

24/80

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Alex

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE MÉCANIQUE



**PROJET DE FIN D'ETUDES**

**SUJET**

COMMANDE PNEUMATIQUE  
D'UNE PRESSE AUTOMATIQUE  
A POINÇONNER LES RONDELLES

Proposé par :

**M<sup>me</sup> E. ROBL**

Etudié par :

**M. T. BENDJAIMA**

Dirigé par :

**M<sup>me</sup> E. ROBL**



لعمركم الوطن العجم

فقط كان صانداً وزسجياً وميتانياً

ومانياً

لله رب العالمين

# DEDICACES

A mon père , à ma mère , à mes frères,  
et sœurs

A Tous ceux qui m'ont aidés de près  
ou de loin.

Je dedie ce modeste travail

M<sup>r</sup>. T. BENDJAIMA

## REMERCIEMENT

Je tiens à exprimer ma reconnaissance et ma gratitude à Mme ROBL Eva mon promoteur de m'avoir suivi et corrigé dans mon travail.

Mes vifs remerciements aux Mr J. Pierre PIEROZAK, Mr ELEOD, qui m'ont consacré leurs temps libres. Je remercie aussi Melle BENDJAIMA Nacéra pour son aide Financière et Morale, Mr BELMAHDI Miloud, ALLEG Fateh, DELLALI Abou...

Que tous les professeurs qui ont contribué à ma formation veuillent trouver dans ce modeste ouvrage l'expression de ma profonde gratitude.

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT : MÉCANIQUE

PROMOTEUR : EVA ROBL

ELEVE : INGENIEUR : BENDJAIMA TAIEB

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة - BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

وزارة التعليم العالي  
المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
فرع الهندسة الميكانيكية  
الموجه: إيفا روبل  
الطالب المهندس: بن جديمة الطيب

الموضوع: التحكم الهوائي لمضخة مؤقتة لصناعة الخانات.  
اللاحق: يتناول هذا المشروع بحث دراسة التحكم الهوائي لمضخة مؤقتة لصناعة الخانات  
ولهذا الغرض تم تصميم منظومة لتزويد المضخة بالمادة الأولية التي تتكون من صفايح  
ملفوفة وتوجيه مسارها.  
وذلك بالإضافة إلى منظومة أمان وتجهيز يهيئ عملية الذبح.

Sujet : Commande Pneumatique d'une presse automatique a poinçonner les  
rondelles.

Résumé : Ce projet consiste en une étude de la Commande Pneumatique d'une  
presse a poinçonner les rondelles

A cet effet, il a été prévue une alimentation de la poinçonneuse en tôle  
et une fixation de cette dernière.

Un système de sécurité, et un autre permettant le poinçonnage completerons le  
les différents dispositifs de la presse.

Subject : Pneumatically operator of an automatic press for punching the  
washers

Abstract : This project consists of a study of the pneumatically operator  
of a press that punches the washers.

To this effect an alimentation of the punching machining with an iron  
sheet and a fixation of this latter.

Safety device

Safety device and an other allowing the punch will complete the differenth  
presse devices.

# S O M M A I R E

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

I- Introduction	
1-1- Generalités	2
1-2- Présentation du sujet	3
II- Caractéristiques générales de la poinçonneuse	
2-1- Données Fondamentales	4
2-2- Gamme de rondelles	6
2-3- Matériaux choisis	7
III- Solutions Technologiques proposées	
3-1- Opérations de poinçonnages	10
3-1-1- Calcul de l'effort de découpage	10
3-1-2- Calcul et choix du verin commandant le coulisseau	10
3-2- Opération d'alimentation en bande	
3-2-1- Description de l'avance bande	16
3-2-2- Principe de l'avance bande	16
3-2-3- Fredage de course	16
3-2-4- Fonctionnement	17
3-2-5- Choix des verins	17
3-2-5-1- Pince fixe et quince mobile	19
3-2-5-2- Avance bande.	
3-3- Etude des verins et capteurs.	21
IV- Résolution du problème d'automatisation.	
4-1- Mode d'emploi de la poinçonneuse	27
4-2- Fonctionnement de la poinçonneuse	27
4-3- Résolution du problème d'automatisation par la méthode dite en cascade	28
4-3-1- Introduction	28
4-3-2- Principe fondamentale de la méthode	28
4-3-3- Conventions	29
4-3-4- Application de la méthode	30
4-4-1- Cycle de fonctionnement	33
4-4-2- Tableau de fonctionnement	33
4-4-3- Equations des pilotes	34
4-4-4- Analyse des équations	34
4-4-5- Conclusion	35

4-4-6- Programme	36
4-4-7- Schéma pneumatique (logique à tiroir)	38
4-4-8- Deduction des équations	39
4-4-9- Remarque	39
4-4-10- Programme	41
4-4-11- Schéma pneumatique (logique à tiroir)	42
4-6- Etude de la sécurité sur les presses	43
4-6-1- Fonctionnement en cycle unique	43
4-6-2- Fonctionnement en cycle continu	43
4-6-3- Présence de bande	44
4-6-4- Remarque	45
4-6-5- Schéma globale de l'installation	46
4-6-	
4-7- Etude de la logique à cellule	47
4-7-1- Introduction	47
4-7-2- Cellule NON	47
4-7-3- Cellule ET	47
4-7-4- Cellule OU	48
4-7-5- Cellule IMP	<u>48</u>
4-7-6- Cellule OUI	<u>48</u>
4-7-7- Contrôle de fonctionnement du cellule	49
4-8- Schéma pneumatique (logique à cellule)	50
V- Annexe	52
VI- Conclusion	63
VII- Référence Bibliographique	64



# CHAPTER 1

Introduction

CHAPTER 1

Introduction

## CHAPITRE I

### INTRODUCTION

#### 1.1. Généralités

La sensibilité et la force telles sont les qualités demandées à l'opérateur lors de l'exécution de travaux manuels.

Le développement scientifique et technique a apporté une grande simplification et amélioration du travail de l'homme, ainsi le rôle des sens a été réduit par l'utilisation d'appareils de mesures et de contrôle; tandis que les possibilités d'action sur la matière (Force) ont été considérablement accrues par la mise en oeuvre de sources d'énergie importantes.

Ce procédé tend à se généraliser dans l'industrie AUTOMATISME. L'automatisme intervient à presque tous les stades des opérations industrielles, dans des domaines aussi divers que :

- Industrie de transformation (produits chimiques, sidérurgie...) pour le réglage de température de pression, de débit.
- Industrie de fabrication (automobile...) pour le contrôle des opérations de montage.
- Industrie de transports.

La commande automatique sous toutes ses formes est utilisée pour des raisons économiques et humanitaires telles que :

- accroissement de la production quantitativement
- amélioration qualitative
- économie de matière première, d'énergie et d'équipement
- uniformité de la production
- libération de l'homme vis à vis de la machine.

On définit la notion de commande, comme étant la relation entre d'entrée et la sortie, et cela chaque fois qu'un système subit une modification d'une de ses entrées et fournit une grandeur de sortie; fonction de l'entrée

On distingue deux systèmes de commandes :

- Système sans amplification de puissance

Dans ce type de système toute la puissance est fournie par l'élément d'entrée.

- Système avec amplification de puissance

Pratiquement; utilisé par la plupart des ensembles d'automatisme, moderne, la puissance n'est pas fournie par l'élément de commande, mais elle est empruntée à une source d'énergie. Et ce type d'automatisme se subdivise en 2 catégories :

- AUTOMATISMES CONTINUS

Appelés aussi systèmes asservis ou automatismes de réglage, leur rôle est de maintenir constante ou de faire varier selon une loi prédéterminée, une ou plusieurs grandeurs de sortie. La relation entre l'entrée et la sortie est continue.

- AUTOMATISMES DISCONTINUS

Contrairement aux premiers types, la liaison entrée - sortie est discontinue. Leurs tâches sont la commande d'une succession d'opérations selon un ordre déterminé, en respectant les intervalles de temps nécessaires, et en contrôlant le déroulement des diverses opérations. Ils utilisent des informations à deux états : Tout ou Rien : d'où la nomination de systèmes par Tout ou Rien ou systèmes séquentiels.

Là encore on distingue deux classes :

- automatismes logiques combinatoires
- automatismes logiques séquentiels

## 1.2. Présentation du Sujet

L'objectif du travail qui m'a été confié, est de dégager les principes élémentaires qui permettront l'installation de la commande pneumatique d'une presse automatique à poinçonner les rondelles.

l'Etude que je vais entamer comportera :

- \* une étude, de thème du projet, et de la méthode utilisée pour la résolution, et des solutions proposées
- \* choix et calcul des composants utilisés
- \* étude de la sécurité

Et enfin en annexe j'ai jugé utile de donner les notions essentielles de l'algèbre de Boole, des fonctions logiques, leur simplification et leur application. Je pense par ce travail apporter une modeste contribution à l'étude et l'application de l'automatisme, dont les avantages sont incontestables comme moyen de développement technologique et économique.

# CHAPITRE '2

Caractéristiques générales

de

la Poinconneuse

## Chapitre II :

### Caractéristiques générales de la poinçonneuse

#### 2.1. Données fondamentales

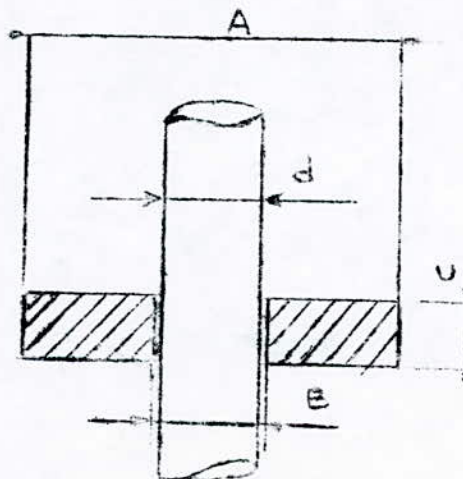
La poinçonneuse que nous allons faire sa conception est une machines qui doit répondre seulement aux exigences particulières d'une usine, par conséquent ses dimensions doivent être relativement faibles, et les dispositifs dont elle est équipée fonctionnent à l'aide de vérins pneumatiques.

Elles sera aussi munie d'un système d'alimentation en tôle à partir d'une bande enroulée, c'est à dire que le système d'alimentation doit pouvoir dérouler la bande, et l'avancer d'un pas.

On prévoit aussi un système de réglage de course de l'avance bande selon le pas désiré.

#### 2.2. Gamme de rondelles

Pour des raisons économiques et une diversification du produit (rondelles) et afin de répondre au type de rondelles demandées, et d'utiliser d'une façon rationnelle. La poinçonneuse, on choisit une gamme de rondelle plus ou moins grande qui sera limitée par les capacités de la poinçonneuse et les solutions technologiques choisies (circuit pneumatique.....) et par les dimensions des vérins (dans le circuit de puissance).



D	Z	A		B		
		M	L	U	N	
2,5	5	7	10	2,7	2,7	0,5
3	6	8	12	3,25	3,5	0,8
4	8	10	14	4,25	4,5	0,8
5	10	12	16	5,25	5,5	1
6	12	14	18	6,25	7	1,2
8	16	18	22	8,25	9	1,5

ta :                    Z : étroite  
                              M : moyenne  
                              L : large  
                              U : précise

### 2.3. Matériaux choisis :

On choisit le 10 F1 comme matériau le plus dur à poinçonner, c'est à dire que la poinçonneuse pourra travailler les matériaux dont les caractéristiques mécaniques sont plus faibles que celle du 10 F1

#### \* Caractéristiques mécaniques du 10 F1

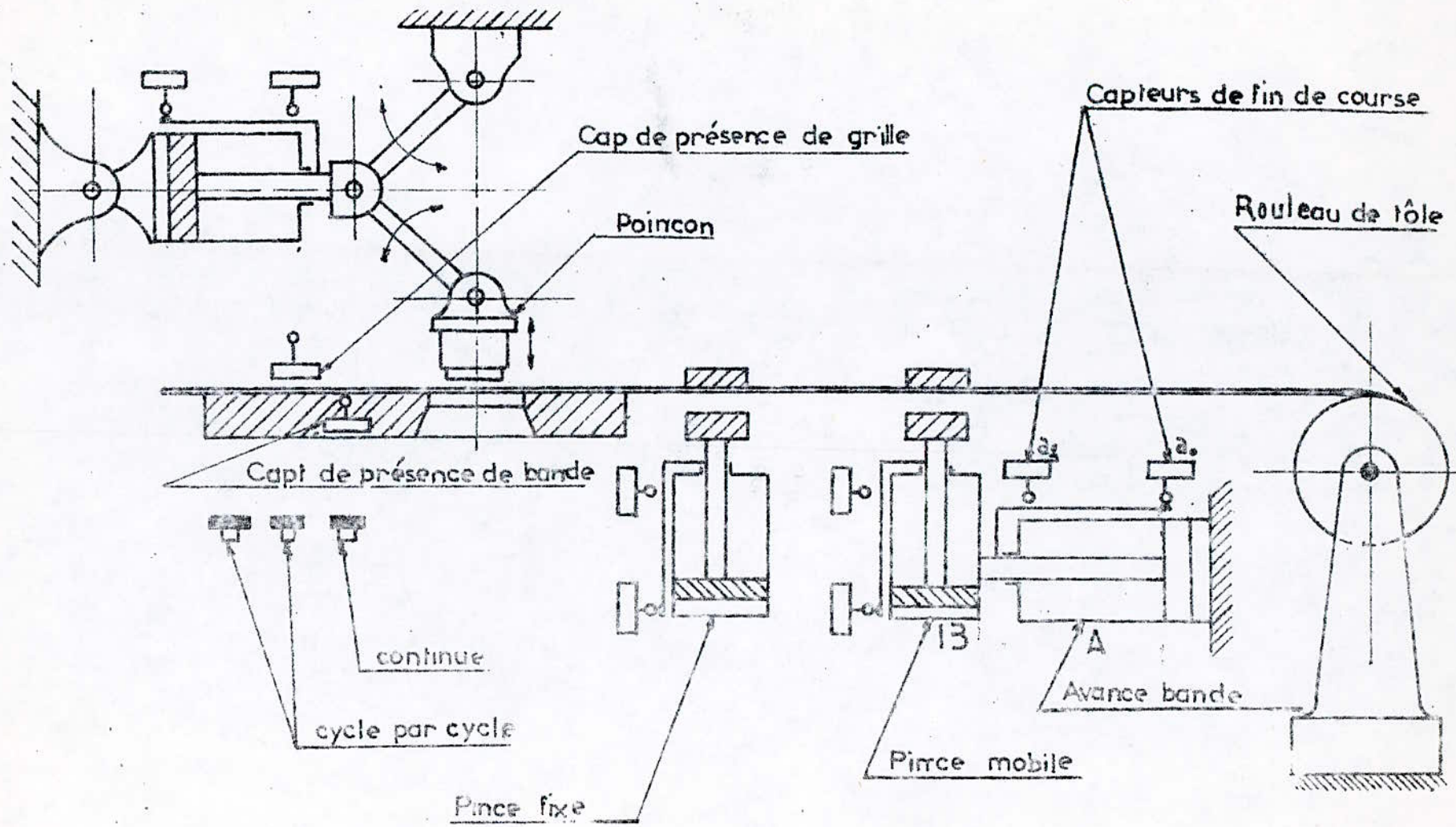
D'après la normalisation, les caractéristiques mécanique du métal 10 F1 sont :

- Résistance minimale à la rupture par traction

$$R_m = 34 \text{ daN/mm}^2$$

- Limite apparente d'élasticité

$$R_e = 22,5 \text{ daN/mm}^2$$



PRINCIPE DE LA POINCONNEUSE



# CHAPITRE 3

Solutions technologiques

Proposées

## Chapitre III

### Solutions Technologiques

#### Opération du poinçonnage

##### 3.1.1. Calcul de l'effort de découpage

D'après A Metral, l'intensité de la force à exercer pour une opération de découpage est :

$$F = 1/\sqrt{2} P.C.R_m$$

Ou P : périmètre à découper

C : Epaisseur

Afin de pouvoir poinçonner toute la gamme de rondelles, et avec les différents matériaux choisis.

