



PRATIQUE

COURS DE BASE
ELECTRONIQUE

1 - COURANT ELECTRIQUE ET MAGNETISME

Vous allez réaliser avec cette leçon, des exercices pratiques très intéressants sur certaines propriétés de l'*ELECTRO-MAGNETISME*.

Depuis longtemps déjà on connaissait un singulier phénomène d'attraction ; on avait découvert que certains matériaux qui contiennent du fer à l'état brut avaient la propriété d'attirer des fragments de fer. Ces matériaux portent le nom de *MAGNETITE*, d'où la désignation de *MAGNETISME* donnée à cette propriété d'attraction.

A l'état brut, le fer et les dérivés du fer ne peuvent attirer d'autres matériaux mais ils peuvent acquérir par un procédé artificiel la propriété de magnétisme. Le fer naturel et la fonte entre autres, peuvent être magnétisés temporairement, par contre l'acier peut acquérir un magnétisme durable.

On réussit la magnétisation de ces métaux en les mettant en contact avec le magnétisme naturel, ou bien en faisant circuler, à travers un fil qui les entoure, un courant électrique continu.

Le matériau, magnétisé par ce procédé est appelé *AIMANT*. Il possède alors, de même que les autres magnétiques deux pôles distincts : le pôle *NORD* et le pôle *SUD*.

La surface soumise ainsi à l'influence d'un aimant est le *CHAMP MAGNETIQUE*.

Le globe terrestre est un des plus importants champs magnétiques connus ; de fait, la Terre peut être comparée à un immense aimant dont les pôles magnétiques concordent avec les pôles géographiques, d'où la désignation de pôle nord et pôle sud donnée aux aimants.

L'influence des pôles terrestres peut se reconnaître facilement, en suspendant à un fil un aimant ; après quelques instants un des pôles s'oriente vers le pôle nord terrestre. C'est le principe de cette attraction naturelle qui a permis l'invention et l'utilisation de la *BOUSSOLE*.

Pour constater l'effet d'un champ magnétique, il suffit de mettre un morceau de fer à proximité d'un aimant ; le fer est aussitôt attiré par l'aimant.

Un champ magnétique pareil à celui créé par un aimant peut être réalisé aussi par le passage d'un courant électrique. Si, par exemple, on fait circuler un courant électrique dans une *SPIRE*, c'est-à-dire à travers un conducteur comme dans la *figure 1a*, on crée ainsi un champ magnétique. On peut augmenter la surface du champ magnétique en enroulant plusieurs spires (*figure 1b*) ; on réalise de cette manière l'*ENROULEMENT D'UNE BOBINE*.

Le symbole graphique normalisé d'une bobine est montré sur la *figure 1c*.

En effectuant quelques expériences d'électro-magnétisme, nous analyserons les effets magnétiques produits par une bobine lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique.

