

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

Gm. 0256

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

TITRE

ÉTUDE DE L'AUTOMATISATION

DU MONTAGE À PLAT

À CARNAUD - SÉNÉGAL

DATE : MAI 1987

AUTEUR : Cheikh FALL
DIRECTEUR : Maurice DUVAL
CO-DIRECTEUR : Philippe LIENARD
géné : mécanique

A

MES PARENTS

R E M E R C I E M E N T S
o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

Mes remerciements vont à;

- Mon Directeur de projet , Mr MAURICE DUVAL ,
Professeur à l'Ecole Polytechnique pour sa
disponibilité et sa générosité.

- Mr LIENARD, Directeur technique de CARNAUD-SENEGAL
pour l'encadrement sans compléance dont j'ai été
l'objet.

- Mrs SYLLA et BASSE pour s'être bien acquitté de
leur devoir d'ancien de l'Ecole Polytechnique.

- Mrs M'BODJ, DIATTA et BASSEL pour avoir facilité
mon intégration au bureau d'études de CARNAUD.

- Tout le personnel de CARNAUD, qui pour une indication,
qui pour un conseil.

- Mlle DIANA SARR, secrétaire pour sa discrète et
précieuse contribution à la mise en page de ce
rapport.

S O M M A I R E

Le projet comprend deux parties principales :

- la première partie la plus importante constitue le design des mécanismes pour la substitution des actions manuelles. La solution retenue pour chaque machine à l'issue d'un processus de design fait l'objet d'un plan d'ensemble appelé avant-Projet ; Ainsi un assemblage boulonné dans les plans pourrait bien devenir une soudure pendant les études de réalisation.
- La seconde partie du projet traite de la commande des mécanismes. Les constituants pneumatiques utilisés sont de la 3ème génération ; Ce qui a permis de simplifier grandement la résolution des problèmes d'automatisme. Les résultats obtenus sont les différents plans de cablage avec spécification du matériel. Signalons également que tous les transferts sont assurés par des tapis - roulants.

Table des Matières

	Pages
Remerciements.....	i
Sommaire.....	ii
Introduction	4
Définition du projet.....	2
Bases du projet.....	3
I ^{ère} Partie MECANISMES DE TRANSFERT.....	4
<u>Chapitre I</u> Echancreuse-rouleuse.....	5
I Description de la machine.....	5
II Définition du problème.....	6
III Critères de désign	
IV Génération de solution.....	
IV - 1 Fonction de translation.....	7
IV - 2 Fonction de séparation des plaques.....	11
IV - 3 Fonction de magasinage.....	12
V Choix de solution.....	14
VI Réglage pour changements de format.....	21
VII Calculs.....	22
VII - 1 Surface des ventouses.....	
VII - 2 Dimensionnement de l'electro-aimant.....	28
<u>Chapitre II</u> Machine à souder.....	35
I Description de la machine.....	36
II Définition du problème.....	36
III Critères de design.....	
IV Génération de solutions.....	36
V Choix de solution.....	39
V - 1 Avantages et inconvénients.....	
V - 2 Evaluation des solutions.....	40
V - 3 Plan.....	
V - 4 Schéma détaillé de la solution.....	41
V - 5 Réglages pour changement de format.....	42
	.../...

<u>Chapitre III</u>	Bordeuse.....	43
I	Description de la machine.....	
II	Définition du problème.....	
III	Critères de désign.....	44
IV	Génération des solutions.....	
IV - 1	Fonction approvisionnement.....	44
IV - 2	Fonction débrayage.....	43
IV - 3	Fonction d'ejection.....	46
V	Choix de solution.....	47
VI	Architecture de la solution	49
VII	Nomenclature.....	48
VIII	Réglage pour changement de format.....	51
IX	Etude d'un détail important.....	52
X	Théories et calculs.....	54
X - 1	Etude de l'étoile.....	
X - 2	Roue à rochet.....	55
	* Diamètre.....	56
	* Course du vérin.....	
	* Influence de l'inertie.....	
	* Efforts dans le mécanisme.....	57
	* Condition d'auto-engagement du cliquet.....	58
	* Matériaux.....	59
	* DIMENSIONNEMENT DES roulements.....	60
	* Choix du vérin.....	
X - 3	Condition de non glissement des pots sur l'aimant-porteur.....	64
XI	Architecture de l'ensemble.....	65
<u>Chapitre IV</u>	Machine à sertir.....	66
I	Description de la machine.....	
II	Définition du problème.....	
III	Critère du désign.....	
IV	Génération de solution.....	66
V	Choix de solution.....	69
VI	Architecture de la solution.....	71
VII	Réglage de changement de format.....	
VIII	Nomenclature.....	72

2 ^{ème} Partie	COMMANDE.....	73
<u>Chapitre I</u>	Echancreuse-rouleuse.....	74
I	Introduction.....	
II	Synthèse du système.....	
II - 1	Libellé du problème.....	
II - 2	Commande du vide.....	75
II - 3	Commande de l'electro-aimant.....	
II - 4	Commande des vérins.....	76
1	programme du cycle.....	
2	phases du cycle.....	
3	méthode de résolution.....	77
4	branchement du séquenceur.....	
5	mode de marche.....	78
6	temporisation.....	79
7	choix des composants pneumatiques.....	80
8	schéma de l'installation.....	85
<u>Chapitre II</u>	Bordeuse.....	86
I	Introduction.....	
II	Synthèse du système.....	
<u>Chapitre III</u>	Sertisseuse.....	92
I	Introduction.....	
II	Synthèse du système.....	
	Conclusion et recommandations.....	98
	Bibliographie.....	100

A=N=N=E=X=E=S

ANNEXE A	Liste des formats I	I
ANNEXE B	Dimensionnement des II distributeurs	II
ANNEXE C	Principe séquenceur V	V

INTRODUCTION GENERALE
=====

Qui parle d'automatisation pense d'abord au facteur humain. Une analyse très simple nous conduit toujours à croire que l'automatique rime avec chômage.

Le maintien de l'emploi reste une bataille sacrée dans ce monde et il est difficile de faire admettre une compression de quelque nature soit elle. Cette défense est légitime pour autant que l'automatique est considérée comme un moyen d'augmenter les profits déjà existants et par le seul outil de suppressions des charges de personnel. Malheureusement le monde industriel n'est pas isolé et n'échappe non plus aux lois du marché. La défense de l'emploi passe par le nécessaire maintien en activité de l'entreprise qui face à la concurrence et aux exigences de plus en plus serrées des consommateurs doit se moderniser et s'adapter au nouveau contexte économique et technique.

A Carnaud l'atelier de montage à plat est responsable d'une bonne partie de la production de l'usine. Cette production est semi-artisanale et requiert beaucoup d'hommes sur les lignes formées de machines vétustes. Dans le contexte industriel actuel, il est presque évident que cette situation ne peut encore durer pour longtemps. L'amélioration des équipements est nécessaire et le degré de modernisation à apporter dépend des objectifs, de la politique et des moyens de l'entreprise.

//)) E F I N I T I O N D U P R O J E T

Ce projet est une étude faite à l'intention de Carnaud Sénégal.

L'entreprise en question produit divers emballages métalliques légers tels que ceux des concentrés de tomate, de lait ou de peinture. L'atelier de "Montage à plat" sur lequel porte notre étude est essentiellement équipé de machines semi-automatiques et manuelles regroupées sur trois lignes de production. L'objectif de ce projet est d'automatiser la production en éliminant autant que possible toute intervention humaine dans la séquence. Dans le cadre de ce projet nous nous limiteront à trouver des solutions pouvant substituer les actions manuelles.

Les calculs précis des éléments de machine ne pourront être totalement fait dans cette phase du projet où il est surtout question de s'assurer que les solutions marchent.

B A S E S D U P R O J E T

- Chaque ligne de production comprend :
 - * une machine échancreuse - rouleuse
 - * une machine à souder
 - * une machine à border
 - * une machine à sertir
- Parmi ces trois lignes, il sera choisi les machines les plus prêtes à l'automatisation.
- L'énergie utilisée pour mouvoir les éléments sera de préférence pneumatique.
- La ligne pilote à étudier doit être capable de produire tous formats prévus dans l'atelier de montage à plat.

1ere PARTIE : M E C A N I S M E S de T R A N S P E R T

Cette partie concerne le désign proprement dit des mécanismes de la ligne.

La technique utilisée est classique et est appliquée plus ou moins rigoureusement suivant les cas.

Chaque machine a fait l'objet d'un chapitre et l'idée retenue à chaque fois est concrétisée par un plan d'ensemble.

Chacun des plans a demandé intuition et réflexion. La concentration exigée par ces plans ne pourra être aperçue à travers ce rapport.

Signalons seulement que nous avons souvent accepté de tout détruire pour recommencer. Nous avons également réussi à nous passer de certaines idées auxquelles nous tenions tant, mais qui ont fait l'objet de critiques personnelles ou directoriales.

Mes critiques à ce niveau se sont toujours basées sur les difficultés de fabrication ou de fonctionnement.

CHAPITRE I : ECHANCREUSE - ROULEUSE

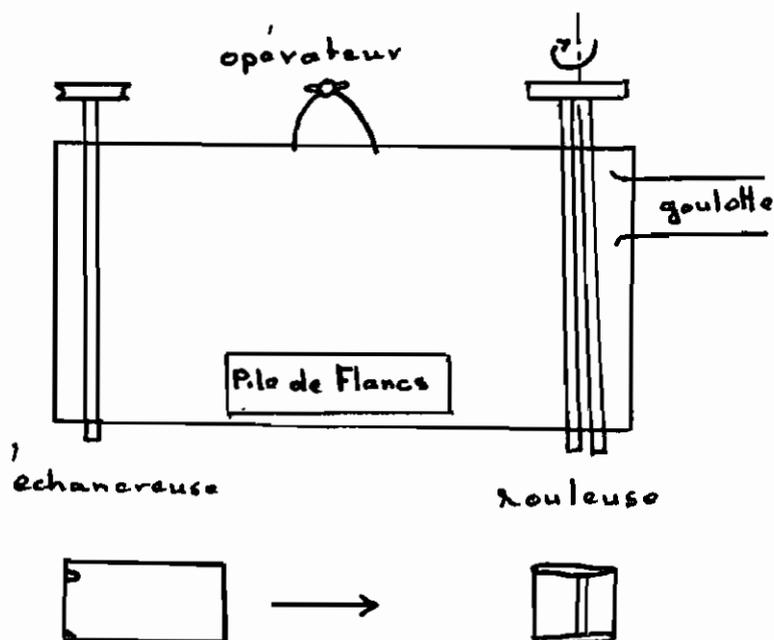
I DESCRIPTION DE LA MACHINE

La machine comprend deux parties essentielles :

- La partie échancreuse chargée de chanfreiner les deux bouts du flanc. Elle est formée de deux outils portés par un axe mu par le moteur de la machine.
- La partie rouleuse chargée de transformer les flancs en cylindre. Elle est formée de trois rouleaux rotatifs.

Ces deux parties sont portées par une table sur laquelle repose également la pile de flancs à oeuvrer.

La figure ci-dessous schématise la machine



II DEFINITION DU PROBLEME

Il s'agit de trouver des mécanismes capables de remplacer l'opérateur à savoir :

- 1°) saisir un flanc de la pile
- 2°) le translater vers l'arrière pour l'échancrage
- 3°) le translater vers l'avant pour le roulage

Les trois fonctions du mécanisme sont donc celles de séparation des flancs, de translation avant et de translation arrière.

III CRITERES DE DESIGN

- a) trouver un système adaptable à tous les formats.
- b) le système doit être simple, fiable et rentable
- c) utiliser des éléments usinables sur place ou disponibles sur le marché.

IV GENERATION DE SOLUTIONS

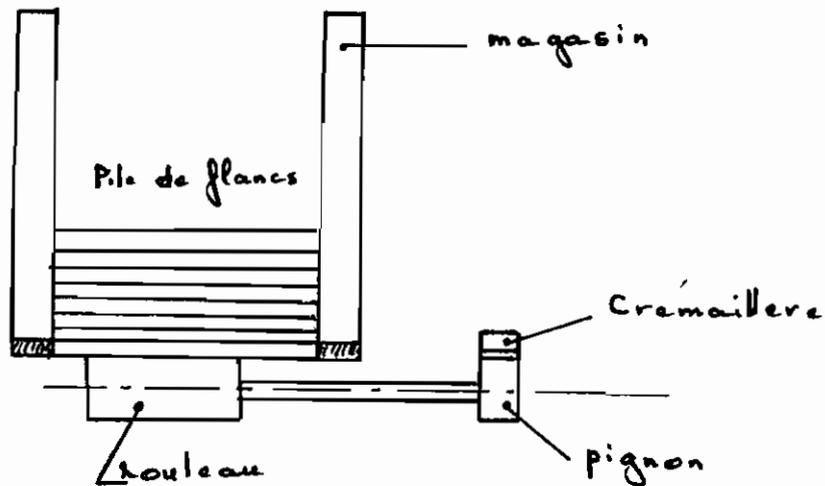
La philosophie de base est que toutes les idées sont bonnes.

Dans cette phase aucune critique n'est permise. La génération est faite par fonction.

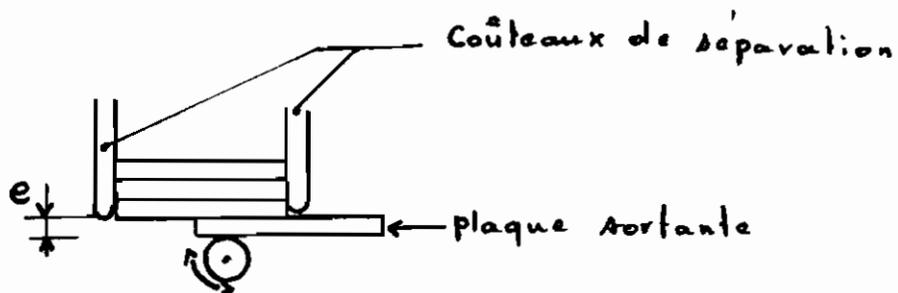
IV - 1 FONCTION DE TRANSLATION AVANT ET ARRIERE

IV - 1 - 1 Solution par rouleaux

A Principe



Les plaques sont reçues dans un magasin lequel est formé de quatre coins. Les dimensions du magasin sont réglables. La rotation du rouleau entraîne la plaque de dessous par l'ouverture e laissée par un couteau de séparation entre sa pointe et le rouleau (schéma ci-dessous).



Un vérin tourne le rouleau dans un sens puis dans l'autre.

B Considérations sur les points clé

B1 Système pignon crémaillère

Le couple à développer par le rouleau est relativement important et la solution de pignon crémaillère avec vérin ne peut être envisagée à moins qu'on puisse satisfaire les rigueurs d'usinage et de positionnement (angle de pression 11° , rectitude de la trajectoire de crémaillère)

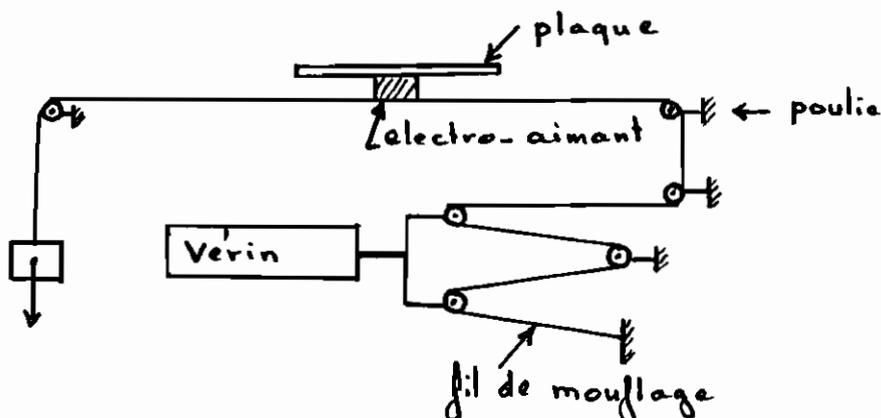
B2 Transfert des plaques de petit format

Les rouleaux doivent être disposés tout le long de la machine avec un entre axe au plus égale à la longueur de la plaque la plus courte. Soit au total un minimum de six rouleaux, étant donné que l'entre axe entre échancreuse et rouleuse est de 965 mm et la longueur de la plaque considérée est de 169 mm.

Le premier point fort sera donc l'étude des paliers, en second lieu, penser à l'appui nécessaire au rebord de la plaque pour son guidage.

IV 1 - 2 SOLUTION PAR VERIN MOUFLE ET AIMANT

A Principe

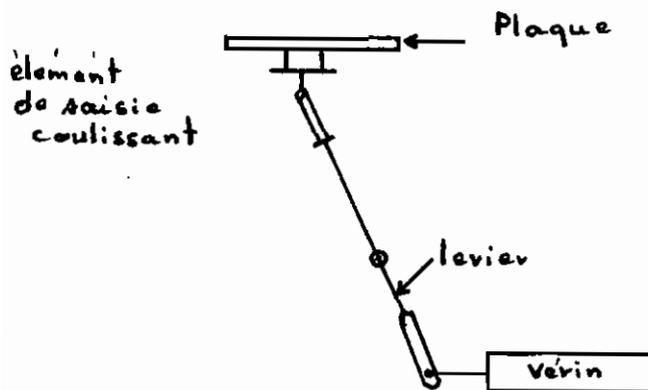


Le système adopté est celui des palans. Le mouflage permet de diminuer la course nécessaire du vérin en ce qu'un déplacement de $2x$ du vérin équivaut à un déplacement de $4x$ dans ce schéma. En excitant ou déexcitant l'électro-aimant on contrôle le lieu exact de la saisie sur la plaque. Le blocage de la plaque par la butée de synchronisation de l'échancrage ^{n'introduit} aucune contrainte mécanique grave sur le système; dans ce cas le vérin continue sa course et le poids retend le fil dès que la butée s'ouvre.

B Considérations sur les points importants

Les délais de réponse du système doivent pouvoir se conformer avec le temps prévu pour le passage d'une plaque.

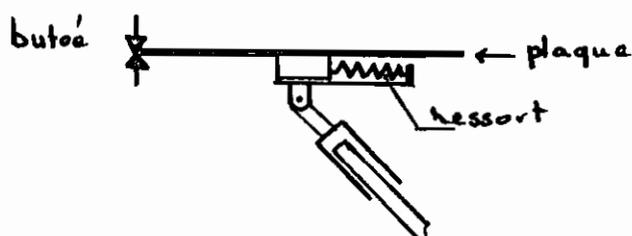
La commande de l'électro-aimant et du vérin doit être souple et flexible pour se conformer aux changements de format. Aussi, la plaque doit être bien guidée.

A Principe

Le mouvement de va et vient du vérin est amplifié par le levier tournant. Des butées latérales guideront la plaque de manière rectiligne.

B Considérations importantes

- L'ajustement au niveau du levier doit être telle que la transformation de la trajectoire curviligne en translation rectiligne de la plaque ne provoque aucun blocage.
- Il faut veiller à ce que le blocage éventuel de la plaque par la butée de synchronisation ne dérègle en rien le système et n'y cause aucune contrainte dommageable. Ainsi donc il faut trouver un système qui aura à rattraper au besoin le retard causé par la butée. Dans ce cadre, le système suivant est une première idée.



En cas de fermeture de la butée, la plaque est bloquée et le ressort se comprime pour absorber le déplacement du levier.

IV 1 - 4 EVALUATION

L'évaluation est faite à l'aide du tableau ci-dessous.

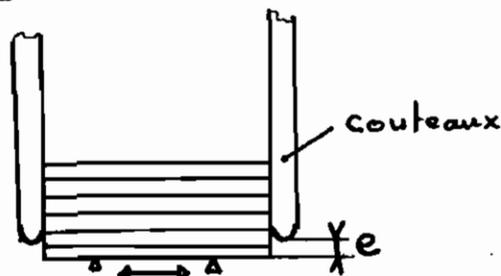
Critères	Barèmes	S O L U T I O N		
		N° 1	N° 2	N° 3
Fiabilité	/ 40	40	30	40
Fabrication	/ 10	5	5	10
Simplicité	/ 20	5	15	20
Coût	/ 10	5	10	10
TOTAUX	80	55	60	70

Cette pratique ne nous permet pas de choisir la solution définitive du fait que toutes les alternatives se valent de près. Leur adaptabilité aux autres fonctions de magasinage et de séparation des plaques sera désormais décisive.

IV 2 FONCTION DE SEPARATION DES PLAQUES

2 - 1 Couteau de séparation (solution n° 1)

A Principe



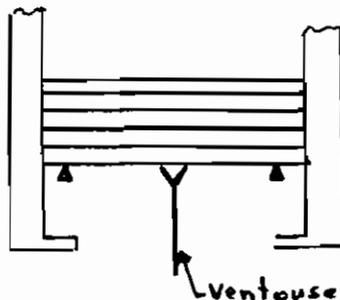
Cette solution va avec des rouleaux et a été déjà décrite au paragraphe IV - 1 - 1.

B / Point important

Pour aller de l'échancreuse à la rouleuse, la plaque doit repasser sous le magasin. Dans ce cas elle doit retrouver son chemin libre sinon la plaque suivante risque de la bloquer et aller vers le roulage sans être échancrée.

IV 2 - 2 ASPIRATION PAR VENTOUSE (solution n° 2)

A Principe



La ventouse suce la plaque du bas et tire sur elle celle-ci en se flambant s'arrache de la pile.

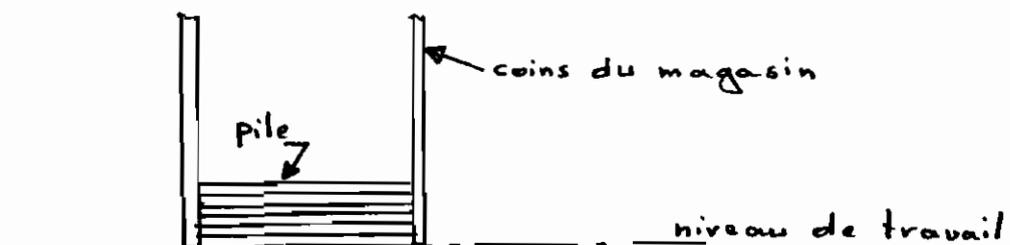
B Point important

La plaque doit être prise sans endommagement malgré sa déformation nécessaire.

IV - 3 FONCTION DE MAGASINAGE

3 - 1 Magasin vertical en dessus du niveau de travail

A - principe

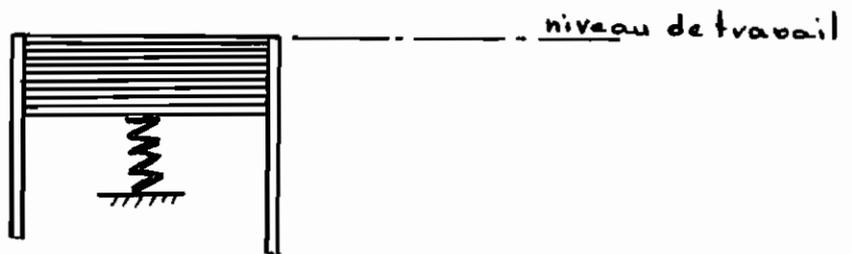


B Points importants

- La pile doit être soutenue par le bas
- Les dimensions du magasin doivent être réglables.

IV 3 - 2 MAGASIN VERTICAL EN DESSOUS

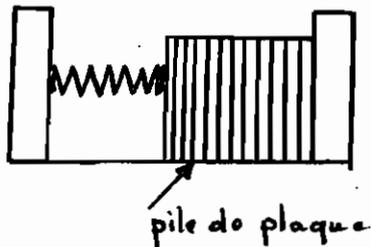
Principe



L'approvisionnement se fait par le dessous de la machine.

