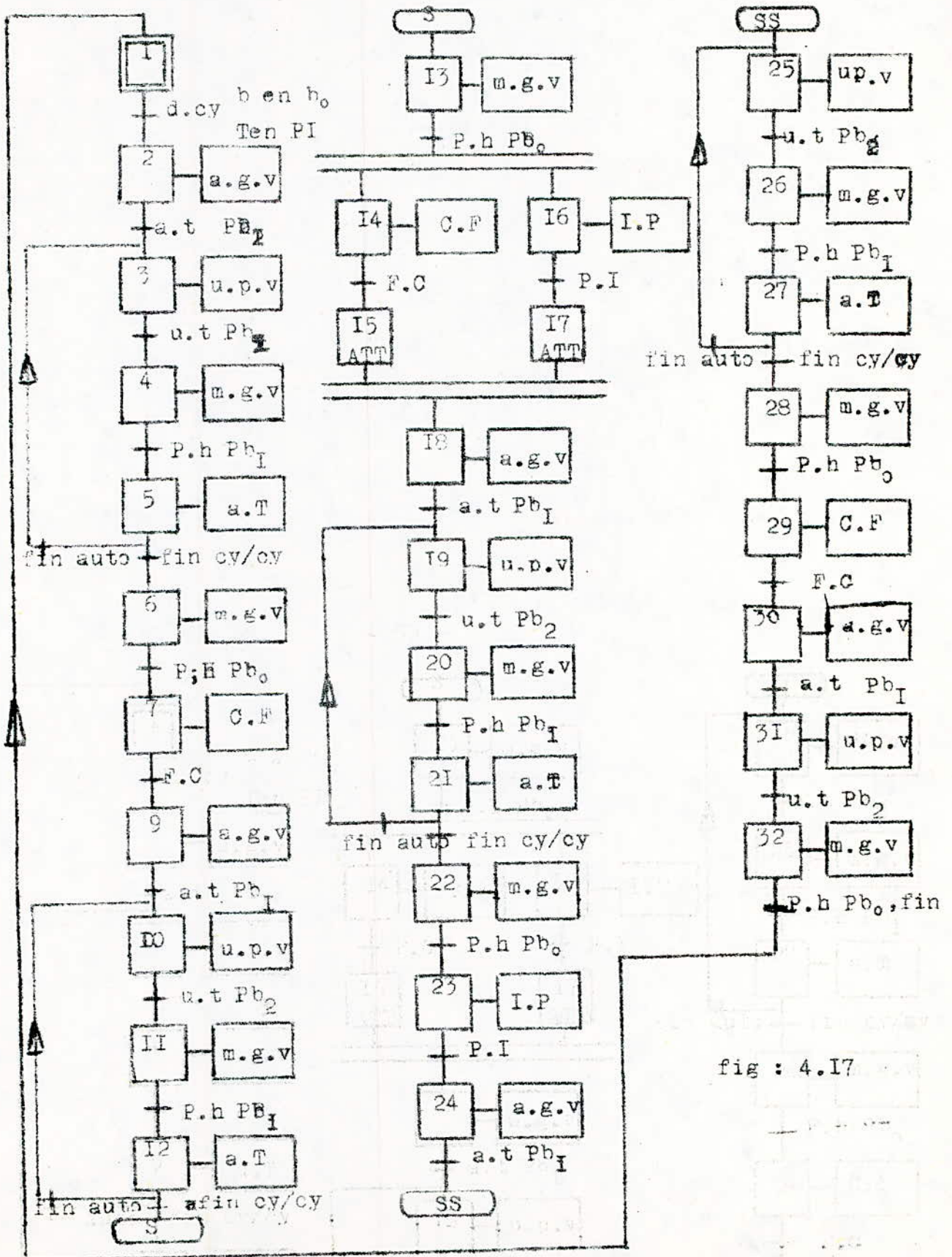


fig : 4.I7

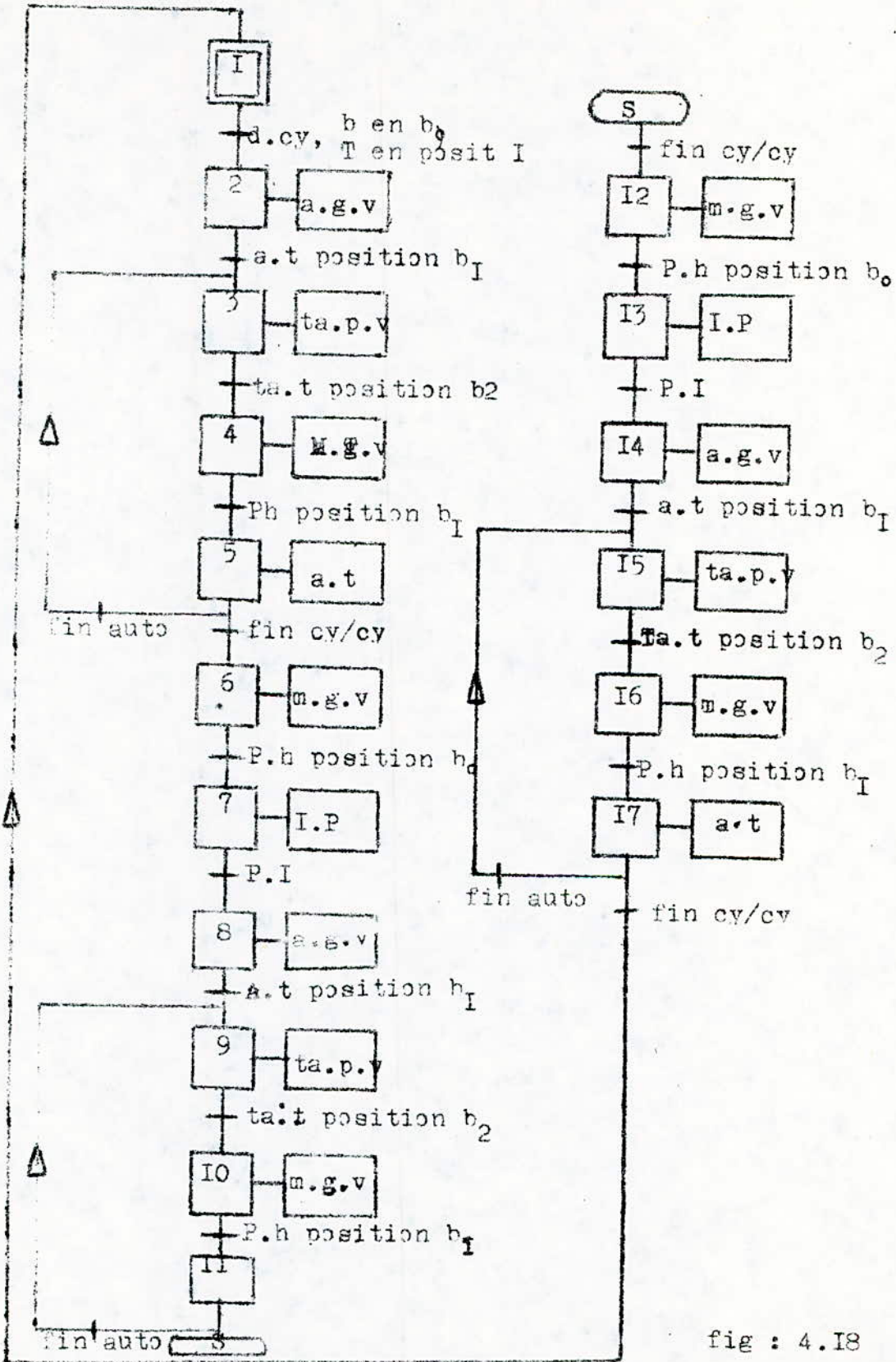


fig : 4.I8

4.2.3 GRAFCET DU TOUR A COMMANDE NUMERIQUE.

a / Cahier de charge : le cahier de charge du tour est défini par les opérations suivantes :

- Chariotage de l'arbre moteur et de l'arbre recep-
teur.
- Chenfreinage des deux arbres .
- Filetage des arbres.
- ⊗ Chenfreinage des pignons et baladeurs.

b / description de la machine : le tour se compose d'un système de serrage de la pièce, commandé numériquement, et d'un chariot porte outil à trois axes successifs.

c / Cycle de fonctionnement et grafcet.

- Arbre moteur : (voir fig: 3.4)

Après avance du chariot porte outil en grande vitesse jusqu'à la pièce, l'usinage s'effectue à petite vitesse sur toute la longueur L_1 . Après usinage le chariot retourne à la position initiale puis il avance d'une distance b , puis l'usi-