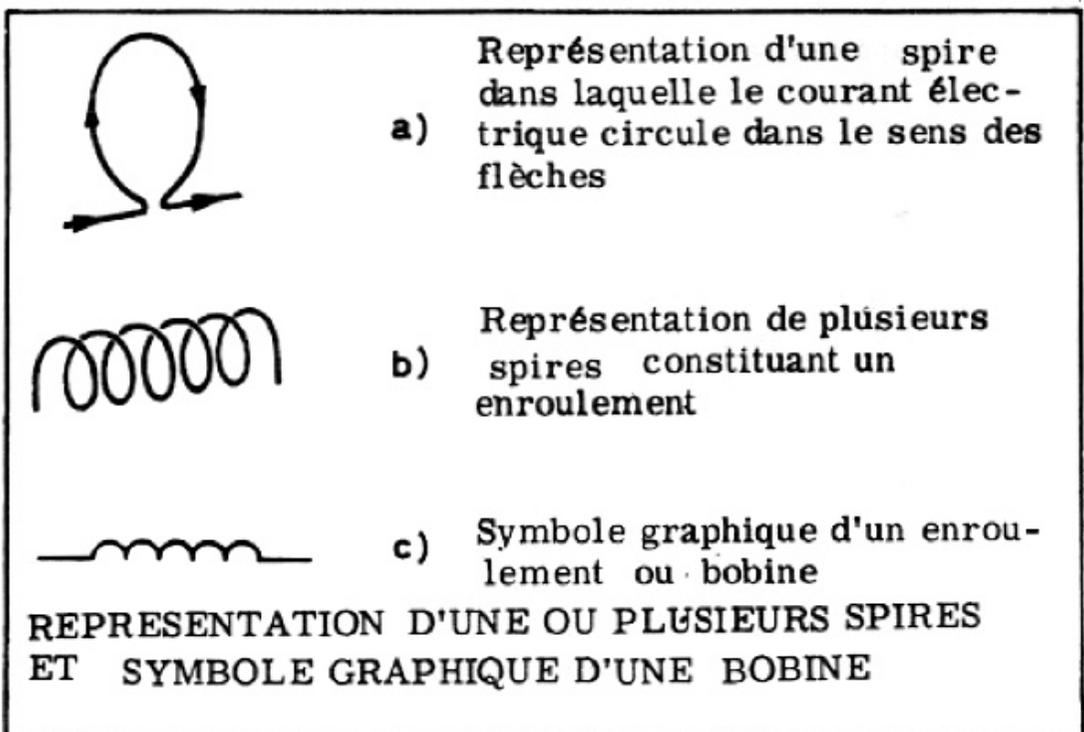


Figure 1

1 - 1 CHAMP MAGNETIQUE CREE PAR UNE BOBINE PARCOURUE PAR UN COURANT.

Avant de commencer ces expériences, il est nécessaire de bien examiner les composants à utiliser. Nous commençons par la description de la bobine qui a été fournie avec la troisième série de matériel.

Pour réaliser une bobine, il faut procéder à l'enroulement du fil ; cette opération, assez simple à première vue, est en réalité assez délicate et exige un outillage approprié pour obtenir un enroulement de précision.

C'est pourquoi nous fournissons le support (appelé *CARCASSE*), sur lequel les enroulements de la bobine ont déjà été effectués à l'aide d'une *BOBINEUSE*.

La bobine fournie est représentée partiellement en coupe sur la *figure 2*.

Sur les deux côtés de la carcasse (appelés *FACES*) et marqués A et B sont rivetées diverses cosses de liaison ; les fils terminaux de chaque enroulement y sont soudés ; pour permettre leur identification, ces cosses sont numérotées et nous vous expliquerons plus bas comment les reconnaître.

Les *FACES* sont percées d'une ouverture rectangulaire appelée *FENETRE*.

La carcasse est habituellement en matière plastique et quelquefois de carton bakérisé ; le fil de cuivre qui constitue l'enroulement est isolé par une mince couche d'émail ; de cette manière les spires peuvent se toucher dans l'enroulement tout en étant isolées électriquement.

L'enroulement est donc constitué par du fil de cuivre *EMAILLE* qui est enroulé sur la carcasse.

Chaque tour complet du fil sur la carcasse forme une spire ; plusieurs spires, enroulées l'une à côté de l'autre et adhérant parfaitement à la spire suivante, forment une *COUCHE*.

Ensuite la couche peut être imprégnée d'une matière isolante de cire ou bien recouverte d'un papier spécial appelé *PRESSPAHN* ; cet isolant permet l'enroulement d'autres spires, qui forment la seconde couche se superposant à la première et ainsi de suite jusqu'à former l'enroulement complet prévu.

