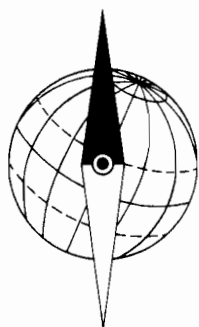


Services Scientifiques Centraux - Bondy

**LABORATOIRE
DE
GÉOPHYSIQUE**



R. GODIVIER

G. DUMONT

L. CHESNEAU

Réalisation

d'un

Enregistreur de Séismes

septembre 1969

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

TECHNIQUE OUTRE-MER



ERRATA

page	ligne	au lieu de	lire
4	8	bloqué	bloquées
7	11	$\Delta S - \Delta R$	$\Delta S \approx \Delta R$
8	12	la variation de est maximum	la variation de ρ est maximum
12	4	course	cause

LABORATOIRE DE GEOPHYSIQUE
Services Scientifiques Centraux

O.R.S.T.O.M.
PARIS
1 9 6 9

REALISATION
D'UN ENREGISTREUR DE SEISMES

REALISATION D'UN ENREGISTREUR DE SEISMES

1. Généralités

Le système de régulation d'un enregistreur de séismes réalisé par le laboratoire de Bondy à la demande du Centre ORSTOM de Bangui fonctionne de façon satisfaisante depuis deux ans. C'est un encouragement à persévérer dans cette voie et à généraliser le principe pour améliorer les performances du matériel existant.

Le Centre de M'Bour dispose de 5 enregistreurs Ungerer à entraînement mécanique, dont les performances, très honorables pour des appareils rustiques, demeurent néanmoins insuffisantes si l'on recherche une haute précision.

Le problème à résoudre était beaucoup plus difficile que celui de l'enregistreur de Bangui car il nécessitait d'importantes modifications mécaniques. En revanche, toute liberté nous était laissée pour le choix du moteur et des composants électroniques du système de régulation.

Le but fixé était de réaliser un enregistreur à 3 pistes permettant un déroulement de 60 mm/minute avec une régularité suffisante pour ne pas entraîner d'erreur supérieure à 0,1 seconde dans la détermination de l'heure d'un phénomène. Il a donc fallu rendre solidaire 3 cylindres pour assurer la synchronisation des 3 pistes. Dans ces conditions tout l'ensemble mécanique de l'appareil n'était plus utilisable.

2. Construction

2.1. Partie mécanique.

2.1.1. Le bâti

Le bâti primitif de l'appareil était trop court pour loger trois cylindres et permettre un déplacement longitudinal égal à la longueur d'un cylindre. Deux bâtis ont été mis bout à bout et reliés entre eux au moyen de cornières. La longueur du bâti modi-

fié est telle qu'il en résulte une légère flèche qu'on peut réduire grâce à des vis calantes placées au milieu. L'existence d'une flèche n'entraîne pas à priori d'irrégularité de déroulement mais peut créer des contraintes qu'il vaut mieux éviter.

2.1.2. Les cylindres

Les cylindres sont rigidement liés entre eux par leurs faces terminales au moyen de tiges filetées qui traversent les 6 rayons et bloqué par des écrous. Pour obtenir un déroulement régulier, il est important que les axes de révolution des 3 cylindres soient confondus avec l'axe de rotation. On peut remédier à un (léger) défaut de parallélisme des axes de révolution en serrant ou desserrant les écrous de fixation d'une ou plusieurs tiges filetées. On a laissé un écart d'un centimètre environ entre les cylindres pour pouvoir manipuler le système de verrouillage des barrettes de fixation du papier photographique ou de débrayage de l'écrou sur la vis-mère.

2.1.3. Mouvement

Les cylindres sont animés d'un mouvement hélicoïdal. L'axe fixe est constitué par une tige d'acier filetée sur une certaine longueur lisse aux extrémités et serrée dans deux mâchoires solidaires du bâti. L'une des extrémités de la tige porte une empreinte dans laquelle s'engage une vis à six pans creux qui permet de bloquer la vis toujours dans la même position. Les cylindres reposent sur l'axe par deux moyeux fixés aux extrémités et constitués par des roulements à billes. Le diamètre du cercle de roulement peut être modifié en vissant ou dévissant la cage de roulement ce qui permet de régler le jeu. Ce dernier doit être minimum. Il faut toutefois que les cylindres puissent glisser librement sur l'axe. Comme le diamètre des parties lisses de la tige n'est pas rigoureusement constant sur toute la longueur, on peut observer quelques points durs si les roulements sont trop serrés, quand on fait glisser les cylindres (après avoir débrayé l'écrou). Après quelques tâtonnements, on trouve le jeu minimum qui convient.

L'entraînement des cylindres est assuré par un jeu d'engrenages à chevrons. Le pignon résistant, fixé sur le moyeu avant comprend 90 dents. Il est attaqué par un pignon de 12 dents porté par le bloc moteur. En outre, un écrou fendu, débrayable à volonté au moyen d'une pince à ressorts et solidaire des cylindres est engagé dans la partie filetée de l'axe. Lorsque les cylindres

tournent, l'écrou leur communique un mouvement de translation de 3,5 mm par tour qui donne une autonomie de 25 heures lorsque la vitesse de déroulement est de 60 mm/minute.

2.1.4. Ensemble moto-réducteur

Il est constitué essentiellement par un moteur synchrone Crouzet muni d'un réducteur. La vitesse de rotation de l'axe de sortie est d'un tour en deux minutes.

Le moteur attaque un système d'engrenages amovibles dont la somme des diamètres est constante. Au moyen de 4 couples d'engrenages on dispose ainsi de 7 vitesses de déroulement.

engrenages	vitesse (mm/mn)	
20 X 100 dents	12	ou 300
24 X 96	15	ou 240
40 X 80	30	ou 120
60 X 60	60	

Le deuxième pignon est rendu solidaire du pignon d'attaque à chevrons par un limiteur de couple à friction réglable. La friction doit être suffisante pour entraîner les cylindres sans glissement et cependant pas trop élevée pour permettre de tourner à la main les cylindres sans risquer d'exercer des contraintes sur les rouages du réducteur. Le défaut d'alignement des axes est compensé par des points d'oldham. Un voyant de plexiglass laisse voir le limiteur de couple sur lequel on a tracé deux traits repères. On peut ainsi s'assurer qu'il n'y a pas glissement et au besoin y remédier en agissant sur deux écrous accessibles par une trappe de visite ménagée dans le carter du moteur.

Les dents en chevrons des pignons diminuent les à coups et empêchent le moteur de se désaccoupler lors du mouvement de translation des cylindres. Le bloc moteur est porté par une glissière à billes qui permet des déplacements du moteur parallèlement à l'axe des cylindres. Il faut ménager un léger jeu entre les engrenages à chevrons. A cet effet, on peut régler à l'aide d'une vis le bloc moteur à hauteur convenable. Comme l'axe qui supporte les cylindres n'est pas rigoureusement parallèle à la glissière à billes le jeu peut varier légèrement au cours de la translation. Il faut donc ajuster la hauteur du bloc à l'endroit où le jeu est minimum c'est à dire près de l'extrémité de l'axe.

2.2. Partie électronique.

2.2.1. Alimentation du moteur

Le moteur synchrone Crouzet consomme 25 mA sous 110 Volts 50 Hz. Il est régulé par un oscillateur à diapason qui délivre une tension sinusoïdale de 1,5 Volt crête à crête.

Le premier étage, constitué essentiellement du transistor T₃ et du transformateur TR₁ est un adaptateur d'impédance.

Les transistors T₄ et T₅ amplifient successivement la tension et le courant.

L'étage de sortie est constitué par deux transistors de puissance T₆ et T₇ montés en push pull qui attaquent les transformateurs TR₂ et TR₃.

La tension de sortie, atteint 370 Volts crête à crête quand deux moteurs fonctionnent simultanément. Pour la réalisation, on a largement fait appel à la technique des circuits imprimés qui permet une reproduction plus aisée sans erreurs de câblage et augmente la fiabilité.

	tensions efficaces (Volts)	Courant d'entrée (mA)
à vido	160	600
un moteur	140	800
deux moteurs	120	1.050
trois moteurs	100	1.300

Le système de régulation du ou des moteurs est alimenté par une source de courant continu (batterie) pouvant débiter au maximum 1,3 A sous 12 Volts. La batterie peut être utilisée en tampon sans inconvénient puisque l'alimentation du diapason est régulée (6 Volts continus). Les moteurs Crouzet peuvent supporter des surtensions dues à la charge de la batterie ainsi utilisée.

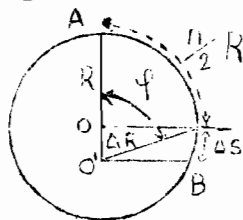
2.2.2. Alimentation des lanternes

Afin de pouvoir utiliser une source unique de courant on a réalisé un système qui délivre une tension continue, régulée, ajustable de 2 à 6 Volts pour l'alimentation des lanternes des enregistreurs. Nous ne décrivons pas l'appareil qui a déjà fait précédemment l'objet d'un rapport.

3. Régularité de marche

3.1. Excentricité d'un axe de rotation.

Supposons que l'axe de rotation ne coïncide pas avec le centre d'un engrenage ou l'axe de révolution d'un cylindre de rayon R et s'en écarte d'une longueur ΔR .



O' axe de rotation
O centre

Evaluons sans calculs compliqués la variation de l'arc de cercle décrit lorsque l'engrenage tourne d'un mouvement uniforme.

Dans le cas de la figure l'extrémité du rayon vecteur décrit au cours d'une rotation de $M/2$, un arc de cercle égal à $\frac{n}{2} R + \Delta s$.

En première approximation, on peut prendre $\Delta s - \Delta R$.

Réciproquement, si l'extrémité du rayon vecteur décrit un arc de cercle d'un mouvement uniforme, l'angle balayé quand un quart de cercle a été décrit est :

$$\frac{n}{2} - \Delta \varphi$$

$$\text{avec } \Delta \varphi \approx \frac{\Delta s}{R} = \frac{\Delta R}{R}$$

3.1.1. Cas des cylindres

Selon les cylindres et l'endroit où elle est mesurée à l'aide d'un comparateur, on trouve une variation du rayon comprise entre 0,03 et 0,15 mm. Ce défaut n'est pas nécessairement dû à une excentricité de l'axe mais peut provenir d'une irrégularité de surface. Quoiqu'il en soit, la variation de la longueur de l'arc de

de cercle décrit au cours d'une rotation de $\frac{\pi}{2}$ avec une vitesse angulaire supposée uniforme est au plus égale à $\pm 0,15$ mm.

Les marques de temps étant généralement faites chaque minute, la distance qui sépare deux marques de temps consécutives peut varier au maximum de :

$$\Delta l = \pm \frac{2\pi}{15} \times 0,15 \simeq \pm 0,06 \text{ mm}$$

si le déroulement adopté est 60 mm/mn.

Cherchons la variation de la vitesse de déroulement pendant un intervalle de temps inférieur à la minute soit 30 secondes. Le rayon vecteur est approximativement égal à :

$$r \simeq R \pm \Delta R \cos \varphi$$

La variation de r est maximum pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$. Dans ces conditions défavorables, la variation de longueur de l'arc de cercle décrit par le rayon vecteur pendant deux demi-minutes consécutives est alors :

$$\Delta l_1 = \pm \Delta r \cdot \Delta \varphi \simeq \Delta R \cdot \Delta \varphi^2 \quad \text{en supposant } \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{d'où } \Delta l' \simeq \pm 0,15 \times \left(\frac{2\pi}{30}\right)^2$$

$$\Delta l' \simeq \pm 0,007 \text{ mm}$$

3.1.2. Cas du grand engrenage à chevrons

Quand le rayon vecteur à décrit un quart de cercle le pignon a tourné d'un angle égal à $\frac{\pi}{2} \pm \Delta \varphi$ avec $\Delta \varphi \simeq \frac{\Delta R'}{R'}$.

Il en résulte sur le cylindre une variation de longueur de :

$$\Delta l_2 = R \Delta \varphi = \frac{R}{R'} \Delta R' \quad \text{en désignant par } R \text{ et } R' \text{ les rayons respectifs des cylindres et du pignon, si } \Delta R = 0,05 \text{ mm}$$

et $\frac{R}{R'} \simeq 3$,

$$\Delta l_2 = \pm 0,15 \text{ mm}$$

Comme on l'a montré précédemment, la variation de la longueur d'une minute demeure inférieure à 0,06 mm et celle de deux

demi-minutes consécutives, inférieure à 0,007 mm.

En conclusion, les irrégularités de déroulement dues à l'excentricité de l'axe de rotation des cylindres ou du grand pignon à chevrons n'entraîne pas d'erreur appréciable dans la détermination de l'heure d'un phénomène.

