

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

17/87

وزارة التعليم والبحث العلمي

lex

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المكتبة
BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : Génie - Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE EXPERIMENTALE
D'UN SYSTEME HYDRAULIQUE
ASSERVI

Proposé Par :

A. Werner

Etudié par :

SADOU Salah

Dirigé par :

A. Werner

PROMOTION : Janvier 1987

STANDARD SYSTEM

Dedicates

Je dedie ce modeste travail :

- A mes parents
- Ma famille
- A tous mes amis

Remerciements

Je tiens à remercier, tout particulièrement, Monsieur Werner, mon promoteur, avec qui j'ai appris beaucoup de choses.

Je remerci aussi Monsieur Tahidoui Aziz, tourneur du département de Génie-mécanique de l'EN.P pour son aide précieuse.

Enfin que tous ceux qui m'ont facilités la tâche dans mon travail, trouveront ici l'expression de mes sincères remerciements

Ministère de l'enseignement supérieur
Ecole nationale polytechnique
Département: Génie mécanique
Promoteur: Andrzej Werner
Élève ingénieur: SADOV Salsah

وزارة التعليم العالي
المدرسة الوطنية متعددة التقنيات
دائرة: الهندسة الميكانيكية
موجه: السراج قارنار
التأليف المهندس: سعدو صالح

الموضوع: الدراسة التجريبية للجهاز صائر (هيدروليكي)
المخلص: ان هذا المشروع يتخذ من تشغيل ودراسة جهاز صائر لعقود
(هيدروليكي) لعقود عربية رابعة. لقد استعملنا في هذا المشروع
ضخمة التجارب الموجودة يعتبر تجعل الطاقمة وذلك من اجل
تغذية الجهاز وتحويل القوة وقياس خصائصه.

Subject: ETUDE EXPERIMENTALE D'UN SYSTEME HYDRAULIQUE ASSERVI

RESUME: Ce projet consiste à mettre en marche et étudier
un système hydraulique de direction d'un chariot
de manutention. Pour l'alimentation, la simulation de la
charge et la mesure des caractéristiques, nous avons utilisé
un banc d'essais d'éléments hydrauliques existant au
laboratoire d'énergétique

Subject: EXPERIMENTAL STUDY OF HYDRAULIC SYSTEM OF STEERING

ABSTRACT: A hydraulic steering of a lift truck has been put
in service and investigated. A hydraulic element test
rig existing in the energetic laboratory was used
to supply this system, to simulate its charge
and to measure its parameters.

SOMMAIRE

Introduction	1
Chap I : Installation expérimentale	2
I.1 : Description du banc d'essai d'éléments hydrauliques	2
I.1.1 : Réservoir d'huile	2
I.1.2 : Pompe à engrenage	2
I.1.3 : Appareils de régulation et de filtration	3
I.2 : SYSTEME HYDRAULIQUE DE DIRECTION	
I.2.1 : Description du système hydraulique de direction	13
I.2.1.1 : Distributeur	13
I.2.2 : Fonctionnement d'un système hydraulique de direction	16
I.2.2.1 : Position neutre	17
I.2.2.2 : Rôle du clapet de non-retour	17
I.2.3 : Raccordement du banc d'essai au système de direction	19
Chap II : HISTORIQUE DE L'INSTALLATION	22
II.1 : TRAVAUX REALISÉS PRECEDEMENT	22
II.2 : SITUATION DE L'INSTALLATION AU DEBUT DE NOTRE TRAVAIL	25
Chap III : BUTS DE NOTRE TRAVAIL	28
Chap IV : NOUVELLE CONCEPTION DU MONTAGE DE L'INSTALLATION	29

Chap V

V.1: LES FUITES DANS LA POMPE

A MAIN	31
V.1.1: NIVEAUX DES FUITES	31
V.1.2: Consequences des fuites	32
V.1.2.1: Fuites «très importantes»	32
V.1.2.2: Fuites «moyennes»	32
V.2: BLOCAGE AU NIVEAU DE L'ACCOUPLLEMENT TIGE DE LA POULIE- TIROIR	35

chap VI: ESSAIS REALISÉS

INTRODUCTION

VII.1: MODE OPERATOIRE	43
VII.2: ESSAIS EFFECTUÉS	43
VII.2.1: Force necessaire pour vaincre la tension du ressort	45
VII.2.2: Rapport des pressions dans les chambres I et II du varin	45
VII.2.3: Relation entre la vitesse de translation du varin et l'effort sur la poulie	47
VII.2.3.1: Cas où la charge est nulle dans la chambre II du varin	47
VII.2.3.2: Cas où la charge n'est pas nulle dans la chambre II du varin	49

CONCLUSION

ANNEXE : DOCUMENTS PREPARES POUR EXPLIQUER LE FONCTIONNEMENT DU DISTRIBUTEUR	54
--	----

INTRODUCTION

Le banc d'essai des éléments hydrauliques qui existe au niveau du laboratoire d'énergetique a été mis en marche par M. Amrouche. Deux autres étudiants, MM. Zenekhri et Boumendjel, ont adopté un système de direction hydraulique sur ce banc.

Mais tout le travail effectué jusqu'à maintenant ne permet pas encore l'exploitation de toute l'installation (banc d'essai plus système de direction hydraulique)

Notre tâche dans cette thèse est de continuer le travail commencé précédemment pour préparer l'installation à une utilisation expérimentale, éventuellement, dans le cadre d'une séance de travaux pratiques.

Le but précis de notre projet sera présenté dans le chapitre III après avoir décrit le banc d'essai et le système de direction hydraulique.

CHAPITRE I

L'installation expérimentale qui se trouve au département d'énergie se compose d'un banc d'essai d'éléments hydrauliques et d'un système de direction hydraulique prit sur un chariot de maintenance.

Dans ce chapitre nous allons décrire ces deux parties de l'installation.

I.1 DESCRIPTION DU BANC D'ESSAI

Ce banc d'essai est compact. Il comporte, pratiquement, tous les appareils nécessaires pour fournir, réguler (la pression et le débit) le fluide hydraulique utilisé, dans l'élément à essayer (fig I.4 et I.5)

Il se compose des parties principales suivantes :

- Réservoir d'huile
- Electropompe
- Appareils de mesure, de régulation et de filtration.

I.1.1 Réservoir d'huile :

Il a une capacité de , de l'huile TISKA 33.

I.1.2 Pompe à engrenage :

Sa fonction est de pomper l'huile du réservoir pour alimenter l'élément hydraulique à essayer.

Elle a une puissance de 3 kW et un débit de 16,4 l/min. Son moteur à une d.d.p de 380/440 V

I.1.3 Appareils de mesure, de régulation et de filtration.

Ces appareils composent trois circuits :

- Un circuit d'alimentation
- deux circuits de retour identiques, A et B.

I.1.3.1 Circuit d'alimentation : (fig I.4)

Il contient

- Une soupape de sécurité
- Un filtre à huile
- Un régulateur de débit
- Deux manomètres

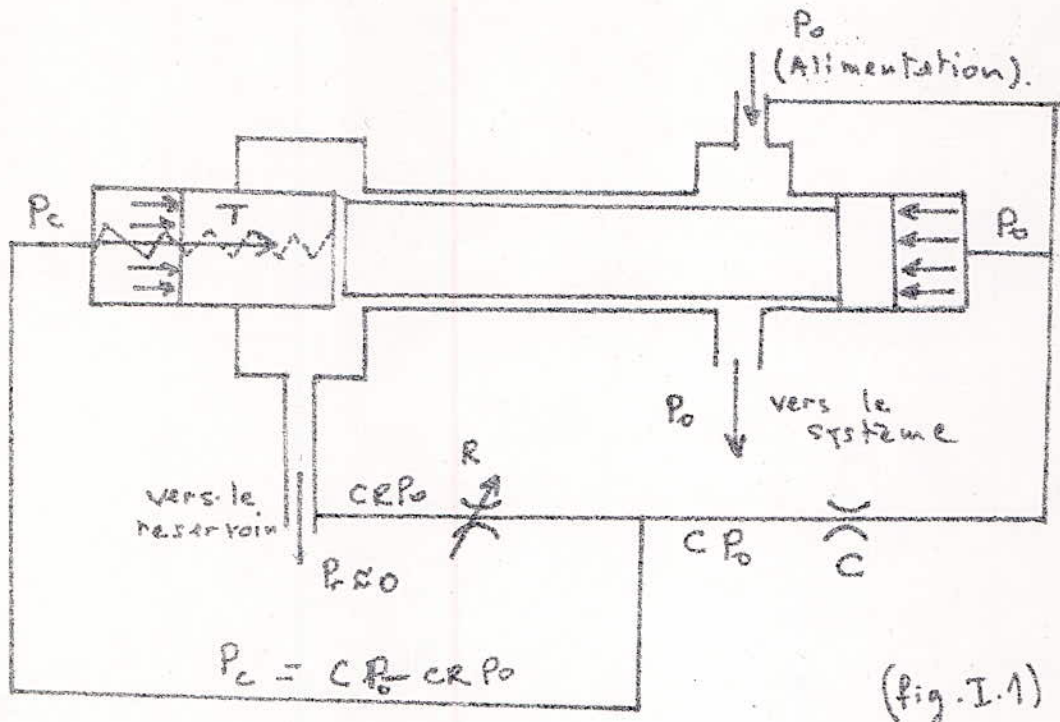
I.1.3.1.1 Soupape de sécurité

* Son rôle :

Placée après la pompe dans le circuit hydraulique de l'installation, elle permet de régler la pression en amont du filtre.

Elle protège les appareils et la pompe d'alimentation des éventuelles surcharges qui peuvent survenir dans le circuit hydraulique de l'installation pendant le fonctionnement. (fig I.1)

* * Mode de fonctionnement de la soupape de sécurité



En équilibre le tiroir de la soupape est sous l'action de 2 forces égales :

$$P_c A + T \quad \text{et} \quad P_0 A$$

avec :

P_0 : pression à l'entrée de la soupape

A : section du tiroir de la soupape

C : la résistance constante

R : coefficient variable de la résistance

$$0 \leq R \leq 1$$

T : tension du ressort

A l'équilibre on a donc :

$$P_c A + T = P_o A$$

$$P_c + \frac{T}{A} = P_o$$

$$P_c = C(1-R) P_o$$

$$\text{posons } k = C(1-R)$$

$$P_c = k P_o$$

$$k P_o + \frac{T}{A} = P_o$$

$$(1-k) P_o = \frac{T}{A}$$

$$P_o = \frac{T}{A(1-k)}$$

$T/A = \text{constante}$

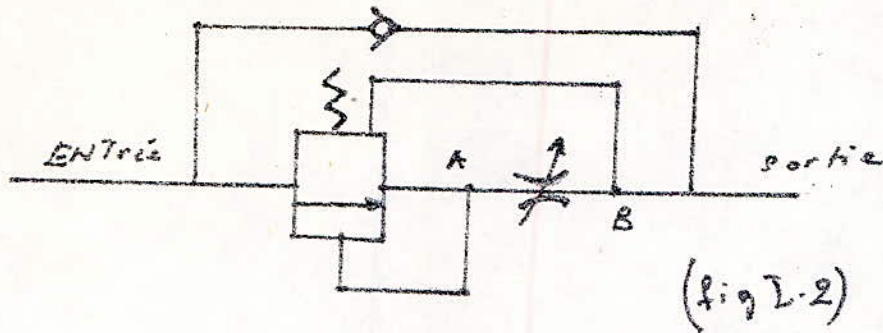
donc en agissant sur k , nous pouvons avoir la pression voulue P_o dans le système à essayer.

I.1.3.1.2 Filtre à huile :

Ce filtre est monté après la soupape de sécurité. Son rôle est de filtrer l'huile des particules qu'il contient. Il a un pouvoir filtrant de 25μ .

I.1.3.1.3 Régulateur à débit variable

Ce régulateur (fig. I.2) est monté en aval du filtre. Il est constitué d'une valve de régulation à clapet, d'un étrangleur et d'un clapet de non-retour.



Le rôle de cet appareil est de maintenir un débit constant Q . Ce but est réalisé en maintenant une perte de charge constante, au moyen de la valve de régulation, à travers son étrangleur réglable.

C'est à dire si

ΔP : perte de charge, maintenue constante

Q : débit d'huile

k : coefficient réglable de l'étrangleur

$$\Delta P = k \cdot Q^2$$

Le clapet de non-retour permet au fluide de retourner dans le sens inverse de son écoulement. Ce retour se fera, donc, dans un circuit autre que le principal.

I.1.3. 1.4 Manomètres :

Deux manomètres sont montés sur le circuit d'alimentation. L'un en amont du régulateur de débit, l'autre à son aval.

I. 1.3.2 Circuit de retour

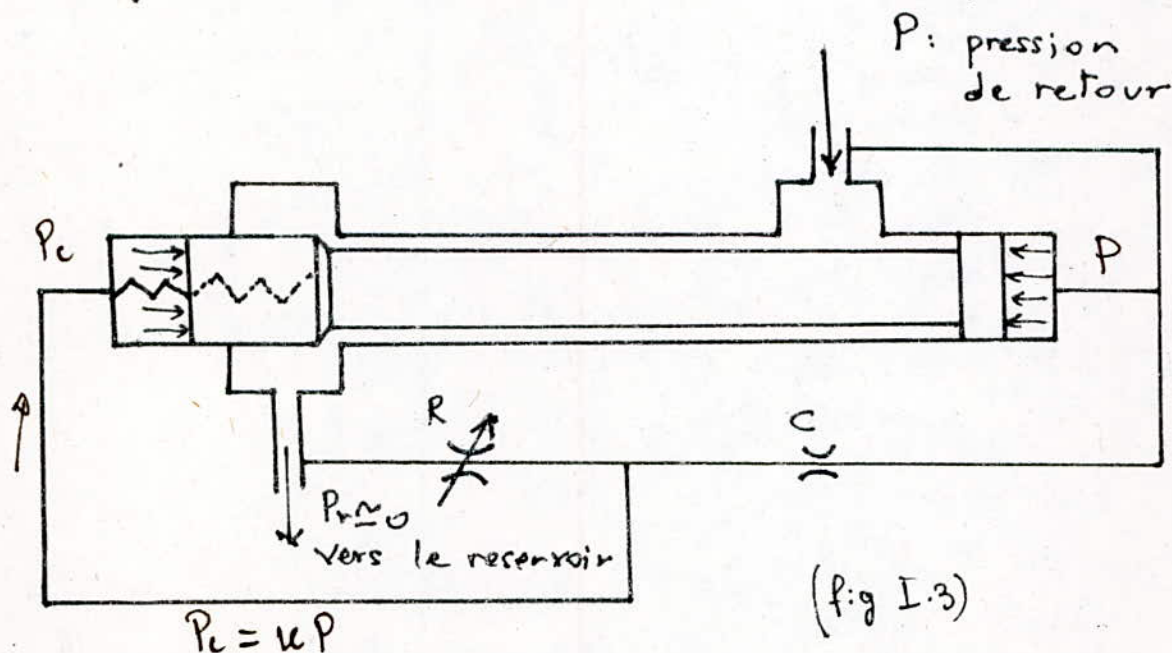
Le retour de l'huile vers le réservoir se fait par deux circuits identiques, A et B, l'un indépendant de l'autre.

Chaque circuit comporte les appareils suivants :

- Un régulateur de pression
- un clapet de non-retour
- un manomètre
- un débitmètre (commun au circuit A et B)

I. 1.3.2.1 Régulateur de pression de retour

Il a la même conception que la soupape de sécurité. Mais dans le régulateur de pression la ligne vers le système est supprimée. (fig I.3)



Il y a deux régulateurs de pression de retour sur le banc d'essai. L'un sur le circuit A, l'autre sur le circuit B.

La plage des pressions du régulateur A est comprise entre 3 et 35 bar, celle du régulateur B entre 3 et 70 bar.

I.1.3.2 Clapet de non-retour :

Ces deux clapet permettent d'isoler le circuit A du circuit B. (fig 1.4)

I.1.3.3 Manomètres

Ils servent pour mesurer les pressions de retour.