IV 3 - 3 MAGASIN HORIZONTAL

A Principe



Les plaques reposent par leur épaisseur

B Point important

Dans ce cas la plaque devra nécessairement faire une rotation de 90° pour retrouver le plan de travail.

V CHOIX DES SOLUTIONS

Les méthodes classiques du désign proposent de faire un choix par des évaluations quantifiées. Dans ce cas précis où il s'agit de modification nous préférons utiliser une méthode plus systématique tenant compte de la praticabilité des solutions. Cette méthode nous permet d'arriver à une solution réalisable. Nous faisons toutes les combinaisons mathématiquement possibles et procédons par éliminations. Les 18 solutions possibles sont données par la liste suivante où le premier chiffre indique le numéro de la solution pour la première fonction et ainsi de suite.

111	211	311	112	212	312
113	213	313	121	221	321
122	222	322	123	223	323

Exemple Solution 323

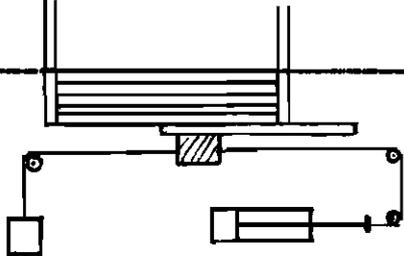
Solution 3 de la fonction de translation +

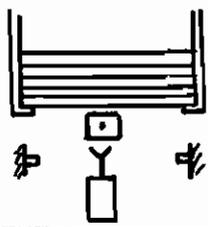
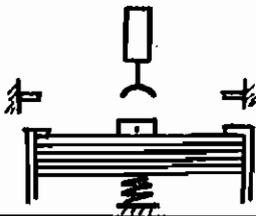
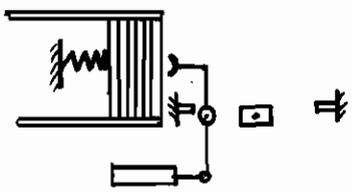
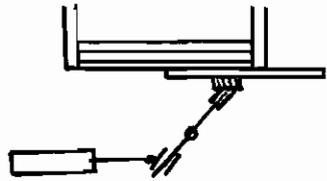
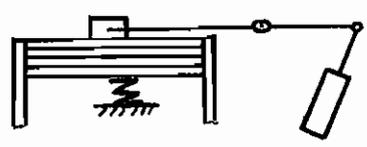
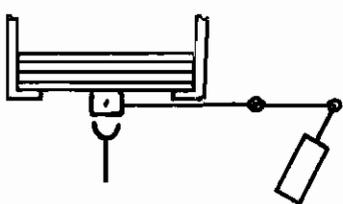
Solution 2 de la fonction de séparation +

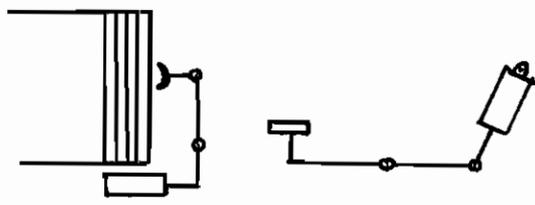
Solution 3 de la fonction de magasinage .

Parmi ces combinaisons, il y a en qui sont incompatibles, d'autres sont fastidieux, et d'autres qui sont satisfaisants (prometteuses). Il sera long de passer en revue toutes ces solutions avec le lecteur. Les solutions prometteuses sont

sélectionnées après une étude exhaustive de toute la liste.
 Le tableau qui suit donne l'état des solutions dans une première approche.

: Numéro : d'identi- : fication	: Jugement	: S C H E M A
: 111	: Onéreuse	
: 112	: Onéreuse	
: 113	: Impossible	
: 121	: Impossible	
: 122	: Impossible	
: 123	: Impossible	
: 211	: Prometteuse	

221	Prometteuse	
222	Prometteuse	
223	Prometteuse	
311	Prometteuse	
312	Prometteuse	
313	Impossible	
321	Prometteuse	

322	Prometteuse	Idem que 321 mais magasin en bas
323	Prometteuse	

Les solutions prometteuses peuvent être regroupées dans deux classes selon le type d'aménagement :

Par vérin mouflé ou par vérin et levier.

		Vérin mouflé	Vérin et levier
Séparation (Admission) par ventouse	Haut	221	321
	Bas	222	322
	Latéral	223	323
Séparation par couteau	Haut	211	311
	Bas	212	312

Nous choisissons d'abord entre le vérin mouflé et le vérin levier.

Etudions un peu plus profondément ces solutions :

- Le mouflage présente des problèmes d'encombrement au niveau de la sortie du fil à travers une poulie du côté échancrage. Ce système ne pourrait amener les petites plaques à l'échancrage.

Néanmoins, elle reste intéressante pour le reste des plaques.

. Le système avec vérin et levier présente 5 alternatives ; étudions cette solution dans les deux cadres de séparation par couteau, il faut tout de suite remarquer que la séparation des plaques et leur aménage ne nécessite qu'un élément mouvant.

L'aménage avec un magasin en dessous est moins contraignante du fait que l'effort de frottement sur la plaque est moindre.

Seulement la position du magasin n'est pas des meilleures du point de vue ergonomique. Son inconvénient majeur se trouve au niveau praticabilité ; il faudra toujours arrêter la production pour remplir ce magasin. Ce qui nous écarte de l'alternative avec magasin en bas pour toutes les 2 deux classes.

Pour le magasin en haut, la séparation par couteau nécessite un élément de saisi puissant du levier. S'il faut penser à un électro-aimant il sera forcément encombrant et surtout pour les petites plaques. Et encore ! Comment limiter une forte aimantation sur la première plaque d'épaisseur si faible. Cette solution nécessite aussi un vérin robuste et un levier très résistant. La translation par ventouse n'est pas admissible en cas d'effort tangentielle.

Donc la séparation par couteau est exclue dans ce contexte.

- Les solutions 321 et 323 sont toutes avec levier et ventouse. Le magasin latéral nécessite une rotation de la plaque de 90°. Ce qui rend le système plus dispendieux qu'une translation simple obtenue avec le magasin vertical.

La rotation est difficilement adaptable au système de retenue de la pile du côté approvisionnement.

Cette solution avait pour avantage de minimiser l'effort de suscion de la plaque d'autant plus que le poids de la pile y serait sans effet.

Pour ce qui est de la solution n° 321 avec levier et magasin vertical, il faudrait nécessairement un montage tel que la trajectoire de l'aimant soit rectiligne. Ce mécanisme existe, seulement son encombrement est incompatible avec le type de magasin adopté. Une solution intéressante du point de vue principe serait d'avoir le même élément de saisi pour la translation et pour la descente d'une plaque. On peut descendre la plaque par un vérin portant une ventouse et ensuite translater ce vérin même pour l'échancrage-roulage.

Malheureusement des problèmes d'encombrement surviennent encore au niveau de la hauteur disponible et de la translation limitée du vérin. Tous ces problèmes ont été vu après une ébauche sur planche de la solution.

Solution Choisie

La solution présentant le moins de problème au niveau des contraintes de fonctionnement est celle identifiée par le n° 221 c'est à dire :

- Séparation par ventouse tirée par vérin
- Translation par électro-aimant tiré par cordon mouflé.

Avantage majeur : Problème de synchronisation réglé par le poids.

Limitation : insatisfaction pour le plus petit format

VI Architecture de la solution

. Référence : plans d'ensemble n° 100 et 200

. Nomenclature

N°	Nombre	Désignation	Matière	Observation
101	4	Coins de magasins	Ft 15	
102	2	Guide - flancs	Ft 15	
103	5	Griffes de retenue	34 Cr 4	
104	5	Support de griffes	AC 37	
105	10	Roulements		
106	9	Poulies		
107	2	Traverses	AC clé 40	Moulage
108	3	Ventouses		Réf : 217074B
109	1	Porte - ventouses		
110	1	Vérin \varnothing 63		
111	4	Vis CHC 10		
112	2	Vis F90 M 8		
113	5	Vis de réglage		
114	5	Vis H M 8		
115	1	Rail	AC 37	
116		Porte al iment	4 Z 36	
117	1	Electro- al iment		
118	2	Vis F90 M6		
119	1	Socle	AC 42	

120	2	Glissière	AC	37	
121	8	Boulons H, M 16			
122	4	Boulons H, M 16			
123	2	Vis de réglage	34 Cr	4	Long = 280
124	3	Vis H M - 8			
125	1	Guide - vérin	Ft	15	
126	2	Vis CHC M10			
127	1	Table			à renforcer
128	4	Boulons H, M 16			

VI

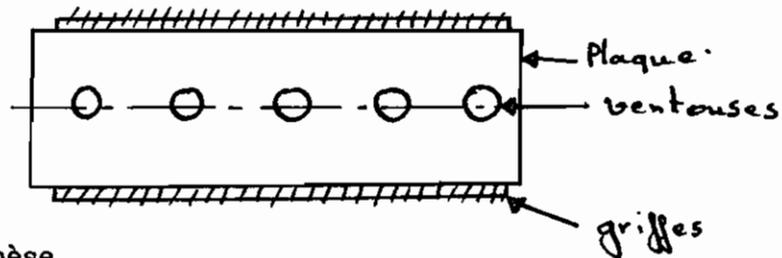
REGLAGES POUR CHANGEMENT DE FORMAT

- 1°) Régler dimensions du magasin (longueur et largeur)
- 2°) Régler la position des fins de course
- 3°) Changer les ventouses
- 4°) Régler la vitesse de la tige des vérins
- 5°) Centrer le vérin des ventouses
- 6°) Changer le potte-aimant.

VII CALCULS

VII - 1 Surface des ventouses

La plaque, pour sortir, doit fléchir pour passer entre les griffes. Pour faire les calculs nous supposons soutenue sur toutes les longueurs.

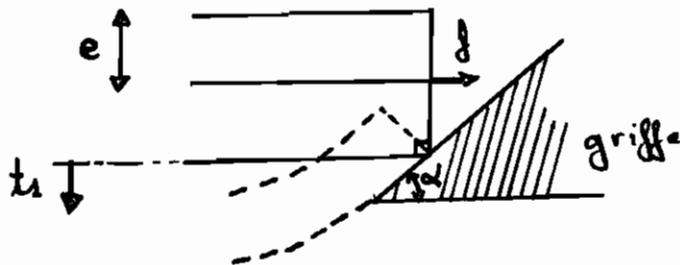


Hypothèse

Le processus de sortie de la plaque peut être modélisé suivant les 3 étapes suivantes :

- rotation du bord
- glissement sur la griffe
- flexion à la sortie de la griffe

a°) Calcul de la force nécessaire à la rotation



La plaque en fléchissant doit avoir son angle de 90° conservé. Ainsi le bord e connaîtra une rotation. Il nait alors un frottement entre les bords en contact des plaques du dessous.

La force unitaire t_1 des ventouses doit alors vaincre le frottement unitaire, ainsi l'égalité des moments donne :

$$\sum f.e = \sum t_1 \frac{l}{2} \quad \text{soit} \quad F.e = \frac{T_1}{2} \times \frac{l}{2} \quad (1)$$

e : épaisseur plaque

F : force totale de frottement

T_1 : force cherchée

l : largeur plaque

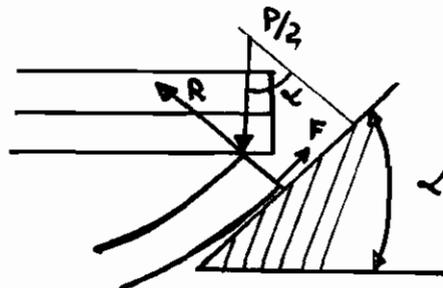
On a $\frac{T_1}{2}$ car l'étude est faite pour un seul côté, par ailleurs le frottement F peut s'exprimer en fonction du poids p de la pile, on a :

$$F = \frac{4P}{2} \quad \mu \text{ coeff de frottement entre plaques}$$

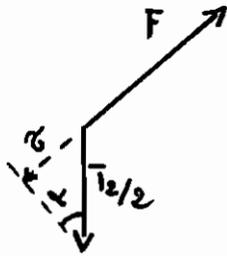
$$\text{d'où (1)} \quad \Leftrightarrow \quad \mu \frac{pe}{2} = \frac{T_1 l}{4} \quad \Rightarrow \quad T_1 = \frac{4 pe \mu}{2l}$$

$$(1) \quad \boxed{T_1 = 2 \mu \frac{pe}{l}} \quad \text{cette force n'inclut pas la force nécessaire à la flexion}$$

b Calcul de la force pour glisser la plaque



Il s'agit de vaincre les frottements F sur la griffe : on a donc.



$$F = 4R$$

$$R = \frac{P}{2} \cos \alpha$$

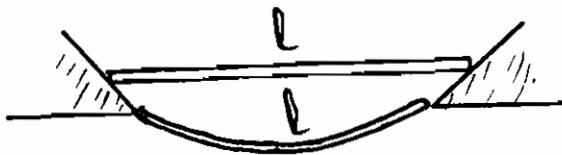
$$\text{d'où } F = 4 \frac{P}{2} \cos \alpha$$

équilibre $\Rightarrow \Sigma = R F$ d'où $\frac{T2}{2} \times \sin \alpha = 4 \frac{P}{2} \cos \alpha$

$$\Leftrightarrow T2 = 4P \cos \alpha / \sin \alpha$$

(II) $T2 = 4p \operatorname{ctg} \alpha$ T2 force cherchée

c°) Calcul de l'effort nécessaire à la flexion



La corde et la longueur de l'arc sont connues. La corde doit être telle que la plaque reste dans la limite élastique i.e. $\sigma < F_y$. Les plaques étant très flexibles, il n'est pas nécessaire de vérifier cette condition.

Si l'arc est de l , la corde est d'environ $(l - 4)$ mm.

Nous assimilons la plaque à une poutre et on a :

$$f = \frac{1}{EI} \left(- \frac{F}{12} \left(\frac{l}{2} \right)^3 + F \frac{l^2}{16} \times \frac{1}{2} \right)$$

f : flèche , E : module élastique , F : force de Flexion.

Pour trouver F on peut également utiliser la formule d'approximation des arcs de cercle ou des paraboles.

$$s \approx l \left(1 + 2,666 \frac{f^2}{l^2} \right)$$

Pour notre cas on a $l \approx (1-4) \left(1 + 2,666 \frac{f^2}{(1-4)^2} \right)$

Posons $d = 1 - 4$ et donc

$$l \approx d \left(1 + 2,666 \frac{f^2}{d^2} \right) \Rightarrow \frac{l}{d} = 1 + 2,666 \frac{f^2}{d^2}$$

Ce qui nous ramène après développement à :

$$(1) \quad f = 2 \left(\frac{1-4}{2,666} \right)^{1/2}$$

la RDM donne $f = \frac{F l^3}{E I} \left(\frac{1}{32} - \frac{1}{96} \right)$ (2)

d'où $2 \cdot \left(\frac{1-4}{2,666} \right)^{1/2} = F \frac{l^3}{EI} \left(\frac{1}{32} - \frac{1}{96} \right)$

Sachant que $I = 1 \cdot e^3/12$ on aboutit à

$$(III) \quad \boxed{F = \frac{8 E \cdot e^3}{1^2} \times \sqrt{\frac{1-4}{2,666}}}$$

Finalement la force nécessaire pour arracher la plaque est :

$$T = T1 + T1 + F$$

$$\boxed{T = T1 + T2 + F}$$

elle sera
majorée de 20 %

d°) Calcul de la surface des ventouses

Nous disposons d'un vide à 95 % . Pour tenir compte des fuites nous nous limitons à 80 % . La différence de pression est

$$\Delta p = 0,8 \times \text{atmosphérique}$$

$$\text{soit } \Delta p = 0,8 \times 1,013 \times 10^5 \text{ bar} = 81040 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Posons } T' = 1,2 T$$

$$\text{On a aussi } T' = \Delta p \cdot \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{d'où :}$$

$$T' = \Delta p \cdot S \Rightarrow S = \frac{T'}{\Delta p}$$

$$S = T' / \Delta p$$

Application numérique

(l x L) Format	T' (N)	S cm ²	Format	T' (N)	S (cm ²)
224,5x115,7	246	30,17	480,4x115	574	70,8
628 x 100	759	93,20	480,5x152	413,8	50,3
314 x —	416	50,3	480,4x180	873	107,4
339,2x126,2	368	45,3	480,4x246	1224,6	151,6
392,5x 81	356,4	45	628 x 158	1040	128,6

Deux solutions s'offrent à nous :

- 1°) Conserver le même diamètre de ventouse et augmenter le nombre suivant le format.

2°) Faire varier le diamètre et utiliser une ou deux ventouses à chaque fois.

DISPOSITION DES VENTOUSES

Nous utiliserons deux jeux de 3 ventouses chacun. Le premier jeux a pour diamètre 56 mm, le second jeux a pour ventouse de diamètre de 80 mm, du fait que les griffes sont montées sur les longueurs, il est préférable d'aligner les ventouses sur la longueur.

Le long de la plus petite plaque œuvrable sur notre système est de 224 mm et nous fixons l'entre axe des ventouses à 120 mm.

Le tableau ci-dessous donne les types et nombre de ventouses à monter pour chaque format.

		FORMATS (L x l)
JEUX	2 x \varnothing 56	224, 51 x 115,7 / 392, 5 x 81
DE		392, 5 x 126, 2
VEN-	3 x \varnothing 56	339, 2 x 151 / 314 x 80 / 314x 100
		314 x 110 / 314 x 119 / 314 x 142
TOU	3 x \varnothing 86	480, 4 x 104 / 628 x 100 / 480,4x180/-
SES		480,4 x 246 / 628x152 / 480,4 x152 ^{x115}

La 3eme ventouse disposera d'un robinet d'arrêt pour son isolement au besoin.

VERIFICATION DE LA METHODE D'ESTIMATION

Il est nécessaire de vérifier si notre méthode d'estimation est fiable.

Une machine actuellement en fonction à Carnaud dispose de deux ventouses ϕ 57 pour sucer des plaques de 120 x 320

La force correspondante est :

$$2 \times 0,057^2 \times 3,14 \times 81040/4 = \underline{413,37 \text{ N}}$$

Par notre méthode on a :

$$\begin{aligned} \text{Poids de la pile : } P &= 0,009 \times 120 \times 320 \times 0,24 \times 9,81 \\ &= 813,7 \text{ N} \end{aligned}$$

$$T1 = 2 \times 813,7 \times 0,2 \times 0,24 / 120 = 0,65 \text{ N}$$

$$T2 = 0,2 \times 813,7 \times \text{ctg } 30 = 281,5 \text{ N}$$

$$F = \frac{8 \times 210\,000}{0,12^2 \times 10^6} \times \frac{(0,12 - 0,004)^{1/2}}{2,666} = 24,34 \text{ N}$$

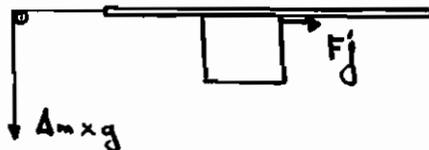
$$\text{Total } T' = 1,2 (T1 + T2 + F) = \underline{367,78 \text{ N}}$$

La différence est acceptable et s'explique facilement par l'angle α supposé égal à 30° , ce qui ne l'est pas forcément. L'angle α est primordiale et nous le retenons comme critère de correction au cas où la force serait insuffisante.

Les calculs de vérins seront faits dans la partie II.

1°) Estimation de la masse M

La masse M utilisera son énergie potentielle pour vaincre les frottements du coulisseau portant l'électro-aimant. Ces frottements sont mal connus. Seulement l'électro-aimant doit être calculé de manière à pouvoir engendrer une force de frottement entre elle et la plaque capable de vaincre le résidu de l'énergie du poids (= Énergie Potentielle - frottements) l'électro-aimant doit être dimensionné avec ce résidu d'énergie correspondant à une masse Δm



$$F' f = T \times \mu$$

μ coeff de frottement

T force portante de l'aimant

$$F' f = \Delta m \times g \Rightarrow \Delta m \times g = \mu T \text{ d'où } T = \frac{\Delta m \times g}{\mu}$$

Prenons $T' = 1,2 T$ pour être sûr de ne pas glisser

$$T' = (1,2 \times \Delta m \times g) / \mu$$

• En prenant $\Delta m = 1 \text{ kg}$ on a $T' = 60 \text{ N}$

$$\text{Par ailleurs } T' = \frac{B^2 S}{2 \mu_0} = 4 B^2 \cdot S \cdot 10^{-5}$$

$$\phi = BS \Rightarrow T' = 4 \phi B \times 10^{-5}$$

ϕ : flux ; B : induction magnétique

Le flux maxi que peut prendre la plaque mince en saturation est

$$\phi = B_{\max} \times S$$

$$\text{Prenons } B_{\max} = 1,5 \text{ T}$$

La plus petite section de plaque est $S = 0,24 \times 80 = 19,2 \text{ mm}^2$

$$\phi_{\max} = 19,2 \cdot 10^{-6} \times 1,5 = 2,88 \cdot 10^{-5} \text{ wb}$$

$$T' = 4 \phi_{\max} \times B_{\text{noyau}} \times 10^5 \text{ avec } T' = 60 \text{ N}$$

$$\text{d'où } B_{\text{noyau}} = B_0 = T' / 4 \times \phi_{\max} \times 10^5$$

$$B_0 = 60 / 2,88 \cdot 10^{-5} \times 10^5 = 5,2 \text{ T}$$

Pour cela il faudrait des électro-aimants très encombrants avec beaucoup d'enroulement. Il est conseillé de limiter B à 1,5 T d'où l'intérêt de bien connaître Δ_m .

