



# PRATIQUE

COURS DE BASE  
ELECTRONIQUE

Avec les Pratiques 3 et 4, vous avez effectué le montage mécanique ainsi que la première partie du montage électrique du contrôleur à substitution.

Aujourd'hui vous terminerez le montage électrique en trois phases successives :

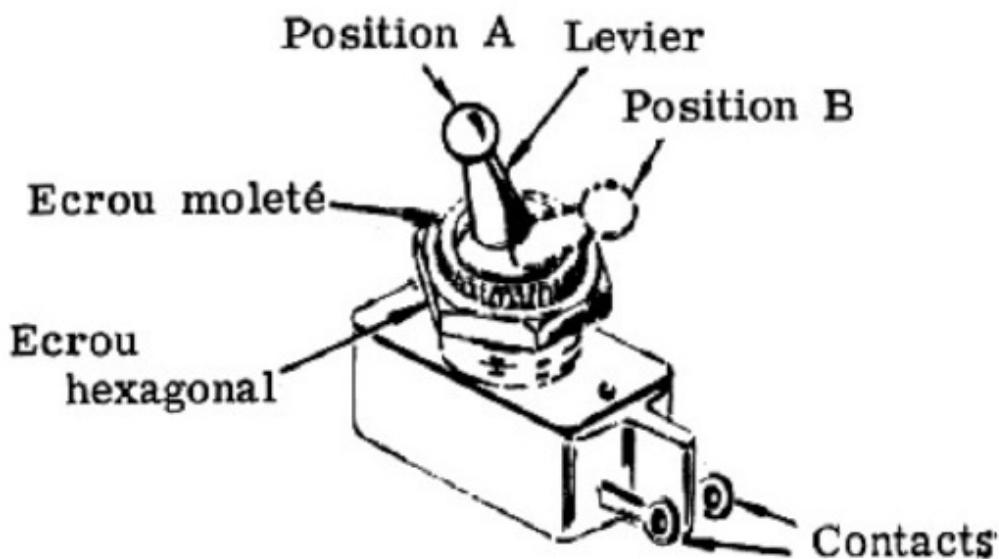
- montage de l'interrupteur et du potentiomètre sur le panneau ,
- montage des résistances, des condensateurs et des deux commutateurs sur un châssis spécial à circuit imprimé ,
- raccordement du circuit imprimé au panneau, et aux divers composants déjà fixés dessus.

Avant de commencer, faisons connaissance avec les composants à employer.

## 1 - L'INTERRUPTEUR

La *figure 1* représente un interrupteur de type ordinaire ; cet interrupteur a les mêmes fonctions que ceux, plus rudimentaires, que vous avez réalisés pendant les exercices précédents.

Cet interrupteur permet d'ouvrir et de fermer un circuit électrique en agissant sur le levier de commande. Ce levier peut être placé dans deux positions différentes : l'une qui établit un contact interne entre deux contacts et l'autre qui coupe le contact. Par conséquent, un circuit relié à ces deux contacts peut être ouvert ou fermé par déplacement du levier. Par exemple lorsque le contact est placé en position A (*figure 1*) l'interrupteur a ses deux contacts isolés l'un de l'autre ; lorsque le levier est placé en position B, les deux contacts sont reliés électriquement entre eux.



### INTERRUPEUR ORDINAIRE

Figure 1

#### 1 - 1 - MONTAGE DE L'INTERRUPEUR

L'interrupteur doit être monté sur le panneau du contrôleur de circuits.

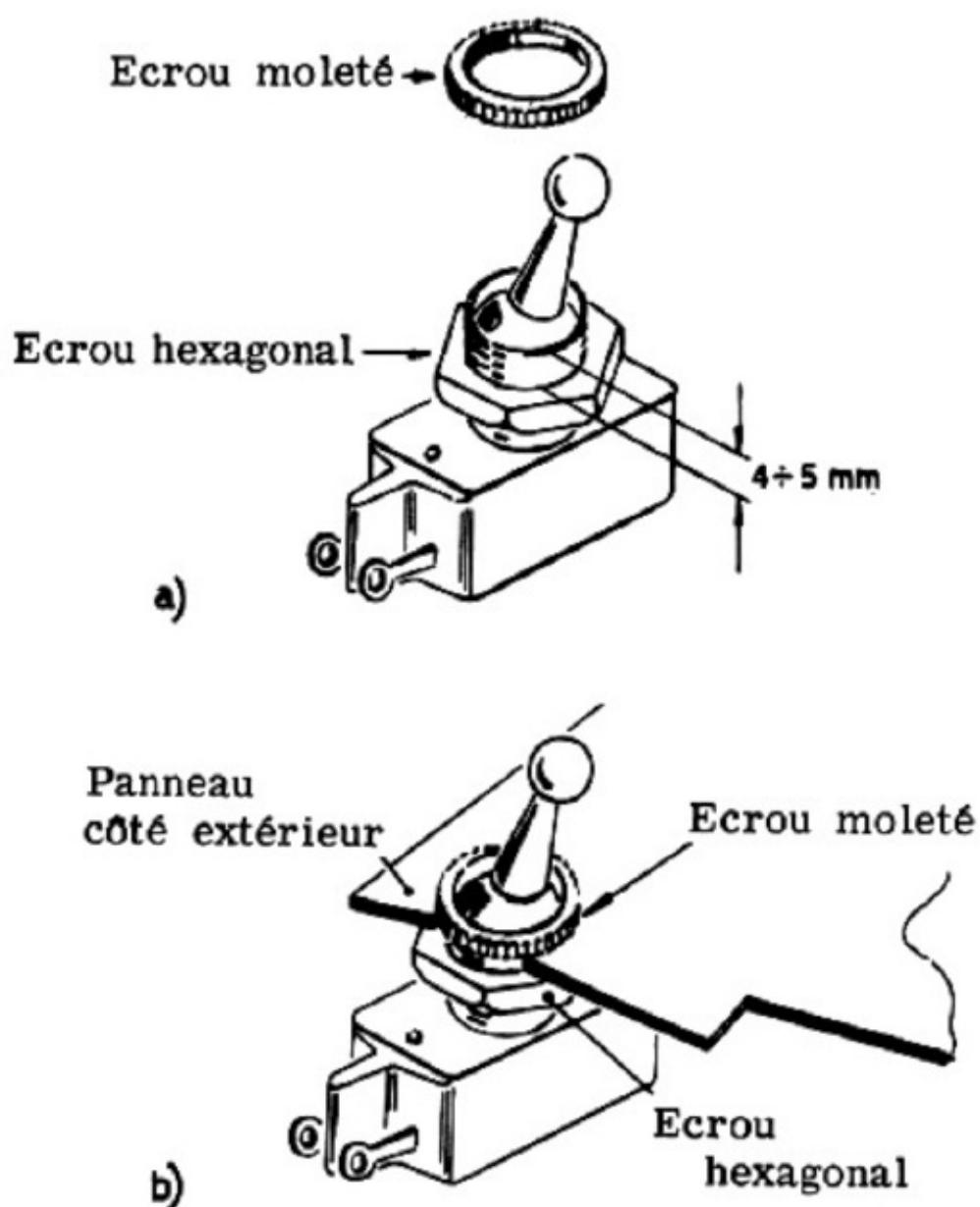
a) Dévissez complètement l'écrou moleté (*figure 2 - a*) dévissez aussi l'écrou hexagonal, de sorte qu'il se trouve à 4 ou 5 mm du bord supérieur du manchon fileté (*figure 2 - a*).

b) Introduisez le manchon fileté de l'interrupteur dans l'ouverture L du panneau, de sorte que le levier ressorte par le côté extérieur.

c) Revissez ensuite à sa place l'écrou moleté ; (*figure 2 - b*) sans le serrer à fond.

d) Placez l'interrupteur comme indiqué *figure 3*, de façon que les contacts soient dirigés vers l'ouverture I.

e) Fixez définitivement l'interrupteur sur le panneau en serrar-



MONTAGE DE L'INTERRUPTEUR SUR LE PANNEAU

Figure 2

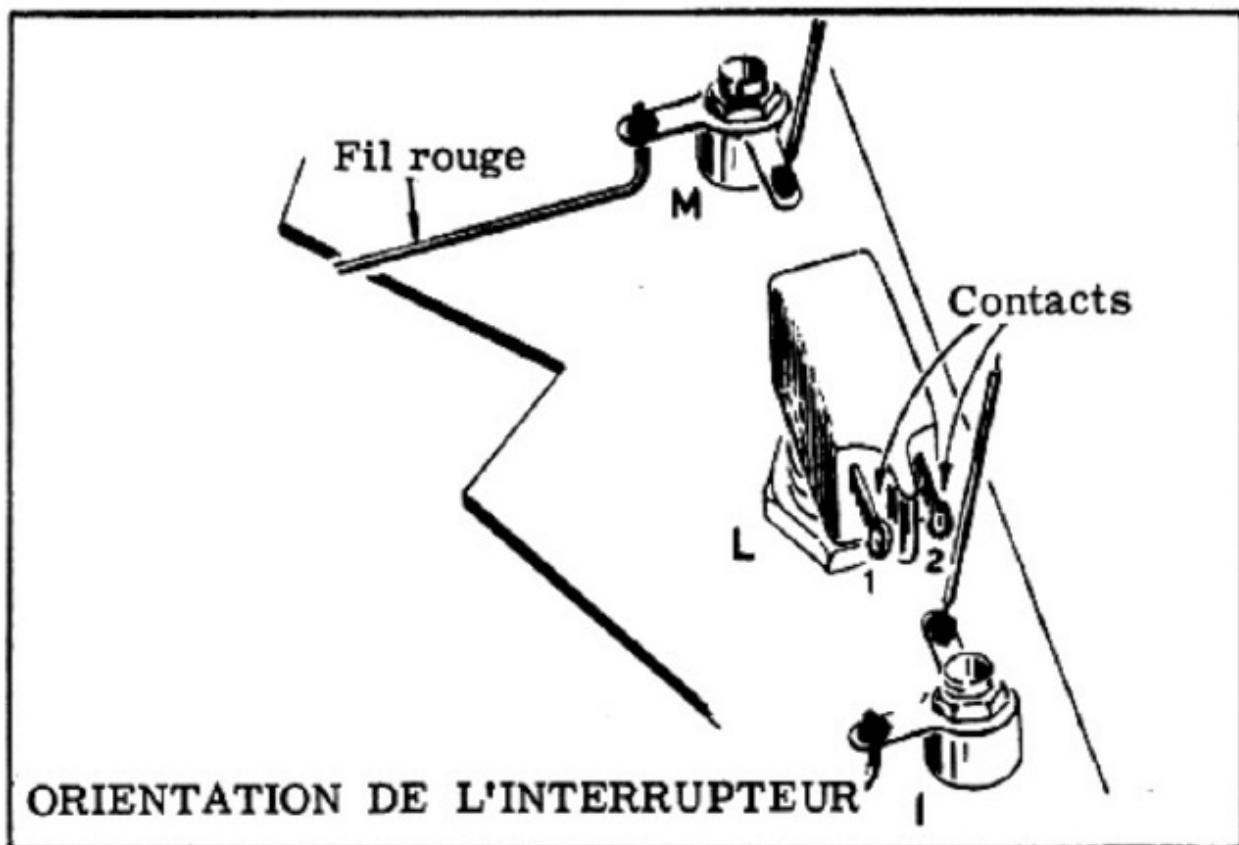


Figure 3

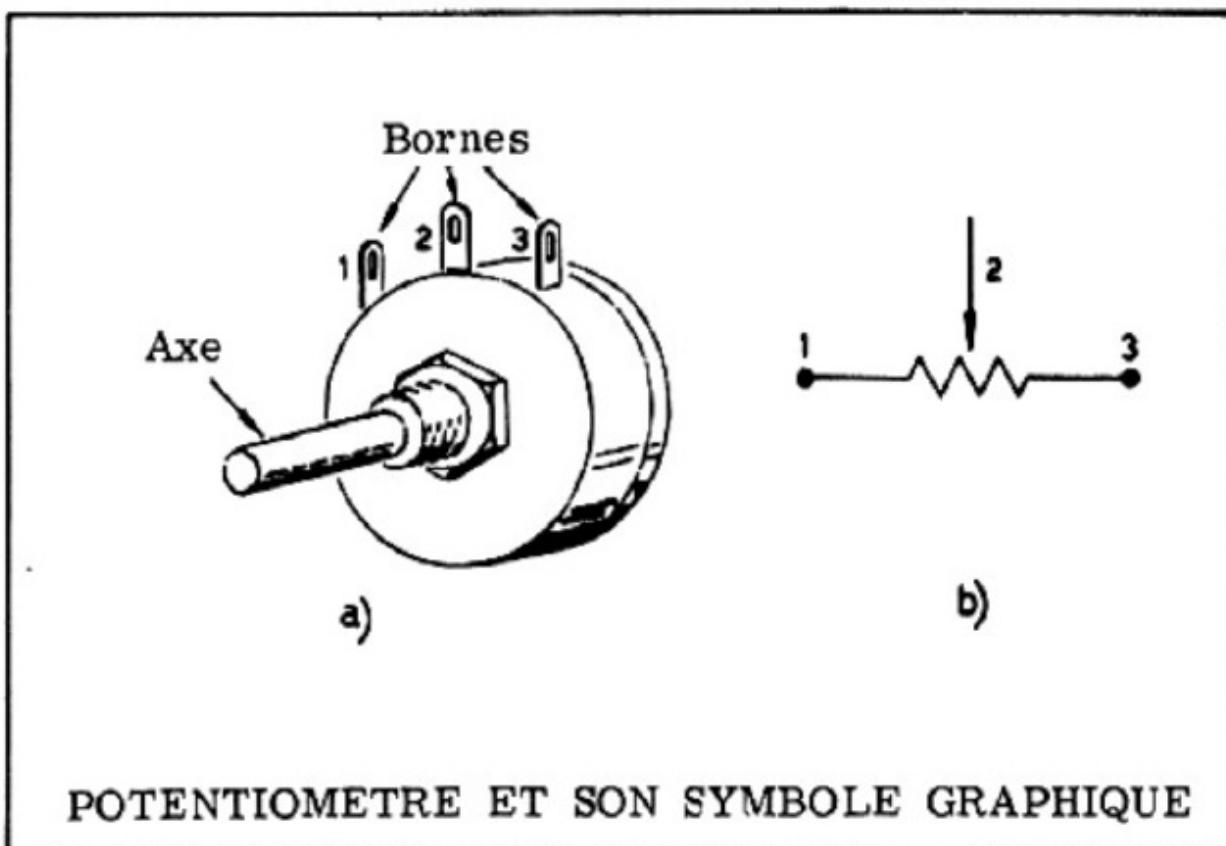
fond l'écrou maleté ; pour cela, utilisez les pinces, *mais faites attention qu'elles ne glissent pas* : vous pourriez rayer le panneau.