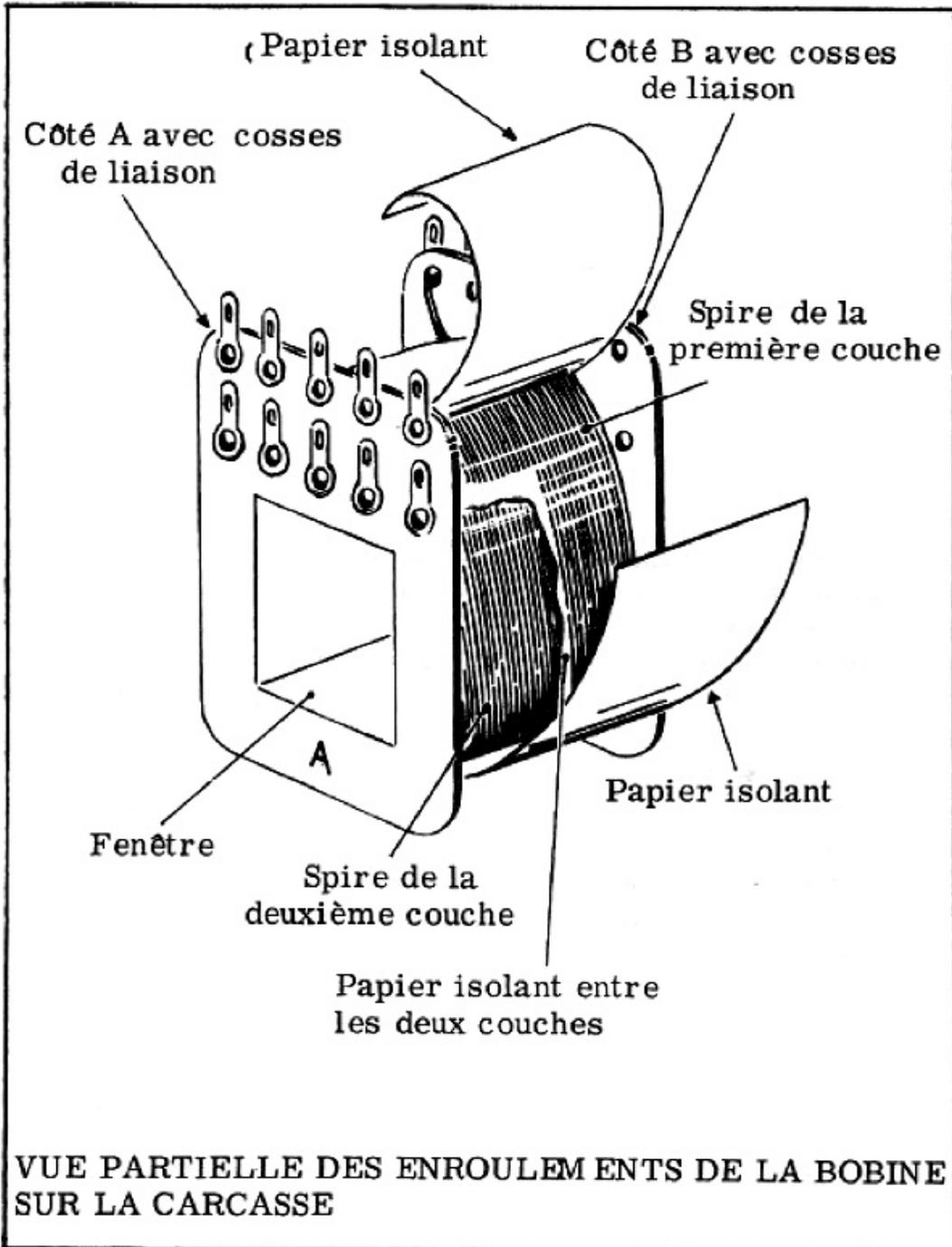


Figure 2

Le diamètre du fil utilisé et le nombre de spires, sont directement en relation avec les services que l'on exige de la bobine ; ils sont également définis avant la fabrication de la bobine ; nous vous en parlerons par la suite.

Avec la troisième série de matériel, vous avez reçu deux paquets contenant des tôles laminées extrêmement minces, découpées suivant une forme particulière. Les tôles sont constituées à partir d'un alliage métallique de fer-silicium qui peut être magnétisé sous l'influence d'un champ magnétique.

Les tôles ont, soit la forme de la lettre E majuscule, soit la forme de la lettre I majuscule (*figure 3*). Nous les indiquerons par ces lettres pour leur utilisation dans les expériences à effectuer.