3.1.3. Cas du petit engrenage à chevrons.

La longueur de l'arc de cercle décrit au cours d'une rotation de $\frac{1}{2}$ varie de $\pm \Delta r$ en désignant par r le rayon du petit pignon. Il en résulte une variation égale sur le grand pignon

$$\Delta R' = \Delta r$$

et sur le cylindre :

$$\Delta l_3 = \pm 3 \Delta r$$

si r est de l'ordre de 0,03 mm,

$$\Delta l_3 \approx 0,1 \text{ mm}$$

Il faut noter que cette variation affecte la longueur d'un intervalle correspondant à une demi-minute dans le cas d'un déroulement de 60 mm/mn.

L'excentricité des pignons Sefram engendre des variations égales si bien que les variations cumulées pourraient atteindre 0,3 mm.

En fait, il semble bien que cette évaluation soit pessimiste puisque l'expérience n'a pas montré de variations supérieures à 0,1 mm. Il se peut que les excentricités aient été surestimées ou qu'elles se compensent.

L'utilisateur pourrait peut-être essayer de réduire encore ces irrégularités en recherchant par tâtonnements successifs une position relative des engrenages telle que les excentricités se compensent au moins partiellement.

Je n'ose préconiser le rodage des engrenages à l'aide d'une pâte abrasive : on risquerait d'aggraver un défaut acceptable.

3.2. Variation de température.

Le constructeur garantit la fréquence de l'oscillateur à diapason à $5 \cdot 10^{-5}$ près et une variation de $75 \cdot 10^{-2}$ par degré C. Il est possible que cette valeur soit exagérée car les utilisateurs de Bangui n'ont pas constaté d'irrégularités dues à un effet de température pourtant non négligeable.

Il n'est pas inutile cependant de préserver le diapason des variations de température extérieures. Malgré une enveloppe plastique qui diminue les échanges thermiques, les transistors de puissance créent un apport de chaleur qui élève lentement la température du diapason. L'équilibre thermique est atteint en une heure ou deux, peut-être moins.

On a donc intérêt à laisser fonctionner en permanence le moteur même pendant le changement de papier photographique.

4. U t i l i s a t i o n e t e n t r e t i e n

4.1. Installation.

- Nivelier soigneusement le bâti à l'aide des vis calantes extrêmes et compenser la flèche avec les vis calantes centrales.
- Mettre en place l'axe d'acier sur les supports. Repérer l'empreinte où doit s'engager la vis à 6 pans creux. Bloquer énergiquement l'axe sur ses supports ce qui diminue sa courbure.
- Eviter de sortir l'axe des cylindres ce qui aurait pour effet de libérer les billes des roulements dont la mise en place est difficile.
- Libérer le chariot qui porte le bloc moteur bloqué pendant le transport. Retirer le second carter fixé avec du scotch. Nettoyer avec soin et graisser le chemin de roulement de la glissière à billes. Le chariot doit glisser sans effort ni jeu latéral sur sa glissière.
- Vérifier et régler au besoin le parallélisme des faces terminales du cylindre et du bloc moteur. Pour cela desserrer les vis de fixation du bloc moteur sur le chariot, rendre les faces parallèles puis bloquer les vis de fixation.

- On peut régler le jeu latéral de la glissière à l'aide de vis.
- Engager les engrenages à chevrons et régler la hauteur du bloc moteur de manière à laisser un jeu raisonnable dans la position où le jeu est minimum c'est-à-dire probablement lorsque le moteur est près du support de l'axe. Il est bon toutefois de vérifier le jeu sur toute la course de la glissière.
- Régler le jeu des roulements des cylindres comme il est expliqué au paragraphe 213. Le moyeu "arrière" (à l'extrémité opposée du moteur) est extérieur au cylindre et peut être vissé à la main après avoir desserré la vis de blocage. Le moyeu "avant" (côté moteur) est dans le cylindre et moins accessible. Il ne comporte pas de vis de blocage. Comme les filets sont plus "durs", il faut utiliser une clef à ergots pour visser ou dévisser.
- Régler la friction du limiteur de couple.
- Démontez le capot de la boîte de commande. Mettre en place le diapason. Relier les deux bornes d'entrée à une batterie de 12 Volts en respectant les polarités. Brancher le cordon muni de prises Jeager à l'une des sorties de la boîte de commande et à la borne située sur le bâti.
- Mettre en place les lentilles.
- Oter le fil qui maintient ouverte la pince de débrayage.
- Pour changer le papier photographique, il n'est pas nécessaire d'arrêter le moteur. Lorsque les nouvelles feuilles sont en place, débrayer les cylindres en serrant les deux tiges de la pince située entre les deux derniers cylindres, faire glisser les cylindres en maintenant la pince ouverte puis lâcher la pince pour embrayer de nouveau.

4.2. Entretien.

On a prévu quelques systèmes de sécurité pour éviter d'endommager l'appareil par des manoeuvres trop brutales ou maladroites.

Les amortisseurs de caoutchouc aux deux extrémités empêchent les cylindres de heurter les supports de l'axe. Un inter-

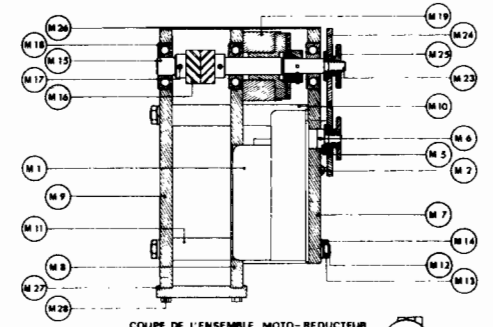
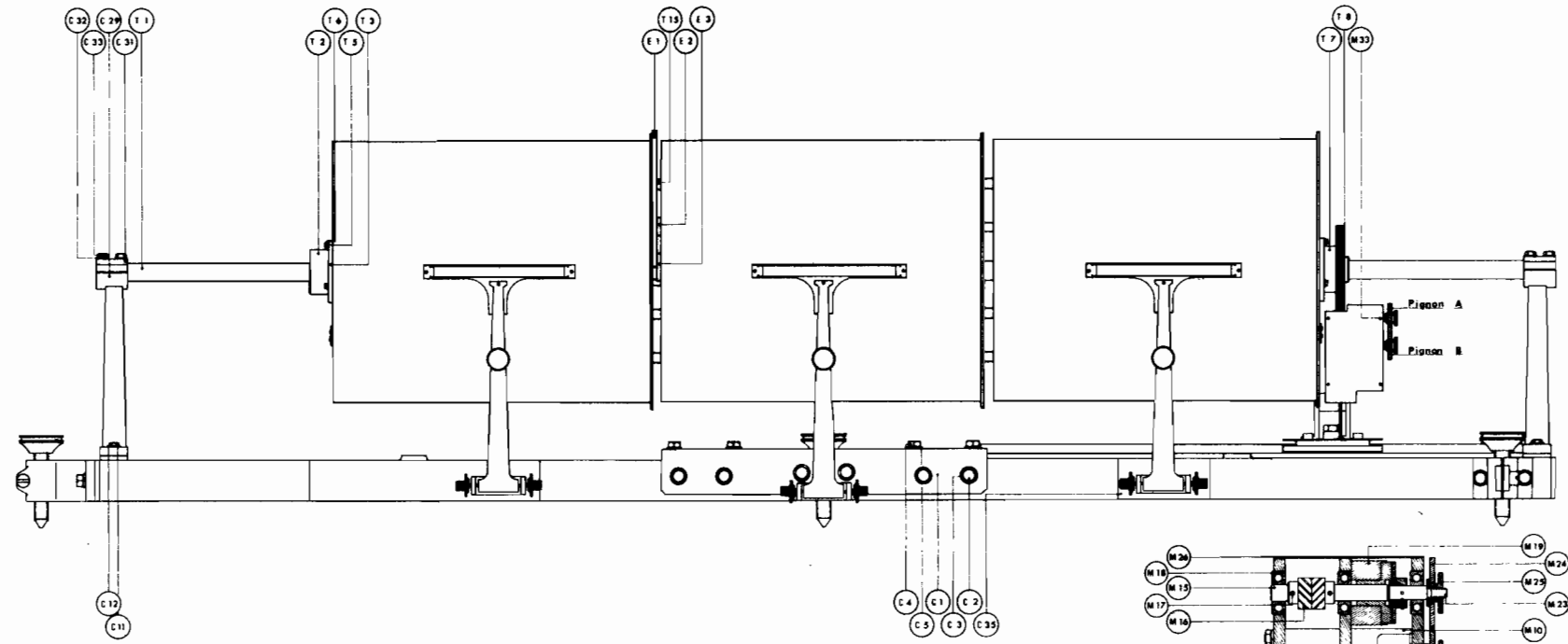
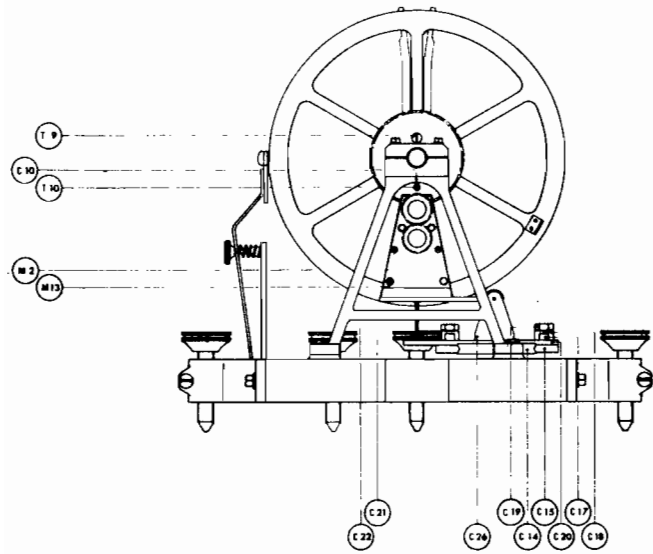
rupteur coupe l'alimentation du moteur dès que les cylindres arrivent en bout de course. En outre, le limiteur de couple évite les contraintes qui pourraient s'exercer sur les rouages du moteur ou du réducteur en cas de grippage du mouvement pour une course quelconque.

La maintenance est très simple.

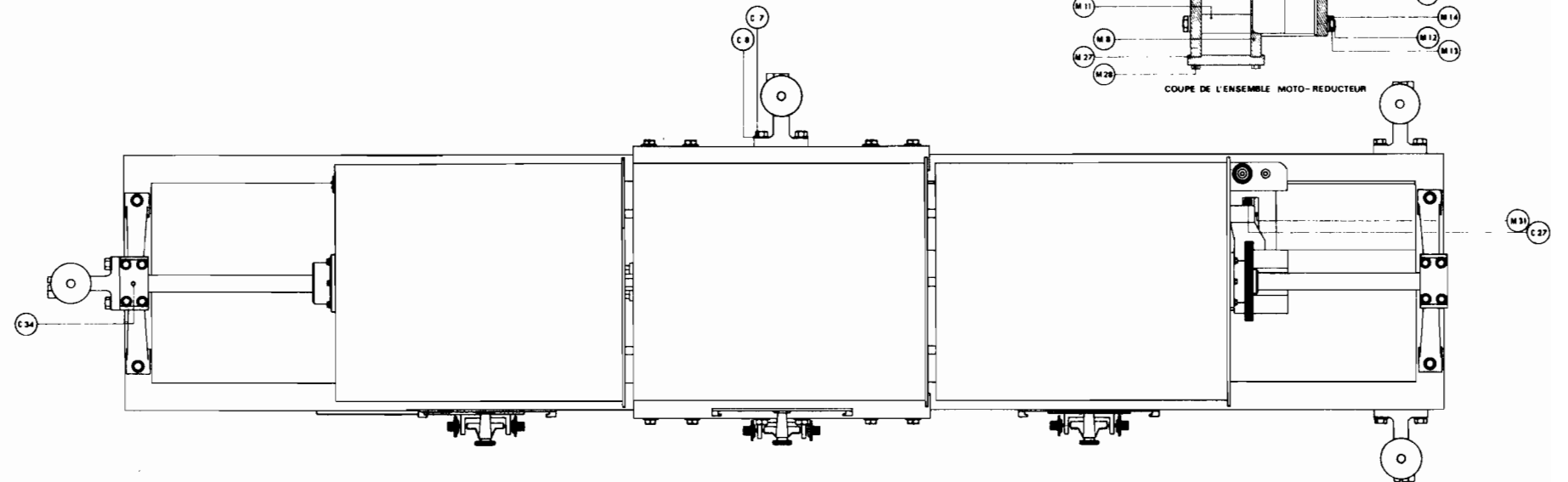
- L'axe et les chemins de roulement de la glissière doivent être fréquemment nettoyés et graissés.
- Les roulements des cylindres doivent être graissés de temps à autre ainsi que ceux qui portent les axes des engrenages du moteur.
- Vérifier le jeu des roulements des cylindres et des engrenages à chevrons.