On calculera le cas le plus défavorable; c'est à dire à la limite de possibilité de la poinçonneuse.

On aura avec

$$B = 9 \text{ mm}$$

$$A = 22 \text{ mm}$$

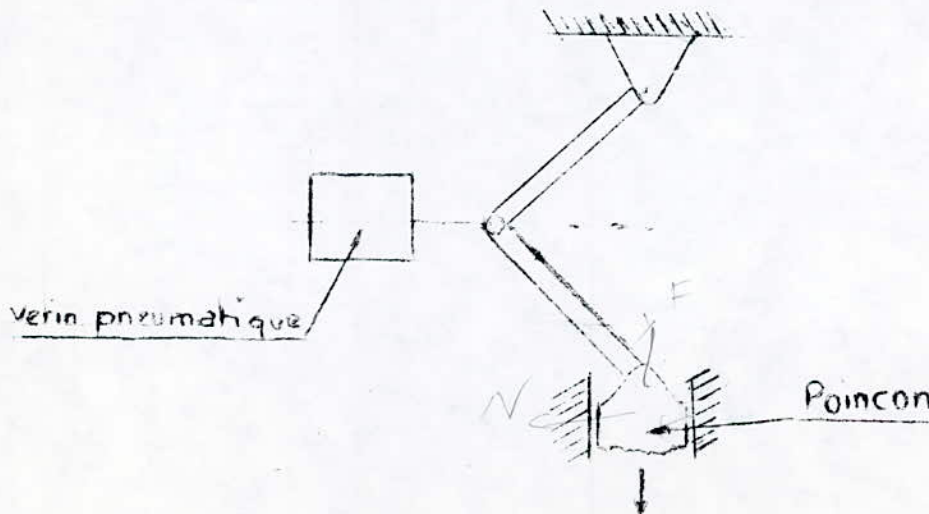
$$R_m = 34 \text{ daN/mm}^2$$

$$C = 1,5 \text{ mm}$$

$$F = 3476,80 \text{ daN}$$

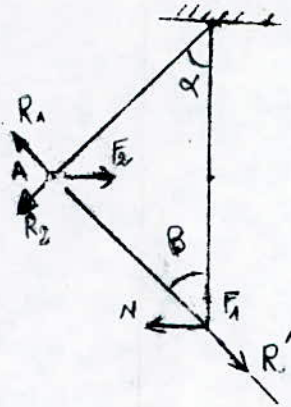
Calcul et choix du verin commandant le coulisseau

La solution mécanique adoptée, qui permettra l'utilisation du circuit pneumatique est le mécanisme de la presse à genouillère manoeuvrée par un verin pneumatique de la façon suivante :

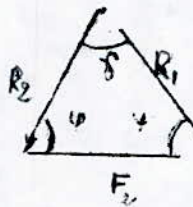


Dimensionnement d: -in

Pour calculer la force que doit exercer le verin sur la charnière; considérons le problème comme un problème statique juste au moment du poinçonnage.



Considérons l'équilibre de la charnière A.



Où

$$\begin{aligned}\varphi &= 90 - \alpha \\ \psi &= 90 - \beta \\ \delta &= \alpha + \beta\end{aligned}$$

et d'après le théorème du sinus on a

$$\frac{R_1}{\sin \varphi} = F_2 / \sin \delta$$

$$\text{d'où } R_1 = \sin \varphi F_2 / \sin \delta = \frac{F_2 \sin (90 - \alpha)}{\sin (\alpha + \beta)}$$

avec  $\sin (90 - \alpha) = \cos \alpha$

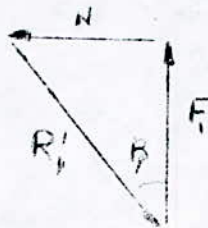
maintenant examinons l'équilibre du poinçon

On a  $R_1 = -R'_1$

N : Réaction de la paroi

F<sub>1</sub> : Réaction de la bande

d'où le triangle de forces



$$F_1 = \frac{F_2 \cos B \cos \alpha}{-\sin(\alpha + B)}$$

$F_1 = R' \cos B$

d'où

$F_1 = F_2 / (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} B)$

Prenons  $\alpha = B$  c'est à dire  $a = b$

$F_1 = F_2 \cdot 0,5 \operatorname{tg} \alpha$

On remarque que F<sub>1</sub> est proportionnelle à 1/x et à F<sub>2</sub> donc pour avoir cette force F<sub>1</sub>. Il suffit de prendre un verin normalisé dont la force sera considérable mais qui aura des dimensions assez faibles.

Pour cela prenons le verin D.C.A. P.P.V. de diamètre Ø = 140 mm dont qui fournit une force de 822 daN sous une pression de 6 bars, dont les courses normalisées sont 25, 50, 70....

Maintenant étudions F<sub>1</sub> en fonction de α

Pour avoir F<sub>1</sub> > 3476,8 daN, c'est à dire pouvoir poinçonner

on a  $0,5 \cdot 822 \cdot \operatorname{ctg} \alpha > 3476,8 \text{ daN}$

$\operatorname{ctg} \alpha > 8,459$  donc  $\alpha < 6,74176^\circ$

Il faut que l'angle entre la verticale et le bras du mécanisme, au moment du poinçonnage, soit au plus  $6,74176^\circ$

Maintenant choisissons  $a$  et la course du verin de façon que le poinçon parcourera  $5,5$  mm

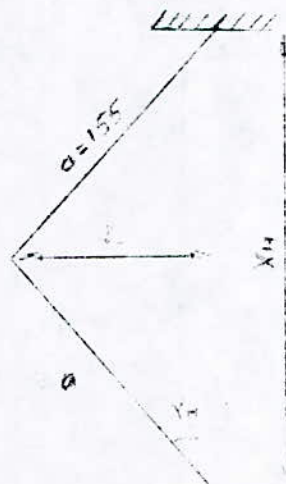
car la course du poinçon est divisée comme suit



Vu que les dimensions du mécanisme doivent être réduites, adoptons une course de  $25$  mm pour le verin et comme l'angle  $\alpha$  en est de même, la longueur  $a$  sera aussi petite.

Prenons une longueur  $a = 155$  mm, et étudions les différentes positions du poinçon en fonction de  $\alpha$

- 1er Poinçon en position haute:



$$\sin \alpha_H = \frac{25}{155}$$

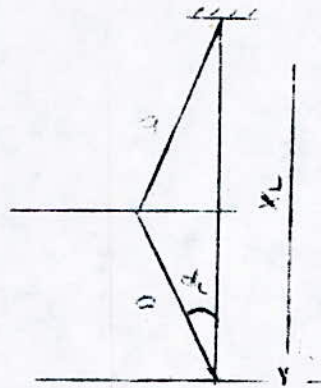
$$\alpha_H = 9,28179^\circ$$

$$X_H = 305,941 \text{ mm}$$

2ème Début de poinçonnage

le poinçon aura parcouru 2mm

d'où on aura :



$$X_L = X_H + 2 = 307,941 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha_L = \frac{X_L}{a} = \frac{307,941}{155} = 0,9933 \quad \alpha_L = 6,60$$

Vérifions que  $F(\alpha_L) \gg 3480 \text{ daN}$

$$F(6,60) = 3548,196 \text{ daN}$$

Pour les autres positions  $\alpha_L < 6,60$  donc la force est suffisante

Le point M représente la fin de la course aller et le début de la course retour.

Donc en conclusion du verin

\* Force :  $F_2 = 822 \text{ daN}$

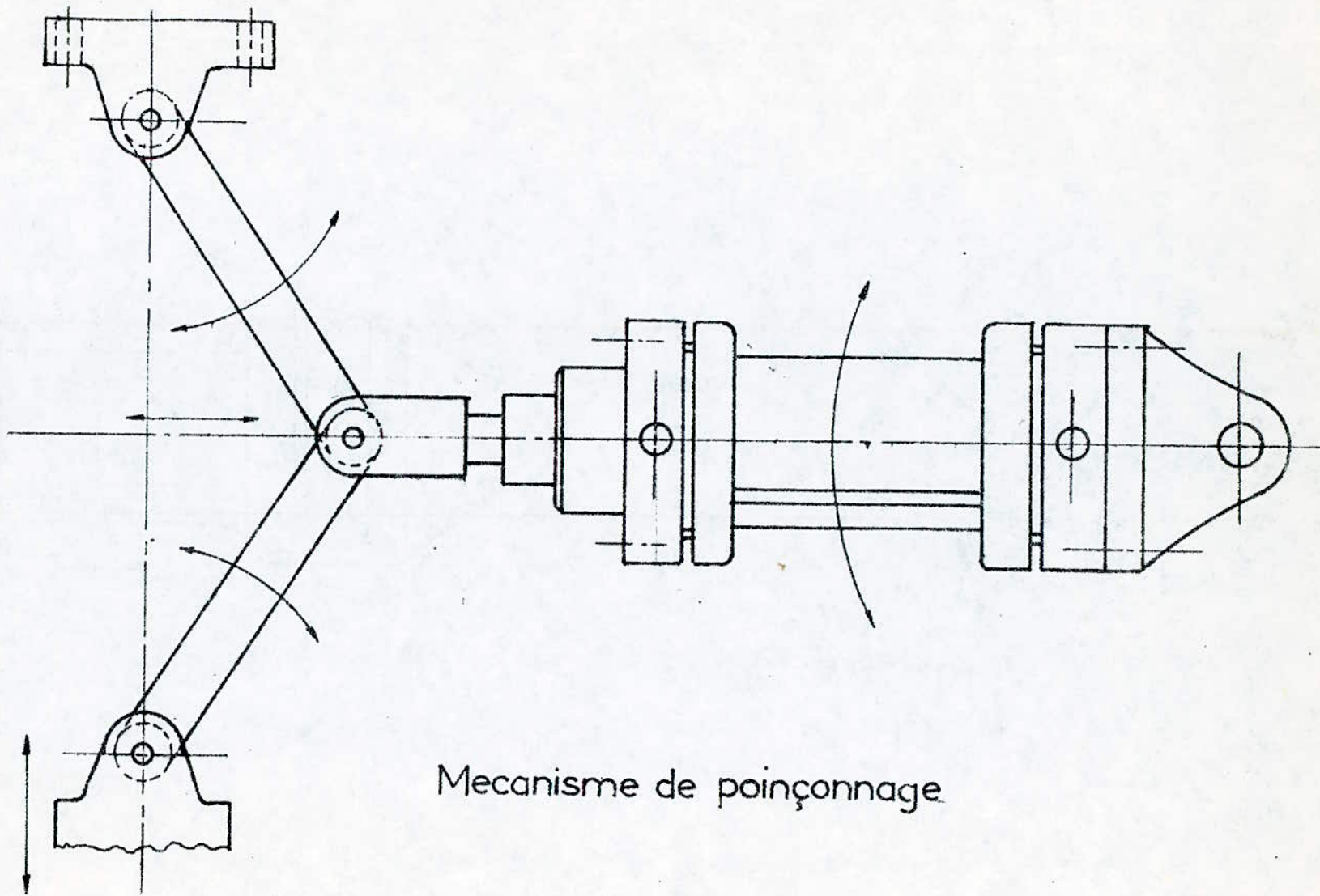
\* Diamètre :  $\varnothing = 140 \text{ mm}$

\* Course :  $C' = 25 \text{ mm}$

\* Pression :  $P = 6 \text{ bars}$

Caractéristique de la genouillère

$$a = 155 \text{ mm}$$



Mecanisme de poinçonnage

### 3.2. Opération d'alimentation en bande

L'alimentation en bande (tôle) de la poinçonneuse est assurée par un sous ensemble d'installation permettant l'exécution de mouvement rectiligne alternatif : avance bande

#### 3.2.1. Description de l'avance bande

Il a été conçu pour permettre l'alimentation automatique de la poinçonneuse l'appareil se présente comme l'indiquent les fig : (1) et (2) et (3)

- L'avant du bâti est muni d'une équerre (1) pour la fixation sur la presse

- L'arrière est soutenu par un pied (2) monté sur un verin à vis permettant la mise à niveau avec la table de la presse

- le verin d'avance (4) transmet le mouvement de translation à la pince mobile (5)

- A l'avant se trouve une pince fixe (6)

- Les deux verins (5') et (6') effectuent, le serrage et le desserrage de la pince fixe et la pince mobile

- Un gallet permet le déroulement facile de la bande

- Un dresseur à rouleaux (7) évitera la flexion de la bande

#### 3.2.2. Principe de l'avance bande

L'adoption de mors spéciaux permettra de passer à n'importe quel autre profil.

- le jeu alternatif d'une pince fixe et une autre mobile qui produit l'avance de la bande est opérée par un circuit pneumatique

- le serrage des mors par genouillère est extrêmement énergique ce qui autorise ainsi l'emploi de dresseur à rouleaux sans aucun effet de glissement.

- La fin de course est limitée par des butées ce qui amène une grande précision.



### 3.2.3. Réglage de course

le réglage de course se fera en déplaçant les butées de fin de course qui à leur tour bloqueront le verin d'avance dans la course retour donc le réglage se fera comme suit :

- desserrage des butées
- Réglage et lecture sur la règle graduée
- Serrage des butées

### 3.2.4. Fonctionnement

l'avance bande est commandé par le retour au point mort haut du poinçon, et le poinçon est commandé par la fin de course de l'avance bande les cycles se répètent ainsi automatiquement; la pince mobile tire le feuillard jusqu'en fin de course avant en ce moment :

- La pince fixe retient la bande
- Puis exécution de l'opération de poinçonnage

lorsque le poinçon est revenu a sont point mort haut; et la pince mobile réoccupe sa position initiale, la bande serrée, l'avance suivante a lieu

### 3.2.5. Choix des verins

Pince fixe et pince mobile

l'utilisation de la genouillère pour le serrage des mors a permis l'emploi de type de verin dont les dimensions ne sont pas importants

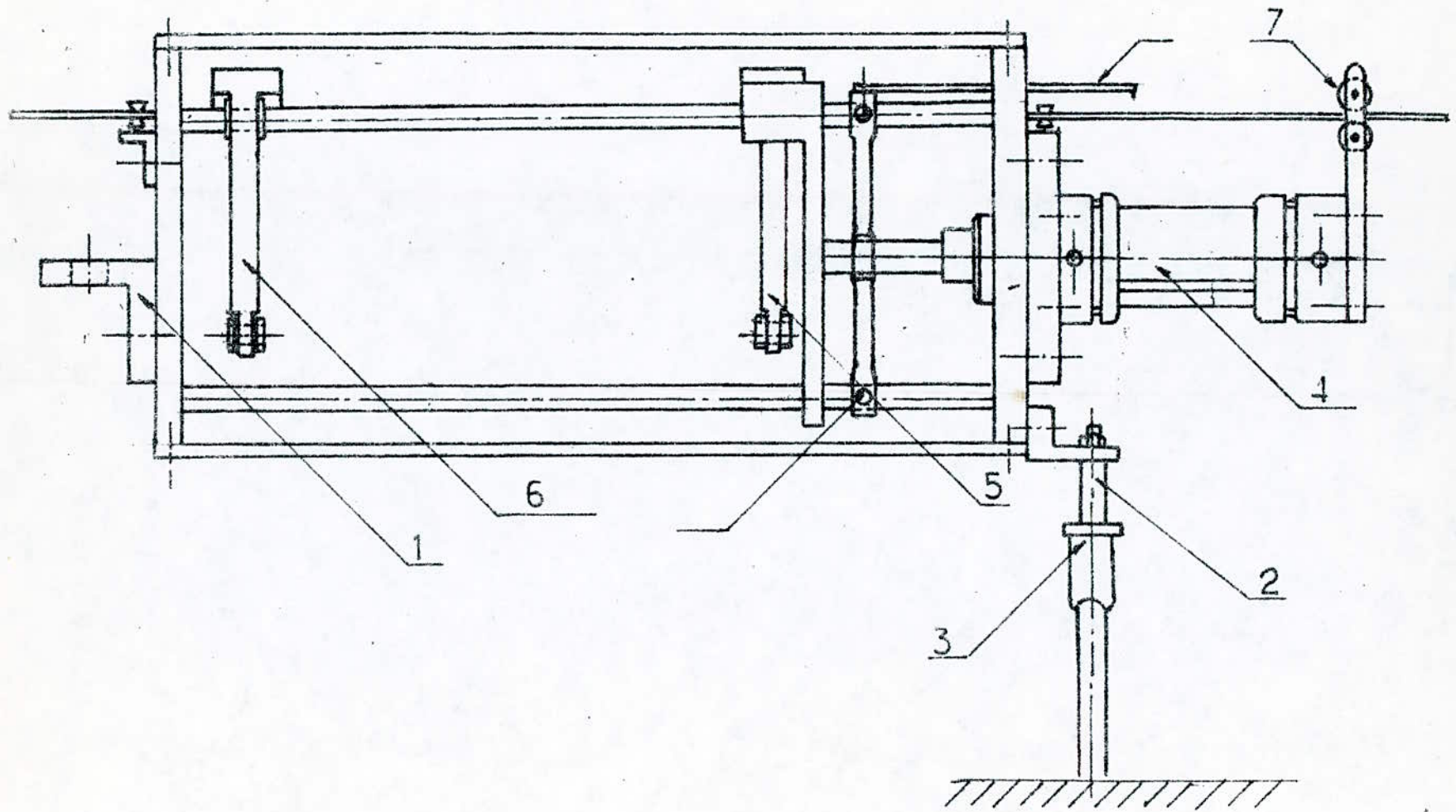
d'où les caractéristiques des verins utilisés sont :

- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| * Force 50 daN                 | * Course : 25 mm    |
| * Diamètre $\emptyset$ = 35 mm | * Pression = 6 bars |

Avance bande

On utilisera un verin dont les caractéristiques sont ci-dessous

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| * Force = 103 daN  | * Course = 25 mm    |
| * Diamètre : 50 mm | * Pression = 6 bars |



Avance bande - fig1-

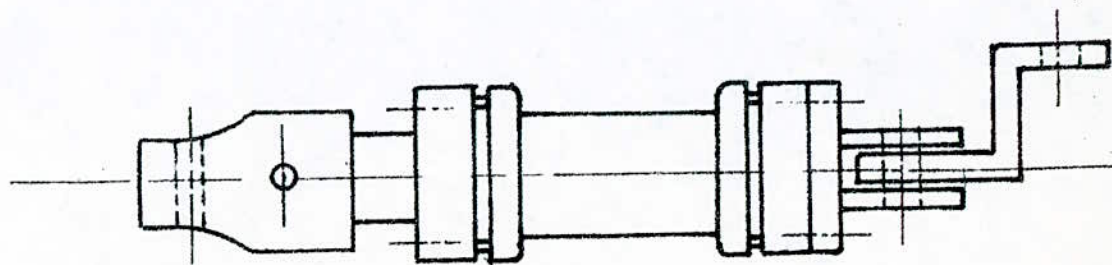
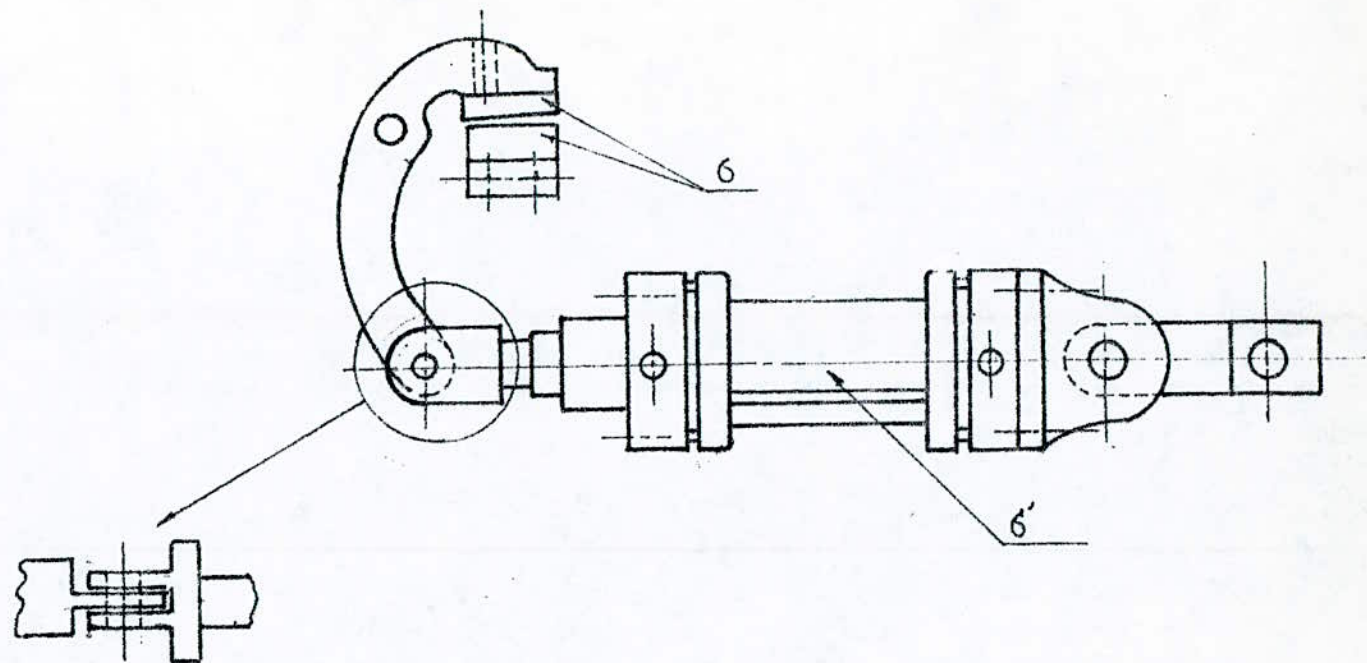
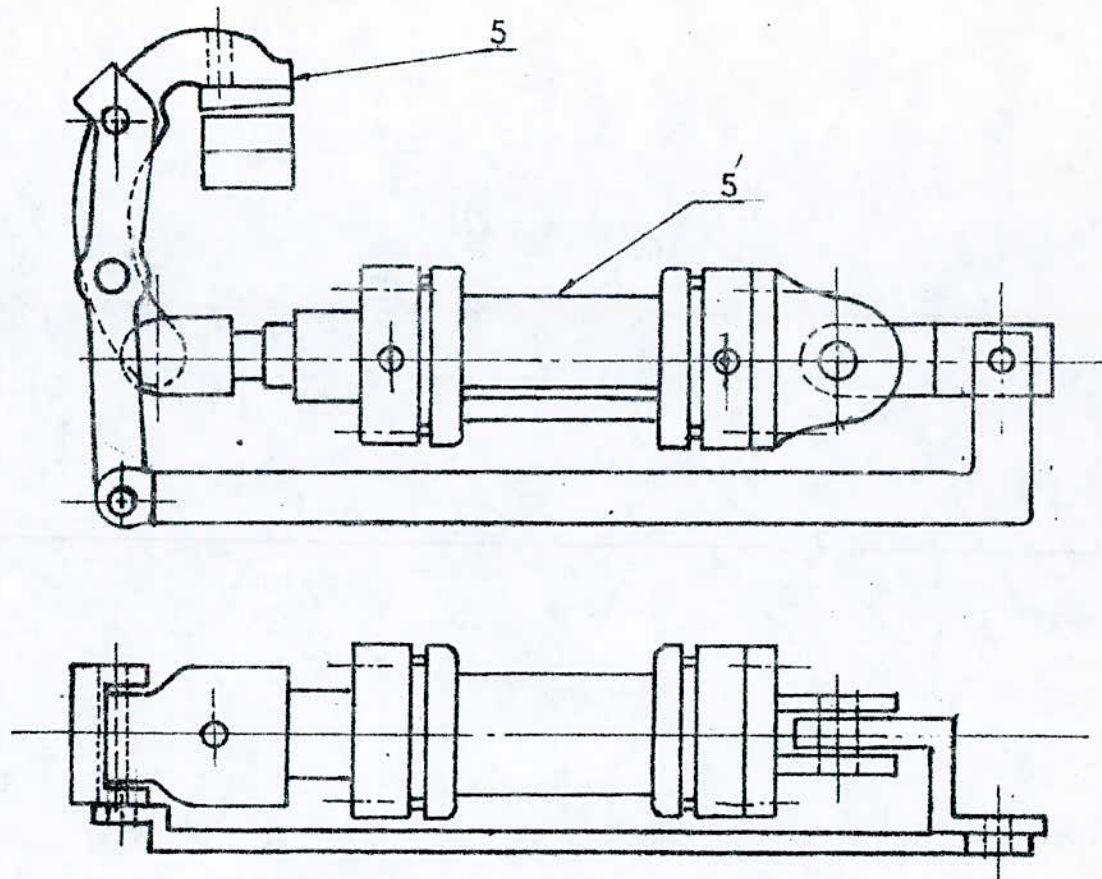


fig 2 Pince fixe



- fig 3 - Pince mobile

### 3.3. Etude de verins et capteurs :

- La commande des verins par air comprime et en principe réservée pour les faibles poussées sans grande exigence en ce qui concerne la régularité des mouvements.

- Les verins pneumatiques permettant de réaliser économiquement les deux mouvements élémentaires classiques : tirer et pousser. Ce qui permet de satisfaire aux exigences : les plus diverses des mouvements d'avance de serrage de verrouillage ; d'éjection, et par conséquent; de renover au moindre frais les machines anciennes.

- Les verins pneumatiques présentant aussi l'avantage de simplifier les cinématiques mécaniques purement toujours compliquées. Ils sont construits pour produire des poussées allant jusqu'à 5000 da N sous une pression d'air comprimé de l'ordre de 12 bars.

Suivant les cas on rencontre

- Les verins a simple effet
- Les verins a double effets

#### \* Verins a simple effet

- Pour ce type de verin, l'action du fluide ne s'exerce que dans un seul sens, la course de retour s'effectue soit par gravité soit au moyen d'un ressort incorporé ou encore au moyen d'une force extérieure .

- Ils peuvent-être a simple effet poussant où a simple effet tirant, et cela suivant le sens de l'écoulement de l'air comprimé.

#### \* Verins a double effets

- Ils constituent par excellence l'organe moteur direct permettant de réaliser un mouvement rectiligne alternatif pour la seule action du fluide, l'arrivée de ce dernier se faisant alternativement au dessus ou au dessous du piston.

#### \* Montage et fixation des verins :

Plusieurs critères jouent un rôle essentiel dans le choix du mode de fixation des verins; en vue d'assurer une bonne marche de l'installation toute entière ainsi les verins sont susceptibles de développer des forces considérables malgré un très faible encombrement.

Les deux facteurs précédents, aux quels il convient d'ajouter le facteur (course) qui est lié à la longueur totale du verin. .

\* Fixation de base :

Cette disposition par bride de serrage montée dans le plan de l'axe du cylindre et fixé de deux cotés est recommandé pour les fortes poussées et les cadences élevées, et les grandes courses du fait que les réactions sont absorbées par la bride

\* Fixation par filetage avant :

Moins anéreuse que la précédente, est surtout employée lorsqu'on dispose déjà de la base nécessaire (bati de machine.....) Elle est adoptée pour les faibles poussées, petites et moyennes course, car les réactions sont supportées par le filetage.

\* Fixation par bride avant :

Cette disposition dérivée de la précédente, présente les mêmes caractéristiques.

\* Fixation par bride arrière :

Elle est recommandée pour les très poussés et les cadences rapides, mais les courses doivent être faibles.

\* Fixation par équerre :

Comme pour la fixation par bride avant, la fixation par équerre est particulièrement bien adaptée aux faibles courses et aux faibles poussés.

\* Fixation par chape articulée :

Cette disposition est employée pour les montages oscillants elle permet de faire coïncider automatiquement à tout moment la poussée du verin avec la réaction de la pièce

Pour la totalité des dispositifs, on utilisera des verins à double effets et des capteurs magnétiques.

Les verins magnétiques sont des verins normaux mais la seule exception qu'ils présentent et qu'ils sont dotés d'un aimant permanent fixé au piston à l'intérieur du cylindre.

Les capteurs quand à eux ils sont constitués pour 2 canalisations (A) et (P) respectivement pour l'entrée de l'air et sa sortie. Un système composé d'une douille métallique et d'une lame permettant de mettre en communication les 2 canalisations la fixation du capteur se fait directement sur le verin grâce à un arbre prévue à cet effet. Le capteur magnétique permet de détecter la position du piston du verin.

Cette détection se fait sans contact. Le capteur peut-être aussi employé pour la recherche d'autres informations au la commande s'effectue sans contact.

Le principe de ce capteur est l'approche d'un champ magnétique provoqué la communication des 2 canalisations et l'apparition d'un signal à l'extérieur.

Ainsi le passage de l'aimant au dessus de la douille permet de déplacer celle-ci, et finalement l'air aura la possibilité de passer. La fermeture du passage est assurée juste au moment où le champ magnétique n'aura aucun effet sur la douille fig 1 le contacteur n'est pas fonctionné, et le débit d'air comprimé est coupé.

- Fig 2 : Le contacteur est fonctionné à partir du champ magnétique créé par l'aimant et l'air s'écoule de P. vers A.

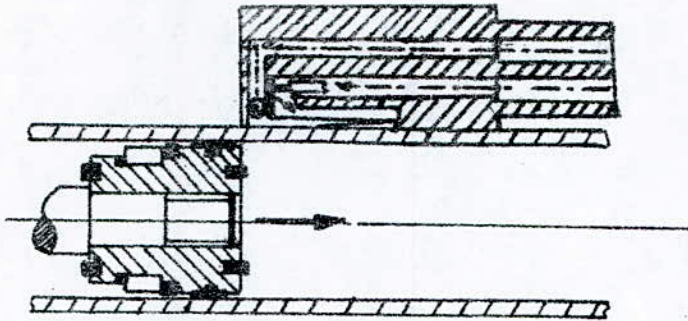
\* Parmi les avantages de ce type de verin et capteurs, l'exactitude et le faible encombrement. Ainsi l'ensemble aimant, douille, et lame permet d'avoir un faible retard, et la fixation des capteurs directement sur les verins.

Diminuent considérablement l'encombrement de l'ensemble .

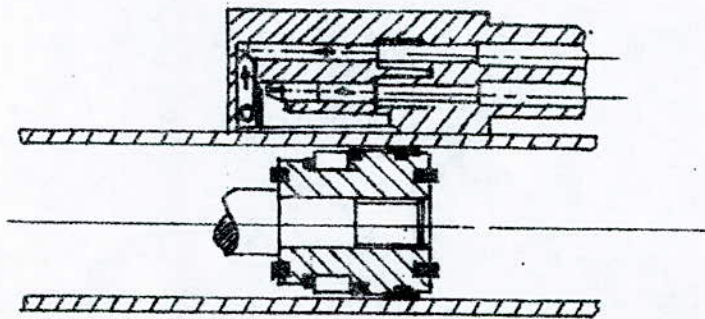
- Remarque :

- L'utilisation des capteurs actionnés directement par came liée à la tige du piston présente quelques inconvénients tels que l'encombrement et le retard, car les actions mécaniques accusent toujours un retard, et en plus on doit prévoir la fixation de ces capteurs indépendamment du verin.

Donc on aura notre système qui sera subdivisé en plusieurs sous ensembles.