## 2 - LE POTENTIOMETRE

Le potentiomètre est une résistance, dont on peut faire varier la valeur entre deux limites données, en agissant sur un petit axe de commande.

L'élément résistant et les organes mécaniques sont placés dans un boîtier qui peut être en résine phénolique à fond de métal, ou bien entièrement en métal ; trois bornes sortent du boîtier et permettent le raccordement du potentiomètre au circuit d'utilisation (figure 4).

Le potentiomètre que vous avez reçu, d'une valeur de  $10\text{ k}\Omega$ , est du type dit *BOBINE* ; il est constitué par un support en matière isolante en for-



### POTENTIOMETRE ET SON SYMBOLE GRAPHIQUE

Figure 4

me d'anneau ; sur ce support est enroulé un fil résistant, habituellement en constantan ou en nichrome.

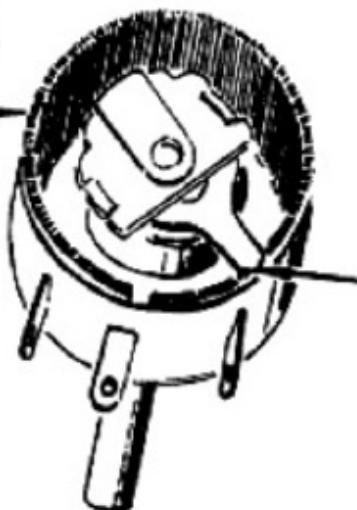
Un contact métallique mobile, appelé *CURSEUR*, glisse sur la résistance bobinée ; il est commandé par l'axe de commande ; le contact est constitué par une petite lame flexible, solidaire de cet axe.

Le curseur permet d'introduire dans le circuit une partie plus ou moins grande de la résistance totale du potentiomètre ; il est en contact avec la borne centrale, tandis que les extrémités de la résistance bobinée sont reliées aux bornes latérales.

La figure 5 montre l'intérieur d'un potentiomètre bobiné.

Le potentiomètre bobiné en votre possession est du type dénommé *A VARIATION LINEAIRE DE RESISTANCE*, parce que la valeur de résistance mesurée entre le curseur et une des extrémités, varie proportionnellement à la rotation de l'axe de commande. En d'autres termes, lorsque l'axe de commande se trouve au quart de sa course, la valeur de la résistan-

Enroulement de fil  
résistant



Curseur

### POTENTIOMETRE BOBINE (Vue intérieure)

Figure 5

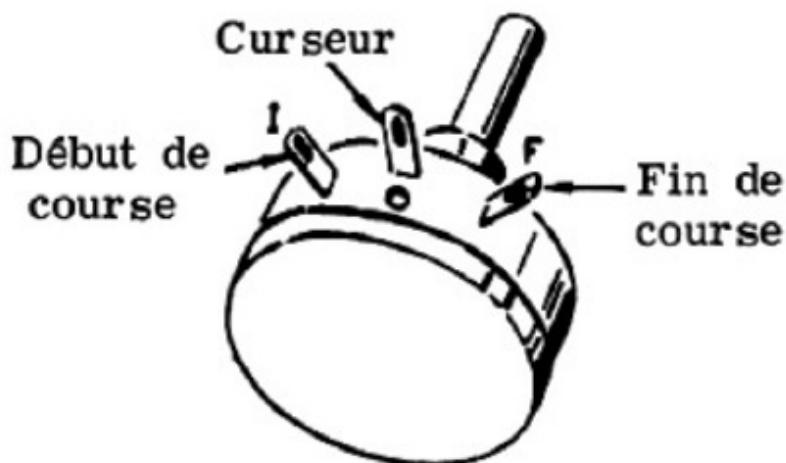
ce entre le curseur et l'une des deux extrémités est égale à un quart de la valeur de résistance totale ; lorsque l'axe se trouve à mi-course, la valeur de cette résistance devient la moitié de la valeur de la résistance totale et ainsi de suite.

#### 2 - 1 - MONTAGE DU POTENTIOMETRE

Avant d'effectuer le montage du potentiomètre, sur le panneau du contrôleur de circuits, il est nécessaire de fixer une règle permettant d'identifier sans difficulté les trois bornes.

En examinant le potentiomètre du côté opposé à l'axe de commande, dans la position montrée *figure 6*, on dit que la borne de gauche est celle du *DEBUT DE ROTATION* (I) ; celle de droite est celle de *FIN DE ROTATION* (F) et la borne centrale est le *CURSEUR* (C).

Il faut maintenant fixer ce potentiomètre (que nous dénommerons P1) sur le panneau du contrôleur de circuits.



### IDENTIFICATION DES BORNES D'UN POTENTIOMETRE

Figure 6

- a) Dévissez le premier écrou du canon fileté du potentiomètre et retirez la rondelle.
- b) Dévissez le second écrou de quelques millimètres, de sorte que la partie filetée du canon lorsqu'elle est introduite dans l'ouverture Q du panneau, ressorte par l'extérieur juste assez pour recevoir la rondelle et l'écrou précédemment dévissé .
- c) Introduisez le potentiomètre dans l'ouverture Q de sorte que l'axe de commande ressorte du côté extérieur du panneau.
- d) Introduisez la rondelle sur le canon fileté et remettez en place le premier écrou que vous avez dévissé.

La figure 7 montre clairement l'orientation du potentiomètre.

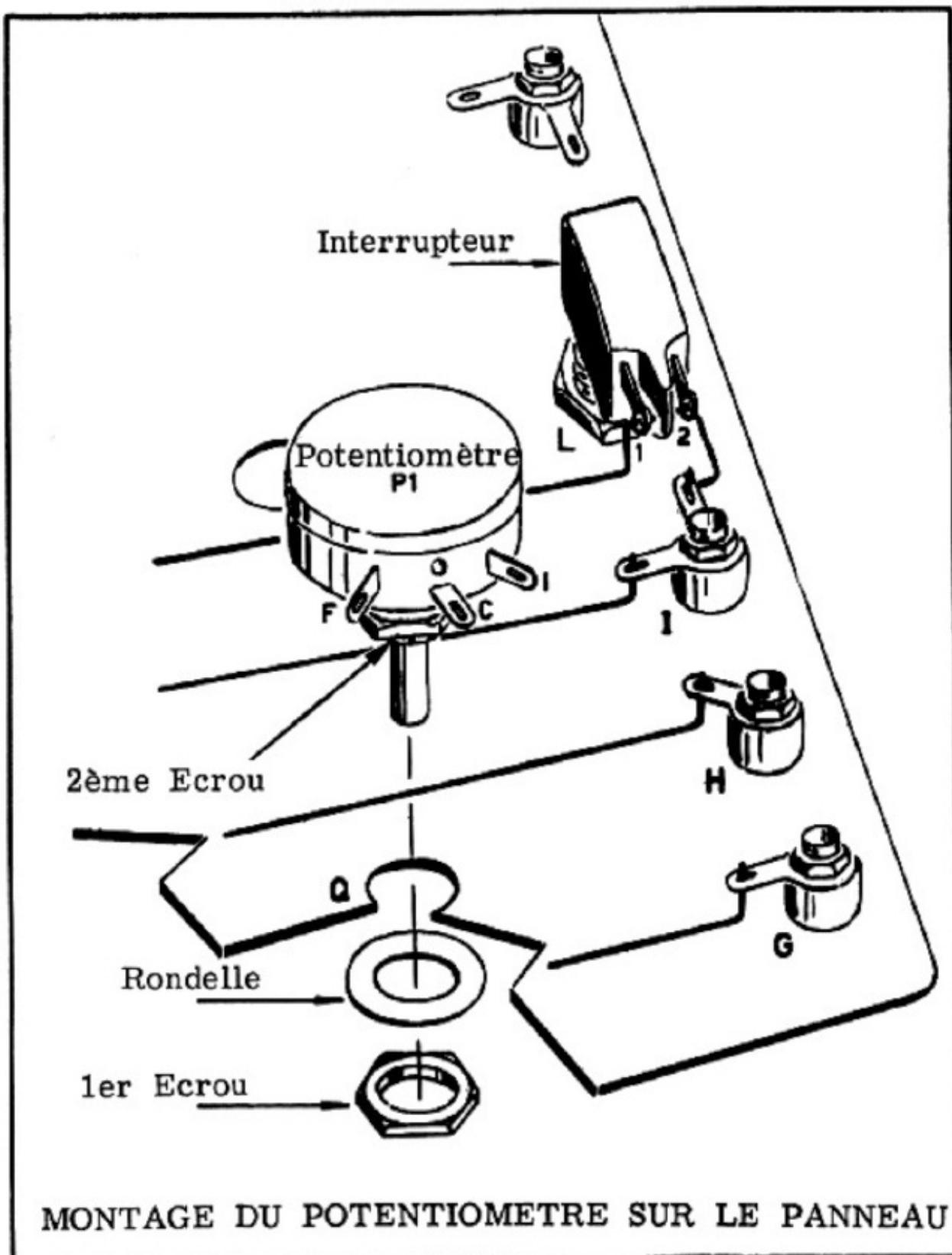


Figure 7

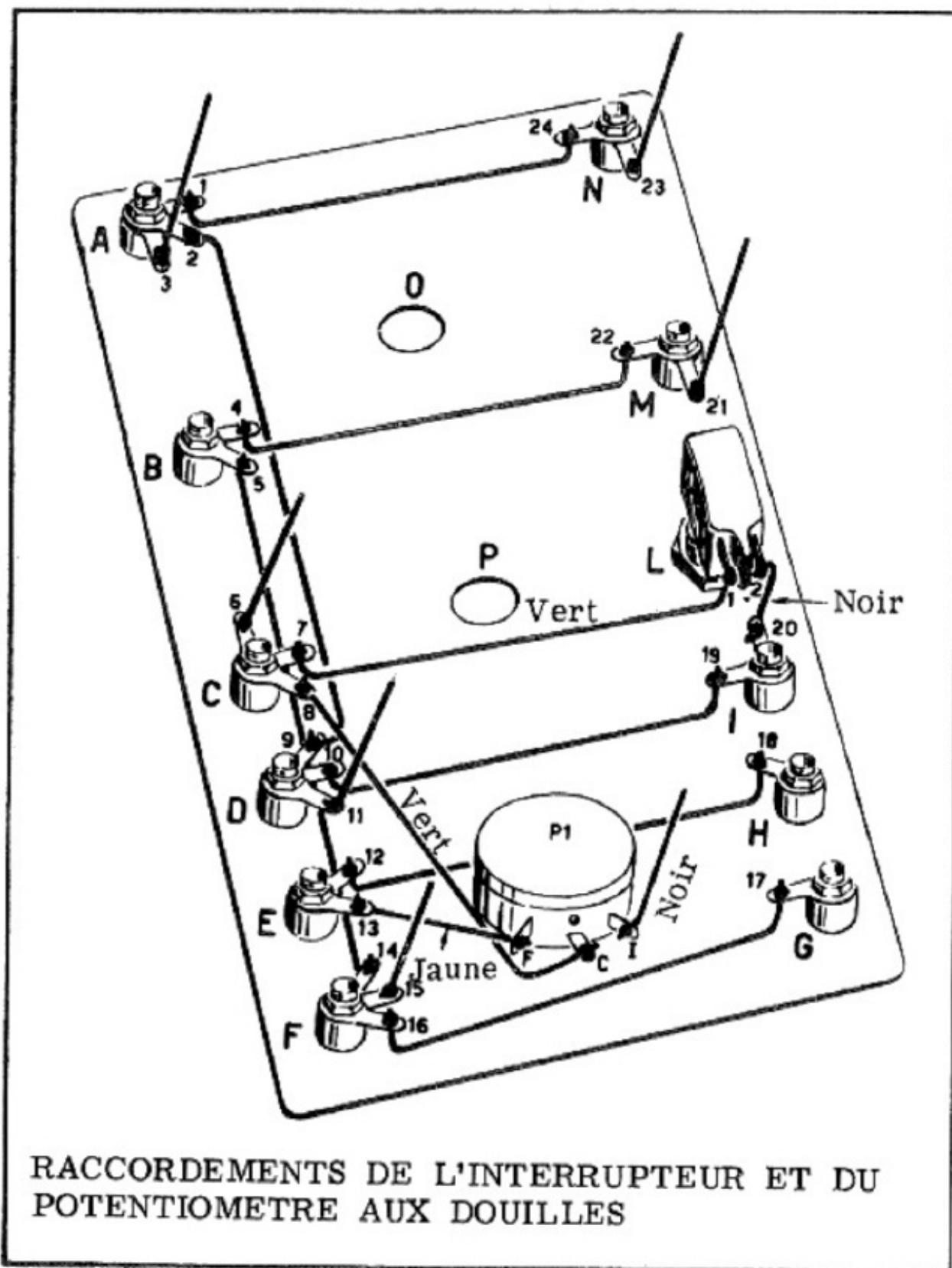


Figure 8

## 2 - 2 - RACCORDEMENT AUX DOUILLES

Après avoir effectué le montage du potentiomètre et de l'interrupteur sur le panneau, vous devez les relier aux douilles en procédant dans l'ordre suivant :

- a) Soudez l'extrémité du fil isolé noir provenant de la cosse CA20(I) à la borne 2 de l'interrupteur.
- b) Soudez l'extrémité libre du fil isolé vert partant de la cosse CA7(C) à la borne 1 de l'interrupteur.
- c) Soudez l'extrémité libre du fil isolé jaune venant de la cosse CA13 (E) à la borne F du potentiomètre P1.
- d) Coupez un morceau de fil isolé noir de 2 cm et soudez-en une extrémité, *en position verticale*, sur la borne I du potentiomètre P1.
- e) Soudez l'extrémité libre du fil isolé vert venant de la cosse CA8 (C) sur la borne C du potentiomètre P1.