La fréquence des graissages et des vérifications est à définir par l'utilisateur selon l'atmosphère plus ou moins oxydante, plus ou moins chargée de poussières.

ENREGISTREUR A 3 PISTES



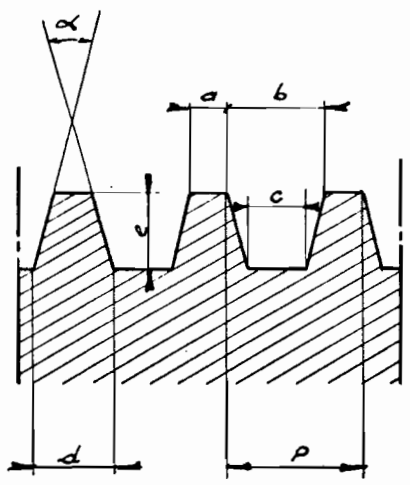
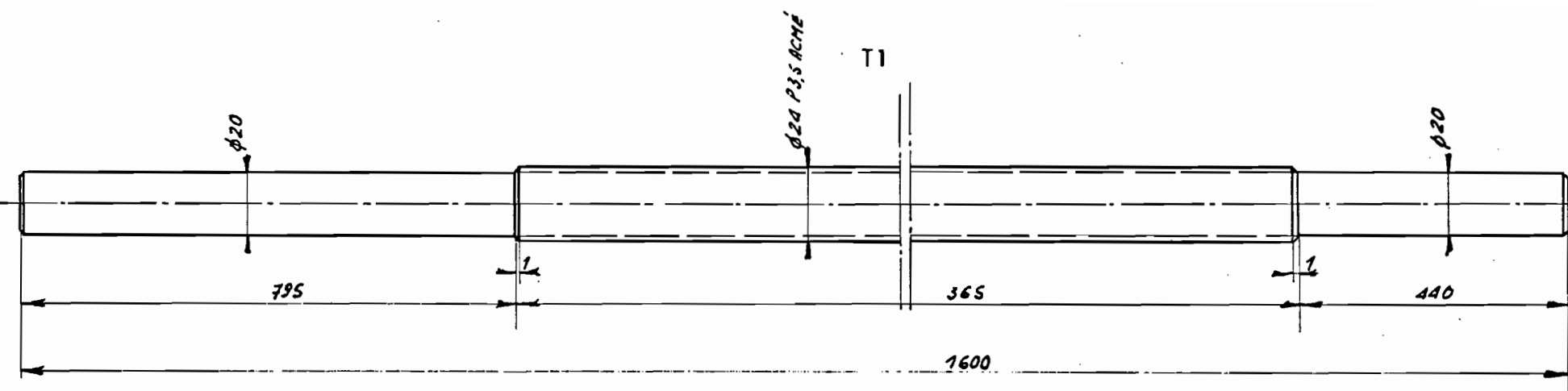
COUPE DE L'ENSEMBLE MOTO-REDUCTEUR



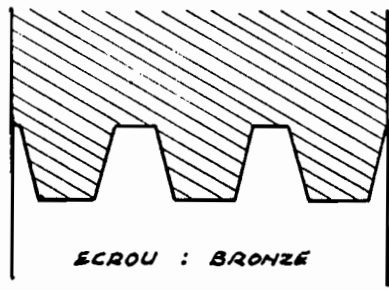
CARACTERISTIQUES DE L'APPAREIL

1 ^{re} VITESSE	20 et 100 dents	11,75 mm	soit	12 mm	min
2 ^e VITESSE	24 et 96 dents	11,80	-	15	-
3 ^e VITESSE	40 et 80 dents	11,20	-	30	-
4 ^e VITESSE	80 et 80 dents	11,15	-	60	-
5 ^e VITESSE	80 et 40 dents	11,75	-	120	-
6 ^e VITESSE	96 et 24 dents	11,975	-	240	-
7 ^e VITESSE	100 et 20 dents	11,3	-	300	-

MOTEUR 110 V ALTERNATIF
 EMBRAYAGE 12V CONTINU
 DEPLACEMENT LONGITUDINAL LA LONGUEUR D'UN TAMBOUR



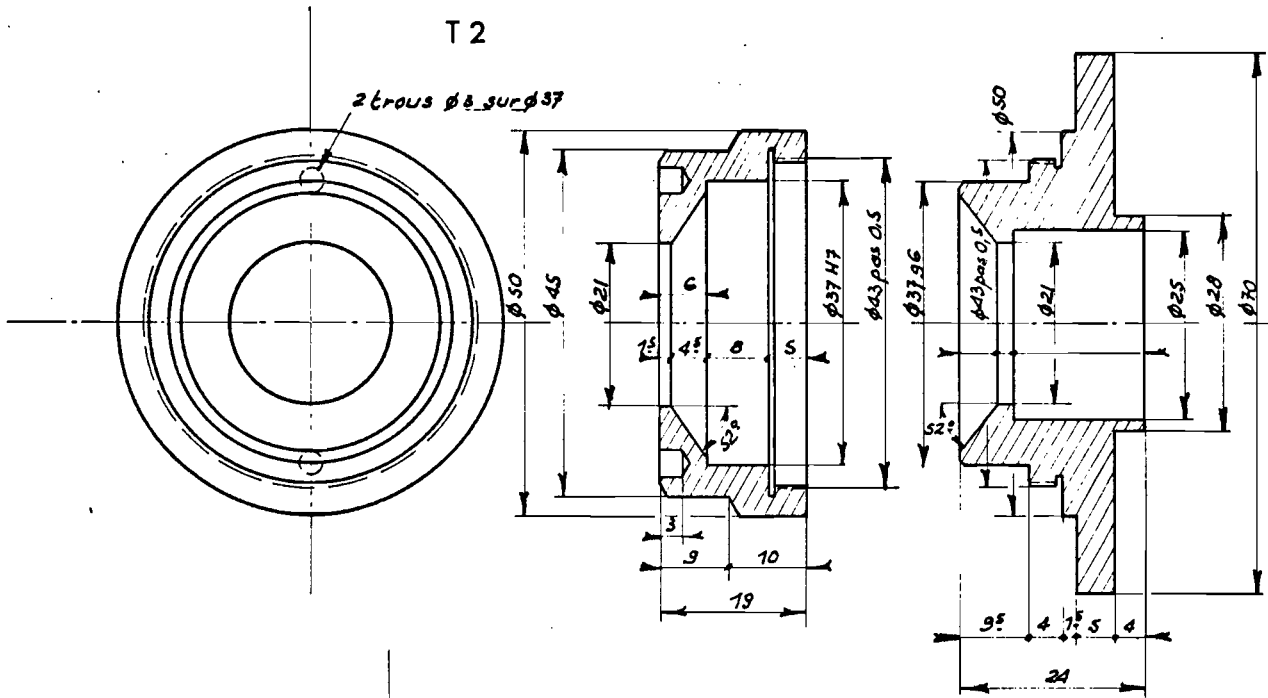
- a .1,0
- b 2,5
- c 1,5
- d 2,0
- e 2,0
- p 3,5
- α 29°



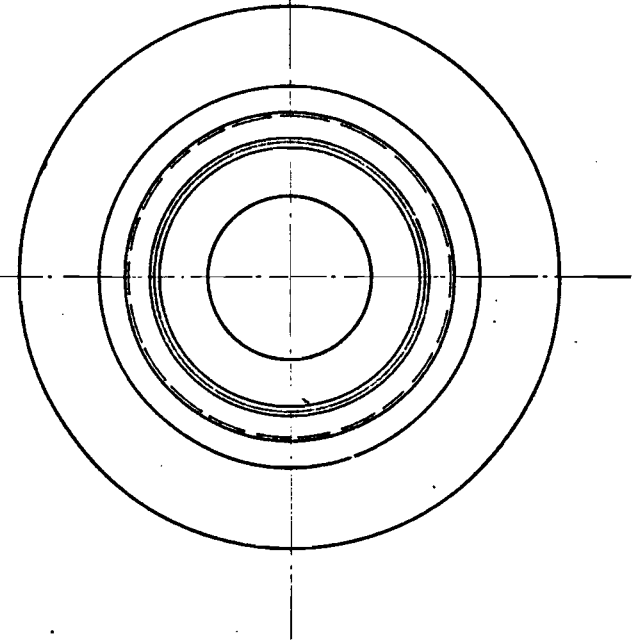
E3

MATIERE : ACIER DEMI-DUR TRAITÉ.
 FINITION : RECTIFICATION.
 SUR LONGUEUR ± 0,5
 TOLÉRANCES : SUR φ ± 0,1
 SUR FILETAGE ± 0,05

