



PRATIQUE

COURS DE BASE
ELECTRONIQUE

L'électronique est la branche de l'électrotechnique qui traite des circuits électriques utilisant des composants électroniques (lampes-transistors, etc...).

Avant de commencer l'étude des fonctions et de l'utilisation des composants électroniques, il est utile de connaître aussi bien les phénomènes électriques fondamentaux, que les unités de mesure électrique qui servent à les mesurer.

Pour ces raisons, les expériences que vous aurez à réaliser durant cette leçon concernent l'électricité.

Ces expériences peuvent paraître assez simples, et n'ayant peut-être qu'un rapport lointain avec la technique de l'électronique ; toutefois leur but est de vous amener à vous rendre compte par la pratique des lois qui régissent le fonctionnement de tous les circuits électriques en général, et des circuits électroniques en particulier.

Chaque exercice est divisé en trois parties : la première concerne la description du circuit à réaliser et la description du matériel à utiliser ; la seconde explique en détail le montage à effectuer ; la dernière partie concerne le contrôle du circuit et les conclusions que nous devons tirer de cette expérience.

Tous les montages à réaliser sont illustrés par un schéma pratique et un schéma électrique.

Le *SCHEMA PRATIQUE* montre la forme et la disposition réelle des divers éléments et branchements constituant le circuit électrique : ce schéma est également appelé *SCHEMA DE MONTAGE*.

Le schéma pratique vous guidera pour exécuter le montage de façon correcte et indiquera la manière dont doivent être disposés les divers composants.

Comme il serait trop compliqué de représenter un circuit électrique par son schéma pratique à cause du détail des formes des composants, on préfère le *SCHEMA ELECTRIQUE* dans lequel chaque composant est représenté non pas sous sa forme réelle, mais par un symbole beaucoup plus simple et standardisé qui prend le nom de *SYMBOLE GRAPHIQUE*.

Pour éviter toute confusion chaque composant électrotechnique a son propre symbole graphique, déterminé de façon claire, et choisi par un comité international.

Le schéma électrique est donc plus important que le schéma pratique, plus simple à représenter et plus facile à interpréter.

Durant chaque exercice consultez toujours le schéma pratique pour vous assurer que les composants et leurs connexions sont placés correctement ; habituez-vous aussi à interpréter le schéma électrique et à vous rendre compte tout de suite de la concordance entre les symboles graphiques du schéma et l'exécution du montage.

L'interprétation exacte, ainsi que la lecture d'un schéma électrique sont importants pour le technicien ; il doit pouvoir l'interpréter sans difficulté et sans risque d'erreurs, il doit également être à même de dessiner les schémas électriques des appareils.

Pour faciliter l'étude des composants à utiliser pour les exercices successifs, nous vous les décrirons au fur et à mesure.

1 - DESCRIPTION DU MATERIEL

Le matériel que vous utiliserez pour les premiers exercices se compose de :

- deux batteries de piles
- deux lampes
- une plaquette à 34 cosses (vous l'avez utilisée dans la leçon précédente)
- quelques fils pour raccordements
- quatre pinces "crocodile"

Vous pourrez réaliser une série de circuits avec ces composants de base ; ce qui vous permettra de vous rendre compte de leur fonctionnement.

Avant d'indiquer comment employer ces composants nous décrirons sommairement comment ils sont constitués.

- Les *BATTERIES DE PILES* sont placées dans une boîte de carton portant l'indication de la tension qu'elles fournissent et le nom du fabricant.

La *TENSION* est une des données caractéristiques de la pile ; elle s'exprime en *VOLTS* (en abrégé *V*). Les piles que vous avez reçues sont des piles de 4,5 V.

Sur leur partie supérieure les piles portent deux languettes métalliques repliées sur le corps. Ces languettes sont appelées *POLES* ; la tension de 4,5 V existe entre ces deux pôles.

Prenez l'une des deux piles, et retirez la bande de papier qui recouvre les deux lames (les pôles). Cette bande porte souvent l'inscription "fermeture de garantie". Suivant le type de pile, les deux languettes peuvent alors être ou bien complètement libérées, ou bien partiellement recouvertes par un morceau de carton ; dans ce dernier cas il faut retirer ce morceau de carton pour libérer les languettes.

Il est absolument indispensable pendant cette opération et surtout lorsque vous utilisez les piles *d'éviter que les languettes ne se trouvent en contact entre elles* ; vous éviterez de grands dommages à la pile ; en effet, si les deux languettes se trouvent en contact, la pile se décharge rapidement et devient donc inutilisable. Lorsque les languettes d'une pile sont en contact direct on dit qu'il s'établit un *COURT - CIRCUIT*.

On peut reconnaître de suite la polarité de chaque languette en examinant attentivement leur longueur : la languette la plus courte correspond au pôle positif (+), la plus longue au pôle négatif (-).

Sur certains types de piles, l'indication de polarité est gravée sur les languettes ou quelquefois sur l'enveloppe extérieure.

La *figure 1 - a* représente une pile semblable à celles que vous avez reçues. La *figure 1 - b* montre le symbole graphique de la pile ; il est constitué par deux traits parallèles : le trait long et mince représente le pôle positif ; le trait court et épais représente le pôle négatif ; pour plus de clarté les deux traits portent respectivement les signes + et -.

Les *LAMPES* sont constituées par un filament métallique : ce filament, lorsqu'il est parcouru par un courant électrique devient incandescent et donc, lumineux.

Il est enfermé dans une ampoule en verre à l'intérieur de laquelle on a fait le vide pendant la fabrication. Ceci est indispensable afin que le filament incandescent ne soit pas en contact avec l'oxygène de l'air : dans le cas contraire, le filament porté à haute température s'oxyderait très rapidement et deviendrait inutilisable.

Les extrémités du filament sont reliées à deux contacts extérieurs ;

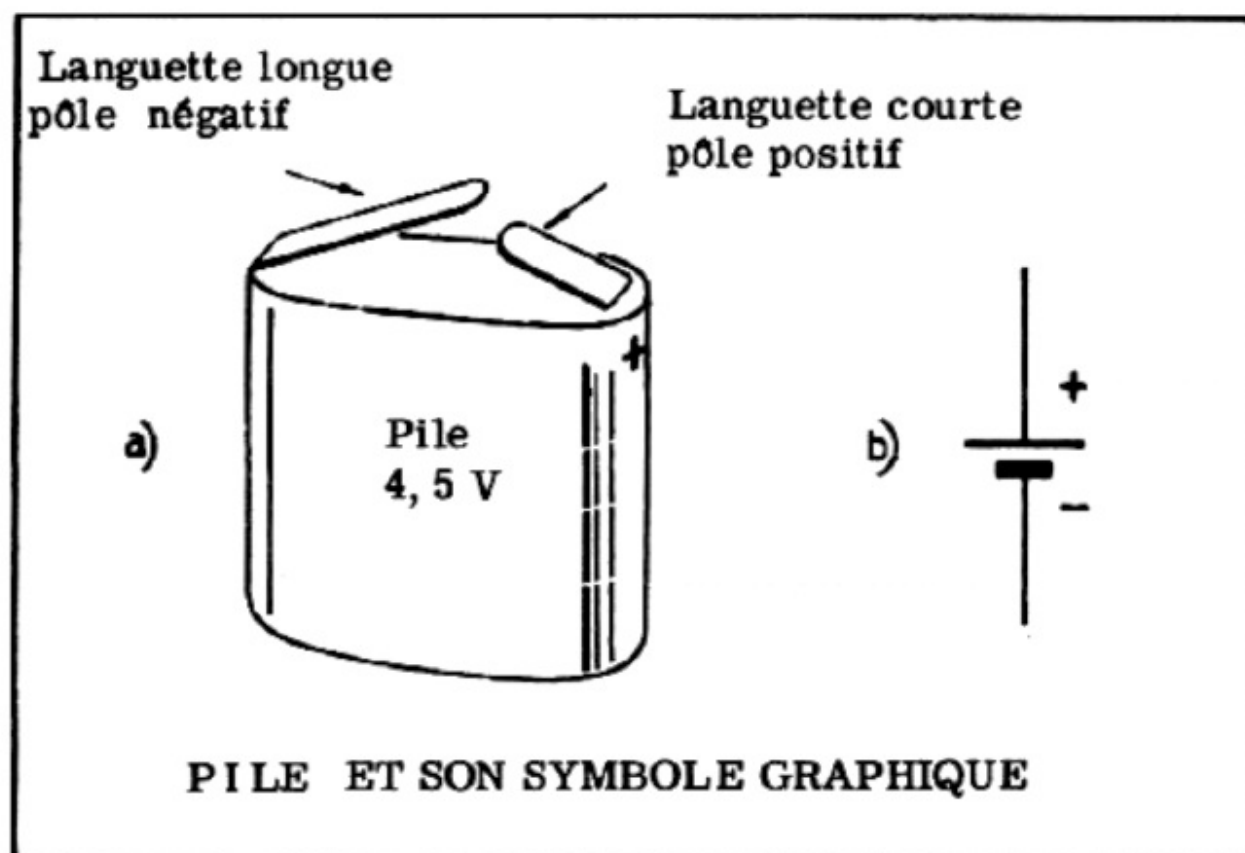


Figure 1

l'un se trouve sur le petit cylindre fileté en cuivre appelé *VIOLE* et l'autre sur le fond isolé de la virole, comme le montrent les traits en pointillé de la *figure 2 - a*.

Sur la *figure 2 - b* se trouve le symbole graphique de la lampe ; il est constitué par un petit cercle barré d'une croix, représentant l'ampoule et le filament - et par deux lignes qui s'éloignent du cercle dans des directions opposées, représentant les deux contacts.

La *PLAQUETTE A 34 COSSES* qui a déjà été employée dans la leçon précédente a pour rôle de maintenir les composants des circuits à réaliser.

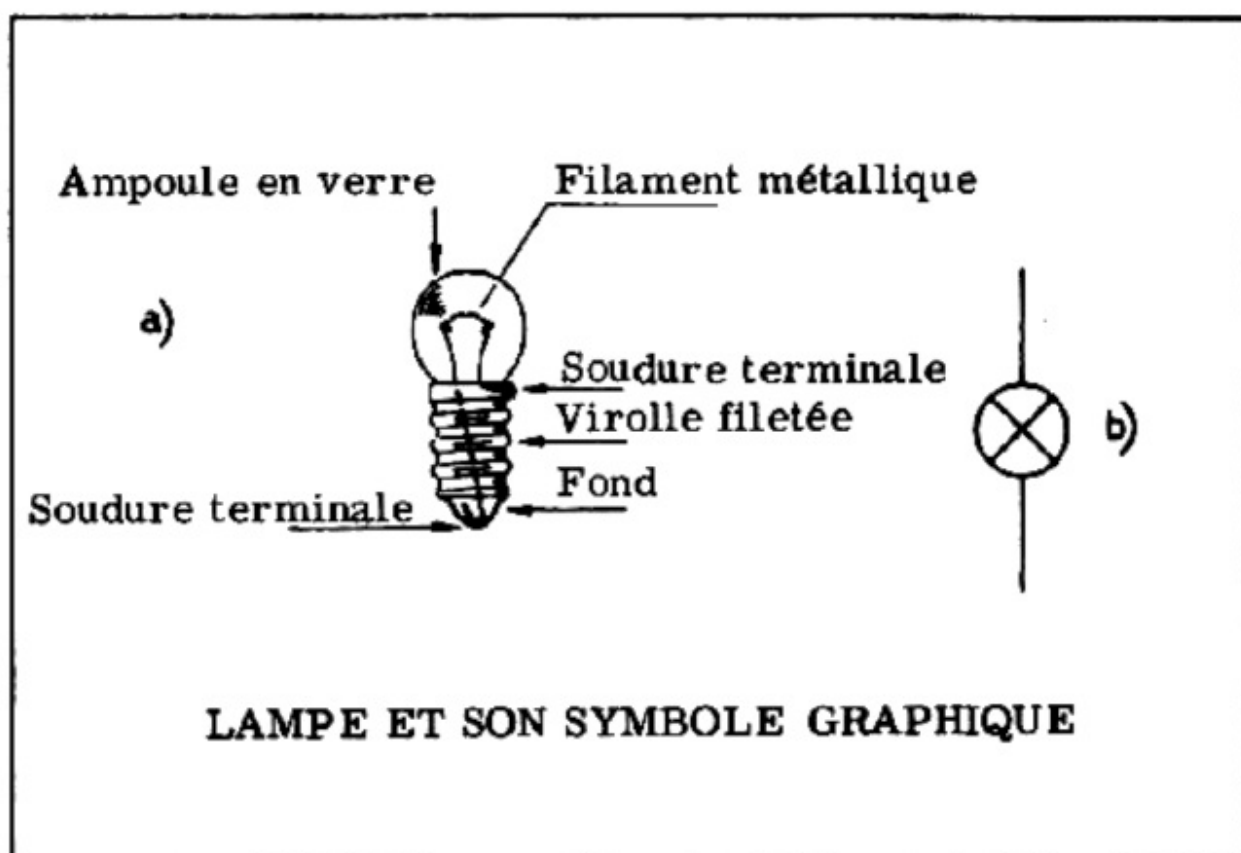


Figure 2

La plaquette est constituée par une plaque de carton bakérisé sur laquelle sont disposées deux rangées de cosse. On introduit dans les cosse des fils et les connexions des composants électroniques.

Les encoches pratiquées dans la plaquette entre les cosse successives sont destinées à améliorer l'isolement électrique entre les cosse. Nous vous expliquerons bientôt ce qu'est l'isolement électrique.

Pour faciliter le montage, chaque cosse est désignée par un sigle suivi d'un numéro d'ordre (par exemple CA1, CA2, etc...).

Cette plaquette à cosse est dénommée "plaquette A" et ses cosse sont désignées par les sigles CA1 à CA34.

Comme nous l'avons déjà mentionné dans la leçon précédente,

le côté supérieur de la plaquette est la face sur laquelle se trouvent les cosses, le côté inférieur est la face opposée.

Vous devez effectuer les raccords du côté supérieur et y disposer les composants des circuits électriques à réaliser.

Comme il y a deux rangées de cosses sur la plaquette, pour éviter des confusions sur l'identification des cosses il y a au centre de la plaquette une série de trous qui peuvent servir de points de repère. Les cosses sont numérotées en commençant par la rangée de droite, du haut vers le bas, après avoir placé la plaquette comme sur la *figure 3*, de façon à avoir deux trous de diamètre moyen (F5 et F6 de 8 mm) vers le bas - un trou de grand diamètre (F1 de 10 mm) vers le haut.