nage s'effectue à petite vitessesur toute la longueur L_2 .

Le même cycle se répète pour l'usinage sur les longueurs L_3 et L_4 en avançant respectivement des distances c et d .

Après chariotage il y a changement d'outil et changement de vitesse, puis filetage sur toute la longueur x

Après usinage d'un côté de l'arbre celui-ci est inversé et les mêmes opérations sont effectuées sur ce second côté.

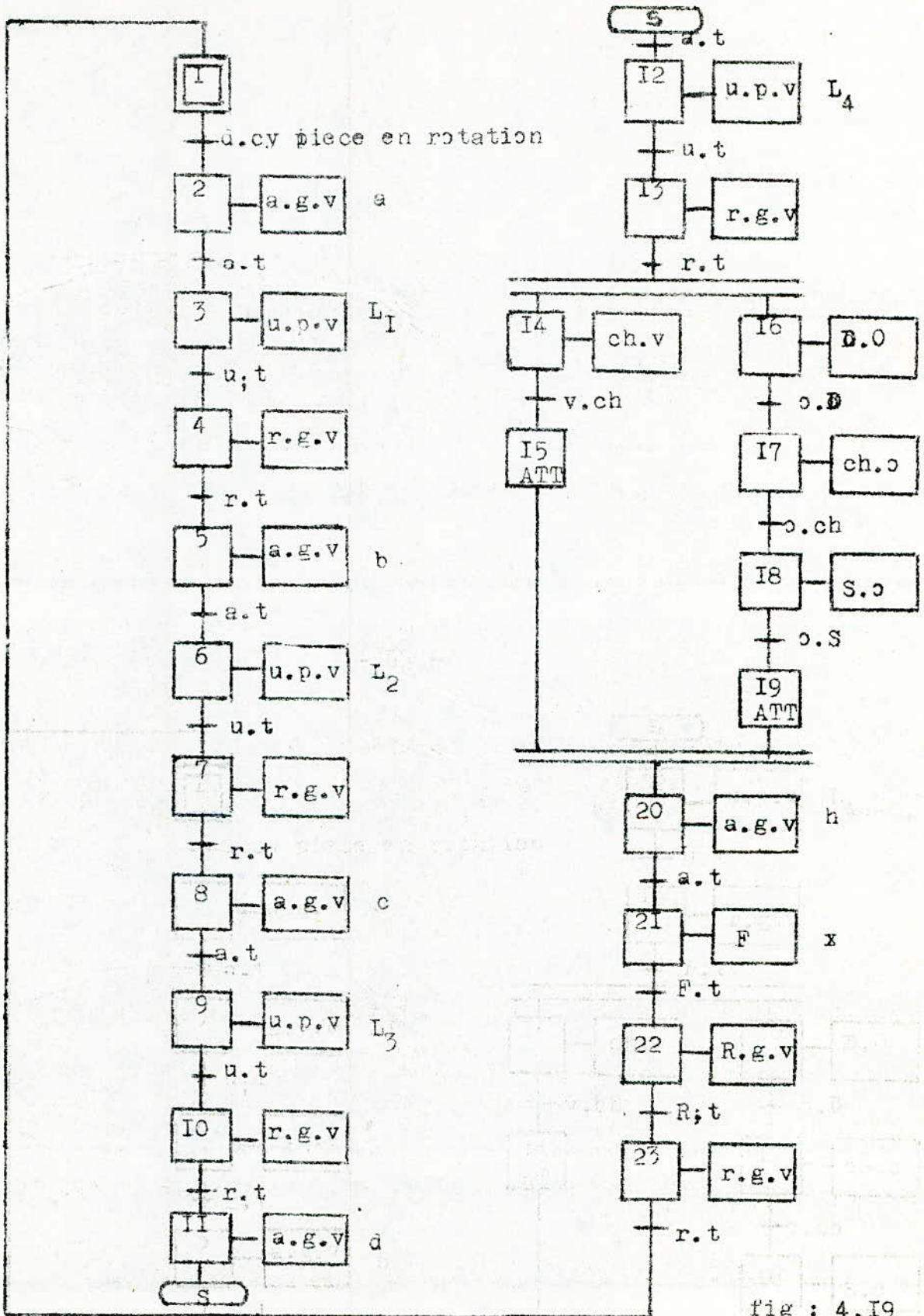


fig : 4.I9

actions		informations	
avance à grande vit	a.g.v	départ cycle	d.cy
usinage en petite vit	u.p.v	avance terminée	a.t
retour à grande vit	r.g.v	usinage terminé	u.t
desserage outil	D.o	retour terminé	r.t
serrage outil	S.o	outil desséré	o.D
changement outil	C.o	outil serré	o.S
changement de vitesse	C.v	outil changé	o.C
filetage	Fi	vitesse changée	v.C
recul à grande vit	R.g.v	filetage terminé	F.t
inversion de la piece	i.P	recul terminé	R.t
		piece inversée	P.i