On doit avoir Δ_m tel que $B_0 \leq 1,5 \text{ T}$

$$B_0 = 1,5 \text{ T} \Rightarrow \frac{T'}{4 \times 2,88 \cdot 10^{-5} \times 10^5} = 1,5$$

$$\text{d'où } T'_{\max} = 17,28 \text{ N} \text{ donc } \Delta_{m_{\max}} = \frac{\mu T'_{\max}}{1,2 \text{ g}}$$

$$\Delta_{m_{\max}} = \frac{17,28 \times 0,2}{1,2 \times 10} = 0,288 \text{ kg}$$

$$\text{soit } \underline{\Delta_m = 300 \text{ g}}$$

La masse Δ_m n'est donc pas aléatoire. On peut l'augmenter en augmentant μ (en collant du caoutchouc sur l'aimant)

• Détermination du nombre d'amère-tours

- S culasse = $5 \times 26 \cdot 10^{-6} = 130 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

$$B_{\text{cul}} = \frac{\phi}{S} = \frac{2,88 \cdot 10^{-5}}{130 \cdot 10^{-6}} = 0,22 \text{ T}$$

d'où $H = 60 \text{ At} / \text{m}$ d'après la courbe d'aimantation de l'acier coulé

- On trouve également $H_{\text{noyaux}} = 16,5 \text{ At}$

et $H_{\text{entrefer}} = 900 \text{ At}$

et $H_{\text{plaque}} = 85 \text{ At}$

$$\sum NI = \sum H = 1002 \text{ At}$$

Pour tenir compte des fuites prenons $NI = \frac{1202 \text{ At}}{}$

• Diamètre du conducteur

Manchon isolant de 1mm

épaisseur enroulement total 5 mm

rayon moyen de la spire $r' = 5 + 1 + \frac{5}{2} = 8,5 \text{ mm}$

longueur moyenne d'une spire $l = 2 \pi r' = 534 \text{ mm}$

fil en cuivre $f = 2,4 \Omega / \text{cm}$

$$U = f \frac{l}{s} \times NI \quad \Rightarrow \quad s = f l \frac{NI}{U}$$

Pour $U = 24 \text{ v}$ on trouve $s = 5,35 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$

et $d = 0,26 \text{ mm}$

Les tableaux USE fixent la densité de courant permise entre

1 et $3 \text{ A} / \text{mm}^2$ Prenons $i = 2,5 \text{ A} / \text{mm}^2$

2°) Paramètres de l'électro-aimant

Avec $\Delta m = 300 \text{ g}$ on a $T = 18 \text{ N}$

• diamètre des noyaux

Pour $B = 1,5 \text{ T}$ on a $B^2 \cdot S' = \phi_{\max} \times 1,5 \text{ T}$

S' (section de noyau)

$$B^2 \cdot S' = 2,88 \cdot 10^{-5} \times 1,5 = 4,32 \cdot 10^{-5} \quad (\text{U.S.I})$$

si nous voulons un diamètre de noyaux $d = 10 \text{ mm}$ il faut une

induction B_0 telle que :

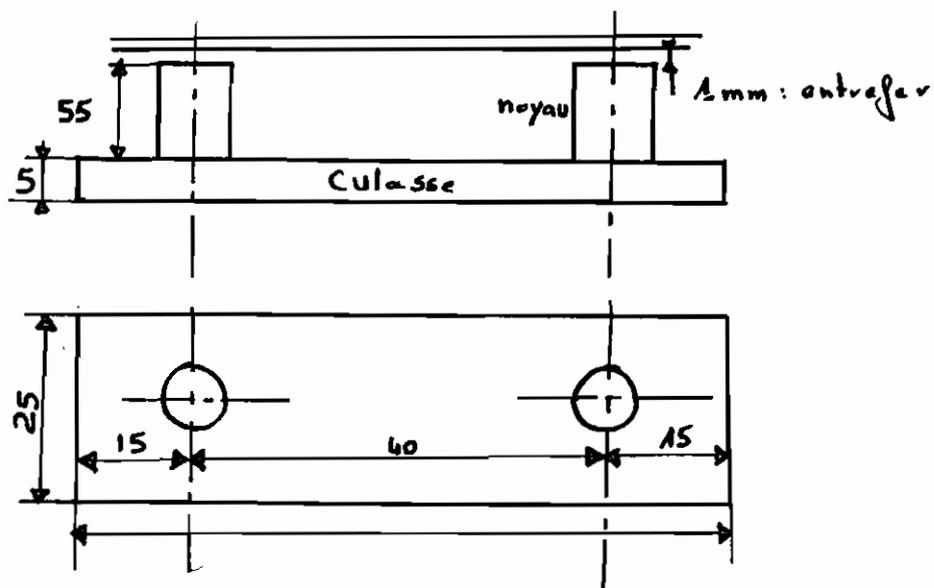
$$B_0^2 = \frac{4,32 \cdot 10^{-5}}{2 \times \frac{0,01^2}{4} \times 3,14} \Rightarrow B_0 = 0,524 \text{ T}$$

Vérifions la portée $T = 4 \cdot 10^5 \times B^2 \cdot S$

$$= 4 \cdot 10^5 \times 0,524^2 \times 2 \times \frac{0,01^2}{4} \times 3,14 = \underline{18 \text{ N}}$$

Avec $B_0 = 0,524 \text{ T}$ et $D = 10 \text{ mm}$ on assure la force portante nécessaire de 18 N

• Dimensions provisoires de l'électro-aimant



Alors $I = i \times s = 5,3 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2 \times 2,5 = 0,1325 \text{ A}$

et $N = \frac{\sum H}{I} = \frac{1202}{0,13} = 9246 \text{ tours}$

• Nombre de couches et de rangées

Hauteur de bobinage $h = 55 - 2 \times 2 = 51 \text{ mm}$

joint de carton d'épaisseur 2 mm avec un coefficient de foisonnement de 0,1

Le nombre n de spires jointives est tel que

$h = n d' (1 + 0,1) \Rightarrow n = h / 1,1 d'$

$d' = d + 2e$ e : épaisseur isolant

$n = 51 / 1,1 \times 0,46 = 100,8 \text{ spires}$

Nbre de couches $m = \frac{4623}{100,8} = 45,86$

soit une épaisseur totale de $0,46 \times 46 \approx 21 \text{ mm}$ incompatible avec l'encombrement;

Soit $U = 12 \text{ V}$ on trouve en refaisant les mêmes calculs

$d = 0,37 \text{ mm}$ $N = 2221 \text{ tours / Noyau}$

nombre de couches $n = 81,3 \text{ spires}$

Soit une épaisseur de 15,39 mm. Cela tient dans l'encombrement provisoire rendu définitif

• Elevation de la température

Résistance de la bobine $R = f \frac{l}{s} = f \frac{l \cdot N}{s}$

$l = 2 \pi \cdot r_{\text{moyen}}$

$r_{\text{moyen}} = 5 + 2 + \frac{15,39}{2} = 14,7 \text{ mm}$

$l = 2 \pi \times 14,7 = 92,3 \text{ mm}$

$$R = 20,76 \ \Omega \quad (\text{après calcul})$$

Puissance absorbée

$$P = UI = 12 \times 0,27 = 3,24 \text{ w}$$

Pour la surface de refroidissement on ne tiendra compte que de la surface latérale des bobines excitatrices dont le rayon extérieur est $r = 5 + 2 + 15,39 = 22,39 \text{ mm}$ et la hauteur $h = 51 \text{ mm}$

Pour les deux bobines, l'aire de refroidissement est

$$A = 2 \times 51 \times (2 \pi \times 22,39) = 14342 \text{ mm}^2$$

L'élévation de température est θ

$$\theta = \frac{k_p}{A} \quad (^\circ\text{C})$$

↑ ↑
watt cm²

Enroulement à l'air libre $k = 500$ (conductivité thermique)

$$\text{On trouve } \theta = 11,29^\circ$$

θ limite = 50° donc l'élévation est acceptable

Caractéristiques de l'électro-aimant

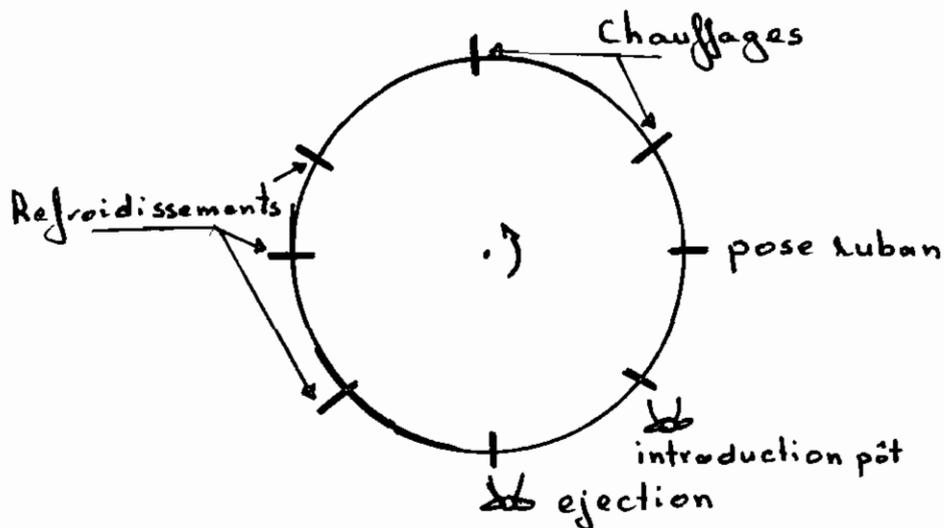
Encombrement : voir schéma

$$U = 12 \text{ V} \quad ; \quad I = 0,27 \text{ A} \quad ; \quad d = 0,37 \text{ mm}$$

$$n = 27 \text{ couches} \quad ; \quad m = 81 \text{ spires:couches}$$

I DESCRIPTION DE LA MACHINE

C'est une machine à plusieurs postes destinée à la soudure de la croisure des enveloppes roulées. La mise en place des pots est manuelle. L'ejection peut être manuelle ou automatique. Le premier poste de la machine est relatif à l'introduction du pot dans les bigornes ouvertes de la machine. Au second poste, il s'agit de l'introduction du ruban de soudure dans la croisure. Les postes suivants sont chargés de fondre le métal d'apport et d'assurer un refroidissement progressif. La dernier poste présente le pot pour l'ejection. Le schéma ci dessous décrit les postes.



II DEFINITION DU PROBLEME

On se limite à l'éjection. La mise en place de l'enveloppe est une opération complexe difficilement remplaçable par un mécanisme simple. Ce poste restera donc manuel.

Pour cette machine l'étude concerne exclusivement l'éjection. D'ailleurs les machines de marque "Schuller" disposent d'une éjection automatique. Seulement elle a été éliminée sur nos lignes. Nous proposons justement qu'elle soit remise en place. A partir de là notre étude doit trouver le montage nécessaire pour recevoir le pot éjecté et l'acheminer vers la bordeuse (poste suivant de la ligne). Bref, il s'agit d'étudier le transfert entre la soudeuse et la bordeuse.

III CRITERES DE DESIGN

- simplicité de construction
- flexibilité pour les changements de format
- fiabilité
- coût
- encombrement

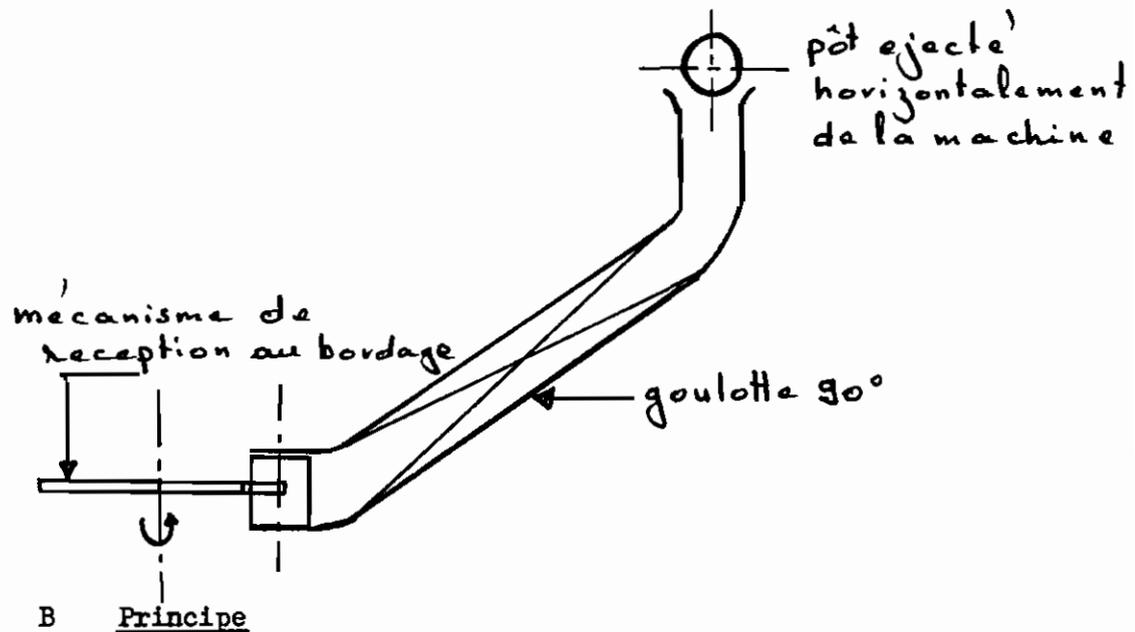
IV GENERATION DE SOLUTIONS

Note : Le niveau de travail de la bordeuse change de format à l'autre, alors le mécanisme de transfert doit être réglable :

- en largeur pour les changements de diamètre
- en hauteur en fonction des hauteurs de coupe

IV - 1 Transfert complet par goulotte

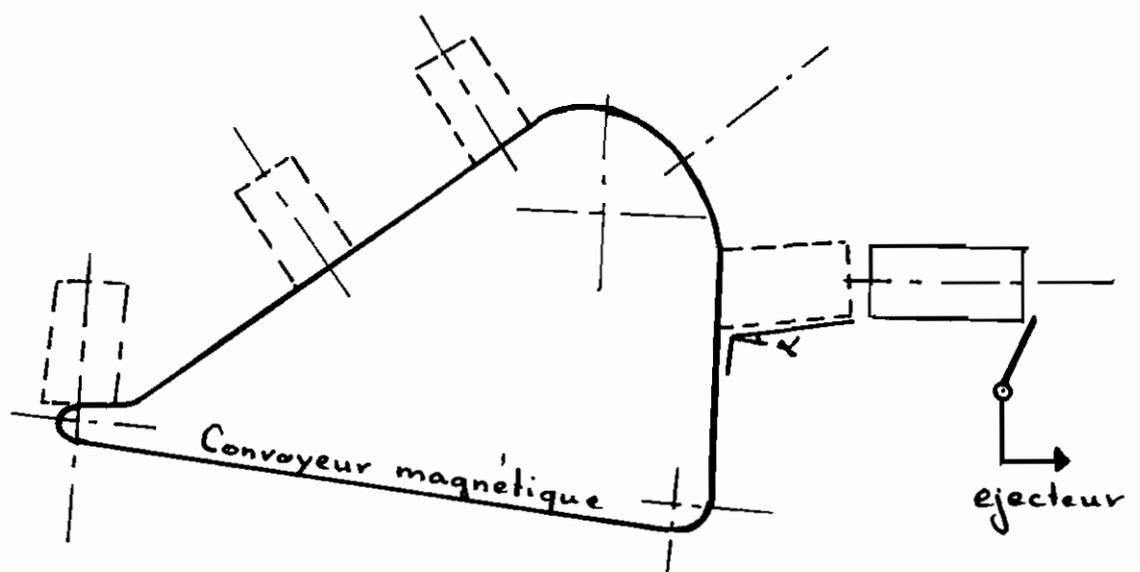
A Schéma



Le pô^t est éjecté de la soudeuse en position horizontale. La goulotte inclinée se charge de lui faire une rotation de 90° au cours de son acheminement vers la bordeuse. Devant la bordeuse l'axe du pô^t est rendu vertical.

IV - 2 Transfert complet par tapis magnétique

A Schéma

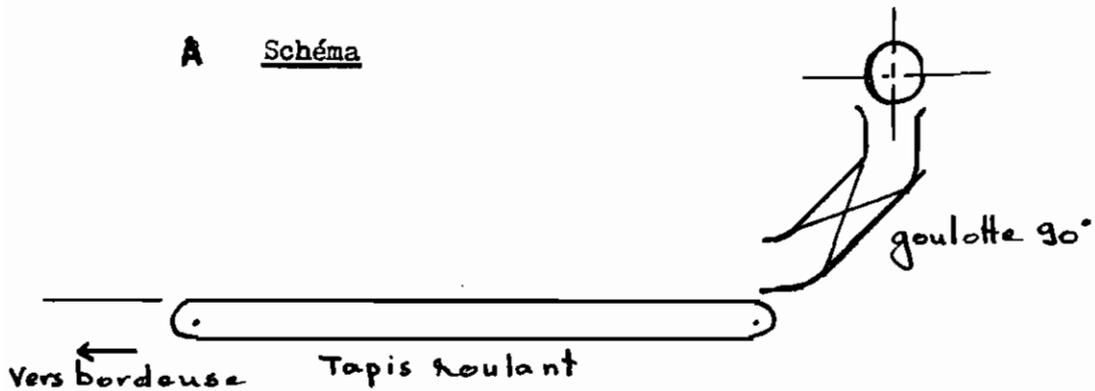


B Principe

Le cylindre éjecté vient se coller sur le tapis. Ce dernier lui fait subir une rotation de 90° avant de le présenter à la bordeuse.

IV - 3 Transfert par goulotte et tapis

A Schéma

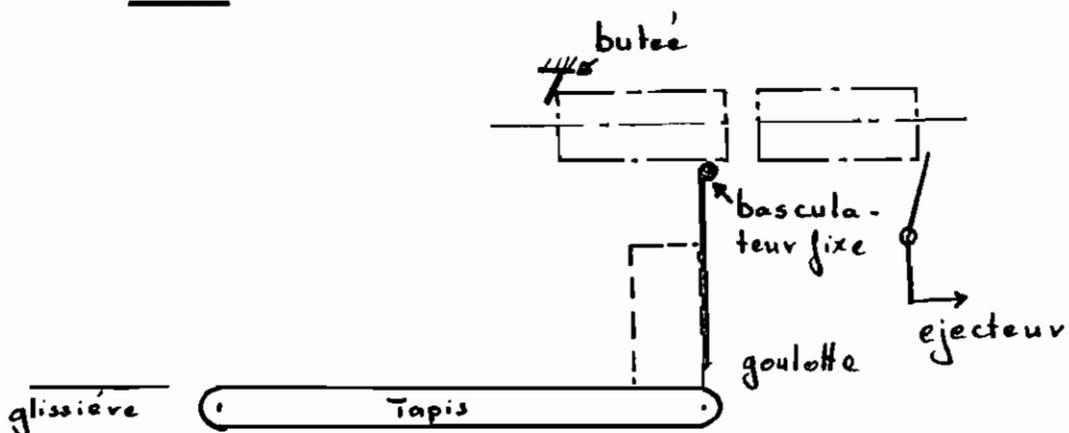


B Principe

Cette solution est une amélioration ou complément de la solution n° 2. Le tapis en fin de course pousse les cylindres sur des glissières chargées de guider les pots vers le bordage. D'ailleurs toutes les solutions ont besoin de cette partie de guidage facilitant l'accès à la bordeuse. Cette solution sera comptée à la place de la solution 2.

IV - 5 Transfert par goulotte basculante et tapis

A Schéma



B Principe

Le pot éjecté est retenu par une tige fixe appelée bascule. Une butée également fixe permet d'annuler la vitesse d'éjection et permettre le basculement du pot. Ce dernier tombe verticalement à travers une goulotte formée de trois côtés de guidage.

Le tapis chargé de l'acheminement pousse les cylindres sur une glissière vers la bordeuse.

V CHOIX DE SOLUTIONS

V - 1 Avantages et inconvénients

Solution	AVANTAGES	INCONVENIENTS
1	<ul style="list-style-type: none"> ne nécessite pas d'apport d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> la pente entre les deux machines est faible
2 - 4	<ul style="list-style-type: none"> retournement et transfert par la même élément 	<ul style="list-style-type: none"> Tapis magnétique spécial.
3	<ul style="list-style-type: none"> récupération de tapis existants 	<ul style="list-style-type: none"> faible pente de la goulotte Une goulotte par format
5	<ul style="list-style-type: none"> récupération de tapis facilité de retournement du Pot 	<ul style="list-style-type: none"> longue chute de de certains pots.

V - 2 Evaluation des solutions

Critères	SOLUTIONS				
	parème	1	2 - 4	3	4
Fiabilité	100	30	100	50	90
Flexibilité	50	10	50	20	50
Simplicité	50	50	10	30	40
Coût	50	50	5	20	20
Encombrement	30	30	10	20	20
<u>Total</u>	<u>280</u>	<u>170</u>	<u>175</u>	<u>140</u>	<u>220</u>

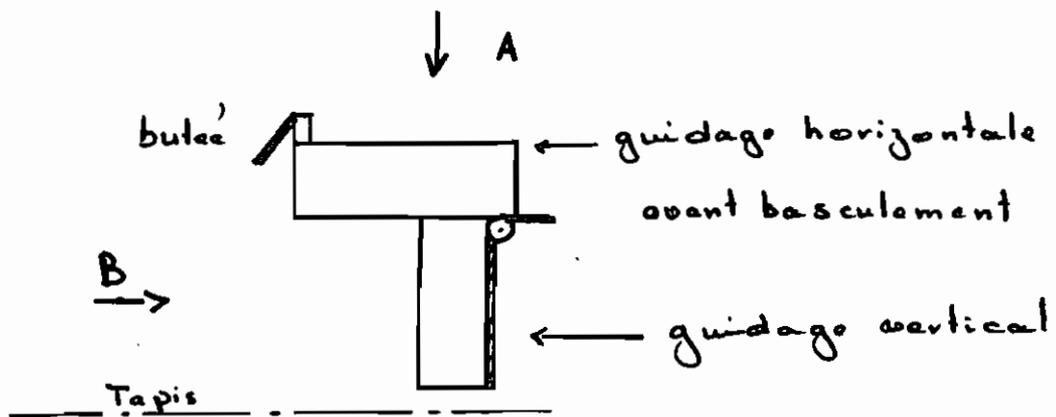
V - 3 Architecture de la solution

Le plan illustrant ce chapitre n'est pas fait pour le fait que nous ne disposons d'aucune donnée sur l'éjecteur démonté.

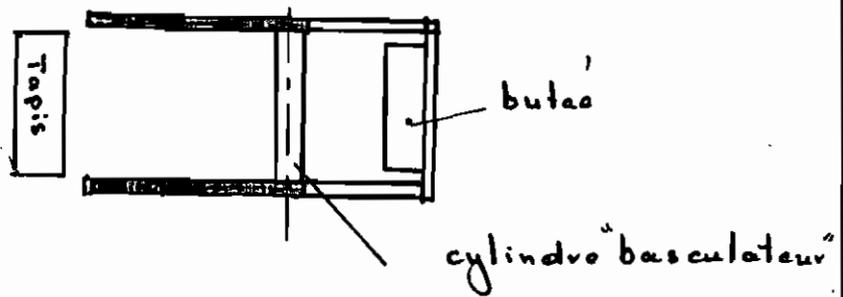
D'autre part le système est très simple et sa conception ne posera pas d'énormes problèmes.

V - 4 Schéma détaillé de la solution

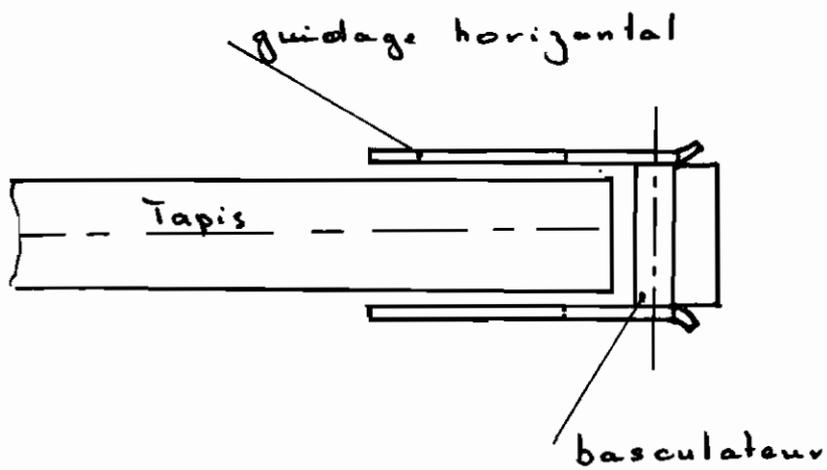
A travers ce schéma nous donnons une idée précise de la constitution du système.



Vue suivant B



Vue suivant A

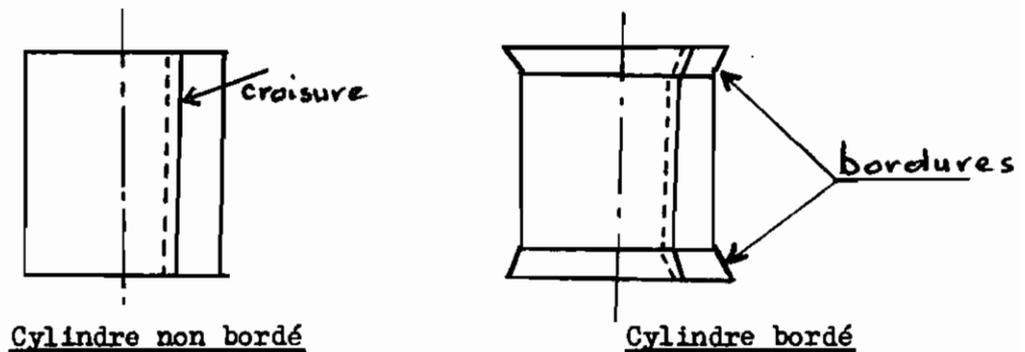


IV - 5 Réglages_pour_changement_de_format

- 1°) Changer les goulottes encore appelées caissons de guidage.
- 2°) Réglage largeur de tapis.