- fig 1 -



- fig 2 -



# CHAPITRE 4

Résolution du Problème  
d'automatisation

## Chapitre IV :

### Résolution du problème d'automatisation

#### 4.1. Mode d'emploi de la poinçonneuse

Pour avoir une fabrication continue de rondelles, l'opérateur doit suivre les étapes suivantes

1. Placer le rouleau de tôle correspondant aux dimensions de rondelles à fabriquer (choisis dans la gamme de rondelles situés dans la possibilité de la poinçonneuse
2. Positionner la bande dans la machine
3. Régler le pas désiré et cela en réglant la position des butées
4. Monter le poinçon correspondant au type de rondelles choisies
5. Essaie d'un seul cycle afin d'avoir la possibilité de réglage et de contrôle/
6. Enclancher la marche continue

#### 4.2. Fonctionnement de la poinçonneuse

Le cycle continu de fonctionnement de la poinçonneuse se déroule comme suit

1. Serrage de la bande par la pince mobile
2. Avance d'un pas
3. Serrage par la pince fixe
4. Poinçonnage
5. Retour du poinçon
6. Desserrage de la pince fixe
7. Desserrage de la pince mobile
8. Retour de l'avance bande.

#### 4.3. Résolution des problèmes d'automatisme par la méthode dite en cascade

##### 4.3.1. Introduction

Dans la plupart des applications industrielles, les variables d'entrée sont généralement des distributeurs à 2 voies 3 orifices et à rappel par ressort, les variables de sorties, des verins à double effet commandés par des distributeurs de puissance à double pilotage dont l'avantage est de nous fournir des équations simples, et qui permettent aussi d'établir le schéma pneumatique directement par un raisonnement logique, et une diminution des frais de l'installation.

Dans ces conditions lorsque les automatismes comportent un grand nombre de sorties (donc de variables d'entrée) Il est préférable d'utiliser la méthode en cascade.

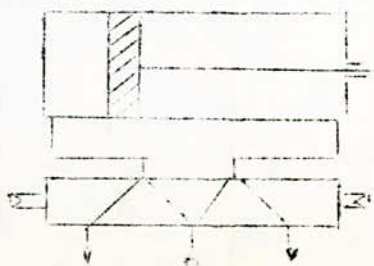
La méthode en cascade, d'origine anglo-saxonne, procède d'un esprit de synthèse et de logique formelle, elle permet en outre la résolution des mécanismes comportant un nombre importants de verins, tout fois elle exige l'utilisation de distributeur à double pilotage pour l'établissement de schéma pneumatique.

Remarque :

Le mécanisme étudié lors de ce projet fait partie de ce type d'automatisme, donc cette méthode sera utilisé comme moyen de résolution

##### 4.3.2. Principe fondamental de la méthode

Pour qu'un distributeur de puissance à double pilotage puisse fonctionner normalement, il faut que lorsque l'un des pilotage est actionnés l'autre soit mis à l'échappement.

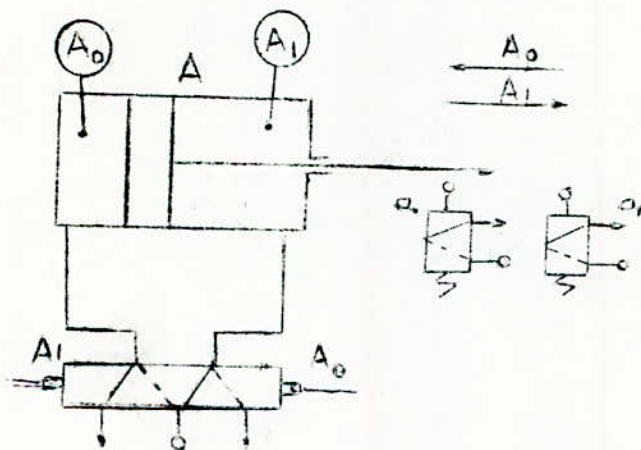


Ce principe est connu sous le nom de principe de non contradiction des effets.

Afin d'établir rapidement les schémas pneumatique par cette méthode, il est nécessaire d'établir des conventions

#### 4.3.3. Conventions a respecter

On a spécifié précédement que l'élément de base de cette méthode est un verin a double effets alimenté par un distributeur a double pilotage dont les pilotes actionnent 2 distributeurs 2 voies 3 orifices pour les fins de courses.



La symbolisation associera les organes de la façon suivantes :

- A<sub>0</sub> Pilote alimentant la chambre (S<sub>0</sub>)
- (A<sub>1</sub>) Chambre dont l'alimentation provoque la sortie de la tige de piston
- a Capteur actionné par le verin , tige sortie
- A Pilote alimentant la chambre
- A Chambre dont l'alimentation provoque la rentrée de la tige du piston
- a Capteur actionné par le verin tige rentrée.

#### 4.3.4. Application de la méthode en cascade

##### 4.3.4.1. Automatisme combinatoire

###### a) Définition

sont des automatismes dans lesquels seuls les états d'entrée ont une influence sur la ou les sorties

###### b) Application de la méthode

Pour la résolution de ce type d'automatisme, la méthode procède comme suit :

- Etablissement du cycle de fonctionnement
- Ordre chronologique des déplacements
- Programme et équations des pilotes
- Vérification du principe de non contradiction des effets
- Schéma pneumatique

Pour clarifier cela prenons un exemple et étudions le :  
soit le cycle carré suivant :

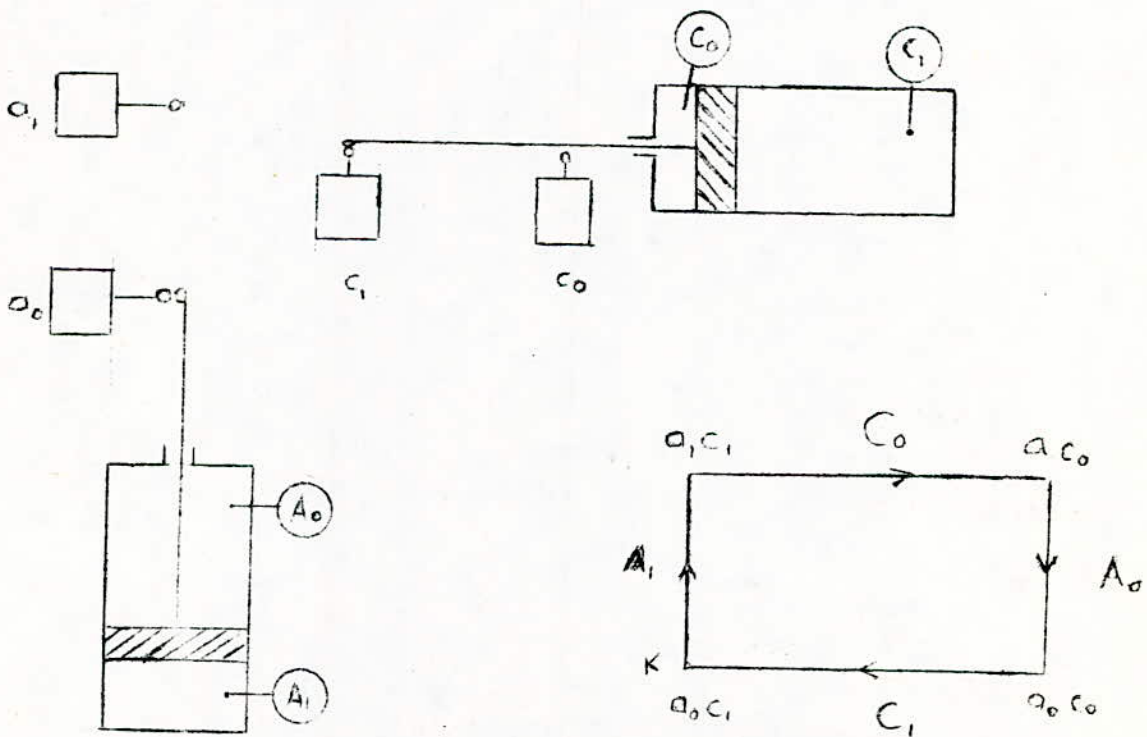


Fig 1

Problème :

Deux verins (A) et (C) doivent fonctionner conformément au cycle carré donné par la fig (1)

l'Etat initial correspond au point K pour lequel les deux distributeurs ( $a_0$ ) et ( $c_0$ ) sont actionnés

On desire que le cycle soit parcouru dans le sens indiqué par la fig (1)

On demande d'établir le schéma pneumatique de l'installation

solution :

a) cycle de fonctionnement

le cycle est donné par l'énoncé

b) Ordre chronologique des déplacements

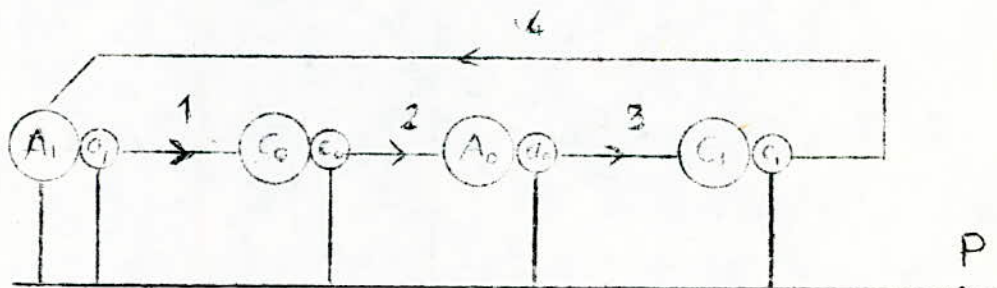
Il en résulte du cycle donné  $A_1, C_0, A_0, C_1$  notation qui correspond aussi au pilotes des distributeurs

c) Programme

Pour le tracer, on écrit d'abord les déplacements dans l'ordre chronologique ils correspondent aux différents pilotes sollicités successivement. On dispose, a côté de chacun d'eux; les capteurs correspondants.

On trace les lignes d'action des capteurs sur les pilotes. Enfin on représente le circuit d'alimentation des capteurs

d'où le programme sera le suivant :



d) Equations des pilotes

On peut d'après le programme, trouver les équations des pilotes, il suffit en partant d'une sortie, de remonter le circuit jusqu'à la rampe d'alimentation d'air comprimé .

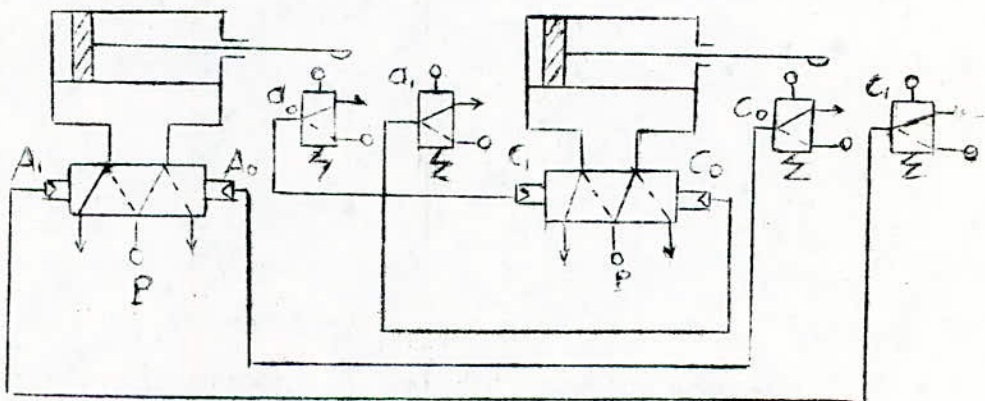
$$\begin{array}{l} \text{Ainsi :} \\ A_1 = C_1 \\ C_1 = a_0 \end{array} \qquad \begin{array}{l} A_0 = C_0 \\ C_0 = a_0 \end{array}$$

### Vérification du principe de non contradiction des effets

a et ainsi que  $a_1$  et  $a_2$  sont des variables disjointes, c'est à dire que lorsque est actionné  $C_0$  ne peut l'être puisque  $C_1$  et  $C_2$  sont actionnés alternativement par la came de la tige du piston du verin (C).

Donc, quand le pilote  $A_1$  est alimenté, le pilote  $A_2$  est à l'échappement et réciproquement, il en est de même pour les deux pilotes  $C_1$  et  $C_2$  le principe de non contradiction des effets est respecté.

### Schéma Pneumatique de l'Installation :



#### 4.3.4.2. Automatisme séquentielle

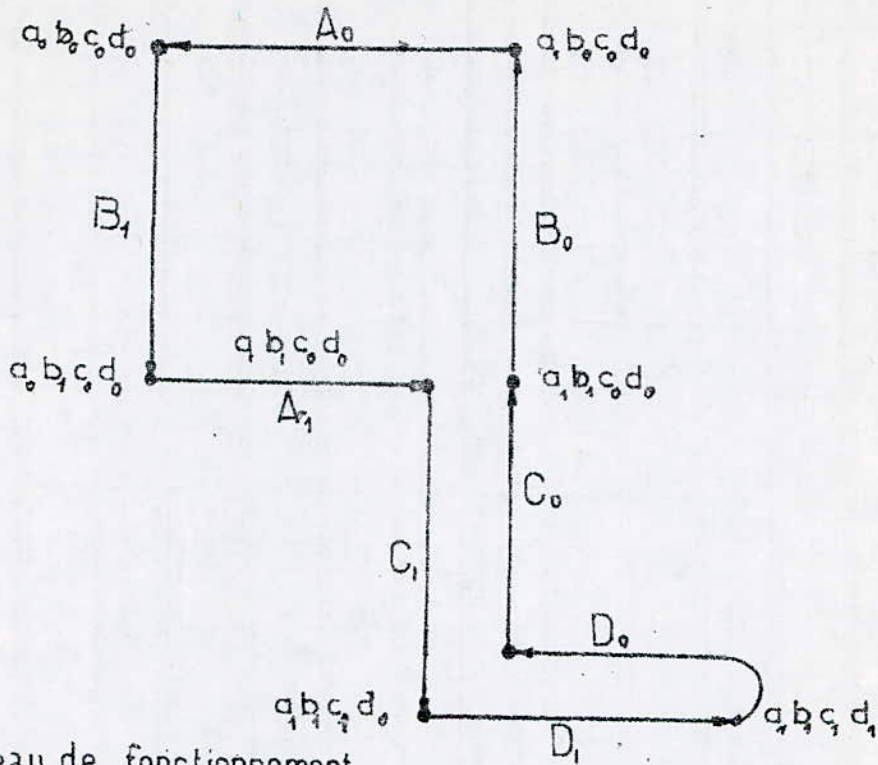
##### a) Définition

Ce type d'automatisme permettent de tenir compte du facteur temps c'est à dire de l'ordre dans lequel les grandeurs d'entrées et de sorties changent d'état

##### b) Application de la méthode

L'application de la méthode pour ce genre d'automatisme; est faite de façon détaillée lors de la résolution du problème d'automatisation qui fait l'objet du présent projet.

## 441 Cycl de fonctionnement



## 442 Tableau de fonctionnement

Capteurs								Pilotes							
a		b		c		d		A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>0</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>								
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0



#### 4.4.3. Equations des pilotes

Du tableau de fonctionnement on deduit

$$* B_0 = a_1 b_1 c_0 d_0$$

$$* A_0 = a_1 b_0 c_0 d_0$$

$$* C_1 = a_1 b_1 c_0 d_0$$

$$* D_1 = a_1 b_1 c_1 d_0$$

$$* D_0 = a_1 b_1 c_1 d_1$$

$$* C_0 = a_1 b_1 c_1 d_0$$

$$* B_1 = a_0 b_0 c_0 d_0$$

$$* A_1 = a_0 b_1 c_0 d_0$$

Ces equations sont valables, mais on peut les simplifier en établissant le programme

#### 4.4.4. Analyse des equations

1. On remarque qu'il ya deux noeuds dans notre cycle c'est a dire qu'il existe deux couples de pilotes qui ont les mêmes equations.

$$\text{1er noeud } C_1 \text{ et } B_0 : C_1 = B_0 = a_1 b_1 c_0 d_0$$

$$\text{2ème noeud } D_1 \text{ et } C_0 : C_0 = D_1 = a_1 b_1 c_1 d_0$$

2. Le dispositif ne peut fonctionner correctement, car pour une même combinaison des capteurs, on obtient indifféremment deux mouvements par chaque noeud.