Ceci termine les raccordements des douilles de l'interrupteur et du potentiomètre. Le panneau se présentera alors comme montré *figure 8*. Nous allons passer à la deuxième phase du montage électrique du contrôleur de circuits, c'est-à-dire au montage des condensateurs, des résistances et des deux commutateurs sur le circuit imprimé.

## 3 - LE CIRCUIT IMPRIME

Les circuits imprimés trouvent à l'heure actuelle des applications de plus en plus variées dans la technique de l'électronique. Leur grand développement est amplement justifié, parce qu'ils sont très pratiques à utiliser et procurent de sérieuses économies de temps dans le montage des appareils électroniques.

Comme vous l'avez constaté en effectuant les expériences de montage dans les leçons précédentes, les circuits électroniques sont composés d'un certain nombre de fils conducteurs et de composants reliés entre eux.

La réalisation d'un circuit électrique requiert un certain laps de temps, plus ou moins important, suivant la complexité du circuit ; plus le circuit est compliqué, plus il demande de temps pour être monté.

Le temps de travail, par conséquent le prix de revient de la main-d'œuvre, représente un élément important de la fabrication des appareils en grande série.

Pour économiser le temps de travail et diminuer le coût de production, on a adopté un genre particulier de circuit appelé circuit imprimé ; dans lequel, les raccordements sont réalisés à l'avance par un procédé automatique ; de cette façon le montage se ramène à la mise en place des divers composants électroniques.

Nous pensons utile de vous donner la possibilité de réaliser des appareils de contrôle et des instruments de mesure utilisant des circuits imprimés, afin de vous familiariser avec leurs caractéristiques.

Les circuits imprimés présentent l'avantage supplémentaire de garantir une meilleure exécution, car la place de chaque élément étant déterminée exactement à l'avance, une erreur de fabrication devient presque impossible.

Un circuit imprimé est constitué par une plaque de matière isolante sur une face de laquelle sont collées de minces bandes de cuivre façonnées et disposées de manière à réaliser les connexions au circuit à réaliser. Ces bandes constituent le circuit imprimé ; on les utilise, à la place des connexions habituelles par fils conducteurs, pour relier les composants divers qui devront être fixés sur la plaque.

Contrairement à un circuit habituel réalisé avec des conducteurs isolés, les circuits imprimés ne peuvent pas avoir de connexions qui se croisent sans contact entre elles, car toutes les bandes de cuivre sont collées sur la même plaque et elles ne sont pas isolées.

Vous pouvez encore remarquer sur le circuit en votre possession qu'aux extrémités des bandes de cuivre, et quelquefois aussi en d'autres points, il existe des élargissements au centre desquels un trou est percé, qui traverse aussi la plaque isolante. Ces trous servent à fixer les composants : ceux-ci sont placés sur la face opposée de la plaque isolante, leurs pattes ou cosses passent à travers les trous, et sont ensuite soudées sur l'élargissement des bandes de cuivre.

Sur votre circuit imprimé il y a aussi de petits cylindres de laiton rivés sur les bandes de cuivre. Ces petits tubes constituent les bornes qui servent à relier directement le circuit imprimé aux douilles montées sur le panneau.

La *figure 9* représente un circuit imprimé vu du côté des bandes de cuivre.

Voyons rapidement comment on fabrique un circuit imprimé.

La première opération consiste à coller une mince feuille de cuivre (d'environ 0,035 mm d'épaisseur) sur toute la surface d'une plaque isolante de 1 à 2 mm d'épaisseur.

Sur le côté ainsi recouvert de cuivre, on imprime le dessin du circuit à réaliser au moyen d'une encre ou d'une peinture spéciale résistant aux acides.

On plonge ensuite la plaque dans un bain d'acide qui attaque le cuivre partout où il n'est pas protégé par l'encre ou la peinture.

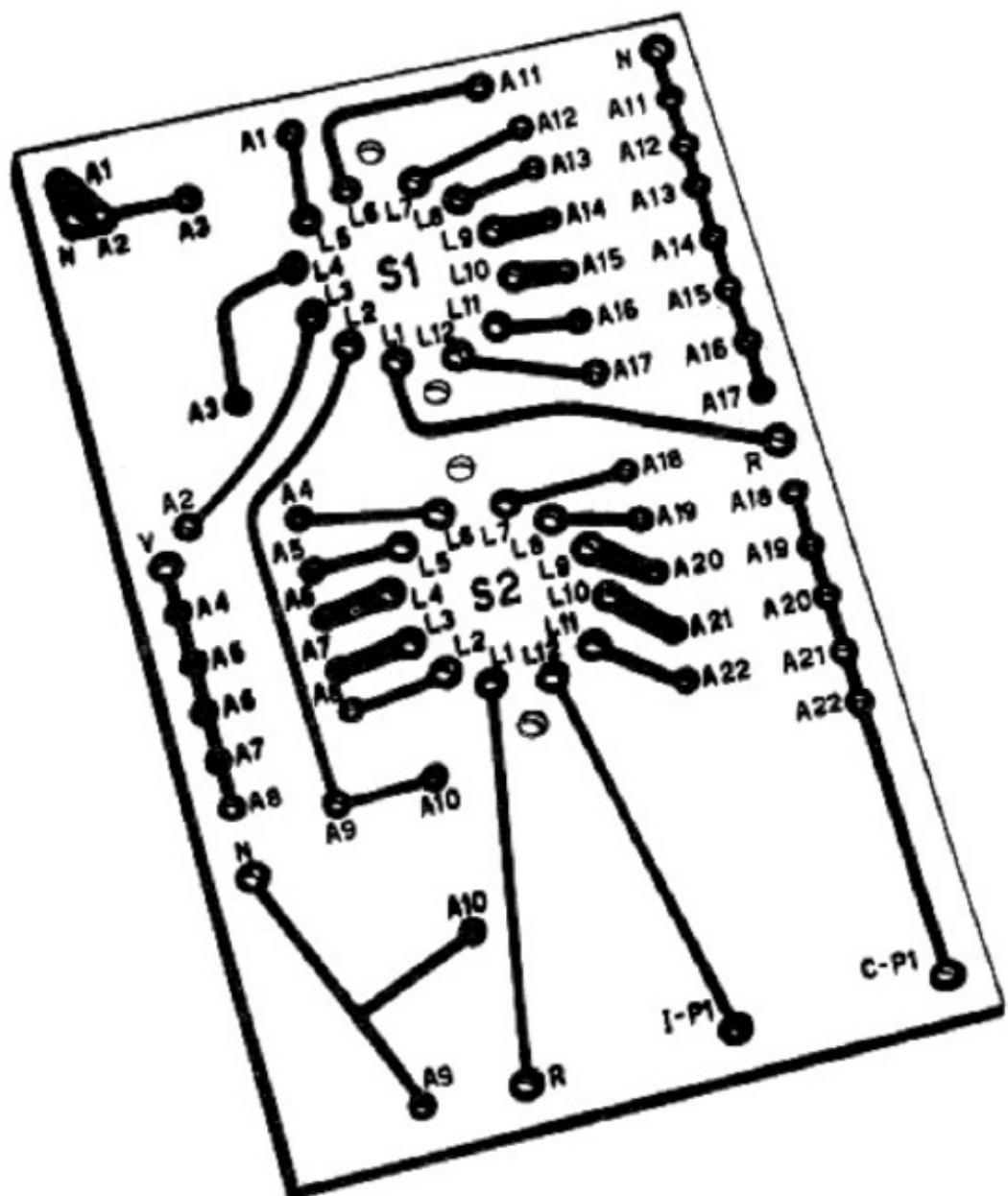
On dissout ensuite l'encre ou la peinture avec un solvant approprié, et il ne reste plus que les bandes de cuivre reproduisant exactement le circuit désiré.

Puis, on perce les trous nécessaires au montage des composants.

Enfin, on protège le circuit réalisé par une mince couche d'un vernis spécial qui empêche le cuivre de s'oxyder et facilite les soudures.

Pour la fabrication de circuits imprimés en grande série, c'est-à-dire quand on veut obtenir un grand nombre de pièces toutes identiques, on utilise, pour imprimer le dessin sur la plaque, un procédé photographique. Cela veut dire que la plaque est d'abord recouverte entièrement d'une couche de protection sensible à la lumière. Elle est ensuite exposée dans une chambre photographique où de puissantes lampes fluorescentes projettent l'image du circuit à réaliser. On plonge ensuite cette plaque dans un bain spécial qui dissout la couche de protection et le cuivre partout où cette couche de protection a été exposée à l'action de la lumière.

Nous vous recommandons instamment, lorsque vous manipulez un circuit imprimé de ne jamais le plier, afin d'éviter que les bandes de cuivre se détachent ; il faut faire très attention également à ne pas poser longtemps les doigts sur les bandes de cuivre pour ne pas écailler le vernis de protection.



CIRCUIT IMPRIME DU CONTROLEUR DE  
CIRCUITS PAR SUBSTITUTION

Figure 9

Maintenant, examinons la préparation des composants pour leur montage sur le circuit imprimé.

### 3 - 1 - PREPARATION AU MONTAGE DU CIRCUIT IMPRIME

Précisons tout d'abord que le *COTE INFÉRIEUR* du circuit imprimé est le côté sur lequel se trouvent les bandes de cuivre ; le côté opposé est le *COTE SUPÉRIEUR*.

Après avoir plié les pattes des condensateurs et des résistances de façon correcte, on les introduit dans les ouvertures pratiquées sur le côté supérieur du circuit, puis on les soude sur les bandes de cuivre, du côté inférieur.

Pour faciliter le montage en éliminant les possibilités d'erreur, sur le circuit imprimé que vous avez reçu, chaque trou est identifié par une lettre et un numéro. Cette identification figure sur la plaque elle-même, côté cuivre, à côté de chaque trou.

Comme vous pouvez le voir sur la *figure 10*, chaque numéro commençant par la lettre A est affecté à deux trous différents : cela signifie que les deux pattes d'un même composant doivent être soudées sur ces deux trous (par exemple, vous trouverez 2 trous marqués A<sub>1</sub>, 2 trous marqués A<sub>2</sub>).

Voyons maintenant comment procéder au montage des composants.

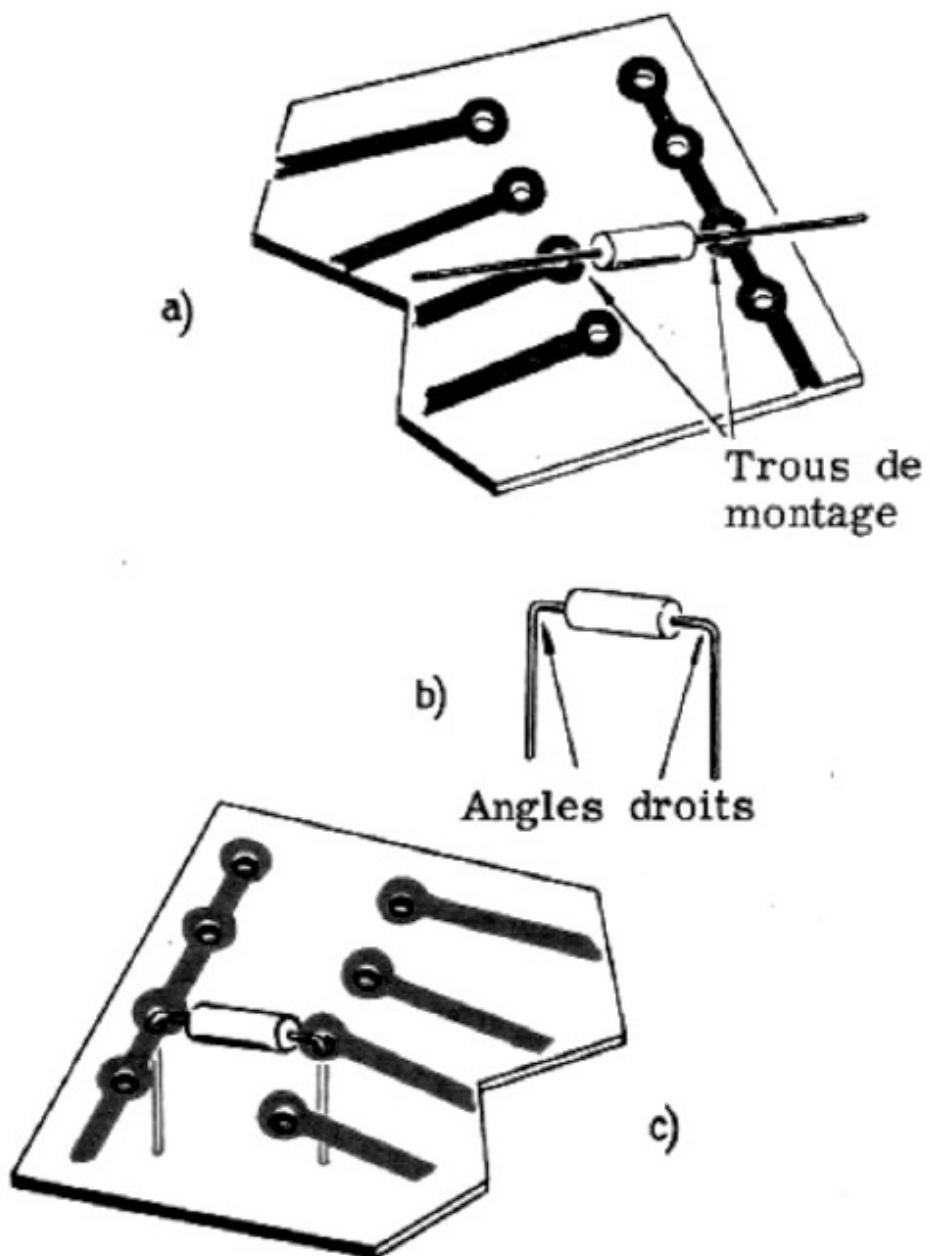
Comme les pattes des résistances et des condensateurs sont disposées axialement sur ces composants, il faut d'abord les plier à angle droit pour permettre leur introduction dans les trous où elles doivent être fixées.