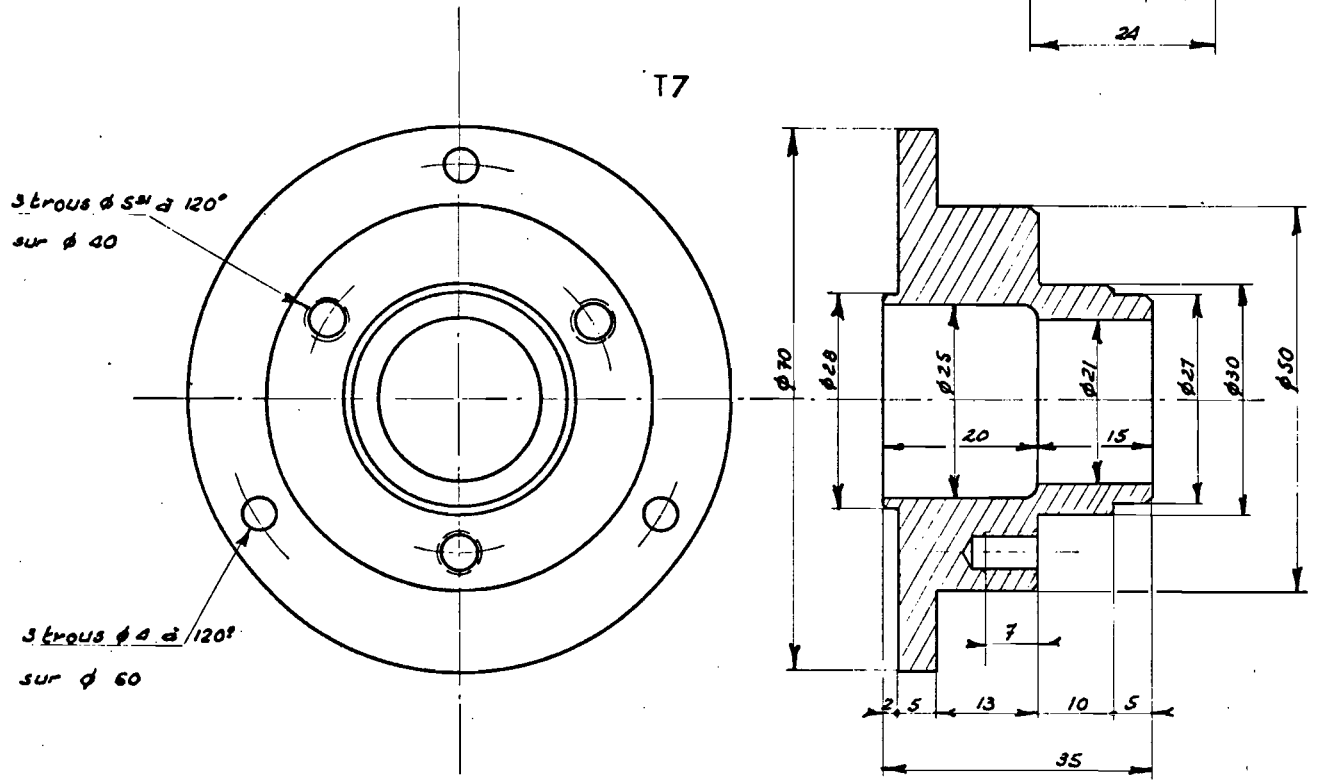
T 2



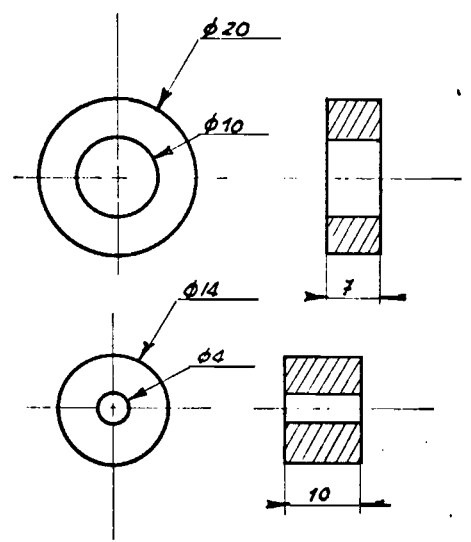
T 3



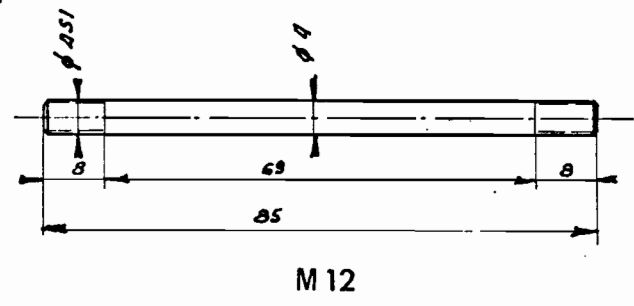
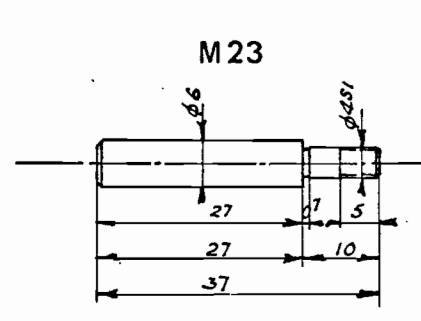
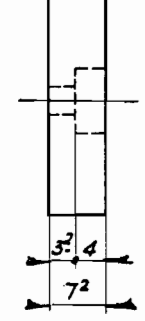
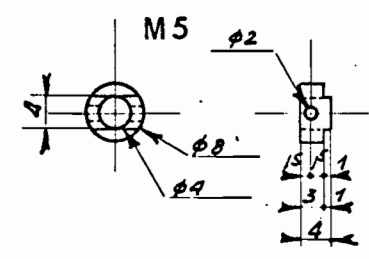
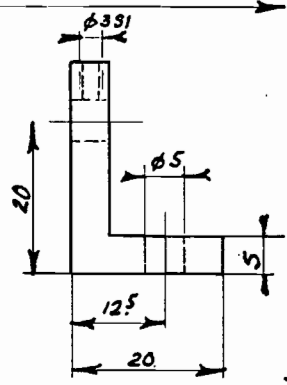
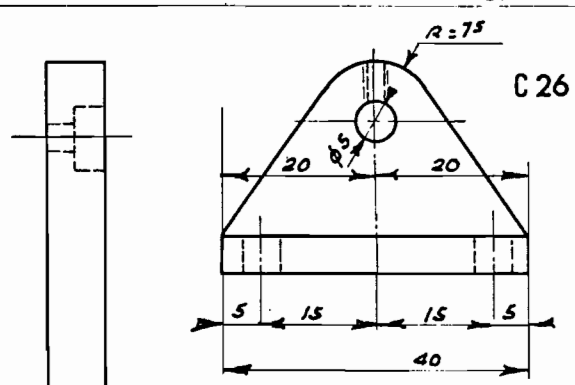
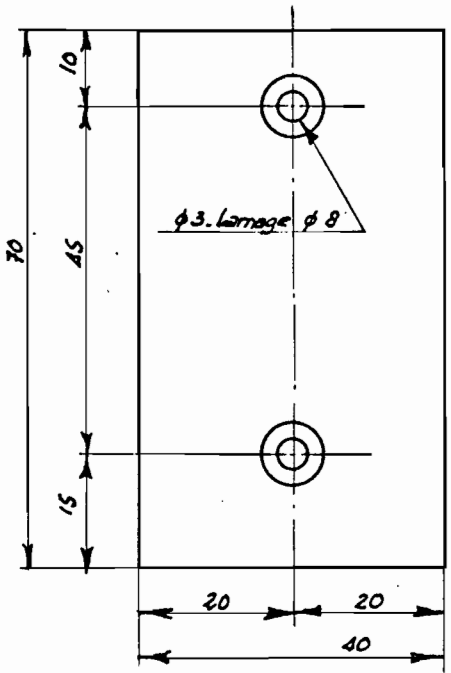
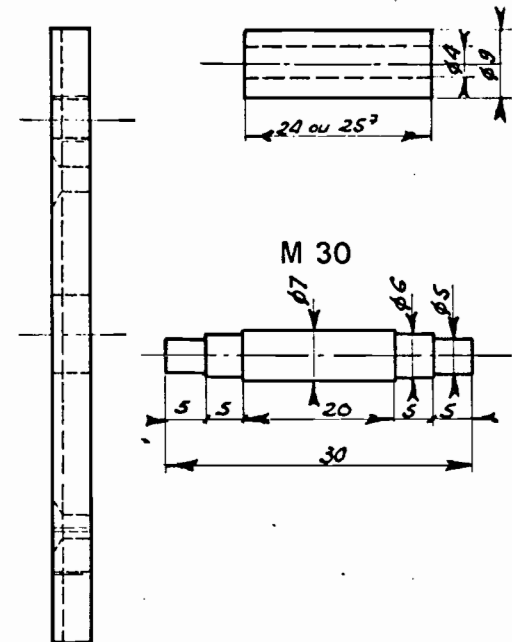
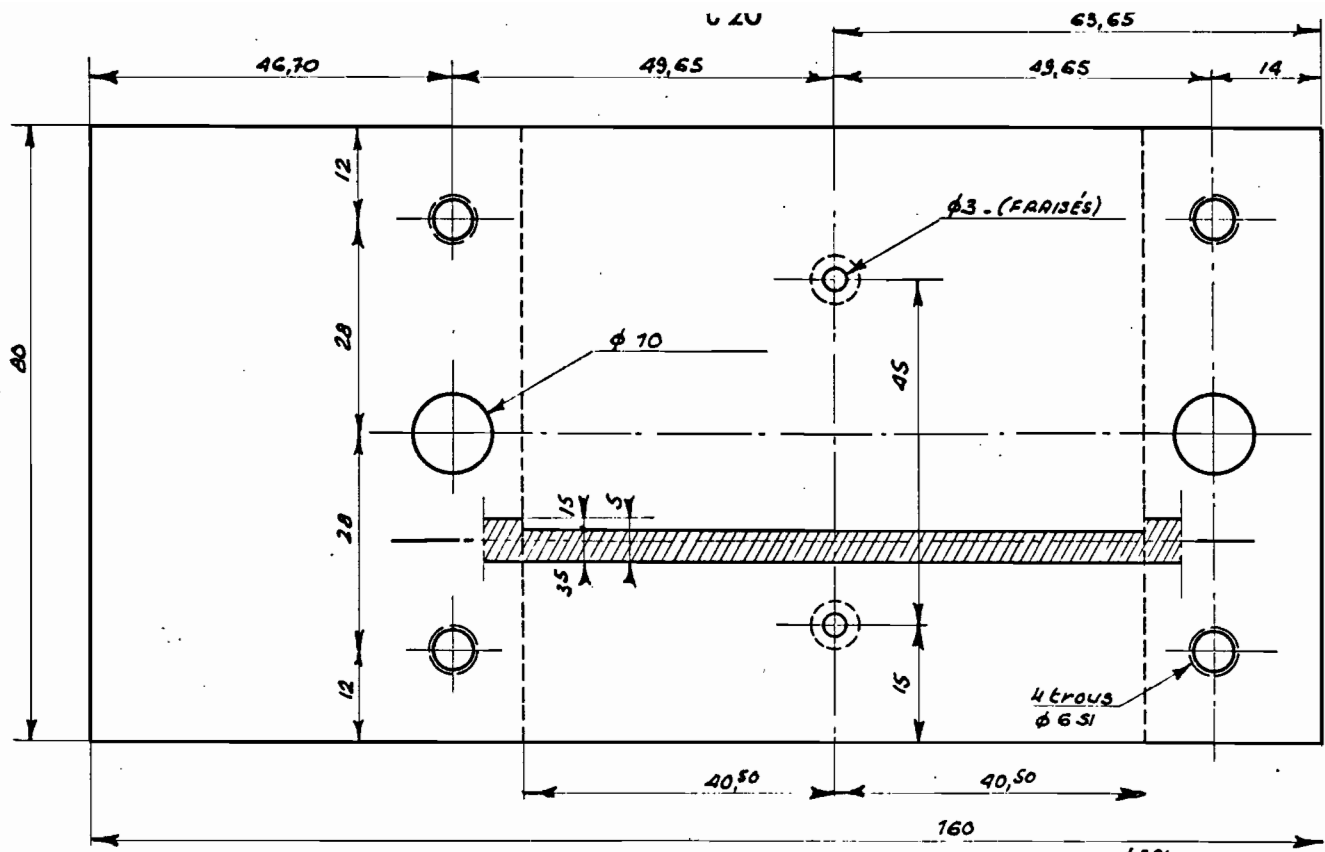
T 7