I.1.3.4 Débitmètre

Il est commun aux circuits A et B. Son cadran est gradué en l/min

I.1.3.5 Les différentes situations de retour d'huile

L'ouverture et la fermeture, d'une façon combinée, des trois robinets qui se trouvent sur chaque circuit de retour (fig 1.5) permettent d'avoir quatre situations différentes de retour d'huile vers le réservoir :

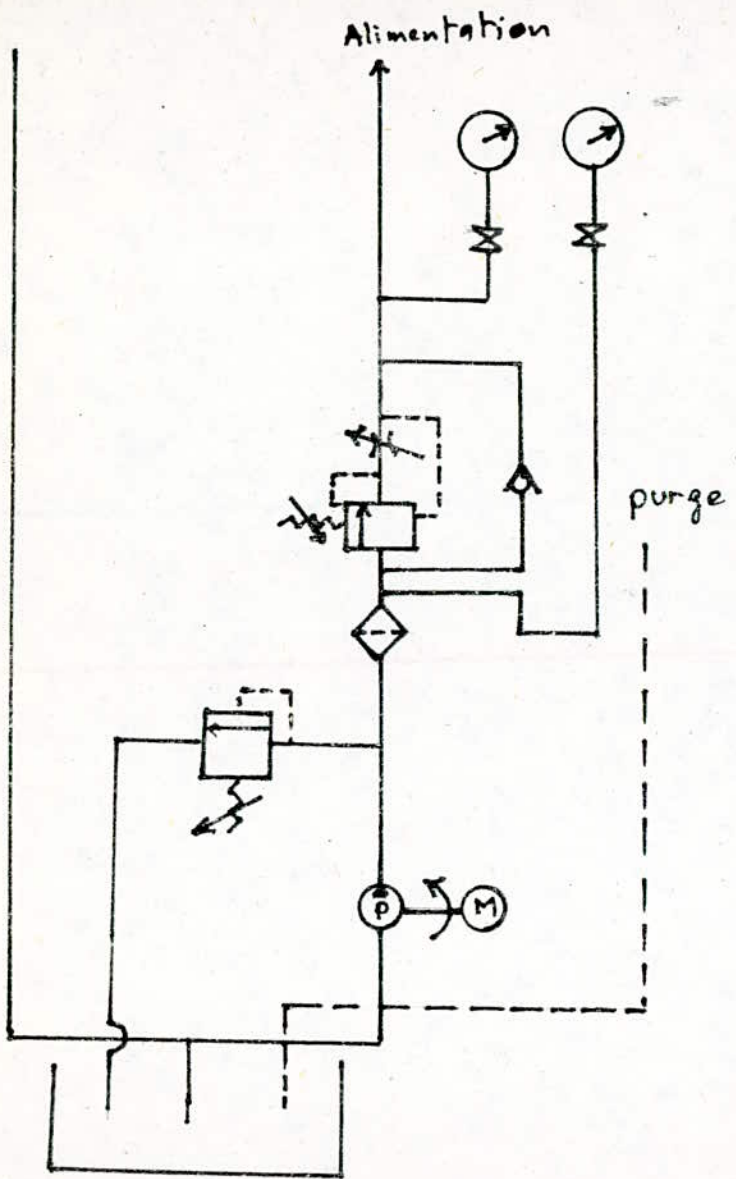
a) Retour à pression de refoulement libre sans mesure de débit (fig 1.6)

b) Retour à pression de retour libre avec

mesure de debit (fig I.6)

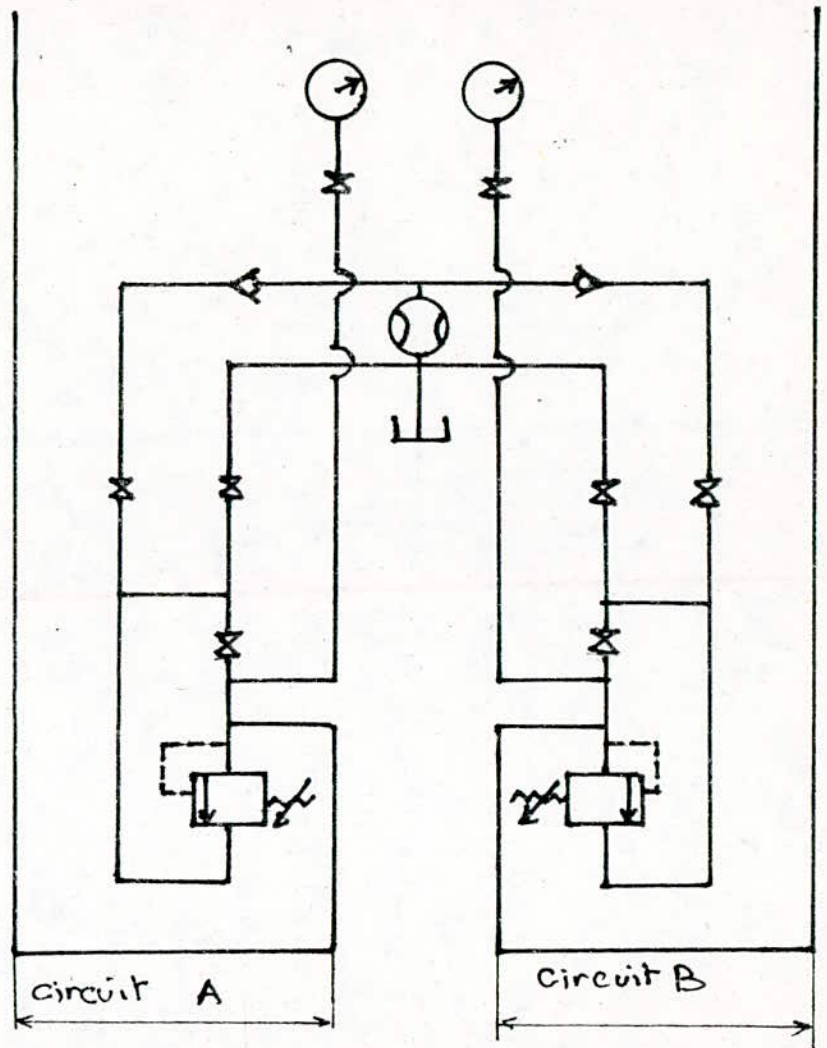
c/ Retour à pression de retour réglable avec
mesure de debit (fig. I.7)

d/ Retour à pression de retour réglable sans mesure
de debit (fig. I.7)



Circuit d'alimentation
(fig 1.4)

Schema du banc d'essai

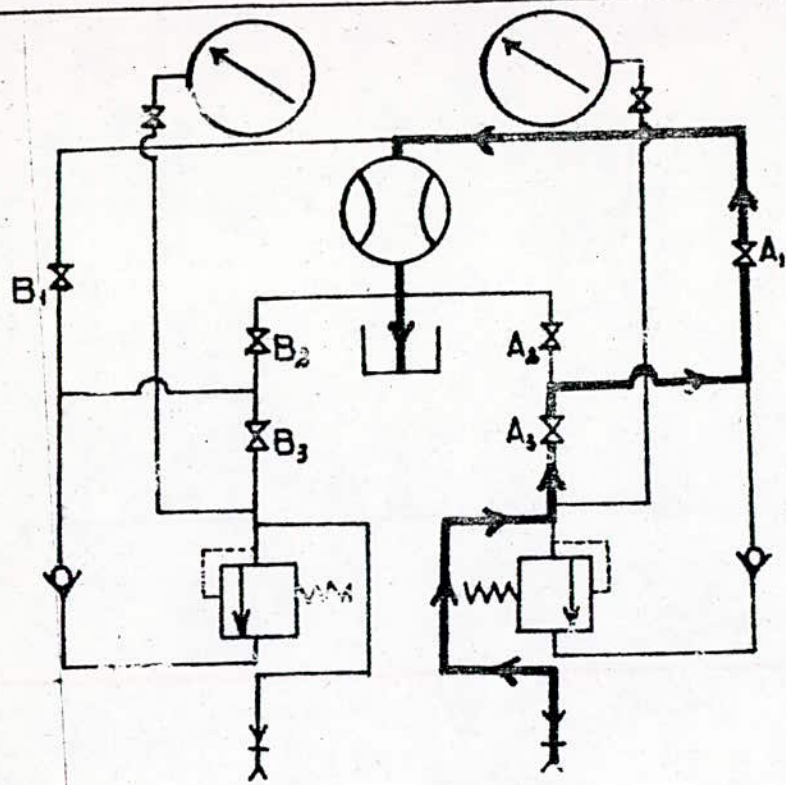


Circuits de retour

(fig 1.5)

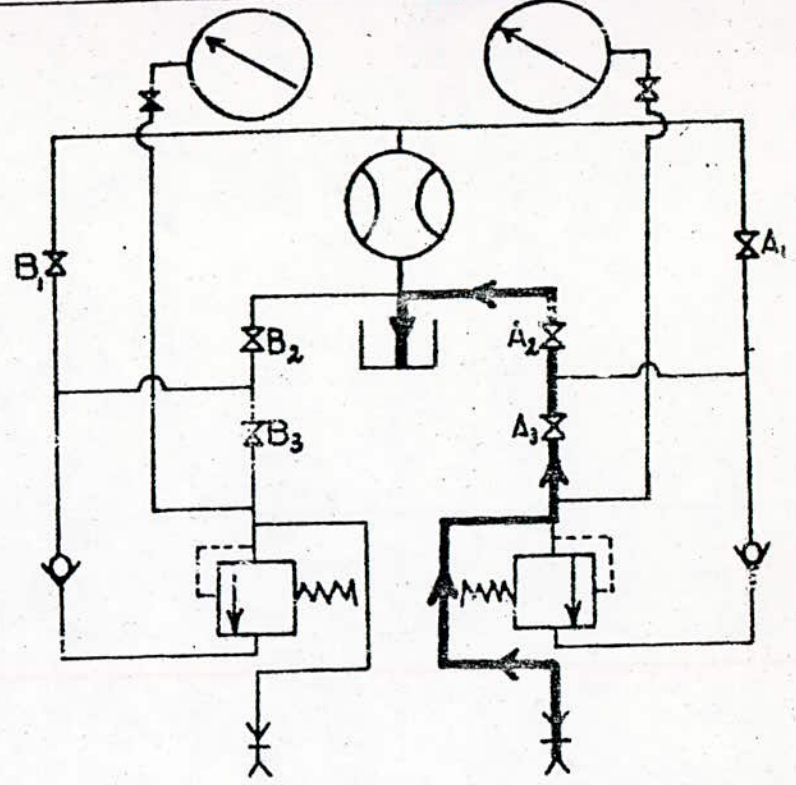
fig 1.6

11



- 1. Ouverte
- 2. Fermée
- 3. Ouverte

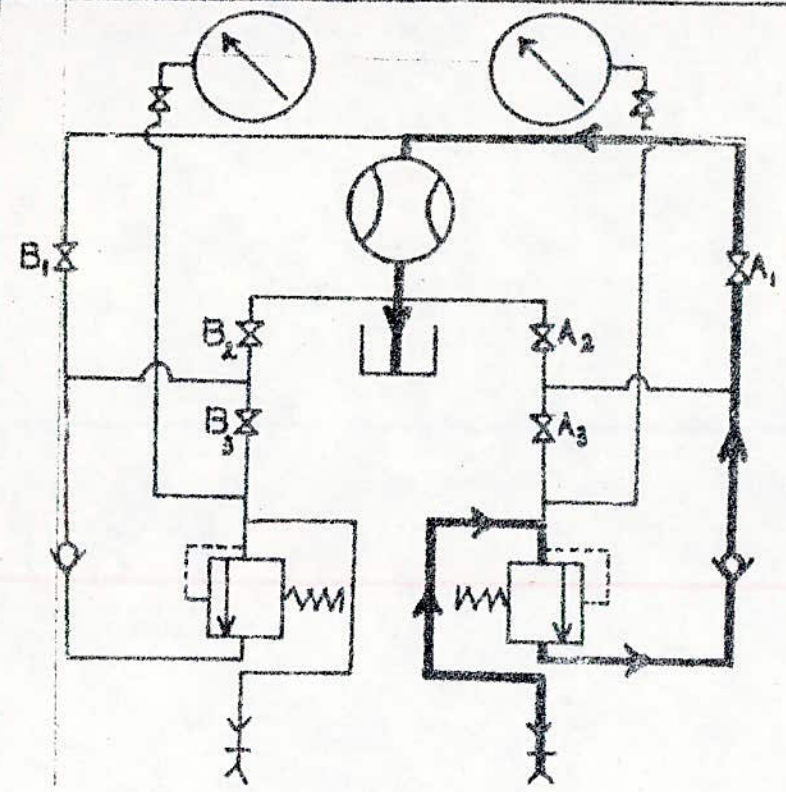
RETOUR LIBRE AVEC MESURE DE DEBIT



- 1. Fermée
- 2. ouverte
- 3. ouverte

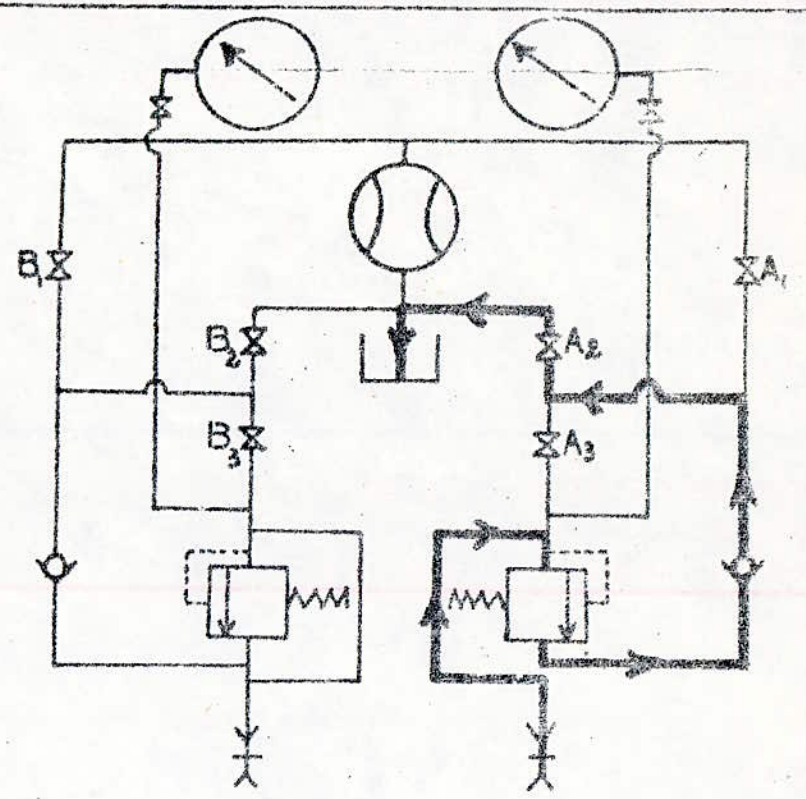
RETOUR LIBRE SANS MESURE DE DEBIT

Fig. 14
12



1. Ouverte
2. Fermée
3. Fermée

RETOUR A PRESSION REGLABLE AVEC
MESURE DE DEBIT



1. Fermée
2. Ouverte
3. Fermée

RETOUR A PRESSION REGLABLE SANS MESURE
DE DEBIT

I.2 SYSTEME HYDRAULIQUE DE DIRECTION

L'élément hydraulique utilisé dans le cadre de ce projet est un système de direction assistée d'un chariot de manutention.

I.2.1 Description du système hydraulique de direction.