Nous avons mentionné plus haut que les cosses fixées sur les côtés A et B sont repérées par des chiffres de 0 à 9 (*figure 4*). Pour les exercices, nous désignerons les cosses par les lettres A et B suivies d'un chiffre : la lettre se rapporte au côté (A ou B) où sont rivetées les cosses ; le chiffre au numéro d'ordre de la cosse ; si par exemple nous indiquons la cosse A3, il s'agit de la cosse n°3 fixée sur le côté A.

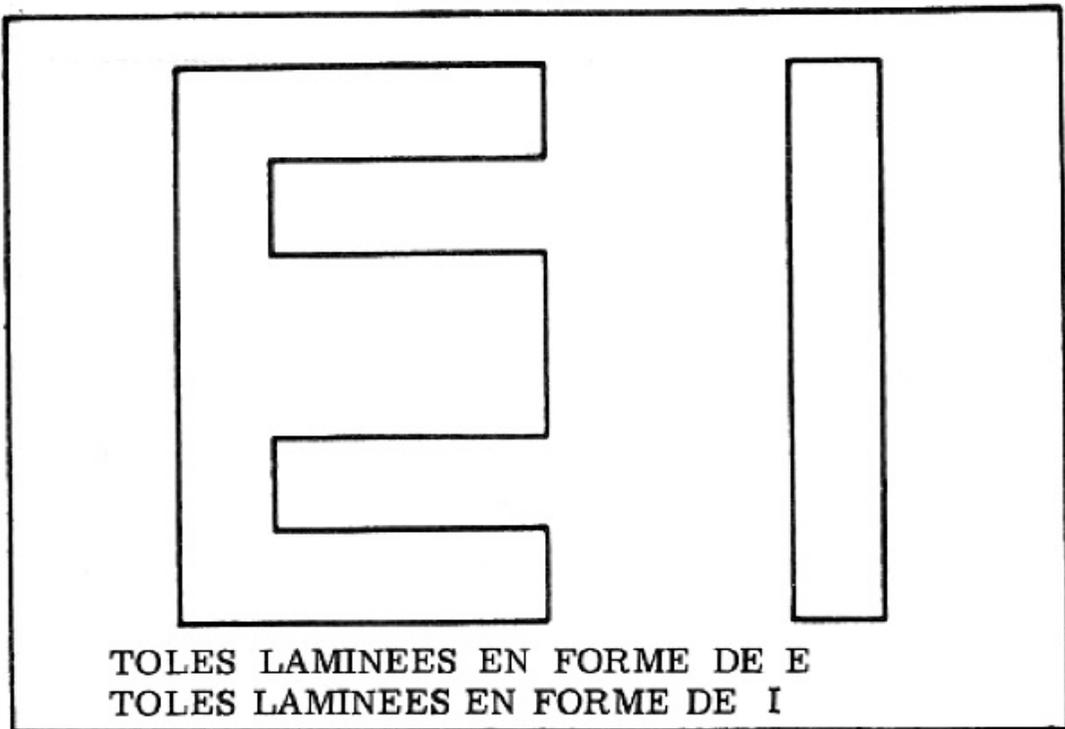
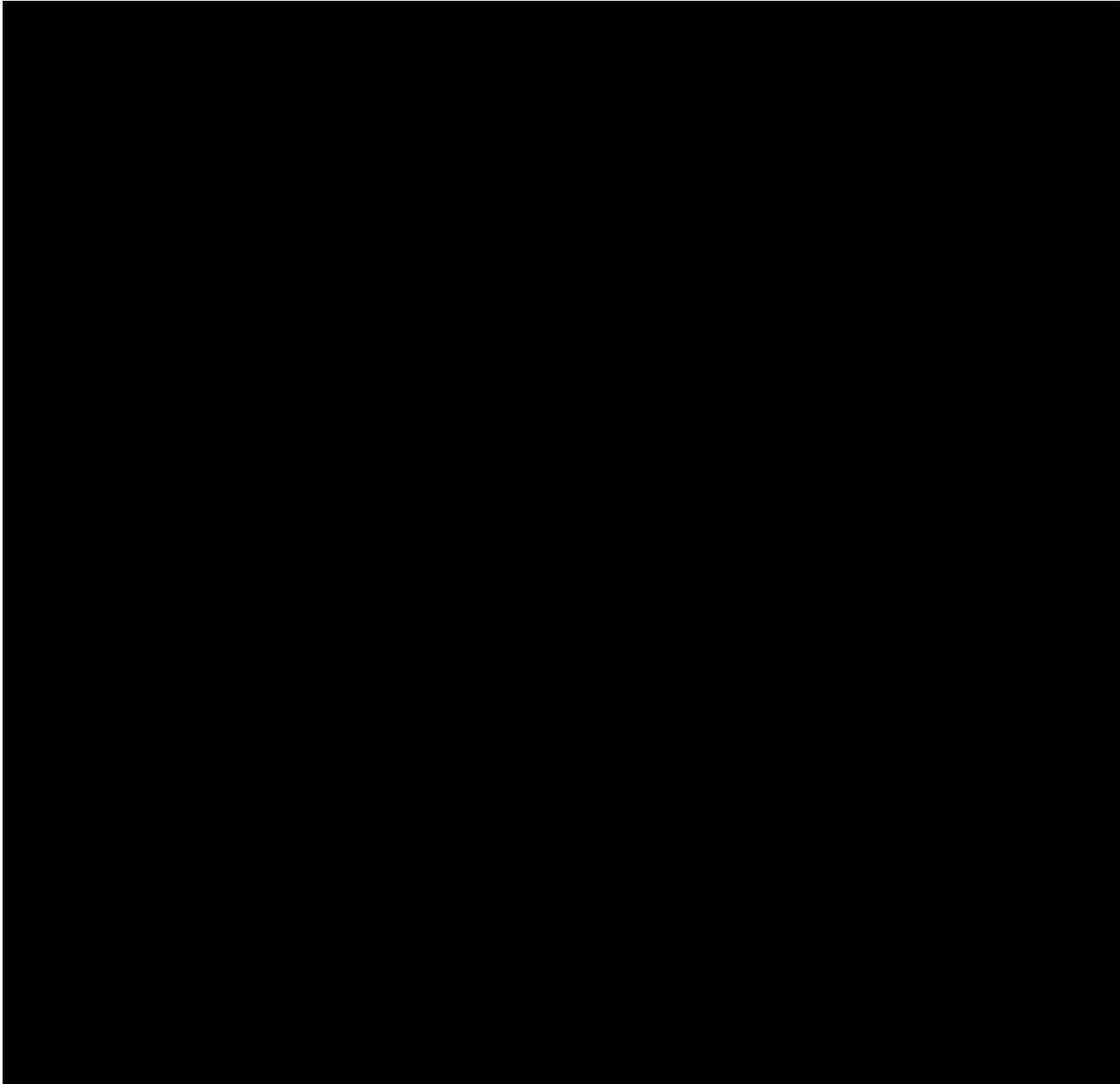