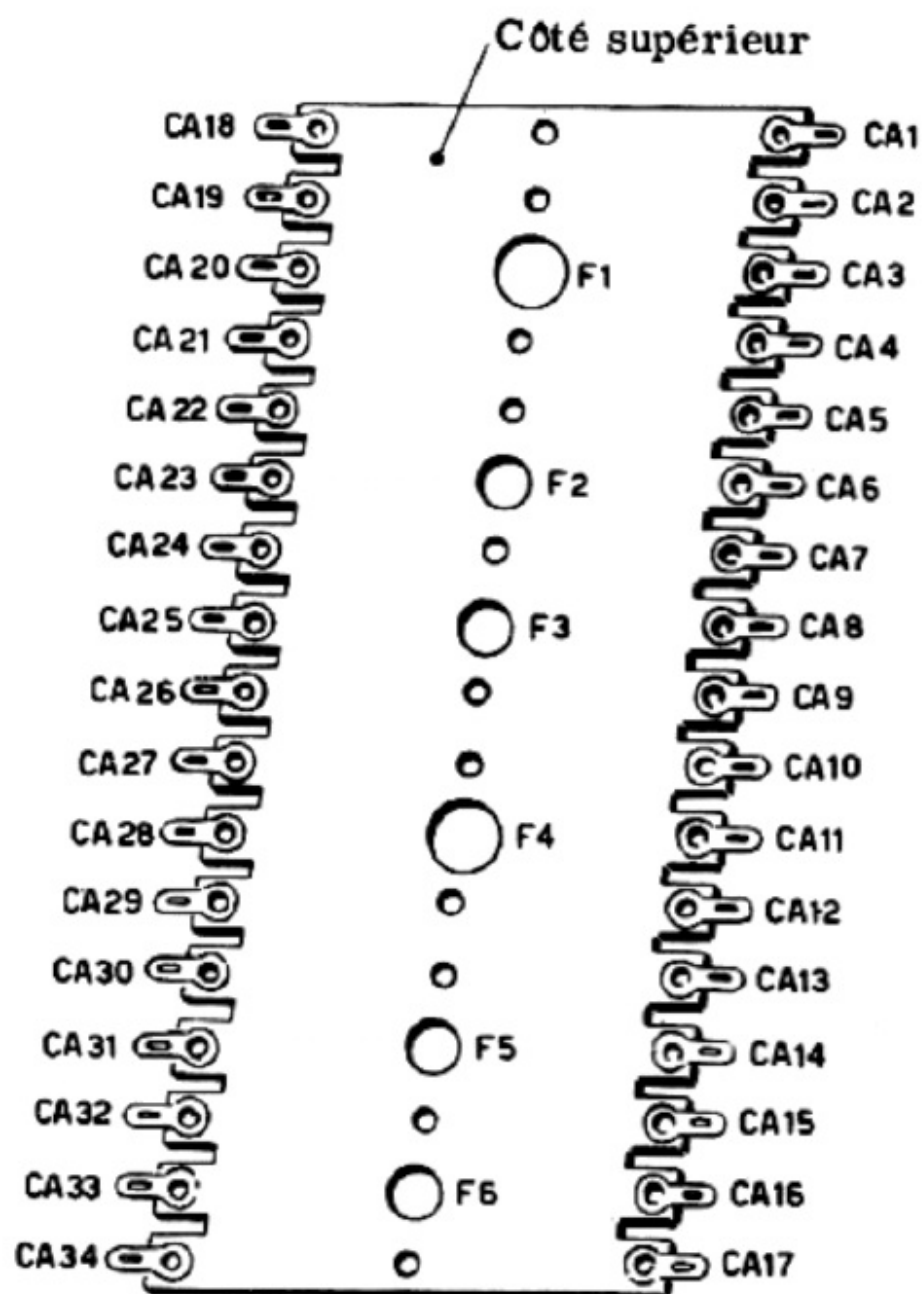
Vous remarquerez que les trous du centre de la plaquette — qui seront utilisées en cours de montage — sont repérées par une lettre et un chiffre.

Le matériel fourni avec la première série comprend quelques rouleaux de fils pour connexions.

Parmi ces fils il existe du *FIL EN CUIVRE NU ETAME* que nous avons déjà utilisé pour la leçon précédente, (exercices de soudure) ; il est constitué par un fil de cuivre nu (dénommé ainsi parce que sans gaine isolante) étamé pour faciliter la soudure et prévenir l'oxydation.

Le *FIL DE CUIVRE ISOLE* par une gaine plastique est constitué par un fil de cuivre recouvert d'une gaine en matière plastique (ces gaines sont de différentes couleurs, uniquement dans le but de différencier facilement les différentes connexions. Le fil de cuivre à isolation plastique est le plus employé pour les raccords électriques radio.

Le *FIL DE CUIVRE DIVISE* est formé d'une torsade de plusieurs fils de cuivre fins, recouverte d'une gaine en matière plastique. Ce



NUMEROTATION DES COSSES DE LA PLAQUETTE A

Figure 3

fil est utilisé pour les raccords flexibles ; un fil unique serait trop rigide et risquerait de se casser. Ce fil est encore appelé communément *FIL SOUPLE*.

Les fils de connexion sont représentés dans les schémas électriques par des lignes droites. Habituellement ces lignes sont figurées suivant deux directions principales, verticalement et horizontalement. S'il doit y avoir un contact électrique entre deux connexions, ce contact est indiqué par un point très visible (*figure 4 - a*).

Si les deux fils se croisent sans qu'il y ait contact électrique on représente seulement deux droites qui se croisent (*figure 4 - b*).

Les *PINCES CROCODILES* permettent, comme nous le verrons plus loin, d'effectuer des raccords électriques sans soudure.

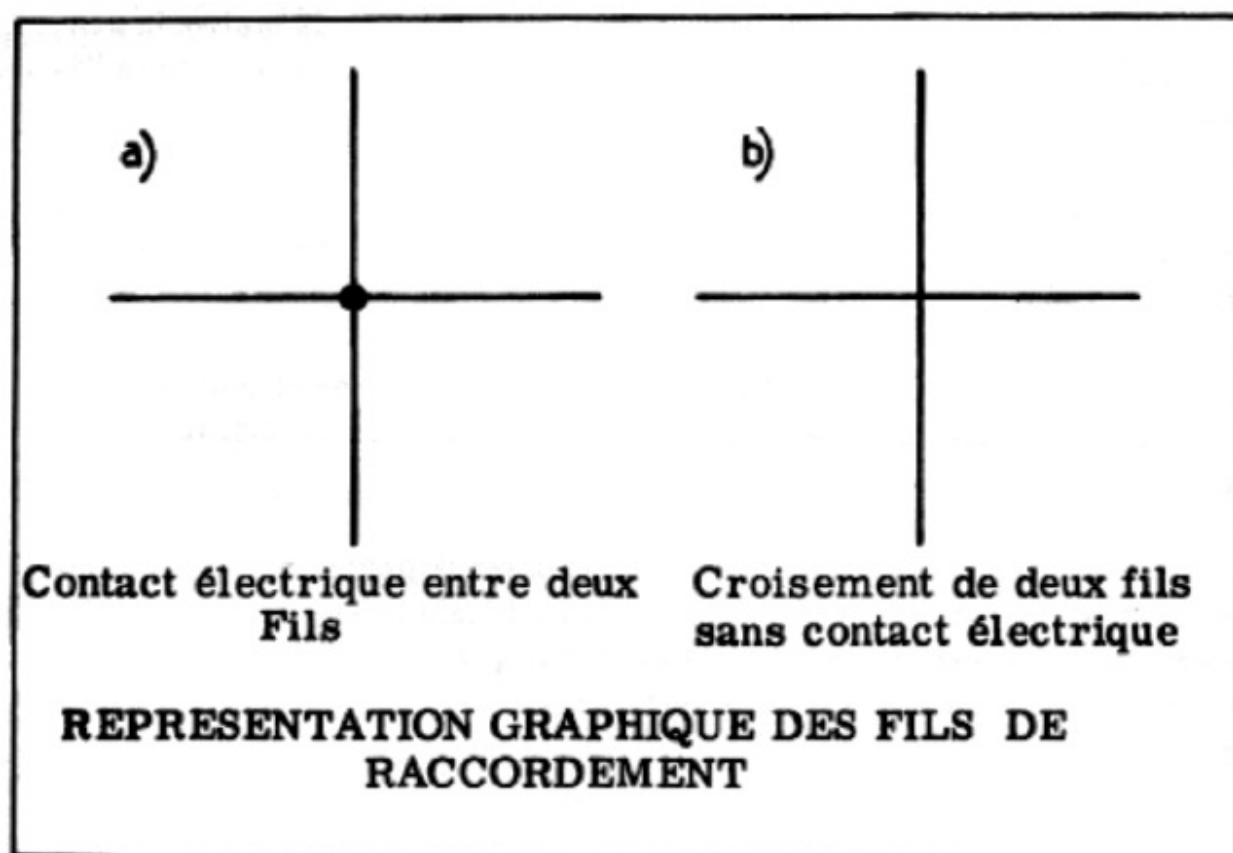


Figure 4

2 - PREPARATION DES COMPOSANTS

Avant de commencer la phase de montage du premier exercice, il est nécessaire que vous prépariez les composants que vous aurez à employer.

2 - 1 - PREPARATION DE LA PLAQUETTE

a) Avant tout vous devez dessouder de la plaquette les deux morceaux de fil de cuivre que vous y avez soudés pendant l'exercice de soudure précédent.

Reliez la prise du fer à souder à la prise de courant et attendez que la panne soit bien chaude.

Pour dessouder les deux morceaux de fil, il suffit de mettre la panne chaude du fer en contact avec les soudures, de façon à faire fondre l'étain.

b) Dès que l'étain se sera liquéfié vous pourrez retirer facilement les deux morceaux de fil. *Protégez-vous les doigts avec un chiffon pour ne pas vous brûler*, ou bien utilisez la pointe d'une paire de ciseaux.

c) Après avoir retiré les deux morceaux de fil de la plaquette A, procédez à l'enlèvement de l'étain se trouvant dans les ouvertures ovales des languettes et à l'intérieur des oeillets des cosses.

Pour cela, maintenez quelques secondes la panne du fer à souder sur les diverses cosses de façon à faire fondre l'étain qui s'y trouve ; secouez ensuite la plaquette d'un mouvement brusque de façon à ce que l'étain se détache des cosses et tombe à terre : *cet étain ne doit pas être utilisé à nouveau*.

d) Mettez de côté le fer à souder après l'avoir débranché de la prise de courant.

A la fin de chacun des différents montages, les composants ou une partie des composants doivent être démontés pour servir à des montages ultérieurs. Il faut aussi préparer les languettes des cosse de la plaquette A de manière à faciliter le montage et le démontage des divers composants, et à éviter d'endommager les composants en les soudant et en les dessoudant,

e) Réduisez d'abord la longueur de chaque languette d'environ 1,5 mm en coupant leur extrémité avec une paire de ciseaux (*figure 5 - a*).

La fente ovale de chaque languette sera ainsi ouverte d'un côté.

f) Après cela, pliez à angle droit vers le côté supérieur de la plaquette toutes les languettes, *excepté celles des cosse CA1, CA2, CA3, CA18, CA19, CA20, CA22, CA23 et CA24* qui doivent être laissées à plat.

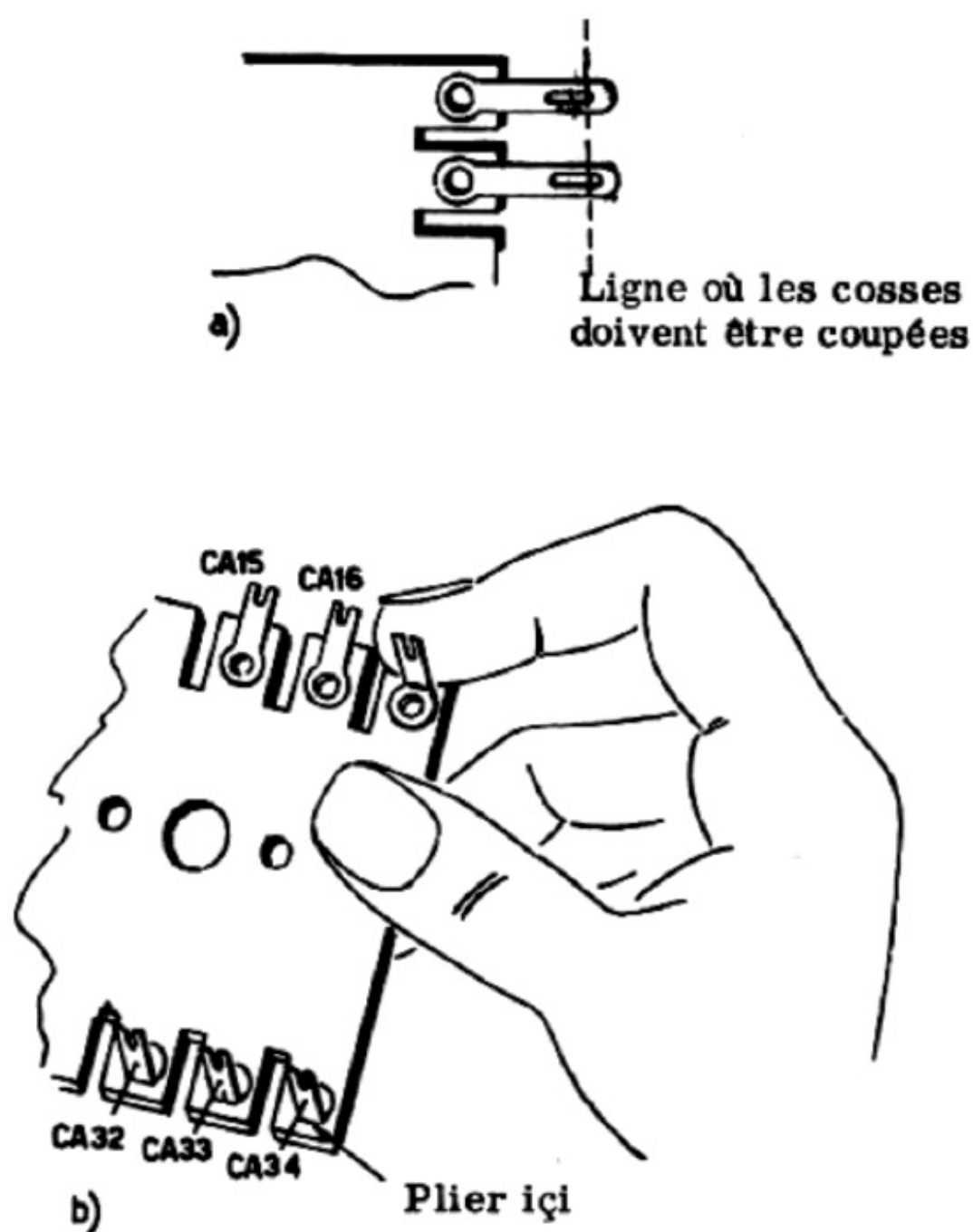
Les languettes doivent être repliées près du bord extérieur de la plaquette. Cette opération peut être effectuée à la main, les languettes étant faciles à plier (*figure 5 - b*).

2 - 2 - PREPARATION DU SUPPORT DE LAMPE

Les exercices à effectuer consistent à réaliser divers circuits en employant les piles et les lampes reçues.

Les lampes doivent être placées sur des supports de lampe dont le rôle est de les maintenir et de faciliter leur raccordement au circuit.

Nous allons vous indiquer comment réaliser deux supports de lampes très simples, mais assez ingénieux.



PREPARATION ET PLIAGE DES LANGUETTES

Figure 5

a) Coupez un morceau de fil de cuivre nu étamé de 14 cm de long.

b) Enroulez ce morceau de fil de cuivre sur la virole fileté d'une lampe en commençant l'enroulement à environ 20 mm de l'extrémité du fil.

Pour réaliser cette opération, tenez serrés la lampe et l'extrémité du fil entre l'index et le pouce de la main droite (*figure 6 - a*). Avec l'autre main, enroulez le fil de cuivre en suivant le filetage ; le sens de l'enroulement est montré sur la *figure 6 - a*. Effectuez 3 tours complets du fil de cuivre sur la virole.

c) Repliez vers le bas — à une distance de 5 mm environ du corps de la lampe — les deux extrémités du morceau de fil (*figure 6 - b*) ; la distance entre les deux extrémités repliées sera d'environ 20 mm.

La *figure 6 - c* montre l'aspect qu'aura le support terminé.

d) Après avoir réalisé ce support de lampe, dévissez la lampe et faites un autre support pareil au premier en répétant les opérations.