Il se compose des parties suivantes :

- Distributeur
- Volant de manœuvre
- Verin à une seule tige et à double effet

I.2.1.1 Distributeur

Il est constitué par les parties suivantes :

- Stator
- Rotor
- Arbre de la poulie accouplé au rotor
- Tiroir
- Ressort en x
- Goupille
- Manchon
- Bille du clapet de non-retour
- Butée

(fig I. 8)

Orifice
vers le vérin

Orifice de
retour

Orifice
vers le vérin

Orifice
d'alimentation

Vue montrant les orifices
de raccordement

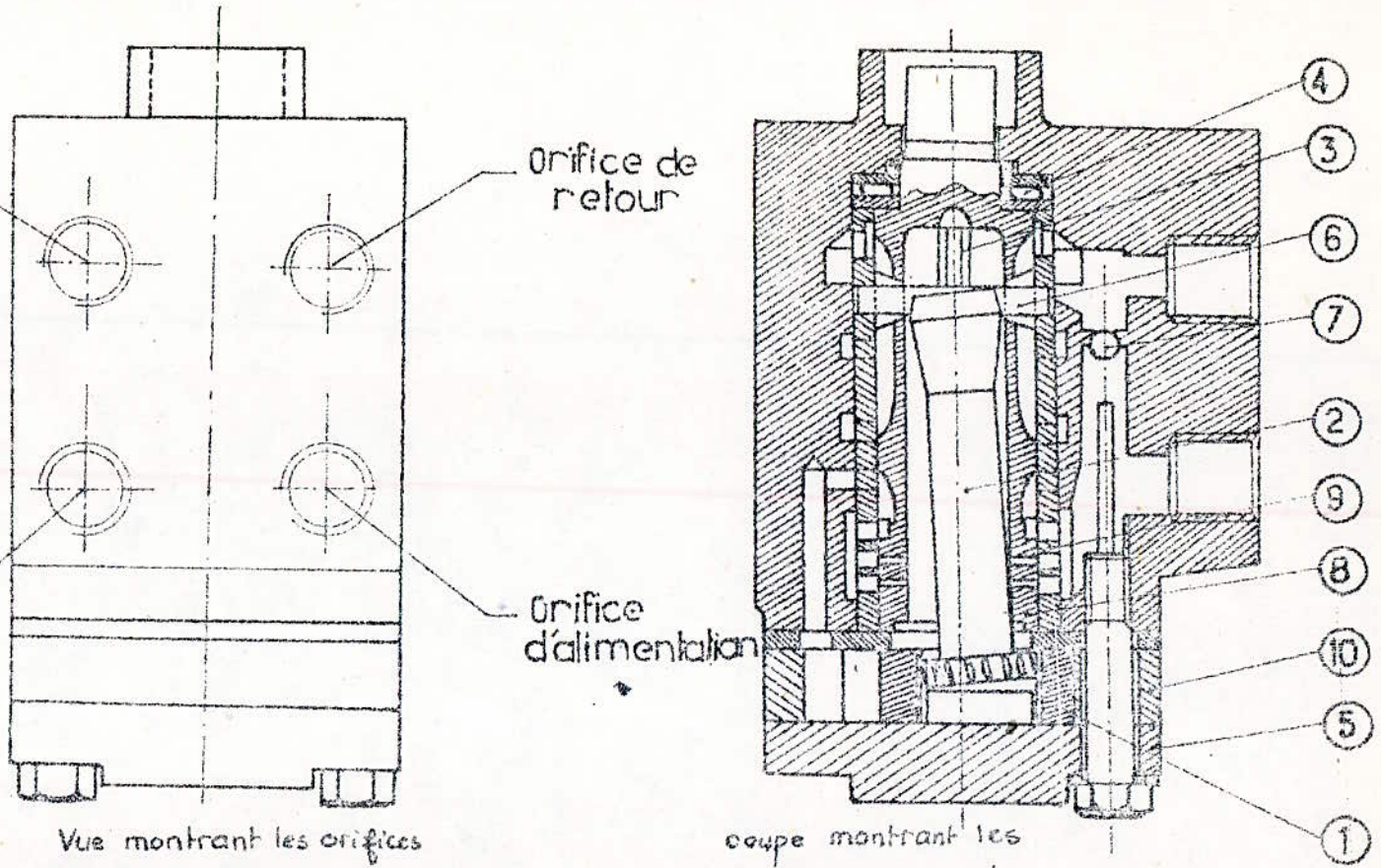
coupe montrant les
différents organes

14

fig I. 8

DISTRIBUTEUR

fig I. 8



Nomenclature du distributeur de direction

- ① - Rotor
- ② - Arbre d'entraînement (lieu du rotor)
- ③ - Ressort au x
- ④ - Roulement à aiguilles
- ⑤ - couvercle
- ⑥ - Goupille (axe de guidage)
- ⑦ - Bille du clapet de non-retour
- ⑧ - Manchon
- ⑨ - Tirroin
- ⑩ - stator

I.2.2 Fonctionnement d'un système hydraulique de direction.

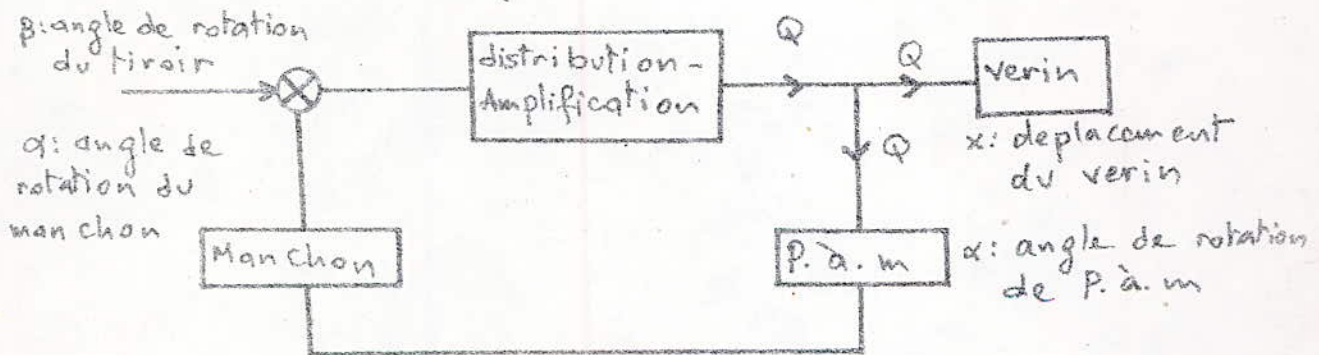
En entraînant le distributeur par l'intermédiaire du volant nous aurons le braquage des roues (Cas d'un véhicule par exemple) par le vérin. Ce distributeur est branché à l'alimentation de l'huile sous pression, au réservoir de l'huile, où règne la pression atmosphérique, et par deux conduites aux deux chambres du vérin.

L'écoulement est commandé par la position relative de deux éléments mobiles intérieurs au distributeur: le manchon et le tiroir.

Le mouvement de ce tiroir (rotation d'un angle β) est imposé par le volant.

La conception du distributeur impose la concordance d'un déplacement x du vérin avec la rotation d'un angle α de la pompe à main. Un axe qui lie la pompe à main (P.à.m) du manchon, permet le même angle de rotation α , de ce dernier.

Le même débit d'huile (Q) traverse la P.à.m et le vérin.



Boucle de régulation du système de direction

I.2.2.1 Positio neutre

Lorsque il n'y a de rotation relative entre le tiroir et le manchon (fig I.9) nous avons la position neutre. Dans ce cas les 18 couples de petits trous (du côté de pompe à main) sur le manchon ~~et~~ sur le tiroir se trouvent en phase. Dans cette position l'huile qui arrive de l'alimentation traverse les petits trous du manchon puis ceux du tiroir, passe à l'intérieur de ce dernier, le trou oblong et les feuilles du ressort en X, et regagne le retour vers le réservoir.

I.2.2.2 Rôle du clapet de non-retour

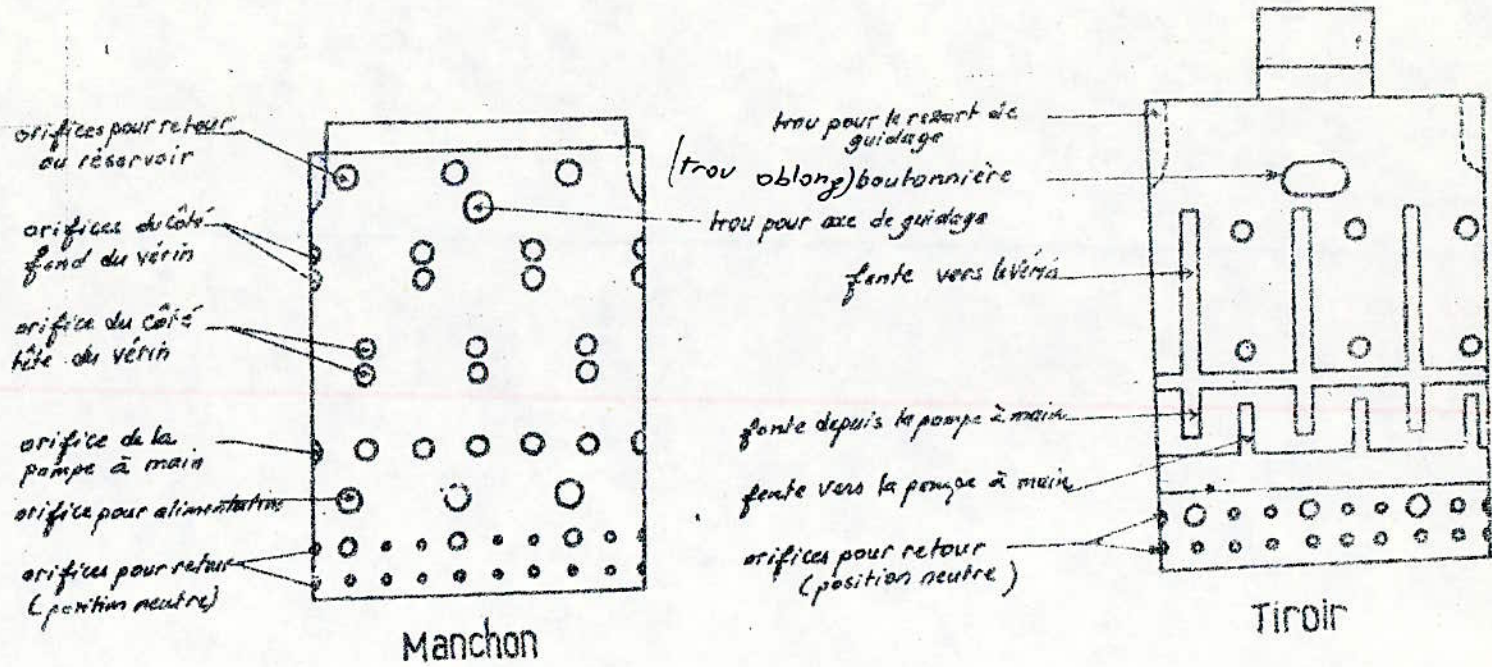
Placé entre la conduite de l'alimentation et celle du retour, dans le corps du distributeur (fig I.8), son rôle est d'interdire le passage de l'huile du retour vers l'alimentation quand on a un fonctionnement normal de la pompe du banc d'essai.

Lorsque cette dernière est hors service, il joue un autre rôle. Dans ce cas l'application d'une force sur le volant provoque la rotation de la pompe à main, ce qui crée une pression d'aspiration. Cette dernière pression agit sur la bille du clapet de non-retour et la fait déplacer.

Ce déplacement crée un passage qui permet l'écoulement de l'huile de la conduite de retour vers celle de l'alimentation.

Les deux conduites sont dans le corps du distributeur.

fig. 5.9



MANCHON ET TIROIR DU DISTRIBUTEUR

I.2.3 Raccordement du banc d'essai du système de direction

Le montage du système de direction sur le banc d'essai est fait au moyen de flexible (fig I.10)
Les raccords utilisés sont de type rapide et auto-obturant (fig. I.10)

La partie mâle du raccord est sur le flexible, la partie femelle sur le banc d'essai

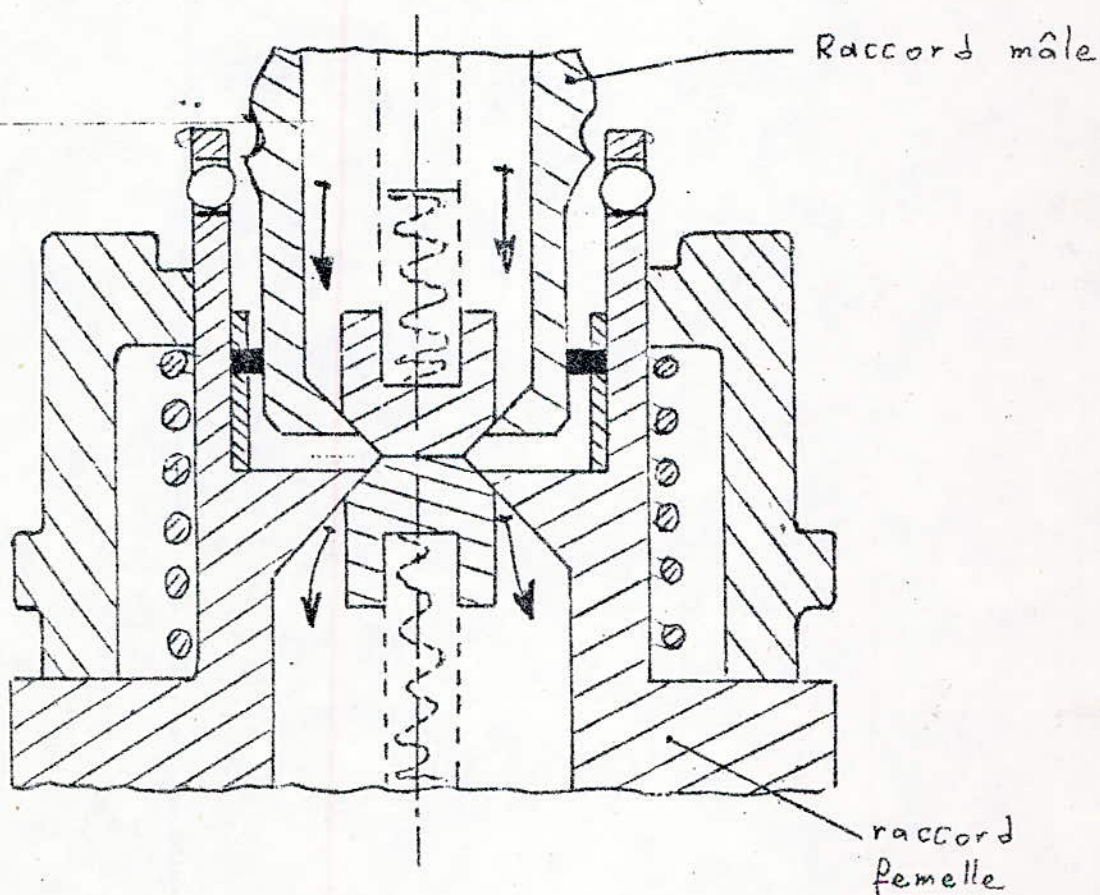


fig I.10

SCHEMA DU BANC D'ESSAIS
 AVEC LE SYSTEME HYDRAULIQUE DE DIRECTION

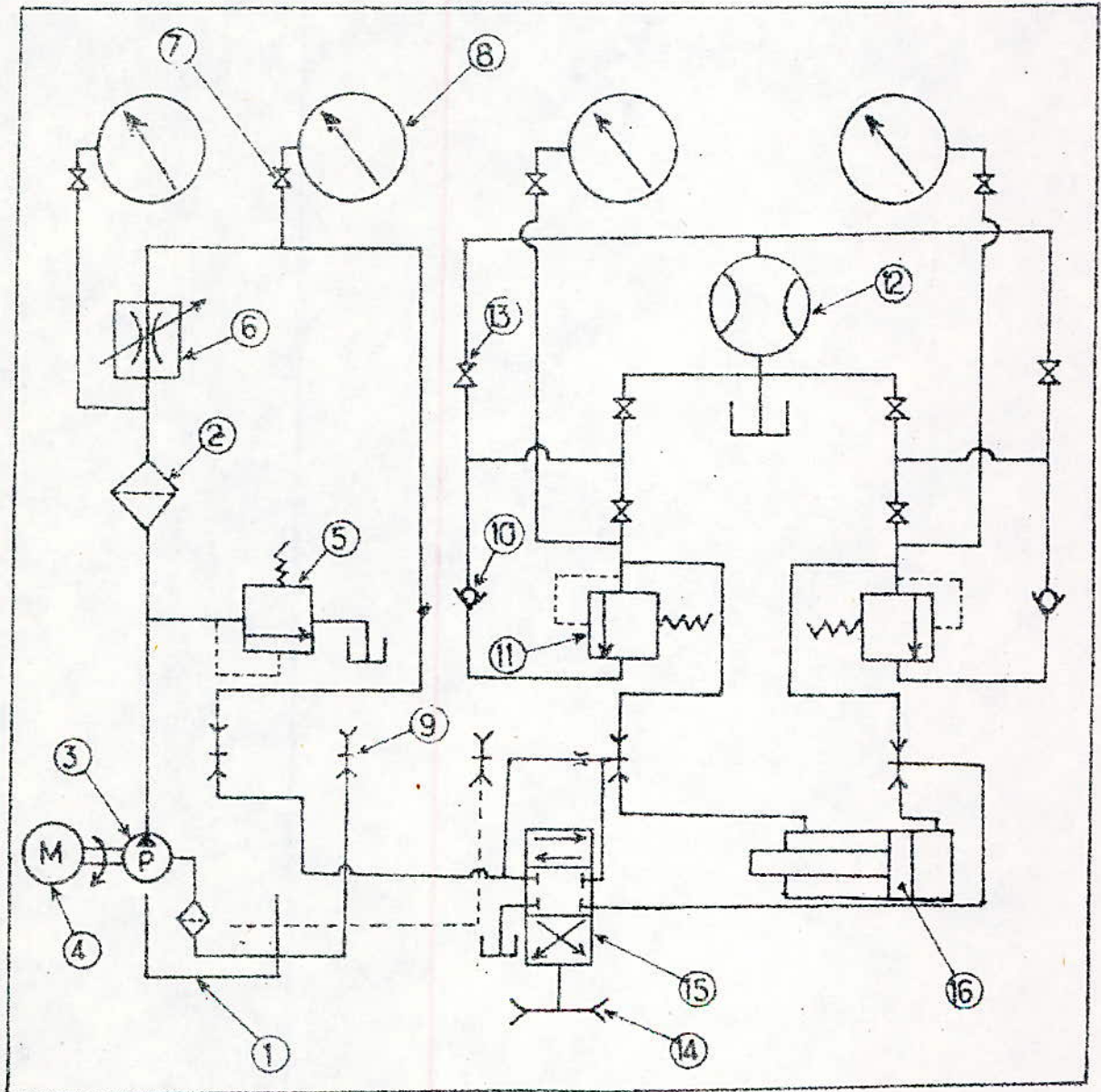


fig 11

REPERE	DESIGNATION	NOMBRE	REPERE	DESIGNATION	NOMBRE
1	Réservoir d'huile	1	9	Raccord rapide auto-obturant	5
2	Filtre à huile	2	10	Clapet anti-retour	2
3	Pompe d'alimentation	1	11	Régulateur de pression	2
4	Moteur électrique	1	12	Débitmètre	1
5	Régulateur de pression	1	13	Robinet (circuit de retour)	6
6	Régulateur de débit	1	14	Poulie de commande	1
7	Robinet (circuit-manomètre)	4	15	Distributeur	1
8	Manomètre	4	16	Vérin double effet simple tige	1

NOMENCLATURE DES ORGANES
DU BANC D'ESSAIS

CHAPITRE II

II.1 - TRAVAUX REALISÉS PRECEDEMENT :

Le premier qui a travaillé sur le banc est M. N. Amrouche.