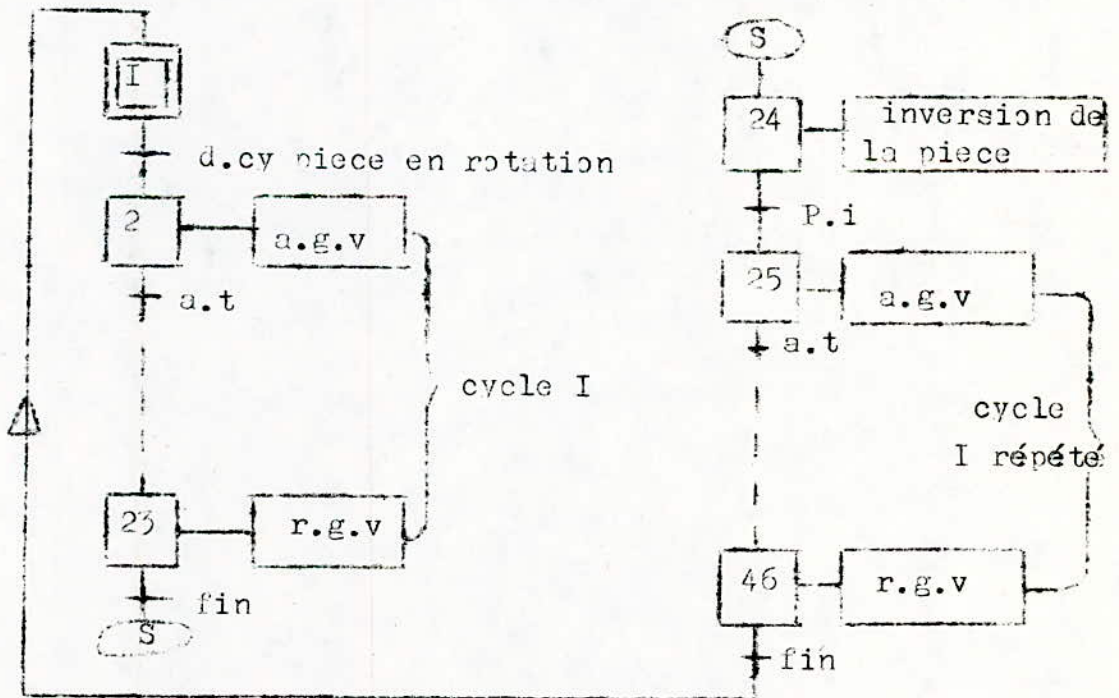


fig : 4.20

4.2.4 GRAFCET DE LA MORTAISEUSE

a / Cahier des charges : le cahier des charges de la mortaiseuse est le moins chargé. Il s'agit d'exécuter les pièces suivantes.

- Mortaisage des baladeurs.
- Mortaisage des pignons.

b / Description de la machine : la mortaiseuse se compose d'une console à mouvement verticale et d'une table munie d'un système rotatif sur lequel est fixée la pièce.

c / Cycle de fonctionnement et grafcet.

- Baladeurs : la console de la mortaiseuse est en position haute, la pièce fixée sur la table, l'information de départ est donnée.

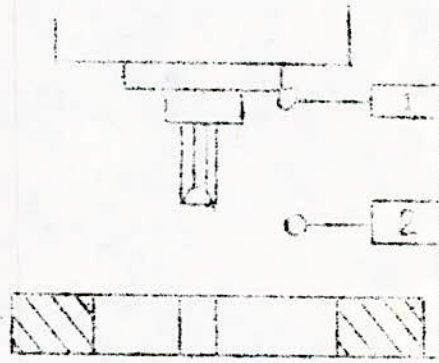


fig : 4.2I

Après fixation de la pièce, le départ du cycle est donné. L'outil en position 1 descend en chute libre jusqu'à la position 2 puis il remonte à la position initiale ce cycle se

répète jusqu'à ce que la cavité soit totalement exécuté.

Après exécution de cette première cavité il y a rotation de la pièce et le cycle est répété.

actions		informations	
descente rapide	D.RA	DEpart du cycle	d.cy
montée rapide	m.RA	POsition 2	P2
rotation de la pièce	R.p	position I	PI
		rotation terminée	R.t

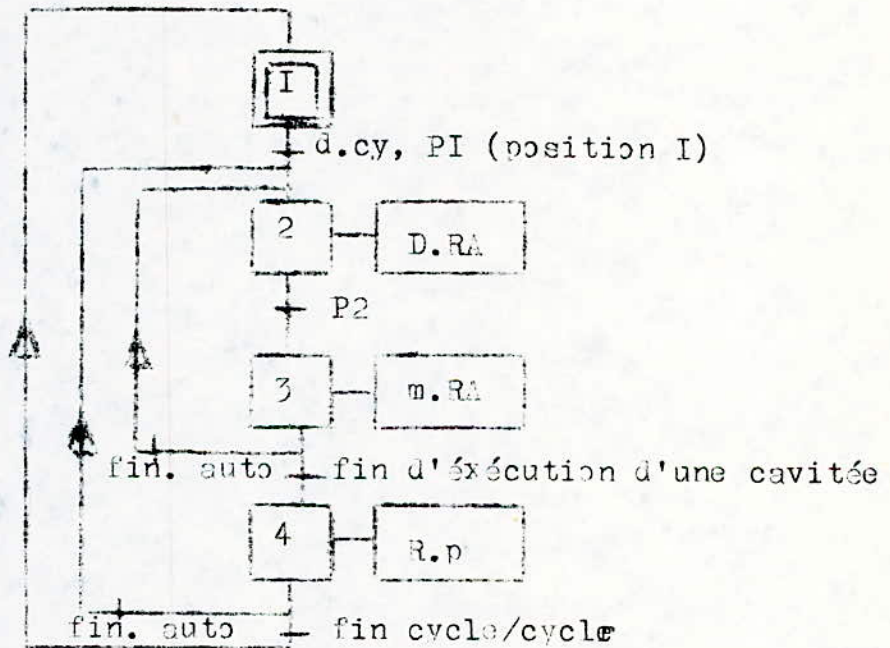


fig: 4.22

4.2.5 GRAFCET DE LA RECTIFIEUSE

Pour cette machine outil le principe est le même que celui du tour sauf que cette machine n'est destinée qu'au meulage des surfaces actives de l'arbre moteur qui sont : les

surfaces de longueur L_1 , L_2 , L_3 . Donc le grafcet de cette machine outil est identique à celui du tour

4.2.5 GRAFCET DE TRAITEMENT THERMIQUE SUPERFICIEL.

a / Cahier des charges : le centre de traitement thermique est destiné à faire subir un traitement de surface aux pièces essentielles telles que les arbres et les engrenages. Ces pièces sont assemblées dans un châssis.

b / Description du matériel : on utilise un robot portique à trois axes successifs, un châssis porte pièces, un four électrique, un bac de rinçage et enfin un poste de chargement et un autre de déchargement des pièces. (voir annexe 4.)

c / Cycle de fonctionnement et grafcet.