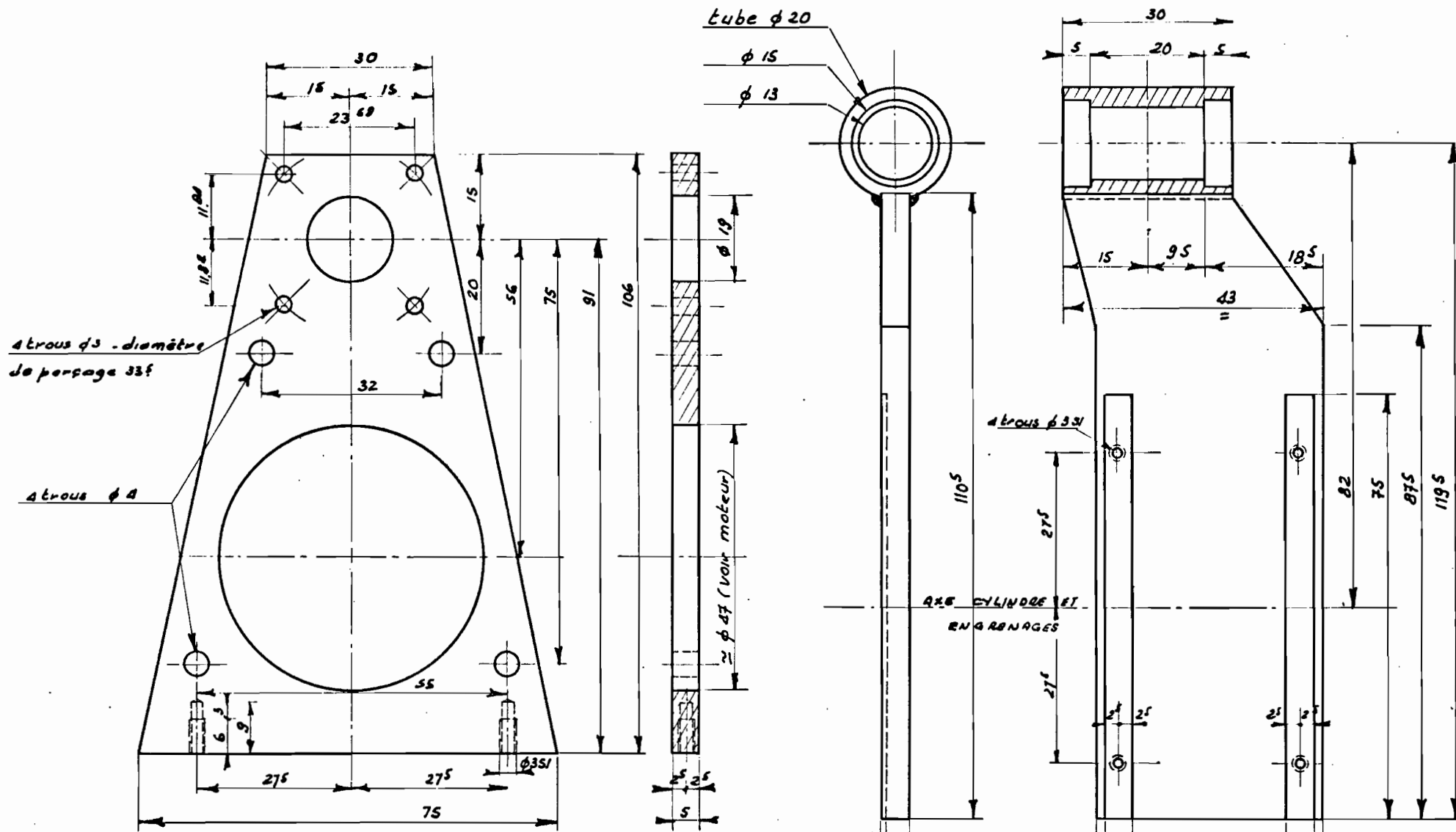


C 18



T 15

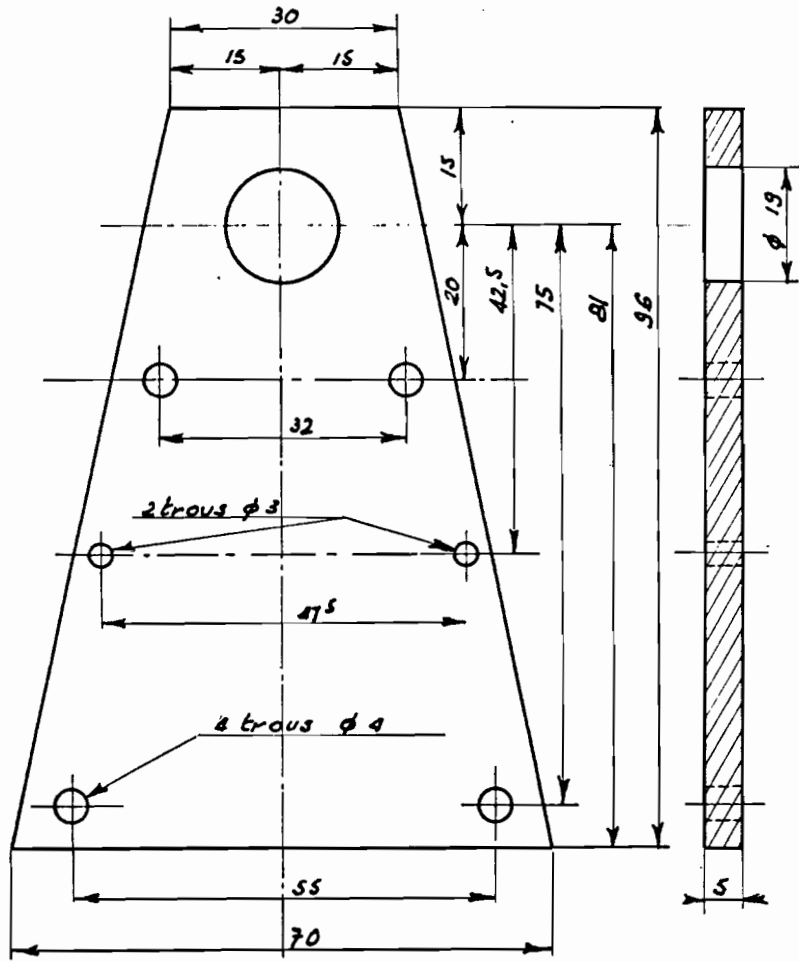




M 8

M 27

M 7



M 9

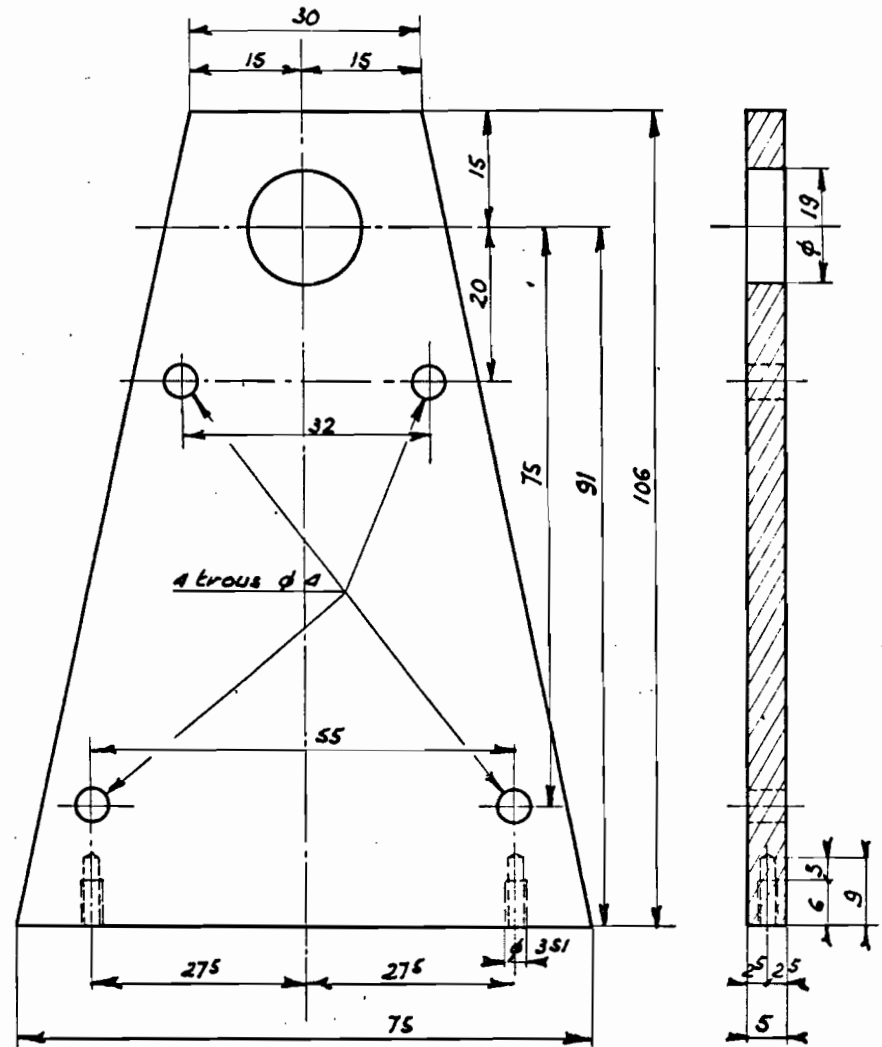


FIG 6

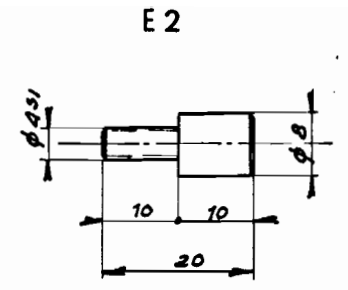
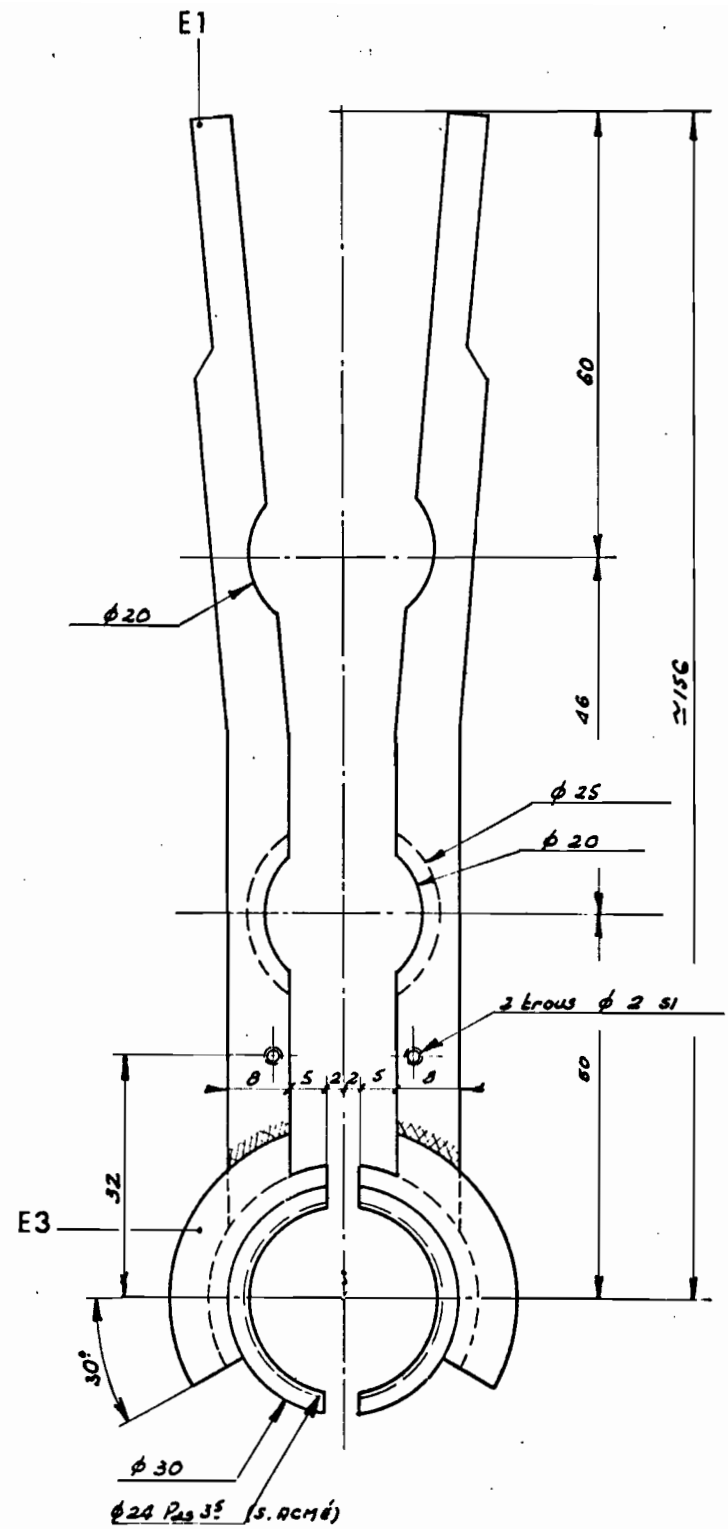
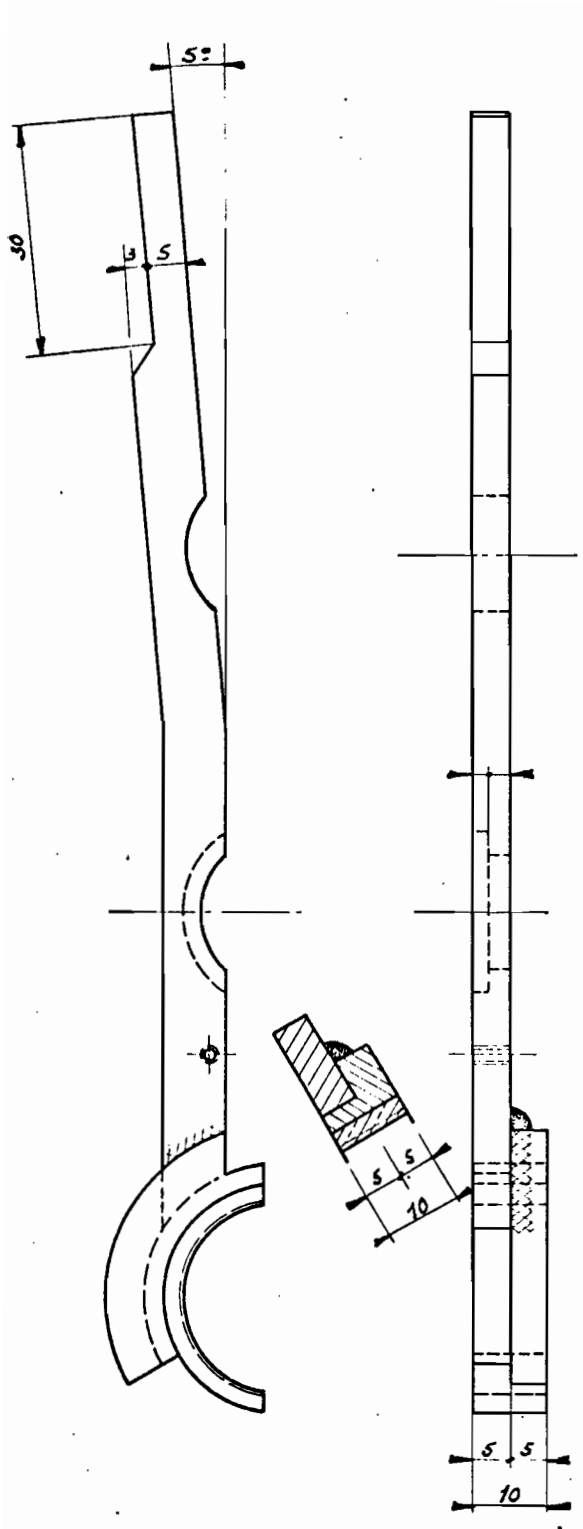
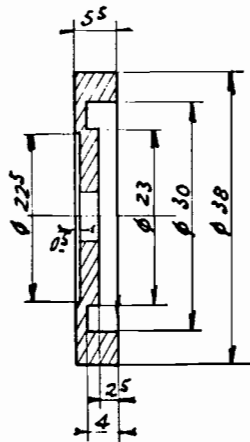
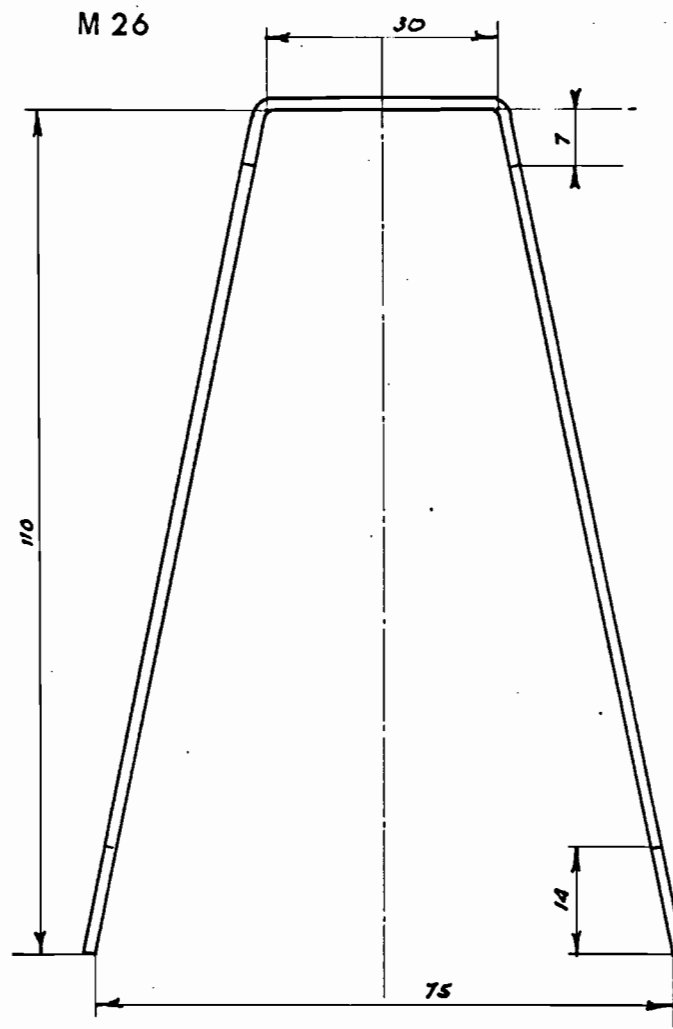
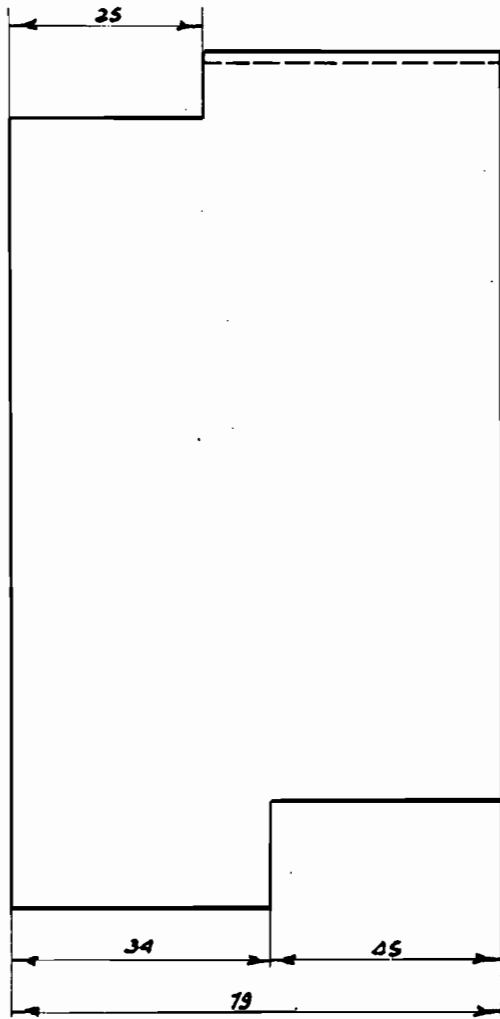
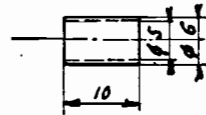