Pour plier correctement les pattes des composants (résistances ou condensateurs), procédez de la manière suivante :

Posez le composant sur le *côté inférieur* du circuit imprimé, ses deux pattes passant sur les trous dans lesquels elles doivent être soudées, et le corps du composant étant à égale distance de ces deux trous. Repérez, à l'oeil nu ou avec un trait de crayon, l'emplacement des trous sur les pattes (voir *figure 10 - a*) : c'est là qu'il faudra les plier à angle droit.

Il ne vous reste plus qu'à reprendre le composant et à plier ses pattes à angle droit avec une pince, comme le montre la *figure 10 - b*.

Retournez ensuite le circuit imprimé, et introduisez les pattes du composant dans les trous correspondants par la *face supérieure* du circuit (*figure 10 - c*).



PRÉPARATION D'UN COMPOSANT POUR LE MONTAGE SUR LE CIRCUIT IMPRIMÉ

Figure 10

Notez que sur la *figure 10* - c'on a représenté en rouge les bandes de cuivre qui sont sur la face inférieure du circuit, et qui ne sont donc pas réellement visibles. On peut admettre qu'elles seraient vues ainsi, si le circuit était transparent. Il en sera de même par la suite chaque fois qu'une figure comportera un élément représenté en rouge.

Si les pattes du composant ne sont pas pliées à la distance exacte (*figure 11*), il ne sera pas facile de les introduire dans les trous ; si, d'autre part, elles n'ont pas été pliées à angle droit il ne sera pas possible d'appliquer convenablement le composant contre le circuit. Il faudra donc corriger le pliage ; usez de délicatesse et n'exercez pas de pression sur le corps même du composant.

Après avoir introduit les pattes dans les trous il faut les souder ; placez le châssis comme le montre la *figure 12*, c'est-à-dire face inférieure au-dessus. Le composant à souder est alors en-dessous du circuit, c'est pourquoi il est représenté en rouge.

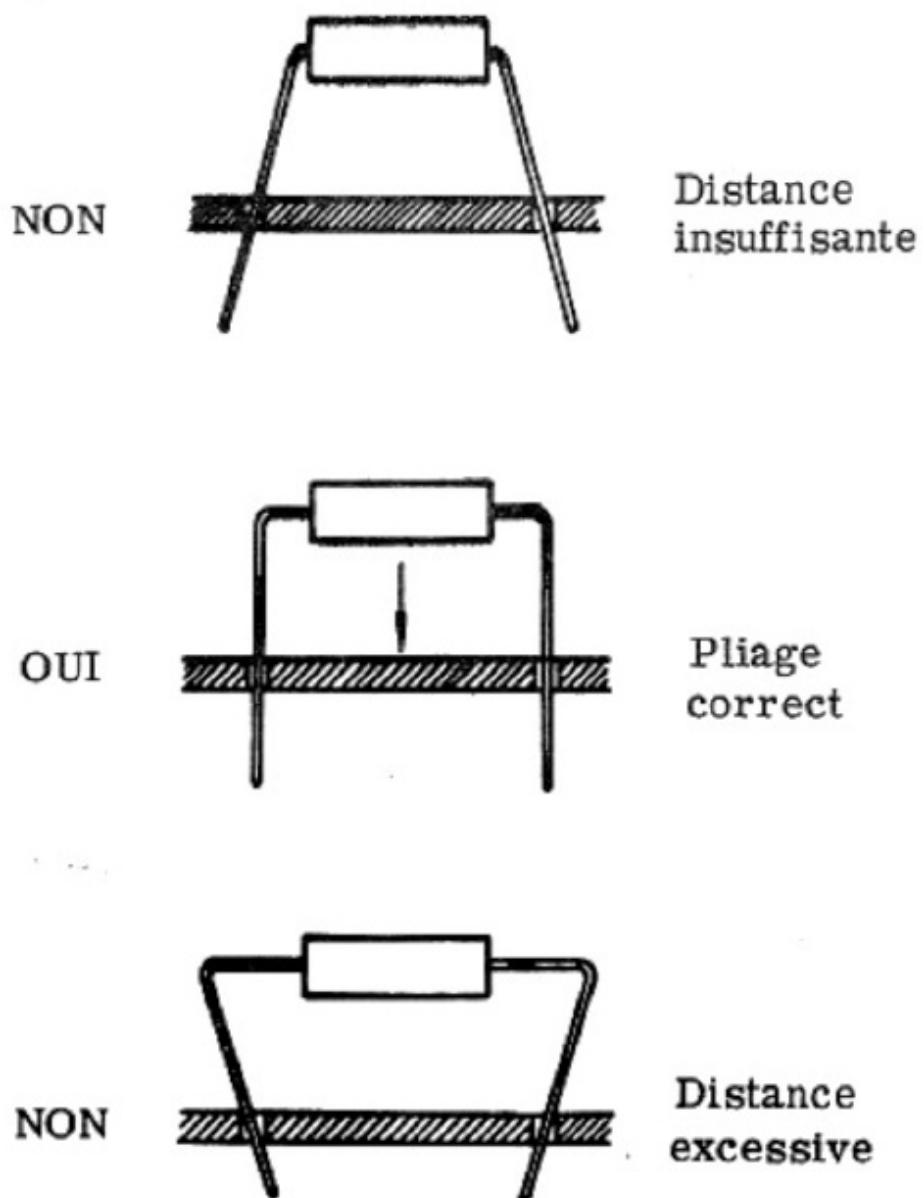
Pour éviter qu'en retournant le circuit imprimé le composant ne tombe, maintenez-le avec la main ; comme il est montré sur la *figure 12*.

Pendant les soudures, vos deux mains sont occupées (l'une pour maintenir le composant, l'autre pour tenir le fer à souder) ; il est donc nécessaire de placer le rouleau de soudure au bord du plan de travail, tout près du point du circuit imprimé où il faut effectuer la soudure ; nous vous conseillons pendant cette opération de maintenir le rouleau en posant dessus un objet assez lourd (par exemple les pinces), *Figure 12*.

Il faut faire fondre de la soudure tout autour du trou par où sort la borne ; n'employez cependant pas trop de soudure, pour ne pas risquer de mettre en court-circuit deux bandes de cuivre voisines.

Au cas où vous auriez fait un tel court-circuit, faites refondre la soudure, et enlevez l'étain en excès avec un petit morceau de bois.

En effectuant la soudure, il ne faut pas garder trop longtemps le fer à souder sur la bande de cuivre : elle pourrait se décoller de la plaquette iso-



### PLIAGE DES PATTES D'UN COMPOSANT

Figure 11

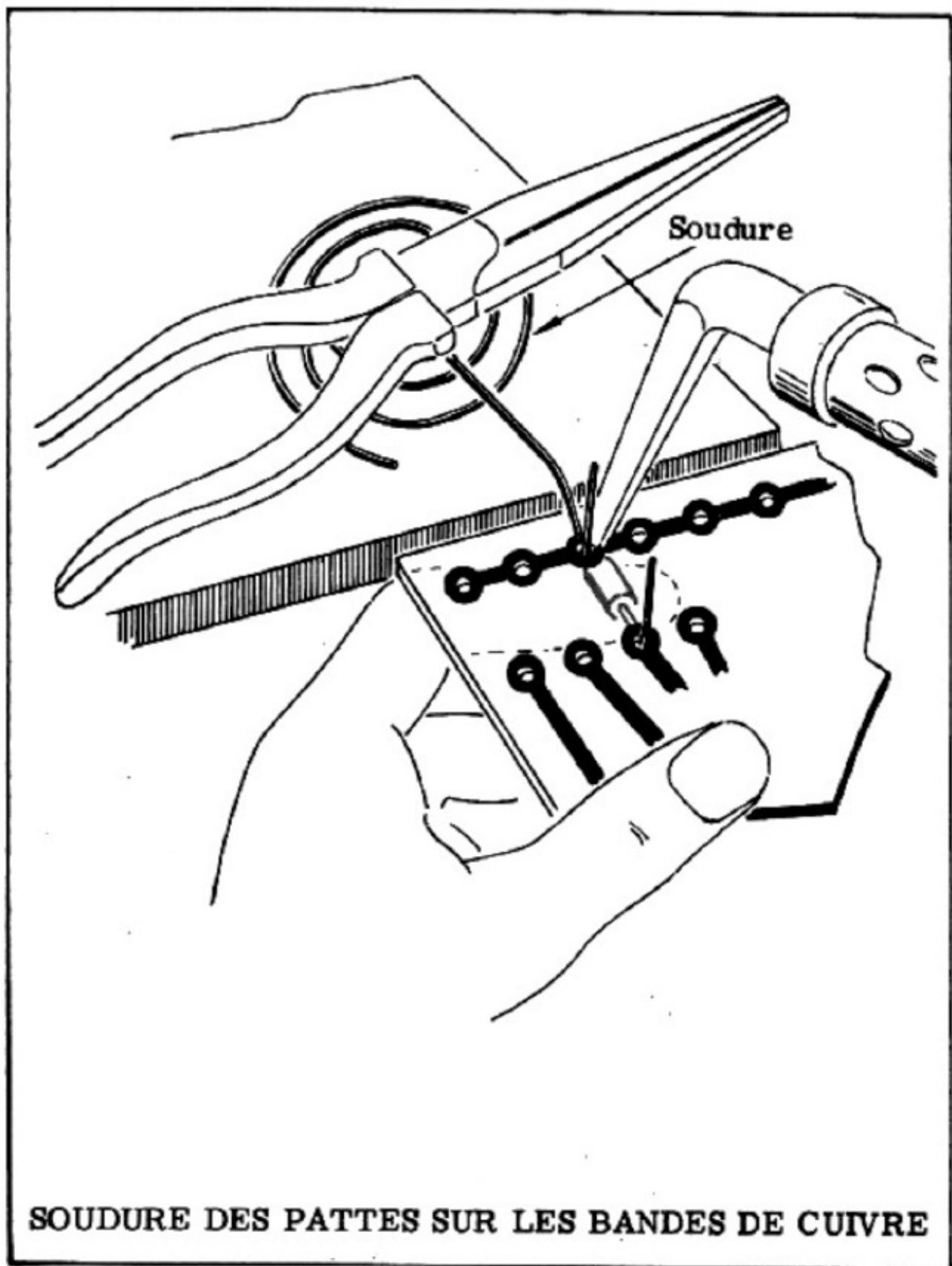


Figure 12

lante, car un échauffement excessif pendant la soudure risquerait de décomposer le produit adhésif qui a été employé pour la coller.

Il faut donc exécuter rapidement les soudures ; il faut aussi que la panne du fer soit toujours bien propre et correctement étamée ; enfin, comme nous l'avons déjà dit à la *Pratique 1*, il faut utiliser *exclusivement de la soudure à désoxydant incorporé* et ne jamais employer des pâtes à soudure ou d'autres désoxydants qui risquent d'endommager gravement le circuit imprimé.

Après avoir terminé la soudure des pattes, il reste encore à couper la partie des pattes qui dépassent de la soudure. Cette opération peut être réalisée avec le bord coupant des pinces que vous avez reçues.

Rappelez-vous bien que, sur la face inférieure du circuit imprimé (côté cuivre) il ne doit y avoir de soudure qu'au voisinage immédiat de chaque patte de composant qui y est soudée.

Ces explications préliminaires données, nous allons commencer le montage des composants sur le circuit imprimé.

### 3 - 2 - MONTAGE DES CONDENSATEURS ET DES RÉSISTANCES

Avant de commencer, nous devons étamer les huit petits tubes (nous les appellerons des *PICOTS*) rivés sur certaines bandes de cuivre du circuit imprimé.