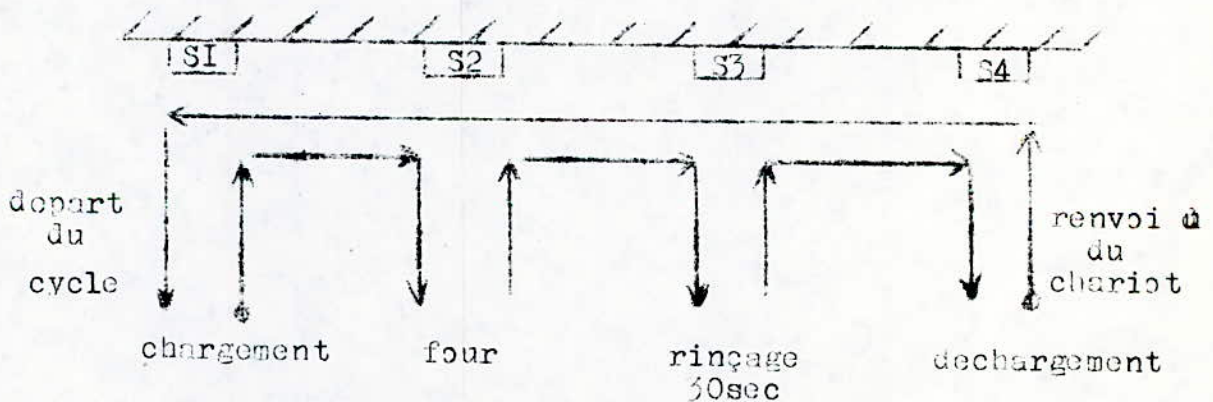


fig : 4.23

Les informations S_1 à S_4 permettent le positionnement au dessus des différents postes.

actions	
montée du châssis	m.ch
translation droite	TR.DR
descente du châssis	D.ch
montée du bras du robot	m.BR
descente du bras	D.BR
translation à gauche	TR.G

informations	
depart cycle	d.cy
châssis en haut	ch.h
châssis en bas	ch.b
bras du robot en haut	BR.h
bras en bas	BR.b
robot en position S _I	RO.S _I
châssis en position S _I	ch.S _I
" " "	S ₂ ch.S ₂
" " "	S ₃ ch.S ₃
" " "	S ₄ ch.S ₄

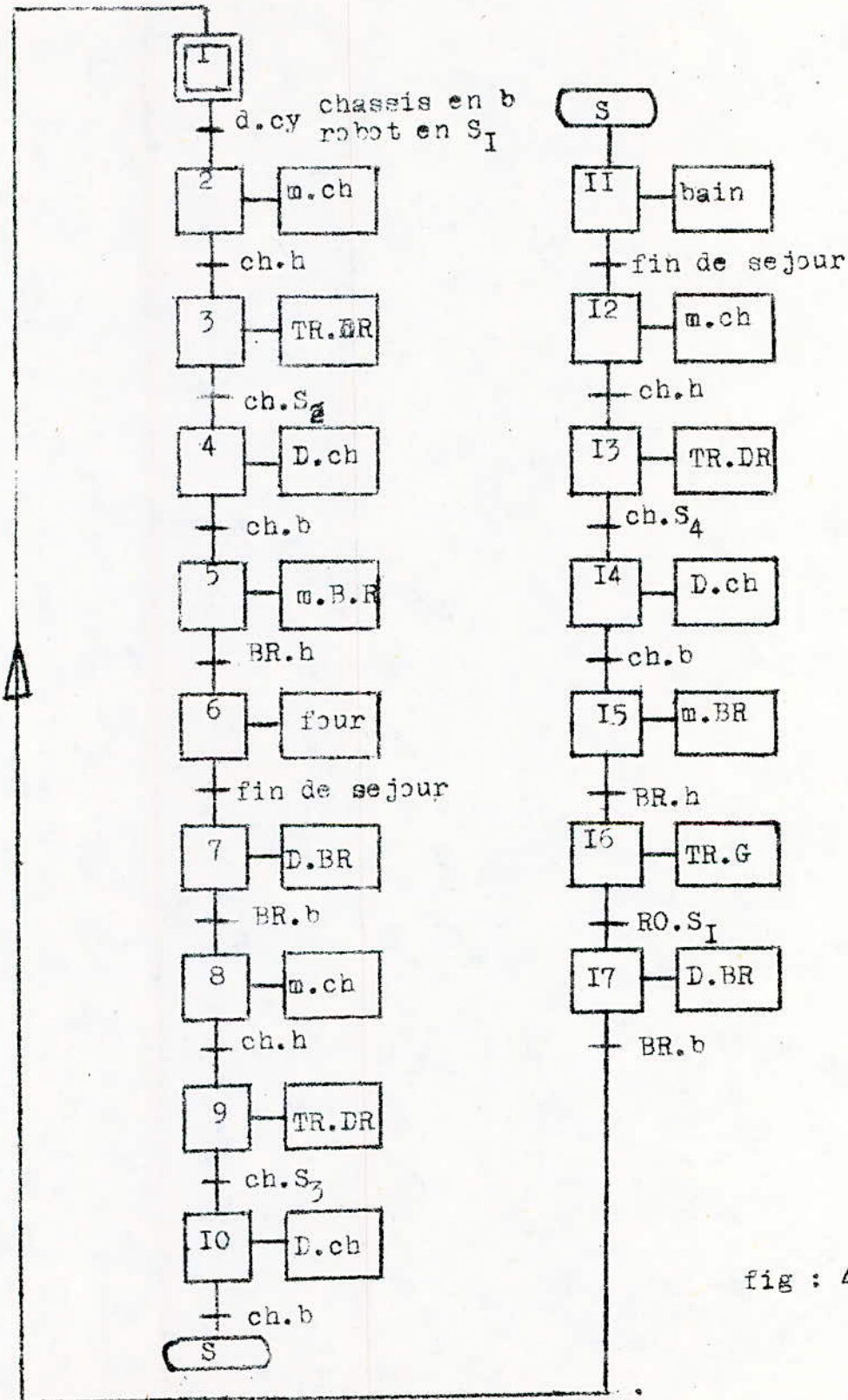


fig : 4.25

4.2.6 GRAFCET DES ROBOTS

a / Cahier des charges : il s'agit d'alimenter les machines outils en pièces brutes et les décharger après usinage. Pour alimenter ces machines le robot est commandé à soulever les pièces brutes ~~en~~ stock puis les déposer sur la table de la machine.