3. On constate qu'on peut réaliser  $C_1$  et pas  $C_0$  et  $D_1$  et pas  $D_0$  car le capteur qui alimente  $C_1$  ( $a_1$ ) reste actionné  $C$  lorsque le capteur  $d_0$  est actionné pour obtenir  $C_0$ , d'une façon analogue on demontre la même anomalie pour les mouvements  $D_1$  et  $D_0$

La règle de non contradiction des effets n'est pas respectés et cela est même envisage les equations sous la forme suivante :

$$\begin{array}{lll} B = C_0 & D = C_1 & B = a_0 \\ A = b_0 & D = d_1 & A = b_1 \\ C = a_1 & C = d_0 & \end{array}$$

#### 4.4.5. Conclusion :

On peut en conclure que le dispositif relevé de la logique séquentielle, car une même combinaison de capteurs fournit alternativement deux sorties différentes.

Il faut envisager une solution adéquate a ce type de logique :

- On décompose le cycle de fonctionnement en 2 parties différentes telle que lorsque la première sera alimentée, la 2ème sera a l'échappement et reciproquement soient  $x$  et  $\bar{x}$ .

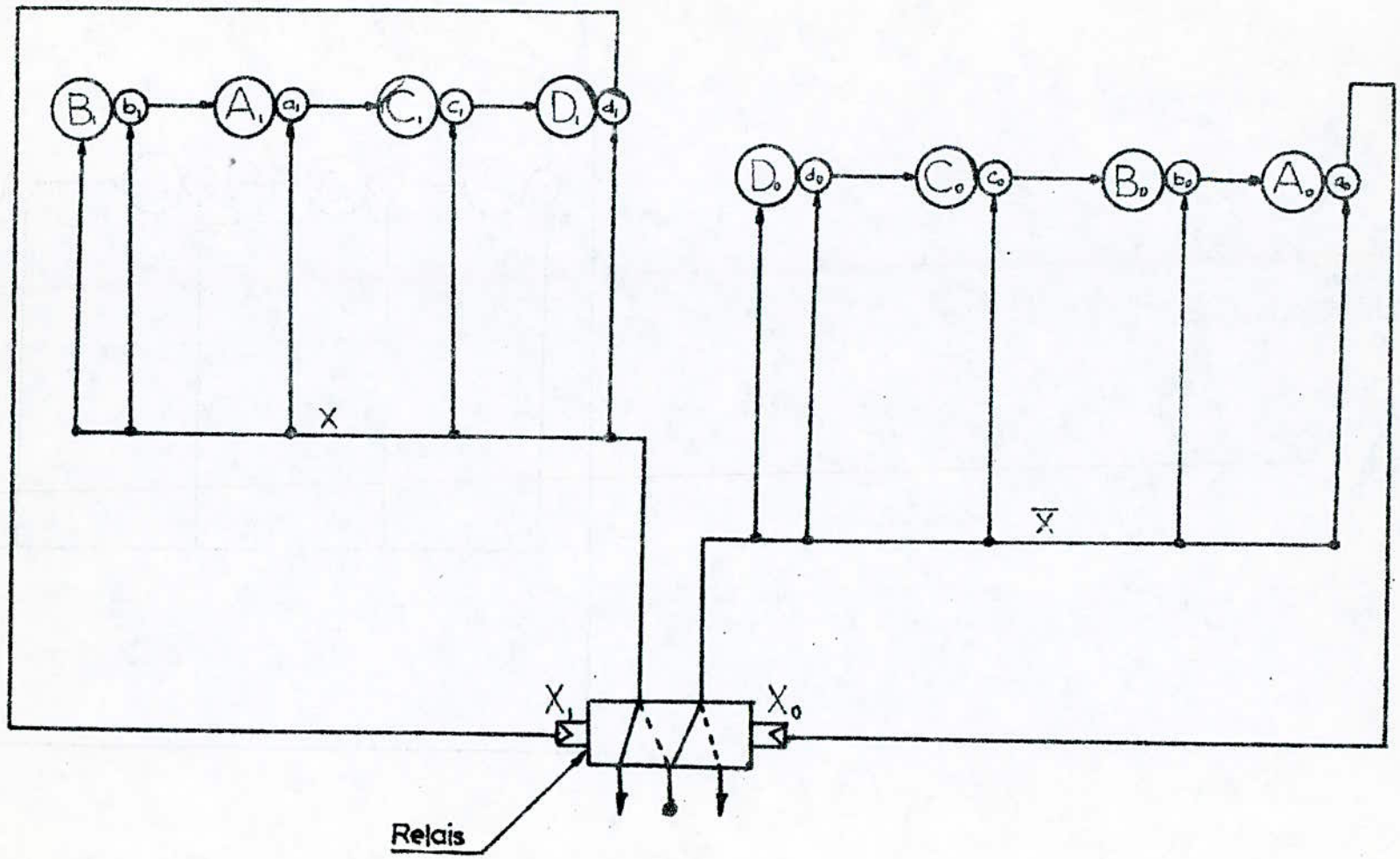
Pour cela utilisons un distributeur a double pilotage. Nous sommes certains dans ce cas que le principe de non contradiction des effets est respecté, puisqu'un seul des pilotes d'un même verin est alimenté par la voie  $\bar{x}$  l'autre par la voie  $x$ , or  $x$  et  $\bar{x}$  sont complémentaires. d'où le programme sera devisé comme suit : c'est indiqué sur les figures qui suivent.

#### Remarque :

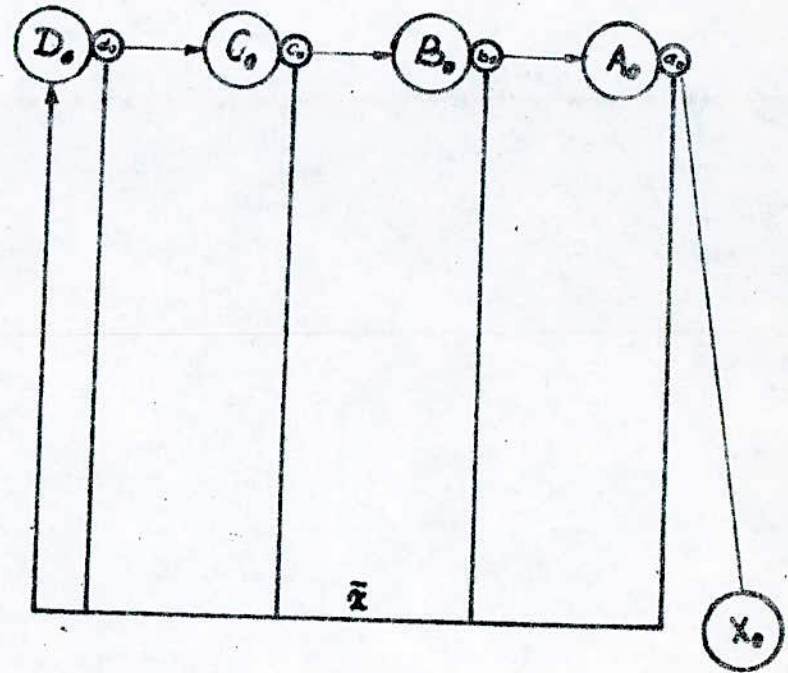
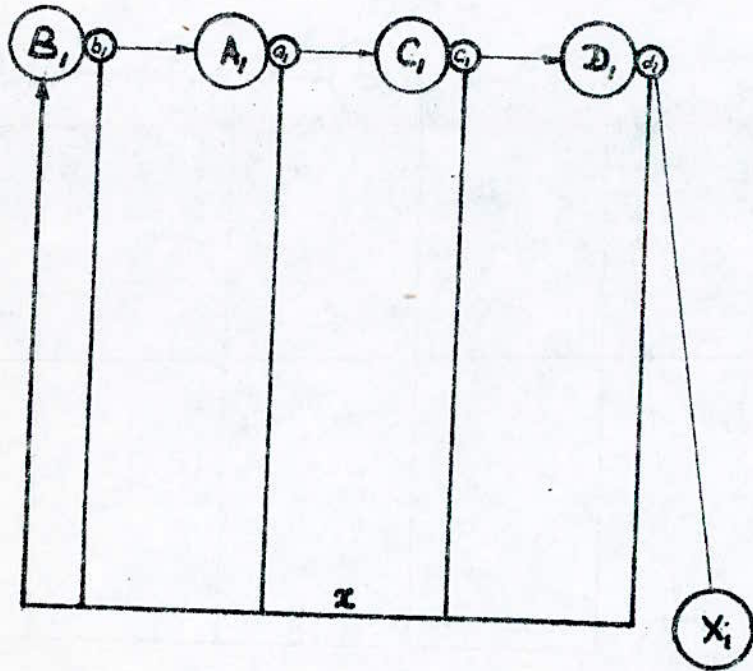
- Le deuxième schéma montre le programme simplifié c'est a dire que dans ce cas on ne représente pas le distributeur a double pilotage.

- Le troisième schéma représente le schéma pneumatique de l'installation en marche continue, c'est a dire sans conditions inter-séquentielle.

Il est déduit directement du programme



Programme



Programme simplifié.

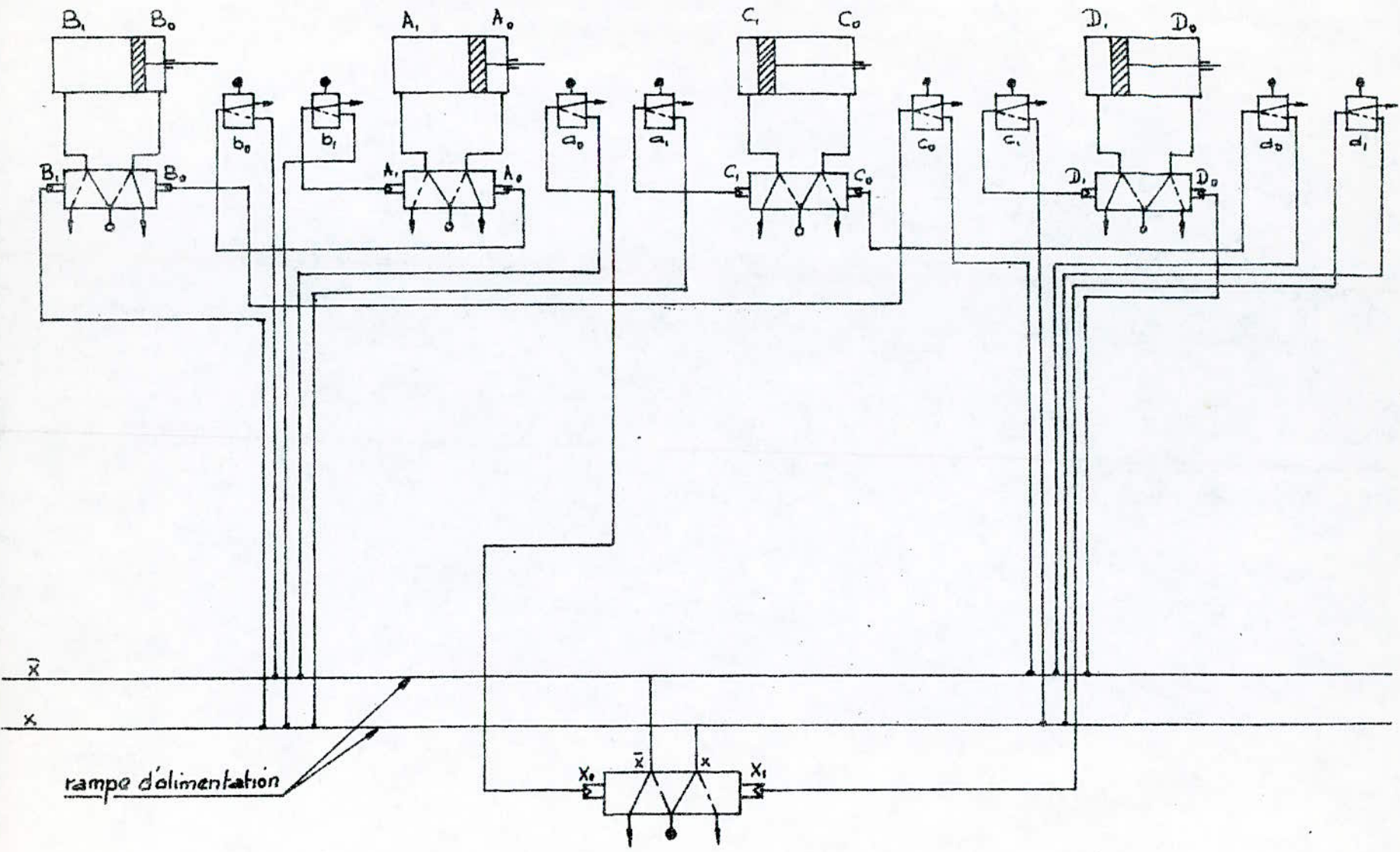


Schéma pneumatique a tiroir

#### 4.4.8. Dédution des equations

D'après le programme on deduit que c'est nécessairement la fin de la première partie du cycle qui doit permettre la seconde, et la fin de la seconde partie qui autorise la première.

Ainsi c'est  $A_0$  qui commande le pilote  $X_0$  permettant d'avoir  $x$  et  $d_1$  qui commande  $X_1$  permettant d'avoir  $\bar{x}$

Les equations deduites du programme seront

$$* A_0 = b_0 \bar{x}$$

$$* C_1 = a_1 x$$

$$* D_1 = C_1 x$$

$$* C_0 = d_0 \bar{x}$$

$$* B_0 = C_0 \bar{x}$$

$$* A_1 = b_1 x$$

$$* X_1 = d_1 x$$

$$* X_0 = a_0 \bar{x}$$

$$* B_1 = x$$

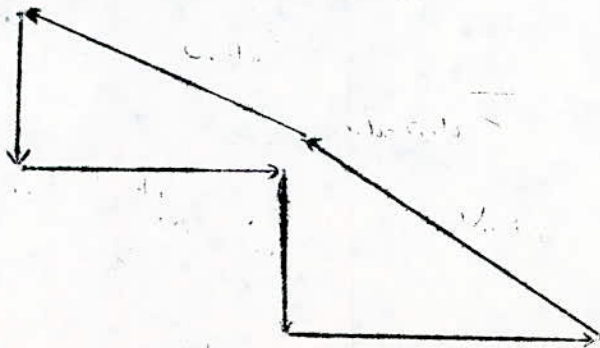
$$* D_0 = \bar{x}$$

#### 4.4.9. Remarque :

D'après, l'ordre chronologique des opérations, et la technologie adoptée, on constate qu'on peut envisager le déplacement simultané de plusieurs verins ainsi on aura

- \* Retour du verin de poinçonnage ( $D_0$ ) avec desserrage de la pince mobile ( $B_d$ )
- \* Desserrage de la pince fixe ( $C_0$ ) avec le retour de l'avance bande ( $A_0$ )

le cycle aura les modifications suivantes.