Son étude se décompose de deux parties principales :

- Installation est mise en marche du banc d'essai
- Etude expérimentale des différents éléments constituant le banc.

Cette dernière partie comporte :

- * L'étalonnage du débitmètre
- * Essais sur le régulateur de débit
- * " " la soupape de sécurité
- * " " les deux régulateurs de la pression de retour

La deuxième étude est celle de M. Zenekhri. Elle consiste en l'adaptation d'un système de direction hydraulique sur le banc d'essai.

Les différentes de son travail étaient :

- Placement du système de direction hydraulique sur le plan de travail du banc d'essai
- conception du montage (fig II.1)
- Fabrication de raccords et branchement des différents éléments du montage.
- Analyse théorique des phénomènes hydrauliques dans le circuit du système de direction.

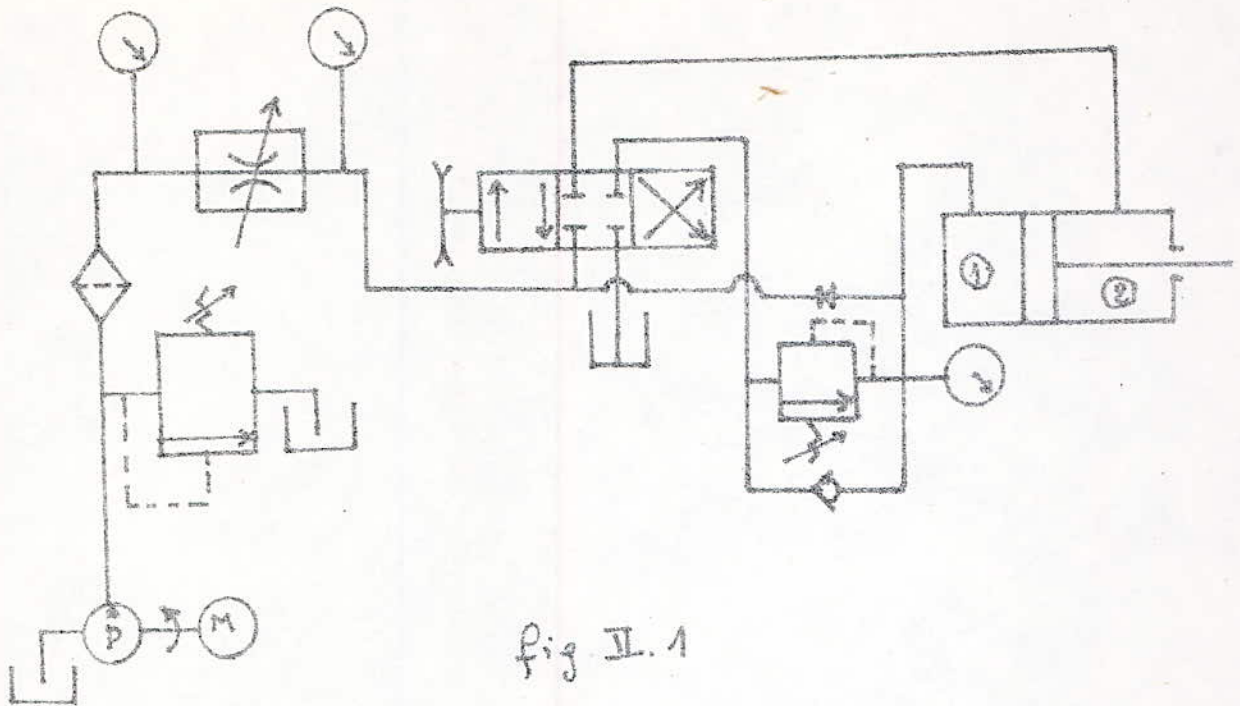


fig II.1

Inconvénients de ce système :

- Le montage fait avec des tubes en acier rendait les manipulations difficiles à cause de la rigidité des branchements.
- Une seule pression est mesurable car la chambre ② est liée directement du distributeur.
- Non étanchéité du système même à basse pression.

La tâche de M. H. Boumen djel consistait en premier lieu à résoudre ces problèmes et à faire certaines modifications.

- Son travail se résume comme suit :
- Changement des tubes d'acier par des flexibles ayant des raccords de montages et de démontages rapides.

- Modification du montage du système de direction. Ce qui permettait la lecture de la pression dans les chambres ① et ② du verin.
- Résolution, en partie, du problème d'étanchéité.
- Usinage de cinq raccords en laiton.

Montage réalisé lors de l'étude de M. H. Boumendjel :

Ce montage (fig II.2) est composé par les organes suivant :

- Un distributeur rotatif.
- Un volant de commande (Poulie)
- Un verin de direction à double effet et une seule tige

Les connexions dans ce montage sont réalisées par des flexibles

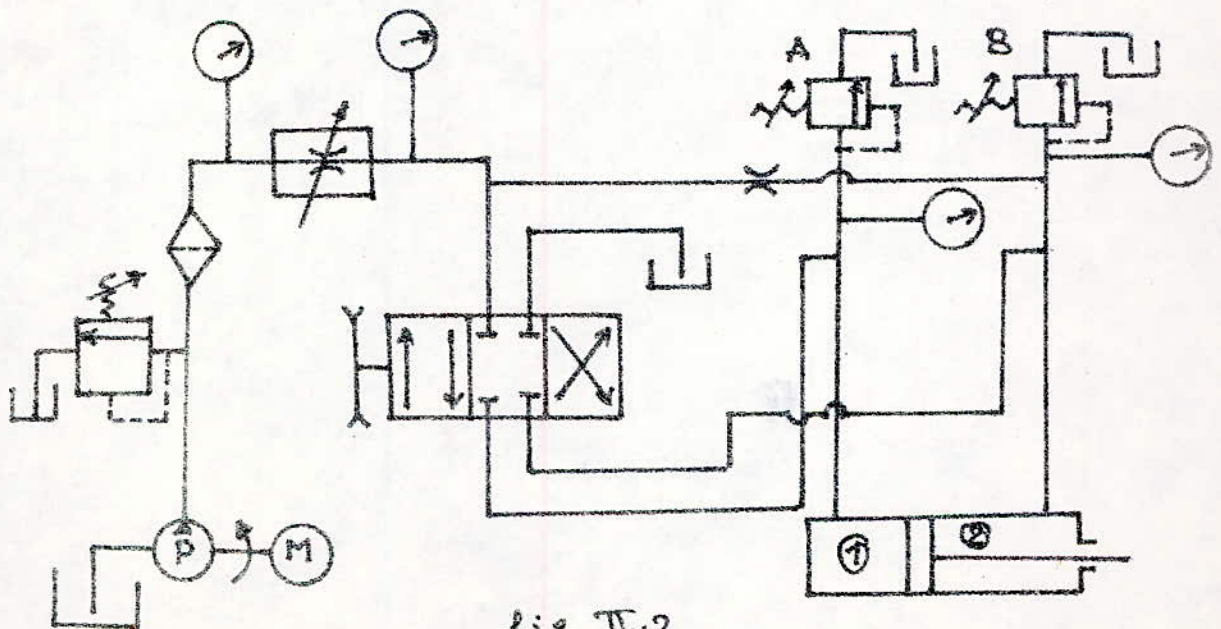


fig II.2

Une connexion est utilisée entre la chambre ① du verin et le distributeur.

Le réglage de la pression dans cette dernière chambre est assuré par le régulateur A, placé entre elle (la chambre) et le distributeur, dans cette dernière connexion.

Un branchement assure le passage de l'huile de l'alimentation à la chambre ② du verin.

Cette dernière liaison assure, à travers une résistance, le fonctionnement du régulateur B même lorsque le verin est arrêté.

Des essais de simulation de charges dans la chambre ② n'ont pas abouti. Cela est dû à l'écoulement de l'huile à travers la liaison partie ② du verin-distributeur. Par conséquent la pression dans cette dernière partie restait toujours nulle.

II.2 - SITUATION DE L'INSTALLATION AU DEBUT DE NOTRE TRAVAIL

II.2.1 - Manque d'huile :

Nous avons fait les démarches nécessaires pour la l'achat de l'huile, la T.I.S. K A. 33.
Adresse du revendeur : NAFTAL ALGER - PORT

II.2.2 - Orifices de la position neutre du distributeur non-bouchés :

L'obturation de ces trous est indispensable

du fait du nombre d'orifice qu'on a, 18 paires, beaucoup trop élevé pour la capacité de la pompe du banc d'essai.

Une première solution a été utilisée pour l'obturation de ces orifices. Elle consistait à utiliser une bague d'acier. Cette solution n'a pas donné les résultats escomptés car cette dernière bague, appuyée sur le tiroir (en acier), n'assure pas l'étanchéité des orifices. L'autre raison est la déformation de cette anneau lors de la pression de l'huile est élevée.

II.2.3 - Obturation du trou qui loge le clapet anti-retour :

La solution utilisée, un bouchon de caoutchouc, n'était pas la meilleur. Car du fure et à mesure ce caoutchouc est décomposé par le passage de l'huile sous pression. Les petits morceaux de caoutchouc décomposé bouchent des trous, utiles, du niveau du tiroir et du manchon. Ils peuvent aussi, créer des problèmes dans le filtre et dans l'étrangleur du régulateur de débit.

II.2.4 - Coincement du niveau de l'accouplement arbre de la poulie - verin.

II.2.5 - Verin détérioré.

II. 2. 6 - Fuites :

Beaucoup de temps a été perdu pour rendre l'installation étanche.

Ces fuites étaient au niveau de l'alimentation du distributeur, du retour du distributeur vers le réservoir, entre le tiroir et le corps du distributeur, du niveau de l'accouplement, et du niveau du Té de raccordement, du côté du régulateur B.

CHAPITRE III

BUTS DE NOTRE TRAVAIL

Dans le travail qu'on va réaliser nous nous sommes fixés comme buts à atteindre les points suivants :

- Démonstration du fonctionnement d'un système de direction sans charge. C'est à dire en faisant tourner la poulie nous aurons un déplacement de la tige du vérin.

- Simulation de charges à l'intérieur de la chambre ② du vérin

- Détermination de la relation entre M , moment appliqué sur la poulie, et V , vitesse de translation de la tige du vérin.

La réalisation de ces différents objectifs exige une nouvelle conception du montage du système de direction et la résolution de tous les problèmes posés précédemment.

CHAPITRE IV

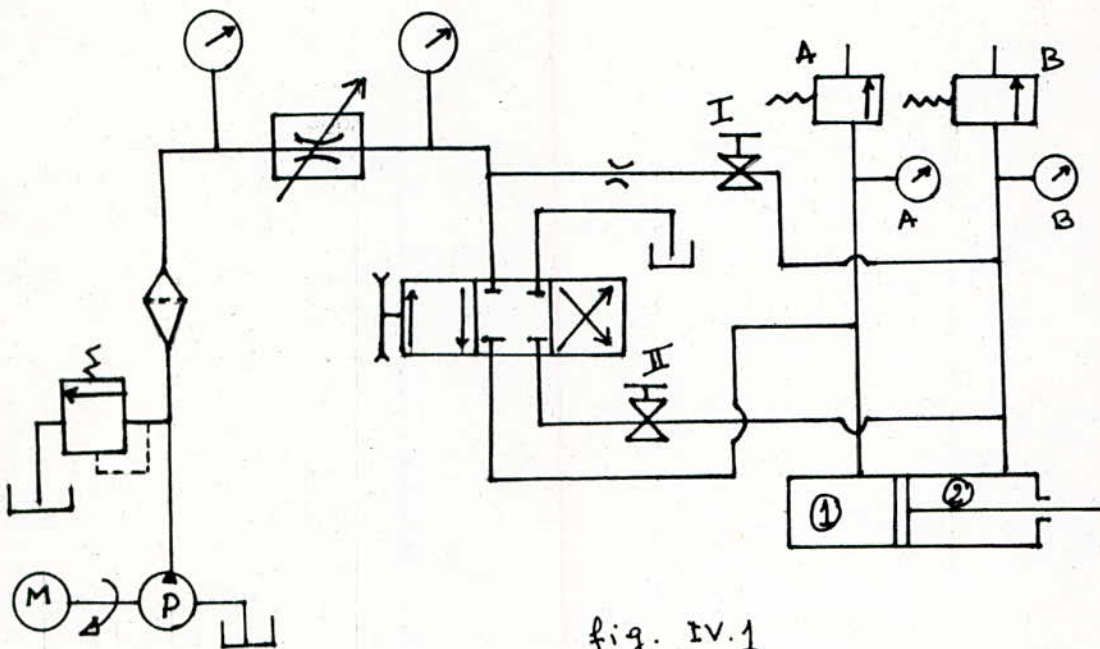


fig. IV.1

NOUVELLE CONCEPTION DU MONTAGE

Nous avons gardé le même montage, du système de direction, réalisé précédemment, en rajoutant deux robinets de haute pression (robinets mecobar).

Ces deux derniers sont introduits dans les deux connections : alimentation - chambre ② du verin pour le robinet I et distributeur - chambre ① du verin pour le robinet II (fig IV.1)

L'ouverture ou la fermeture des robinets I et II nous permettra d'avoir trois situations

différentes :

1^{er} situation : le robinet I ouvert et le II fermé.

C'est le cas où se trouve le système de direction quand il est monté sur un chariot de manutention. La manoeuvre de la poulie du distributeur dans un sens ou dans l'autre permettra d'avoir le déplacement de la tige du verin dans le sens correspondant.

Les pressions dans les chambres ① et ② seront faibles car la tige du verin n'est pas chargée.

2^{ème} situation : le robinet I fermé et le II ouvert.

Ce cas nous permettra d'avoir une pression assez élevée dans la chambre ② par rapport à celle qui règne dans la chambre ①. De cette façon nous simulerons une charge sur la tige du verin.

3^{ème} situation : les deux robinets sont ouverts

CHAPITRE V

V.1 LES FUITES DANS LA POMPE A MAIN

V.1.1 Niveaux des fuites :

Nous avons des fuites en deux niveaux différents :

* Entre les surfaces frontales de la pompe à main et du couvercle du corps du distributeur. Ces fuites sont dues au jeu qui existe entre ces deux surfaces (fig V.1)

* * Entre les chambres de la pompe à main. Elles (les fuites) sont dues, aussi, au jeu qui existe entre les dents du rotor et du stator, de la pompe à main. (fig V.2)

Remarque: les jeux cités plus haut sont nécessaires pour le fonctionnement de la pompe à main, mais on a des fuites lorsque les valeurs de ces deux jeux dépassent, pour diverses raisons, celle calculées lors de la conception de la pompe.