I DESCRIPTION DE LA MACHINE

Cette machine est chargée de préparer les bordures sur les côtés du cylindre afin de le rendre prêt au sertissage.



La machine comprend un outil fixe qui reçoit le pot ~~est~~ un outil mobil de même forme. L'outil mobil chargé du tamponnage est commandé par un système à pédale. L'action de l'opérateur sur la pédale met le mécanisme en débrayage ; l'outil mobile descend tamponner le cylindre puis remonte de lui-même. La machine est une presse à débrayage mécanique montée sur une table.

Parmi les bordeuses de l'atelier, nous avons choisi la 296 C de la ligne 3.

II DEFINITION DU PROBLEME

Il s'agit de rendre automatique l'approvisionnement de la machine, le débrayage de l'outil et l'ejection du pot .

III CRITERES DE DESIGN

- flexibilité pour les changements de format.
- précision du positionnement
- fiabilité
- simplicité
- coût

IV GENERATION DE SOLUTIONS

Le problème peut-être divisé en 3 fonctions :

- approvisionnement ou positionnement du pot
- débrayage de l'outil de tamponage
- éjection du pot

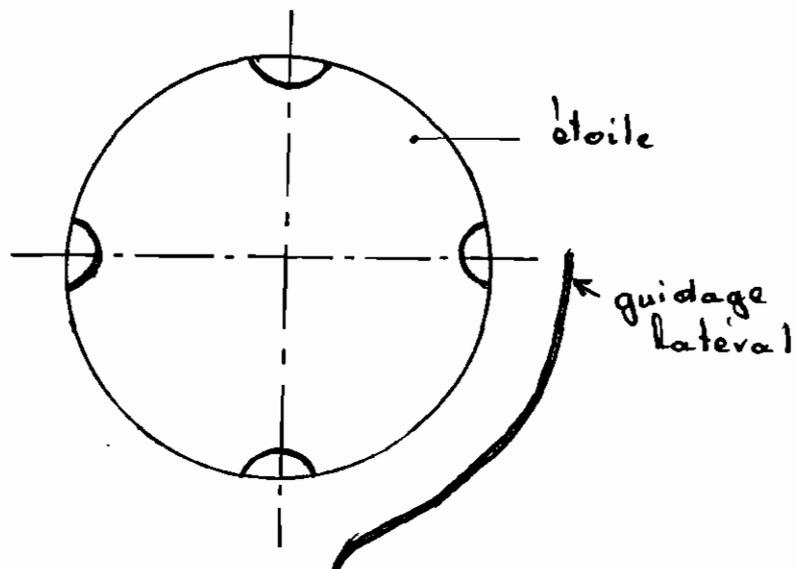
Chacune de ces fonctions fait l'objet de recherche de solutions.

IV - 1 Approvisionnement

IV - 1 - 1 Solution 1 : étoile

A Schéma

^{Dessin}
Le ~~page~~ qui suit donne le schéma de principe.



B Principe

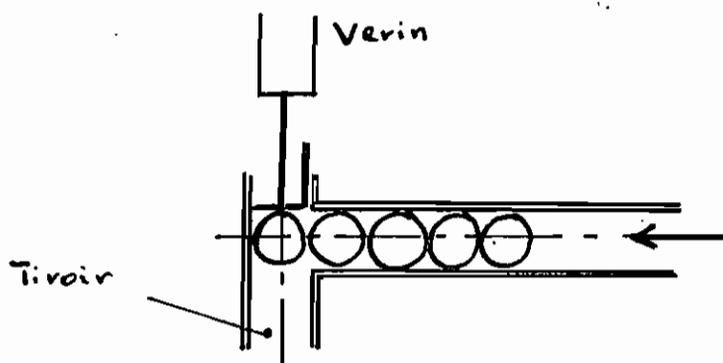
L'étoile est un plateau muni de lunettes servant à contenir les pots. Un plateau inférieur fixe supporte la base des pots également guidés latéralement.

La rotation de l'étoile peut être assurée par :

- Vérin, pignon et crémaillère
- Vérin, bielle et cliquet.

IV - 1 - 2 Solution 2 : Vérin et tiroir

A Schéma



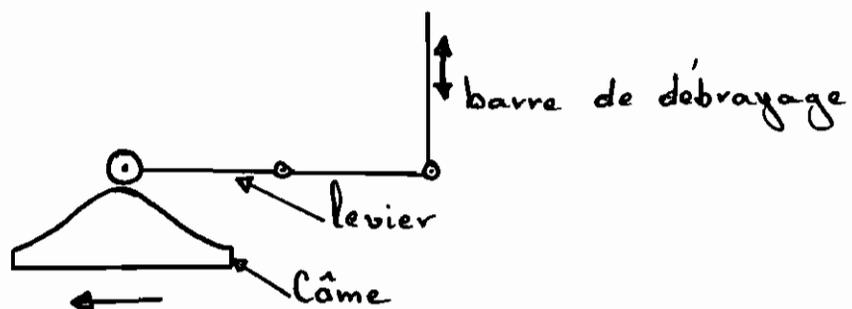
B Principe

A chaque sortie le vérin entraîne un pot vers l'outil de bordage.

IV - 2 Débrayage

IV - 2 - 1 Solution 1 : Système à cône et levier

A Schéma

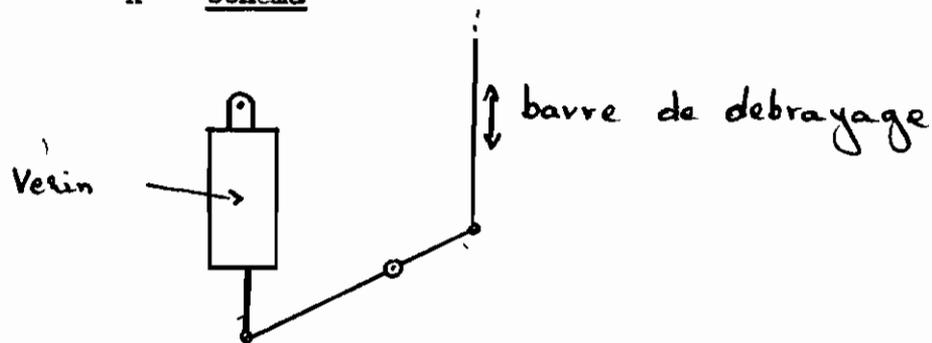


B Principe

La c me remplace la pédale. Le montage de plusieurs c mes sur une étoile déjà rotative permet de commander le débrayage sans élément de puissance supplémentaire.

IV - 2 - 2 Solution 2 : Vérin pneumatique

A Schéma



B Principe

Le vérin remplace l'action de l'opérateur sur la pédale.

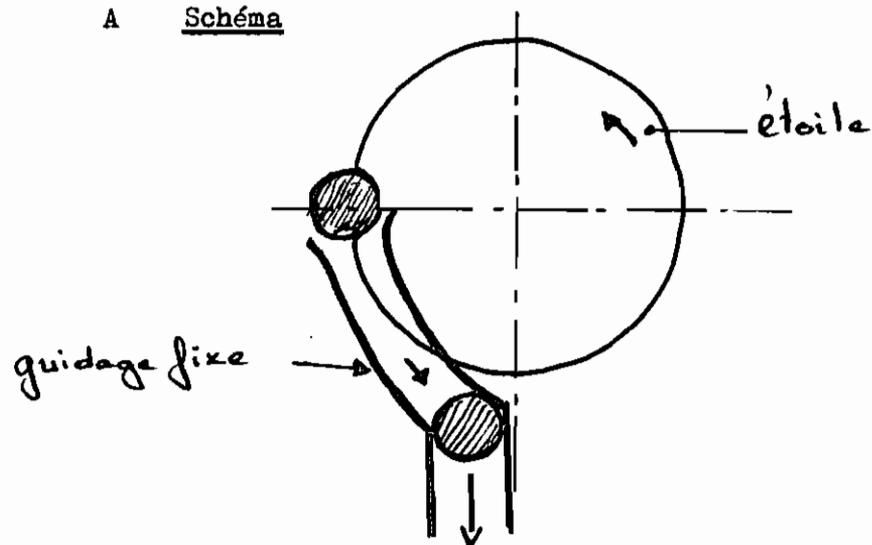
IV - 3 Ejection

IV - 3 - 1 Solution 1 : Vérin pousseur

Il s'agit de dégager le pot bord  par la poussée d'un vérin.

IV - 3 - 2 Solution 2 : Guidage fixe

A Schéma



B Principe

Les guides jouent un rôle d'aiguilleur. Le plateau rotatif force le pot dans le guidage.

V CHOIX DE SOLUTION

V - 1 Evaluation

• Approvisionnement

Critères	Barème	SOLUTIONS		
		Tiroir	Vérin.clique	Vérin.pignon
Flexibilité	100	100	90	80
Fiabilité	100	50	100	80
Simplicité	50	50	30	20
Précision	50	40	40	40
Coût	50	50	20	30
<u>Total</u>	<u>350</u>	<u>290</u>	<u>280</u>	<u>250</u>

• Débrayage

Critères	Barème	SOLUTIONS	
		Câme et levier	Vérin et levier
Flexibilité	100	60	100
Fiabilité	100	90	100
Simplicité	50	30	50

.../...			
Précision	50	50	40
Coût	50	10	50
<u>Total</u>	<u>350</u>	<u>240</u>	<u>340</u>

• Ejection

Critères	Barème	SOLUTIONS	
		Vérin	guides fixes
Flexibilité	100	100	80
Fiabilité	100	100	80
Simplicité	50	20	50
Précision	50	50	40
<u>Total</u>	<u>350</u>	<u>280</u>	<u>300</u>

▼ - 2 Meilleure combinaison

	EJECTION	
	Vérin	Butée (guides)
Tiroir	290 + 280 = 570	290 + 300 = /
Vérin.cliquet	280 + 280 = 560	280 + 300 = 580
Vérin.pignon	250 + 280 = 530	250 + 300 = 550
Total		

La solution choisie est donc celle-ci :

Approvisionnement : par vérin et cliquet
Débrayage : par vérin pneumatique
Ejection : par guidage fixe

VI Architecture de la solution

Voir plan n° 300

VII Nomenclature

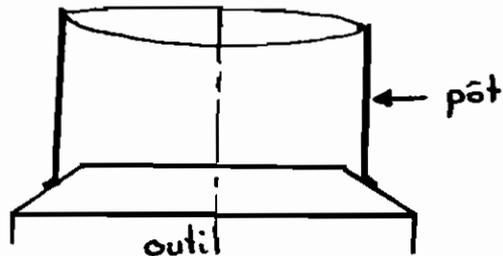
N°	Nombre	Désignation	Matière	Observations
301		Etoile	AC doux	1 par format
302		Boulons H, M 16		
303	1	Arbre	XG 35	
304	2	Guide	UZ 36	
305	1	Goulotte d'évacuation	AC 42	
306	6	axes releveur	34 Cr 4	6 par étoile
307	12	Aimant		12 par étoile
308	1	Boulon H, M 10		
309	1	Pivot de vérin		Normalisé
310	2	Roulement à billes		∅ 20 et ∅ 30
311	1	Roue à crochet	100 C6	Recuit
312	1	bielle	Ft 15	
313	1	Bati	Ft 15	
314	1	Table machine		
315	1	Goulotte d'arrivée	AC 42	Réglable
316		Coutil fixe		
317	1	Mécanisme anti-retour		
318	1	Vérin		
319	1	Cliquet	100 C6	
320	1	Butée	34 Cr 4	

VIII REGLAGE DE CHARGEMENT DE FORMAT

- 1°) Changer l'étoile et régler sa hauteur.
- 2°) Régler la largeur des tapis et goulottes à l'évacuation et à l'approvisionnement.

IX ETUDE D'UN DETAIL IMPORTANT

IX - 1 Définition du problème



Après tamponnage le pot s'enfonce dans le cône de l'outil. Il apparait donc évident qu'un simple déplacement horizontal ne peut assurer l'éjection du pot. Il faut donc trouver un mécanisme qui permet de soulever le pot avant de lui imprimer le mouvement d'éjection horizontal.

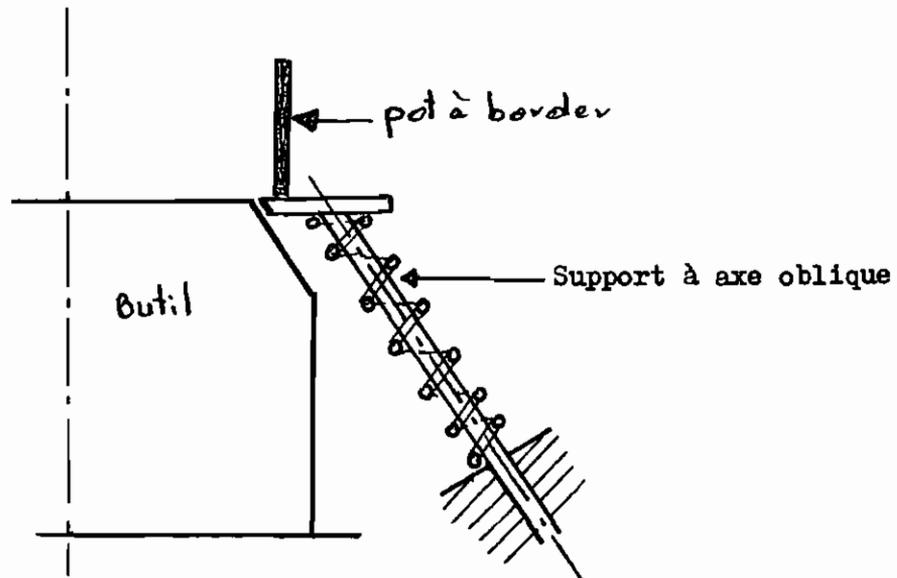
IX - 2 Critères de désign

- fiabilité
- simplicité
- flexibilité
- durée de vie
- facilité d'entretien

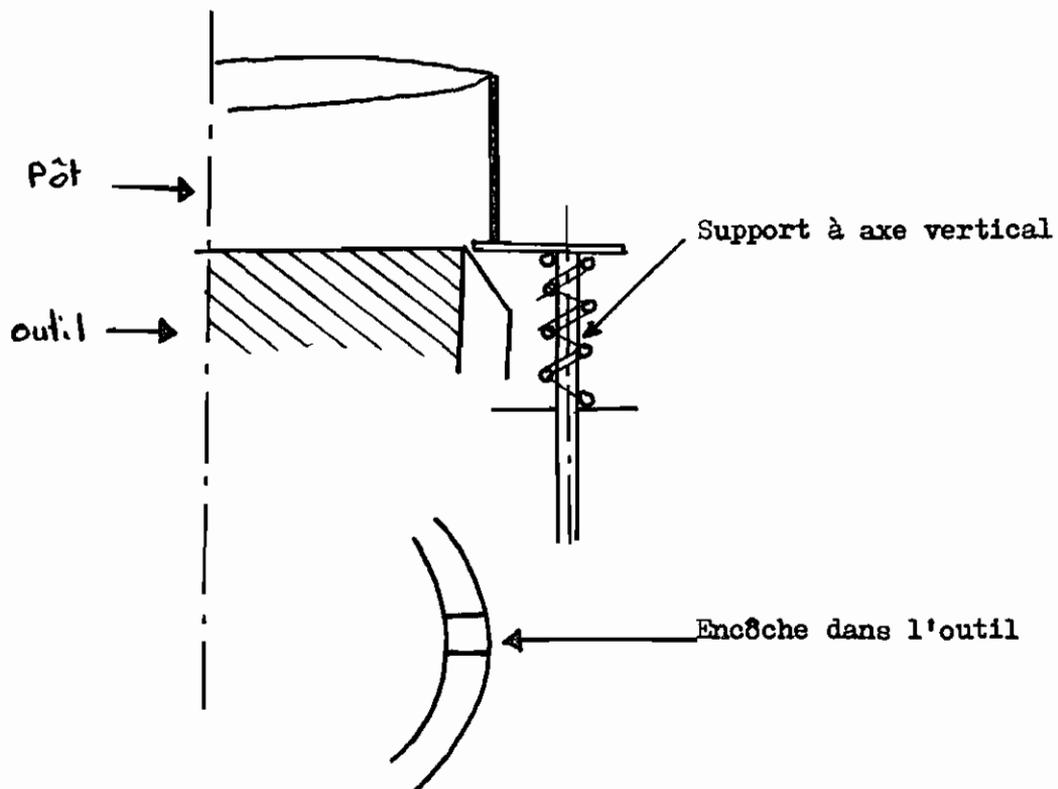
IX - 3 Génération de solution

Pour éviter de reprendre tout le travail fait à ce niveau, nous nous limitons à présenter brièvement les solutions trouvées. La solution retenue sera présentée en dernier. Signalons tout de même que la sélection de cette solution a été faite suivant le processus normal de désign.

IX - 3 - 1 Support élastique à axe oblique



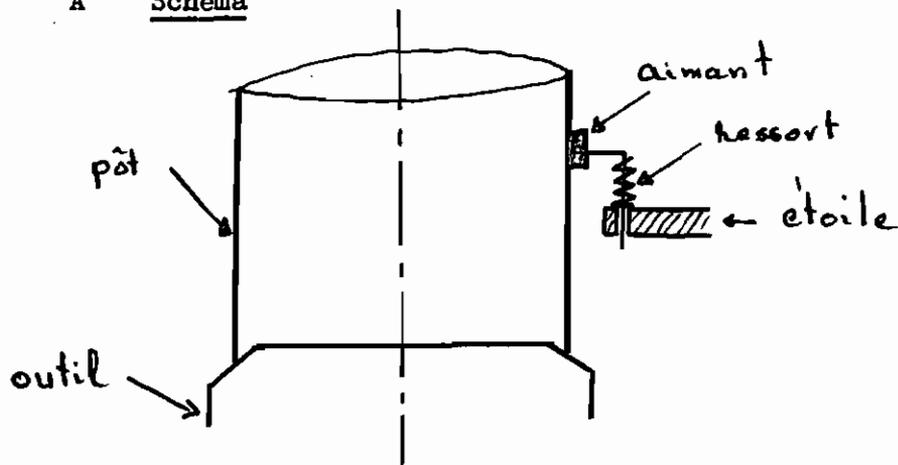
IX - 3 - 2 Support à axe vertical avec modification
sur l'outil



IX - 3 - 3 Aimants et ressorts montés sur l'étoile

C'est cette solution qui a été retenue.

A Schéma



B Principe

Avant tamponnage le ressort est détendu et le pot appréhendé par l'aimant est suspendu au dessus du cône. Au tamponnage le ressort se comprime. Après tamponnage, le ressort se détend et soulève le pot. Ce qui permet une rotation sans gêne de l'étoile.

Cette solution permet même d'éliminer le guidage de la base du pô. t.

Le bon fonctionnement de ce système dépend fortement du dimensionnement du ressort et de l'aimant montés sur chaque lumière.

X THEORIES ET CALCULS

X - 1 Etude de l'étoile

• Choix du nombre de lunettes

Ce nombre doit être d'au moins trois pour assurer simultanément l'approvisionnement, le bordage et l'éjection pour 3 pots différents.

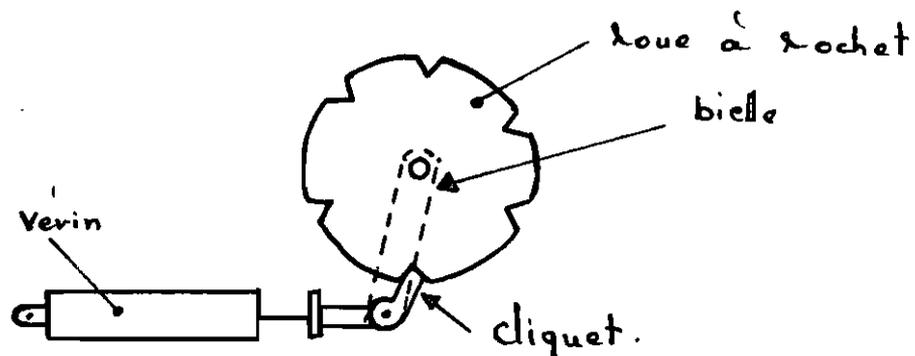
Il est d'usage de choisir un entre-axe multiple de 15°. Pour avoir un diamètre moyen de l'étoile et une course raisonnable du vérin d'entraînement nous choisissons un nombre de 6 lunettes.

• Choix du diamètre des étoiles

Elle est fonction des formats à oeuvrer. Les diamètres de pots manoeuvrer sont ceux de 71,5 ; 100 ; 108 ; 125 ; 153 ; 200 . Il sera monté une étoile pour chaque format et le diamètre des étoiles est dictée par le dégagement nécessaire pour démonter l'outil fixe. Aussi l'entre axe étoile - machine doit être toujours le même. Compte tenu de tout ça nous fixons l'entre axe à 230 mm. Ce qui correspond à un diamètre des étoiles d'environ 500 mm (au moins 460 mm).

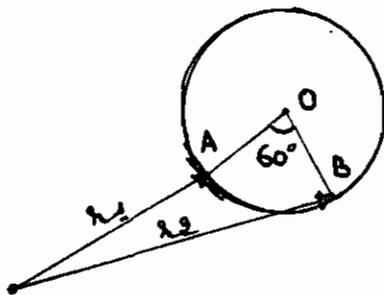
X - 2 Diamètre de la roue à rochet

La roue à rochet est un plateau muni d'encoches devant recevoir le cliquet du vérin.



Comme pour l'étoile, la roue porte 6 encoches à 60° chacune.
 Le bout de la tige du piston de vérin est forcé à un mouvement circulaire par la bielle articulée sur l'axe de la roue.
 Pour limiter les amplifications entre la roue et l'étoile nous choisissons un rapport de $1/2$ entre leur diamètre.
 Diamètre du plateau rotatif (roue à rochet) = 240 mm

• Course du vérin



la course c est égale à

$$r_2 - r_1$$

Nous l'approximons par la

corde \overline{AB}

$$\overline{AB} \approx 240 \text{ mm} / 2 = 120 \text{ mm}$$

(le triangle OAB est équilatéral)

En pratique la course sera un peu plus grande .

• Influence de l'inertie

Les couples s'exerçant sur la roue à rochet sont les suivantes :

- C_f , couple dû aux frottements
- C_t , couple correspondant au travail fourni
- C_i , couple dû aux inerties du mécanisme et de la charge entraînée.

Le couple de frottement peut-être considéré constant tandis que le couple de travail suit des lois variables suivant la charge.

Au démarrage tous les couples ont le même sens mais le couple d'inertie s'inverse en fin de mouvement et le mécanisme s'arrête en position précise si $C_i < C_f + C_t$

1ere conclusion pratique : Diminuer autant que possible l'inertie du système en controlant la vitesse de sortie du vérin.

D'autre part, l'énergie cinétique emmagasinée dans le système est donnée par $W = \frac{1}{2} j \Omega^2$ avec j : moment d'inertie du mécanisme ; Ω : vitesse de la roue en fin de mouvement
Aussi, le travail du couple résistant s'exprime par

$\mathcal{G} = \frac{1}{2} C_f \Delta\theta$; $\Delta\theta$ est l'angle parcouru au dela de la position théorique d'arrêt.