FIG 1

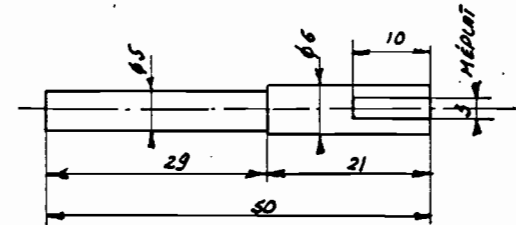


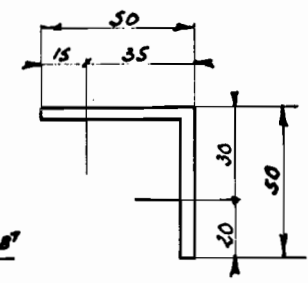
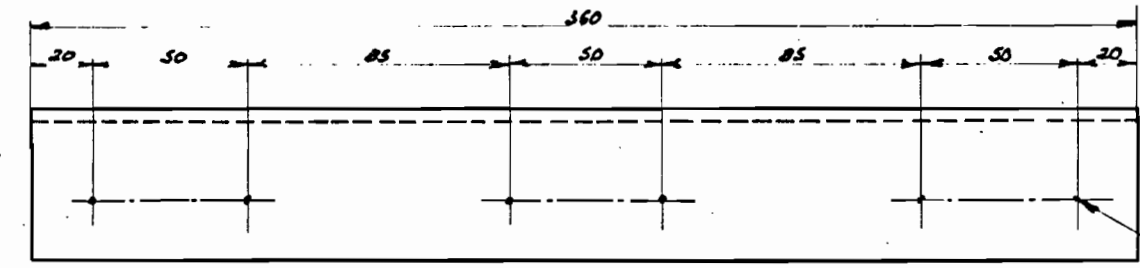
M 21

M 20

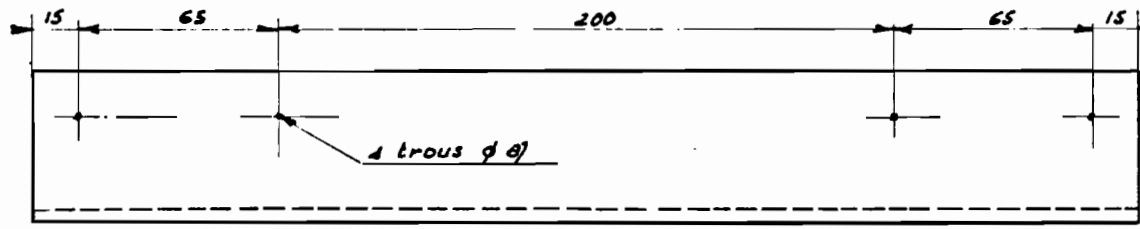


M 15

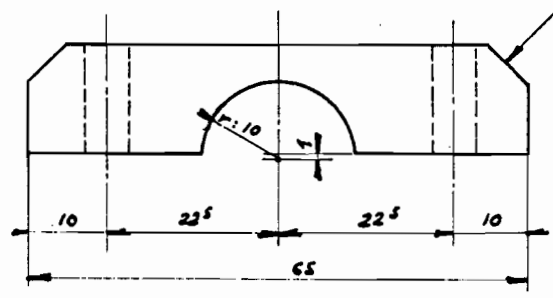
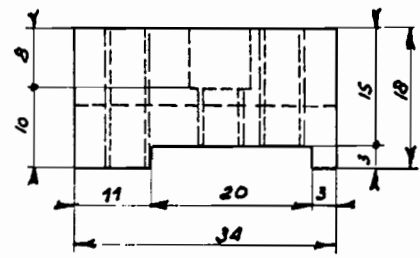
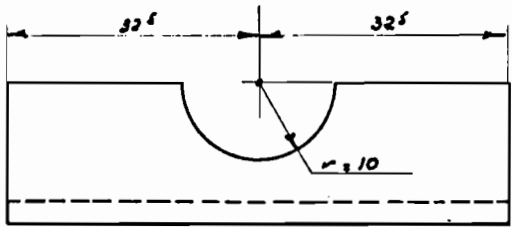




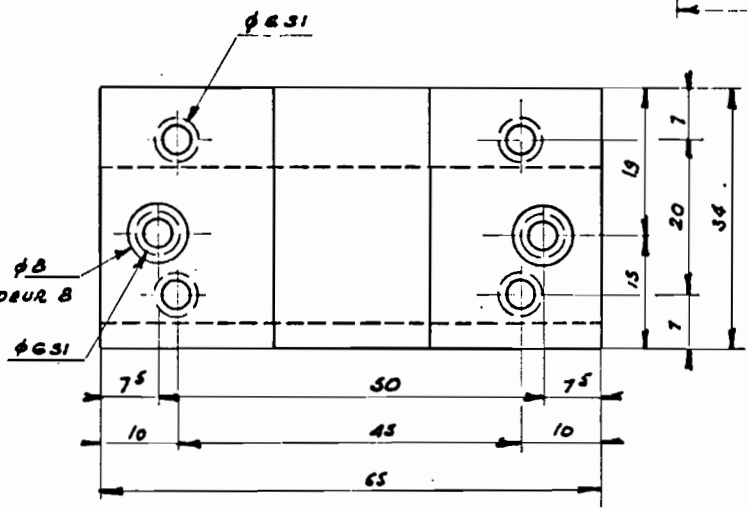
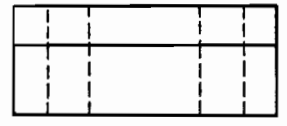
4 trous $\phi 8$



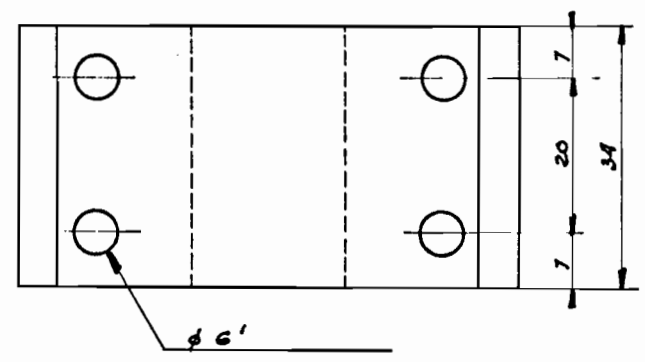
4 trous $\phi 8$



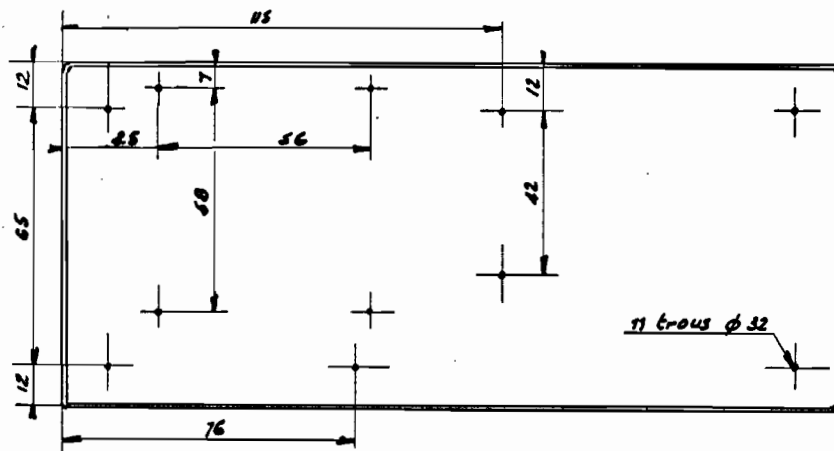
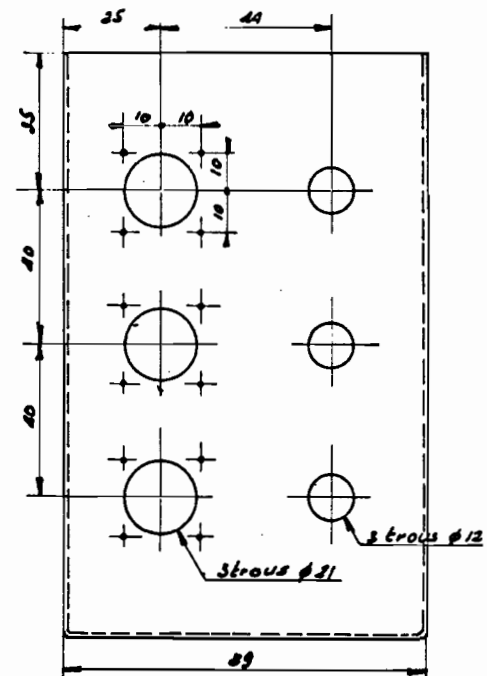
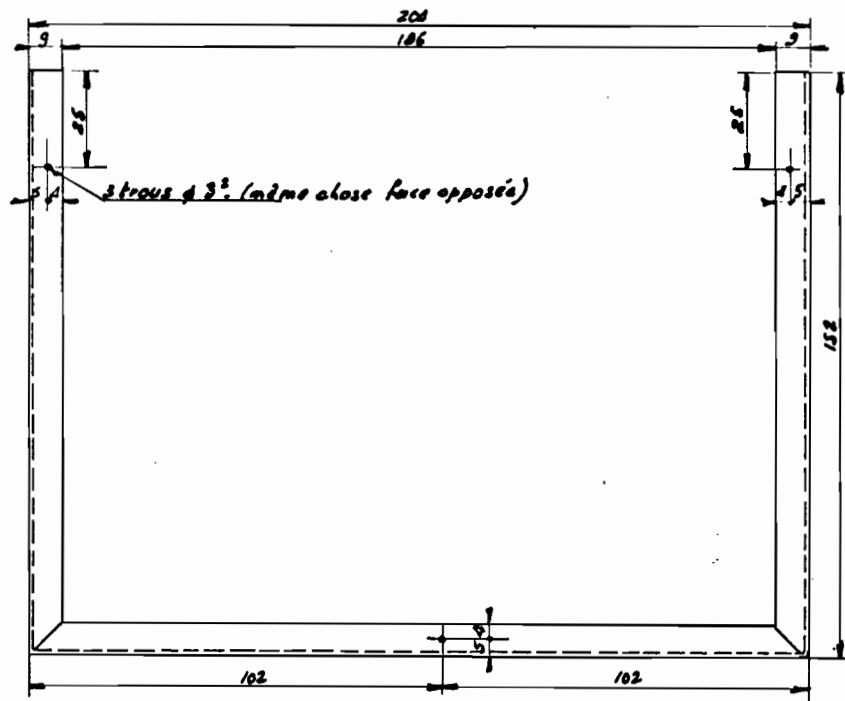
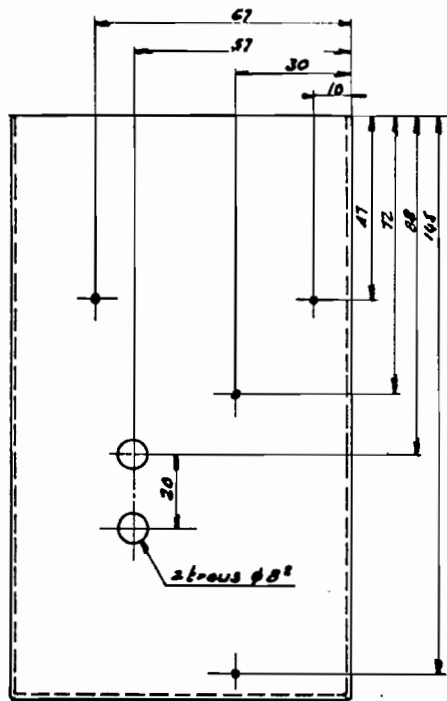
5 α 45°