V.1.2 Les conséquences des fuites :

les fuites sont à des degrés d'importances différents :

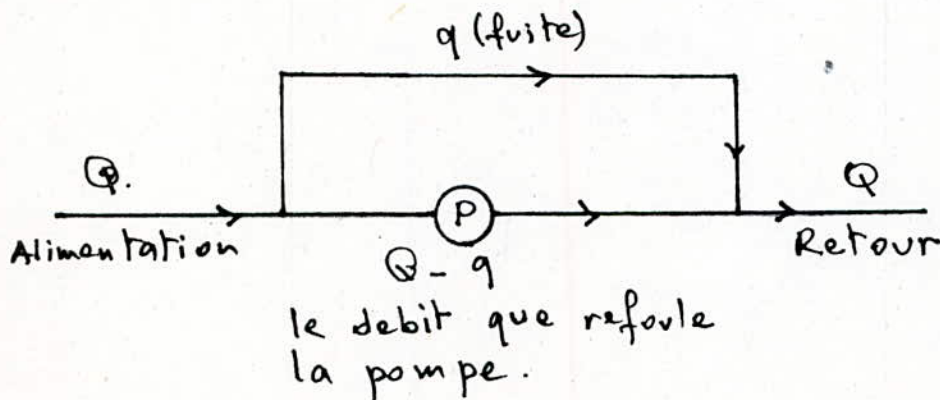
V.1.2.1 Fuites « très importantes »

Dans ce cas le rotor tourne sans résistance. Donc on aura pas la création du couple résistant nécessaire pour créer le mouvement relatif du tiroir par rapport à celui du manchon. Ce dernier reste solidaire du tiroir. La distribution de l'huile n'aura pas lieu.

V.1.2.2 Fuites « moyennes » :

Le couple résistant existe et la distribution de l'huile se produit.

Mais la proportionnalité entre la translation du verin et la rotation de la pompe n'est pas respectée. L'angle de rotation de cette dernière sera plus petit qu'il ne devrait l'être, car le débit qu'elle refoule est plus petit que le débit qui s'écoule dans le verin.



Un autre cas à considérer est celui où la pompe d'alimentation est hors service. Dans cette situation on aura jamais assez de pression pour refouler l'huile. La translation de la tige du vérin ne sera pas possible.

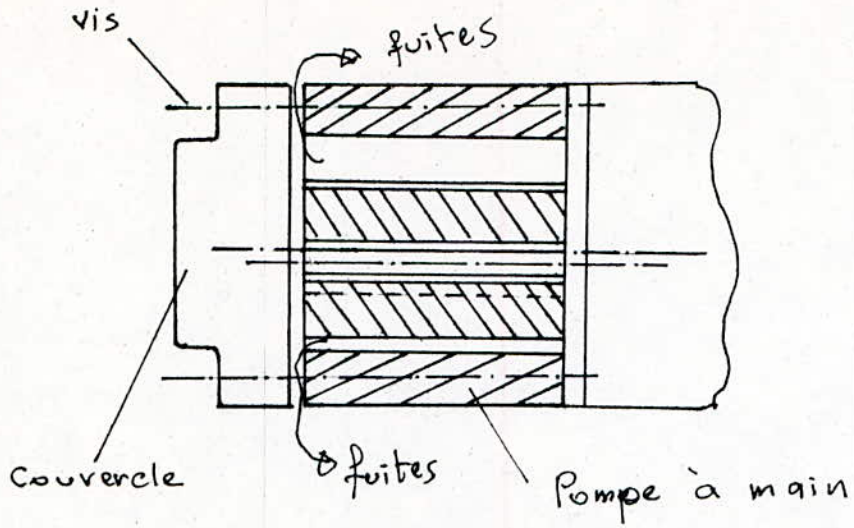


fig II.1

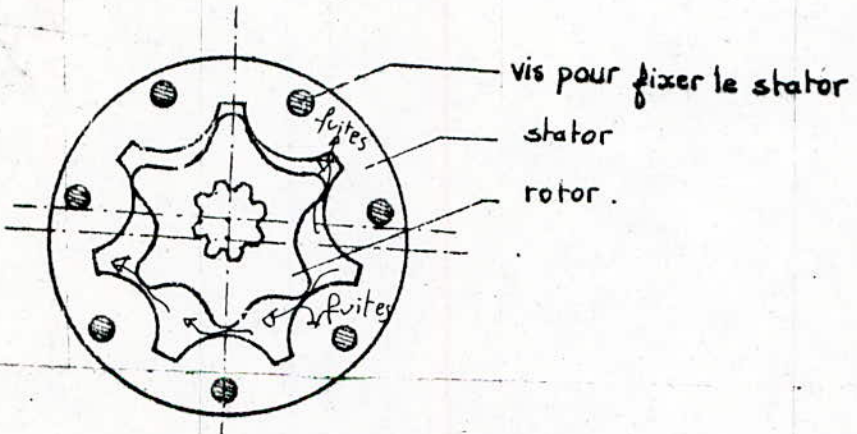


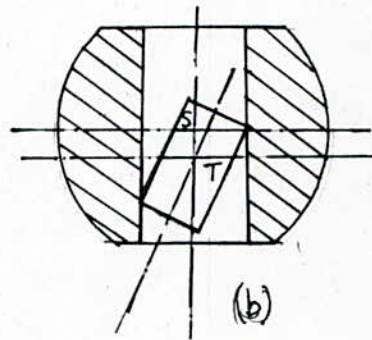
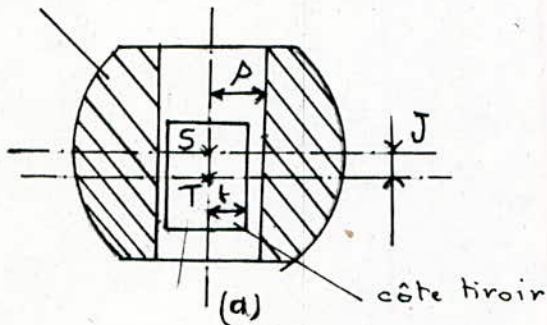
fig II.2

V.2 Blocage du niveau de l'accouplement tige de la poulie-tiroir

Ce blocage est dû au jeu qui existe entre l'axe de la tige et celui du tiroir (fig V.3). Une solution a été utilisée (voir chap. VI) pour supprimer ce jeu.

Calcul de l'angle α , de blocage :

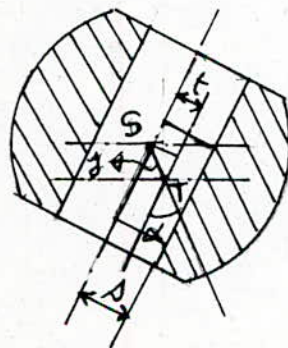
côté tige de la poulie en coupe



D'après la figure (c) :

$$\sin \alpha = \frac{D-t}{J}$$

$$\alpha = \text{Arc sin } \frac{D-t}{J}$$



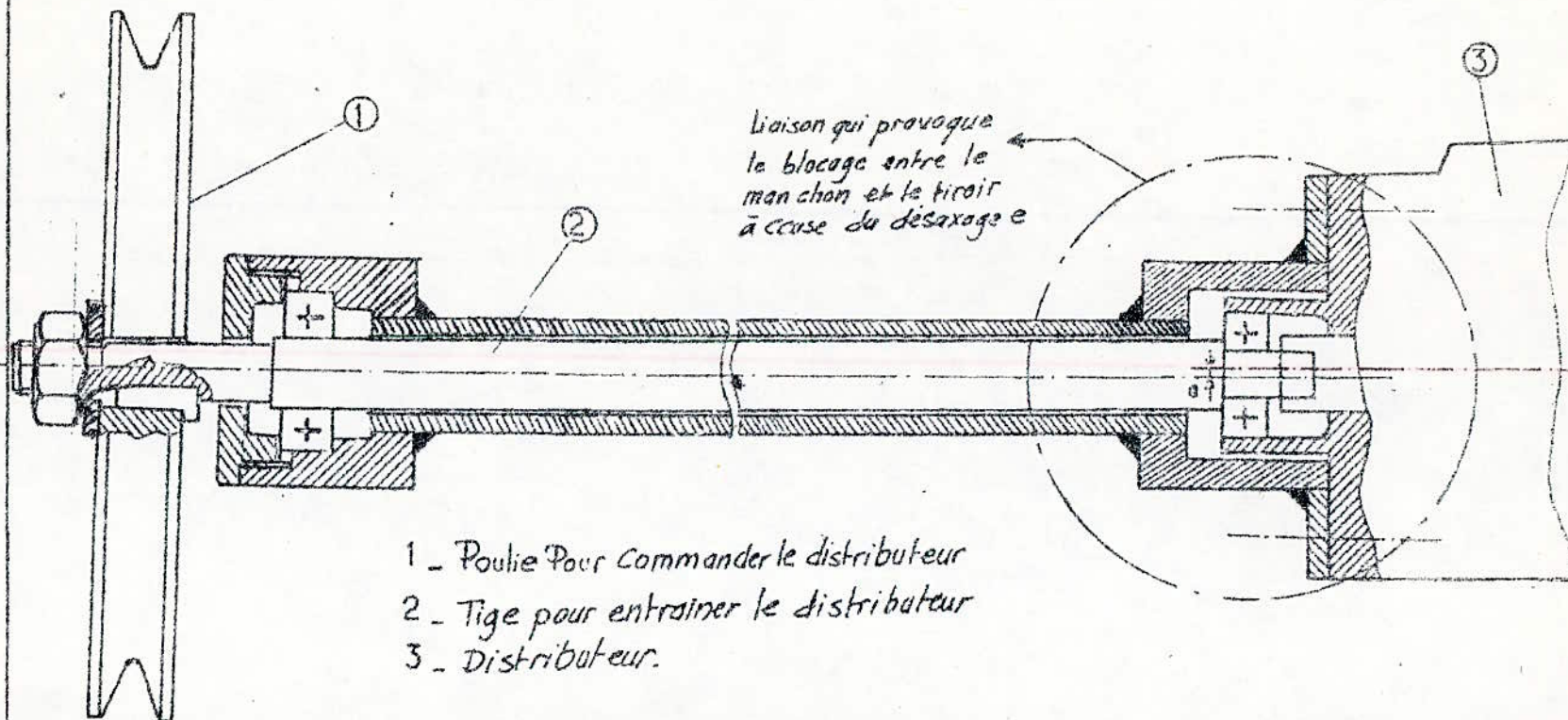


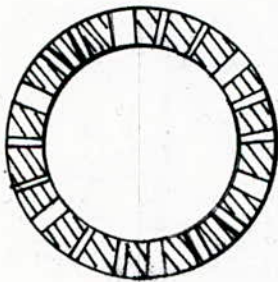
fig. V. 3

CHAPITRE VI

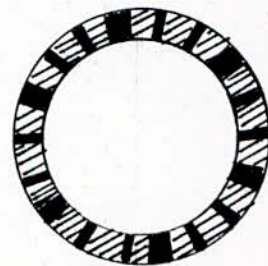
MODIFICATION REALISEES SUR LE SYSTEME DE DIRECTION

VI.1 Obturation des trous de retour de la position neutre

Nous avons utilisés de la colle Araldide pour boucher les trous de la position neutre. Cette solution a été efficace, elle a permis d'avoir une pression élevée à l'alimentation. Car en obturant ces trous nous supprimons le débit qui s'écoulait vers le réservoir.



trous non obturés



trous obturés

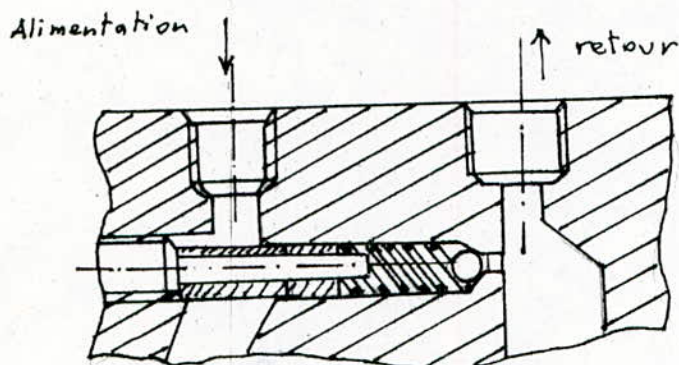
VI Obturation de l'orifice du clapet de non-retour

L'obturation de cet orifice interdit le passage de l'huile de la conduite de retour vers celle

de l'alimentation.

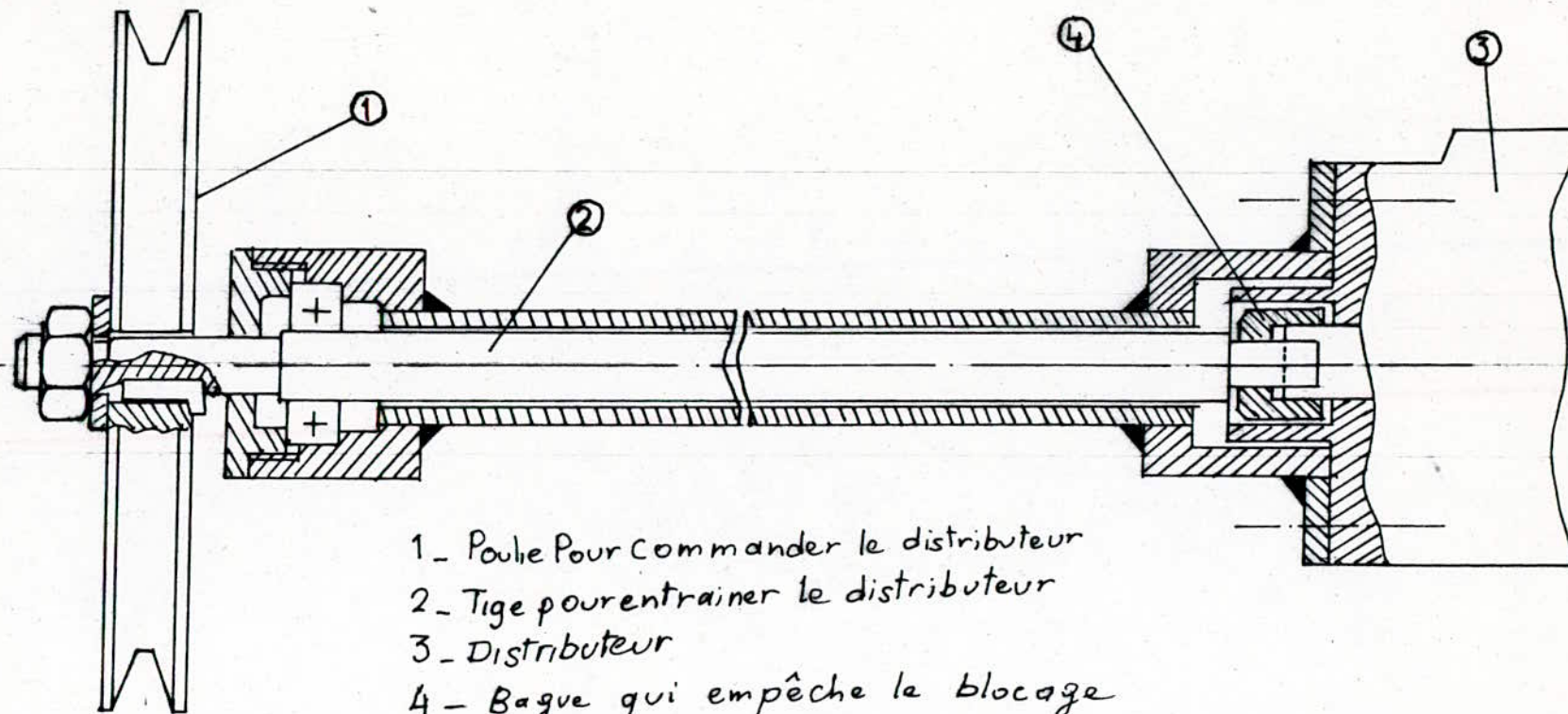
Nous avons utilisé une bille avec un ressort de faible raideur pour réaliser cette obturation. Ce dernier permet de maintenir la bille sur son siège.

Lorsque la pompe d'alimentation est hors service, la manoeuvre de poulie permet de créer une pression d'aspiration sur la bille et, donc, de créer un passage permettant l'écoulement de l'huile du retour vers l'alimentation et ainsi la translation de la tige du verin.



VI.3 Solution qui permet de supprimer le blocage au niveau de l'accouplement Tiroir-tige du distributeur

Ce blocage a été supprimé en utilisant une bague qui supprime le jeu (voir chap V) entre l'axe du tiroir et celui de la tige du distributeur.