b / Description du matériel : le robot est fixé à la machine et possède les mouvements suivants :

- Une rotation autour de son axe principal.
- Une montée suivant l'axe verticale .
- Une avance de la pince .
- Un système d'ouverture et fermeture de la pince.

c / Cycle de fonctionnement et grafcet : le bras du robot s'avance , puis descend et prend la pièce qui se trouve dans le chariot , puis il remonte , effectue une rotation vers la machine , il descend , pose la pièce et retourne à la position initiale.

Le départ du cycle est donné mais l'information n'est pas prise en compte tant que la pièce n'est pas présente.

actions		informations	
avance du bras	a.b	depart cycl	d.cy
recule du bras	r.b	bras en avant	b.av
fermeture pince	f.p	bras en arriere	b.ar
ouverture pince	o.p	pince fermée	p.f
descente du bras	D.b	pince ouverte	p.o
montée du bras	M.b	bras en bas	b.ba
rotation à droite	R;DR	bras en haut	b.h
rotation à gauche	R.G	bras à droite	b.DR
		bras à gauche	b.G
		presence piece dans le chariot	P.C
		presence piece dans la table	P.T

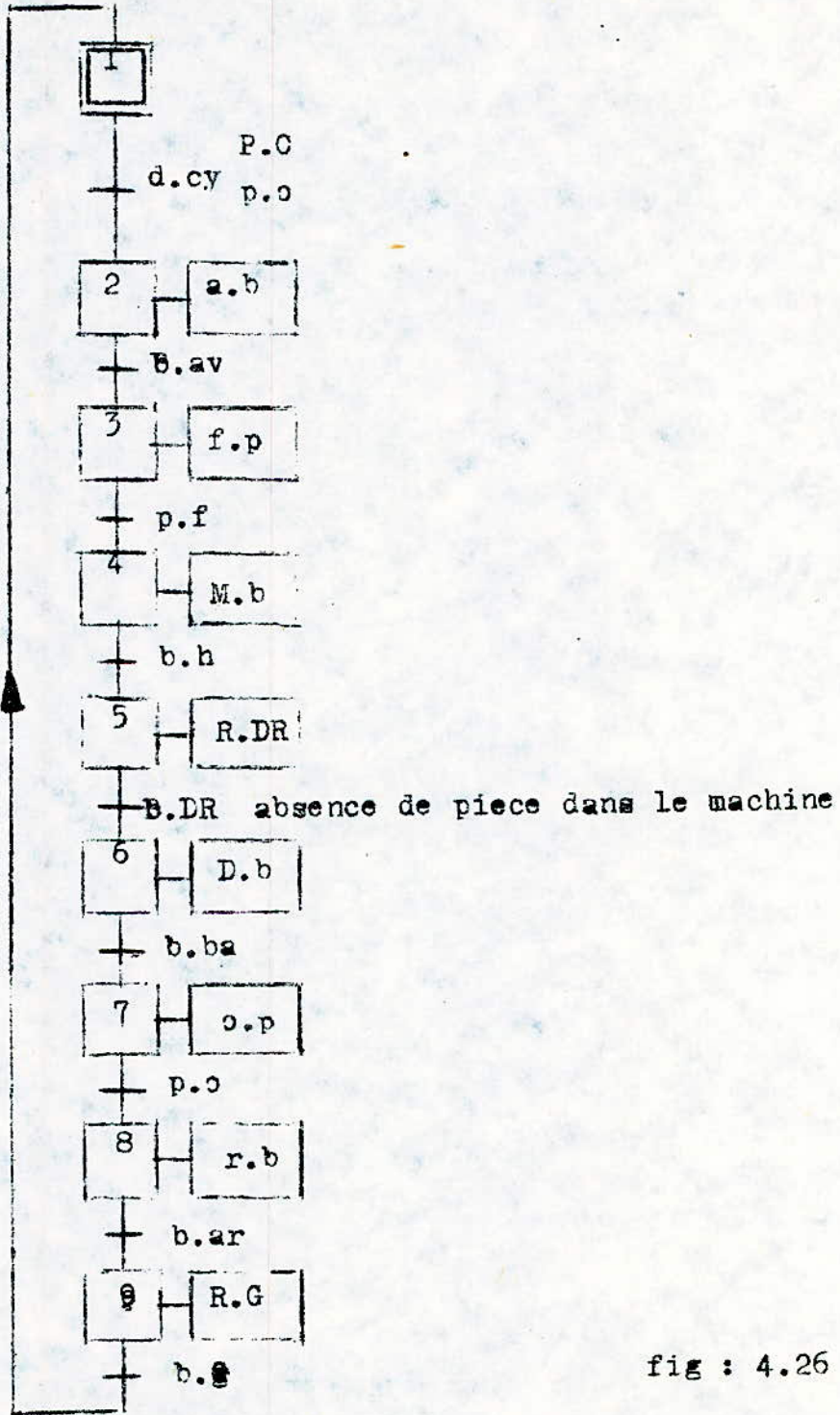


fig : 4.26

V C O N C L U S I O N

L'Amélioration des systèmes de production conventionnels par des systèmes de production flexibles et automatisés dans nos unités de production telle que la S.N.V.I , est une étape essentiel de l'évolution des techniques. Elle permet non seulement l'augmentation de la productivité mais aussi:

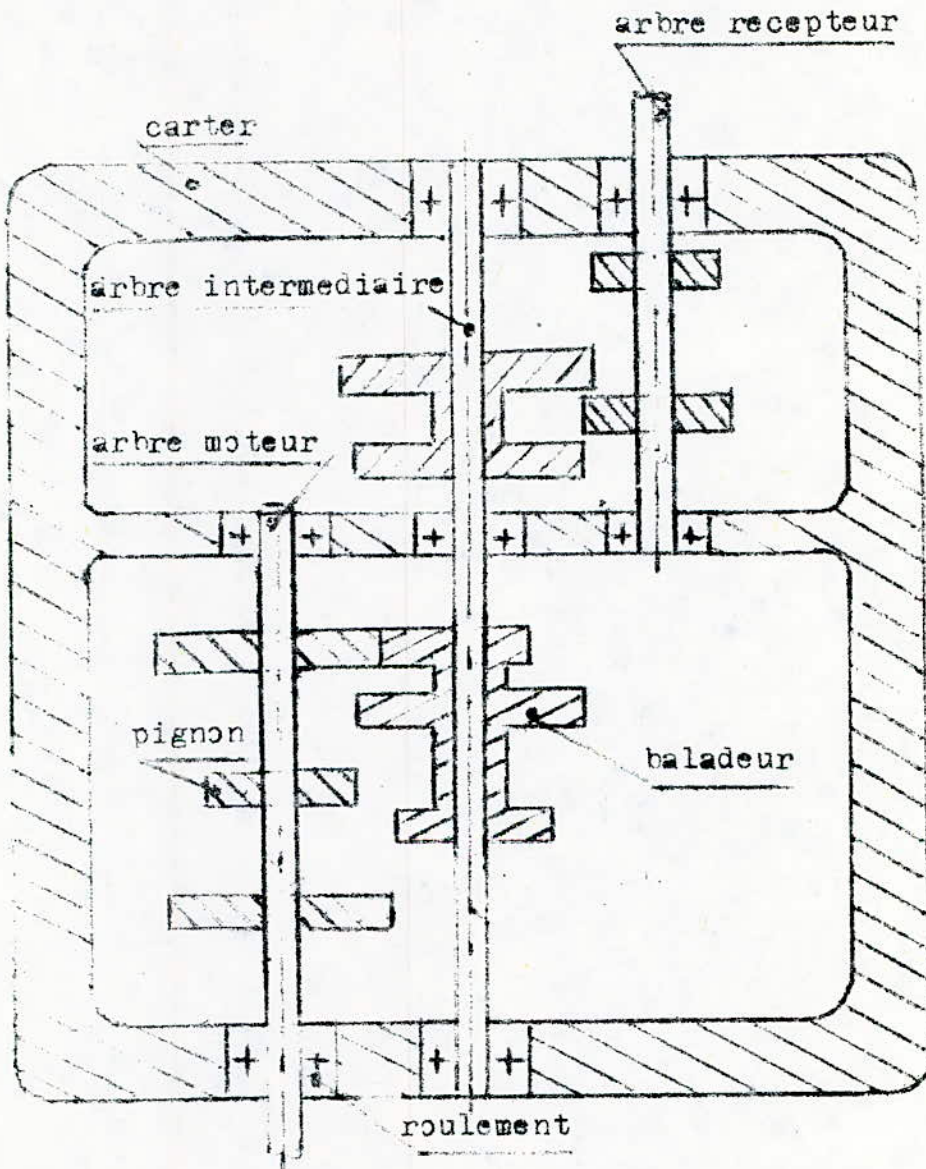
- L'Amélioration de la qualité du produit.
- La réduction des tâches pénibles ou risquées.
- Le gain chronologique de fabrication, qui est le point essentiel de notre étude.

Lorsque ce genre de système de production est apparu l'opinion à été divisé en deux : les ultra-optimistes qui croyaient que tous les maux d'usinage ont été découverts, et les ultra-pessimistes, qui pensaient au chômage et la ruine à tout utilisateur de la C.N puis peu à peu des personnes ayant des idées appropriées sont nées. Aujourd'hui il y a les partisans et les ennemis et leur dispute ne font que le ralentissement de la pénétration inéluctable de la production.

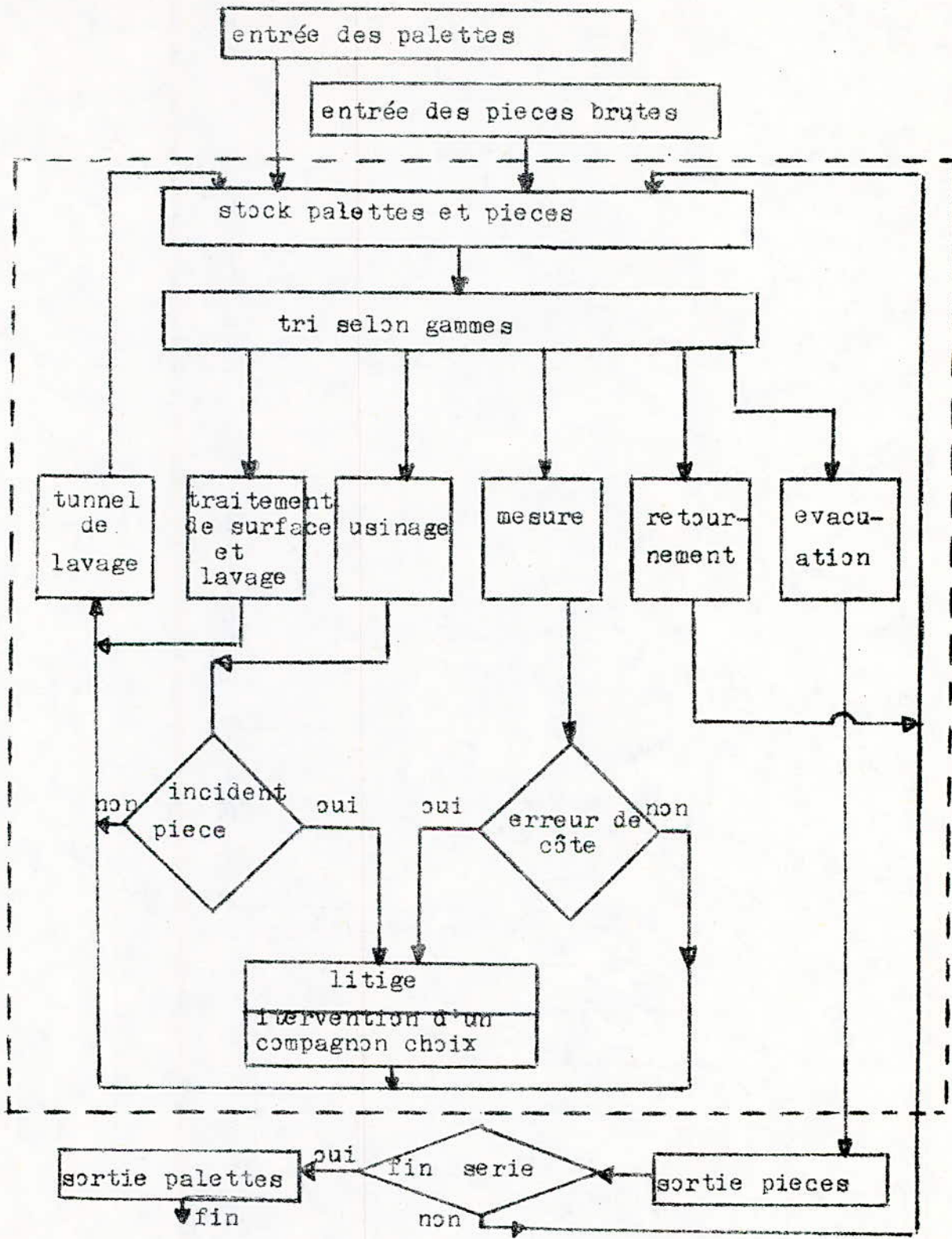
La productique est un nouveau mode de fabrication mécanique qu'il faut développer dans nos sociétés avec la participation des partenaires sociaux. Nous devons être conscient qu'elle permet le développement de notre industrie , et qu'elle est le souffle de notre économie.