C 29

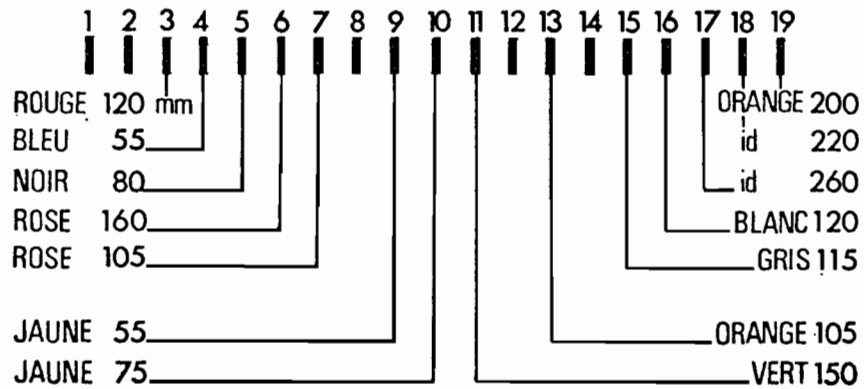
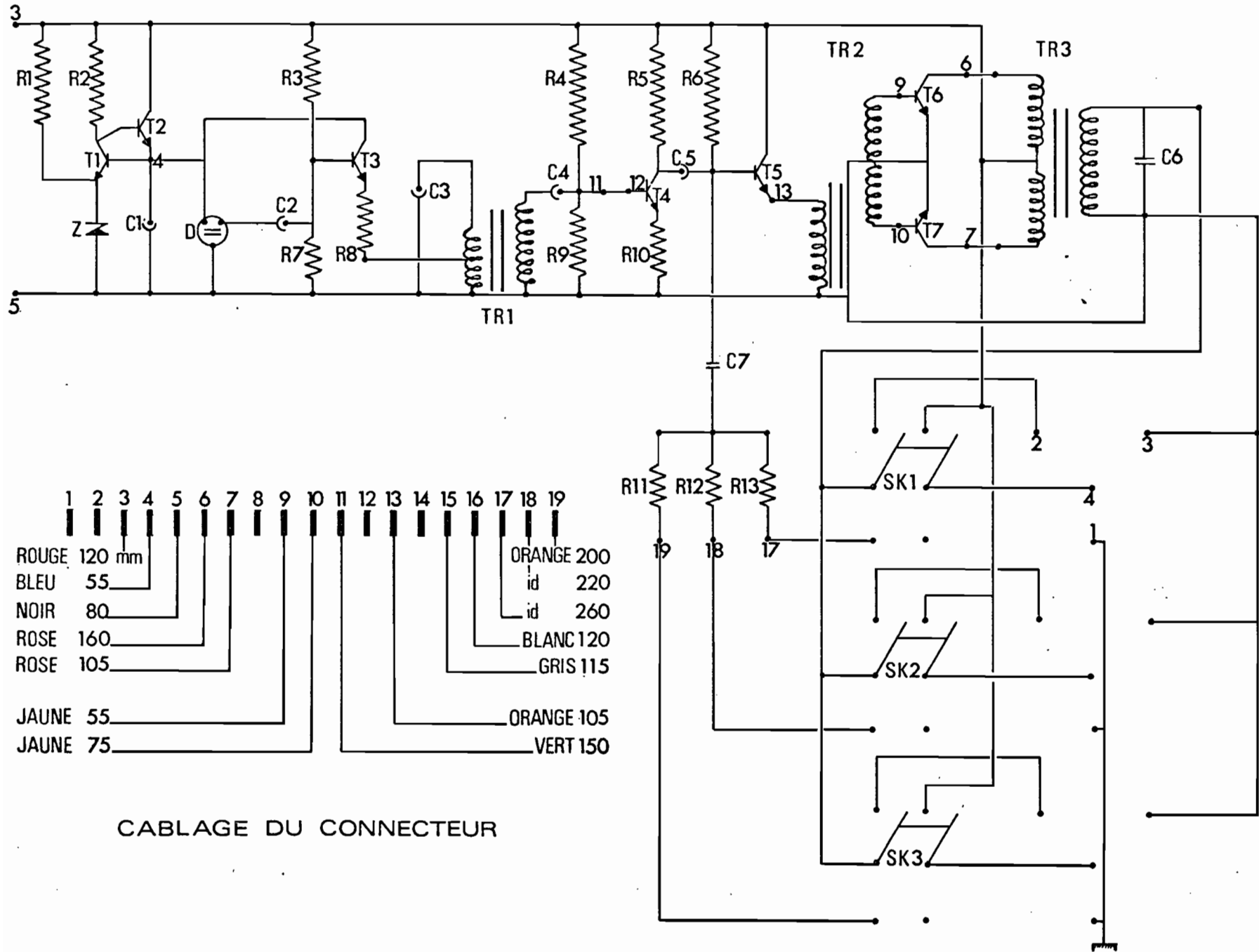


C 31



COFFRE POUR COMMANDE DE MOTEUR GROUZET TYPE B32 - 110V.

AMPLIFICATEUR POUR ALIMENTATION DE MOTEUR SYNCHROME CROUZET



CABLAGE DU CONNECTEUR

SCHEMA REGULATEUR DE TENSION

2 a 6V - 0 a 2A

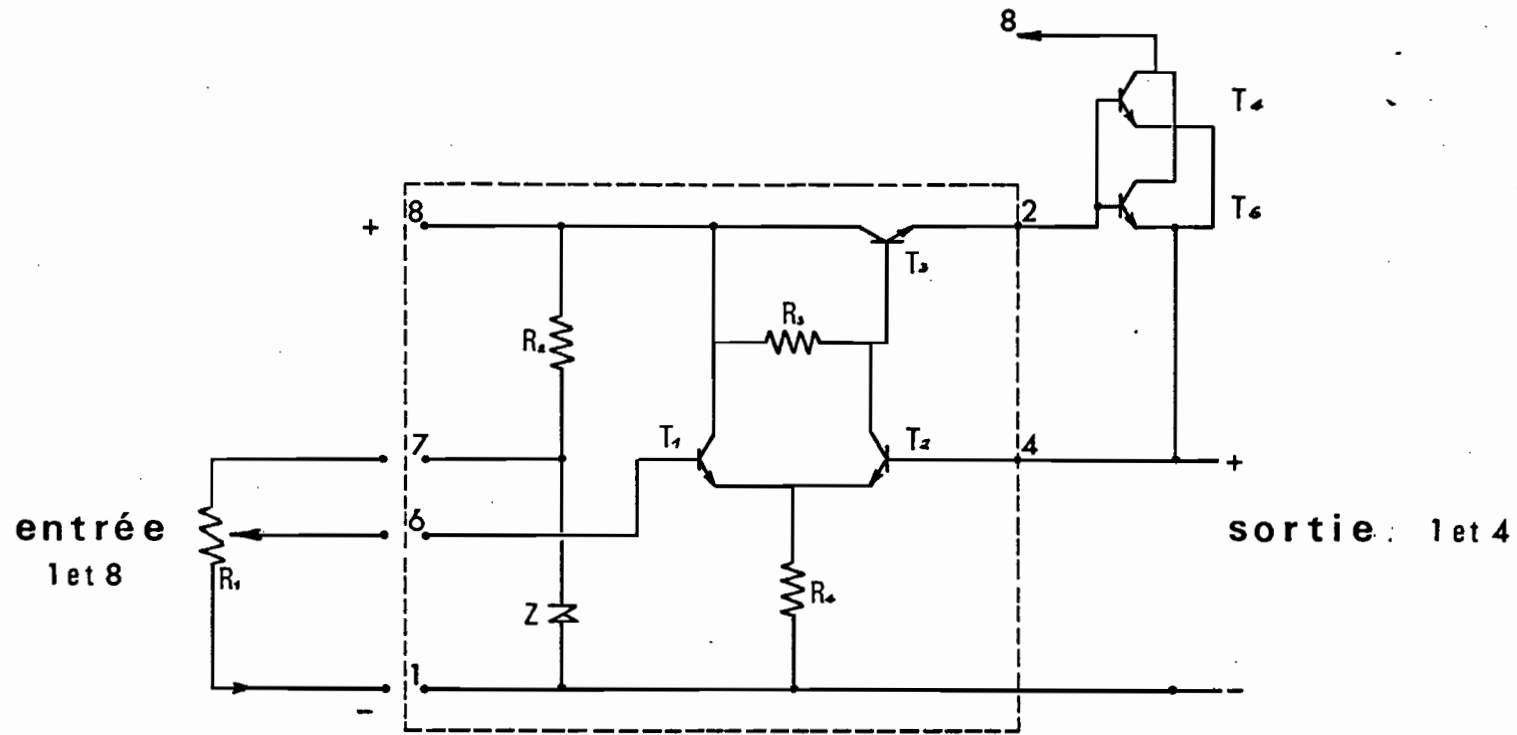


Tableau 1

APPAREIL : ALIMENTATION DU MOTO-REDUCTEUR.

Référence Schéma	Désignation	Nombre	Fournisseurs
R ₁	Résistance $\frac{1}{2}$ W 1.000 Ohms	1	R T F
R ₂	" 390 "	1	"
R ₃	" 33.000 "	1	"
R ₄	" 10.000 "	1	"
R ₅	" 1.500K "	1	"
R ₆	" 10 000 "	1	"
R ₇	" 10.000 "	1	"
R ₈	" 100 "	2	"
R ₉	" 680 "	1	"
R ₁₀	" 10 "	1	"
R ₁₁	" 100K "	1	"
R ₁₂	" 100K "	1	"
R ₁₃	" 100K "	1	"
C ₁	Condensateur 40 V ; 6,4 uF	1	"
C ₂	" " "	1	"
C ₃	" 25 V ; 64 uF	1	"
C ₄	" 16 V ; 10 uF	1	"
C ₅	" 40 V ; 6,4 uF	1	"
C ₆	" 400 V ; 1,4 uF	1	"
C ₇	" 250 V ; 0,1 uF	1	"
D	Oscillateur à diapason 6 Volts 50 Hz 8 D 15 J 4 GF	1	Souriau

Tableau 1 (suite)

Référence Schéma	Désignation	Nombre	Fournisseur
T ₁	Transistor 2N 1893	1	Mazda
T ₂	" 2N 2196	1	"
T ₃	" 2N 2484	1	"
T ₄	" 2N 1893	1	"
T ₅	" 2N 2196	1	"
T ₆	" 180 T2	1	"
T ₇	" 180 T2	1	"
TR ₁	Transformateur TRS 64	1	Audax
TR ₂	" TRS 101	1	"
TR ₃	" C 10	1	Radio Voltaire
Z	Diode Zenner B Z Y 88 C 6 V 2	1	R T F
	Connecteur F 045 AC 025	1	"
	Equerre B 8 708 46	2	"
	Etrier B 8 708 47	2	"
	Embase femelle 536 604	3	Jaeger
	" mâle 43 082 (sur bâti)	1	"
	Fiche mâle 532 604	1	"
	" femelle 43 085	1	"
	Coffret minibox AM 3060	1	Egée
	Borne 583 110 (noire)	1	Stockly
	" 583 112 (rouge)	1	"
	Support Octal 687		MFOM
	Bouchon " 598		"

Tableau 2

APPAREIL : ALIMENTATION REGULEE DES LANTERNES.