· Pour bien effectuer cette opération, faites fondre sur la base de chaque picot de la soudure en quantité suffisante pour bien recouvrir le point de rivetage (*figure 13*). De cette manière un bon contact électrique est assuré entre le picot et la bande de cuivre sur laquelle il est fixé.

Passez ensuite au montage des composants dans l'ordre suivant :

a) Placez entre les deux trous A<sub>1</sub> du circuit imprimé le condensateur au papier C2 de 4,7 nF - 1,5 kV<sub>e</sub> (qui peut être marqué également  $\mu$ F 0,0047 - VL 630 ; ou 4700 pF), en ayant soin d'introduire la patte

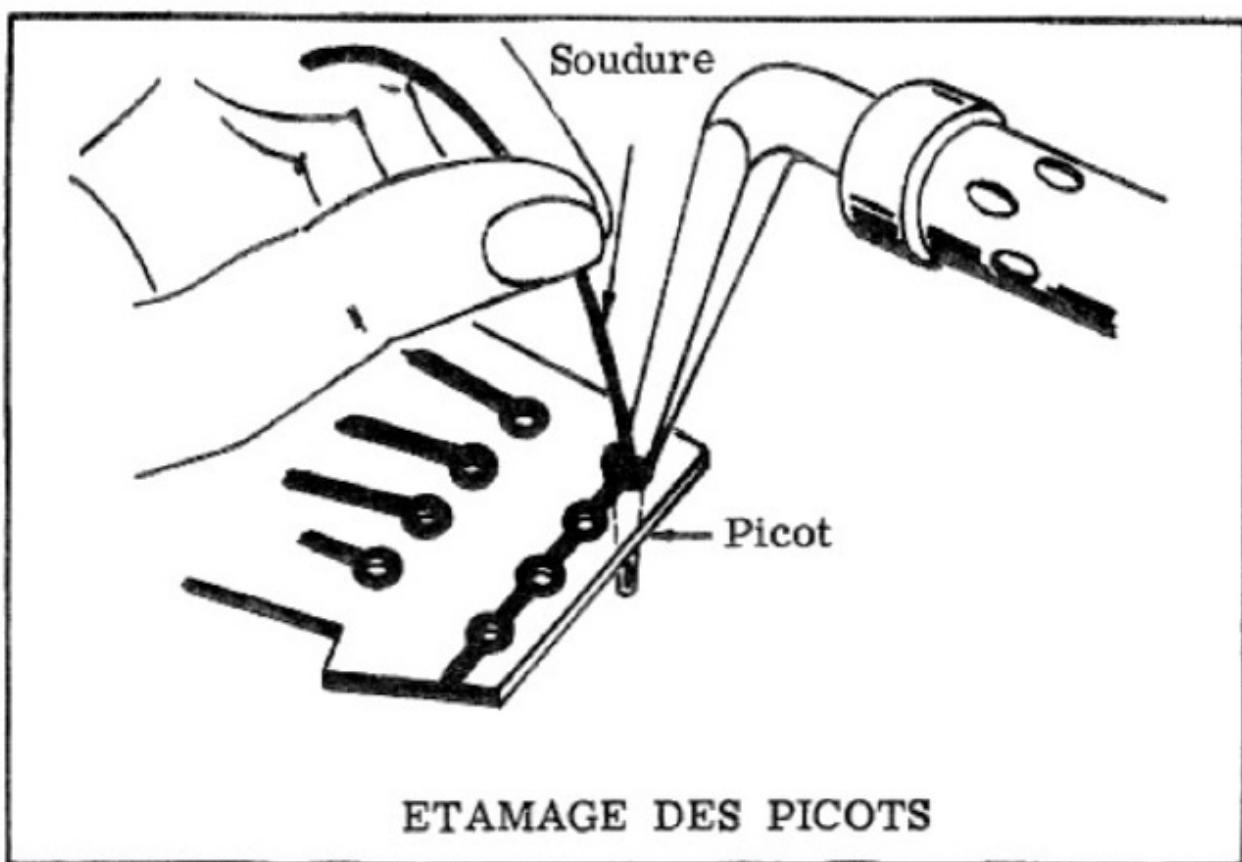


Figure 13

marquée d'un cercle noir dans le trou  $A_1$  placé sur la bande de cuivre la plus rapprochée du bord du châssis et qui porte la lettre N. Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties des pattes qui dépassent.

b) Placez entre les trous  $A_2$  le condensateur au papier C4 de 100 nF – 1,5 kV<sub>e</sub> (ou  $\mu$ F 0,1 – 630 VL), en ayant soin d'introduire la patte marquée d'un cercle noir dans le trou  $A_2$  se trouvant sur la bande de cuivre marquée de la lettre N. Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

c) Placez entre les trous  $A_3$  le condensateur au papier C3 de 22 nF – 1,5 kV<sub>e</sub> (ou  $\mu$ F 0,022 – 630 VL), en ayant soin d'introduire la patte marquée d'un cercle noir dans le trou  $A_3$  se trouvant sur la bande de cuivre portant la lettre N. Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

d) Placez entre les trous A4 la résistance R6 de  $22\text{ k}\Omega$  - 1W-tolérance 10 % (rouge - rouge - orange - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

e) Placez entre les trous A5 la résistance R7 de  $47\text{ k}\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (jaune - violet - orange - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

f) Placez entre les trous A6 la résistance R8 de  $220\text{ k}\Omega$  - 1 W - tolérance 10% (rouge - rouge - jaune - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

g) Placez entre les trous A7 la résistance R9 de  $470\text{ k}\Omega$  - 0,5 W - tolérance 10 % (jaune - violet - jaune). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

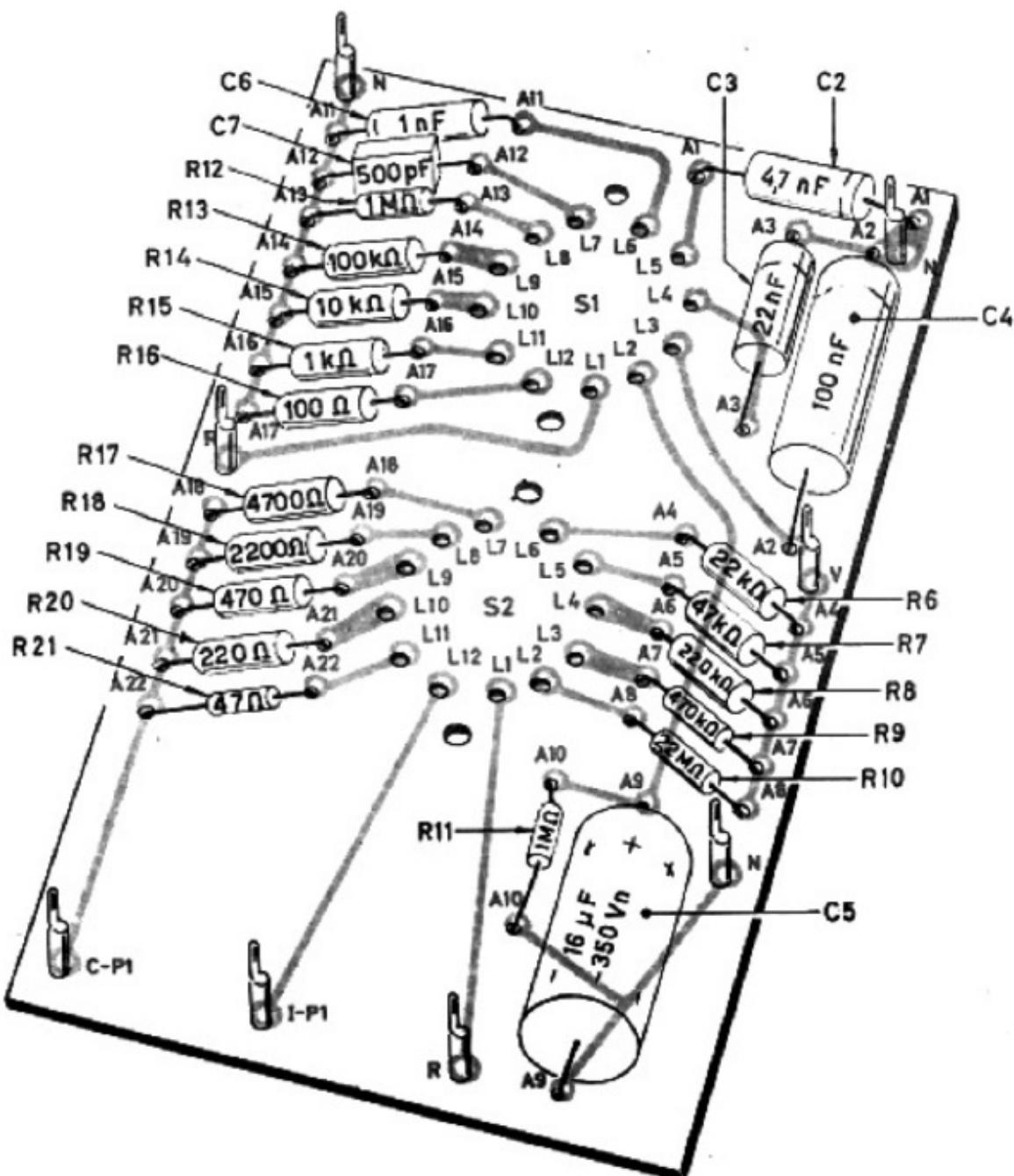
h) Placez entre les trous A8 la résistance R10 de  $2,2\text{ M}\Omega$  - 0,5 W - tolérance 10 % (rouge - rouge - vert - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

i) Placez entre les trous A9 le condensateur électrolytique C5 de  $16\text{ }\mu\text{F}$  - 350 Vs, en ayant soin d'introduire la patte négative dans le trou A9 se trouvant sur la bande de cuivre portant la lettre N. Dans le cas où les pattes du condensateur seraient plates (c'est-à-dire larges de 2 ou 3 mm) et non rondes, il faudrait réduire leur largeur avec des ciseaux de sorte qu'elles puissent être introduites dans les trous. Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent. **ATTENTION** - La patte positive ne doit pas toucher le boîtier du condensateur.

j) Placez entre les trous A10 la résistance R11 de  $1\text{ M}\Omega$  - 0,5 W - tolérance 10 % (marron - noir - vert - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

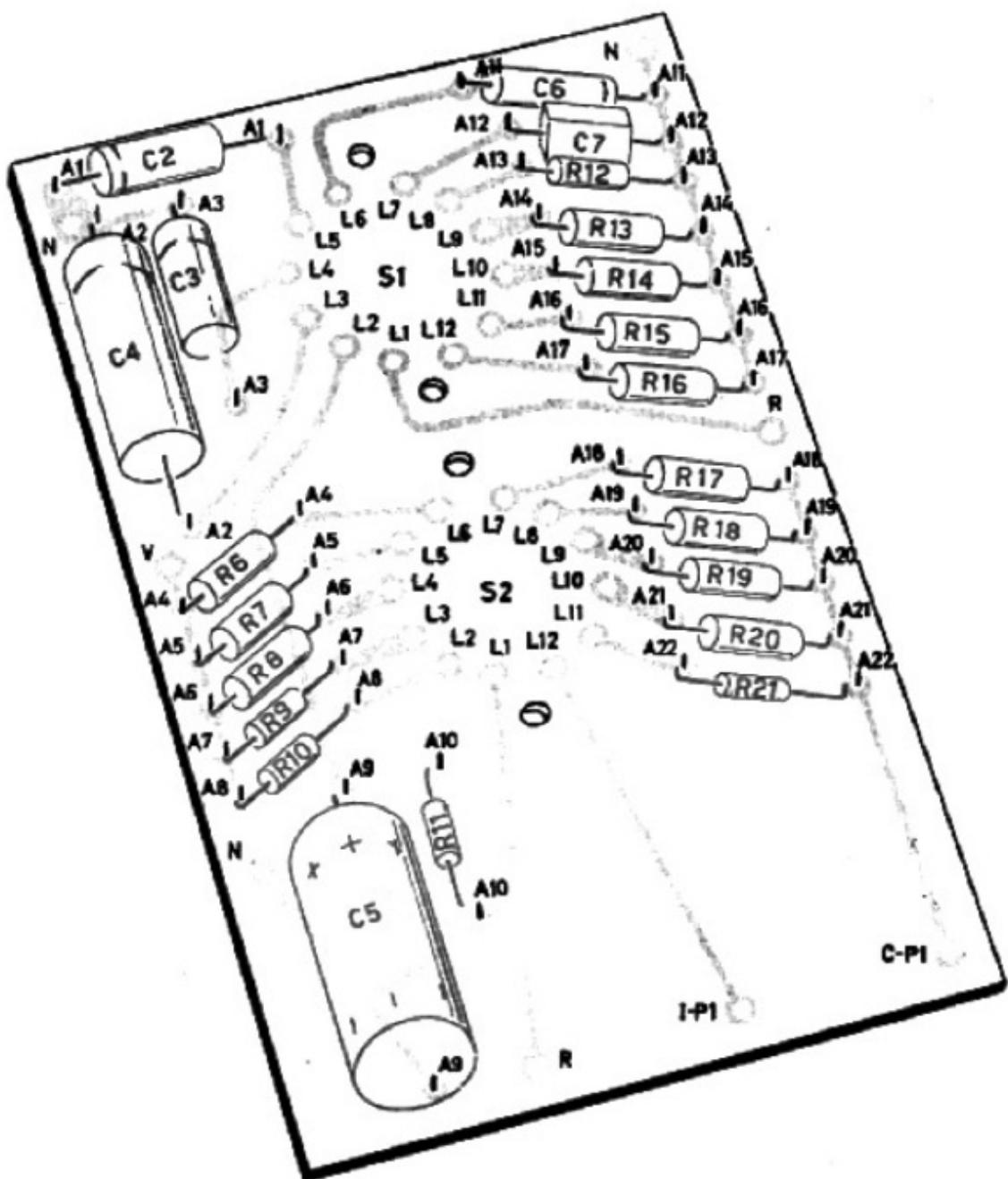
k) Placez entre les trous A11 le condensateur au papier C6 de  $1\text{ nF}$  -  $1,5\text{ kV}$ e (ou  $\mu\text{F}$  0,001 - VL 630, ou 1000 pF), en ayant soin d'introduire la patte portant le cercle noir dans le trou A11 se trouvant sur la bande de cuivre portant la lettre N. Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.