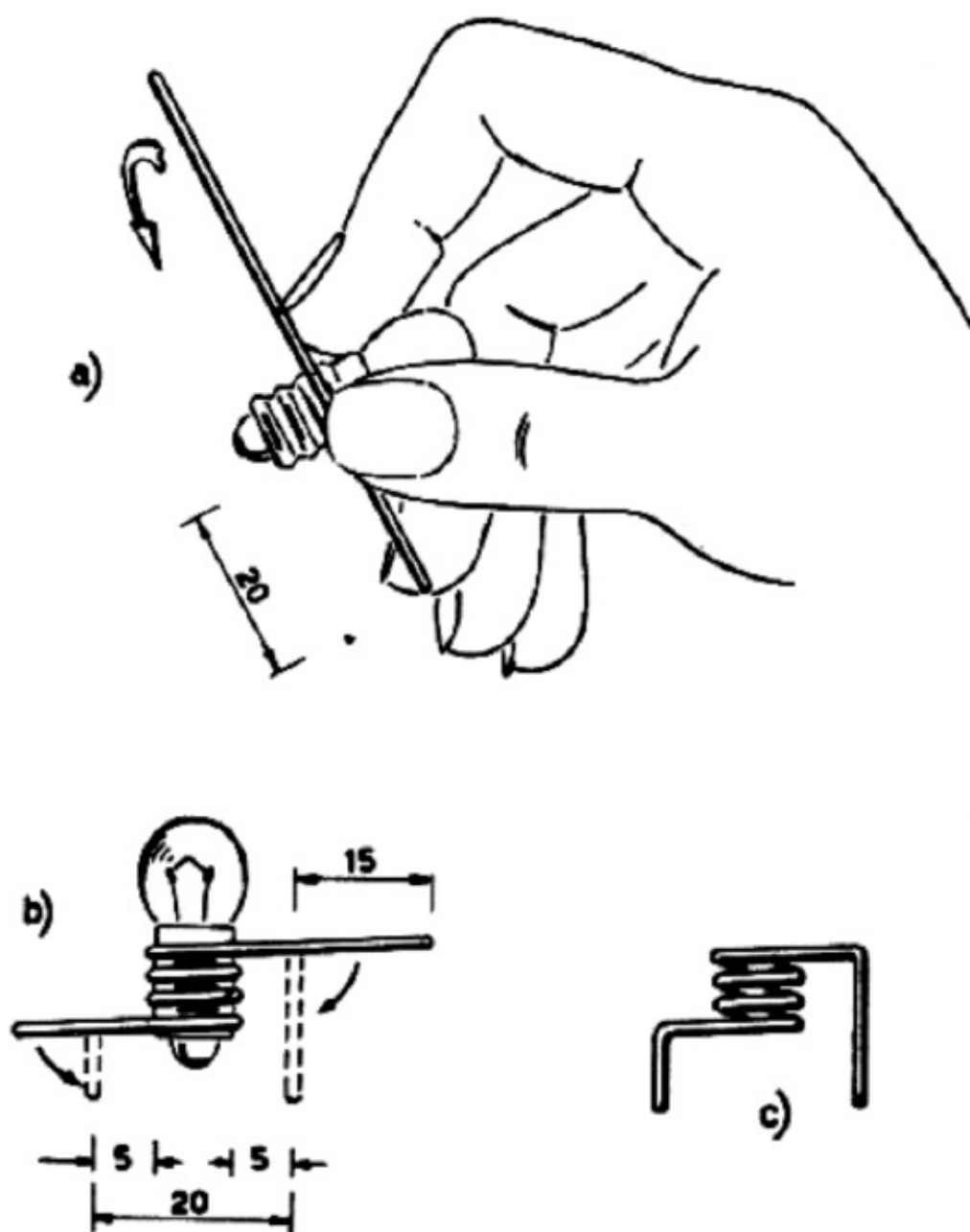
2 - 3 - CONSTRUCTION DES TOUCHES

Les touches ont la fonction d'INTERRUPTEURS, c'est-à-dire d'éléments utilisés pour ouvrir ou fermer le circuit électrique, interrompant ou permettant le passage du courant électrique.

Les touches sont réalisées avec deux morceaux de fil de cuivre nu, coupés et repliés en fonction des indications suivantes :

a) Découpez un morceau de fil de cuivre nu étamé de 6,5 cm de long.

b) Pliez le fil à angle droit à 4 à 5 mm d'une extrémité.



Les cotes sont en mm

PREPARATION DU SUPPORT DE LAMPE

Figure 6

La touche ainsi construite est représentée *figure 7*.

Découpez maintenant un autre morceau de fil de cuivre de même longueur que le précédent et fabriquez une seconde touche de la même manière que la première.

Les divers éléments sont maintenant prêts, et nous allons pouvoir commencer le montage du circuit.

3 - TENSION ET COURANT

Ce premier exercice qui prévoit la réalisation du circuit d'allumage d'une lampe permettra d'étudier deux caractéristiques fondamentales des circuits électriques : la *TENSION* et le *COURANT*.

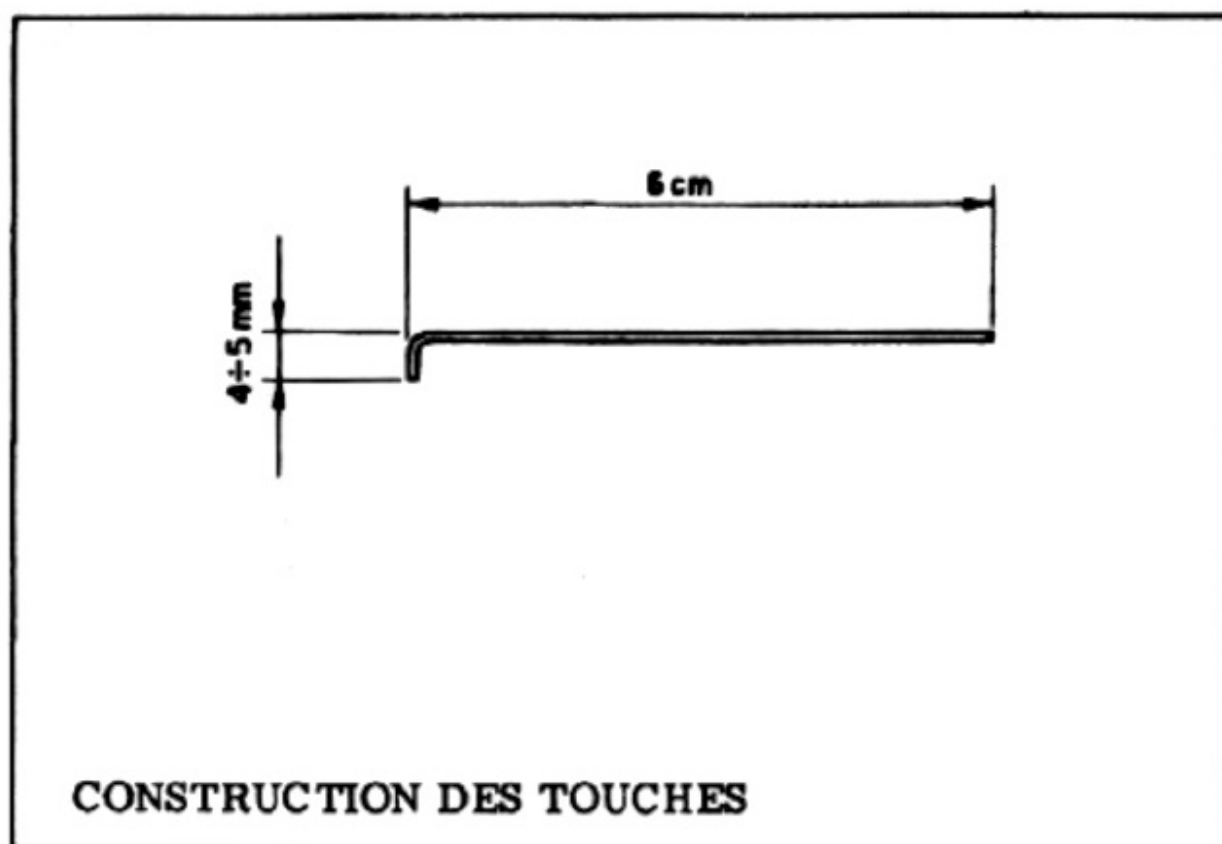


Figure 7

Vous réaliserez le montage en effectuant dans l'ordre les opérations énumérées, pour éviter des erreurs de montage nuisibles au bon fonctionnement du circuit, et qui pourraient causer des dommages à votre matériel.

3 - 1 - MONTAGE DU CIRCUIT D'ALLUMAGE D'UNE LAMPE

Branchez le fer à souder à la prise et attendez que la panne chauffe suffisamment . Ensuite, nettoyez soigneusement les résidus charbonneux s'il y en a, ainsi que les résidus d'étain. Il faut toujours nettoyer avec soin les pièces à souder, qu'il s'agisse de fil ou de cosse.

Les phases de montage sont les suivantes :

a) Coupez un morceau de 3 cm de fil de cuivre sous gaine plastique noire et dénudez les deux extrémités sur une longueur de 5 mm environ. Pour libérer complètement le fil tirez la gaine en la poussant avec les ciseaux, comme montré sur la *figure 8*. *Agissez délicatement de façon à ne pas endommager le fil de cuivre.*

Etamez soigneusement les extrémités dénudées du fil ; pour opérer facilement, tenez le fil de la main gauche, le fer à souder de la main droite, et posez sur la table le rouleau de soudure après en avoir relevé vers le haut l'extrémité utilisée pour souder (*figure 9*).

Cette opération doit être faite rapidement pour ne pas faire fondre la gaine isolante.

Ces opérations de dénudage et d'étamage des extrémités seront à recommencer chaque fois que vous préparerez une connexion avec un fil isolé, et je ne vous en répéterai pas le détail à chaque fois.

b) Introduisez les deux extrémités du morceau de fil dans les languettes des cosses CA19 et CA21 et effectuez la soudure sur ces deux points.

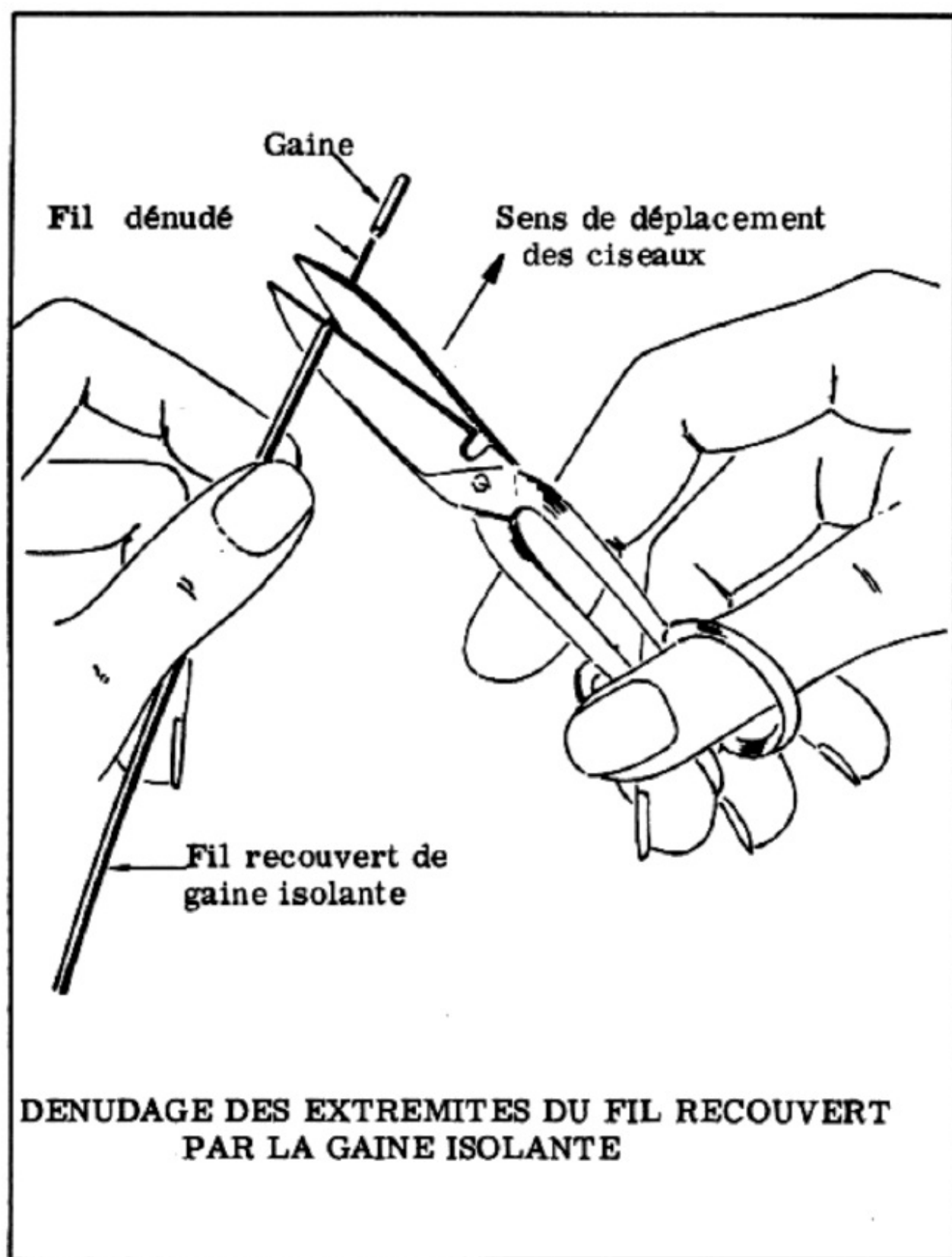


Figure 8

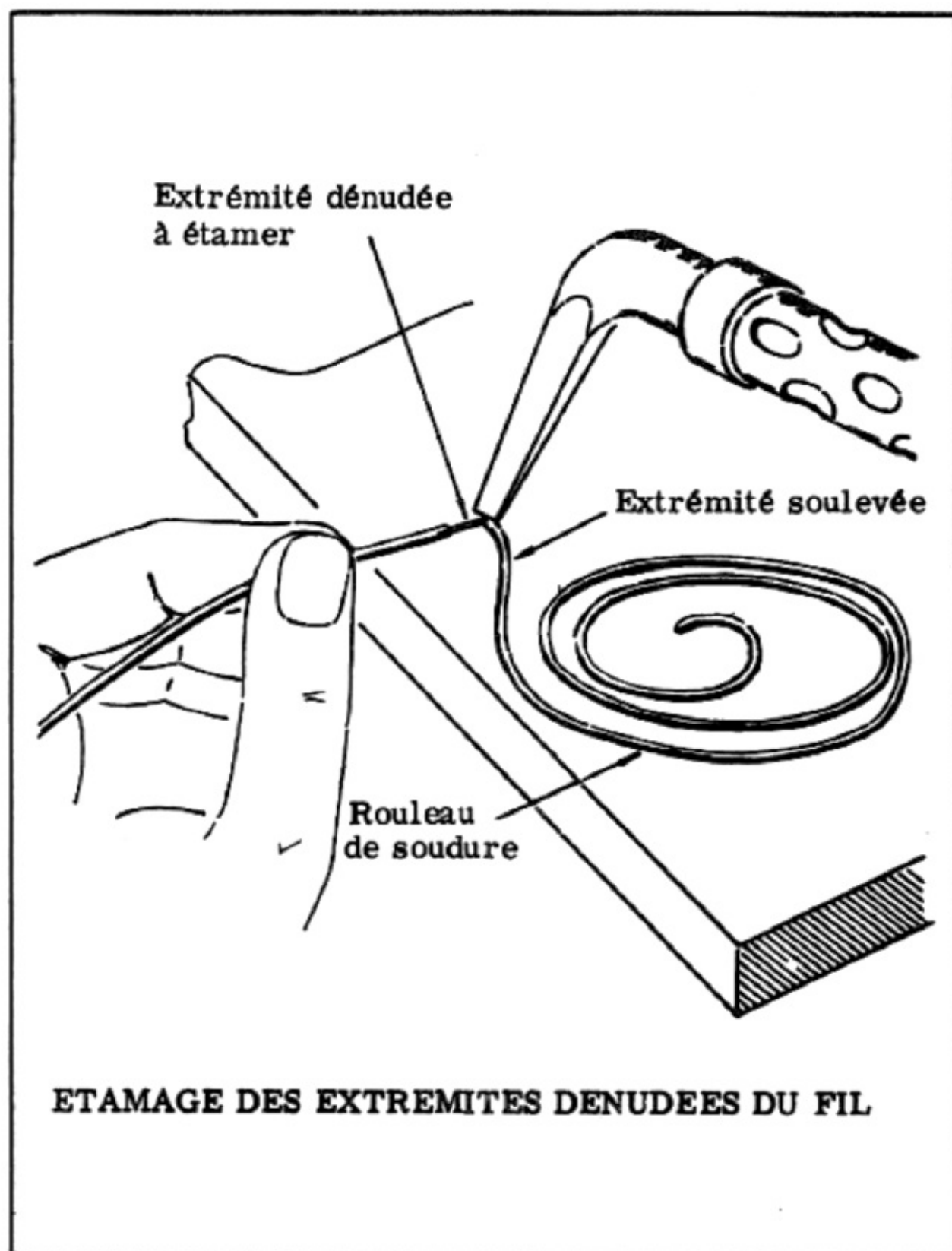
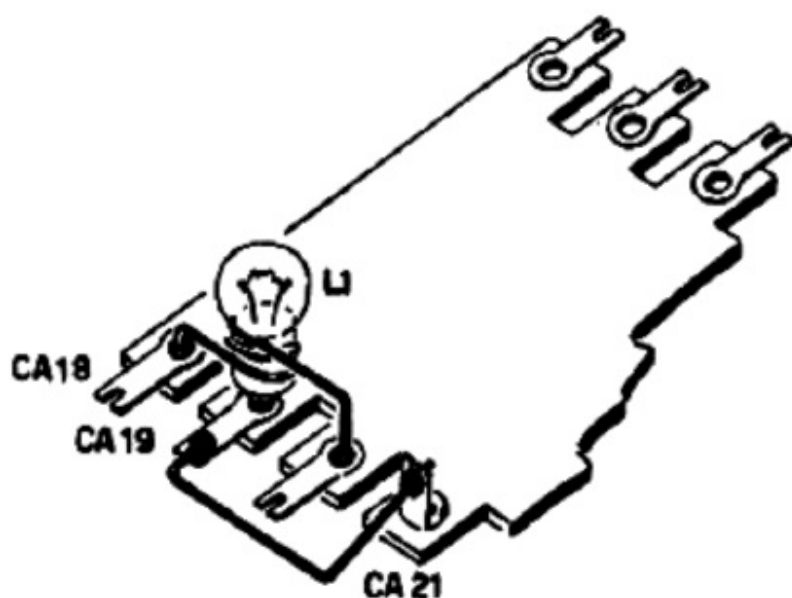


Figure 9

c) Vissez délicatement une lampe dans l'un des supports de lampe, jusqu'à ce que vous sentiez une résistance et, à ce moment, dévissez d'un demi-tour.

d) Introduisez ensuite les deux extrémités du support de lampe dans les oeillets des cosse CA18 et CA20. Le cas échéant, modifiez légèrement la pliure des extrémités pour faciliter leur insertion dans les oeillets.