On remarque que le cycle devient celui d'un automatisme relevant de la logique combinatoire, mais on continue à employer un relais car l'emploi de relais pour des cycles relevant de la logique combinatoire, simplifie souvent l'installation, et la rend moins onéreuse.

d'où finalement les équations déduites du cycle sont :

$$A_1 = b_1 x$$

$$C = a_1 x$$

$$D = c_1 x$$

$$X = a_0 c_0 \bar{x}$$

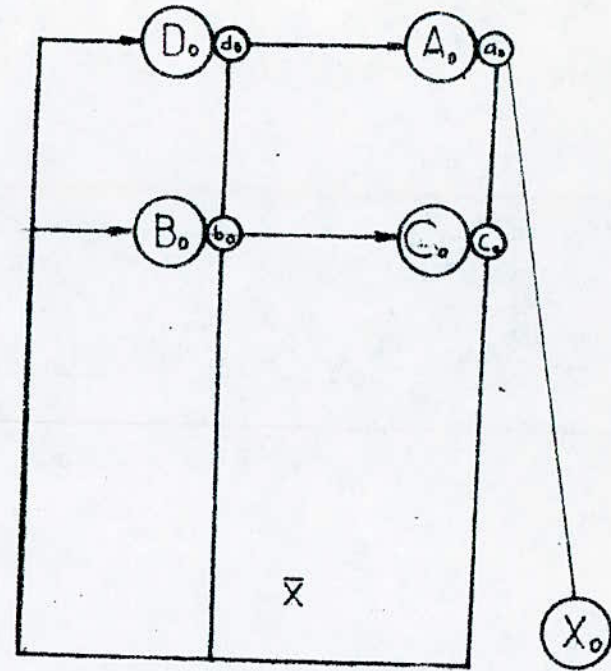
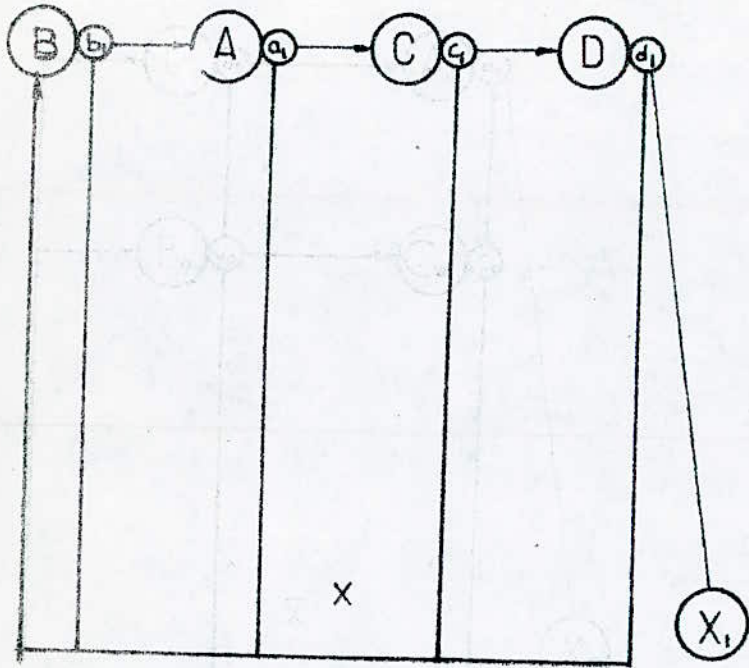
$$A_0 = C_0 = d_0 b_0 \bar{x}$$

$$D_0 = B_0 = \bar{x}$$

$$B_1 = x$$

$$X_1 = d_1 x$$

Les modifications subit par le cycle auront un grand influence sur le temps totale du cycle; car le déplacement simultané des verins raccourcira le temps d'exécution du cycle; ainsi on aura un mode de fonctionnement rapide et par suite une augmentation de la production de rondelles



## Programme

Deplacement simultané de plusieurs verms .



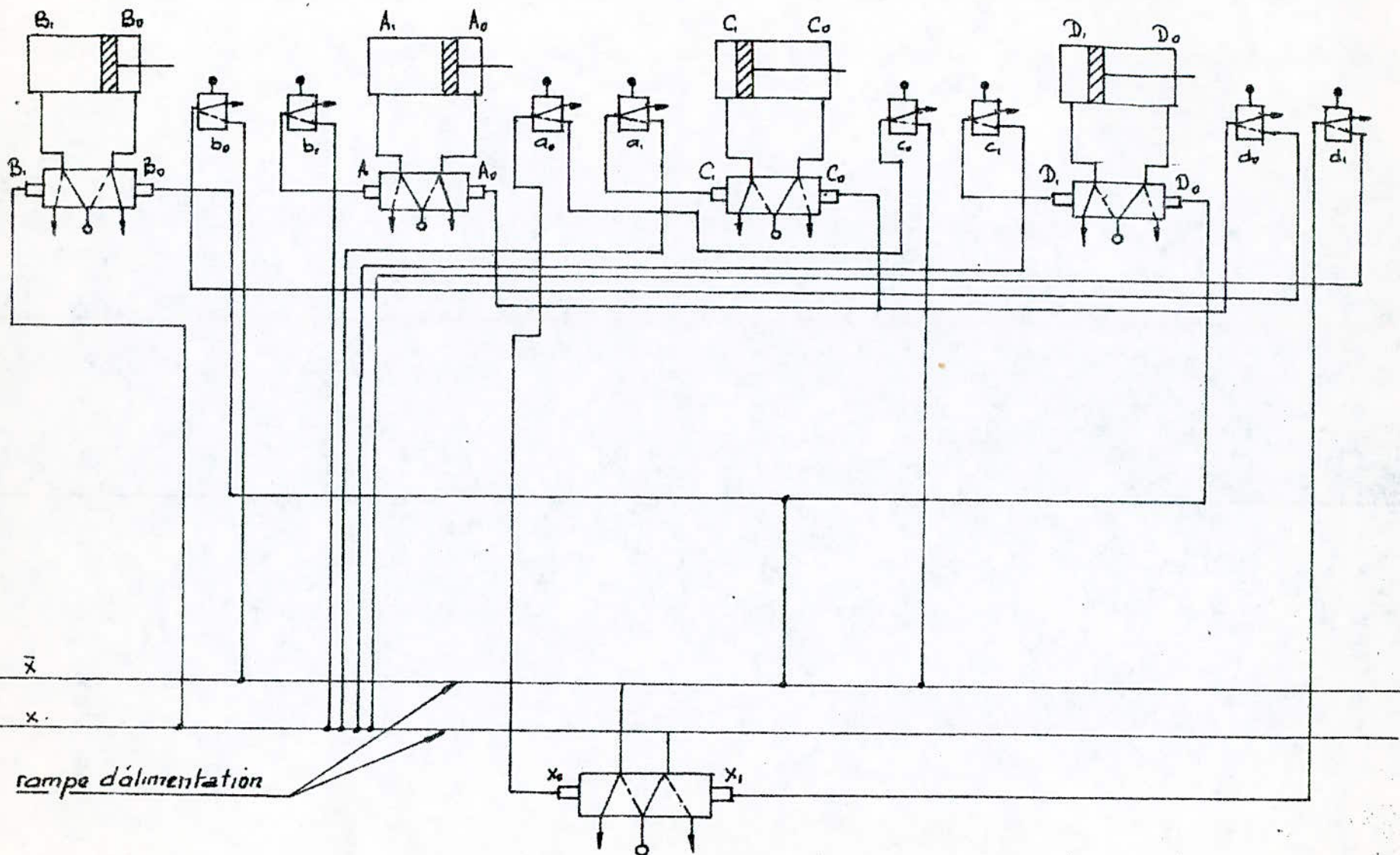


Schéma pneumatique à tiroir  
 Déplacement simultané de plusieurs verins

#### 4.6. Etude de la sécurité sur les presse

Les presses et particulièrement les petites presses rapides sont des machines dangereuses pour les mains des hommes qui desservent; pour éviter les accidents un ensemble de mesures et de règlements ont été édictée. Il faut s'assurer que les deux mains de l'ouvrier soient hors de portée des organes en mouvement; et qu'il ne pourra pas les engager pendant la descente du coulisseau.

Pour notre projet on distingue deux styles de sécurité, selon le mode de fonctionnement; qu'il soit a cycle unique ou la sécurité est assurée grâce a l'utilisation des deux mains, ou en marche continu et dans ce cas c'est l'utilisation de la grille de protection qui évite les accidents.

##### 4.6.1. Fonctionnement en cycle unique

Ce mode de fonctionnement donne a l'opérateur la possibilité de réglage et de contrôle, la sécurité est assure par l'utilisation des deux mains. Donc le dispositif de commande dans ce cas sera 2 distributeurs 2 voies 3 orifices a ressort de rappel, placés de part et d'autre de la poinçonneuse, ainsi on est sûre que les mains de l'opérateur sont hors de portée de des éléments en mouvement.

##### 4.6.2. Fonctionnement continu :

Pour ce type de fonctionnement; une grille de protection assure la sécurité. On utilisera aussi comme élément de commande un distributeurs 2 voies 3 orifices a crans.

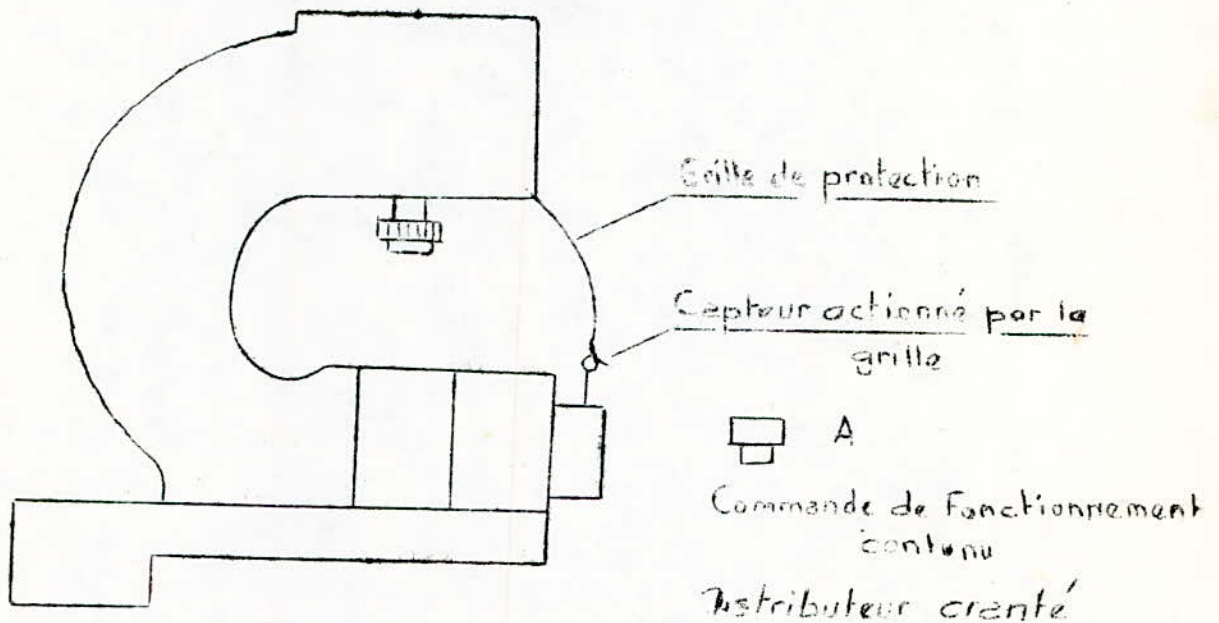
Afin d'obtenir l'ordre de depart on doit operer comme suit ;

- 1 - rabattre la grille
- 2 - actionner le distributeur cranté

Et si la grille de protection est relevée au cours du cycle ce dernier continu jusqu'a la fin puis s'arreté

Une troisième condition s'impose, est que le fonctionnement continu n'est assuré que si la grille est rabattue, c'est à dire que si on actionne le distributeur cranté sans rabattre la grille la presse ne démarre pas

Schéma de la grille de protection



#### 4.6.3. Présence de bande

Il a été jugé préférable d'équiper notre poinçonneuse d'un dispositif qui lui permet de fonctionner que si la bande est présente ainsi on évitera un fonctionnement à vide.

Ce dispositif se matérialise en un capteur avec ressort de rappel, qui n'est autre qu'un distributeur 2 voies 3 orifices avec ressort de rappel, ce capteur sera actionné directement par la bande de tôle.

Remarques :

\* Après l'établissement des dispositifs de sécurité les équations d'événement.

$$\begin{aligned}A 1 &= b 1 X \\C 1 &= a 1 X \\P 1 &= c 1 X \\A 0 &= d_0 b_0 \bar{X} \\C 0 &= d_0 b_0 \bar{X} \\X 0 &= a_0 c_0 \bar{X} \\X 1 &= d_1 X \\D 0 &= \bar{X} \\B 0 &= \bar{X} \\B 1 &= X P (mn + KG)\end{aligned}$$

On utilisera pour le passage du premier de fonctionnement aux deuxième et mode un selecteur de circuit. Le selecteur de circuit est composé d'une bille circulant dans un élément de conalisation, obtu la tuyauterie de gauche et de droite suivant le cas cette bille est maintenue dans la position d'obturation par l'air comprimé

Schéma :

\* Le schéma penumatique a tiroire de l'installation a été établi directement à partir des equations.

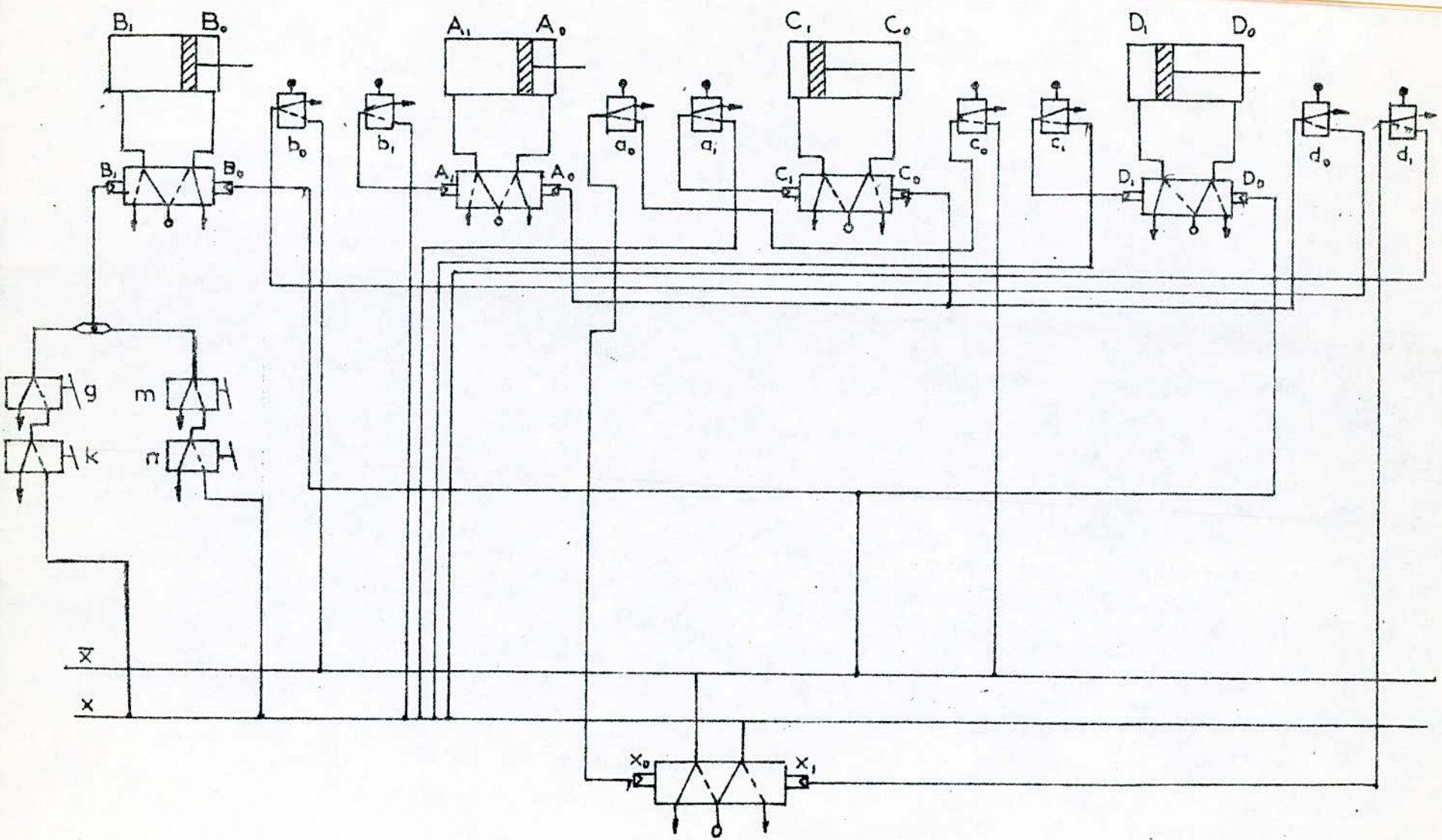


Schéma pneumatique a tiroir  
de l'installation

## 4.7. Etude de la logique a cellules

### 4.7.1. Introduction

Les schémas pneumatiques peuvent être réalisés uniquement avec des distributeurs a tiroir.