- l) Placez entre les trous A12 le condensateur au mica C7 de 500 pF - 1 kV<sub>e</sub> - tolérance 10 %. Effectuez la soudure sur les deux points. Veillez à placer ce condensateur *de champ* c'est-à-dire avec son bord le plus étroit en contact avec le châssis.
- m) Placez entre les trous A13 la résistance R12 de 1 M $\Omega$  - 0,5 W - tolérance 10 % (marron - noir - vert - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.
- n) Placez entre les trous A14 la résistance R13 de 100 k $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (marron - noir - jaune - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.
- o) Placez entre les trous A15 la résistance R14 de 10 k $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (marron - noir - orange - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez les parties qui dépassent.
- p) Placez entre les trous A16 la résistance R15 de 1 k $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (marron - noir - rouge - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez ensuite les parties qui dépassent.
- q) Placez entre les trous A17 la résistance R16 de 100 $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (marron - noir - marron - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez ensuite les parties qui dépassent.
- r) Placez entre les trous A18 la résistance R17 de 4.700 $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (jaune - violet - rouge - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez ensuite les parties qui dépassent.
- s) Placez entre les trous A19 la résistance R18 de 2.200 $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (rouge - rouge - rouge - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez ensuite les parties qui dépassent.
- t) Placez entre les trous A20 la résistance R19 de 470 $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (jaune-violet-marron-argent) . Effectuez la soudure sur les deux points et coupez ensuite les parties qui dépassent.
- u) Placez entre les trous A21 la résistance R20 de 220 $\Omega$  - 1 W - tolérance 10 % (rouge - rouge - marron - argent). Effectuez la soudure sur les deux points et coupez ensuite les parties qui dépassent.
- v) Placez entre les trous A22 la résistance R21 de 47 $\Omega$  - 0,5 W - tolérance 10 % (jaune - violet - noir - argent). Effectuez la soudure sur les



## FACE SUPERIEURE DU CIRCUIT IMPRIME

Figure 14



FACE INFERIEURE DU CIRCUIT IMPRIME

Figure 15

deux points et coupez ensuite les parties qui dépassent.

Vous avez ainsi terminé le montage des condensateurs et des résistances sur le circuit imprimé.

La figure 14 représente la face supérieure du circuit monté : la figure 15 représente la face inférieure ; comme d'habitude les composants qui sont situés sur la face opposée, c'est-à-dire qui ne sont pas visibles directement, sont dessinées en rouge.

Si vous avez commis une erreur pendant le montage, soit que vous vous soyez trompé de trou, soit que vous vous soyez trompé de composant, il vous faudra dessouder un composant pour rectifier votre erreur. Cette opération doit être effectuée avec une grande attention, parce qu'en chauffant à plusieurs reprises le circuit imprimé, les bandes de cuivre risquent de se décoller.

Pour éviter les accidents de ce genre, chauffez le point à dessouder en maintenant le circuit à l'envers, c'est-à-dire la face inférieure tournée vers le bas, et mettez le fer à souder en contact avec le point à dessouder comme le montre la figure 16. De cette manière, en fondant la soudure coulera de la bande de cuivre et se déposera sur la panne du fer à souder.

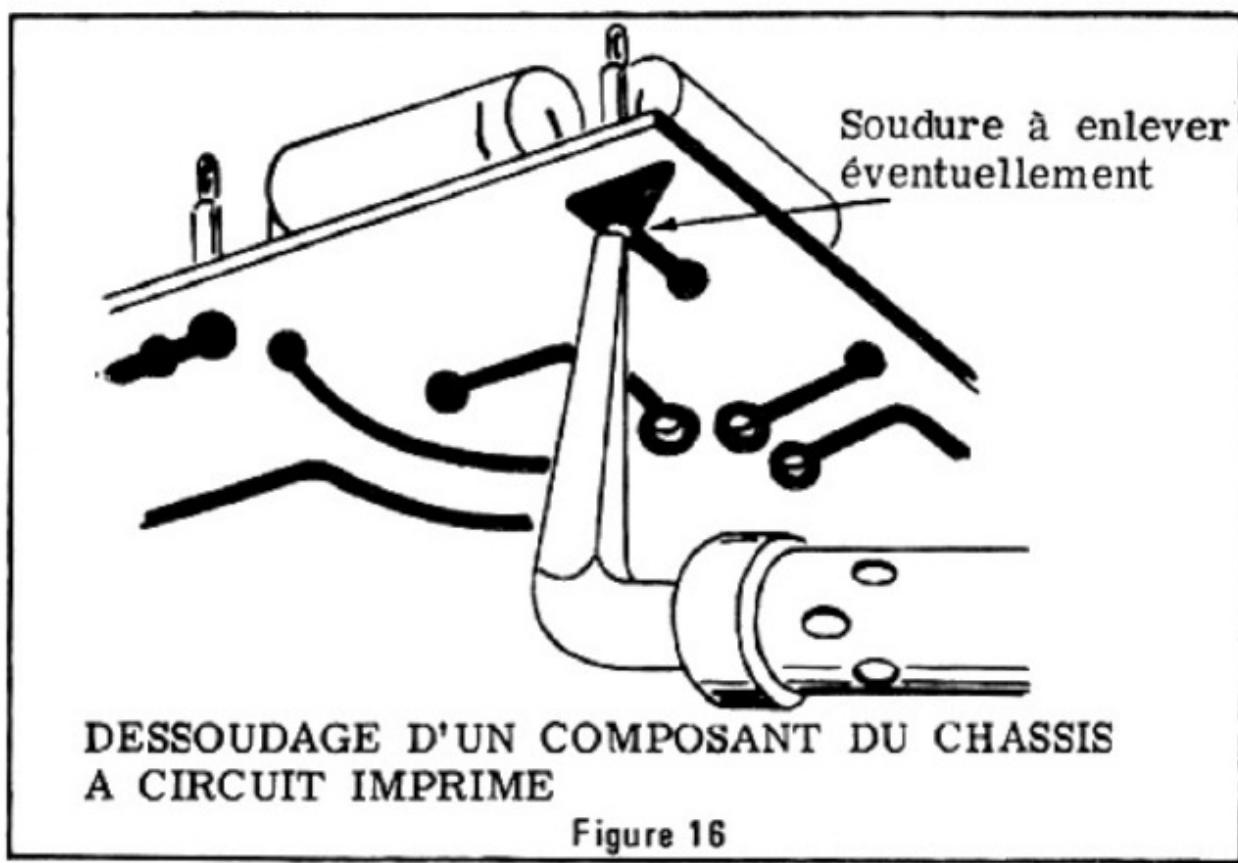


Figure 16

Après avoir enlevé la soudure des deux trous sur lesquels est soudé le composant à enlever, chauffez alternativement les deux trous par petits coups, tout en exerçant un léger effort pour sortir le composant avec la lame d'un tournevis utilisé comme levier.

### 3-3-*CONTROLE VISUEL DU MONTAGE EFFECTUE*

Nous vous conseillons de faire ce contrôle avec le plus grand soin ; il vous permettra de vous rendre compte immédiatement des erreurs que vous auriez pu commettre et de les corriger à temps, sans compromettre la suite du montage.

Le contrôle visuel est simple : tout ce que vous avez à faire est de vous assurer que les composants énumérés ci-dessous sont bien montés dans les trous correspondants.

#### *Trous A1*

– Condensateur au papier C2 de 4,7 nF ; patte marquée du cercle noir soudée à la bande de cuivre repérée par la lettre N.

#### *Trous A2*

– Condensateur au papier C4 de 100 nF ; patte marquée d'un cercle noir soudée à la bande de cuivre repérée par la lettre N.

#### *Trous A3*

– Condensateur au papier C3 de 22 nF ; patte marquée d'un cercle noir soudé à la bande de cuivre repérée par la lettre N.

#### *Trous A4*

– Résistance R6 de 22 k $\Omega$  – 1 W.

#### *Trous A5*

– Résistance R7 de 47 k $\Omega$  – 1 W.

**Trous A6**

- Résistance R8 de  $220\text{ k}\Omega$  – 1 W.

**Trous A7**

- Résistance R9 de  $470\text{ k}\Omega$  – 0,5 W.

**Trous A8**

- Résistance R10 de  $2,2\text{ M}\Omega$  – 0,5 W.

**Trous A9**

- Condensateur électrolytique C5 de  $16\text{ }\mu\text{F}$  ; patte négative soudée à la bande de cuivre repérée par la lettre N. *ATTENTION* : le boîtier du condensateur ne doit pas toucher les cosses des douilles D, E et F.

**Trous A10**

- Résistance R11 de  $1\text{ M}\Omega$  – 0,5 W.

**Trous A11**

- Condensateur au papier C6 de  $1\text{ nF}$  ; patte marquée d'un cercle noir soudée à la bande de cuivre repérée par la lettre N.

**Trous A12**

- Condensateur au mica C7 de  $500\text{ pF}$ .

**Trous A13**

- Résistance R12 de  $1\text{ M}\Omega$  – 0,5 W.

**Trous A14**

- Résistance R13 de  $100\text{ k}\Omega$  – 1 W.

**Trous A15**

- Résistance R14 de  $10\text{ k}\Omega$  – 1 W.

*Trous A16*

- Résistance R15 de  $1\text{ k}\Omega$  – 1 W.

*Trous A17*

- Résistance R16 de  $100\Omega$  – 1 W.

*Trous A18*

- Résistance R17 de  $4.700\Omega$  – 1 W.

*Trous A19*

- Résistance R18 de  $2.200\Omega$  – 1 W.

*Trous A20*

- Résistance R19 de  $470\Omega$  – 1 W.

*Trous A21*

- Résistance R20 de  $220\Omega$  – 1 W.

*Trous A22*

- Résistance R21 de  $47\Omega$  – 0,5 W.

Le contrôle visuel des composants étant terminé, vous êtes arrivé au dernier stade de cet exercice, le montage des deux commutateurs. Voici d'abord quelques explications sur leur fonctionnement.

#### 4 - LES COMMUTATEURS

Le commutateur est un dispositif qui permet de modifier le trajet d'un ou de plusieurs courants, permettant de faire passer ces courants par

différents chemins.

Le commutateur se distingue par le nombre de ses *VOIES* ou *CIRCUITS* et par celui de ses *POSITIONS*.

Le nombre de voies est le nombre de courants indépendants qui peuvent être déviés simultanément par la manœuvre de l'arbre de commande du commutateur. Le nombre de positions est le nombre de positions différentes que peut prendre l'arbre de commande, c'est-à-dire le nombre de chemins différents par lesquels on peut faire passer chaque courant.

La figure 17 - a représente un des deux commutateurs que vous avez reçus avec le 2ème envoi de matériel. C'est un commutateur à une voie et 11 positions : il est composé d'un arbre de commande monté sur un support en bakélite appelé *GALETTE*. La partie centrale de la galette est mobile ; elle est commandée par l'arbre de commande qui lui donne un mouvement rotatif.

Sur le bord extérieur de la galette sont fixés (par agrafage ou rivetage) 12 plots de contact terminés par une languette. Les plots sont fabriqués

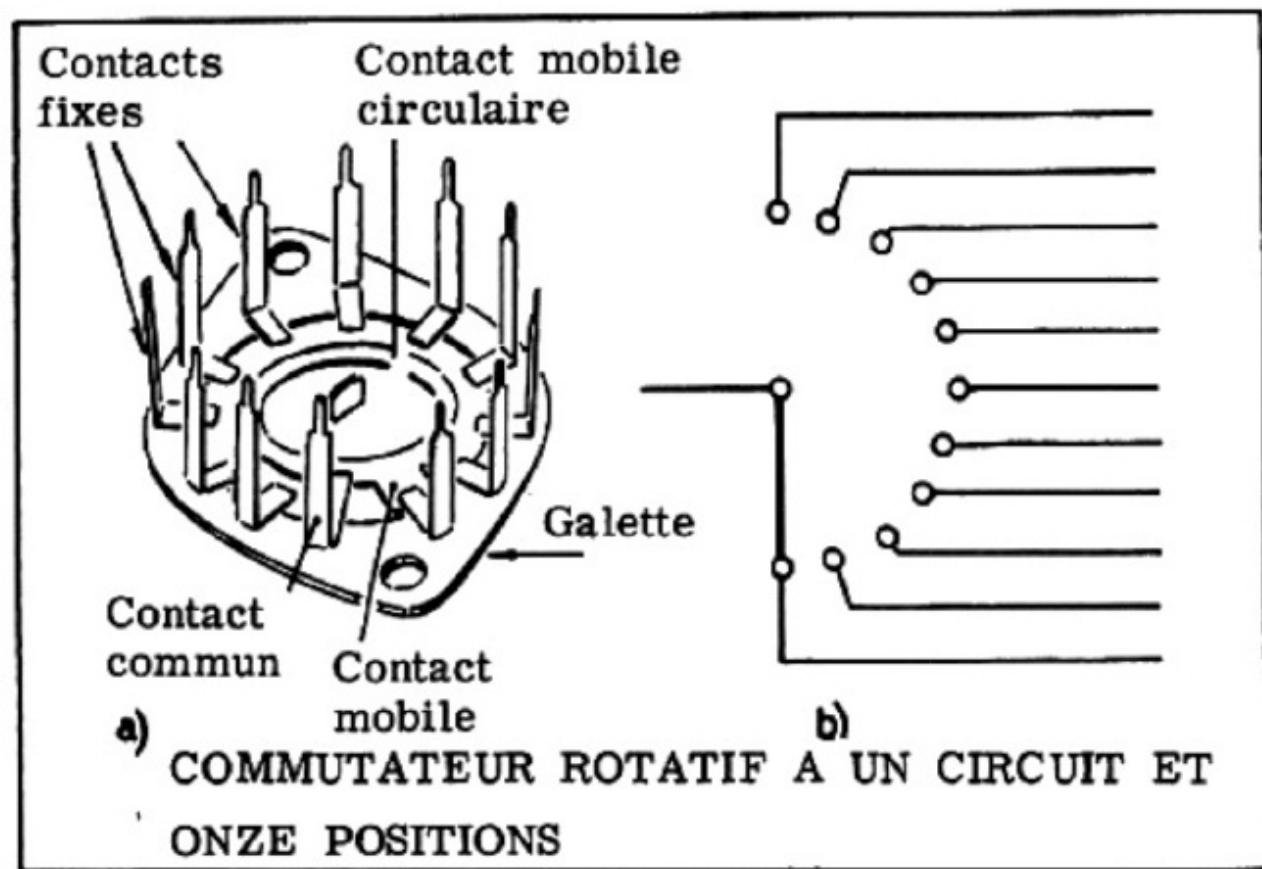


Figure 17

en alliage métallique spécial jouissant d'une certaine élasticité ; leur surface extérieure est traitée pour éviter l'oxydation.