Veillez à ce que l'extrémité du culot de la lampe appuie sur l'oeillet de la cosse CA19 (figure 10). Si les deux extrémités du support de lampe sont trop longues, raccourcissez-les en conséquence.



MONTAGE DU SUPPORT DE LAMPE

Figure 10

e) Effectuez la soudure seulement sur l'oeillet de la cosse CA20 : vérifiez ensuite que le support de la lampe est bien aligné et n'est pas incliné ; s'il le faut - redressez-le à la main.

f) Coupez un morceau de fil sous gaine noire long de 5,5 cm : placez-le entre les oeillets des cosses CA1 et CA18 ; effectuez la soudure sur les deux points.

Par la même opération, vous soudez à la fois sur l'oeillet de la cosse CA18 le fil noir et le support de lampe. Après la soudure, vissez la lampe à fond, et assurez-vous que l'extrémité de son culot fait un bon contact avec l'oeillet de la cosse CA19.

g) Introduisez l'extrémité repliée à angle droit d'une des touches réalisées auparavant dans l'oeillet de la cosse CA4 et disposez-la comme indiqué sur la *figure 11 - a*, de façon à ce que l'extrémité libre *ne se trouve pas en contact* avec la cosse CA21. Effectuez ensuite la soudure sur la cosse CA4. La touche aura comme symbole T1.

Le symbole graphique utilisé pour représenter la touche sera utilisé également pour les interrupteurs (*figure 11 - b*). Ce symbole est constitué par deux petits cercles représentant les deux points du circuit qui seront reliés en fermant l'interrupteur, et par une petite barre qui représente la touche soudée à CA4.

Lorsque la petite barre est relevée, c'est-à-dire lorsque l'extrémité libre du contact T1 *ne touche pas* la cosse CA21 (*figure 11 - a*) on dit que l'interrupteur est *OUVERT* (*figure 11 - b*). Lorsque le contact T1 *touche* la cosse CA21 (*figure 11 - c*) on dit que l'interrupteur est *FERME*. Le sigle conventionnel que l'on utilise à ce moment est représenté par la *figure 11 - d* où la petite barre relie les deux cercles, établissant entre eux un contact électrique.

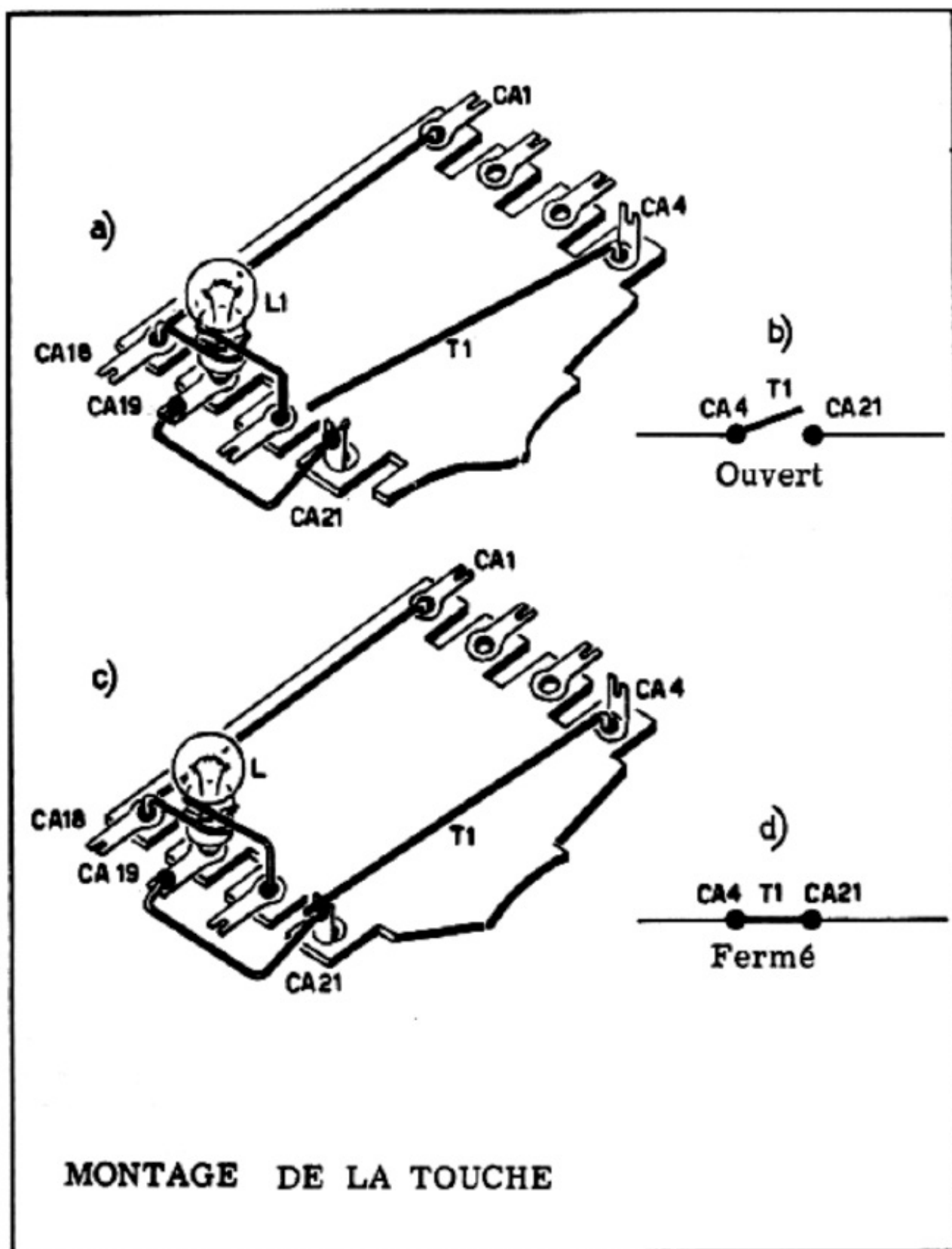


Figure 11

h) Coupez un morceau de *fil divisé* rouge de 20 cm environ ; dénudez une seule de ses extrémités sur 5 mm environ (en faisant attention de ne couper aucun des fins fils de cuivre qui le constituent) ; torsadez soigneusement entre eux les petits fils de cuivre de l'extrémité dénudée, et étamez-la.

Soudez l'extrémité ainsi préparée sur la languette de la cosse CA4.

i) Coupez un morceau de *fil divisé* noir de 20 cm environ, et préparez-en une extrémité comme au paragraphe précédent. Soudez cette extrémité sur la languette de la cosse CA1.

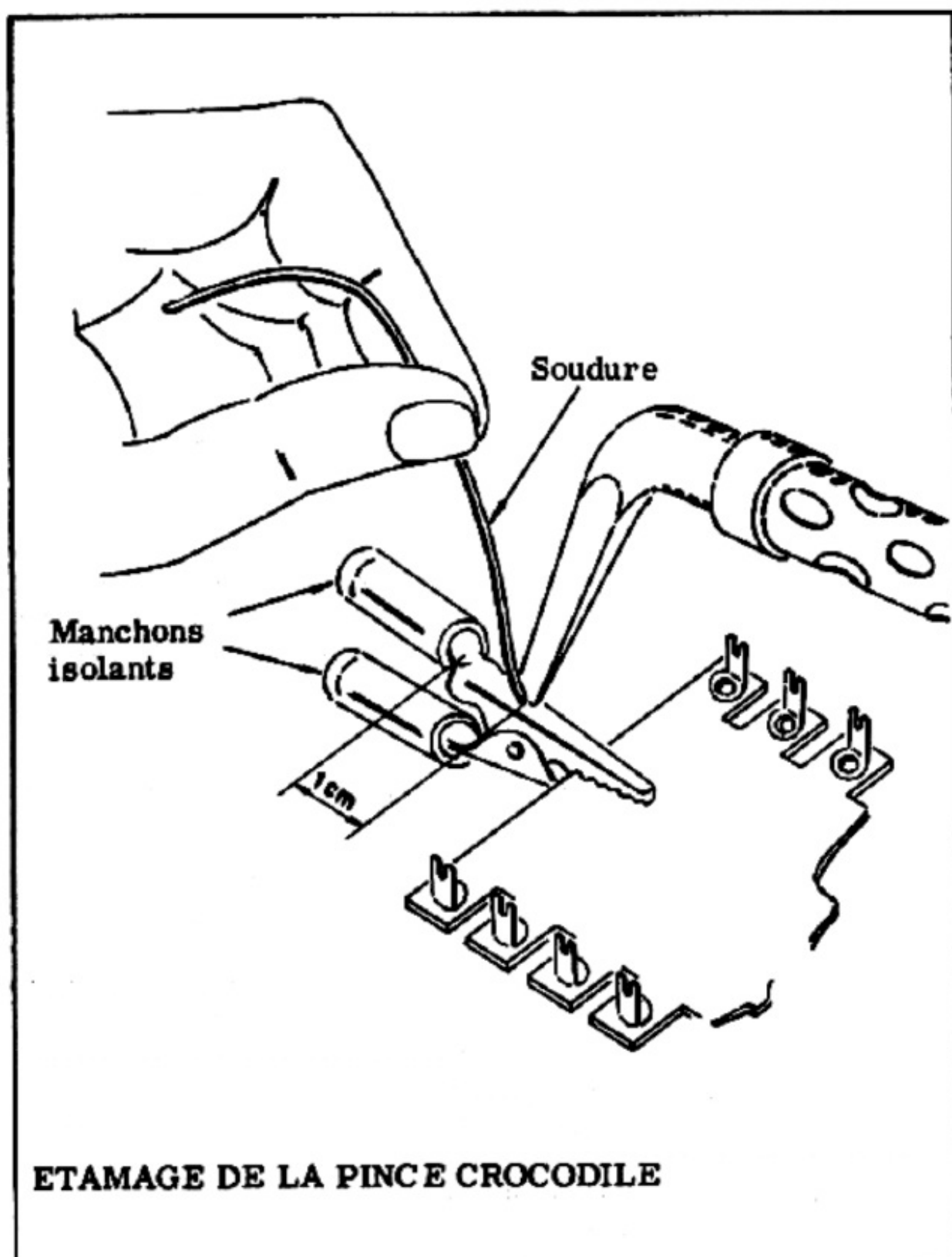
Vous avez ainsi terminé le montage des composants sur la plaquette A. Le circuit devra encore être relié à la pile, et cette connexion ne peut pas être définitive, car la pile doit pouvoir être utilisée pour d'autres exercices.

Aussi, au lieu de faire les connexions par soudure, nous les ferons au moyen de pinces crocodile soudées sur les extrémités des fils souples. Il nous faut donc munir l'extrémité du fil rouge d'une pince crocodile rouge, et celle du fil noir d'une pince crocodile noire.

k) Dénudez les extrémités libres des deux conducteurs, sur 10 mm environ et étamez-les.

Les deux conducteurs devront être soudés sur la partie métallique des deux pinces ; cette partie sera donc étamée pour faciliter la soudure.

Pour bien réaliser l'étamage et la soudure, la pince crocodile doit être maintenue solidement : en conséquence il faut "la pincer" sur un carton ou sur la plaquette : la position de la pince est indiquée sur la *figure 12*.



l) Après avoir fixé la pince crocodile, nettoyez-la bien ; appuyez ensuite la panne du fer à souder à environ 1 cm du manchon isolant (*figure 12*) ; il est nécessaire d'avoir cette marge parce que le manchon recouvert de matière plastique peut être endommagé par la chaleur du fer à souder. En même temps, mettez en contact avec la partie métallique chauffée de la pince crocodile, le fil de soudure et gardez le contact jusqu'à ce qu'une petite quantité d'étain se soit étalée sur la pince.

m) Effectuez la même opération sur l'autre pince.

n) Sur la pince crocodile noire, passez l'extrémité du fil noir à travers le manchon isolant proche de la partie étamée (si par hasard le passage était obstrué, il suffirait d'exercer une légère pression avec une tige métallique, un clou par exemple, pour le débarrasser des résidus de bakélite qui l'encombrent). En tenant le fil de la main gauche, appliquez son extrémité dénudée et étamée à plat sur la partie étamée de la pince, et de l'autre main, approchez la panne du fer à souder au contact (*figure 13*). Dès que la soudure présente sur la pince est fondue, éloignez le fer à souder, tout en maintenant le fil immobile jusqu'à ce que, l'ensemble ayant refroidi, la soudure soit bien solidifiée.

o) Soudez de la même manière l'extrémité du fil rouge sur la pince crocodile rouge.

Le rôle des deux fils terminés par les pinces est de relier la pile au circuit : ils prennent le nom de *FILS D'ALIMENTATION*.

p) Pincez avec la pince crocodile noire le pôle négatif de la pile B1 et avec la pince rouge le pôle positif.

Le montage est ainsi terminé. Son ensemble est représenté par la *figure 14 - a*, avec le schéma électrique *figure 14 - b*.