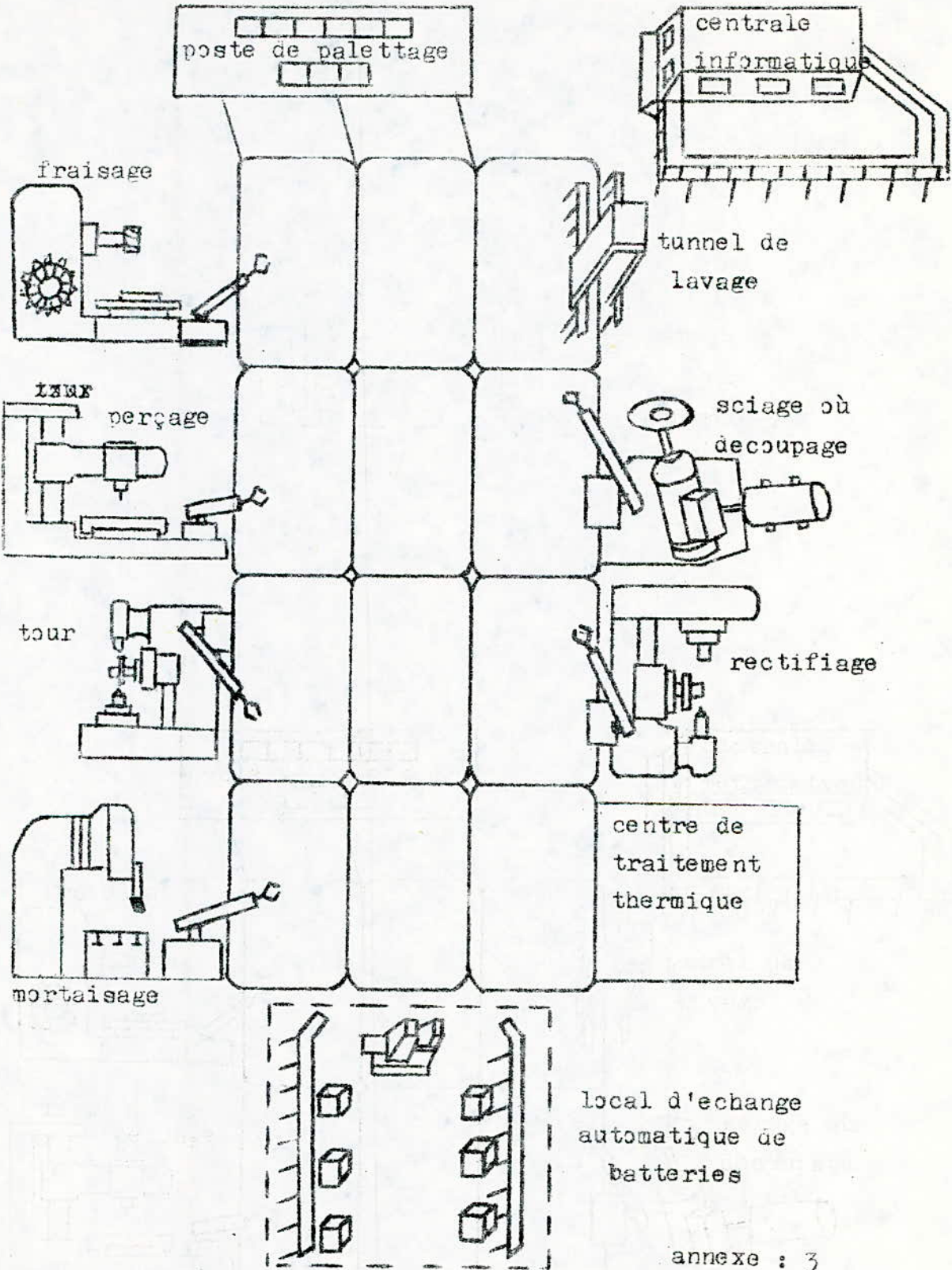
B I B L I O G R A P H I E

- Automatisation et systeme de production (volume I)
auteur: MIKELL.P.GROOVER HERMES SI
- Les robots industriels, application, gestion et pratique
auteur: J.F ENGLEBERGER HERMES
- Grafcet et logique industrielle programmée
auteur: SYLVAIN THELLIEZ et JEAN-MARC TOULOTTE
- Le grafcet, sa pratique et ses applications
auteurs: J.C POSSY, P.PRARD, P.FAUGERE et C.MERLAUD
- Application industrielle du grafcet
auteurs: SYLVAIN THELLIEZ et JEAN-MARC TOULOTTE
- Commande des machines-outils automatisées
auteurs: R.TOUILLIEZZ, M.CHAPUIS et J.P CROS
- Commande numerique des machines-outils
auteur: SIMON
- Revue machines-outils 1984
- Revue machines-outils produire N° 2 fevrier 1985