Figure 3



Un champ magnétique se crée lorsque un courant électrique parcourt une bobine. Il faut donc disposer d'une source de courant que l'on peut obtenir en reliant la bobine aux deux piles.

Le champ magnétique que l'on obtient ainsi a la propriété de *MAGNETISER* ou *POLARISER* une tôle de ferro-silicium que l'on dispose à l'intérieur de la bobine. Au moment où la tôle est magnétisée, des charges magnétiques de polarités opposées s'établissent à ses extrémités, c'est-à-dire, qu'une extrémité constitue le pôle nord et l'autre le pôle sud.

Avant de procéder à cet exercice, voici comment effectuer les soudures sur les languettes des cosses rivetées aux deux faces.

Pratique 7**7**

Vous commencez par repérer la cosse sur laquelle vous devez effectuer la soudure ; ensuite, vous soulevez la languette en utilisant un tournevis comme levier et la repliez vers l'extérieur à angle droit. Vous nettoyez soigneusement la languette pour éliminer toute trace d'oxydation et de résidus, en utilisant éventuellement du papier de verre, il est important qu'elle soit bien nette.

Attention : pendant la soudure, il ne faut pas laisser la panne du fer à souder trop longtemps en contact, pour éviter de faire fondre la soudure interne des cosses ; en effet, les fils terminaux des enroulements sont déjà soudés à ces cosses : il faut aussi veiller à ne pas détériorer la carcasse si elle est en matière plastique, en l'exposant trop longtemps à la chaleur de la panne ; si le cas se présente, arrêter immédiatement la soudure, attendre quelques minutes le temps que l'étain ou les pièces plastiques se solidifient à nouveau ; après quoi terminer rapidement la soudure.

En gardant présentes à l'esprit ces indications, commencez maintenant l'exercice de la façon suivante :

a) Dessoudez de la plaquette à 34 cosses (utilisée pendant la leçon précédente comme circuit d'essais) les deux fils torsadés qui portent les pinces à leur extrémité.

b) Soudez le fil torsadé rouge sur la languette de la cosse A0.

c) Soudez le fil torsadé noir sur la languette de la cosse B9.

d) Coupez un morceau de fil isolé noir de 2 cm, et disposez le entre les languettes des cosses A3 et A4 ; effectuez la soudure sur les deux points

e) Reliez en série les deux piles par le pontet en fixant la pince crocodile noire sur le pôle négatif d'une des piles (que nous appellerons B1) et ensuite fixez la pince crocodile rouge sur le pôle positif de l'autre pile (B2).

f) Serrez le pôle positif de la pile B1 avec la pince crocodile rouge (qui est reliée au fil rouge - cosse A0 de la bobine).

g) Serrez le pôle négatif de la pile B2 avec la pince crocodile noire (qui est reliée au fil noir - cosse B9 de la bobine).