Quoique cela ne soit pas indispensable, les symboles graphiques des "cosses" (représentées par de petits cercles noirs) sont indiqués sur

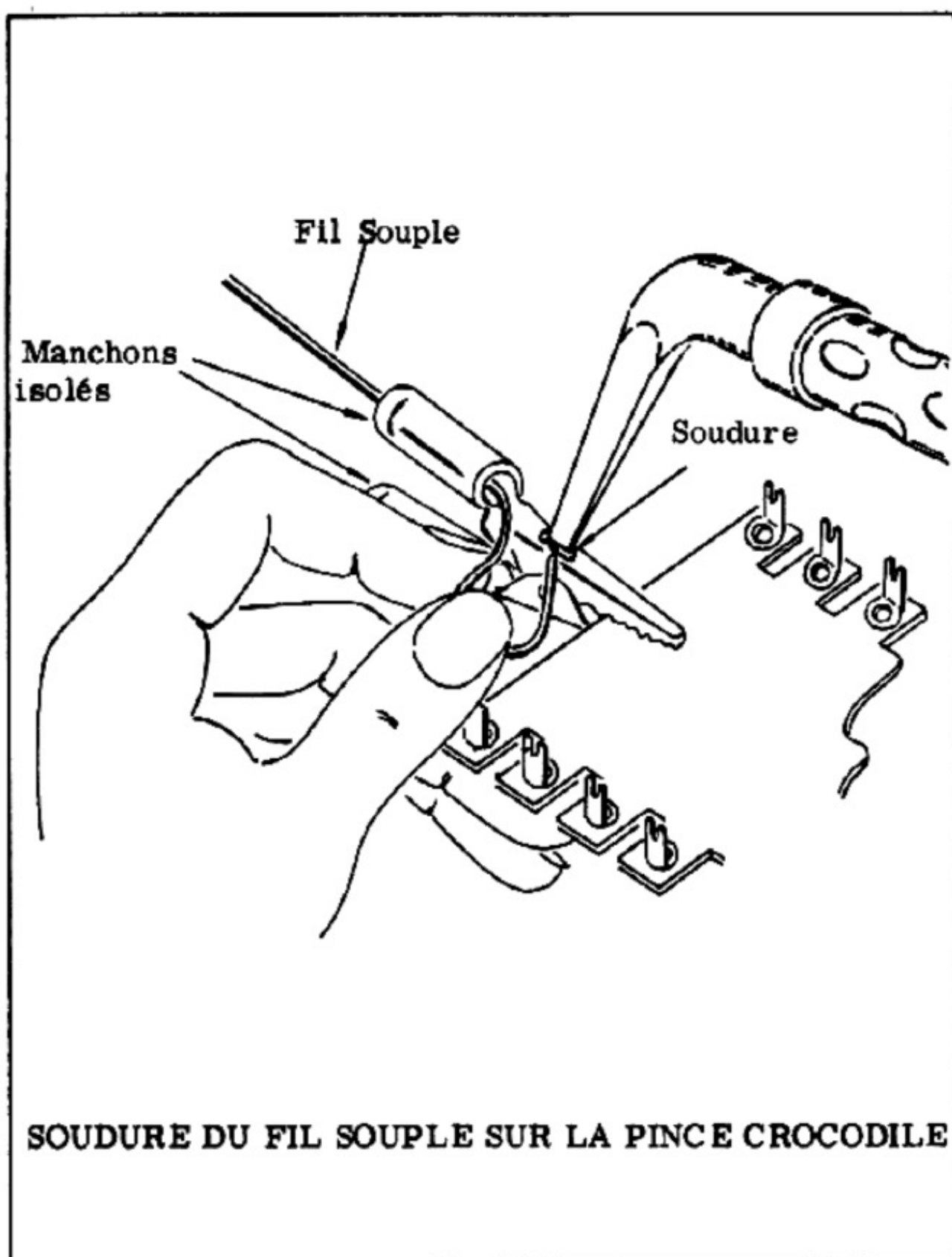
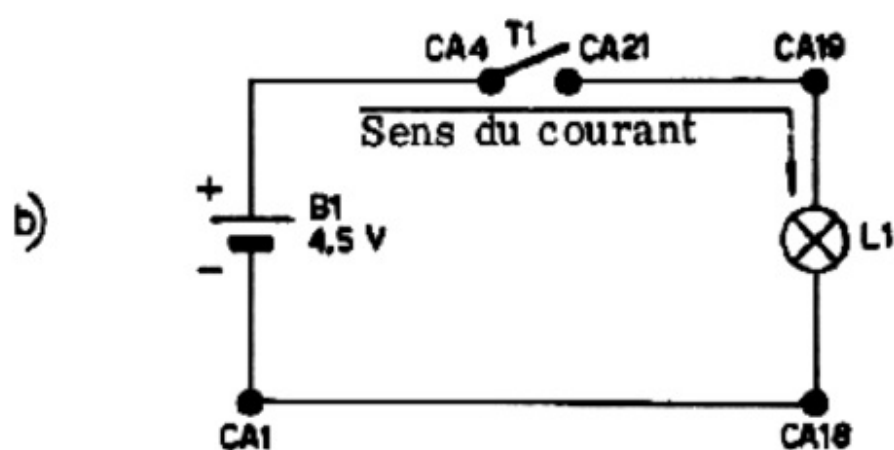
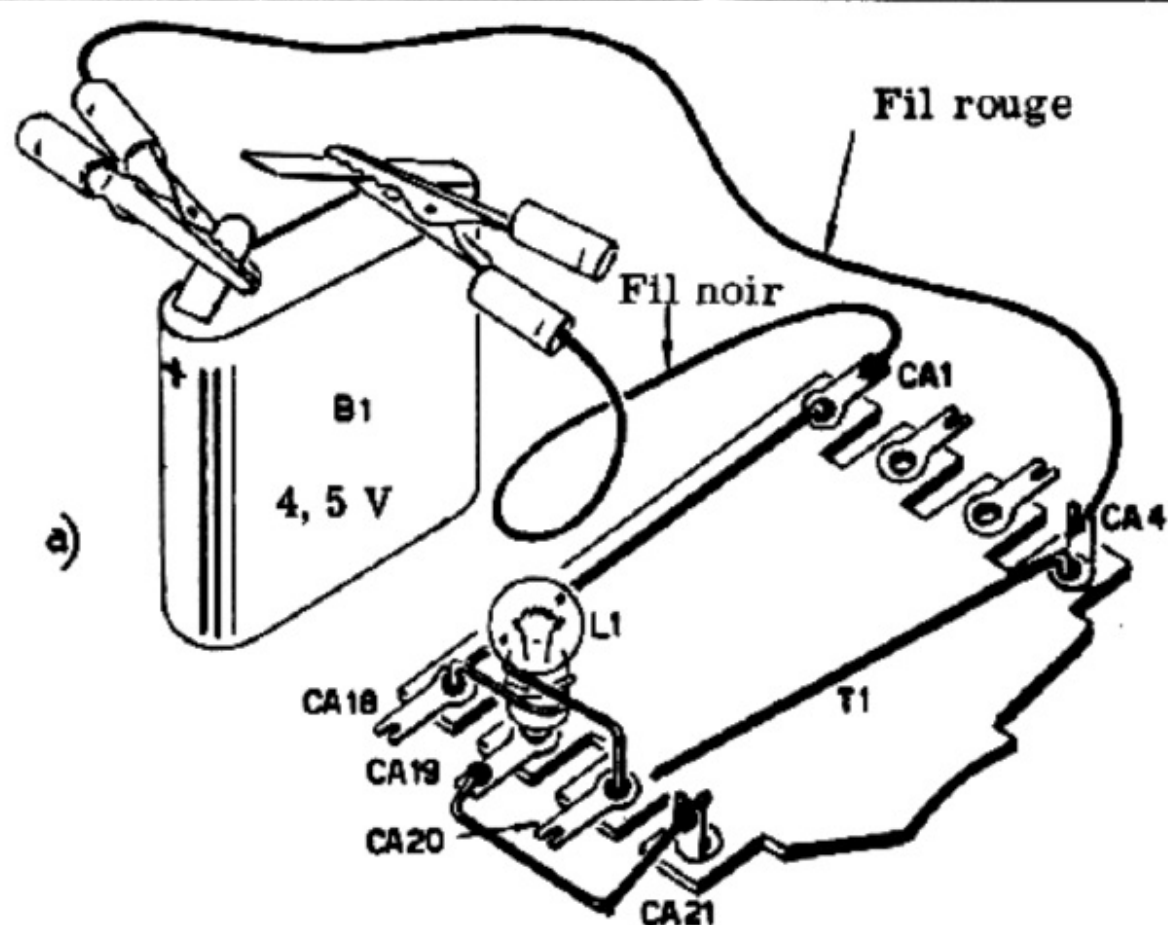


Figure 13



CIRCUIT D'ALLUMAGE D'UNE LAMPE

Figure 14

le schéma électrique ; la concordance entre le schéma de montage et le schéma électrique est ainsi plus claire.

Maintenant, tenez fermement avec une main la plaquette A et pressez de l'autre main sur l'extrémité libre de la touche T1 de façon à lui faire toucher l'oeillet de la cosse CA21 ; la lampe doit alors s'allumer.

Si ce n'est pas le cas, vérifiez que la lampe est vissée à fond sur son support et qu'elle fait un bon contact avec la cosse CA19. Assurez-vous aussi que les deux pinces sont bien serrées sur les lames de la pile.

Vérifiez enfin que pendant la soudure la matière désoxydante contenue dans le fil de soudure ne s'est pas déposée sur la languette de la cosse CA21 : ceci empêcherait le contact électrique entre le fil et la languette, et le courant ne pourrait donc pas passer. Pour éviter cet inconvénient, nettoyez soigneusement la languette au papier émeri ou râclez-la avec une lame de couteau ou la pointe de ciseaux.

3 - 2 - FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT

Nous avons déjà dit que la pile fournit une tension de 4,5 V entre ses bornes ; en raccordant ces bornes à la lampe, on établit entre les deux pôles de la pile un circuit à travers lequel passe un *COURANT ELECTRIQUE*.

En traversant le filament métallique de la lampe le courant électrique en provoque l'incandescence et la lampe s'allume. L'incandescence de la lampe démontre donc le passage d'un courant électrique dans le circuit ; ce courant est provoqué par la tension fournie par la pile.

On peut donc dire que la tension est *la cause* de la circulation du courant, et que le courant est *l'effet* obtenu en appliquant une tension au circuit.

Pour rendre plus claires les notions de tension et de courant, nous pouvons comparer l'intensité du courant électrique à la quantité d'eau qui passe à travers la section transversale d'un tuyau, et la tension à la pression

qui fait circuler l'eau à travers ce même tuyau.

Comme nous l'avons vu, la tension se mesure en *VOLTS* (symbole V) et le courant se mesure en *AMPERES* (symbole A).

Comme les circuits radio mettent en jeu des courants de faible intensité, on a recours aux sous-multiples de l'ampère qui sont :

le *MILLIAMPERE* (mA) : un millième d'ampère

le *MICROAMPERE* (μ A) : un millionième d'ampère

Lorsque le circuit est traversé par le courant électrique et que la lampe s'allume, on dit que le circuit est *FERME* ; lorsqu'on soulève le contact T1 de sorte qu'il ne touche plus la cosse CA21, et que par conséquent la lampe s'éteint, on dit que le circuit est *OUVERT*.

La pile fournit du courant seulement lorsque le circuit est fermé ; mais la tension existe entre les pôles de la pile même lorsque le circuit est ouvert. Pour la même raison l'eau jaillit du robinet seulement lorsqu'il est ouvert ; mais la pression de l'eau existe toujours, même quand le robinet est fermé.

De plus, il faut noter que le courant fourni par la pile circule dans le circuit toujours dans le même sens, c'est-à-dire qu'il va du pôle positif vers le pôle négatif, en traversant les fils conducteurs et le filament de la lampe (comme indiqué par la flèche de la *figure 14 - b* ; pour cette raison le courant produit par la pile est appelé *COURANT CONTINU*.

4 - CONDUCTEURS ET ISOLANTS

Les fils qui relient la pile à la lampe sont appelés *FILS CONDUCTEURS*. Ils permettent d'établir une liaison électrique entre la lampe et la pile, ce qui veut dire que la tension de la pile peut être appliquée à la lampe et permet, comme on l'a vu, le passage du courant.

Ceci est possible parce que le matériau que l'on utilise pour les fils a la propriété de permettre le passage du courant électrique, c'est-à-dire

d'être conducteur. En général, *tous les métaux et alliages métalliques sont conducteurs.*

Pour le vérifier, vous pouvez dessouder la touche T1 de l'oeillet de la cosse CA4 et placer entre les languettes des cosses CA4 et CA21 une pièce métallique quelconque, par exemple une lame de ciseaux, un morceau de fil de fer, un fil de soudure ; vous obtiendrez toujours l'allumage de la lampe.

Si, par contre, vous reliez les cosses CA4 et CA21 par un élément non métallique, une ficelle, une allumette, un ruban de tissu, un morceau de caoutchouc ou de cuir, la lampe ne s'allumera pas ; ces matières non métalliques ne permettent pas le passage du courant électrique : on les appelle pour cette raison *ISOLANTS*.

Même l'eau potable présente un certain obstacle au passage du courant électrique, quoique moins accentué que les matériaux que nous venons d'énumérer.

On peut d'ailleurs modifier les propriétés isolantes de l'eau potable en y ajoutant certaines substances. Nous le montrerons de la façon suivante:

Coupez deux morceaux de fil de cuivre étamé d'environ 8 cm et façonnez-les de la manière représentée par la *figure 15 - a*. Ces deux morceaux de fil sont nommés *ELECTRODES*.

Coupez deux morceaux de fil divisé, l'un noir et l'autre rouge de 15 cm de longueur chacun. A l'une des extrémités de chacun de ces morceaux, vous soudez l'extrémité de l'une des électrodes.

Pour réaliser cette opération, posez l'électrode sur la table de sorte que la partie repliée déborde de la table ; posez sur l'extrémité de l'électrode un objet (par exemple une paire de ciseaux) suffisamment lourd

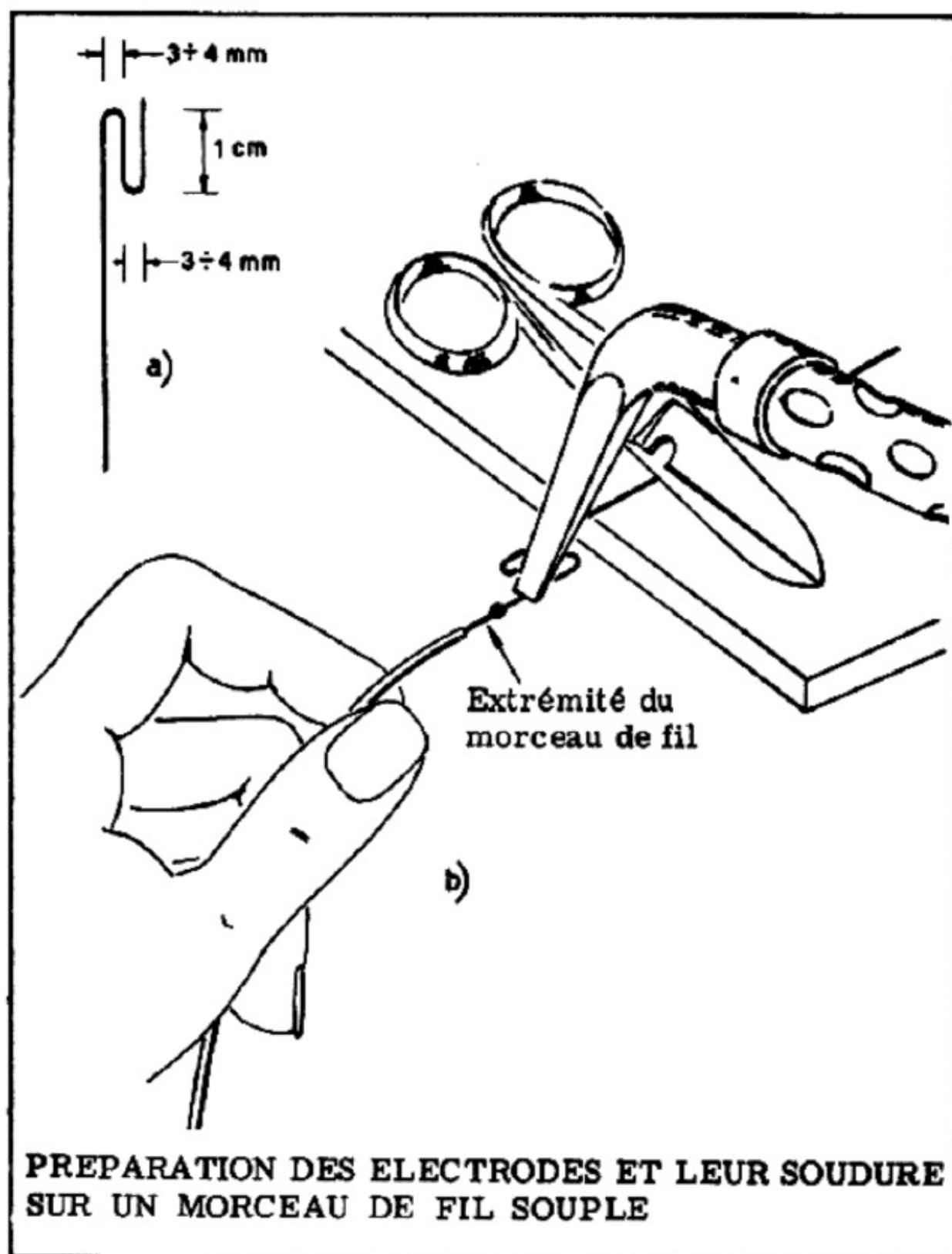


Figure 15

pour la maintenir pendant la soudure. Etamez alors l'extrémité de l'électrode, et soudez-lui l'extrémité d'un fil, en tenant d'une main le fer à souder et de l'autre le fil (*figure 15 - b*).

Soudez de même la seconde électrode à l'autre morceau de fil.

Après avoir effectué cette opération, soudez les extrémités libres des deux fils sur la plaquette A : le fil rouge à la cosse CA4 et le fil noir à la cosse CA21.

Remplissez ensuite un verre d'eau potable. Introduisez les deux électrodes dans le verre en les plaçant comme montré sur la *figure 16*, de manière qu'elles ne se touchent pas. Reliez à la pile les pinces crocodile des fils d'alimentation : dans ces conditions, la lampe ne s'allumera pas.

Versez maintenant dans le verre une cuillerée de chlorure de sodium (sel de cuisine ordinaire) ; agitez le verre pour bien délayer le sel : la lampe s'allumera faiblement. L'allumage de la lampe a été facilité par l'adjonction de sel qui a rendu le verre d'eau bon conducteur.