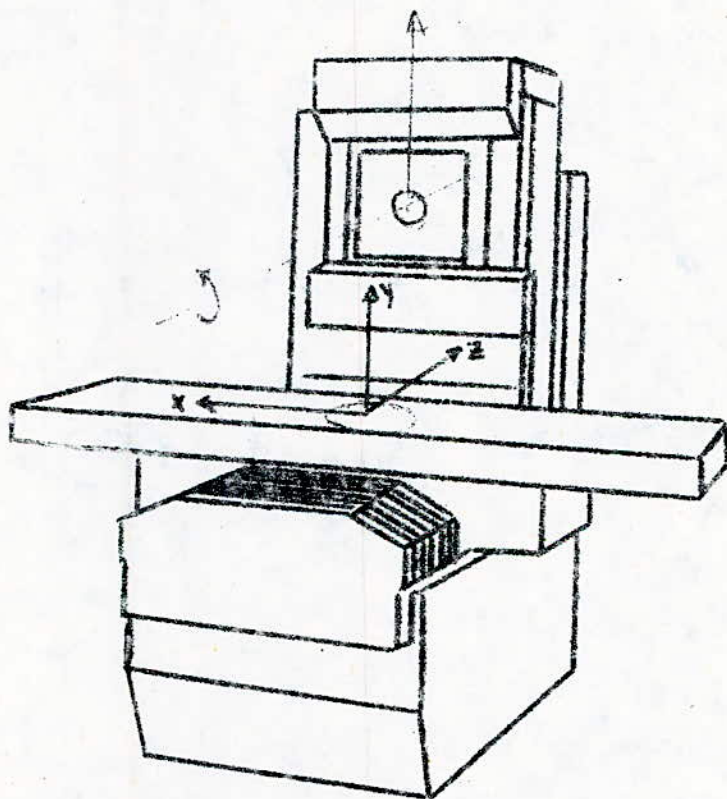
annexe : I





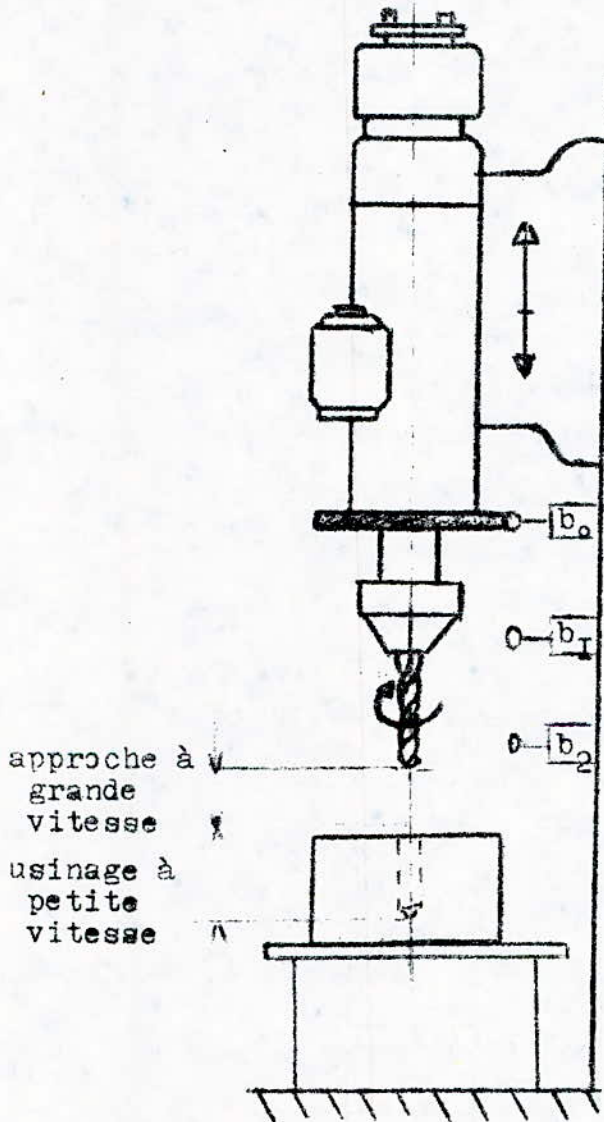
annexe : 3

fraiseuse horizontale à trois axes
simultanés

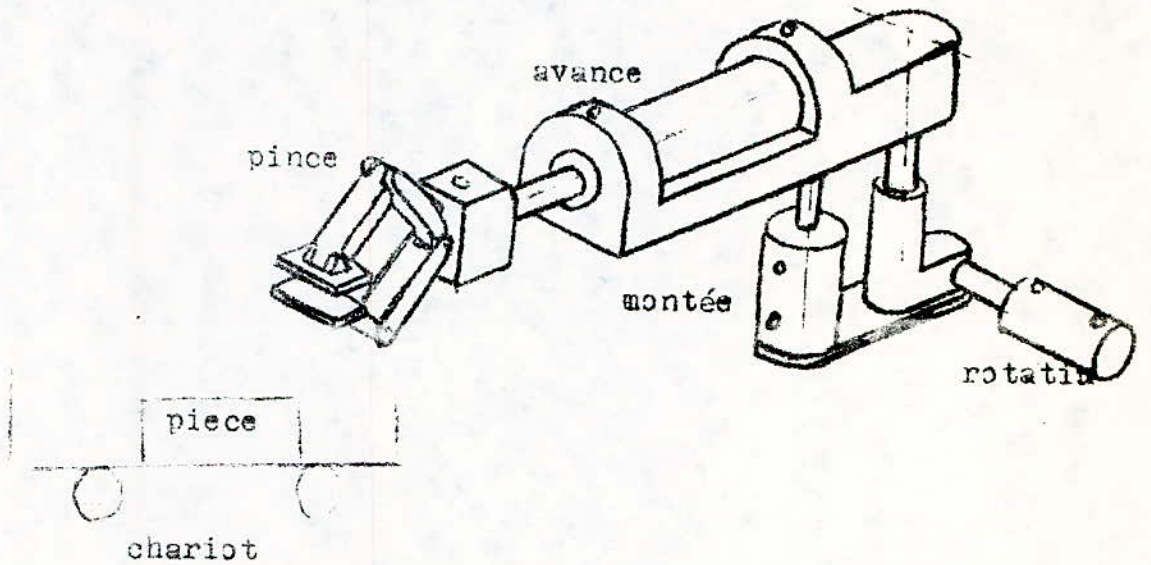


annexe : 4

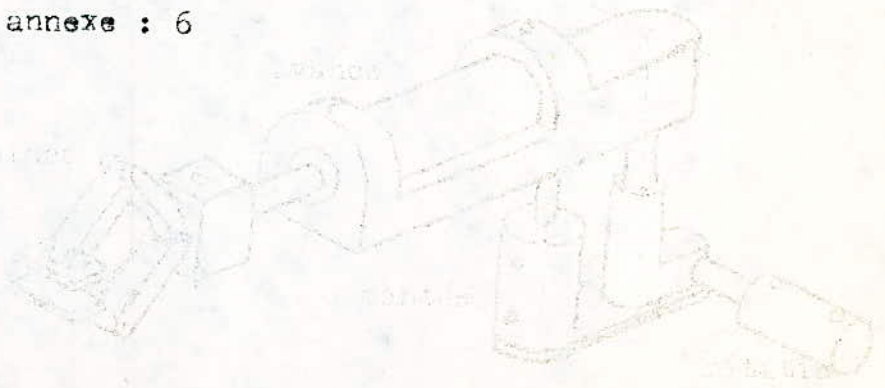
perçuse radiale ayant une table
à deux axes simultanés



robot pour chargement et dechargement
des machines outils



annexe : 6



piece

chariot