Référence Schéma	Désignation	Nombre	Fournisseur
R ₁	Potentiomètre 1.000 Ohms PE25	1	Sfernice
R ₂	Résistance 56I Ohms	1	R T F
R ₃	" 2.200 Ohms	1	"
R ₄	" 330 Ohms	1	"
T ₁	Transistor 2 N 1711	1	Mazda
T ₂	" "	1	"
T ₃	" 2 N 2196	1	"
T ₄	" 180 T 2	1	"
T ₅	" 180 T 2	1	"
Z	Diode Zenner B Z Y 88 C 6,2Volts	1	R T F
	Coffret minibox AM 3060	1	Egée
	Borne 58 31 10	2	Stockly
	58 31 12	2	"

Tableau 3

APPAREIL : ENSEMBLE MOTO-REDUCTEUR.

Repère	Nombre de Pièces	Désignation	Matière	Fournisseurs
M ₁	1	Moteur Crouzet, 110V, 50Hz type 832, 1t/2mm sens inverse		Crouzet
M ₂	2	Fixation moteur Crouzet sur flasque M7	vis TR \emptyset 3x10	
M ₃	2	Fixation moteur Crouzet sur flasque M7	Ecrou H3	
M ₄	2	Fixation moteur Crouzet sur flasque M7	Rondelle éventail \emptyset 3	
M ₅	1	Bague d'entraînement	Stub \emptyset 8	Bretin
M ₆	1	Fixation bague M5 sur axe moteur	Goupille mécanindus \emptyset 2x7	
M ₇	1	Flasque	Plat acier étiré 5x80	Weber
M ₈	1	"	" " " "	"
M ₉	1	"	" " " "	"
M ₁₀	4	Entretoise longueur 24 mm	Tube acier \emptyset 4x9	"
M ₁₁	4	" " 40 mm	" " "	"
M ₁₂	4	Axe d'entretoises	Stub \emptyset 4	Bretin
M ₁₃	8	Assemblage flasque entretoise	Ecrous H 4	
M ₁₄	8	" " "	Rondelles EV \emptyset 4	
M ₁₅	1	Axe de pignon	Stub \emptyset 6	Bretin
M ₁₆	2	Pignon 12 dents module 0,75 à denture hélicoïdale \emptyset p 12,7	Acier dur	Polycinétique
M ₁₇	2	Fixation pignons sur axe	vis 6 p.creux ST \emptyset 3x5	
M ₁₈	3	Roulement à billes	W 6 ZZ	A.D.R.
M ₁₉	1	Limiteur de couple méca-labo ML 511		C.D.C.

Tableau 3 (suite)

Repère	Nombre de Pièces	Désignation	Matière	Fournisseurs
M20	1	Bague de pignons		
M21	1	Disque porte maneton		
M22	1	Noix de rilsan-joint d'aldham		
M23	1	Axe de pignon	Stub \emptyset 6	Bretin
M24	5	Jeu de pignon métal 20 d et 100 d rouge 24 d et 96 d vert 40 d et 80 d bleu (2jeux) 60 d et 60 d jaune		Sefram
M25	2	Fixation pignons Sefram	Ecrou molleté	Sefram
M26	1	Carter de protection	Tôle de 1mm	
M27	1	Socle mobile	Plat étiré 5 x 80	Weber
	1	Moyeu de socle mobile	Tube d'acier	
M28	4	Fixation socle sur entretoises	Vis H 3x10	
M29	2	Roulement d'axe de socle mobile	Y 6 ZZ	A.D.R.
M30	1	Axe de socle mobile	Stub \emptyset 8	Bretin
M31	2	Blocage axe dans palier	Vis pointeau 6p. ST \emptyset 3x10	
M32	8	Fixation carter de protection	Rondelle EV \emptyset 3	
M33	8	" " " "	Vis H \emptyset 3	

Tableau 4

CHASSIS

Repère	Nombre de Pièces	Désignation	Matière	Fournisseurs
C1	2	Renfort de chassis	L50x50 acier étiré	Wéber
C2	8	Fixation renfort de chassis	Boulon H 8x25	
C3	8	Fixation " " "	Rondelle plate \emptyset 8	
C4	8	" " " "	Boulon H 8x15	
C5	8	" " " "	Rondelle plate \emptyset 8	
C6	16	" " " "	Rondelle évent. \emptyset -8	
C7	10	Fixation support vis réglage sur chassis	Boulon H 8x30	
C8	10	" " " "	Rondelle plate \emptyset 8	
C9	10	" " " "	Rondelle évent. \emptyset 8	
C10	1	Console Ungerer modifiée		
C11	4	Fixation console	Boulon H \emptyset 6x30	
C12	4	" "	Rondelle plate \emptyset 6	
C13	4	" "	Rondelle évent. \emptyset 6	
C14	1	Rail pour segment à billes \emptyset 5		A.D.R.
C15	2	Segment à billes \emptyset 5		
C16	3	Fixation rail sur chassis	Vis 6p.C. \emptyset 6x15	
C17	4	" segment sur rail	Vis 6p.c. \emptyset 6	
C18	2	" " " "	Rondelles acier doux	
C19	2	Fixation " " "	Ecrou H	
C20	1	Plaque d'assemblage	Plat étiré 5x80	Wéber
C21	1	Fixation tige de réglage ensemble moto-réducteur	Ecrou H 4	
C22	1	Tige de réglage hauteur de l'ensemble moto-réducteur	Tige fileté \emptyset 4SI	

Tableau 4 (suite)

CHASSIS

Repère	Nombre de Pièces	Désignation	Matière	Fournisseurs
C23	1	Cale support de palier	Aluminium	
C24	2	Fixation cale support	Vis TF \emptyset 3x13	
C25	2	" " "	Ecrou H 3	
C26	2	Flasque de palier	L 30x20 acier étiré	Wéber
C27	4	Fixation flasques de palier	Vis H 5x10	
C28	4	" " " "	Rondelle plate \emptyset 5	
C22	2	Palier de vis centrale	Plat 20x40	
C30	4	Fixation palier de vis sur consoles	Vis 6p.c. 6x30	
C31	2	Chapeau de palier	Plat 20x40	
C32	8	Fixation chapeau de palier	Rondelle plate \emptyset 6	
C33	8	" " " "	Vis H 6x25	
C34	1	Positionnement vis centrale dans palier	Vis pointeau s.t \emptyset 4x10	
C35	1	Cale de support optique	Plat 8x45	
C36	2	Fixation cale de support optique	Vis TF \emptyset 8x25	
C37	2	Fixation " " "	Rondelle plate \emptyset 8	

Tableau 5

TAMBOURS

Repère	Nombre de Pièces	Désignation	Matière	Fournisseurs	
T1	1	Vis centrale	acier traité	Montfort	
T2	2	Partie femelle de roulement à billes			
T3	2	Partie mâle de roulement à billes			
T4	32	Bille \varnothing 4,8			
T5	3	Assemblage roulement sur tambour	Boulon H 4x15		
T6	3	Assemblage roulement sur tambour	Rond pl \varnothing 5		
T7	1	Manchon d'entraînement engrenages	acier $\frac{1}{2}$ dur		
T8	2	Engrenage 90 d \varnothing ext. ^r 96,9 \varnothing P 95,4 M 0,75	Bronze		Polycinétique
T8a	2	Engrenage 60 d \varnothing ext. ^r 65,1 \varnothing P 63,6 M 0,75			
T9	3	Fixation engrenages sur manchon T7	Vis T F \varnothing 4x20		
T10	3	Fixation engrenages entre eux	Vis T F \varnothing 4x10		
T11	3	Fixation T3 sur rayon de tambour côté moto réducteur	Vis H \varnothing 4x20		
T12	3	Fixation T3 sur rayon de tambour côté moto réducteur	Rond pl \varnothing 4		
T13	3	Fixation manchon d'entraînement sur rayons tambours	Vis H \varnothing 4x10		
T14	3	Fixation manchon d'entraînement sur rayons tambours	Rond. pl. \varnothing 4		
T15	12	Entretoise de tambours	Stub \varnothing 14	Bretin	
T16	12	Assemblage des tambours	Boulons H 4x20		
T17	12	" " "	Rond. pl \varnothing 4		
T18	12	" " "	Rond. ev \varnothing 4		

Tableau 6

ECROU DEBRAYABLE

Repère	Nombre de Pièces	Désignation	Matière	Fournisseurs
E1	2	Levier de manoeuvre symétrique	acier	
E2	1	Axe de levier	"	
E3	2	Demi-coquille d'écrou	"	
	2	Demi-écrou	bronze	
E4	1	Ressort de rappel		
E5	2	Fixation ressort de rappel	Vis TR \emptyset 2x10	

L i s t e d e s F o u r n i s s e u r s

Fournisseurs	Adresses
A.D.R.	2, rue Bréguet PARIS 11ème
AUDAX	45, Avenue Pasteur 93-MONTREUIL
BRETIN	44, Avenue du 14 Juillet 93-AULNAY-SOUS-BOIS
C.D.C.	12, Place des Etats-Unis 92-MONTRouGE
CROUZET	128, Avenue de la République PARIS
EGEE	4, rue de la Pointe 93-NOISY-LE-SEC
JAEGER	2, rue Baudin 92-LEVALLOIS
MAZDA	50, rue J.P. Timbaud 92-COURBEVOIE
MFOM	5, rue de Dunkerque PARIS 10ème
MONTFORT	72, Avenue Liégeard 93-LIVRY GARGAN
POLYCINETIQUE	163, Rue Pelleport PARIS 20ème
RADIO VOLTAIRE	155, Avenue Ledru-Rollin PARIS 11ème
R.T.F.	59, rue Desnouettes PARIS 15ème
SEFRAM	74, rue de la Fédération PARIS 15ème
SFERNICE	8 bis, rue de la Rochefoucauld 94-BOULOGNE S/SEINE
SOURIAU	Département Europélec 78-LES CLAYES SOUS BOIS
STOCKLY	18, rue Galilée 93-MONTREUIL
WEBER	9, rue du Poitou PARIS 3ème

LEGENDE DES FIGURES HORS-TEXTE

- Fig. 1 - Schéma d'ensemble de l'enregistreur.
- Fig. 2 - Axe de rotation des cylindres.
- Fig. 3 - Cage de roulements à billes des cylindres (T_2 , T_3) et moyeu (T_7) portant l'engrenage à chevrons.
- Fig. 4 - Moto-réducteur - Support de fixation sur la glissière à billes.
- Fig. 5 - Moto-réducteur - Socle mobile permettant le réglage du jeu des engrenages à chevrons (M_{27}). Flasque porte moteur (M_8).
- Fig. 6 - Moto-réducteur - Flasques (M_7 et M_9) portant les roulements et engrenages de démultiplication.
- Fig. 7 - Pince de débrayage.
- Fig. 8 - Moto-réducteur - Carter de protection.
- Fig. 9 - Chassis - Longerons et paliers.
- Fig. 10 - Coffret de la boîte d'alimentation du moteur.
- Fig. 11 - Alimentation du moteur - Schéma de principe.
- Fig. 12 - Régulateur de tension des lanternes - Schéma de principe.

LEGENDE DES TABLEAUX HORS-TEXTE

Tableau 1 - Appareil : alimentation du moto-reducteur.

Tableau 2 - Appareil : alimentation régulée des lanternes.

Tableau 3 - Appareil : ensemble moto-réducteur.

Tableau 4 - Chassis.

Tableau 5 - Tambours.

Tableau 6 - Ecrou débrayable.

T a b l e d e s m a t i è r e s

1. Généralités	3
2. Construction	3
2.1. Partie mécanique	3
2.1.1. Le bâti	3
2.1.2. Les cylindres	4
2.1.3. Mouvement	4
2.1.4. Ensemble moto-réducteur	5
2.2. Partie électronique	6
2.2.1. Alimentation du moteur	6
2.2.2. Alimentation des lanternes	6
3. Régularité de marche	7
3.1. Excentricité d'un axe de rotation	7
3.1.1. Cas des cylindres	7
3.1.2. Cas du grand engrenage à chevrons	8
3.1.3. Cas du petit engrenage à chevrons	9
3.2. Variation de température	10
4. Utilisation et entretien	10
4.1. Installation	10
4.2. Entretien	11