2 eme Conclusion pratique : A l'arrêt on retrouve $w = \mathcal{G}$

d'où $\Delta\theta = \frac{1}{2} j \frac{\Omega^2}{C_f}$

Pour avoir $\Delta\theta$ très petit, le mécanisme doit avoir un couple résistant d'autant plus élevé que l'inertie et la vitesse sont plus grandes.

• Efforts dans le mécanisme

L'effort tangentiel exercé par le cliquet sera repris par les

paliers de l'axe de la roue. Il est important de chercher la position du cliquet qui correspond aux efforts les plus faibles : Dans notre cas il faut que la droite passant par la pointe du cliquet et son centre de rotation et celle passant par cette même pointe et l'axe de rotation de la roue soient perpendiculaires.

• Auto-engagement du cliquet

L'analyse des actions sur le cliquet conduit à

- un couple dû à la réaction normale de la dent sur le cliquet et de la force du ressort de rappel par rapport à son axe ; Couple tendant à engager le cliquet.
 - un couple dû à la force de frottement du cliquet sur le flanc de la rainure en V par rapport à son axe.
- et enfin un couple de tourbillonnement, ces deux derniers s'opposant au premier.

Généralement on s'efforce d'avoir une force de rappel du cliquet faible pour réduire le bruit et l'usure.

La condition d'un auto-engagement est :

$$P \cdot c + M > \mu P \cdot b + D$$

P : effort résistant sur la rainure = couple résistant / a

M : moment par rapport à D1 dû au ressort

D : couple de frottement du cliquet autour de son axe.

μ : coefficient de frottement roue - cliquet

a, b, c : longueurs précisées sur la figure ci-dessous.

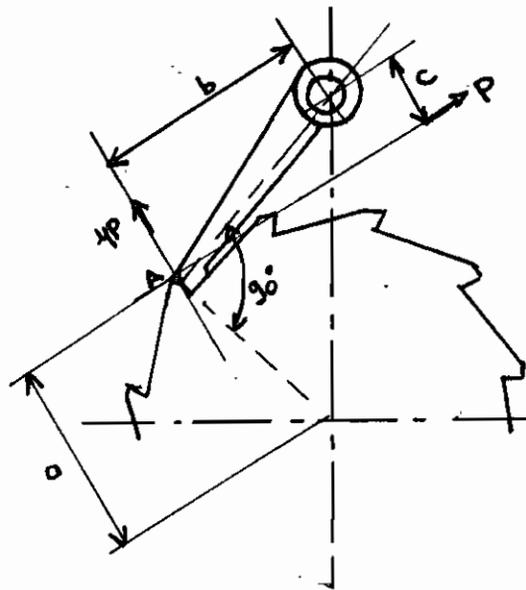


figure générale tirée
de "Mécanismes intermittents"
par Jean Martin page 37

En négligeant M et D on a alors

$$P \cdot c > 4P \cdot b \quad \text{ou encore} \quad \frac{c}{b} > 4$$

$$\mu \approx 0,2 \quad \Rightarrow \quad \underline{\frac{c}{b} > 0,2}$$

• Matériaux

Les charges et pressions étant assez moyennes et le fonctionnement étant fréquent, la roue sera réalisée en acier de cémentation ou de nitruration pour une grande durée de vie. Après taillage on procédera aux traitements thermiques convenables.

Il est aussi possible d'utiliser l'acier à roulement 100 C6 suffisamment recuit pour éviter la fragilité.

Pour le cliquet, utiliser un acier à haute résistance mécanique résistant bien au choc. Le plus souvent une cémentation ou nitruration sera conseillée, laissant un noyau élastique et réduisant considérablement l'usure.

• Dimensionnement des roulements

Le dimensionnement des roulements nécessite la connaissance des forces à reprendre. Ces forces sont engendrées par le vérin de rotation de la roue.

La détermination des vérins étaient prévu dans la partie II de ce rapport. Le vérin de rotation sera particulièrement déterminé dans cette première partie pour accéder au dimensionnement des roulements.

• Diamètre du vérin pour la roue à rochet

La connaissance exacte du diamètre suffisant pour l'entraînement du mécanisme serait possible avec seulement la connaissance exacte.

- des frottements dans les roulements
- des frottements entre les pots et leurs guides
- de l'inertie du système (accélération angulaire).
seulement :
- les frottements dans les roulements dépendent de la force inconnue du vérin.
- aussi, on sait que $C_m = C_r + j\alpha$

C_m : couple moteur

C_r : couple résistant

j : moment d'inertie du système

α : accélération angulaire.

α est donc une fonction de C_m , donc de la force F jusque là recherchée.

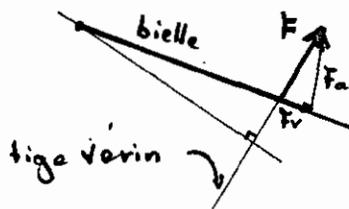
Le vérin requis ne peut donc pas être déterminé par calcul de manière précise. La meilleure estimation sera faite de manière expérimentale.

En regardant de près, on se rend compte que :

- les frottements dans les roulements sont faibles
- les frottements entre pots et guides sont aussi faibles du fait de la légèreté des pots.

De là on se rend compte que le vérin de plus faible diamètre convient suffisamment. Ce diamètre de 25mm sous une pression de 4 bars fournit une force de 19,6 daN et 24,5 daN sous 5 bars.

• Dimensions des roulements



La force à reprendre par les roulements est la composante radiale F_r fonction de l'angle α . F_r est maxi-

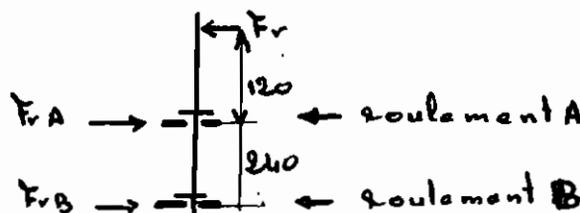
male à la fin de course du vérin où $\alpha = 30^\circ$

$$F_r = F \sin \alpha ; F_{r_{\max}} = F \sin 30^\circ$$

Pour $P = 5$ bars on a $F = 245$ N et alors

$$F_r = 245 \times \sin 30 = 122,5 \text{ N}$$

* efforts axiaux sur chaque roulement



$$\sum F = 0 \Rightarrow Fr + Fr_B = Fr_A \Rightarrow 211 + Fr_B = Fr_A$$

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow Fr_A \times 240 = Fr \times 360$$

La résolution du système donne :

$$Fr_A = 316 \text{ N} \quad \text{et} \quad Fr_B = 105 \text{ N}$$

Type de roulement : roulements à contact oblique (à billes)

* Charge axiale induite par la charge radiale. Cela permet de déterminer la force axiale à considérer dans le calcul de la charge équivalente.

effort axial :

$$\text{roulement A : } Fa + 0,5 \frac{Fr_B}{Y_B}$$

$$\text{roulement B : } 0,5 \frac{Fr_B}{Y_B}$$

Calculons F_a représentant le poids du système.

Poids approximatif :

$$\begin{aligned} - \text{ étoile : volume} &= \frac{\pi D^2}{4} \times e \\ &= \left(\pi \times (51,6)^2 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm} \right) / 4 \\ &= 2091 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- plateau (roue)

$$\text{volume} = 12^2 \times 3,14 \times 1/4 = 121 \text{ cm}^3$$

- arbre :

$$\text{volume} = 4^2 \times 3,14 \times 80/4 = 1004,8 \text{ cm}^3$$

$$V = \text{volume total} = 3217 \text{ cm}^3$$

Prenons la masse volumique moyenne de l'acier

$$\rho = 77 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{d'où } F_a = V \times \rho = 0,077 \times 3217 = 247,7 \text{ N} \\ \approx 248 \text{ N}$$

$$\text{Calculons le produit } 0,5 \left(\frac{F_{rB}}{y_A} - \frac{F_{rB}}{y_B} \right)$$

en prenant $Y_{\text{moy}} = Y_A = Y_B = 0,75$ on trouve ce produit
comme étant égal à 281,3

$F_a < 281,3$ d'où l'effort axial à prendre en compte est

$$F'_{aA} = F_{aA} + 0,5 \frac{F_{rB}}{y_B} = 316 + 0,5 \times \frac{105}{0,75} = 386 \text{ N}$$

$F'_{aA} = 386 \text{ N}$ (roulement A) et pour le roulement B

$$F'_{aB} = 0,5 \frac{F_{rB}}{y_B} = 0,5 \times \frac{105}{0,75} = 70 \text{ N}$$

* bague tournante : bague intérieure

$$\Rightarrow \text{Facteur de charge tournante } V = 1$$

* Charge équivalente p

$$P_A = X V F_{rA} + Y F_{rA}$$

$$X = 1 \text{ et } Y = 0,75 \text{ donne } P_A = 605,5 \text{ N et } P_B = 154 \text{ N}$$

* Capacité de charge nécessaire C

$$C = \frac{F_h}{f_n \times f_h} \times P$$

Roulement à bille $p = 3$

Longévité désirée 10 ans

$$8 \text{ h/j et } 300 \text{ j/an} \Rightarrow L_n = 10 \times 8 \times 300 = 24\,000 \text{ h}$$

$$f_h = \left(\frac{24000}{500} \right)^{1/3} = 3,59$$

$$f_n = \left(\frac{33}{n} \right)^{1/3} \quad n : \text{ vitesse de rotation} = 10 \text{ t/min}$$

$$f_n = 0,68$$

f_H : facteur de température

$$\text{température ambiante} < 150^\circ \Rightarrow f_H = 1$$

$$\text{d'où } CA = \frac{3,59}{0,68} \times 154 = 813 \text{ N} \simeq 82 \text{ daN}$$

* Choix des roulements

D'après catalogue SKF, un diamètre de 10 suffit pour A et B.

Pour satisfaire les conditions de résistance de l'arbre que

nous voulons robuste nous choisissons $d_A = 30 \text{ mm}$ et

$$d_B = 20 \text{ mm}$$

la différence des diamètres s'explique par les besoins de montage.

* Moment de frottement

$$M_r = \mu (F_a^2 + F_r^2)^{1/2} \times d/2 \quad \mu = 0,0025$$

$$\text{On trouve } M_{rA} = 0,035 \text{ Nm}$$

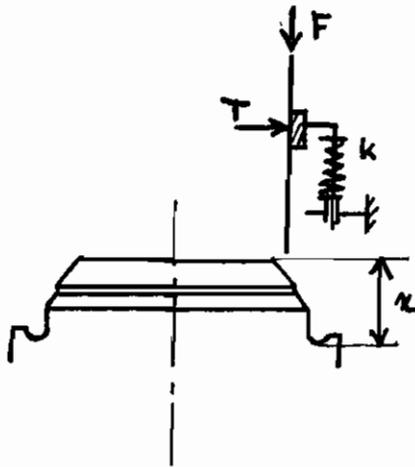
$$M_{rB} = 0,0035 \text{ Nm}$$

* Moment de frottement total

$$M_r = M_{rA} + M_{rB} = 0,0385 \text{ Nm}$$

Comme on l'avait prédit cette composante des frottements est négligeable.

X.3 Condition de non glissement des pots sur l'aimant porteur



T : force d'attraction aimant

μ : coefficient de frottement
entre le pot et l'aimant

F_f : force de frottement

$$F_f = \mu \times T$$

F_k : force de réaction du ressort comprimé $F_k = k \cdot x$

$$\text{Non glissement} \Leftrightarrow T \mu > k x \Rightarrow \frac{T}{k} > \frac{x}{\mu}$$

$$x \approx 15 \text{ mm} \quad \text{et} \quad \mu \approx 0,1$$

$$\Rightarrow \frac{T}{k} > 15 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{On prendra } \frac{T}{k} = S \times 15 \cdot 10^{-2} \quad \text{avec } S = 1,4$$

$$\boxed{\text{: d'où } \frac{T}{k} = 0,2 \text{ : (usf) :}}$$

L'aimant et le ressort seront choisis en respectant cette
contrainte et celle relative à l'encombrement .

XI Architecture de l'ensemble

Voir Plan n° 300

I DESCRIPTION DE LA MACHINE

Cette machine est la dernière de la ligne de fabrication. Elle a pour tâche la fermeture de la boîte par le biais de sertissage du fond sur le cylindre soudé.

La machine choisie pour étude est semi-automatique avec sertissage et ejection automatique. Seul l'approvisionnement en cylindres et fonds se fait manuellement.

II DEFINITION DU PROBLEME

Chaque cylindre bordé doit recevoir un fond avant d'être acheminé vers le poste de sertissage. Il s'agit maintenant de rendre automatique la pose des fonds qui jusque là est assurée manuellement.

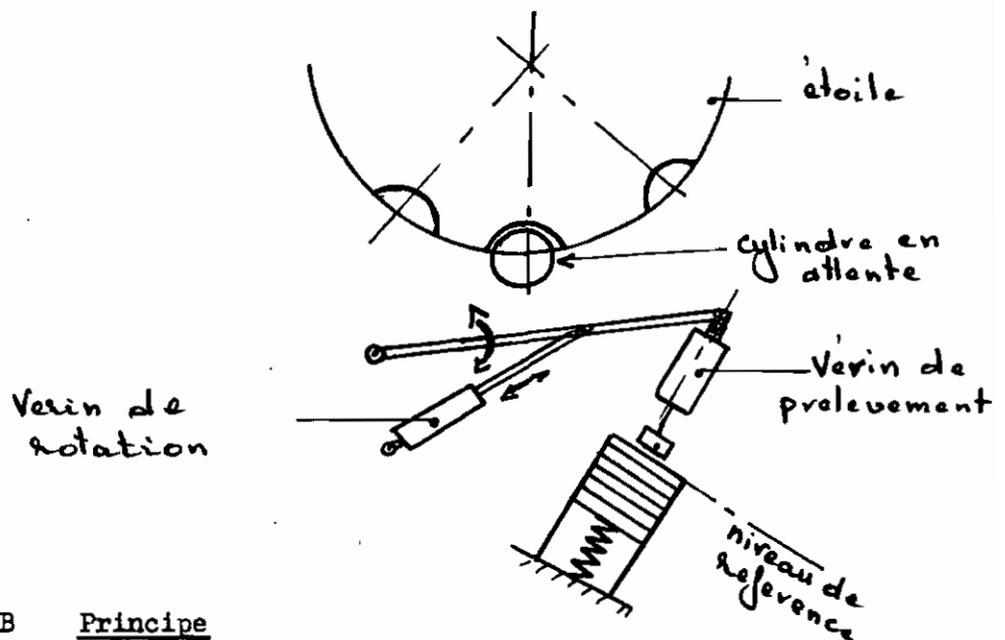
III CRITERES DE DESIGN

- flexibilité pour les changements de formats
- précision du positionnement
- fiabilité
- simplicité
- coût

IV GENERATION DE SOLUTIONS

IV - 1 Cycle en L avec pile supportée par ressort

A Schéma

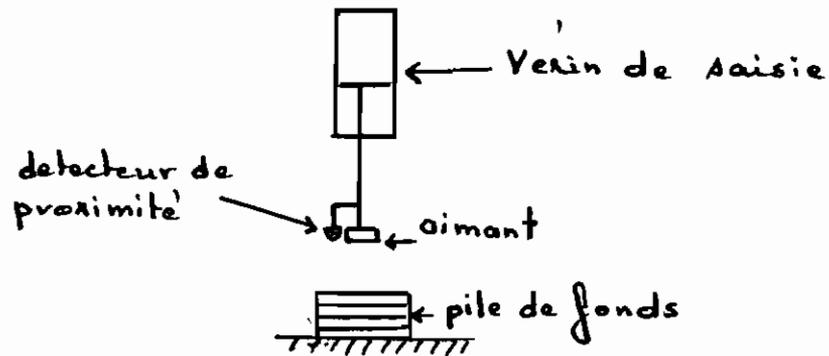


B Principe

Le ressort calibré sert à avoir le premier fond toujours à la même hauteur dans le magasin. Le vérin de prélèvement, par sa sortie de tige verticale descend jusqu'au niveau de travail fixe pour saisir par son aimant le premier flanc. Il se retracte ensuite avant que le second vérin fasse subir à l'ensemble une rotation pour positionner le fond sur le cylindre en attente. Une butée fixe libère le fond de l'aimant. A partir de ce moment le vérin de rotation fait sa course retour et le cycle peut recommencer.

IV - 2 Cycle en L avec pile supportée sans ressort

A Schéma

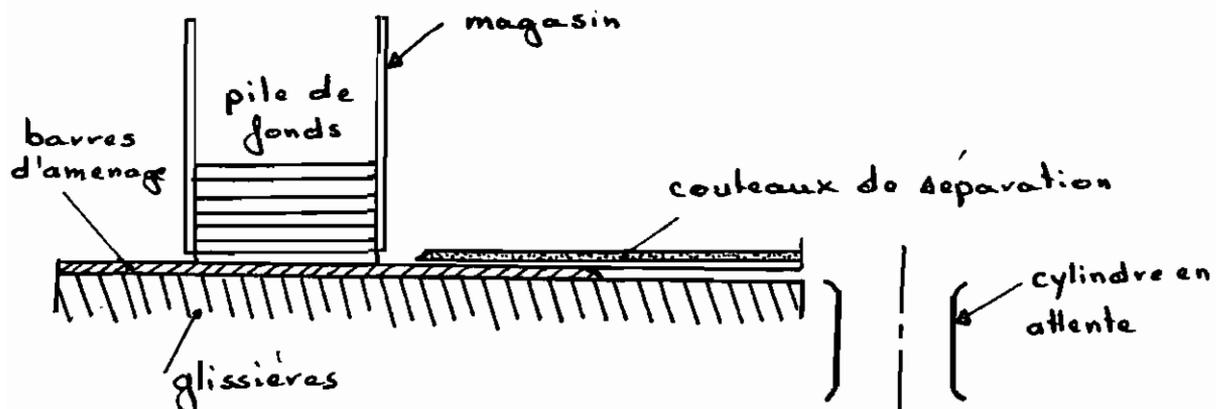


B Principe

Cette solution fonctionne également suivant le cycle en L précédemment décrit. La différence réside dans le fait que dans cette solution la position du fond de dessus varie en cours du travail. Le vérin de saisie sortira autant que nécessaire sa tige pour aller chercher les fonds de plus en plus éloignés. Un contact fin de course ou un détecteur fluïdique de proximité signale la position du fond.

IV - 3 Magasin avec barres d'aménage

A Schéma



B Principe

Tout le principe repose sur la forme des barres d'aménage. En translatant celles-ci vers la gauche, les couteaux de séparation viennent s'intercaler entre les premier et second fond. Le premier fond est donc soulagé du poids de la pile. En continuant la translation, il vient un moment où le fond de bas repose sur les glissières. En ce moment on change le sens de la translation et les barres viennent par leurs bouts pousser le fond vers le cylindre en attente dans l'étoile.

Un vérin double effet commande les mouvements.

V CHOIX DE SOLUTION

V - 1 Avantages et inconvénients des solutions

Tableau de la page suivante.

Solution: n	Avantages	Inconvénients
1	<ul style="list-style-type: none"> • Magasin simple 	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement compliqué: • Les ressorts doivent être bien calibrés de manière à remonter de la hauteur d'un fond après chaque saisi.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Magasin simple • Elimination du ressort: 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps de manoeuvre variable selon la hauteur de la pile • Vérin de grande course pour aller chercher les derniers fonds.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement simple de va et vient • Système fiable • Rapidité 	<ul style="list-style-type: none"> • Construction pas simple • Frottements importants • Jeux de barres pour chaque format

V - 2 Evaluation des solutions

Critères	Barème	SOLUTIONS		
		Cycle L et ressort	Cycle L et fin de course	Barres d'aménage
Flexibilité	100	60	100	80
Fiabilité	100	30	60	100
Simplicité	50	20	30	50
Précision	50	40	40	40
Coût	50	40	50	30
	<u>350</u>	<u>190</u>	<u>280</u>	<u>300</u>

choisie

La solution est celle des barres d'aménage. Elle a aussi l'avantage d'être bien connue des techniciens de l'entreprise.

VI Architecture de la solution

Se conférer au plan d'ensemble n° 400

VII Réglages de changement de format

- 1°) Changer les barres d'aménage
- 2°) Changer le magasin
- 3°) Régler la butée de fin de course

VIII Nomenclature

N°	Nombre	Désignation	Matière	Observations
401	1	Guide	AC 37	1 par format
402	1	Magasin	AC 37	1 par format
403	1	Barrette	AC 37	
404	2	Couteaux	34 Gr 4	
405	4	Boulons CHC M 16		
406	2	Glissières	Ft 15	
407	4	Boulons CHC M 10		
408	2	Barres d'aménage	34 Gr 4	
409	3	Barres de magasin	AC 37	
410	4	Vis F 90 M 8		
411	2	Vis H M 10		
412	1	Butée		
413	2	Traverse de table		
414	1	Vérin		
415	2	Mécanisme de fixation		
416	1	Base de Table	AC 42	
417				
418				
419				

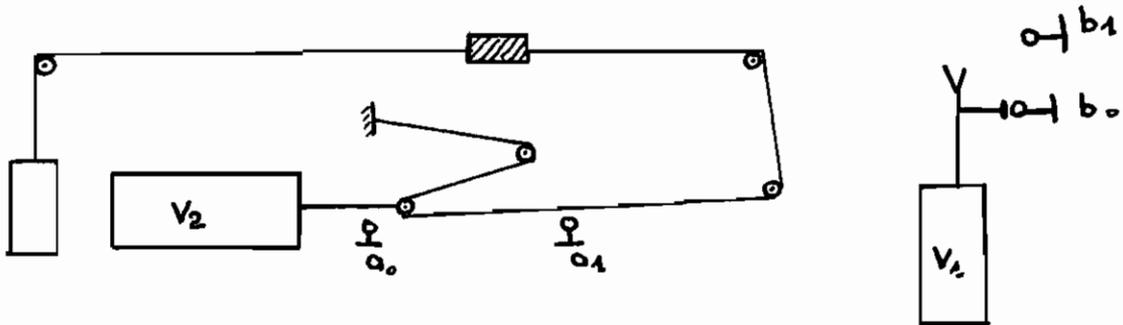
Dans cette seconde partie nous étudions les circuits logiques de puissance et de commande pneumatique.

Ainsi nous déterminerons les composants pneumatiques nécessaires à la réalisation des cycles de travail de nos mécanismes.

Il s'en suivra une détermination des caractéristiques des composants pour un choix judicieux du matériel à partir des catalogues de fournisseurs.

I INTRODUCTION

Dans ce chapitre il s'agit d'étudier la coordination entre les vérins, les ventouses et l'électro-aimant. Ainsi il sera question d'air comprimé, de vide et d'électricité.

II SYNTHESE DU SYSTEMEII - 1 Libellé du problème

- 1°) Référence : V2 en fin de course retour, V1 retracté
- 2°) V2 en fin de course retour, dé'xiter l'électro-aimant et sortir V1, vider la ventouse
- 3°) V1 en fin de course, retracter V1
- 4°) V1 retracté, sortir V2
- 5°) En mis course, exiter l'électro-aimant
- 6°) V2 en fin de course, commander son retour.

On remarque ainsi que les approvisionnements en vide ou en électricité peuvent être rendu indépendants.