Ils sont surtout actuellement réalisés avec des dispositifs technologiques appelés cellules

Bien souvent on établit un schéma mixte comportant des schémas a tiroir et a cellules

Il ya 2 sortes de cellules

- \* cellules actives (NON, OUI)
- \* cellules passives (ET, OU, INH)

#### 1. Cellules actives :

Elle sont dites actives parce qu'il y a une arrivée nouvelle d'air comprimé provenant de la rampe d'alimentation; il faudra prévoir l'arrivée de cet air (entrée P) dans la symbolisation pratique.

#### 2. Cellules passives :

Dans ce cas on les nomme ainsi car il n'y a pas une arrivée nouvelle d'air comprimé provenant de la rampe d'alimentation

### 4.7.2. Cellule NON (active)

#### \* Fonctionnement :

Grâce a la cellule NON, l'information est donnée par le capteur (a)

- Si (a) n'est pas alimenté actionné, le verin (v) est alimenté par l'air comprimé
- Si (a) est actionné, la membrane (m) est déformée et le verin (v) n'est pas alimenté.

Donc on peut écrire  $V = \bar{a}$

#### \*\* Symbolisation et Schéma

Voire tableau en fin de chapitre

### 4.7.3. Cellule ET (Passive)

#### \* Fonctionnement

Si (a) seul est actionné, le verin (v) n'est pas alimenté, de même si (b) est seul actionné, le verin (v) n'est encore pas alimenté par contre si (a) ET (b) sont actionnés simultanément, le verin(v) est alimenté d'où finalement on peut écrire

$$v = ab$$

Symbolisation et Schéma :

Voire tableau en fin de chapitre

#### 4.7.4. Cellule OU (passive)

\* Fonctionnement

Si le capteur (a) est actionné, le verin (v) est alimenté

Si le capteur (b) est actionné, le verin (v) est alimenté

Si les capteurs (a) et (b) sont actionnés simultanément, (v) est alimenté.

\* Symbolisation et Schéma

Voire tableau en fin de chapitre

Remarque :

"> 1". signifie : si au moins un signal d'entrée (a) ou (b) est a l'etat

#### 1 4.7.5. Cellule INH (inhibition)(passive)

\* Fonctionnement :

Si (a) seul est actionné, le verin (v) n'est pas alimenté et de même si les capteurs (a) et (b) sont actionnés simultanément, la voie (v) n'est pas alimentée, mais si (b) seul est actionné, (v) est alimenté.

d'où en mettant ce fonctionnement sous forme d'équation on aura :

$$v = b\bar{a}$$

\* Symbolisation et Schéma

Voire tableau en fin de chapitre

#### 4.7.6. Cellule OUI (active)

\* Fonctionnement

Ce type de cellules est destinées a régénérer la pression de l'air comprimé car lorsque les schémas pneumatiques sont compliqués, la pression de l'air peut diminuer par suite des pertes de charge, le long de la canalisation ou du laminage qui peut se produire lors du passage dans les distributeurs et les cellules.

En effet, le signal a (l'air comprimé <<laminés>>) agit sur la membrane (m) la déforme et permet à l'air comprimé arrivant en (p) d'alimenter la sortie ce qui a écriture.

$$v = a$$

Si (a) est actionné, v est alimenté

Si (a) n'est pas actionné, v n'est pas alimenté

#### \* Symbolisation et Schéma

Idem que précédemment

#### 4.7.7. Contrôle de fonctionnement des cellules

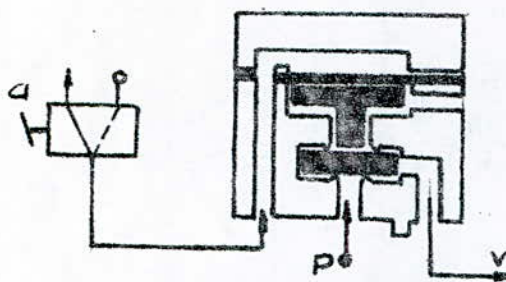

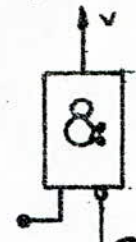
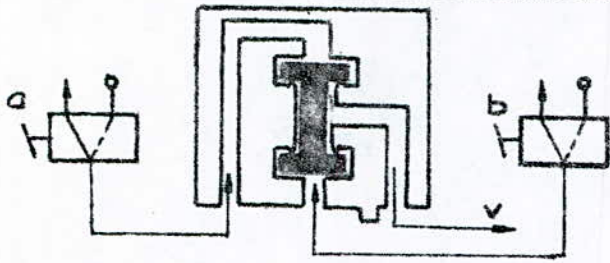

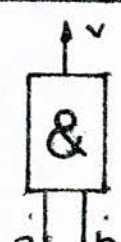
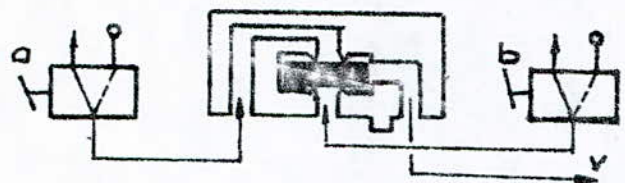

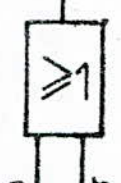
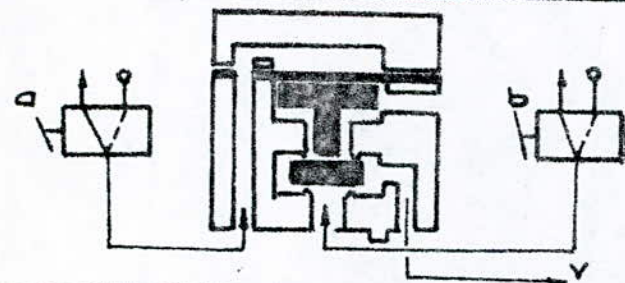

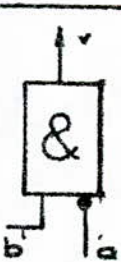
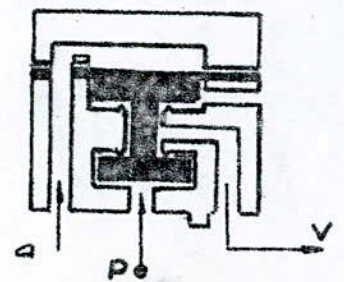


Certaines cellules comportent un dispositif de contrôle de fonctionnement. Ce dispositif consiste en un piston placé dans la canalisation de sortie de la cellule, qui permet en cas de défaillance éventuelle de l'installation de vérifier si la sortie de la cellule est bien sous pression.

#### Remarque :

Les cellules NON, OUI sont dites actives car elles comportent une partie commande agissant sur la membrane.

Les autres cellules ET, OU INH sont dites cellules passives par opposition.



Schéma	NOM	Normalisation.	
		NF E 49600	NF C 03 108
	NON	$v = \bar{a}$ 	
	ET	$v = ab$ 	
	OU	$v = a + b$ 	
	INH	$v = \bar{a}b$ 	
	OUI	$v = a$ 	

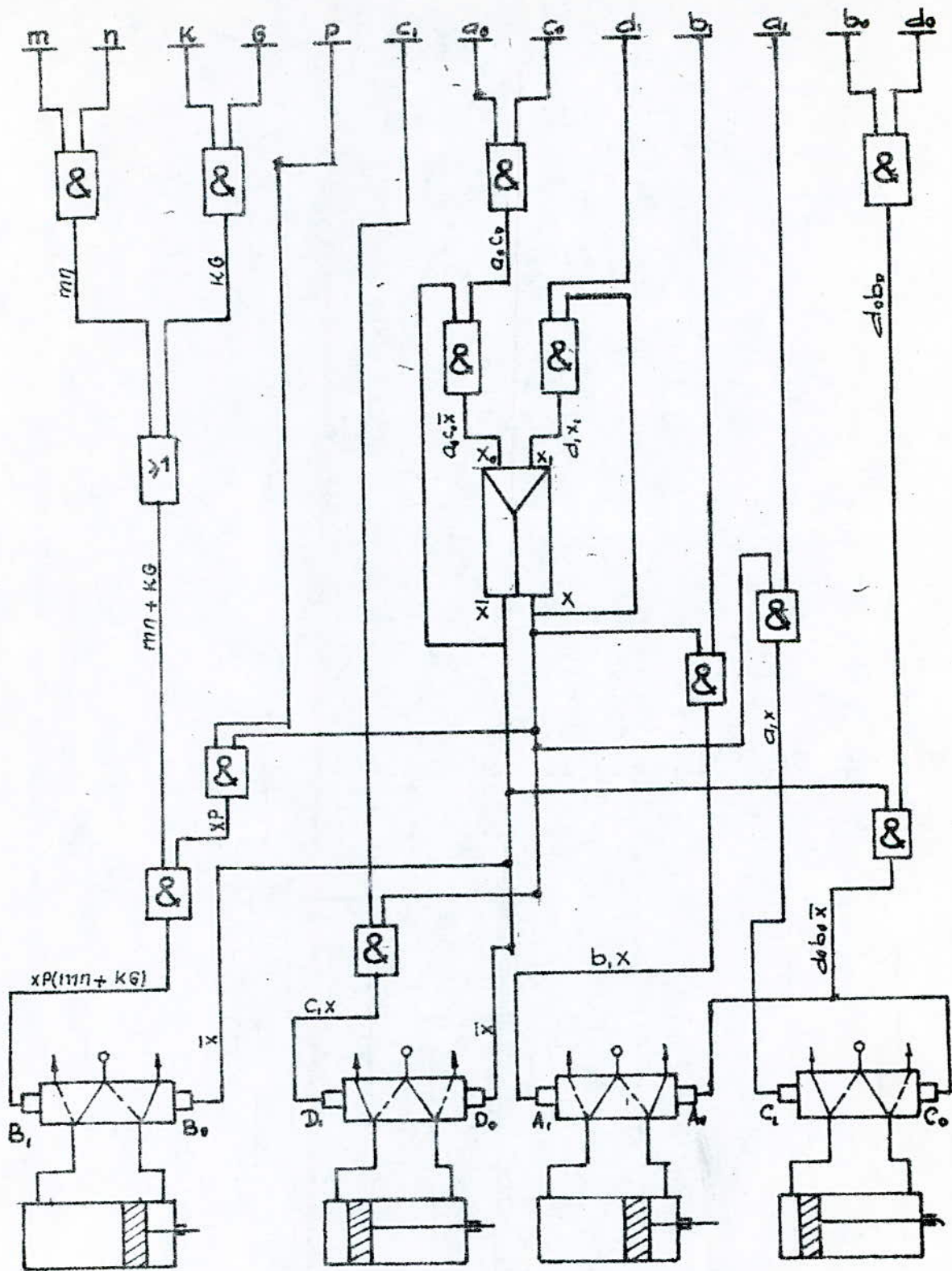


Schéma pneumatique à cellules  
de l'installation

# CHAPITRE 5

Annexe

## Algèbre de Boole

## 5.1. Variable logique

Une variable logique ou variable binaire ( $a$ ) est une grandeur qui ne peut prendre que 2 deux états notes 0 et 1, et ne peut varier d'une façon continue cette définition s'exprime par les axiomes suivants

$$\begin{array}{lll} a = 0 & \text{Si} & a \neq 1 \\ a = 1 & \text{Si} & a \neq 0 \end{array}$$

## 5.2. Fonction logique

Une fonction logique  $A(a, b, c, \dots)$  est une fonction qui ne prends comme chacune de ses variables que 2 valeurs, donc on peut la considérer comme une variable vis à vis d'une autre fonction logique

## 5.3. Opérateur logiques

On définit trois opérateur logiques effectuants sur les variables des opérateurs fondamentales d'inversion, d'addition; de multiplication logique.

## 5.3.1. Inversion logique opérateur NON

Le résultat de cette opération, est l'obtention de l'inverse ou le complément de la variable

$$\begin{array}{lll} a = 0 & \bar{a} = 1 & a : \text{variable directe} \\ a = 1 & \bar{a} = 0 & \bar{a} : \text{variable inverse} \end{array}$$

$$\text{d'ou on aura} \quad \bar{0} = 1, \quad \bar{1} = 0$$

## 5.3.2. Addition logique opérateur ou (Reunion)

Appliquée a deux variables, elle conduit a la somme ou la fonction "ou" de ces 2 variables, le resultat est une fonction egal a 1 si l'une ou l'autre ou les deux variables valent 1

$$\begin{array}{l} \text{d'ou on a :} \\ 0 + 0 = 0 \\ 0 + 1 = 1 \\ 1 + 1 = 1 \end{array}$$

### 5.3.3. Fonction OUI (identité)

Appliquée a une variable, il en résulte la variable elle même.

### 5.3.4. Multiplication logique : Opérateur ET (Intersection)

Elle conduit au produit ou la fonction ET de ces deux variables.

La définition d'exprime par

$$0.0 = 0 \qquad 0.1 = 0$$

$$1.0 = 0 \qquad 1.1 = 1$$

### 5.3.5. Lois de l'algèbre de Boole

A partir des définitions précédentes ou a partir du tableau de vérité qui sera défini ultérieurement on démontre les lois suivantes :

soient 3 variables logiques a,b,c.

\* Loi de neutralité

$$a \times 0 = 0 \qquad a \times 1 = a$$

$$a * 0 = a \qquad a + 1 = a$$

\* Loi de commutativité

$$a + b = b + a \qquad ab = ba$$

\* Loi d'associativité

$$a(bc) = (ab)c, \quad (a + b) + c = a + (b + c)$$

\* Loi de distributivité

$$a(b + c) = ab + ac$$

$$a + bc = (a + b)(a + c)$$

\* Loi de la double négation

$$\bar{\bar{a}} = a$$

\* Loi de l'exclusion

$$a + \bar{a} = 1 \qquad a\bar{a} = 0$$

\* Loi d'absorption

$$a + a = a, \qquad aa = a$$

$$a(a + b) = a, \qquad a + ab = a$$

\* Loi d'absorption de la négation

$$a + \bar{a}\bar{b} = a + \bar{b}$$

$$\bar{a} + ab = \bar{a} + b$$

### Loi de Morgan

$$\overline{ab} = \bar{a} + \bar{b} \quad , \quad \overline{\bar{a} + \bar{b}} = \overline{\bar{a}}\overline{\bar{b}}$$

Généralisation de la loi de Morgan : Loi SHANON

$$\overline{F(a,b,c,\dots)} = F(\bar{a},\bar{b},\bar{c},\dots)$$

### 5.3.6. Tableau de vérité

C'est un tableau qui contient les valeurs d'une fonction logique donnée, pour toutes les combinaisons possibles des variables, il ya autant de lignes qu'il ya de combinaisons possibles, ces combinaisons sont au nombre de 2 pour une fonction a variables

### 5.4. Ecriture canonique d'une fonction logique





Toute fonction logique peut se mettre sous une des formes particuliers suivantes :

\* Forme somme canonique : sommes de produits de variables directes ou inverses

\* Forme produit canonique : produits de sommes de variables directes ou inverses

Généralement on utilise la 1er forme d'écriture

### 5.5. Représentation symbolique des fonctions logiques

Nom	Symbole	Fonction
NON		$c = \bar{a}$
ET		$c = ab$
OU		$c = a + b$
OUI		$c = a$

## 5.6. Simplification des équations logiques

Le principal but de ces simplifications est l'obtention d'une écriture la plus simple possible, tout en espérant que cela conduise également à une réalisation matérielle la plus simple, cette simplification consiste à supprimer les termes inutiles dits redondants pour obtenir une expression simplifiée, ce qui conduit à une réalisation plus économique.