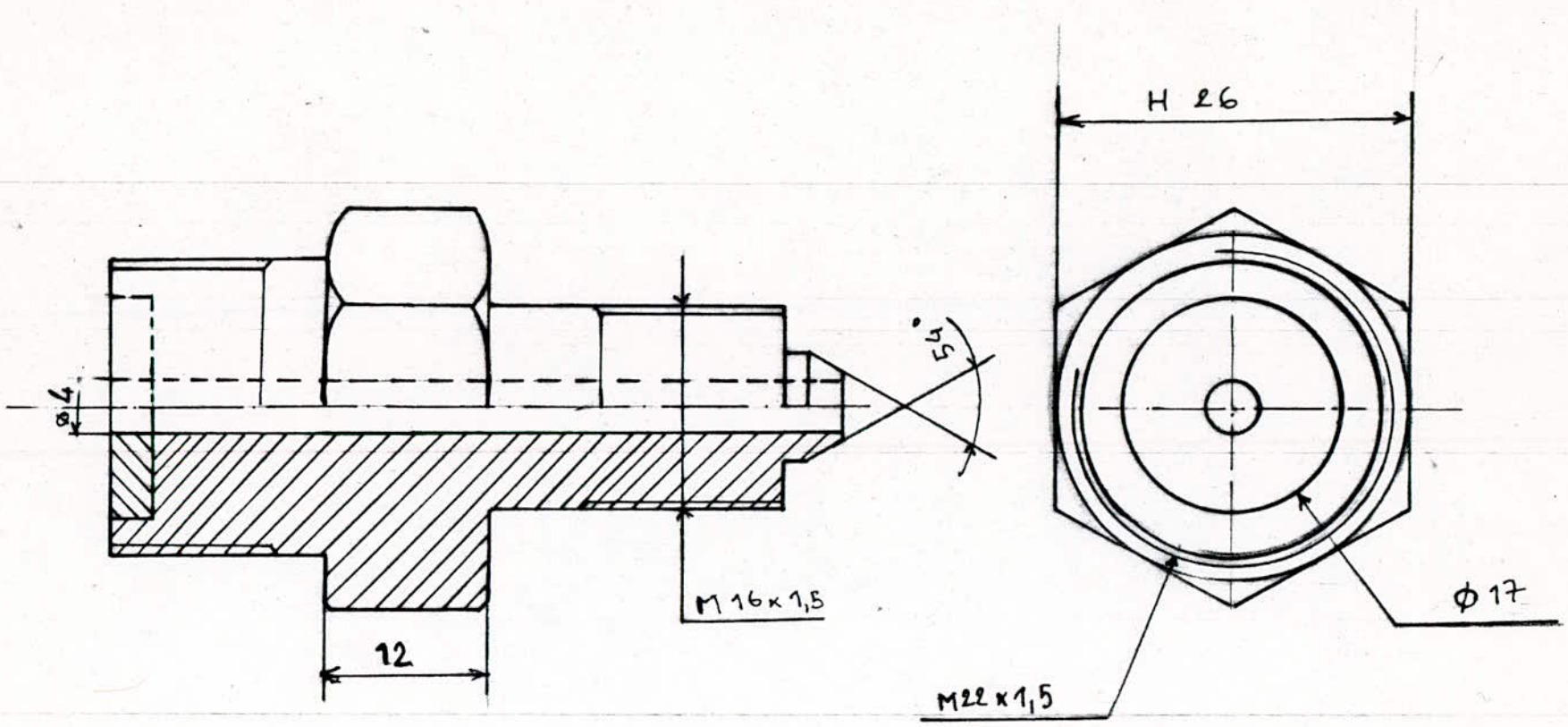
- 1 - Poulie Pour Commander le distributeur
- 2 - Tige pour entrainer le distributeur
- 3 - Distributeur
- 4 - Bague qui empêche le blocage

Fig VI.1

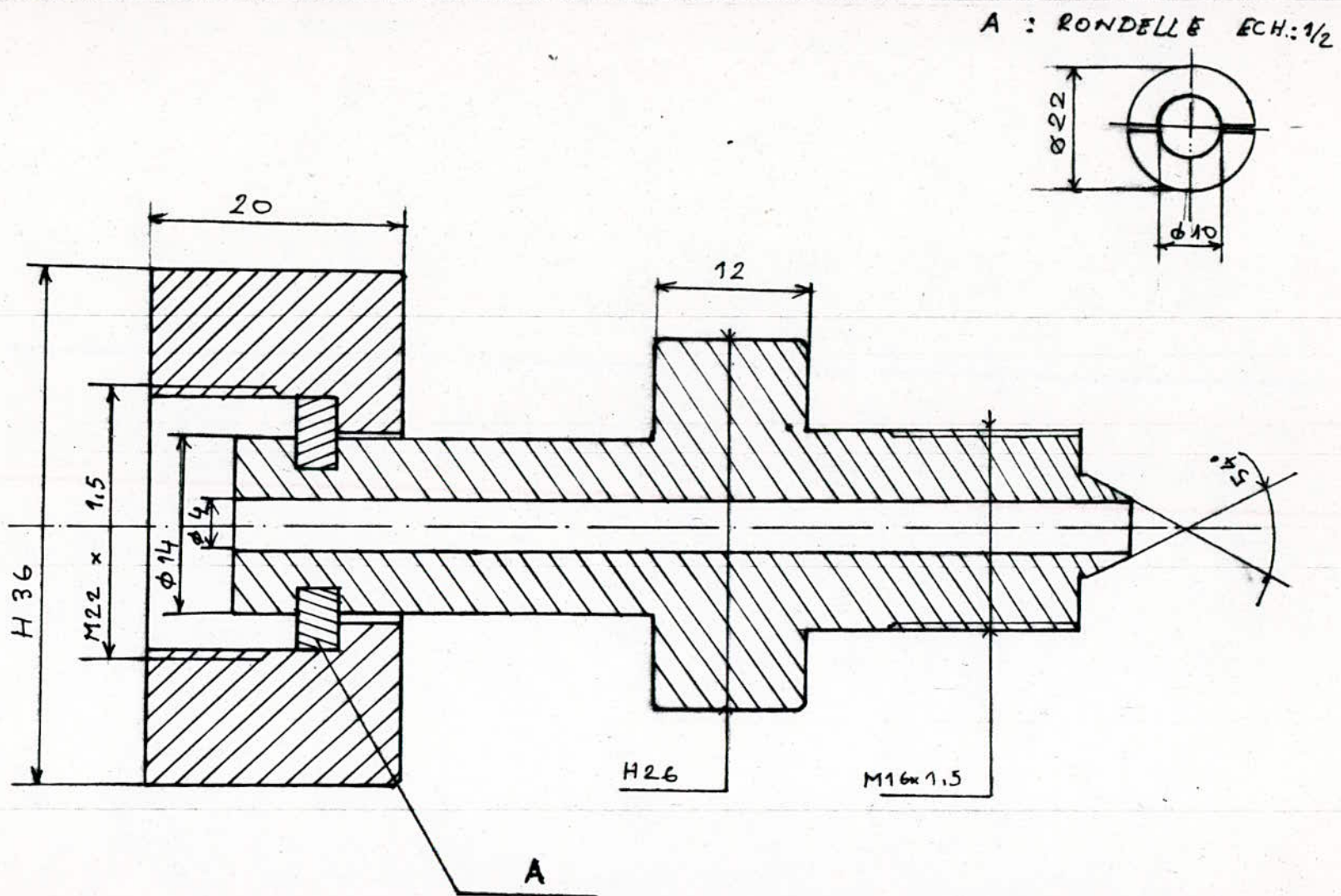
VI.4 PIÈCES USINÉES

- Deux raccords flexible-robinet.
- Deux raccords Te-robinet.
- Bague pour débloquer l'accouplement Tiroir-tige du distributeur.
- Un raccord verin-flexible

41



Ech	2	RACCORD RELIANT
Nomb.	2	LE FLEXIBLE AU ROBINET



Echelle	2	RACCORD RELIANT
Nomb.	2	LE ROBINET AU TEE

CHAPITRE VII

Dans ce chapitre nous allons exposer les différents essais que nous avons effectués sur le système de direction hydraulique.

Ils étaient fait avec la nouvelle conception du montage du système de direction sur le banc d'essai étudiée au chapitre IV.

Ces essais consistent à étudier la variation de la vitesse de translation de la tige du verin en fonction de la force appliquée (ou du moment) sur la poulie et ceci pour des valeurs différentes de la pression d'alimentation, avec les cas où une charge existe dans la chambre II du verin et celui où celle-ci est nulle. Une comparaison de ces deux derniers cas est envisagée.

VII.1 MODE OPERATOIRE

La force de gravitation provoque la chute de la poulie principale (fig VII.1). Un accouplement (voir chap. V et VI) transmet cette rotation au tiroir. Le mouvement relatif tiroir manchon permet le passage de l'huile vers le verin.

Connaissant la masse M , on mesure le temps t , pendant la chute de cette dernière, et la longueur x de sortie de la tige du verin durant t . On obtient la vitesse v , en calculant le rapport de x sur t ($v = \frac{x}{t}$)

h4

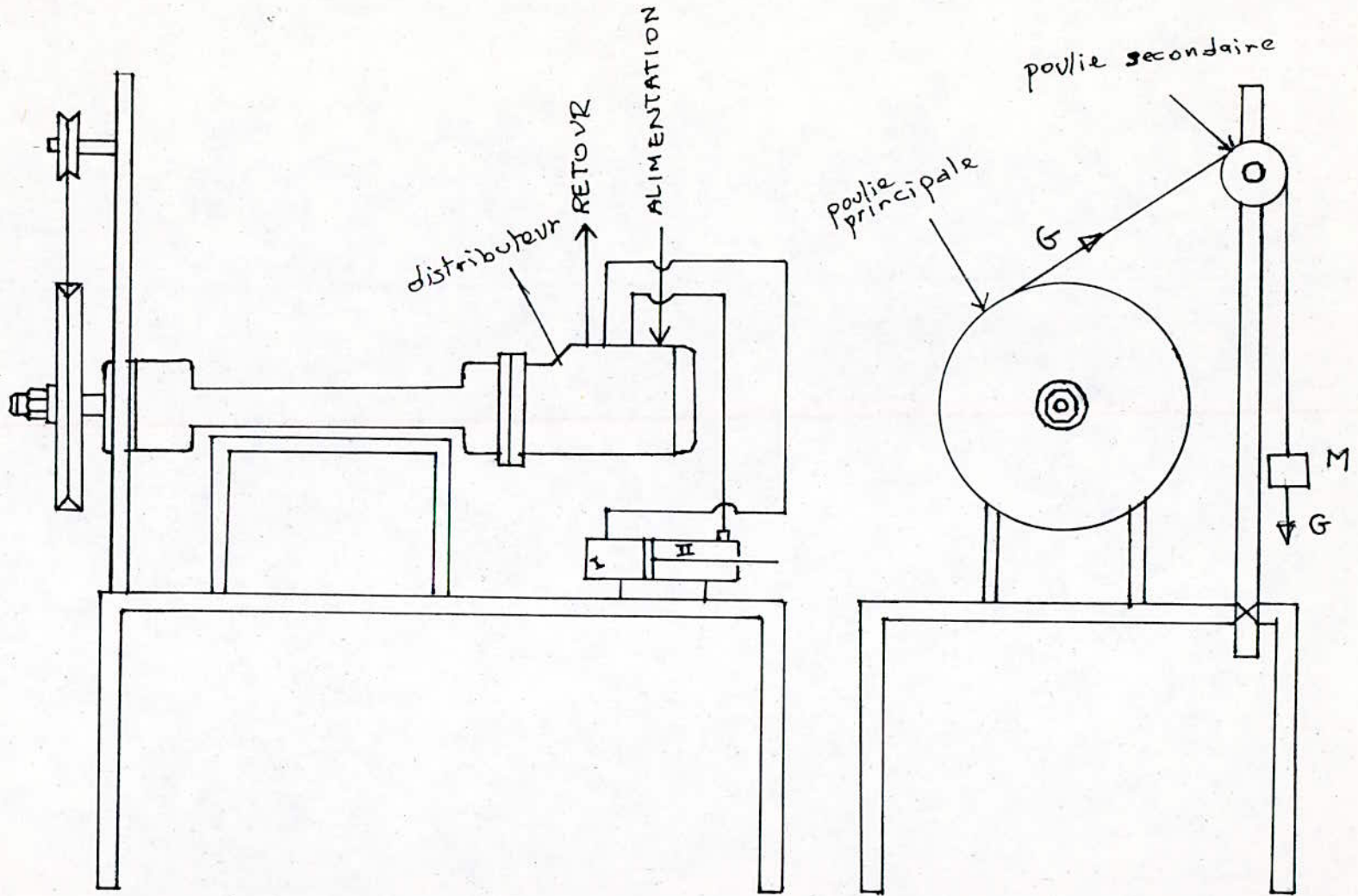


fig. VII-1
Schéma de l'installation

VII.2. ESSAIS EFFECTUÉS

VII.2.1 Force nécessaire pour vaincre le ressort en X.

En accrochant une masse $M_0 = 2,5 \text{ kg}$ au fil nous assurons le passage de l'huile vers le verin. Cette masse M_0 (donc le poids G_0), sans chuter, provoque un petit déplacement de la tige du verin.

VII 2.2 Rapport des pressions dans les chambres I et II du verin.

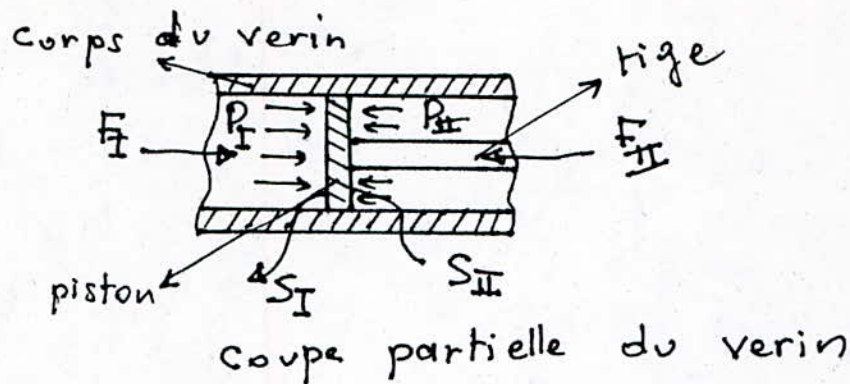
Pour des pressions d'alimentations (P_a) différentes, nous mesurons les pressions P_I et P_{II} , dans les chambres I et II, à l'aide des manomètres A et B.

Les résultats expérimentaux sont résumés dans le tableau suivant

P_a (bar)	20	26	30	36
P_{II} (bar)	20	26	30	36
P_I (bar)	17	21,5	24,5	30
$r = \frac{P_{II}}{P_I}$	1,18	1,21	1,22	1,2

r: rapport des pressions P_{II} sur P_I

* Rapport des surfaces des deux côtés du verin



Le piston du verin est en équilibre

Donc $F_I = F_{II}$ c.à.d. $P_I \cdot S_I = P_{II} \cdot S_{II}$

$$r = \frac{P_{II}}{P_I} = \frac{S_I}{S_{II}}$$

r : représente le rapport des deux surfaces du verin

Méthode d'estimation des deux surfaces du piston du verin sans démonter ce dernier :

On a $r = \frac{S_I}{S_{II}}$

$$r = \frac{S_{II} + \Delta}{S_{II}} = 1 + \frac{\Delta}{S_{II}}$$

$$r - 1 = \frac{\Delta}{S_{II}}$$

$$S_I = S_{II} + \Delta$$

Δ : surface de la section de la tige (on peut la calculer en mesurant son diamètre de l'extérieur du verin)

$$S_{II} = \frac{\Delta}{r-1}$$

$$S_I = \Delta \left(1 + \frac{1}{r-1} \right)$$

VII .2.3

RELATION ENTRE G et LA VITESSE DE TRANSLATION DE LA TIGE DU VERIN

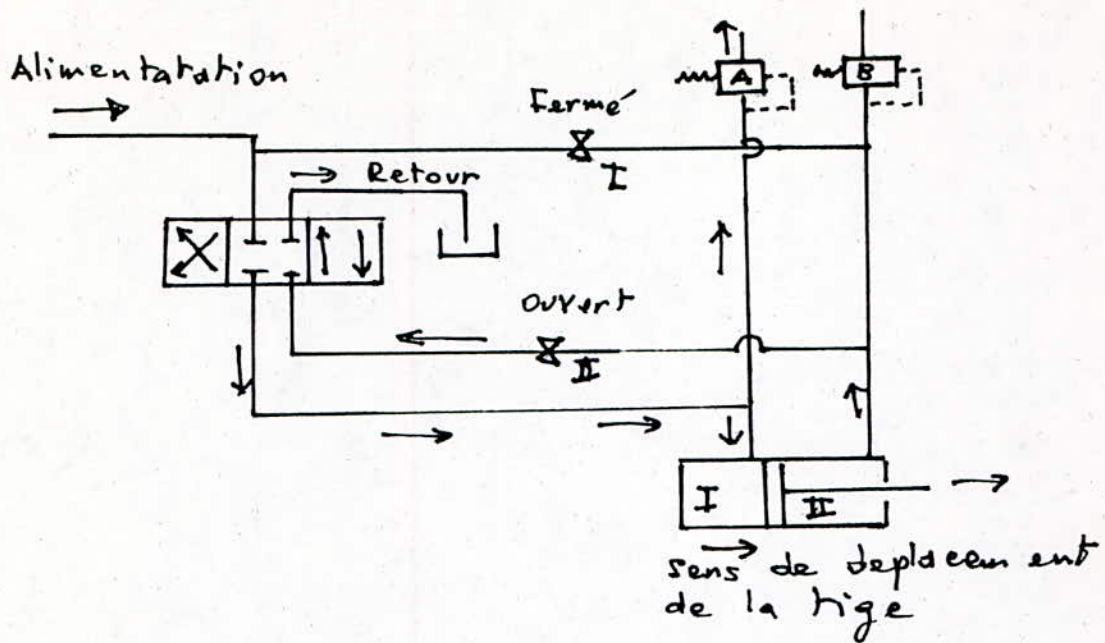
VII 2.3.1 Cas où la charge est nulle dans la chambre II du verin ($P_{II}=0$)

Dans ce cas le robinet I est fermé et robinet II ouvert.