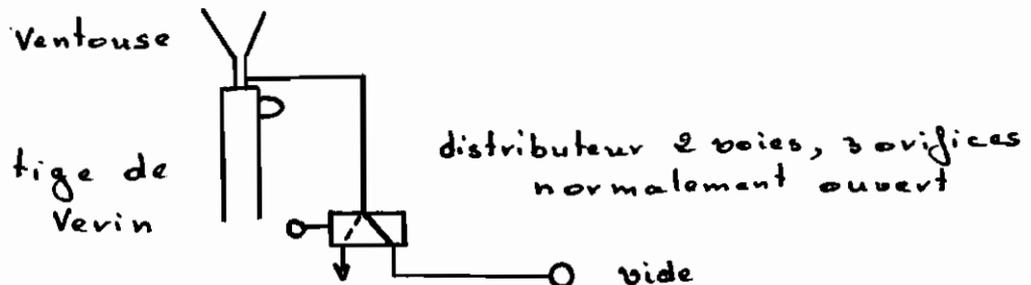
La résolution du problème sera donc divisé en 3 sous parties correspondant aux cycles des vérins, de l'électro-aimant et des ventouses.

II - 2 Commande du vide

Le vérin V1 sera réglé pour une montée rapide et le vide sera mis dès le décollage pour la sortie de la tige du vérin. Ce vide sera maintenu pour autant que le vérin ne revienne à sa position rentrée.

Ceci se résoud facilement par l'utilisation d'une vanne normalement ouverte qui laisse faire le vide tant qu'il n'est pas actionné.

Schéma de principe



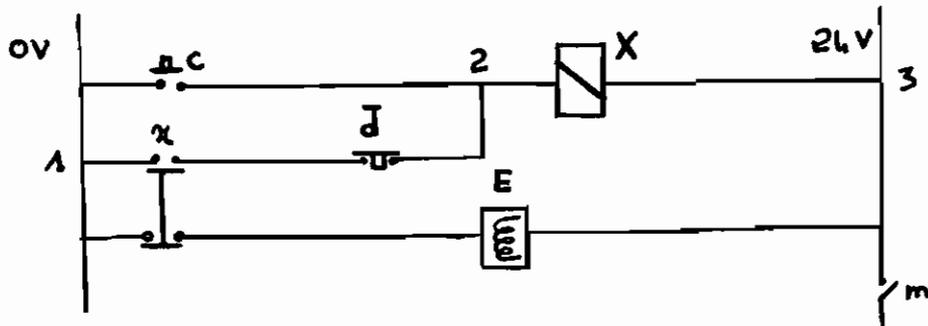
II - 3 Commande de l'electro-aimant

cycle de l'electro-aimant



Pour résoudre ce problème il suffit d'envoyer le signal d'excitation quand l'électro-aimant est au point A. Ensuite maintenir l'excitation sur le trajet ACAB. Le signal doit être coupé au point B. On reconnaît aisément la fonction mémoire bistable.

Le schéma de câblage est le suivant :

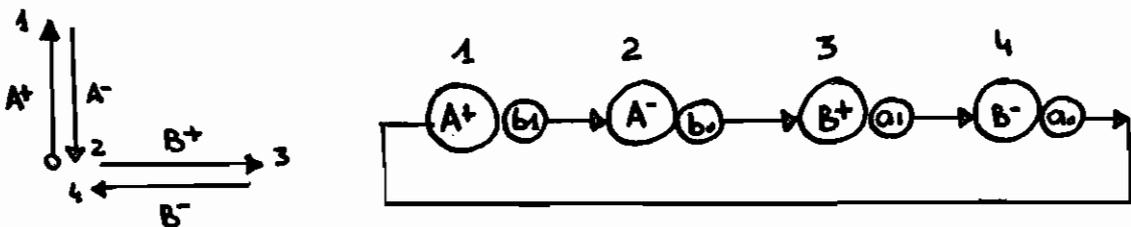


Matériel électrique

- 1 relais électrique
- 2 contacts électriques NO et NF
- 1 contact marche - arrêt

II - 4 Commande des vérins

1 Programme du cycle



2 Phases du cycle

- 1 : Monter les ventouses
- 2 : Descendre une plaque
- 3 : Glisser la plaque vers l'échancreuse
- 4 : Glisser la plaque vers les rouleaux de cerclage

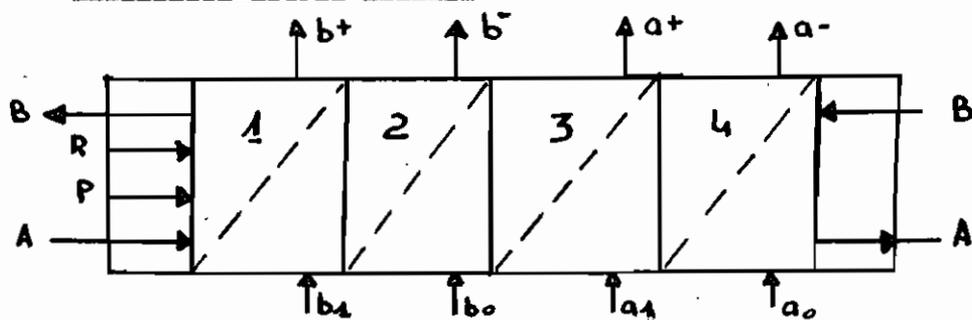
On reconnaît le cycle en L classique

3 Méthode de résolution

Nous avons choisi de résoudre nos problèmes d'automatisme par la méthode des séquenceurs.

La méthode est exposée dans les annexes (catalogue "télémechanique")

4 Branchement du séquenceur

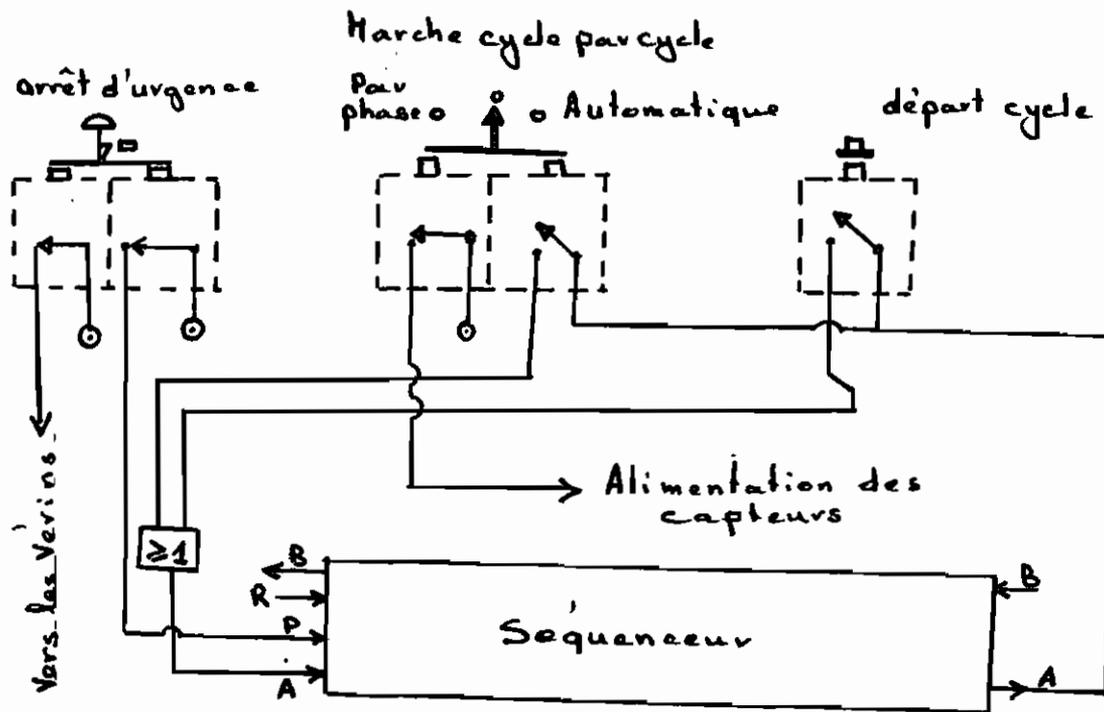


5 Mode de marche

Le mode choisi doit permettre

- une marche phase par phase (pour réglage)
- une marche continue automatique (production)
- une marche cycle par cycle (réglage)

Le schéma de câblage du pupitre sera donc le suivant :



Marche cycle par cycle

Les capteurs sont alimentés mais à la fin d'un cycle le signal A de redémarrage est coupé. Il suffit donc de fermer le bouton cycle pour avoir un autre cycle.

Marche automatique

Les capteurs sont alimentés de manière permanente. Ils peuvent donc délivrer un signal, la marche est continue du fait de la fermeture à cette position de la boucle de redémarrage.

Marche réglage phase par phase

Le bouton "Réglage" est un bouton poussoir normalement fermé qui actionné s'ouvre et coupe l'alimentation des capteurs. Le régleur peut donc intervenir de manière suivante :

- marche de vérification du cycle, phase par phase en actionnant dans l'ordre du cycle, les commandes manuelles de mise à 1 des modules de phase (leur remise à 0 se faisant automatiquement).

- marche d'intervention sur des phases choisies, en enclenchant la phase désirée par action sur la commande manuelle de mise à 1 du module de phase correspondant, sans oublier de remettre ce même module à 0 avant d'en enclencher un autre.

Arrêt d'urgence

L'arrêt choisi doit permettre l'arrêt de la progression du séquenceur et sa continuation là où elle s'était arrêtée.

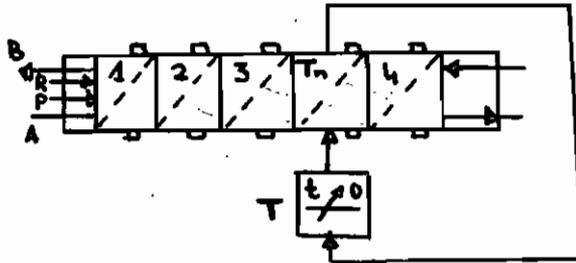
Le montage d'un bouton indexé "Pousser-Tirer" permet de satisfaire à cette exigence.

6. Temporisation

Lors de l'échancrage, prévoir une temporisation avant l'inversion du mouvement de vérin.

On réalise cela par l'introduction d'un module de phase additionnel entre les phases 3 et 4. Ce module est noté T_n . La sortie de ce module déclenche le relais temporisateur T dont la sortie fournit un signal en retour au séquenceur à la phase T_n

sablage du temporisateur



7 Choix des composants pneumatiques

7 - 1 Détermination du diamètre des vérins-choix

• Vérin des ventouses

La force nécessaire pour tirer la plus grande plaque est de 1 225 N (confère partie I);

En prenant un taux de charge égal à 0,8 on doit chercher une force du vérin de $\frac{1}{0,8} \times 1\,225 = 1\,531$ N ce qui correspond à un diamètre de vérin de 63 mm pour une pression relative de 6 bars.

Les caractéristiques de ce vérin sont donnés par la norme C^{Nomo} :

Force théorique de traction	164 d a N
Pression effective	6 bars
\varnothing cylindre	63 mm
\varnothing tige	22 mm
filetage "gaz" des branchements	3/8"
\varnothing passage	12 mm
(course)	\simeq 150 mm

D'après le Fournisseur "Jouvenel & Cordier on a :

Designation: Verin double effet P63 A 150

. Vérin mouflé

Masse suspendue : 300g + m 1 kg m est le supplément de masse nécessaire pour vaincre tous les frottements.

La force résistante est de 1 kg x 9,81 = 10 N

3 brins de mouflage = Force totale = 10 x 3 = 30 N

Le diamètre le plus petit de 25 mm convient même avec une pression de 4 bars.

Force théorique de traction :	15,1 daN
Pression effective maxi	6 bars
∅ cylindre	25 mm
∅ tige	12 mm
filotage "gaz"	1/8"
∅ passage	5 mm

Désignation Jouvenel et Gardier :

Vérin double effet P 25 A 250

fixation : avant et arrière par équerres normales code CNomo 06-07-05.

Nos vérins sont largement dimensionné en diamètre. Cela permettra de déterminer expérimentalement la pression optimale d'alimentation qui doit être suffisante pour obtenir la manoeuvre dans le temps requis, mais assez modéré pour éviter un fonctionnement brutal.

Pour le second Vérin il faudra cependant veiller à ce que la tige n'avance pas plus vite qu'il n'en faut pour le poids. C'est à dire éviter la chute libre.

7.2 Dimensionnement des distributeurs

Les distributeurs sont déterminés pour le coefficient de débit KV.

Le KV caractérise la facilité de passage d'un fluide à travers un distributeur. C'est le débit d'eau à la température de 4°C exprimé en

DEUXIEME PARTIE

COMMANDES

1/mm qui traverse le distributeur sous une différence de Pression de 1 bar entre l'amont et l'aval.

Il est nécessaire de bien dimensionner les distributeurs du fait que le KV détermine les temps de réponse.

Le dimensionnement est fait sur la base de l'abaque du constructeur en annexe.

. Distributeur du vérin des ventouses

facteur de charge	:		0,75
cylindrée à évacuer	$C_D^2 \times C/4$	=	0,48 l
durée de la course			0,5 s
diamètre tuyauterie			12 mm
raccordement			3/8"
longueur tuyauterie			1 m

On lit KV = 39 sur l'abaque en question.

Le distributeur est de type 3.

. Distributeur du Vérin mouflé

facteur de charge	=	1,0,3
cylindrée à évacuer		0,11 l
durée de la course		1 s
∅ tuyauterie		5 mm
raccordement		1/8"
longueur tuyau		1 m

On lit KV = 10 = type 1

Les distributeurs doivent être muni d'étrangleurs pour le réglage des vitesses.

Nous choisissons des distributeurs CPOAC

Désignations

1 Distributeur DTP 1 - 1 - 1 - 0 - 1)
1 Distributeur DTP 3 - 1 - 1 - 2 - 1) + étrangleurs
1 embase code 2497

7-3 Capteurs de fin de course

Fournisseur CPOAC

4 microvannes 3/2 NF Référence 3032

Caractéristiques

Spécialement conçu pour le pilotage des distributeurs

- . fixation latérale
- . Vanne à galet
- . effort sur le galet à 6 bar 1,2 daN
- . 3 orifices 6 1/8
- . à impulsion.

7-4 Modules de phases - Séquenceur - Pupitre

Fournisseur : Télémécanique

- . 5 modules d'étage sur embases associables
- version : à connexion latérale et commande manuelle.
- . 1 tête et 1 queue séquenceur
- . 1 relais temporisateur sur embase associable
- Plage : 0 à 3 s - sortie positive.
- . 1 cellule logique "ou", version autonome.

- 3 orifices \varnothing 1/8

- à impulsion

7 - 4 Module de phases - Séquenceur - Pupitre

Fournisseur : Télémécanique

5 modules d'étape sur embases associables

version : à connexion latérale et commande manuelle.

- 1 tête et 1 queue séquenceur
- 1 relais temporisateur sur embase associable

plage : 0 à 3 s ; sortie positive.

- 1 cellule logique "ou", version autonome.
- 1 bouton à impulsion : vanne simple E - C
- 1 bouton "pousser-tirer" vanne simple
- 1 bouton à 3 positions : vanne double EC + CC

7 - 5 Tubes de liaison

Arrivée pression : tube \varnothing 6

Alimentation séquenceur et fin de course \varnothing 4 mm

L'installation nécessitera également des raccords de piquage, des têtes d'alimentation et des connecteurs multiples.

8 Schéma de l'installation

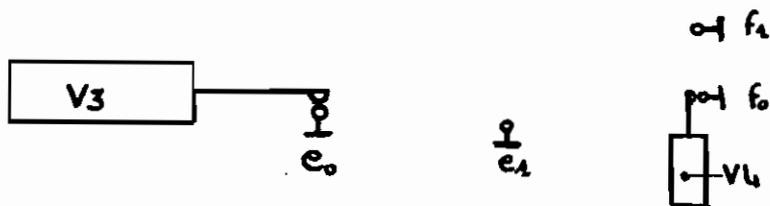
(voir page suivante)

I INTRODUCTION

Dans ce chapitre il ne sera question que d'air comprimé. Il s'agit donc d'assurer la coordination entre le vérin de débrayage et le vérin de la roue à rochet.

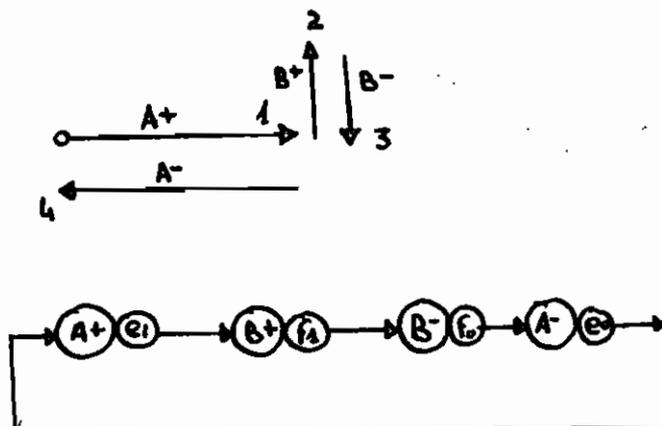
II SYNTHESE DU SYSTEME

II - 1 Libellé du problème



- 1°) début du cycle, e_0 actionné, sortie de V3
- 2°) action sur e_1 , sortie de V4
- 3°) action sur f_1 , retour de V4
- 4°) action sur f_0 , retour de V3

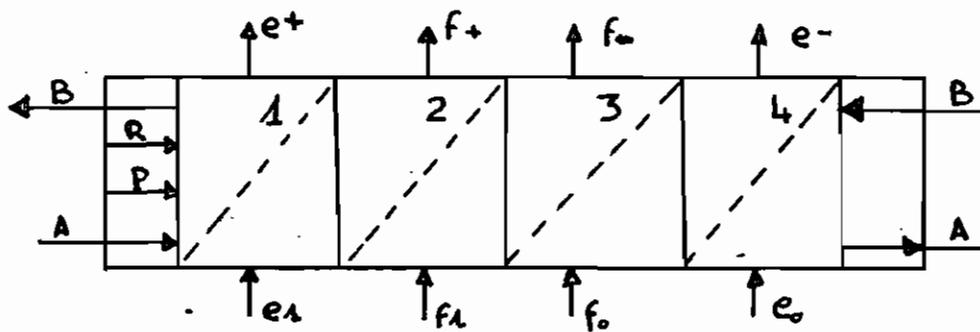
II - 2 Programme du cycle



II - 3 Phases du cycle

- 1 : Tourner la roue à rochet
- 2 : Débrayer l'outil
- 3 : ramener le levier d'embrayage en position de départ
- 4 : ramener le vérin de la roue en position initiale.

II - 4 Ordre de branchement du séquenceur



II - 5 Mode de marche

Le mode de marche est le même que pour l'échancrage-roulage-
le pupitre sera donc du même type.

III CHOIX DES COMPOSANTS PNEUMATIQUES

III - 1 Choix des vérins

III - 1 - 1 Vérin de la roue à rochet

(voir partie I)

Ce dimensionnement a été fait dans la première partie du fait
qu'il constituait un préalable au dimensionnement des roule-
ments.

- La course $C = 125$ mm d'où $3 \times \text{alésages} < C < 8$ alés. ce qui correspond à une course moyenne.

- Le taux de charge est faible
- La vitesse est rapide

pour un diamètre de 25 le tableau de dimensionnement nous ramène à un distributeur standard

Désignation d'après CPOAC

DTP 1 - 1 - 1 - 3 - 1 + étrangleurs réglables

III - 2 - 2 Distributeur de débrayage

- Course petite $C = 50$ mm $< 3 \phi$ alésage
- taux de charge faible
- Vitesse rapide

Pour un diamètre de 25 le tableau nous ramène à un choix économique.

Désignation d'après CPOAC

DTP 1 - 1 - 1 - 3 - 1 - + étrangleurs réglables

III - 3 Capteurs de fin de course

Fournisseur CPOAC

4 microvannes 3/2 NF , référence 3032

III - 4 Module de phase, séquenceur, pupitre

Fournisseur Télémécanique

- 4 modules d'étape sur embases associables à connexion latérale et commande manuelle.

D'après la norme CNomo les caractéristiques du vérin choisi sont :

Force théorique de traction	15,1 daN
Pression effective	6 bars
∅ cylindre	25 mm
∅ tige	12 mm
filetage "gaz" des branchements	1/8"
∅ passage (course)	5 mm 125 mm

Désignation d'après Jouvenel et Cordier

Vérin à double effet P 25 A 125

III - 1 - 2 Vérin de débrayage

La force à substituer équivaut à celle requise pour actionner une pédale. Le vérin de plus petit diamètre fait sans doute l'affaire.

Les caractéristiques sont les mêmes que pour le vérin de la roue à rochet (sauf la course)

désignation d'après Jouvenel et Cordier

Vérin à double effet P 25 A 50.

III - 2 Choix des distributeurs

III - 2 - 1 Distributeur de la roue à rochet

Les conditions de fonctionnement ne sont pas sévères. Le dimensionnement peut se faire par la méthode simplifiée de dimensionnement rapide proposée par le fournisseur (voir Annexe)

- 1 tête et 1 queue séquenceur sur embases
- 1 cellule logique "ou" version autonome
- 1 bouton à impulsion avec vanne simple E - C
- 1 bouton "pousser-Tirer" avec vanne double E C - E C
- 1 bouton à 3 positions avec vanne double E C - CC

III - 5 Tubes de liaisons

- Arrivée pression tube \varnothing 6
- Séquenceur et fin de course \varnothing 4 mm

III - 5 Cablage de l'installation

(voir page suivante)

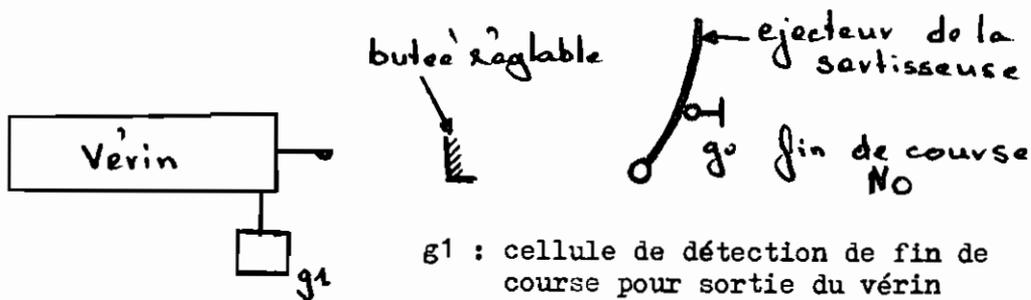
I INTRODUCTION

Au niveau de cette machine, l'étude porte sur la pose des fonds. La commande concerne un seul vérin.

Il s'agit d'assurer la sortie de la tige du vérin suivie de sa rétraction. Ces mouvements doivent être coordonnés avec le cycle de l'étoile de la sertisseuse.

II SYNTHESE DU SYSTEME

II - 1 Libellé du problème



1°) lachée de g0, sortie du vérin

2°) vérin en butée, détection par g1, retour du vérin.

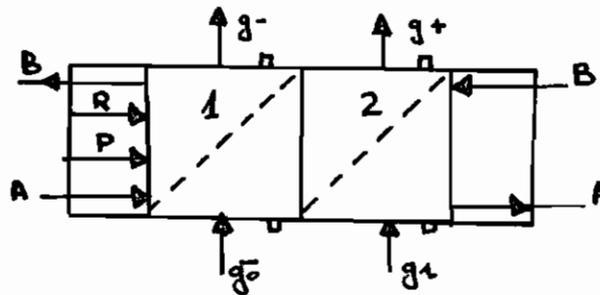
II - 2 Programme du cycle



II - 3 Phases du cycle

- 1°) sortir la tige jusqu'à butée si go laché
- 2°) si tige en butée, retour de la tige

II - 4 Ordre de branchement du séquenceur

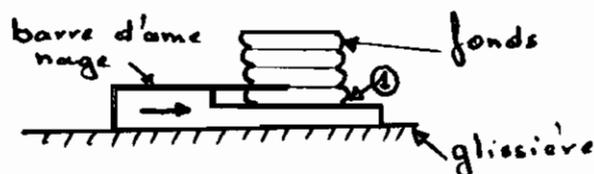


II - 5 Mode de marche

Le même que pour les machines précédentes

III - CHOIX DES COMPOSANTS PNEUMATIQUES

III - 1 Choix du vérin



Au début seuls les frottements des barres contre la pile ① s'opposent au déplacement. Il faut aussi comptabiliser les frottements dans les glissières. Ensuite, viennent les collets qui ont besoin de vaincre les frottements pendant la séparation.