Un des plots est plus long que les autres ; il frotte sur une bande circulaire fixée sur la partie tournante de la galette. Ce contact est le *CONTACT COMMUN*.

La bande circulaire appelée *CONTACT MOBILE*, a une partie qui dépasse, appelée *DOIGT*, qui peut être en contact avec chacun des 12 plots suivant la position prise par l'arbre de commande.

La *figure 17 - b* montre le symbole conventionnel qui représente le commutateur dans les schémas électriques. Les contacts fixes sont représentés par de petits cercles d'où partent les fils de raccordement auxquels ils sont reliés. Le contact mobile est représenté par une ligne plus épaisse portant du petit cercle qui représente le *CONTACT COMMUN*.

En agissant sur l'arbre de commande, le doigt du contact mobile se déplace d'un contact fixe au suivant. Le contact fixe peut donc être mis en contact électrique avec l'un, au choix, des 11 contacts fixes.

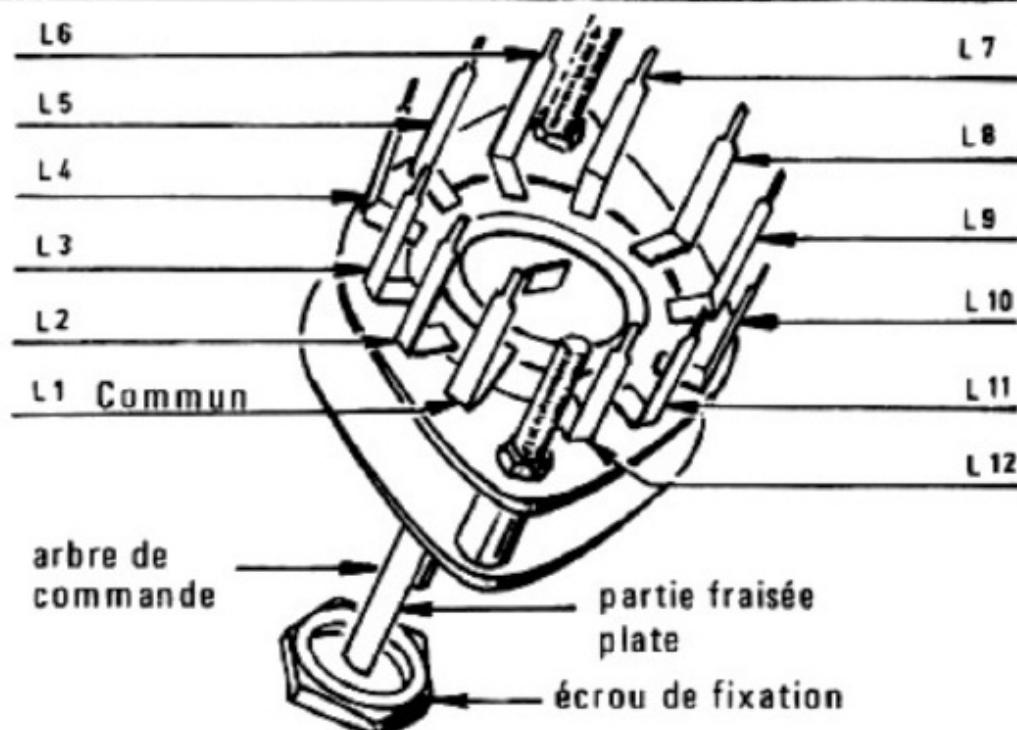
Chaque plot fixe du commutateur porte une languette qui sera soudée sur le circuit imprimé ; pour pouvoir effectuer correctement les raccordements du commutateur au circuit imprimé il est indispensable de repérer chaque languette par un signe distinctif.

Examinez la *figure 18* ; vous y constaterez que chaque languette est numérotée de 1 à 12 (chaque chiffre est précédé de la lettre L, c'est-à-dire languette).

*La numérotation des languettes commence à partir du contact commun.*

Sur certains modèles de commutateurs, il peut être difficile de repérer le contact commun, car il n'est pas facile de voir qu'il est en contact avec l'anneau mobile. Dans ce cas, son repérage est facilité, soit par une couleur différente du plot, soit par une marque de peinture sur la galette à côté du plot du contact commun.

Sur la face inférieure du circuit imprimé, les 12 trous dans lesquels



#### NUMEROTATION DES PLOTS DU COMMUTATEUR

Figure 18

doivent passer les 12 languettes du commutateur sont disposés en cercle. Au centre de ce cercle, la marque S1 ou S2 indique de quel commutateur il s'agit ; à côté de chaque trou figure la lettre L suivie d'un numéro qui est le numéro de la languette à faire passer dans ce trou. La position de chaque commutateur sur le circuit imprimé est donc définie sans aucune ambiguïté.

#### 4 - 1 - MONTAGE DES COMMUTATEURS

Commencez par fixer les deux commutateurs sur le circuit imprimé avec les deux vis qui se trouvent sur chacun des commutateurs.

Ces vis servent à fixer la galette sur la partie mécanique de chaque commutateur : elles dépassent les galettes de plusieurs centimètres.

a) Enfilez sur ces deux vis deux entretoises (petits cylindres de matière plastique de 12 mm de long).

b) Placez le premier commutateur sur le circuit imprimé à l'emplacement repéré par S1 en le présentant comme le montre la *figure 19*. Les languettes et les vis doivent traverser la plaque du circuit par les trous prévus à cet effet ; assurez-vous bien que la languette L1 du commutateur (contact commun) passe par le trou repéré L1 sur la face inférieure du circuit imprimé.

c) Fixez le commutateur sur le circuit imprimé en vissant sur les deux vis qui dépassent, deux entretoises hexagonales en matière plastique, filetées aux deux extrémités, de façon à ce que le commutateur soit bien fixé sur le châssis.

d) Effectuez ensuite la soudure des languettes des douze plots sur le circuit imprimé. En soudant les languettes les plus rapprochées des entretoises. *Veillez à ce que le fer à souder ne touche pas les entretoises, car la chaleur les ferait fondre.*

e) Placez le second commutateur sur S2, de la même manière que le premier ; veillez à placer la languette L1 du contact commun dans la borne L1. Effectuez ensuite les soudures.

Le châssis à circuit imprimé est maintenant équipé de tous ses composants (*figure 20*) ; il reste à le fixer sur le panneau et à relier les picots du circuit imprimé aux douilles.

## 5 - FIXATION DU CIRCUIT IMPRIME

Dévissez d'abord l'écrou qui se trouve sur l'arbre de commande de chacun des commutateurs S1 et S2 (*figure 18*).

Introduisez les arbres des commutateurs S1 et S2 le premier dans l'orifice O, le second dans l'orifice P du côté intérieur du panneau, les canons filetés ressortant du côté extérieur du panneau. (Revoir *figure 8*).

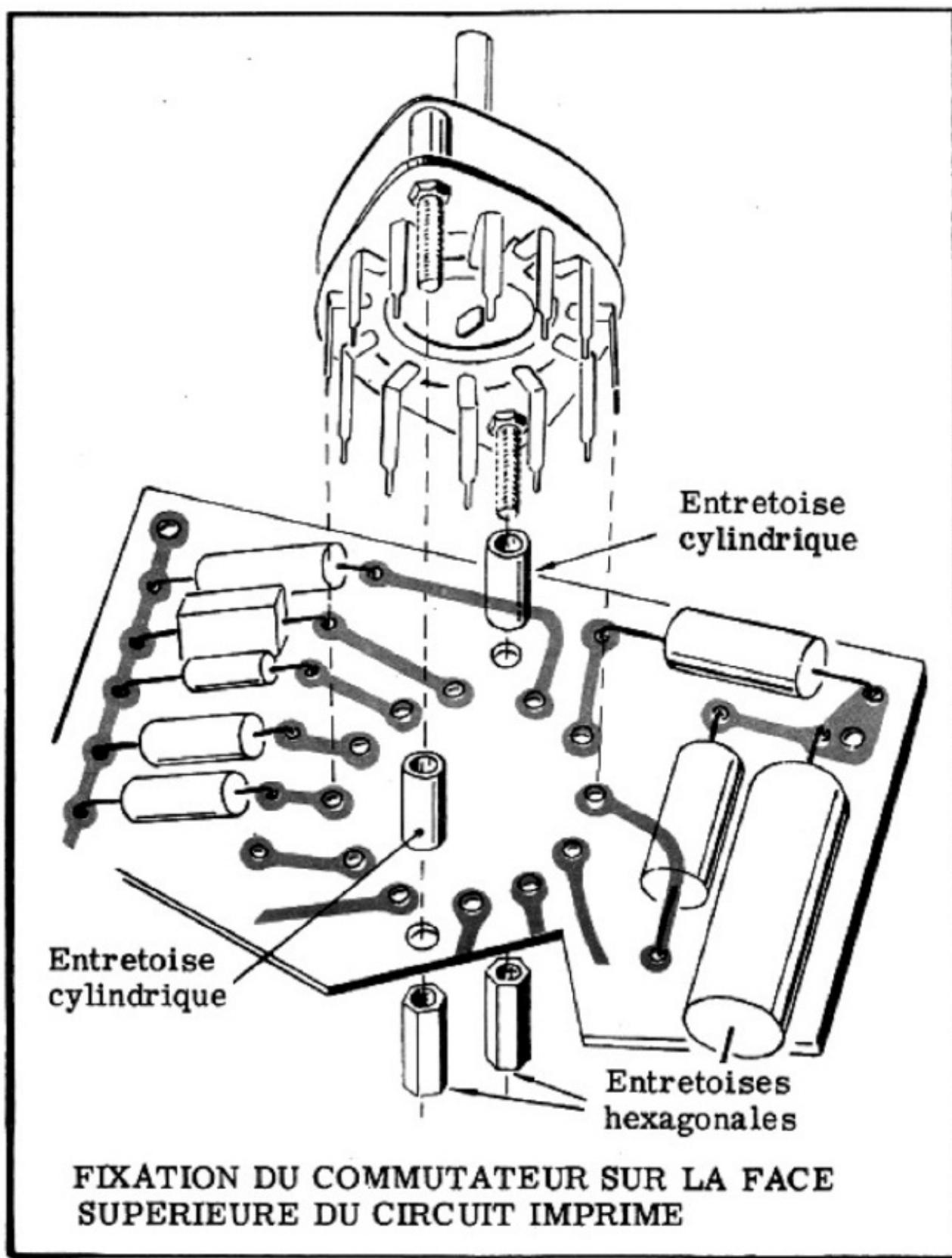
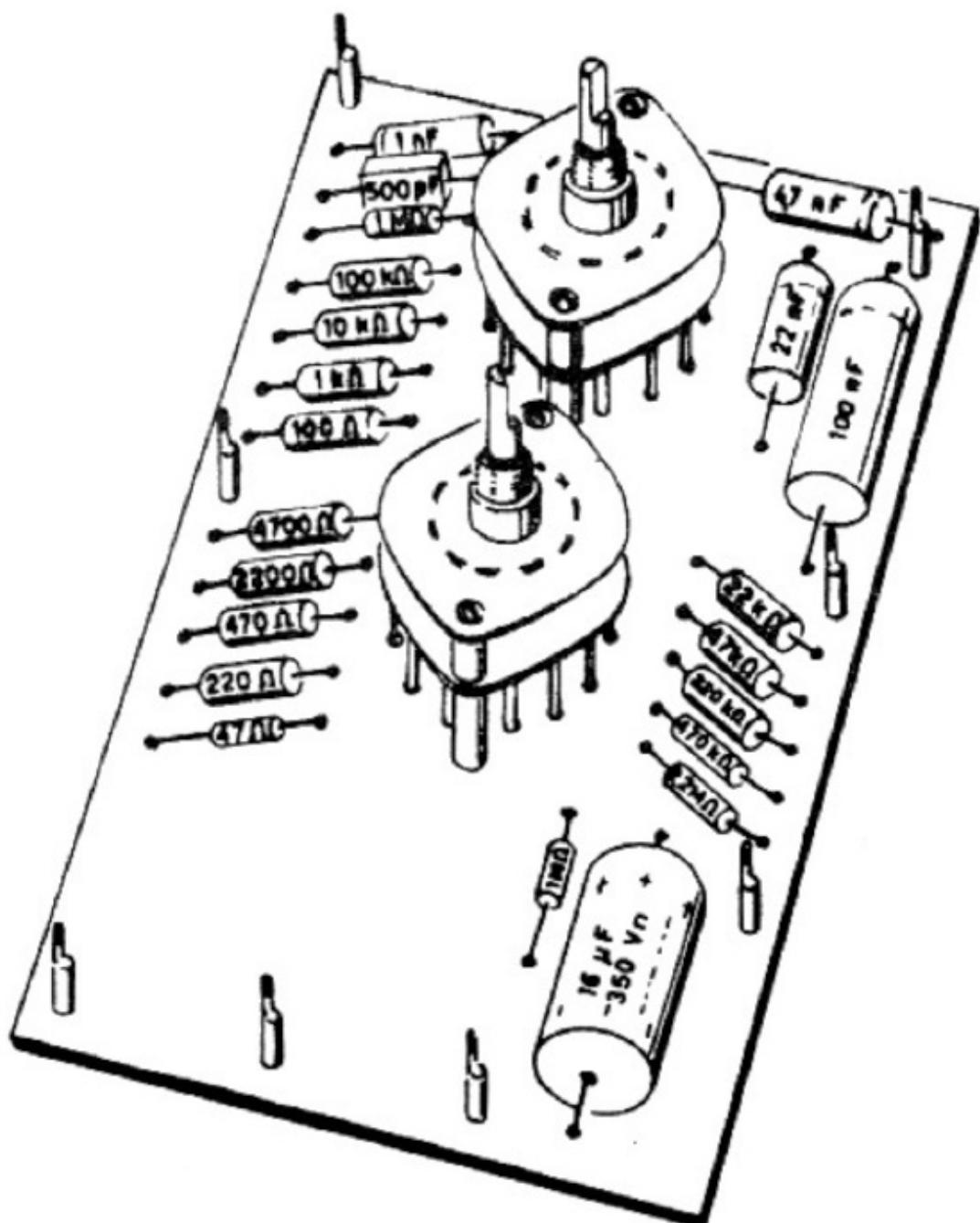