La plupart des méthodes de simplification des équations logiques exigent que l'expression à simplifier soit une somme de produits :

Parmi les méthodes de simplification citons :

a) méthode algébrique

méthode assez hasardeuse, dont la manipulation n'est pas toujours facile.

b) diagramme de Veitch

utilisable pour les expressions comprenant 2 à 4 variables

c) méthode de Karnaugh

C'est la méthode la plus répandue, et la plus utilisée, elle est valable pour les expressions de 2 à 5 variables, elle a l'avantage de visualiser les redondances

d) méthode de Quine et Mc Cluskey

C'est la généralisation de celle de Karnaugh, elle est alors valable pour 2 à 6 ou plus de 6 variables, mais cette généralisation conduit à un passage d'une méthode graphique à une méthode algébrique d'où l'impossibilité de mettre en évidence les redondances.

e) méthode de Harward

Elle se fait à partir de tableaux nécessitant un grand nombre de lignes et de colonnes

méthode des consensus

Elle est avantageuse par l'utilisation de l'ordinateur

## 5.7. Simplification des equations logiques par la methode de Karnaugh

### 5.7.1. Constitution du tableau

Elle a pour but de simplifier l'écriture d'une equation logique obtenue ou non a partir d'un tableau de verité, cette simplification est fait par la représentation graphique des redondances.

Karnaugh a eu l'idée de représenter toutes les configurations possibles par un tableau a 2 dimensions en quelque sorte, de t-elle façon qu'entre une case et les une autre adjacentes une et une seule variable change d'état.

Prenons le cas d'une fonction a 4 variables  $H = F(a,b,c,d)$

le tableau sera comme suit

	$\bar{a}\bar{b}$	$\bar{a}b$	$ab$	$a\bar{b}$
$\bar{c}\bar{d}$				
$\bar{c}d$				
$c\bar{d}$				
$cd$				

$$\begin{aligned} a = 1, & \quad \bar{a} = 0 \\ b = 1, & \quad \bar{b} = 0 \end{aligned}$$

où chaque case correspond a une ligne du tableau de verité, et finalement on a qu'a écrire dans chaque case la valeur prise par la fonction  $H$  (1 ou 0). Si a partir d'une forme cannonique, on veut constituer le tableau afin de simplifier, il suffit de remplacer la variable complémentée (barrée) par un zéro et la variable non complémentée par un 1 et chercher la ou les cases correspondantes.



Pour clarifier cela prenons un exemple de fonction a quatres variables soit :

$$F = \bar{a}\bar{b}cd + \bar{a}b\bar{c}d + abcd + abc\bar{d}$$

- 1)  $\bar{a}\bar{b}cd$  : : o écrira un 1 dans la case d'intersection de ligne 10 et la colonne 11
- 2)  $\bar{a}b\bar{c}d$  : même méthode
- 3)  $abcd$  : même solution
- 4)  $abc\bar{d}$  : d'après la loi d'exclusion  $d + \bar{d} = 1$   
on peut écrire  $abc\bar{d} = abc(d + \bar{d}) = abc\bar{d} + abc\bar{d}$   
 $110 = \quad \quad \quad = 1101 + 1100$

et procedra de la même façon que (1)

$$5) \bar{a}d = \bar{a}d(b + \bar{b})(d + \bar{d}) : 0001, 0101, 0011 0111$$

et terminera la recherche des cases correspondantes de la même façon que précédement.

Remarque :  $\bar{a}d$  : on aurai eu le même resultat si on avait inscrit un 1 dans les cases correspondants d'où on aura

	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	1	1	1	0
10	0	0	1	0

Dans l'exemple ci-dessus on a rencontré 2 fois le l'expression 0101, ce terme est redondant; car sa lecture apportera la simplification nécessaire, ainsi nous l'avons écrit qu'une fois

On remarque aussi que :

- \* un monome canonique a quatre variables validé une seule case
- \* un monome a 3 variables valide deux cases

### 5.7.2. Simplification des équations par la lecture du diagramme de Karnaugh

Malgré que la méthode de simplification de Karnaugh est une méthode graphique mais elle découle des propriétés algébriques.

- 1) 1er principe de simplification :  $a + \bar{a} = 1$   
soit le tableau de Karnaugh suivant :

AB	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	0
10	1	1

après lecture on aura :  $F = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c}$   
mais  $\bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} = \bar{a}(c + \bar{c}) = \bar{a}$

- 2) 2ème principe de simplification  $a + a = 1$   
soit l'exemple suivant :  $F = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c}$

ab	0	1
00	0	0
01	0	0
11	1	0
10	1	1

\* cases en pointillés :  $\bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c}$

\* Cases en fort :  $\bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c}$

$$\frac{\bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c}}{\bar{b} + \bar{c}}$$

et cela en appliquon le premier principe d'après le 2ème principe on peut écrire

$$\begin{aligned} \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} &= (a + a) \bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} \\ &= \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} \end{aligned}$$

et cela donnera le même resultat.

L'application des deux principes de simplification conduit à à suivre pour simplifier une équation.

- Chercher à grouper tous les 1 pour former les plus grandes boucles possible, et cela si on boucle le circuit entourant les :

Si nous appliquons les règles de simplification, non avec les cases contenant un 1 mais avec les cases contenant un zéro, on obtient la fonction inverse sous sa forme minimale, cela est dû à :

$$a - \bar{a} = 1 \qquad \bar{a} = 1 - a$$

exemple d'application de simplification

1er exemple

soit à simplifier :

$$F(a,b,c,d) = \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}\bar{d} + a\bar{b}c\bar{d} + a\bar{b}c\bar{d}$$

cd \ ab	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	1	0	0	0

sa lecture donne,  $F(a,b,c,d) = \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + a\bar{b}c\bar{d}$

2ème exemple :

cd \ ab	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	1	1	0
11	1	1	1	1
10	0	0	0	0

Sa simplification donne :  $F = \bar{a}b\bar{c} + bd + cd$

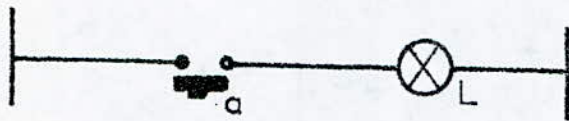
3ème principe de simplification : les conditions interdites

Pour les conditions interdites, il est possible de donner la valeur 0 ou 1, on choisit la valeur qui donne la plus simple forme.

# Realisations technologiques des fonctions logique

## Fonction OUI

### \* Realisation électrique



a : interrupteur

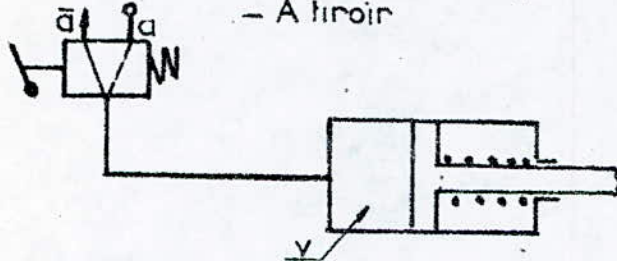
L : lampe

$L=1$  si  $a=1$

$L=0$  si  $a=0$

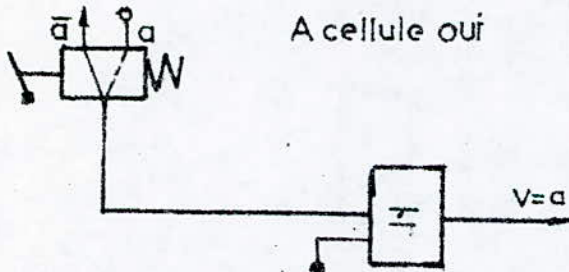
### \*\* Réalisation pneumatique

- A tiroir



$v=1$  si  $a=1$

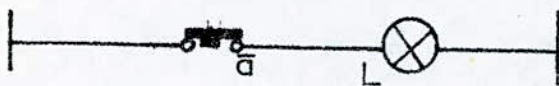
$v=0$  si  $a=0$



A cellule oui

## Fonction NON

### \* Realisation électrique

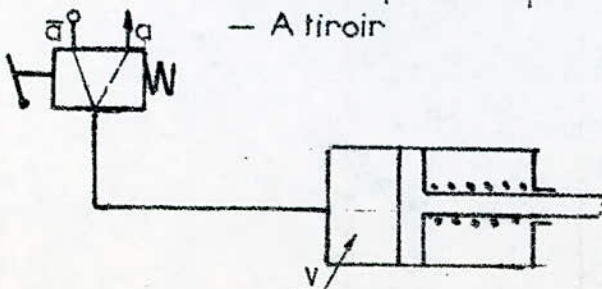


$L=1$  si  $a=0$

$L=0$  si  $a=1$

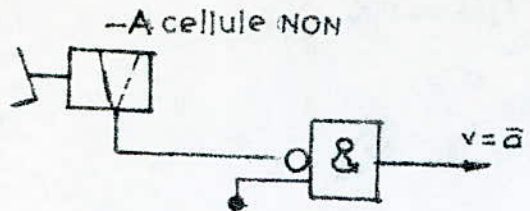
### \*\* Réalisation pneumatique

- A tiroir

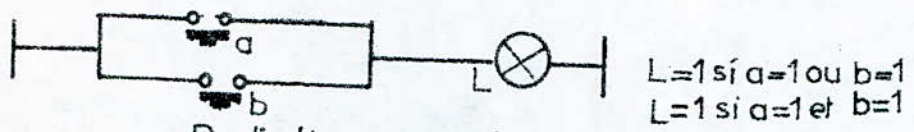


$v=1$  si  $a=0$

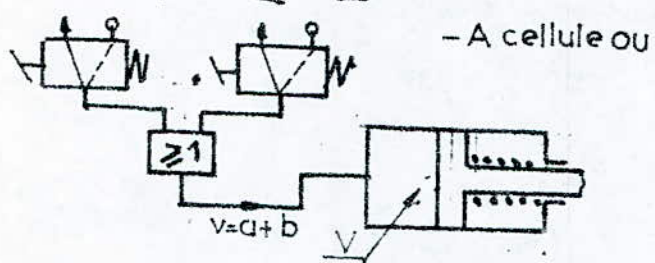
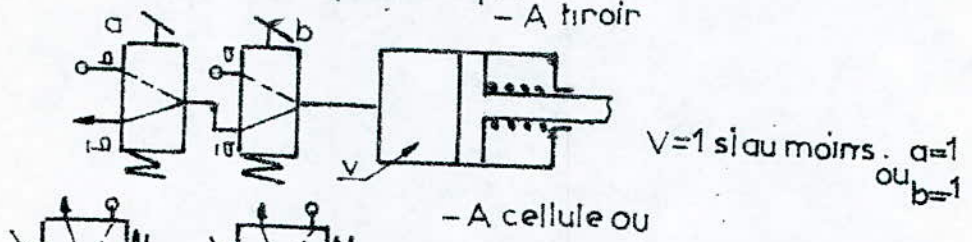
$v=0$  si  $a=1$



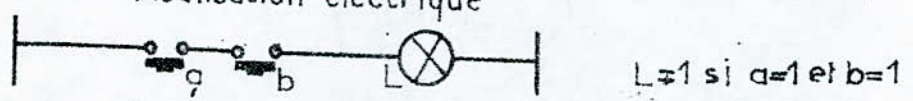
Fonction OU  
+ Realisation electrique



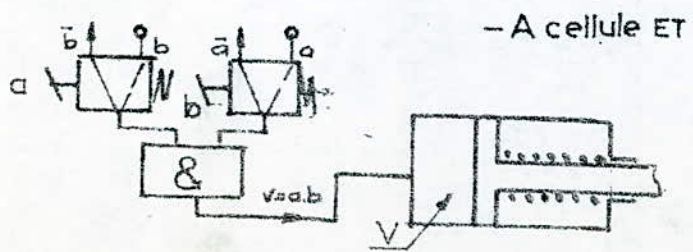
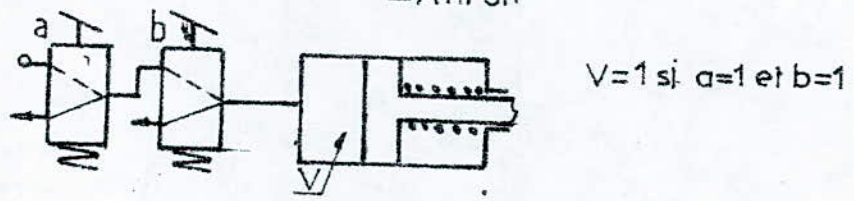
\*\* Realisation pneumatique  
- A tiroir



Fonction ET  
Realisation electrique



Realisation pneumatique  
- A tiroir



# CHAPTER 6

Conclusion

CHAPTER 6

## C O N C L U S I O N

Cette étude nous a permis de répondre a un souci d'initiation pratique mais pédagogique ainsi notre fascicule peut.

1. Constituer un complètement modeste a l'enseignement du module d'automatisme
2. Service a des cycles de formation en permettant a l'étudiant de se familiariser aux notions fondamentales de l'automatisme et a l'algèbre de Boole, et aux équations logiques et leurs applications, et lui faciliter la mise au point des schémas pneumatiques des installations en particuliers les machines-outils.

Ainsi notre étude a été élaborée selon un ordre logique qui consiste a :

- définir les données fondamentales de l'installation
- Solutionner le problème mécaniquement c'est à dire choisir les systèmes mécaniques adéquats.
- En fonction du choix précédent et de ses possibilités; ordonner les différentes taches des dispositifs de l'installation.
- Etablir les schémas pneumatiques avec les éléments de puissances, en utilisant une des méthodes proposées (méthode en cascade dans notre cas.
- Inclure les conditions intersequentielles
- Etablir le schéma pneumatiques globale de l'installation
- Etablir le schéma pneumatique en utilisant les logiques.

Néanmoins cette étude pourrait être complétée par une nouvelle technique qui resoud le problème en utilisant les cellules associables ou les séquenceurs a modules.

La 1er solution base sur la création d'un distributeur permettant de réaliser des séquentielles sans étude importante mais nécessitant l'adjonction de cellules logiques extérieurs pour les conditions combinatoires.

La 2ème solution quand a elle repose sur la création d'un Centre de Commande MONOBLOC complet permettant d'associer directement les conditions séquentielles et combinatoires.

Les techniques énumérées ci-dessus ont été classées suivant l'évolution des systèmes logiques pneumatiques qui est dirigé par l'amélioration des caractéristiques des éléments utilisés.

- Economique
- Encombrement
- Simplicité d'étude, rapidité de fonctionnement.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. J.M BERNARD : Editions EYROLLES: 1980  
de la logique cablée aux microprocesseurs  
Tome I : Circuit combinatoires et sequentiels fondamentaux  
Tome II : Application directes des circuits fondamentaux
2. M. AUMIAUX : Edition MASSON : 1977  
Logique binaire et ordinateurs  
Tome I : Fonction logiques et arithmétique binaire
3. R. CHAPPERT; J.COJEN, L. THIBERVILLE : A. CAMPA  
Les automatismes : experimentation, installation, dépannage  
Tome II : Les solutions pneumatiques, depneumatiques ethydroliques  
Edition FOUCHER : 1983
4. R. CHAPPERT : A. CAMPA, L. THIBERVILLE  
L'automatisme par les problèmes  
Tome II : Edition FOUCHER : 1979
5. Encyclopedie des sciences industrielle Quillet  
- Electricité Electronique application  
- Mécanique Généralités applications  
- Imprimerie des dernières nouvelles de strasbourg : 1980
6. P.J. FORT :  
Technique simple d'automatisation : avec application de la  
commande des-pneumatique aux machines-outils  
Tome II : Programmation  
Edition FOUCHER 1980
7. J. KOFNIG  
L'automatisation par éléments pneumatiques et depneumatique  
DUNOD : 1966
8. A.R. METRAL  
La machine outil Tome VII  
DUNOD : 1959.

9. A. CHEVALIER

Guide du dessinateur industriel

HACHETTE : 1980

10 LONORMAND et TINEL

Tome I et II

FOUCHER : 1979