Les forces de résistance sont donc :

- les frottements glissières - barres
- les frottements glissières - pile de fond
- les frottements couteaux - pile

Chacune de ces composantes s'estime aisément en connaissant le poids P de la pile et les coefficients de frottements μ

La force requise est $F = \mu_1 P + \mu_2 P + \mu_3 P$

si $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \approx 0,2$ au pire des cas on a

$$F = 3 \mu_1 P = 3 \times 0,2 \times P = 0,6 P$$

Pour un poids maxi de 20 kg dans le magasin on a

$$F = 0,6 \times 20 = 12 \text{ kgf} \approx 12 \text{ daN}$$

Pour avoir un taux de charge de 75 % la force développée par le vérin pour le grand format doit être égale à

$$F' = F \times \frac{125}{100} = 15 \text{ daN}$$

Avec un vérin de 25 mm et une pression effective de 4 bars on peut développer une force de 15,1 daN.

Le vérin de diamètre 25 suffit pour translater les barres.

Désignation d'après Jouvenel et Cordier

Vérin pneumatique à double effet P 25 A 250

III - 2 . Choix du distributeur

Le choix est fait d'après la méthode simplifiée déjà citée.

- taux de charge $\xi = 75 \% > 50 \%$ donc important
(dans le cas le plus défavorable)
- course $C = 250 \text{ mm} > 8 \times \phi$ alésage : donc grande.
- la vitesse est lente : temps > 25

Le tableau indique le distributeur suivant :

DTP 1 - 1 - 1 - 3 - 1 + étrangleurs réglables

III - 3 Capteurs de fin de course

- 1 microvanne 3/2 No, référence 3032 , CPOAC
- 1 cellule logique "Non" inhibition à seuil sur embases associables, à connexions latérales

(fournisseur : Télémécanique)

III - 4 Module de phase, séquenceur, pupitre

Fournisseur : Télémécanique

- 2 modules d'étape sur embases associables à connexions latérales et commandes manuelles.
- 1 tête et une queue séquenceur (avec mêmes embases)
- 1 cellule logique "ou", version autonome
- 1 bouton à impulsion avec vanne simple E - C
- 1 bouton "Pousser-Tirer" avec vanne double EC - EC
- 1 bouton à 3 positions avec vanne double EC - EC.

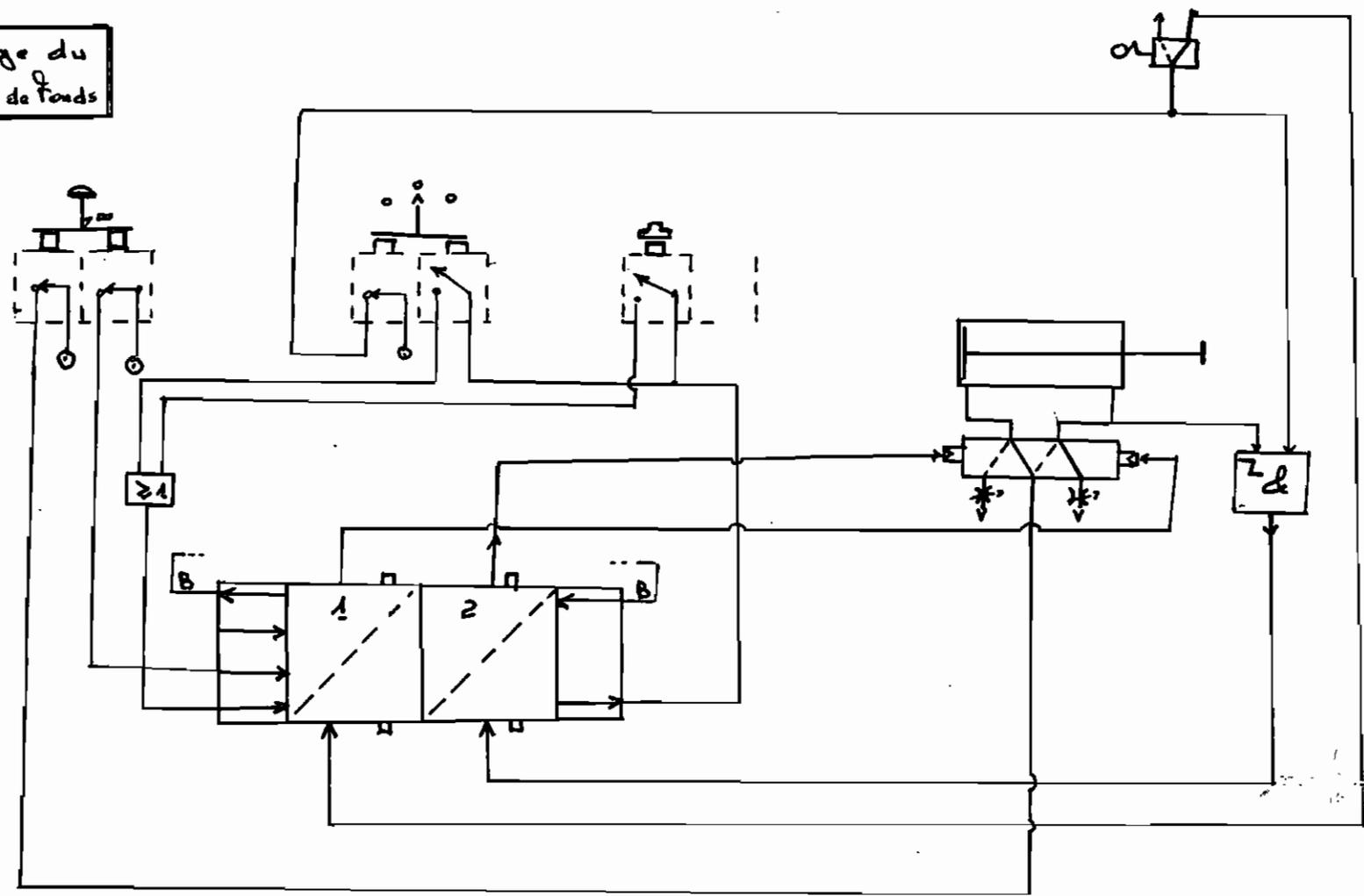
III - 5 Tubes de liaisons

- Arrivée principale de la pression tube \emptyset 6
- Raccordements séquenceur, fins de course : \emptyset 4.

III - 6 Cablage de l'installation

(voir Page suivante) .

cablage du
Poseur de fonds



15-

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Nous venons de proposer des solutions nous permettant d'arriver à l'automatisation complète du montage à plat en dehors de l'alimentation de la soudeuse. Ainsi nous parvenons à diminuer la main-d'oeuvre nécessaire d'au moins quatre hommes. Ce nombre peut augmenter en organisant beaucoup mieux le contrôle pour diminuer le nombre de visiteurs. Les visiteurs restants auront également à se charger du remplissage des magasins.

Certains détails comme le montage des **l**ins de course et les liaisons tapis - machines sont à étudier. Pour la réalisation une bonne préparation s'impose pour un bon suivi des travaux.

Nous pensons qu'il est encore possible d'améliorer la solution adoptée pour l'échancruse - rouleuse et sa réalisation est prévue en dernier lieu. Pour les autres postes la réalisation est moins complexe et peut être immédiate. Pour cela il faut vérifier la résistance de certains éléments essentiels avant de passer aux dessins de définition et commande de matériel. Les pièces seront de préférence réalisées en mécano**soudage** et les éléments moulés seront réduits au minimum. L'étude de l'implantation n'est pas à négliger car elle permettra en outre de justifier le besoin du changement de type de production devenu automatique. Ce sera également une occasion pour comparer la solution adoptée d'amélioration des équipements à l'alternative de rééquipement complet de la ligne par des machines plus performantes.

Dans la nouvelle organisation de l'usine Carnaud il semble prévu la conservation d'une seule ligne au montage à plat. Cela permettra d'avoir des machines disponibles pour réaliser les ensembles sans arrêter la production.

Nous recommandons que la réalisation du projet se fasse progressivement machine par machine en commençant par les systèmes les moins complexes ; d'abord l'éjection à la soudeuse, ensuite la pose des fonds le bordage et enfin l'échancrage - roulage. Nous recommandons également que des études de marché soient faites afin de voir les possibilités de diminuer la dispersion dans la production à savoir les petites quantités de plusieurs produits différents. Cette politique engendre des manques à gagner et il serait préférable si possible de restreindre la gamme des produits.

En outre, ce projet en dehors de l'expérience acquise nous a permis de méditer sur les qualités d'un bon ingénieur : ingéniosité, audace, esprit d'initiative et d'innovation.

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

- 1- A CHEVALIER, Guide du dessinateur industriel, Hachette, 1986
- 2- JEAN LEFEVRE, l'air comprimé tome II, J.B. Baillièrè, 1973
- 3- C. H. JENSEN, Dessin industriel, Mc graw-Hill, 1973
- 4- RAYMOND GAUVIN, Méthodologie du design, EP Montréal, 1979
- 5- YVES LOGE, la manutention automatique, Eyrolles, 1969
- 6- G. SPINNER, Manuel de calcul des organes de machine,
Ecole Polytechnique de Lausanne, 1978
- 7- G. ALLARD, automatique fondamentale, Technique vulgarisation
1970
- 8- R. CHAPPERT, L'automatique par les problèmes, Foucher, 1969
- 9- F. DEGOULANCE, Automatismè de base, Entreprise Moderne
d'Éditions, 1976
- 10- Mécanismes à mouvements intermittent, Jean Martin, Dunod, 1974
- 11- H. FRAUDET, cours d'électricité, Eyrolles, 1978
- 12- JOUVENEL ET CORDIER, Catalogue équipement pneumatique
- 13- TELEMÉCANIQUE, Manuel de la commande pneumatique
- 14- CPOAC, catalogue des équipements pneumatiques.
- 15- Carnaud, Sertissance 491, références 46 186, 46 174 et 46 184
- 16- Carnaud, Dossier machine KARGES Hamnev
- 17- Carnaud, Dossier machine caoutchouteuse 8Bx
- 18- Carnaud, Dossier machine Schuller

ANNEXES

B . BOITES DIVERSES

FORMAT	DESIGNATION CLIENTS	H FINIE	Dent	H COUPE	NO. SERTI	PA. CROISURE	EPAISSEUR FOND	LARGEUR RUBAN SOUDURE
55X52 - 18 et 19/100	1/10 Peinture	52	178,3	55,2	0	6,4	20 - 22/100	5 mm
71,5X115,7 - 22/100	1/2 Haute	115,7	231,1	119,5	1	"	22/100	"
100X80 - 24/100	1/2 L	80	320,2	83,8	1	"	23/100	"
100X100 - "	"	100	"	103,8	1	"	"	"
100X110 - "	1 Kg tomate	110	"	113,8	1	"	"	"
100X119 - "	"	119	"	122,8	1	"	"	"
100X142 - "	"	142	"	145,8	1	"	"	"
109X126,2 - 22/100	"	126,2	346,5	130	1	"	22/100	"
109X131 - "	"	131	"	134,8	1	"	"	"
125X81 - 26/100	1 Kg. B. Thon.	81	399,7	86	2	"	30/100	"
153X104 - 24/100	2 Kg Thon.	104	487,75	109	2	7,6	32/100	6 mm
153X ¹¹⁵ 116 - 27/100	2 Kg Tomates	116 ¹¹⁵	"	121 ¹²⁰	2	"	"	"
153X152 - 24/100	3 Kg. H THON (Sib)	152 ^{151,7}	"	157 ^{156,7}	2	"	"	"
153X180 - 27/100	"	180	"	185	2	"	"	"
153X246 - 28/100	5 Kg Thon ou peinture	246	"	251	2	"	"	"
200X160 - 29/100	3 Kg THON	160	637	166	3	9	34/100	7 mm
200X152 - 22/100	5 Kg THON	152	637	164	3	9	34/100	7 mm

Annexe A : Liste des Formats

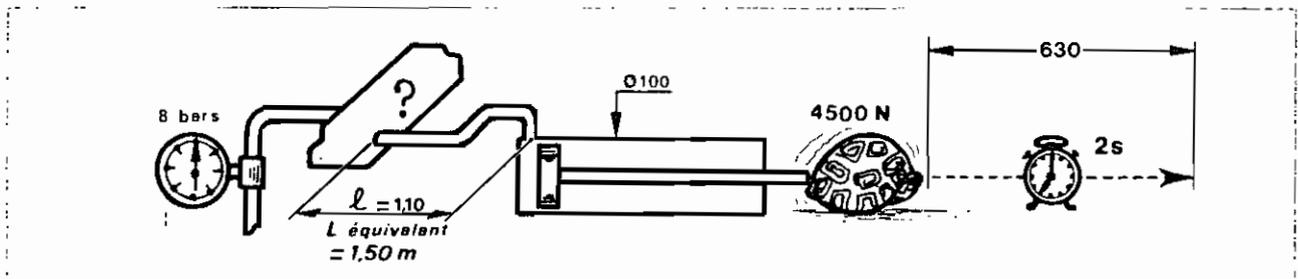
COMMENT DIMENSIONNER UN DISTRIBUTEUR

Le problème se pose généralement de la manière suivante :

Comment dimensionner un distributeur pour alimenter à une pression donnée, un vérin défini par son alésage et sa course, en fonction des conditions de charge et

des vitesses demandées ?

Par exemple : un vérin de 100 mm d'alésage doit déplacer en 2 secondes une charge de 4 500 N sur 630 mm de course. Le distributeur étant alimenté à 8 bars.



Première règle : Déterminer le débit nécessaire pour permettre au vérin d'effectuer sa course dans le temps imparti.

Pour être valable ce dimensionnement doit être effectué en fonction du fluide à évacuer du vérin pendant le mouvement, et non en fonction de celui nécessaire à son alimentation. La chambre aval du vérin est en effet soumise à une certaine pression, variable suivant les conditions de charge, d'autant plus grande que l'orifice d'échappement est petit et que la vitesse du vérin est grande.

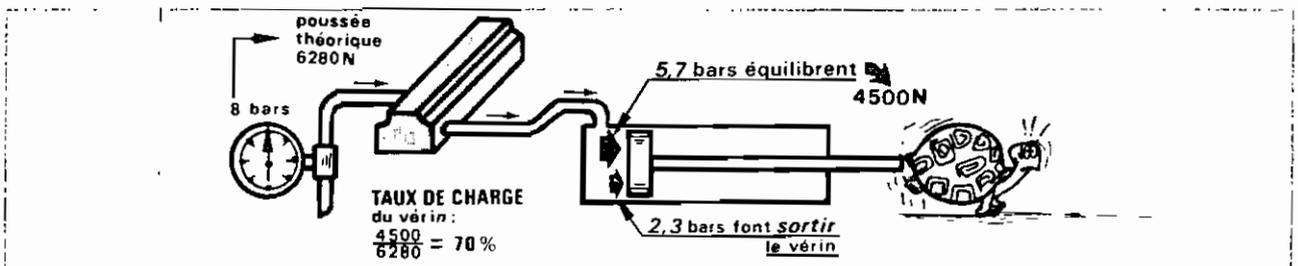
Les laboratoires de recherche CPOAC, après de nombreux essais ont déterminé les équations permettant

d'établir un **abaque de calcul sûr et simple** (Abaque 2). Cet abaque donne directement le distributeur nécessaire à l'alimentation d'un vérin, à partir :

- de son taux de charge;
- de la cylindrée à évacuer;
- du temps imparti pour effectuer une course aller;
- de la longueur et de la forme des tuyauteries raccordant le distributeur au vérin;

en tenant compte :

- du rendement du vérin;
 - et d'une perte de charge normale de tuyauterie.
- Dans l'exemple choisi, le taux de charge est de 70 % ($\frac{\text{effort antagoniste réel}}{\text{poussée théorique}}$) et, la cylindrée à évacuer de 4,5 l



Pour un temps imparti de 2 secondes, l'abaque 2 permet de positionner l'horizontale A.

Par ailleurs, les conditions de montage du vérin et du distributeur dans l'équipement, imposent une longueur de tuyauterie de raccordement de 1,10 mètre, comportant 2 coudes à 90° - Chaque coude d'un rayon inférieur à 5 diamètres peut être assimilé à une longueur de tuyauterie supplémentaire de 0,20 mètre - dans l'exemple choisi, la longueur de tuyauterie équivalente est de 1,50 mètre.

Sur l'abaque 2, l'horizontale B - à son intersection avec l'oblique 16 représentant le diamètre intérieur de la tuyauterie susceptible d'être retenue - permet de positionner la verticale C qui coupe l'horizontale A en un point X.

Le point X se trouve dans la **zone d'utilisation optimum**, on choisira donc un distributeur de type 3, un raccordement G1/2 et une tuyauterie de 16 mm.

L'abaque montre également qu'avec une tuyauterie de 12, le vérin ne pourra effectuer sa course dans le temps

imparti, et qu'une tuyauterie de 20 serait inutilement plus onéreuse.

Si la longueur de tuyauterie avait été de 3 mètres au lieu de 1,5 mètre, on notera, que toutes choses étant égales par ailleurs, on aurait dû choisir un distributeur de type 4.

Deuxième règle : S'assurer que le distributeur lui-même est suffisamment alimenté.

Si la tuyauterie qui relie le distributeur au réseau est insuffisante, le vérin avancera par à-coups.

En pratique on admettra que cette tuyauterie est convenablement dimensionnée si elle a les mêmes caractéristiques (Ø et longueur) que celle qui relie le vérin au distributeur. Si cette tuyauterie est plus longue, on choisira un diamètre immédiatement supérieur ou bien on intercalera entre le réseau et le distributeur, un réservoir compensateur.

B(Auite)

METHODE SIMPLIFIEE DE DIMENSIONNEMENT RAPIDE

Sachant que, à un vérin d'alésage donné correspond toujours un orifice d'alimentation dont la dimension est optimale pour une utilisation pneumatique, les conventions suivantes permettent le dimensionnement correct d'un distributeur en fonction de 3 paramètres fondamentaux

Le tableau ci-dessous donne **immédiatement** lecture du distributeur nécessaire et suffisant

- Cylindrée du vérin définie par l'alésage et la course.
- Taux de charge du vérin en fonction de la pression du réseau
- Temps pour effectuer une course de travail.

CONVENTIONS

<p>1° 3 catégories, fonction du rapport course / alésage.</p> <p>Symbole Valeur</p> <p>= Petite 3 alés. > course</p> <p>= Moyenne 3 alés. < course < 8 alés</p> <p>= Grande course > 8 alés</p>	<p>2° $\frac{10 F}{P \cdot S} = \%$</p> <p>F = effort antagoniste en newton. P = pression du réseau en bar S = section du vérin en cm².</p> <p>Symbole Valeur</p> <p>= Faible < 50 %</p> <p>= Important > 50 %</p>	<p>3° 2 catégories, fonction du temps pour effectuer une course</p> <p>Symbole Valeur</p> <p>= Rapide t < 2 secondes</p> <p>= Lente t > 2 secondes</p>
---	--	--

TABLEAU DE DIMENSIONNEMENT

COURSE TAUX DE CHARGE VITESSE	PERFORMANCE				Moyenne Faible Rapide	Grande Important Lente	Petite Faible Rapide	Petite Import. Lente	Moyen Import. Lente	course quelconque Faible Lente
	MONTAGE		STANDARD							
VERIN		DISTRIBUTEUR NECESSAIRE ET SUFFISANT								
Ø Alésage	Orifice Ø	* = Compléter la définition : 3° chiffre, « commande » 5° chiffre, « commande manuelle auxiliaire » Voir catalogue « VANNES »								
25 - 32	G 1/8	DTP 11 * 2 *		DTP 11 * 3 *		DTP 11 * 3 *		DTP 11 * 3 *		
40 - 50	G 1/4	DTP 21 * 2 *		DTP 21 * 3 *		DTP 21 * 3 *		DTP 21 * 3 *		
63 - 80	G 3/8	DTP 31 * 2 *		DTP 31 * 3 *		DTP 31 * 3 *		DTP 31 * 3 *		
100 - 125	G 1/2	DTP 41 * 2 *		DTP 41 * 3 *		DTP 41 * 3 *		DTP 41 * 3 *		
160 - 200	G 3/4	Voir catalogue		DTP 41 * 3 *		DTP 41 * 3 *		DTP 41 * 3 *		
	G 1	DISTRIBUTEURS A CLAPETS « DCP »								

exemple

- Vérin : Ø 80 mm, course 250 mm	→ course Moyenne	=	
- Effort antagoniste : 1450 N à 6 bars	→ taux de charge 48%	=	Distributeur DTP 21 * 3 *
- Temps pour 1 course : < 2 s	→ vitesse Rapide	=	Définition à compléter

CAS PARTICULIERS

Dimensionner toujours le distributeur à l'aide de l'abaque page 22, dans ces 2 cas limites :

- 1) CYLINDRÉE > 20 litres
 - 2) VITESSE > 1 m/seconde
- ainsi que dans les cas de vitesse Rapide (t/course < 2 s)
- 1) Symbole G - F - R et 2) Symbole M - I - R

Nous consulter pour les cas limites de mouvements :

- à vitesse Rapide
 - sur de Grandes courses
 - avec taux de charge Important
- Symbole G - I - R
- Ces mouvements sont difficiles à réaliser et ne figurent pas sur ce tableau.

IMPORTANT

- Ne jamais surdimensionner le distributeur par rapport aux orifices du vérin.
- Ne jamais surdimensionner le distributeur par rapport aux valeurs indiquées sur ce tableau ou lues sur l'abaque page 22
- Placer toujours le distributeur le plus près possible du vérin

N.-B.

Le montage ECONOMIQUE nécessite l'emploi d'une réduction sur les orifices de raccordement du vérin.