Figure 19



FACE SUPERIEURE DU  
CIRCUIT IMPRIME TERMINE

Figure 20

Revissez les écrous de fixation que vous aviez dévissés précédemment, et serrez-les à fond avec des pinces, en faisant bien attention de ne pas rayer le panneau .

Il ne reste plus qu'à effectuer les raccordements électriques entre le panneau et le circuit imprimé, en soudant les fils de raccordement placés verticalement sur les cosses des douilles aux picots du circuit imprimé.

Procédez dans l'ordre ci-après (revoir éventuellement les *figures 8 et 14*):

a) Soudez l'extrémité libre du fil noir isolé provenant de la cosse CA3 (A) au picot N du circuit imprimé qui se trouve en face de la douille A.

b) Soudez l'extrémité libre du fil vert isolé provenant de la cosse CA6 (C) au picot V du circuit imprimé qui se trouve en face de la douille C.

c) Soudez l'extrémité libre du fil noir provenant de la cosse Ca11 (D) au picot N du circuit imprimé qui se trouve en face de la douille D.

d) Soudez l'extrémité libre du fil rouge provenant de la cosse Ca15 (F) au picot R du circuit imprimé qui se trouve en face de la douille F.

e) Soudez l'extrémité libre du fil noir qui part du contact I du potentiomètre P1 au picot I - P1 du circuit imprimé.

f) Coupez un morceau de fil isolé vert, long de 5 cm, et soudez une de ses extrémités sur le contact C du potentiomètre P1 ; veillez pendant cette opération à ne pas dessouder le fil soudé à la cosse CA8 (C).

g) Soudez l'autre extrémité de ce fil vert au picot C-P1 du circuit imprimé.

h) Soudez l'extrémité libre du fil rouge partant de la cosse CA21 (M) au picot R du circuit imprimé qui se trouve en face de la douille M.

i) Soudez l'extrémité libre du fil noir partant de la cosse CA23 (N) au picot N du circuit imprimé qui se trouve en face de la douille N.

Le montage électrique du contrôleur de circuits par substitution est terminé.

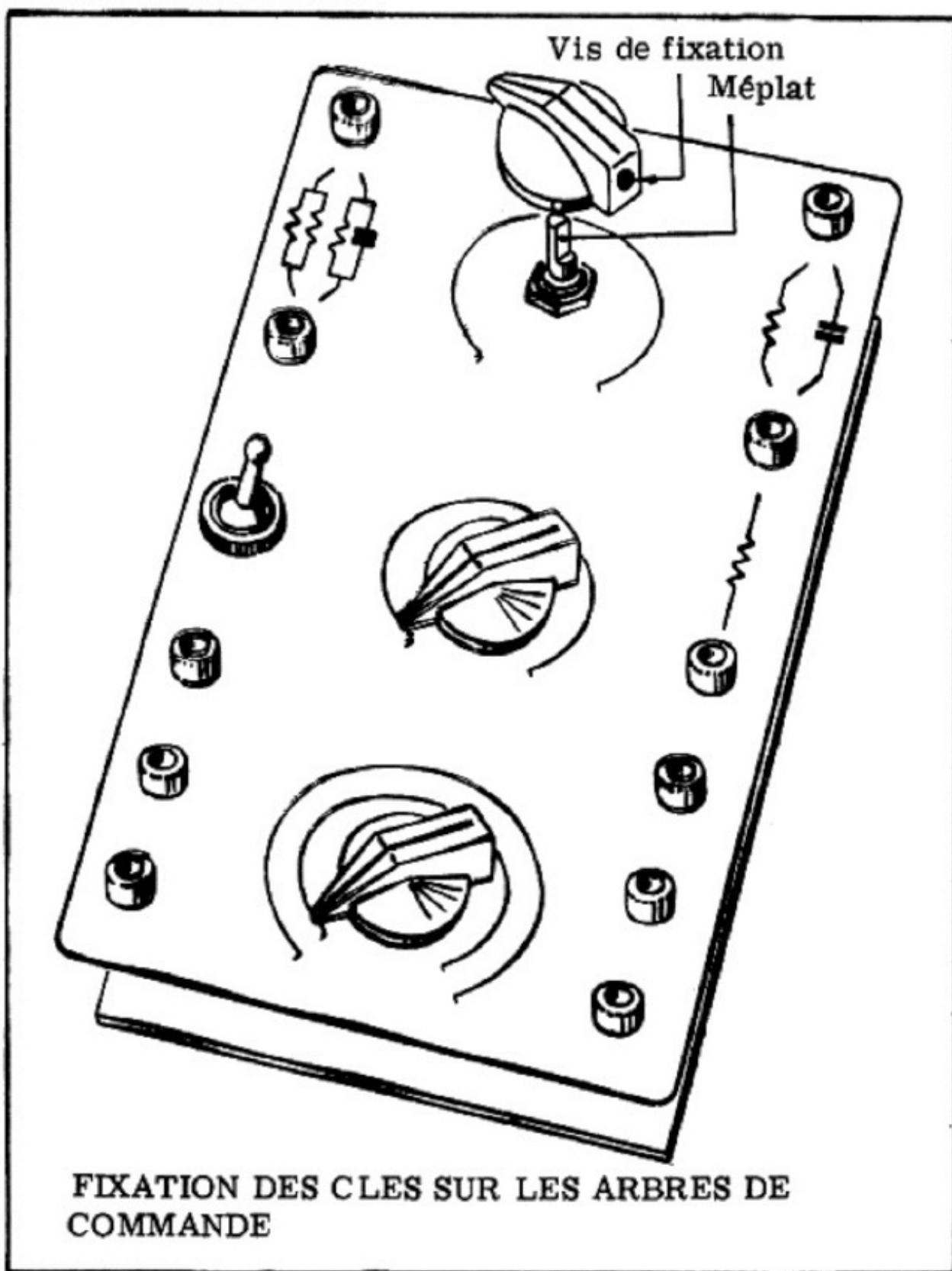


Figure 21

Vérifiez le montage effectué au moyen de la planche hors texte N. 1 qui montre le schéma pratique au complet.

Pour pouvoir manoeuvrer facilement les axes de commande des commutateurs et du potentiomètre, il faut fixer sur chacun d'eux un bouton à flèche ; l'opération est simple.

a) En vous aidant des pinces, tournez les axes de commande des commutateurs de sorte que le côté fraisé plat se trouve comme indiqué par la *figure 21*.

b) Placez les boutons à flèche sur chaque axe des commutateurs de manière que la vis pour fixation se trouve du côté fraisé, comme montré *figure 21*.

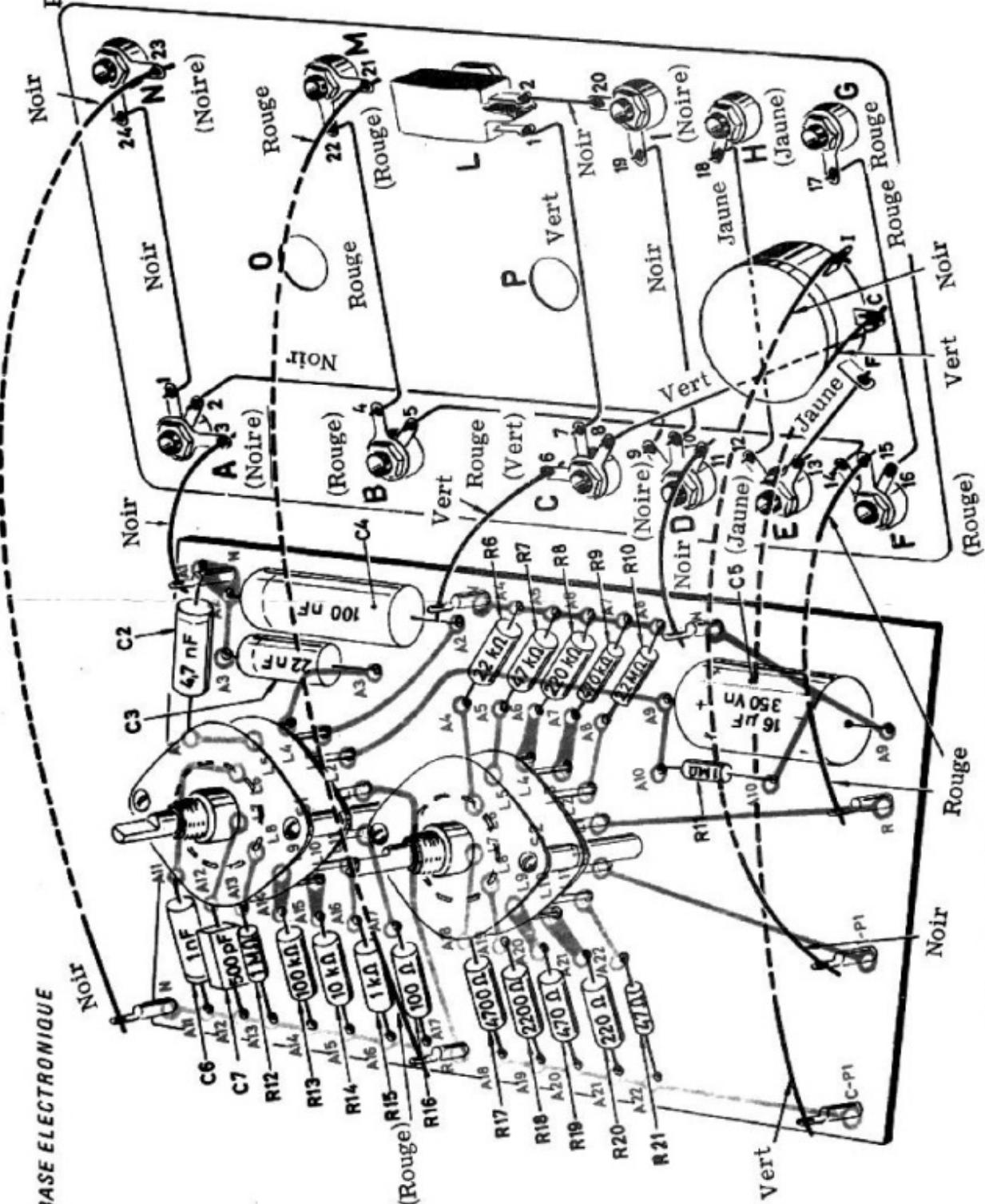
c) Serrez les vis à l'aide d'un tournevis et vérifiez en manipulant les boutons que la rotation se fait correctement.

d) Pour déterminer la position exacte du bouton du potentiomètre, tournez franchement à gauche l'axe de commande ; placez ensuite sur cet axe le dernier des trois boutons de façon à ce que la flèche se trouve sur le zéro. Serrez ensuite avec un tournevis.

Vous étudierez dans la prochaine leçon le fonctionnement des circuits de l'appareil construit et vous effectuerez le contrôle du montage.

Enfin vous monterez le contrôleur de circuits à l'intérieur de sa boîte et vous réaliserez quelques accessoires nécessaires à son utilisation.





SCHEMA PRATIQUE DU CONTROLEUR DE CIRCUITS PAR SUBSTITUTION

Tableau 1.