Le mode opératoire a été expliqué plus haut.
Les courbes de ce cas sont données à la page

Remarque 1: $G = M \cdot g$, pour simplifier nous avons
considéré $g = 10 \text{ m/s}^2$

Remarque 2: Nous avons utilisés des pressions d'alimentations inférieures à 30 bar, car pour des charges supérieures à cette valeur, la rotation de la poulie n'est pas proportionnelle au déplacement de la tige du verin. Ceci s'explique par le fait qu'à partir de cette pression, 30 bar, le régulateur A s'ouvre complètement. Une partie de l'huile provenant de l'alimentation passe directement vers le réservoir par ce régulateur.



Fonctionnement du système pour $P_a \geq 30 \text{ bar}$

Commentaire des courbes :

Les courbes de la page 52 nous donnent la variation de v en fonction de G dans le cas où $P_{II} = 0$.

Nous remarquons que la vitesse (v), pour différentes valeurs de la pression d'alimentation (P_a), augmente jusqu'à un palier où la valeur de v , maximum, devient pratiquement constante. Ces maxima de v , d'une courbe à l'autre, augmentent avec P_a . Ces résultats concordent avec les hypothèses théoriques.

VII 2.3.2 Cas où la charge n'est pas nulle dans la chambre II du verrin.

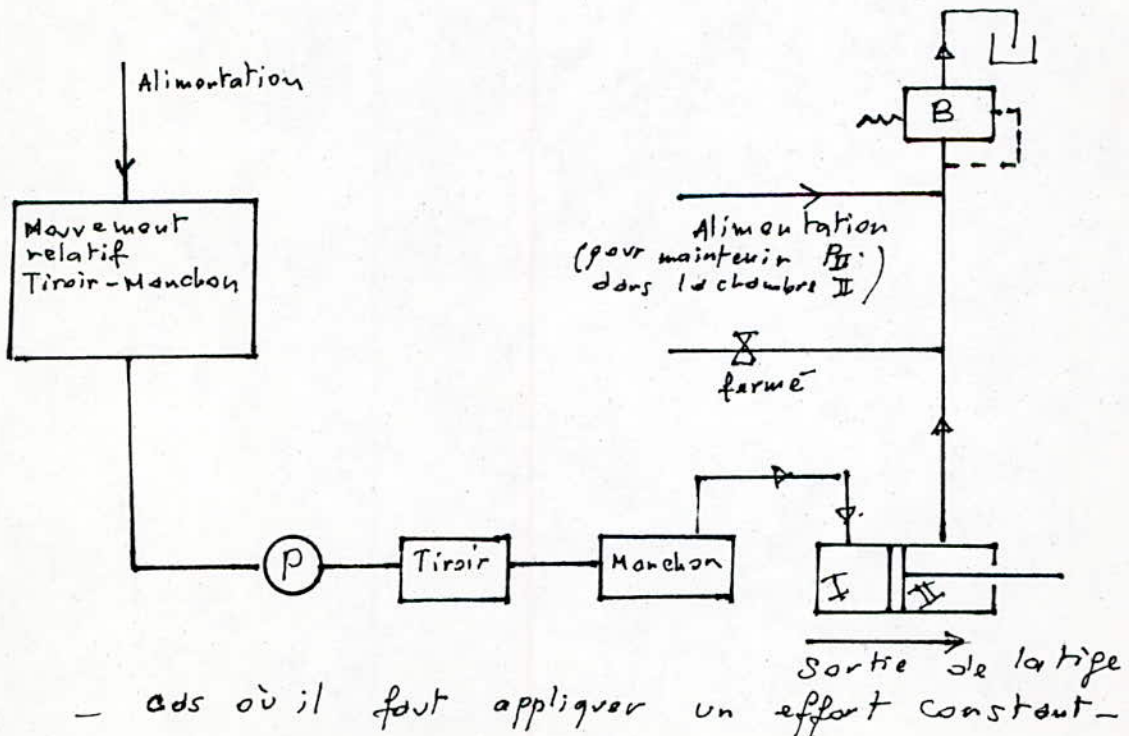
Dans cette situation le robinet I est ouvert le II est fermé.

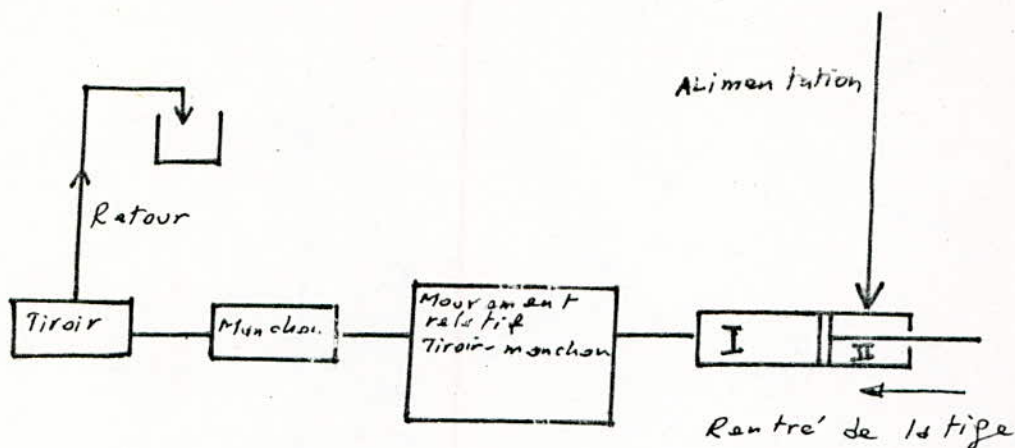
Par cette manipulation, nous simulons le cas où le verrin travaille. C'est à dire la situation où un effort est appliqué sur sa tige.

Remarque 3:

Pour faire sortir la tige du verrin, un effort continu doit être appliqué sur la poulie principale. c'est le cas de notre manipulation.

Mais, pour faire rentrer la tige il suffit, d'appliquer un petit effort sur la poulie, sans la faire tourner, contrairement à la situation précédente.





cas où un petit effort suffit

Nous expliquons la différence de l'effort pour faire sortir et rentrer la tige, par le fait que dans la première situation l'huile passe à travers la pompe à main (voir schéma plus haut), donc nous avons une action inverse à celle qu'on applique sur la poulie.

Dans la deuxième situation, l'huile ne passe pas par la pompe à main (voir schéma), donc pas d'effort inverse de la pompe.

* Commentaires sur les courbes

Les courbes des essais avec charges sont données en page 53. Nous avons fait deux expériences l'une pour une pression d'alimentation $P_a = 26$ bar et une pression de charge $P_{II} = 21,5$ bar, l'autre pour une pression $P_a = 18$ bar et $P_{II} = 15$ bar.

L'allure des courbes est similaire du ess sans charge : augmentation de la vitesse puis

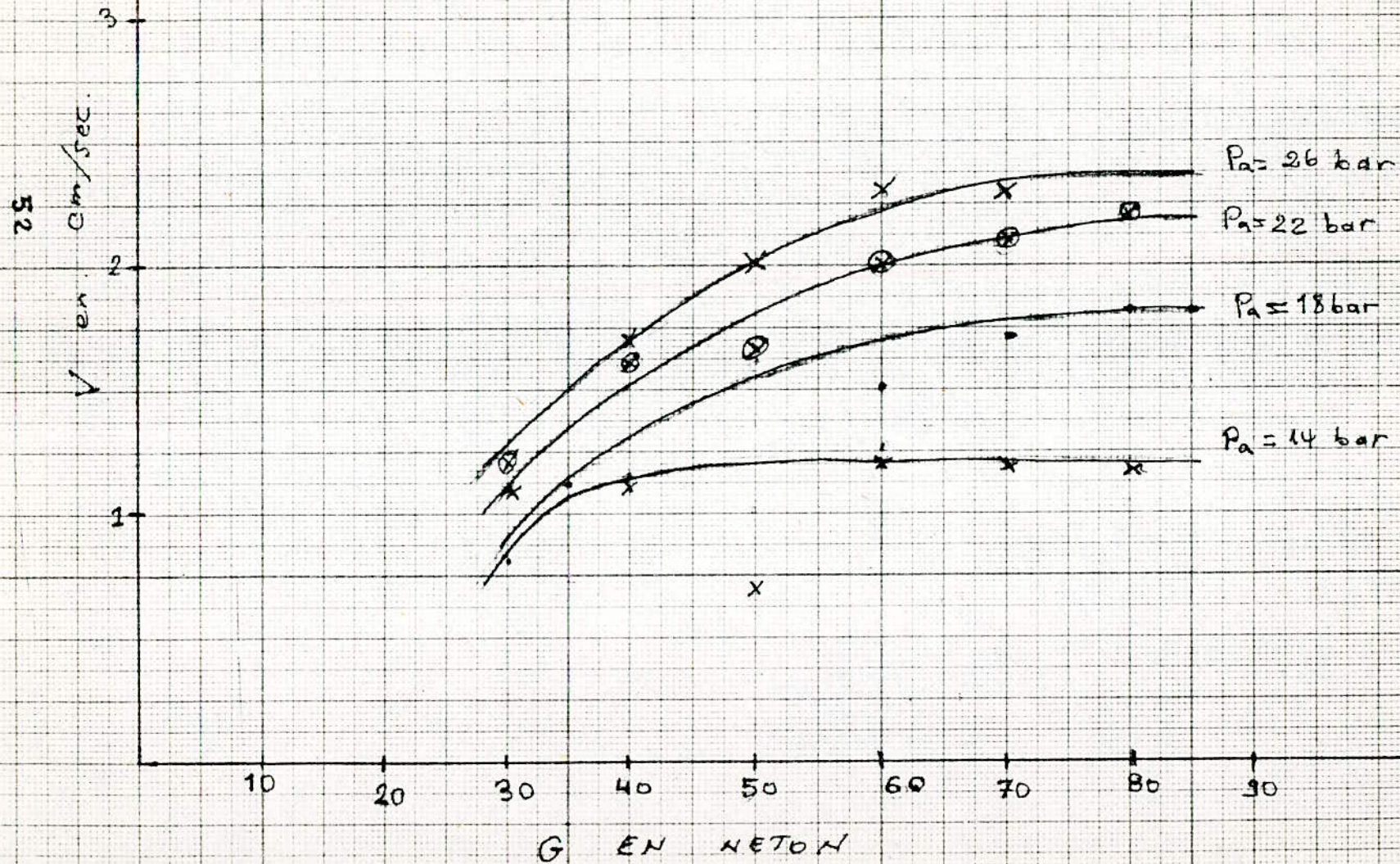
stabilisation à une pression maximum.

** Comparaison des courbes des essais sans charges et avec charges

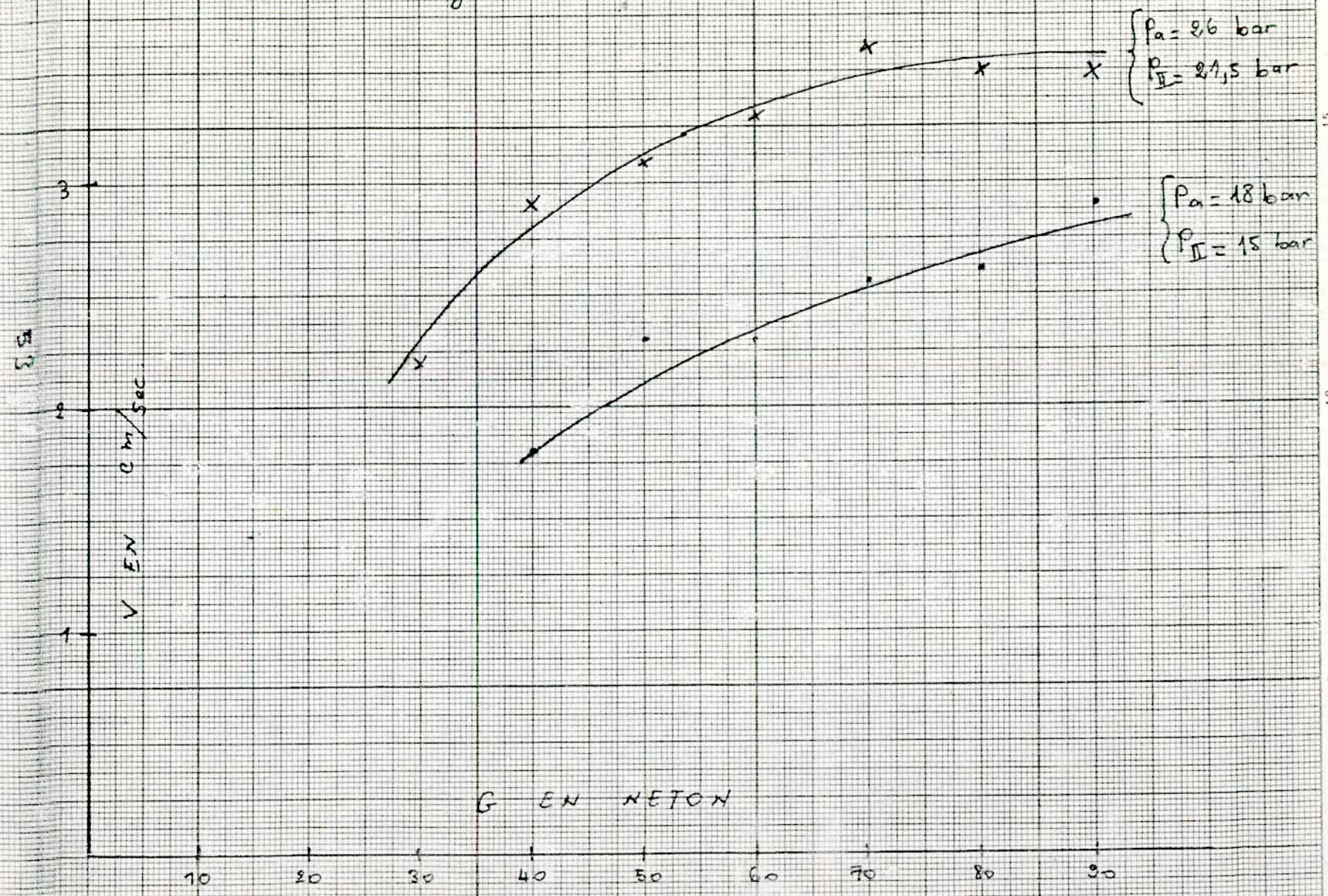
L'augmentation de la vitesse dans le cas sans charges est moins importante que le cas avec charges.

La raison réside dans la différence de pression qui est plus importante, entre les chambre I et II, dans le cas sans charge par rapport à celui avec charge.

Courbes des vitesses en fonction de l'effort sur la poulie. Essais, sans charge dans la chambre II.