Cette expérience permet également de constater deux autres phénomènes intéressants.

D'abord, autour de l'électrode reliée à la cosse CA21, il se forme des bulles, dénotant un dégagement de gaz ; ces bulles sont dues à l'hydrogène (qui est un des composants de l'eau) lequel se libère sous forme de gaz pendant le passage du courant électrique dans la solution d'eau et de sel.

Le second phénomène peut être observé si on fait durer l'expérience quelques minutes. Au bout de quelque temps, vous pourrez constater que la partie immergée de l'électrode reliée à la cosse CA4 perd son étamage et prend la couleur rougeâtre caractéristique du cuivre. Ceci est dû au fait que le chlore contenu dans le sel (qui se dégage pendant le passage du courant dans la solution aqueuse) est attiré par l'électrode reliée au pô-

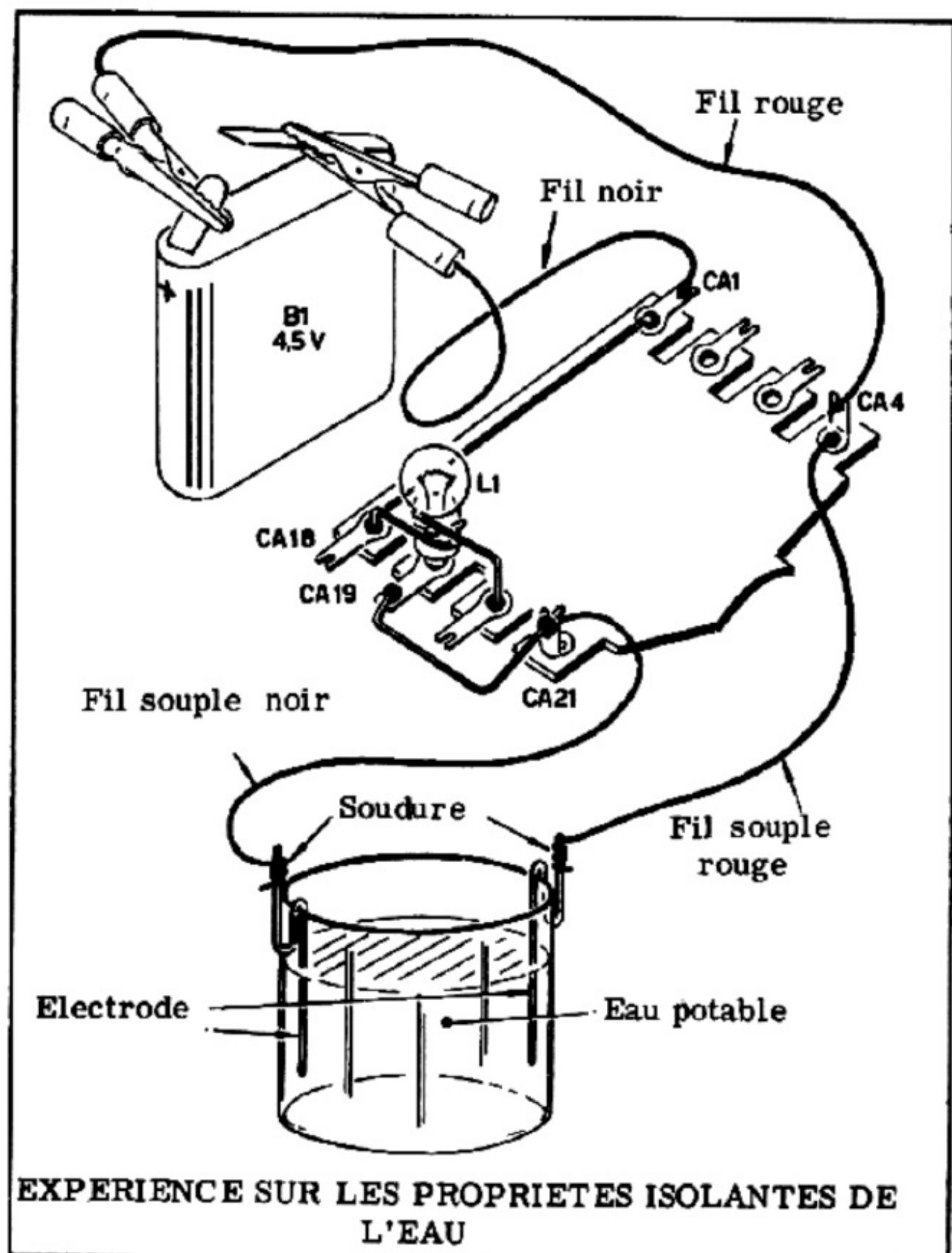


Figure 16

le positif de la pile et attaque l'étain qui la revêt.

De cette expérience, nous pouvons déduire que *l'eau potable est un mauvais conducteur du courant électrique, mais peut devenir un bon conducteur lorsqu'on y ajoute des substances salines.*

L'expérience terminée, débranchez la pile du circuit pour ne pas la décharger inutilement, et dessoudez de CA4 et de CA21 les fils rouge et noir reliés aux deux électrodes.

5 - ASSOCIATION DE PLUSIEURS LAMPES

Nous allons étudier maintenant la manière dont on peut associer plusieurs lampes entre elles dans un même circuit électrique.

Il y a deux manières fondamentales d'associer les lampes entre elles : l'association *EN PARALLELE* et l'association *EN SERIE*.

Voyons comment on les réalise en pratique.

5 - 1 - ASSOCIATION EN PARALLELE

a) Coupez un morceau de fil isolé noir long de 5 cm et placez-le entre les oeillets des cosse CA18 et CA22 : effectuez la soudure sur ces deux points.

b) Coupez un morceau de fil isolé noir de 3 cm et placez-le entre les oeillets des cosse CA23 et CA25 : effectuez la soudure sur ces deux points.

c) Vissez délicatement la seconde lampe que vous avez reçue (nous l'appellerons L2) sur son support (déjà fabriqué mais qui n'a pas encore été utilisé).

d) Introduisez les extrémités du support de la lampe dans les oeillets des cosse CA22 et CA24 ; effectuez la soudure sur ces deux points et assurez-vous que la lampe L2 fait un bon contact avec la cosse CA23.

e) Nettoyez s'il le faut les résidus d'étain qui peuvent se trouver dans l'oeillet de la cosse CA4 ; et placez-y l'extrémité repliée à angle droit du contact T1.

f) Coupez un morceau de 5,5 cm de fil isolé noir, et placez-le entre les oeillets des cosse CA4 et CA8, en veillant à ce qu'il soit bien appliqué contre la plaquette. Soudez sur la cosse CA4 seulement (vous soudez donc en même temps la touche T1).

g) Introduisez l'extrémité pliée à angle droit de la seconde touche (que nous appellerons T2) dans l'oeillet de la cosse CA8 et effectuez la soudure en y soudant en même temps le fil noir venant de la cosse CA4.

h) Reliez la pile à la plaquette en plaçant la pince crocodile noire au pôle négatif et la pince crocodile rouge au pôle positif.

Le montage effectué est représenté sur le schéma de montage de la *figure 17 - a*, qui concorde avec le schéma électrique de la *figure 17 - b*.

Appuyez la touche T1 sur la cosse CA21 ; la lampe L1 doit s'allumer parce que son filament est traversé par le courant de pile, alors que la lampe L2 est éteinte, le contact T2 étant ouvert.

Ensuite, en gardant le contact T1 fermé, appuyez - la touche T2 sur la cosse CA25 ; la lampe L2 devra s'allumer et avoir la même intensité lumineuse que L1.

Ceci se produit parce que la même tension est appliquée par la pile aux deux lampes, qui sont identiques et traversées par des courants de même intensité, et doivent donc s'allumer avec la même intensité.

Nous pouvons en conclure que dans l'association en parallèle, les filaments des deux lampes sont reliés directement aux pôles de la pile.

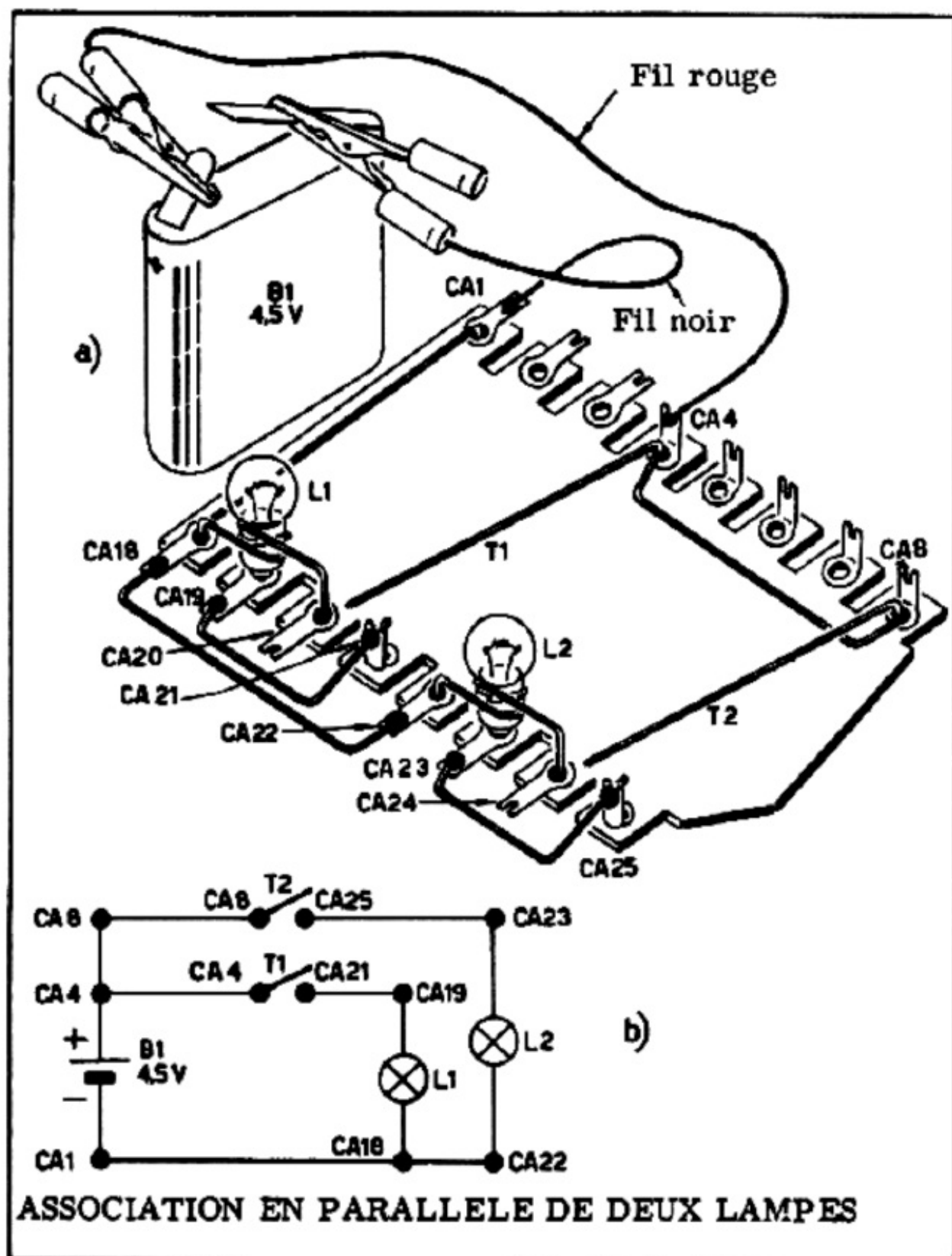


Figure 17

Conclusion : *Dans l'association en parallèle de deux lampes, la même tension est appliquée à chacune d'elles, alors qu'elles sont seulement parcourues par une partie du courant fourni par la pile.*

5 - 2 - ASSOCIATION EN SERIE

Pour effectuer cet exercice, vous devez démonter en partie le montage réalisé précédemment. Procédez de la façon suivante :

- a) Dessoudez la touche T1 de l'oeillet de la cosse CA4.
- b) Dessoudez le fil conducteur noir des languettes des cosses CA19 et CA 21.
- c) Dessoudez de la languette de la cosse CA18 l'extrémité du fil conducteur noir, partant de la languette de la cosse CA22 et soudez-le sur la languette de la cosse CA19.
- d) Reliez le montage à la pile, en serrant avec la pince noire le pôle négatif et avec la pince rouge le pôle positif.

Le montage est ainsi terminé. Contrôlez les raccords effectués avec les schémas *figure 18 - a* et *18 - b*.

Appuyez la touche T2 sur la cosse CA25 ; les deux lampes doivent s'allumer avec *une intensité lumineuse sensiblement inférieure* à celle constatée dans l'expérience précédente.

L'explication de ce fait, c'est que la tension fournie par la pile se divise maintenant en deux parties : la moitié est appliquée aux bornes d'une lampe, l'autre moitié aux bornes de l'autre lampe. On a par conséquent une réduction de l'intensité du courant parcourant les filaments, et donc une diminution de luminosité.

Nous concluons : *dans le cas d'association en série de deux lampes*

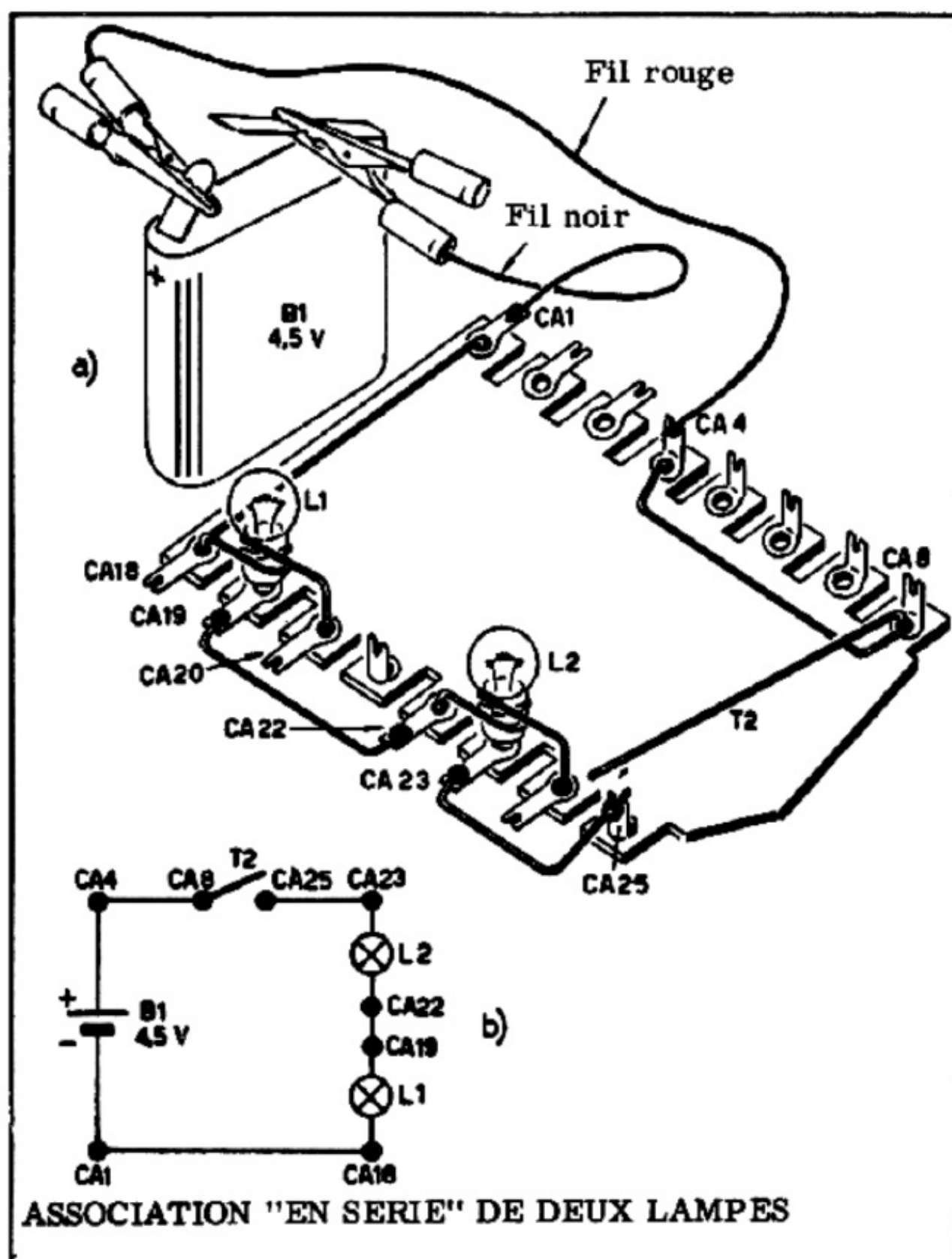


Figure 18

celles-ci sont parcourues par la totalité du courant émis par la pile, mais seule une partie de la tension est appliquée à chaque lampe.