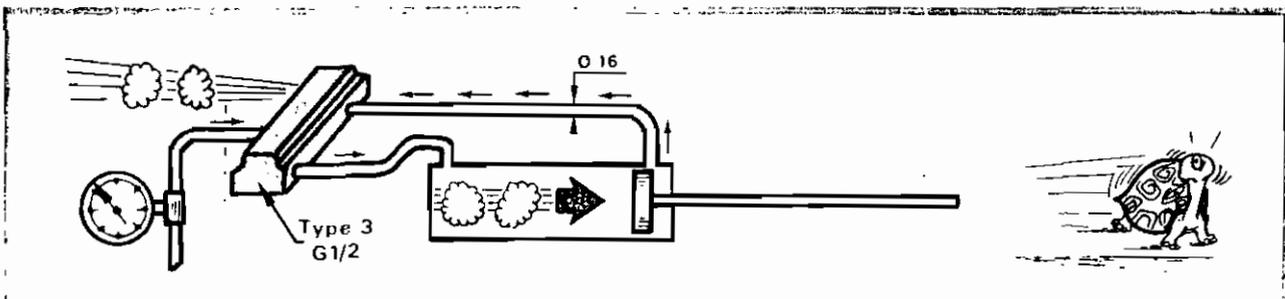
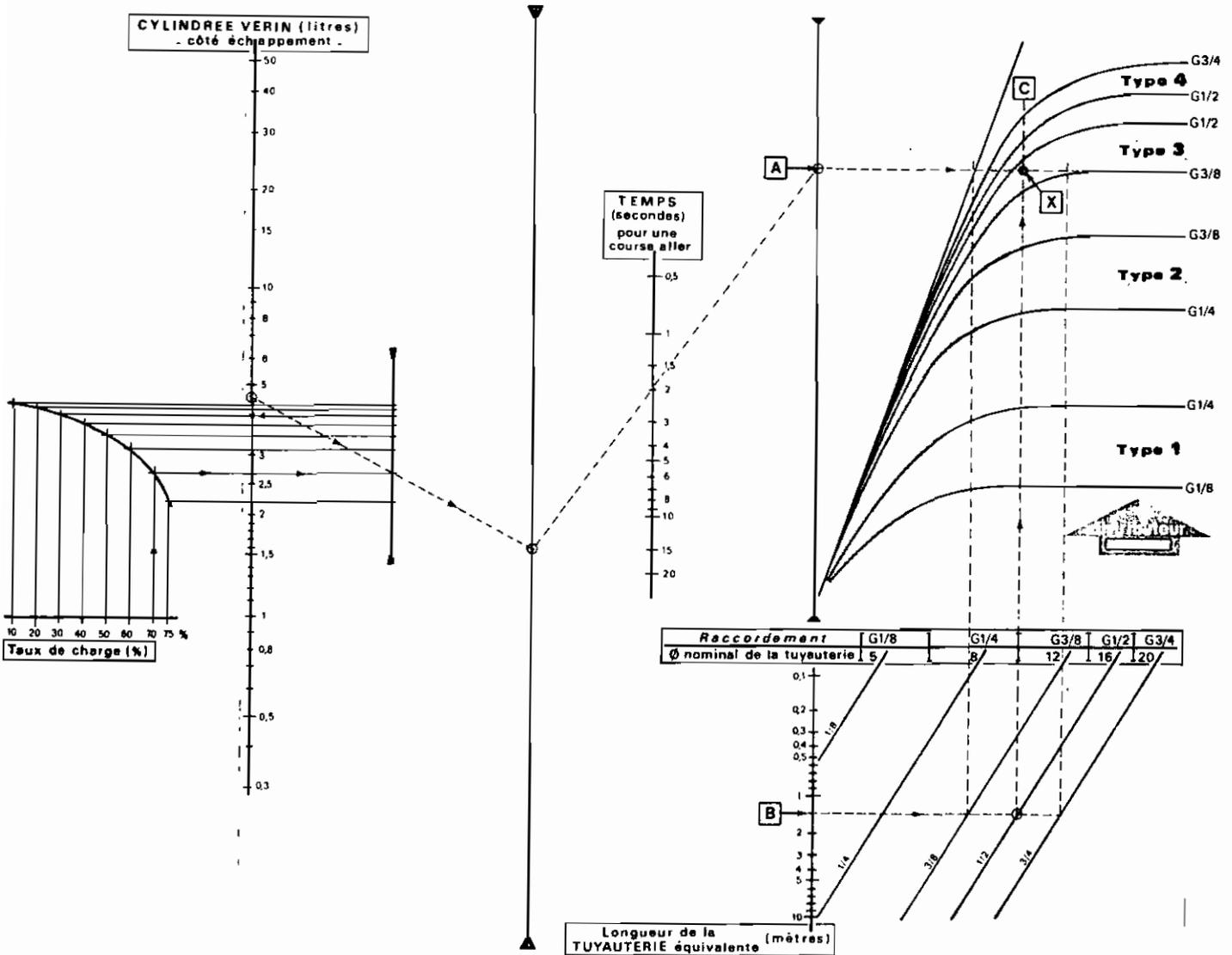
COMMENT DIMENSIONNER UN DISTRIBUTEUR

ABaque 2 - Dimensionnement d'un distributeur en vue de l'alimentation d'un vérin

N.B. Important : le facteur PRESSION n'intervient que dans le calcul du "TAUX DE CHARGE"

$$\text{TAUX DE CHARGE} = \frac{10 F}{P \cdot S} = \dots \%$$

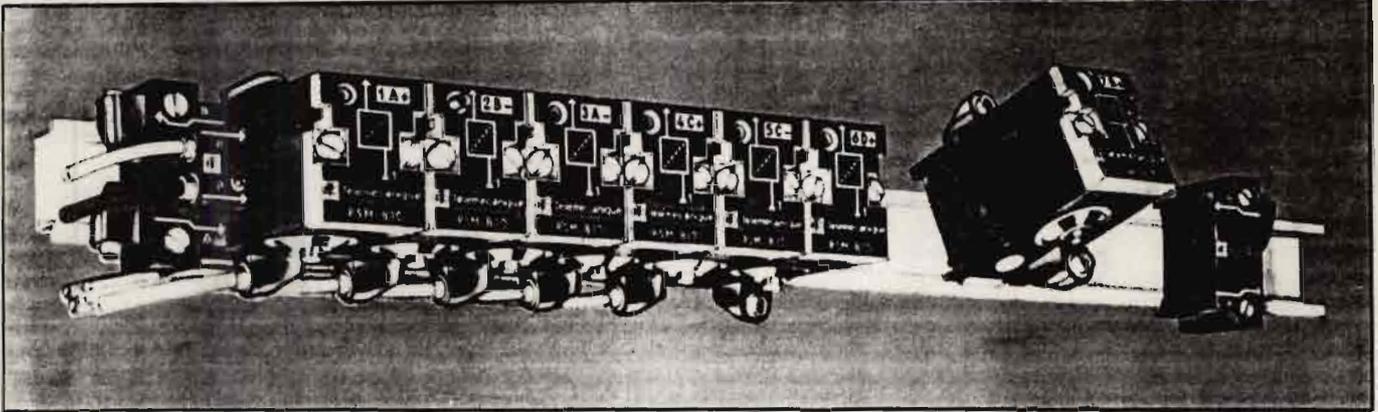
- F = effort antagoniste en NEWTON
- P = pression du réseau en BAR
- S = Section du vérin en cm²





SÉQUENCEUR MODULAIRE PNEUMATIQUE

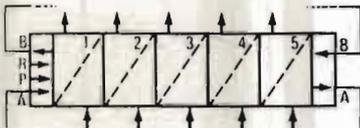
Annexe c



DESCRIPTION - UTILISATION

Le séquenceur modulaire est "l'épine dorsale" de l'automatisation pneumatique d'un cycle séquentiel. A chaque phase du cycle correspond un module du séquenceur, ou module de phase. Ce module de phase délivre l'ordre du mouvement prévu à la phase, puis reçoit le signal en retour de fin d'exécution dudit mouvement.

SYMBOLE :



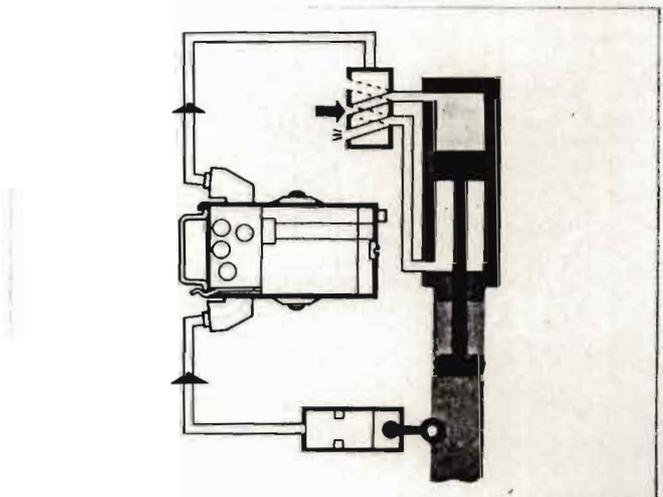
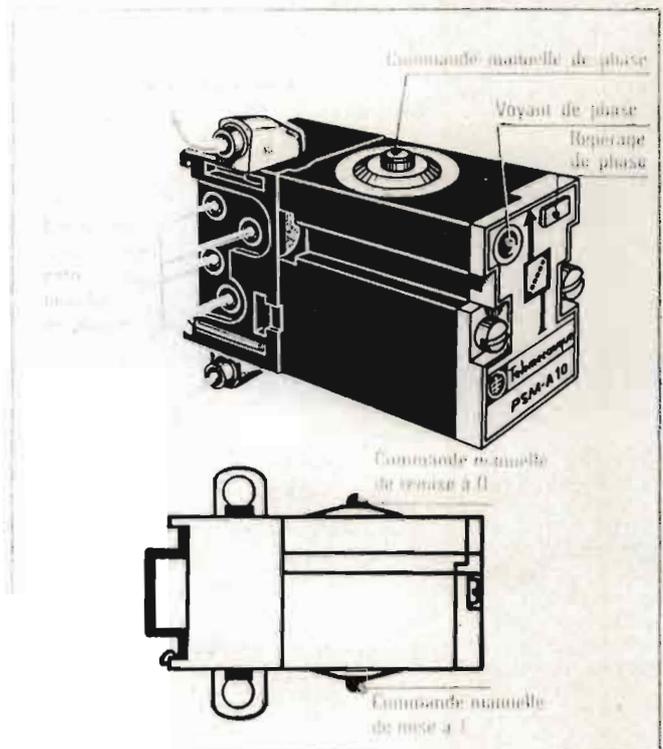
MODULE DE PHASE :

Élément unité du séquenceur, le module de phase se clippe sur profilé DIN. Lors de sa juxtaposition avec les autres modules de phase, il est automatiquement connecté avec les modules de phase voisins.

- Chaque module de phase comporte :
- les 2 orifices à connecter par câblage extérieur ;
 - le repérage de la phase concernée ;
 - un voyant de phase ;
 - en général, les commandes manuelles de la phase :
mise à 1 ;
remise à 0.

LE DIALOGUE "SÉQUENCEUR-MACHINE" :

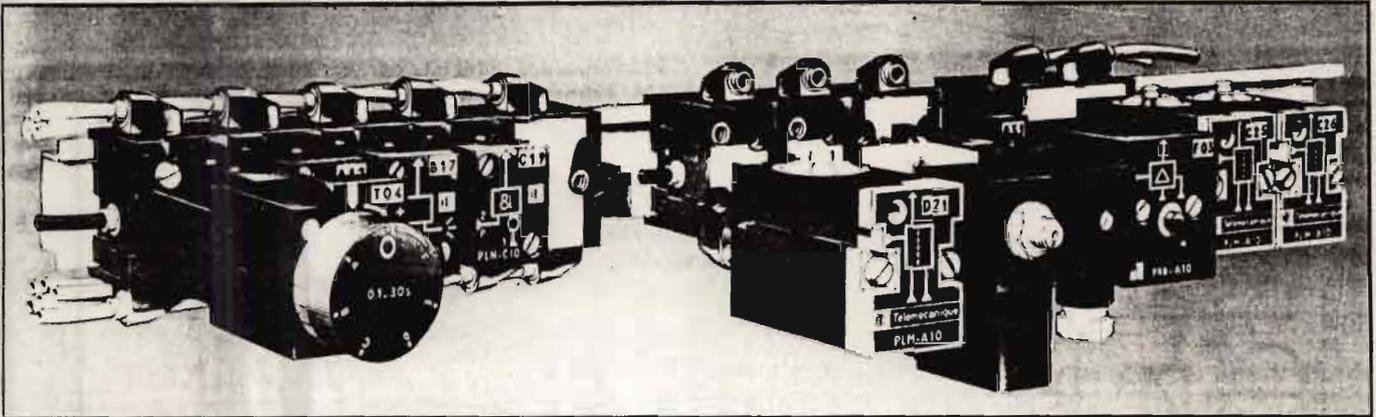
Pour chaque phase, le séquenceur délivre le signal de commande à la machine, et reçoit le signal en retour correspondant. Ce signal en retour déclenche la phase suivante dans le cycle, c'est-à-dire le module de phase voisin.





C (suite)

COMPOSANTS PNEUMATIQUES SUR EMBASES ASSOCIABLES



- Les composants ci-dessus peuvent s'associer par leurs embases. Le bloc ainsi formé est traversé par un canal de pression alimentant chacun des composants. Les composants reçoivent alors leurs signaux de commande d'un côté du bloc et délivrent leurs signaux de sortie de l'autre côté du bloc.
- Chacun des composants ci-dessus peut également être implanté, branché et utilisé séparément, avec la même embase. Dans les pages qui suivent (29 à 45), les différents composants pneumatiques sur embases associables sont décrits un à un.

PRINCIPE D'ASSOCIATION DES COMPOSANTS ET EMBASES

- **Chaque embase est utilisable séparément.**

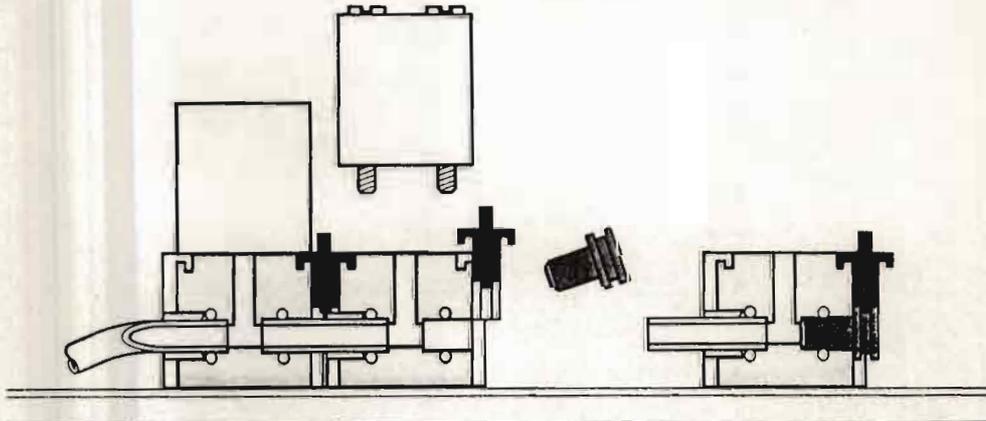
A cette fin, elle comprend :

- une connexion instantanée pour le raccordement de l'alimentation en pression ;
- un bouchon obturateur.

- **Chaque embase est associable à d'autres embases**

A cette fin, elle comprend :

- un embout d'interconnexion pour le collectif de pression ;
- une clavette intégrée pour réaliser l'accrochage mécanique.



Le bouchon obturateur est verrouillé en position par la clavette intégrée à l'embase.

La clavette d'embase est verrouillée en position par le composant monté sur l'embase.

L'embout d'interconnexion est verrouillé en position dans la connexion instantanée prévue pour l'alimentation en pression :

- pour brancher la pression, il suffit de retirer l'embout de la connexion comme s'il s'agissait d'un tube ;
- pour retrouver éventuellement un embout, utiliser un morceau de tube de 25 mm de longueur.



SÉQUENCEUR

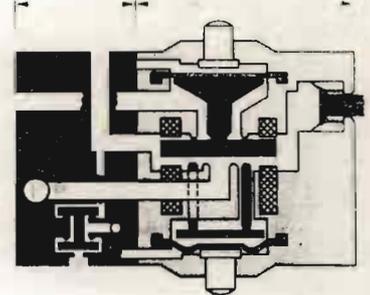
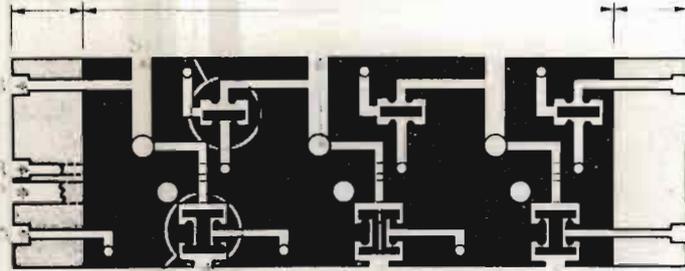
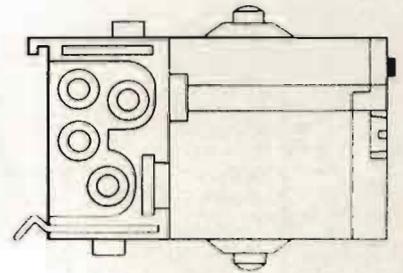
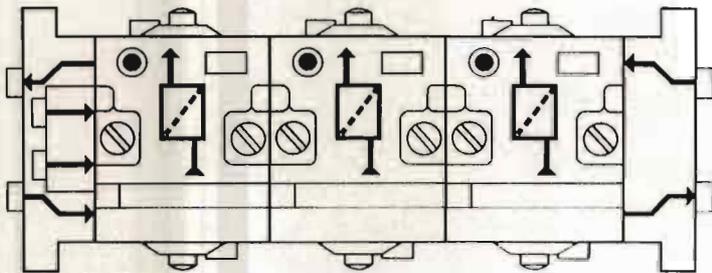
fonctionnement

Description : Chaque module de phase comprend une mémoire implantée sur une base. Chaque base inclut une cellule ET et une cellule OU. Lors de leur juxtaposition pour la constitution du séquenceur, les modules de phase sont

interconnectés entre eux par leur base (schémas ci-dessous). Les extrémités-séquenceur, tête et queue, encadrent la série de modules de phase ainsi juxtaposés.

L'ensemble est traversé :

- par le canal de pression P qui, depuis la tête-séquenceur, alimente les mémoires ;
- par le canal de remise à zéro R, également connectable sur la tête-séquenceur.



COUPE FONCTIONNELLE

SCHÉMA LOGIQUE

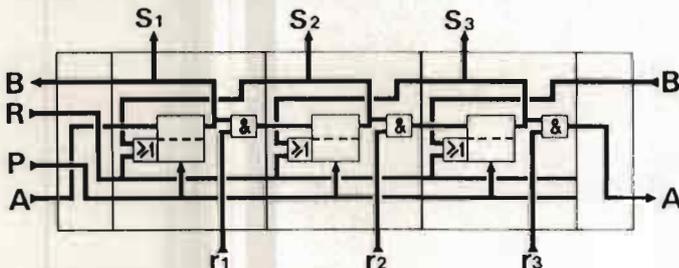
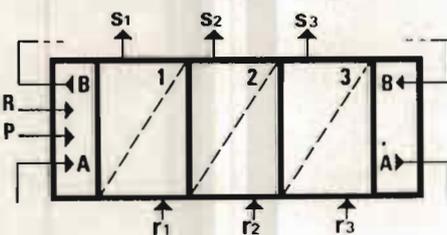


SCHÉMA D'USAGE



FONCTIONNEMENT :

La mémoire d'un module de phase est mise à l'état 1 par le signal arrivant de la cellule ET du module de phase précédent. La sortie de cette mémoire provoque alors 3 actions :

1. Elle assure le signal de commande S vers l'extérieur, prévu à cette phase du cycle.
2. Elle remet à zéro le module de phase précédent, à travers la cellule OU.
3. Elle alimente une entrée de la cellule ET.

Lorsque le mouvement déclenché à cette phase par le signal S est terminé, le signal en retour r atteint l'autre entrée de la cellule ET qui transmet le signal de mise à 1 au module suivant.

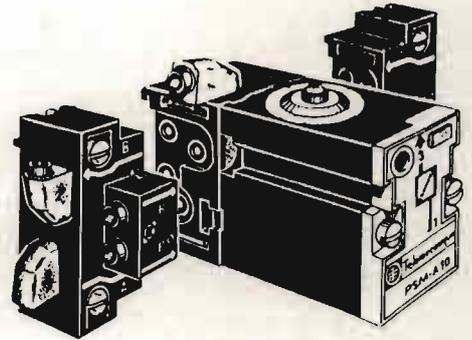
AVANTAGES DE CE SCHEMA MODULAIRE :

- La résolution d'un cycle séquentiel est immédiate (voir exemple page ci-contre).
- Le déroulement du cycle séquentiel est visualisé : à tout moment, un voyant indique la phase active.
- Le cycle ne peut se dérouler que dans l'ordre prévu : un signal en retour intempestif ne peut le perturber (seule la cellule ET de la phase active est passante).
- L'introduction de modes de marche, arrêts d'urgence, sécurités, etc., est immédiate.

CONSTITUTION D'UN SÉQUENCEUR A PARTIR D'APPAREILS COMPLETS

A partir de modules de phase complets, les séquenceurs les plus courants peuvent être simplement constitués :
Séquenceur à connexions frontales et à commandes manuelles.

Un séquenceur pour un cycle de n phases
n Modules de phase complets
+ 1 jeu Extrémités-séquenceur (tête + queue).



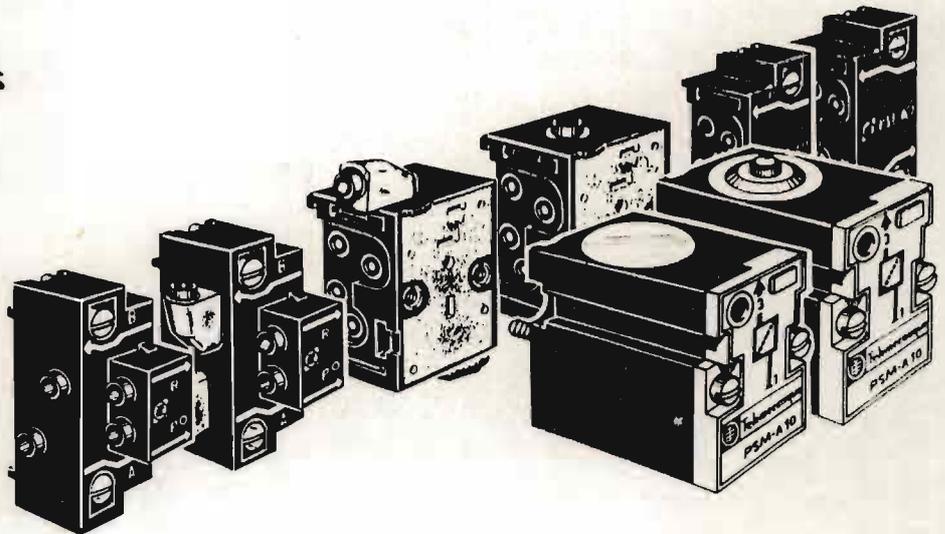
CONSTITUTION D'UN SÉQUENCEUR A PARTIR DE COMPOSANTS SÉPARÉS

Un module de phase est constitué :

d'une base séquenceur ;
d'une mémoire séquenceur.
A partir de ces composants séparés, les variantes suivantes peuvent être obtenues :

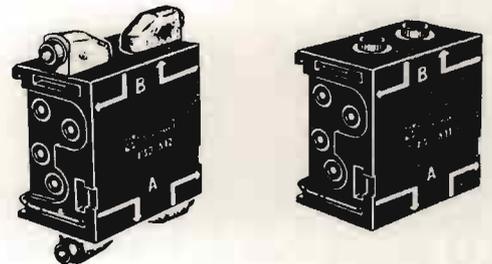
- Séquenceur à connexions latérales ou à connexions frontales, avec ou sans témoin de pression.
- Séquenceur avec ou sans commandes manuelles.

Nota : en principe, le dernier module d'un séquenceur doit être équipé de commandes manuelles pour l'armement de ce séquenceur.



DÉRIVATIONS - SÉQUENCEUR

Pour la résolution de cycles complexes, avec mise en parallèle de plusieurs séquenceurs, une dérivation-séquenceur, insérée entre deux modules de phase, permet d'intercepter les signaux transmis entre ces deux modules.
(Voir applications au chapitre "schémas-séquenceur".)



Pour commander un séquenceur
Encombrement des séquenceurs

→ page 2
→ page 2

Caractéristiques générales
des composants
Modes de branchement et d'implantation
SCHEMAS-SÉQUENCEUR

→ page 20
→ pages 16-17
→ page 75