4 Courbes des vitesses en fonction de l'effort sur la poulie.
Essais avec charges dans la chambre II



CONCLUSION

Notre but principal : réparation de l'installation de telle façon qu'elle fonctionne correctement a été atteint.

Une nouvelle conception a été faite sur le système de direction. Ce qui augmente l'éventail des expériences à faire.

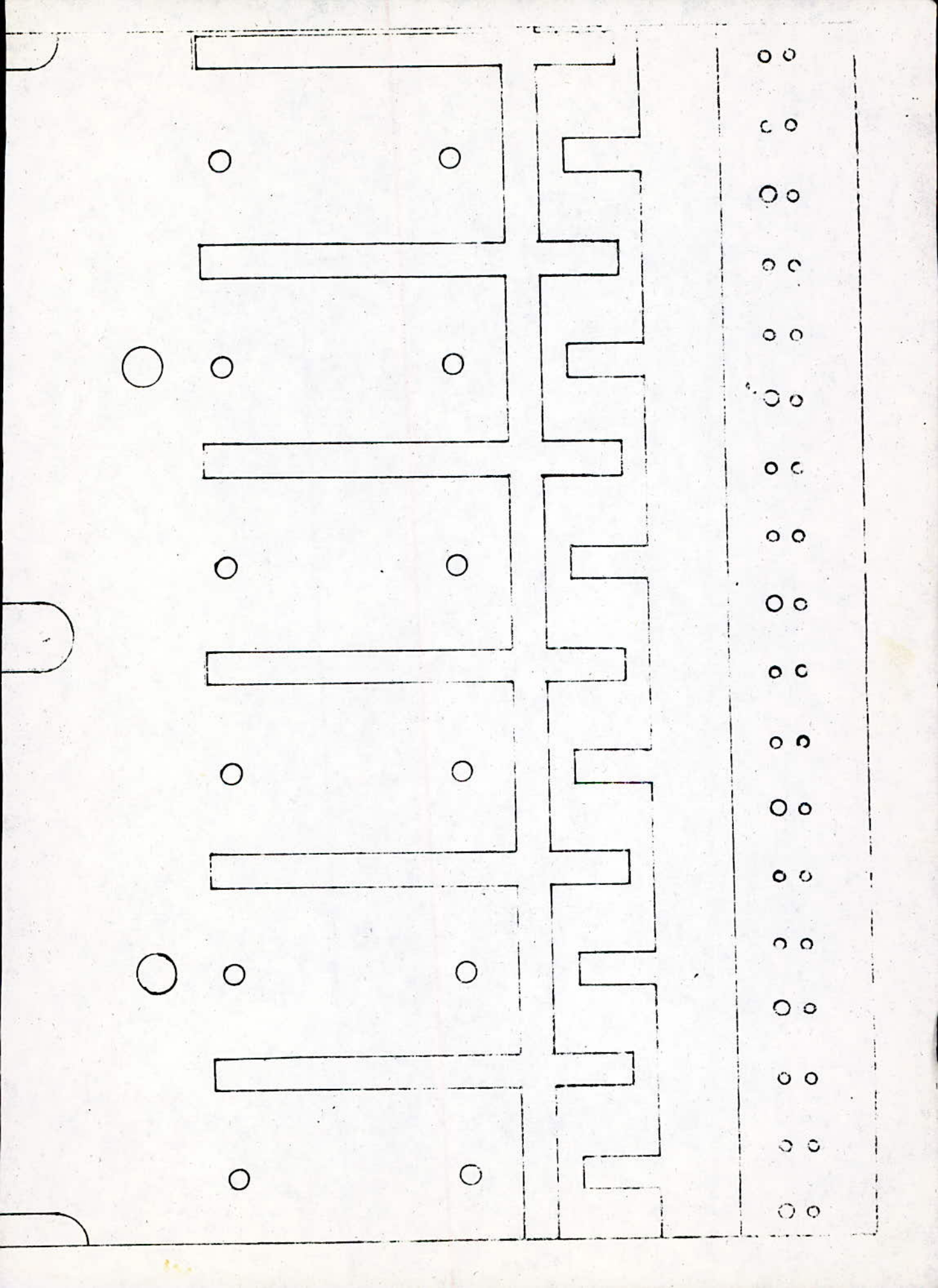
Les essais effectués, variation de la vitesse de translation de la tige du vérin en fonction de l'effort sur la poulie ont été conformes aux hypothèses théoriques.

Diverses expériences peuvent être élaborées sur l'installation dans le futur.

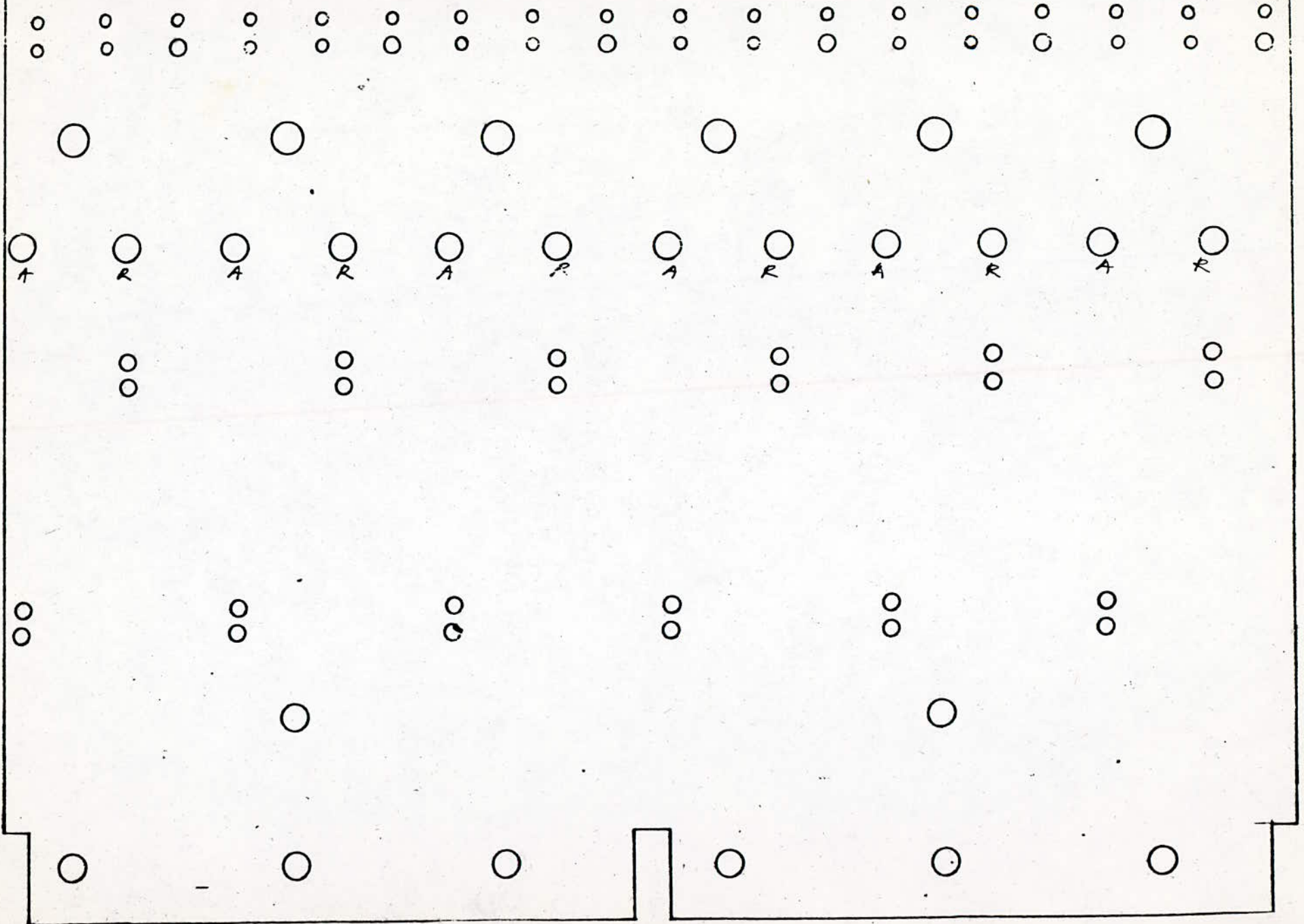
ANNEXE

Documents préparés pour expliquer le fonctionnement du distributeur et de la pompe à main.

Ils ont été tirés sur des transparents



TROUS NEUTRES



ALIMENTATION

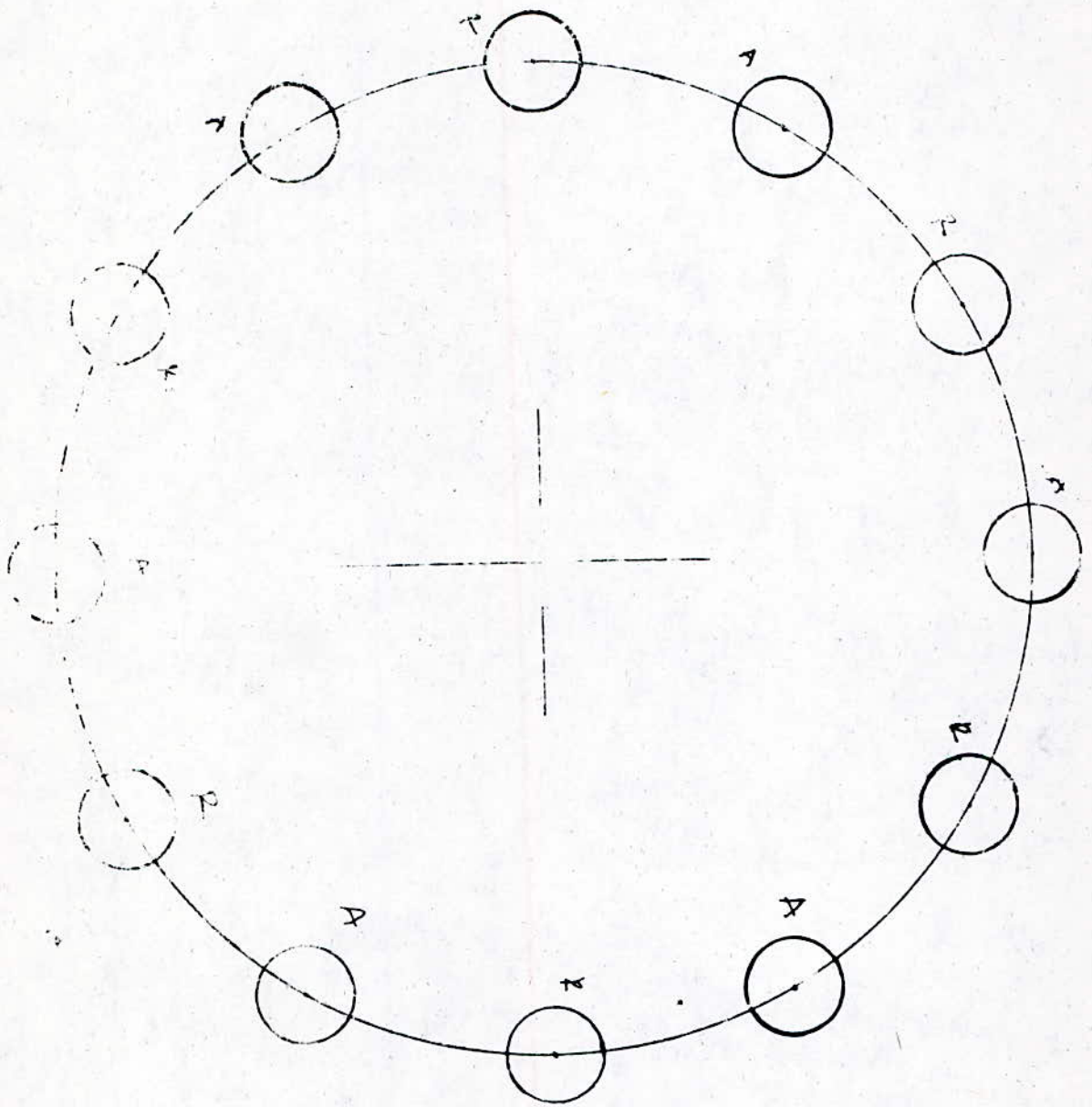


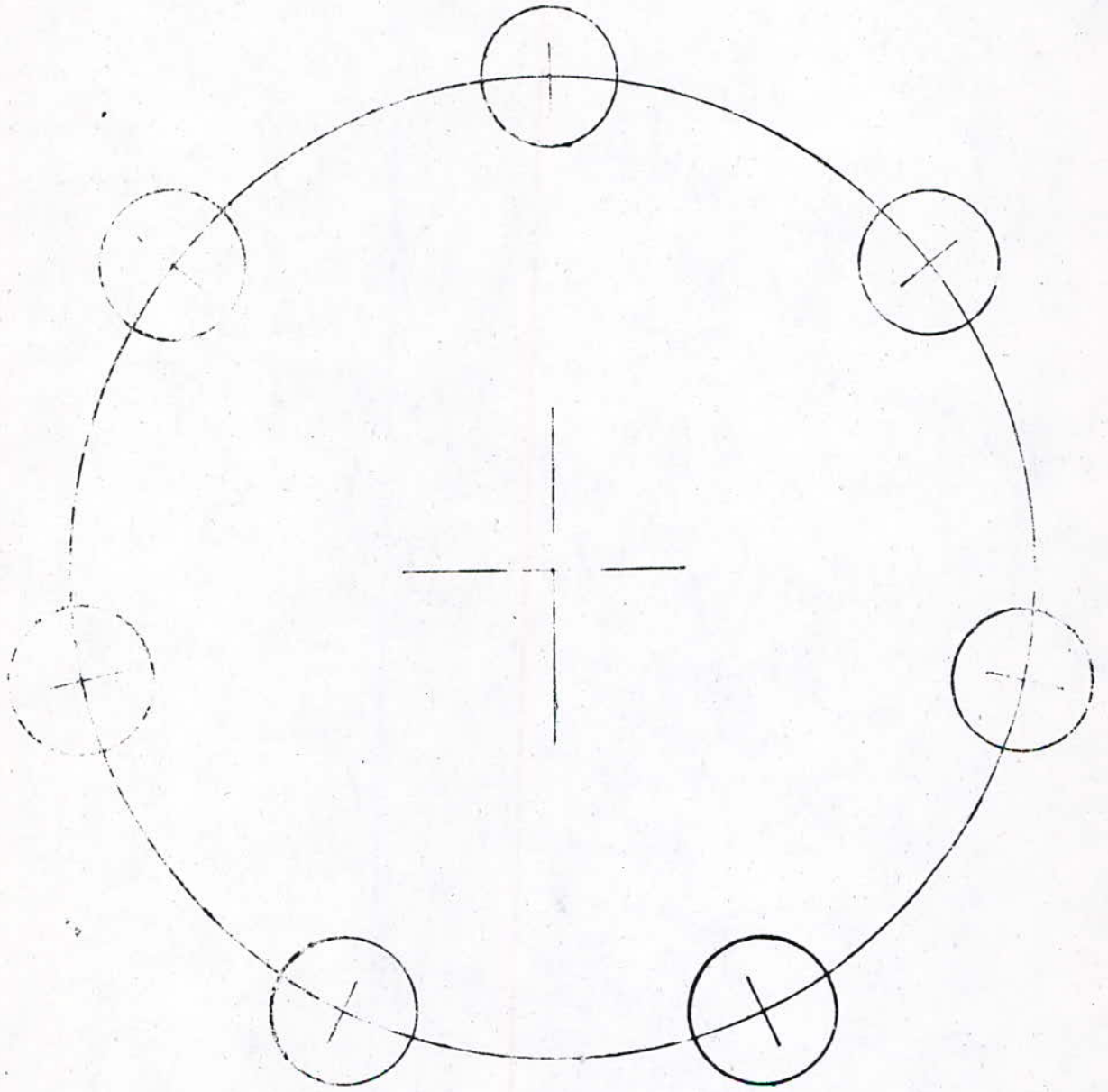
VERIN côté A

VERIN côté B

CLAPET DE NON-RETOUR

RETOUR





BIBLIOGRAPHIE

- Mise en marche d'un banc d'essais d'éléments hydraulique
N. Amrouche
projet de fin d'études E.N.P Juin 1983
- Etude expérimentale d'un système hydraulique de direction.
H. Boumendjel
projet de fin d'études ENP Juin 1985
- Hydraulique et électro-hydraulique
J. Foisandier
- Les servomécanismes hydrauliques et électro-hydraulique
J. C. PRUVOST

DATE

RECEIVED

NOV 19 1950