6 - ASSOCIATION DES PILES

Nous examinerons maintenant comment on peut associer deux piles dans le même circuit.

Pour cet exercice, il n'est pas nécessaire d'apporter de modification au montage réalisé précédemment ; la seule différence consistera dans la manière de relier les piles entre elles.

6 - 1 - ASSOCIATION EN SERIE

Pour effectuer rapidement le montage en série de deux piles vous devez préparer un morceau de fil souple en le munissant aux deux extrémités de deux pinces crocodiles de couleurs différentes. Nous appellerons *PONTET* le morceau de fil ainsi équipé (*figure 19*).

a) Coupez un morceau de fil rouge souple de 12 cm de long et dénudez ses deux extrémités sur environ 10 mm.

b) Soudez aux extrémités dénudées les deux pinces crocodiles qui restent (une rouge et l'autre noire) en procédant comme vous l'avez déjà fait.

c) Dégagez les deux lames métalliques de la deuxième pile qui n'a pas été employée jusqu'à maintenant. Nous dénommerons cette pile B2.

Associez maintenant les deux piles en série de la façon suivante :

d) Pincez avec la pince crocodile noire du pontet, le pôle négatif de la pile B1 et avec la pince rouge du pontet, pincez le pôle positif de la pile B2.

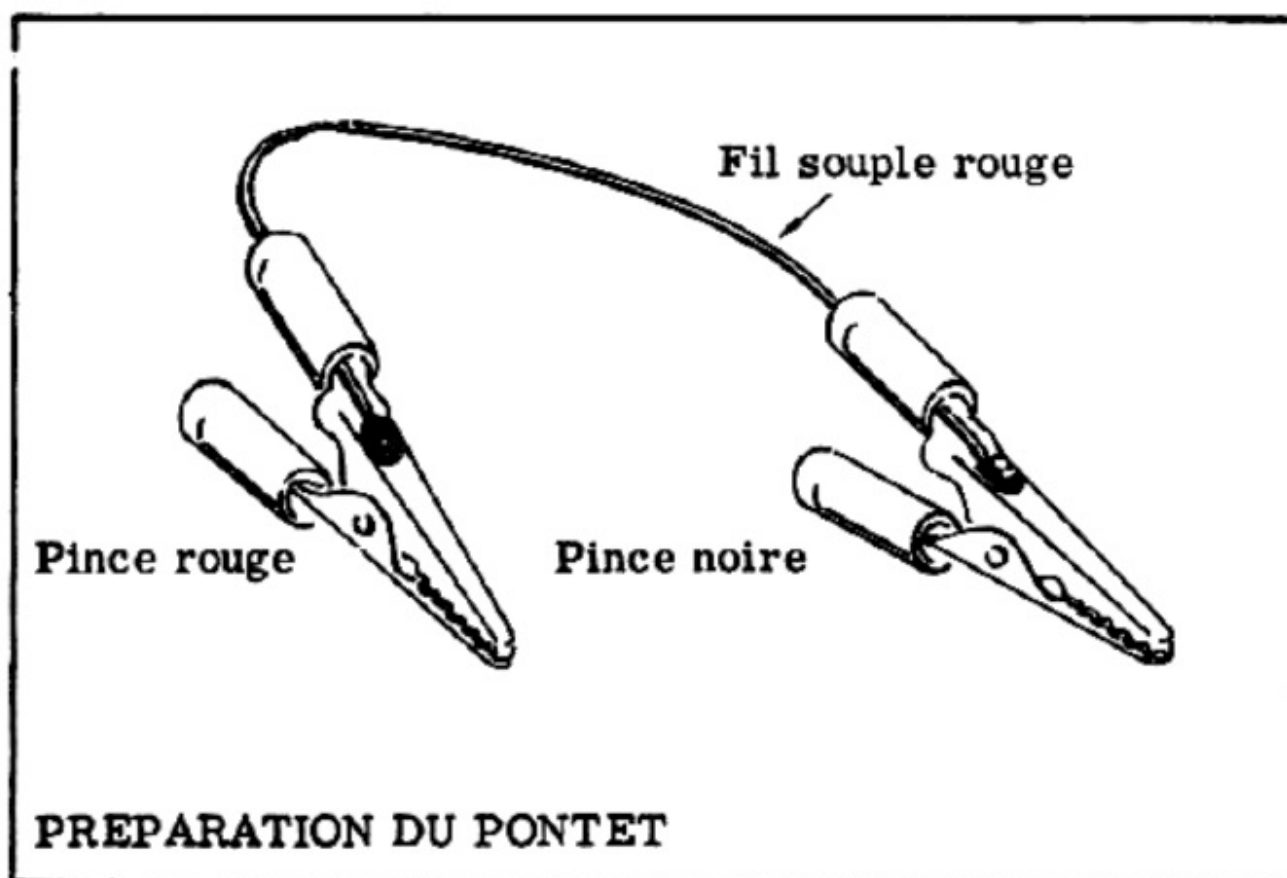


Figure 19

La *figure 20 - a* représente ce raccord et la *figure 20 - b* représente le schéma électrique des deux piles reliées entre elles.

Il ne reste plus qu'à raccorder les piles à la plaquette A.

e) Reliez le fil rouge d'alimentation qui part de la cosse CA4 de la plaquette au pôle positif de B1 ; reliez le fil noir d'alimentation partant de la cosse CA1 de la plaquette au pôle négatif de B1 ; ce raccordement est figuré en pointillé sur la *figure 21 - a* et sur le schéma de la *figure 21 - b*.

f) Appuyez la touche T2 sur la cosse CA25 : les deux lampes s'allumeront avec la même faible luminosité que pendant l'exercice précédent ; de fait c'est la même situation, car seule la pile B1 fournit le courant au circuit.

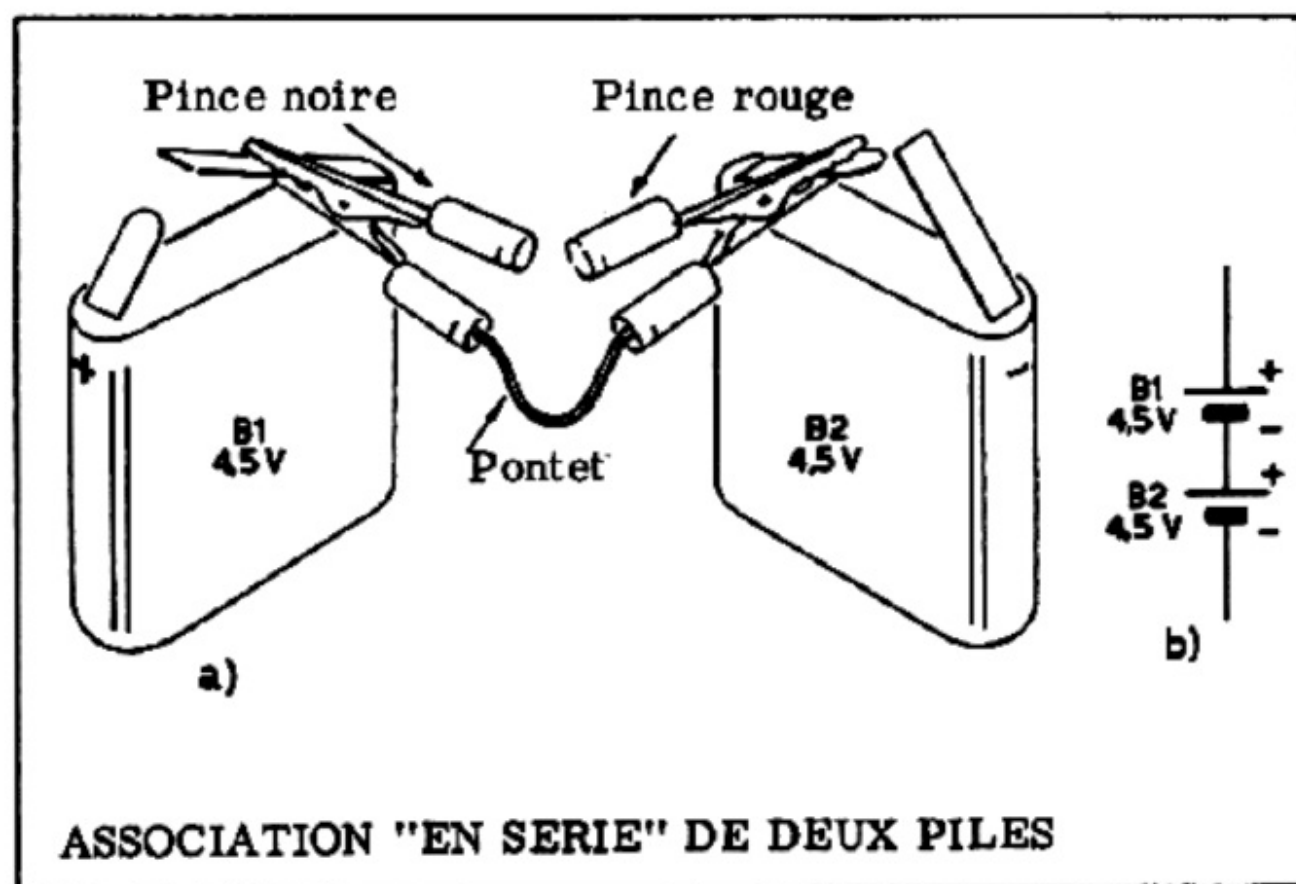


Figure 20

g) Débranchez ensuite du pôle négatif de la batterie B1 le fil d'alimentation noir partant de la cosse CA1 et raccordez-le au pôle négatif de la batterie B2 (Figures 21 - a et 21 - b).

h) Appuyez de nouveau la touche T2 sur la cosse CA25 ; les lampes s'allumeront avec leur luminosité normale.

La raison de ce fait consiste dans la présence d'une seconde pile, reliée à la première, dans le circuit. On obtient ainsi une tension double : en effet *dans le raccordement en série, les tensions fournies par les deux piles s'additionnent* ($4,5\text{ V} + 4,5\text{ V} = 9\text{ V}$). C'est comme si vous aviez une seule pile qui fournirait une tension de 9 V.

En conséquence, on obtient dans le circuit une intensité de courant beaucoup plus élevée que dans le cas précédent, comme le démontre

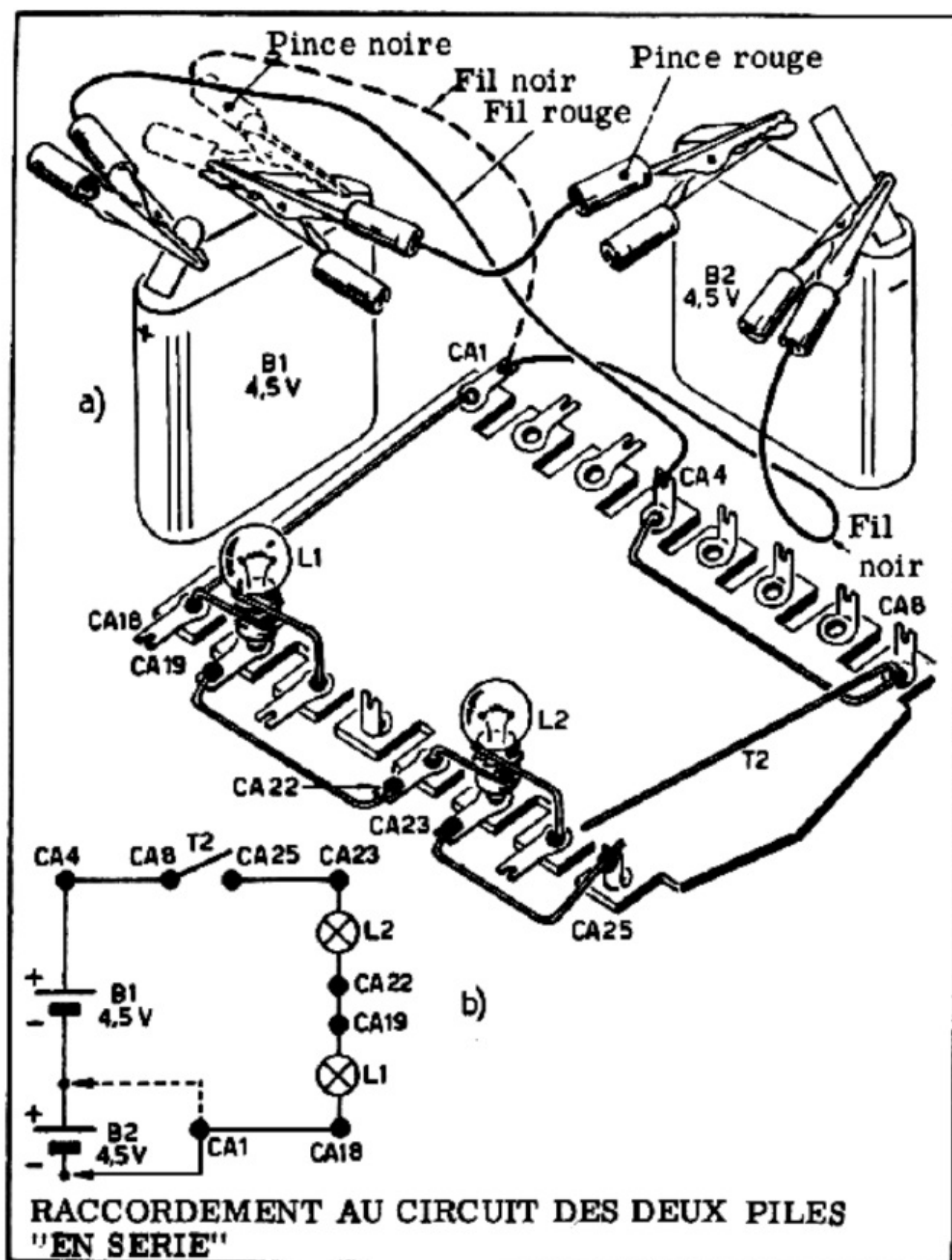


Figure 21

l'augmentation importante de la luminosité des 2 lampes.

Nous pouvons en déduire qu'il est possible d'alimenter deux lampes associées en série avec la même intensité que si elles étaient associées en parallèle : il suffit de doubler la tension qui leur est appliquée. De fait, puisque la tension se partage par moitié entre les deux lampes, on retrouve aux bornes de chacune d'elles la moitié de 9 V, c'est-à-dire 4,5 V comme dans le cas de la *figure 17*.

6 - 2 - RACCORDEMENT EN OPPOSITION

a) Débranchez les deux piles de la plaquette.

b) Débranchez la pince rouge du pontet du pôle positif de la pile B 2 - et reliez-la au pôle négatif de la même pile (*figure 22 - a*). Le schéma électrique de ce raccordement se trouve *figure 22 - b*. Les deux piles sont à présent **EN OPPOSITION**.

Voyons ce qui se produit dans le circuit avec ce nouveau type d'association.

c) Raccordez le fil rouge d'alimentation de la plaquette A au pôle positif de la pile B1, et le fil noir au pôle positif de la pile B2. Ce raccordement est représenté par la *figure 23 - a* et par le schéma de la *figure 23 - b*.

d) Appuyez la touche T2 sur CA25 ; vous constaterez que les lampes L1 et L2 *ne s'allument pas* bien que le circuit soit fermé.

Ce comportement inattendu du circuit provient du fait que les tensions des deux piles se compensent ; le circuit se comporte comme si la tension n'y était pas appliquée et par conséquent le courant est nul.

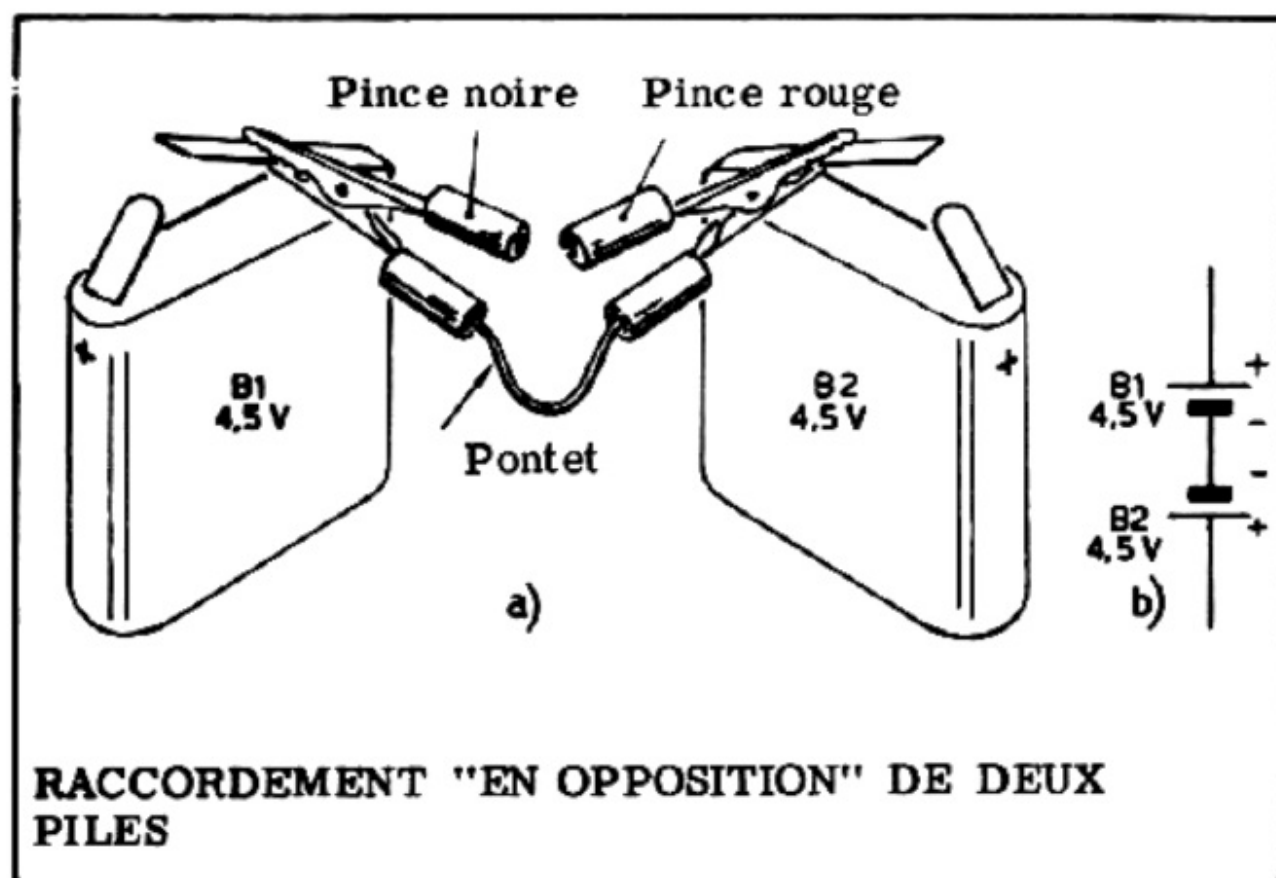


Figure 22

Examinons comment les courants et les tensions ont pu s'annuler.

Nous avons précisé plus haut que le sens de circulation du courant émis par une pile va du pôle positif au pôle négatif.

En fermant l'interrupteur T2, les deux tensions ont tendance à faire circuler le courant dans deux sens opposés ; il en résulte que l'une annule les effets de l'autre ; par conséquent le courant ne circule pas dans le circuit, ce qui est démontré par le fait que les deux lampes ne s'allument pas.

7 - DESCRIPTION DE LA PILE

Nous avons étudié précédemment de façon sommaire la pile utilisée pour les exercices. Nous allons maintenant l'analyser en détail.

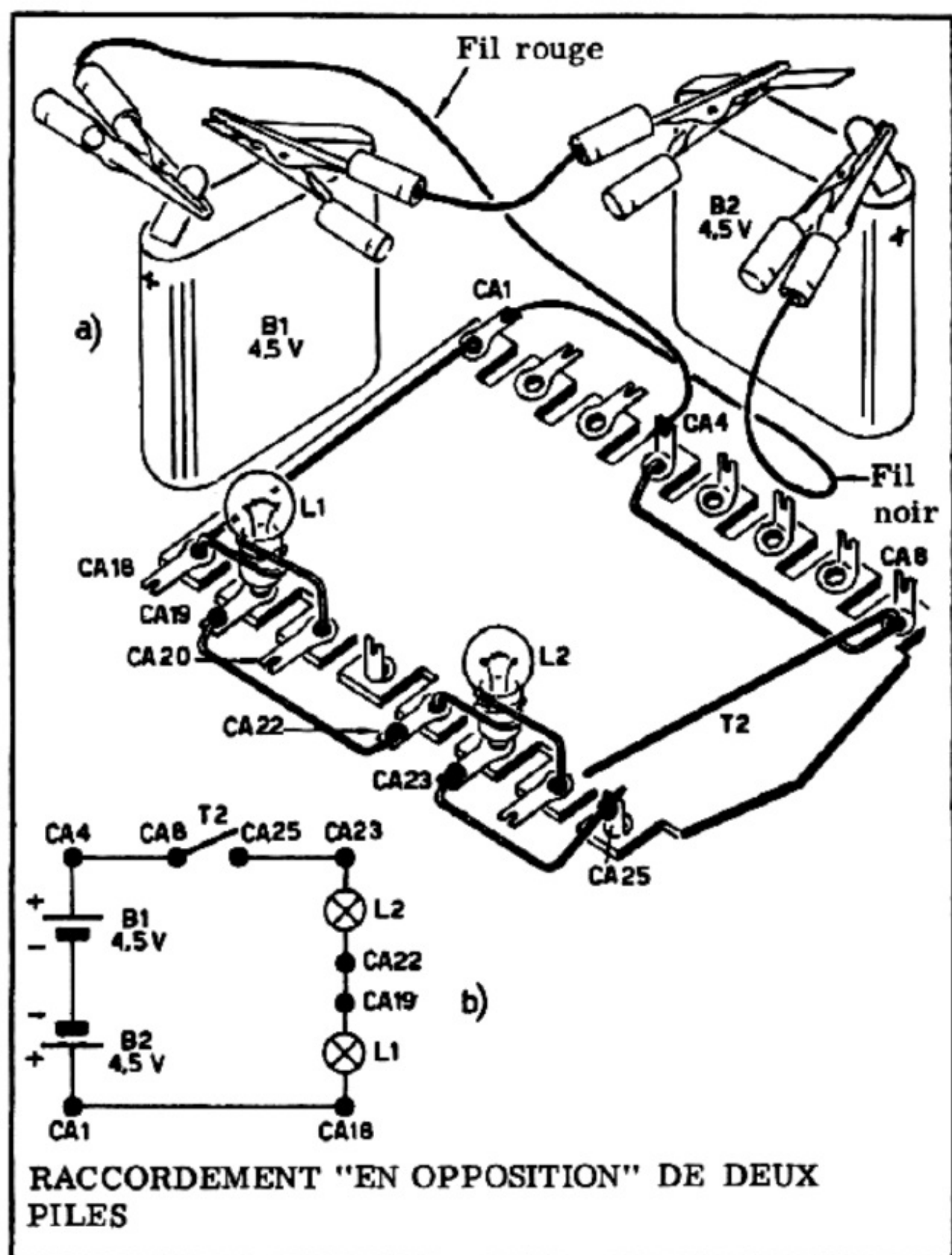


Figure 23

Cette pile est en réalité une **BATTERIE DE PILES**, constituée par trois piles identiques reliées en série (figure 24).

Chaque pile fournit une tension de 1,5 V. Par conséquent la tension totale de la batterie est de 4,5 V, puisque nous savons que les tensions de plusieurs piles reliées en série s'ajoutent.

La figure 25 montre comment est formé l'intérieur d'une pile. L'électrode de zinc constituant le pôle négatif a la forme d'un récipient cylindrique ; ce récipient contient une solution de chlorure d'ammoniaque dénommée **ELECTROLYTE**.

Une électrode de "charbon de cornue" en forme de bâtonnet est disposée le long de l'axe du cylindre : elle constitue le pôle positif de la pile.

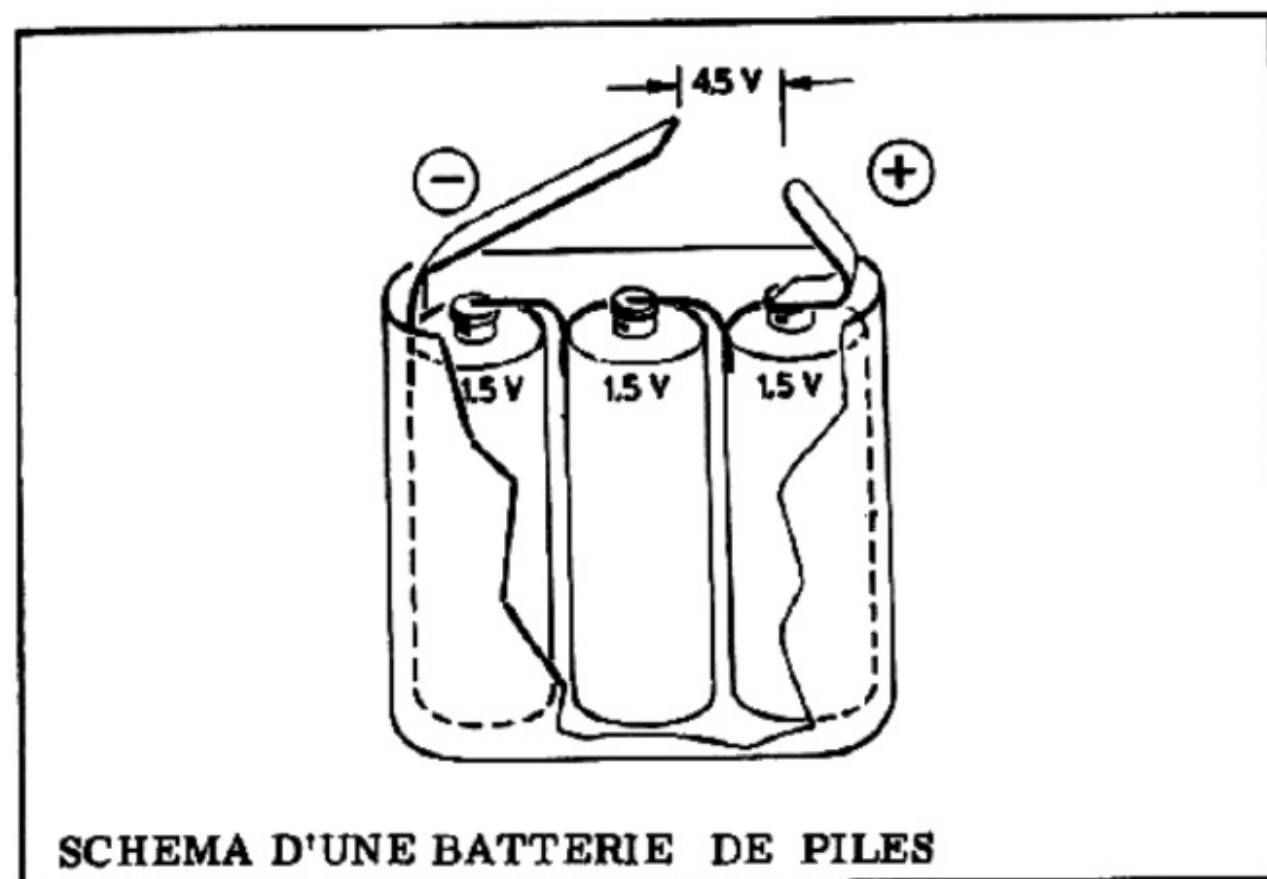


Figure 24

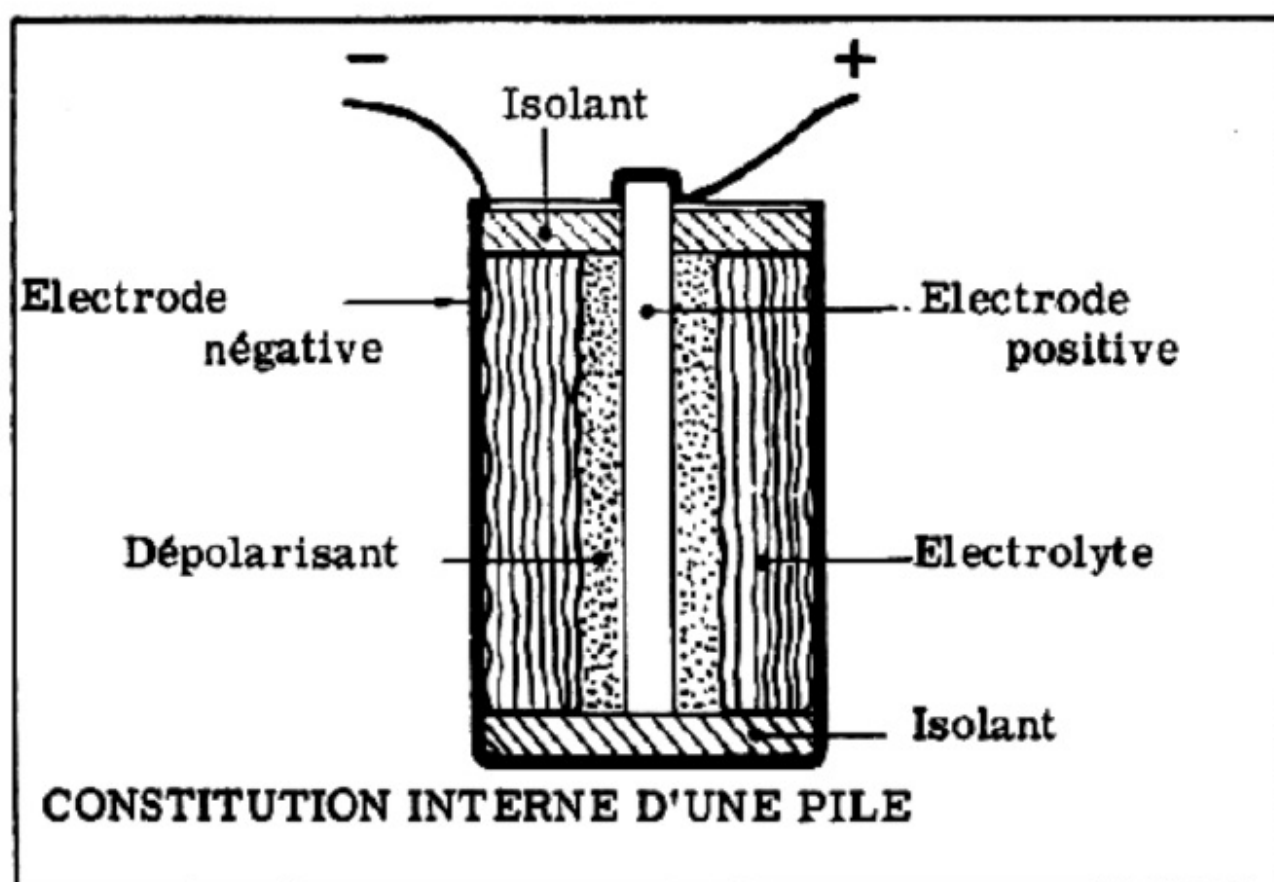


Figure 25

Un mélange d'oxyde de manganèse, de graphite en poudre et de noir d'acétylène est placé autour de l'électrode positive et est maintenu par un "emmaillotage" en tissus. Ce mélange sert de *DEPOLARISANT*.

Le rôle du dépolarisant consiste à éviter que le passage du courant à l'intérieur de la pile ne provoque, avec l'électrode de charbon, une réaction qui formerait sur celle-ci un voile isolant ; le passage du courant deviendrait en effet rapidement impossible.

La pile s'épuise après un certain temps de fonctionnement, c'est-à-dire qu'elle n'est plus apte à fournir du courant. La raison en est que le passage du courant dans la pile, modifie la solution qu'elle contient et en altère la composition.

Lorsque la pile est épuisée, il ne reste plus qu'à la changer.

En théorie, une pile qui n'est pas employée ne devrait pas se décharger ; en réalité elle se décharge lentement, ce qui fait qu'elle ne peut être conservée très longtemps.

Dans la prochaine leçon vous monterez d'autres circuits électriques en utilisant des *RESISTANCES* ; de plus, vous commencerez le montage du *CONTROLEUR A SUBSTITUTION*.