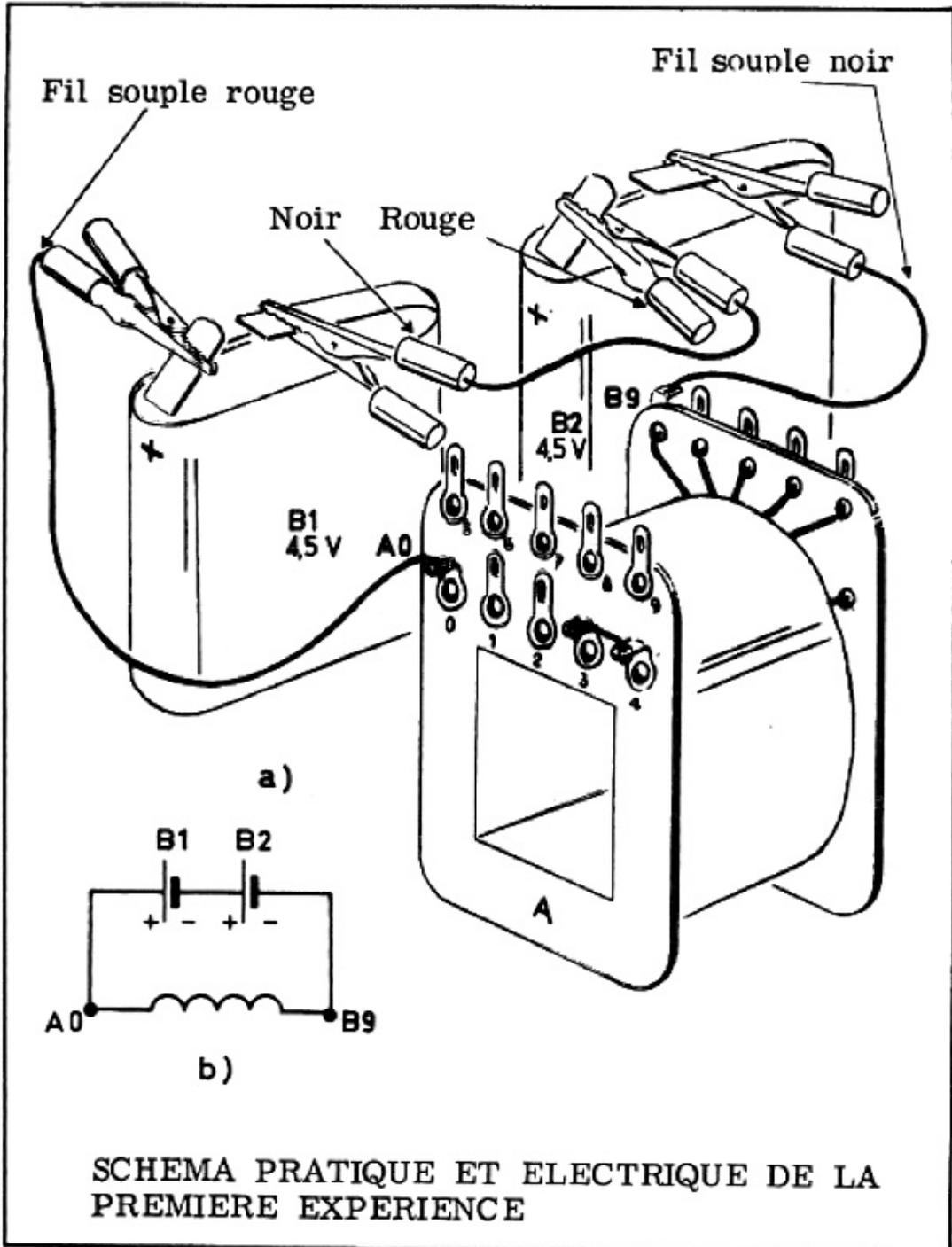


Figure 5

La *figure 5a* montre le montage pratique terminé et la *figure 5b* le schéma électrique.

L'enroulement de la bobine, dans ces conditions, est parcouru par le courant des deux piles et *crée par conséquent, à proximité immédiate un champ magnétique identique à celui qui serait créé par un aimant.*

Pour constater l'effet du champ magnétique, introduisez à l'intérieur de l'enroulement, c'est-à-dire en le passant par la fenêtre sur une des faces de la carcasse, une tôle en forme de I, comme le montre la *figure 6a*. La tôle introduite dans le champ magnétique de la bobine, est alors magnétisée de même façon que si elle était placée auprès d'un aimant ; par conséquent ses deux extrémités acquièrent des *CHARGES MAGNETIQUES*. On dénomme également les polarités obtenues ainsi *POLARITES INDUITES*.

Jusqu'à présent, vous n'avez pas pu reconnaître de façon expérimentale la présence d'un champ magnétique ; pour vous assurer que la tôle à l'intérieur de la bobine est effectivement magnétisée, prenez une seconde tôle en forme de I et placez-la près de la première, comme le montre la *figure 6b* de manière à l'effleurer ; *vous constaterez que la seconde tôle est attirée par la première* qui se comporte ainsi comme un petit aimant.

A présent détachez de l'une des deux piles une des pinces crocodiles du fil d'alimentation, par exemple la pince noire du pôle négatif de la pile B2, le phénomène de magnétisation cesse à ce moment, parce que le courant ne circule plus dans la bobine. La magnétisation obtenue de cette manière est la *MAGNETISATION TEMPORAIRE*.

Il faut mentionner que la magnétisation immédiate se produit seulement lorsqu'on utilise des tôles en fer naturel ou de ferro-silicium ; si les tôles utilisées sont en acier *la magnétisation sera constante*, en d'autres termes les tôles se comporteront comme de véritables aimants.

Cette expérience démontre que lorsque deux tôles sont disposées dans un champ magnétique elles se magnétisent et le magnétisme est démontré par l'attraction qui se manifeste entre elles.

Si l'on change ensuite les tôles de position et que les deux extrémités voisines des deux tôles se polarisent de la même façon, on observe alors le phénomène de *REPULSION*.

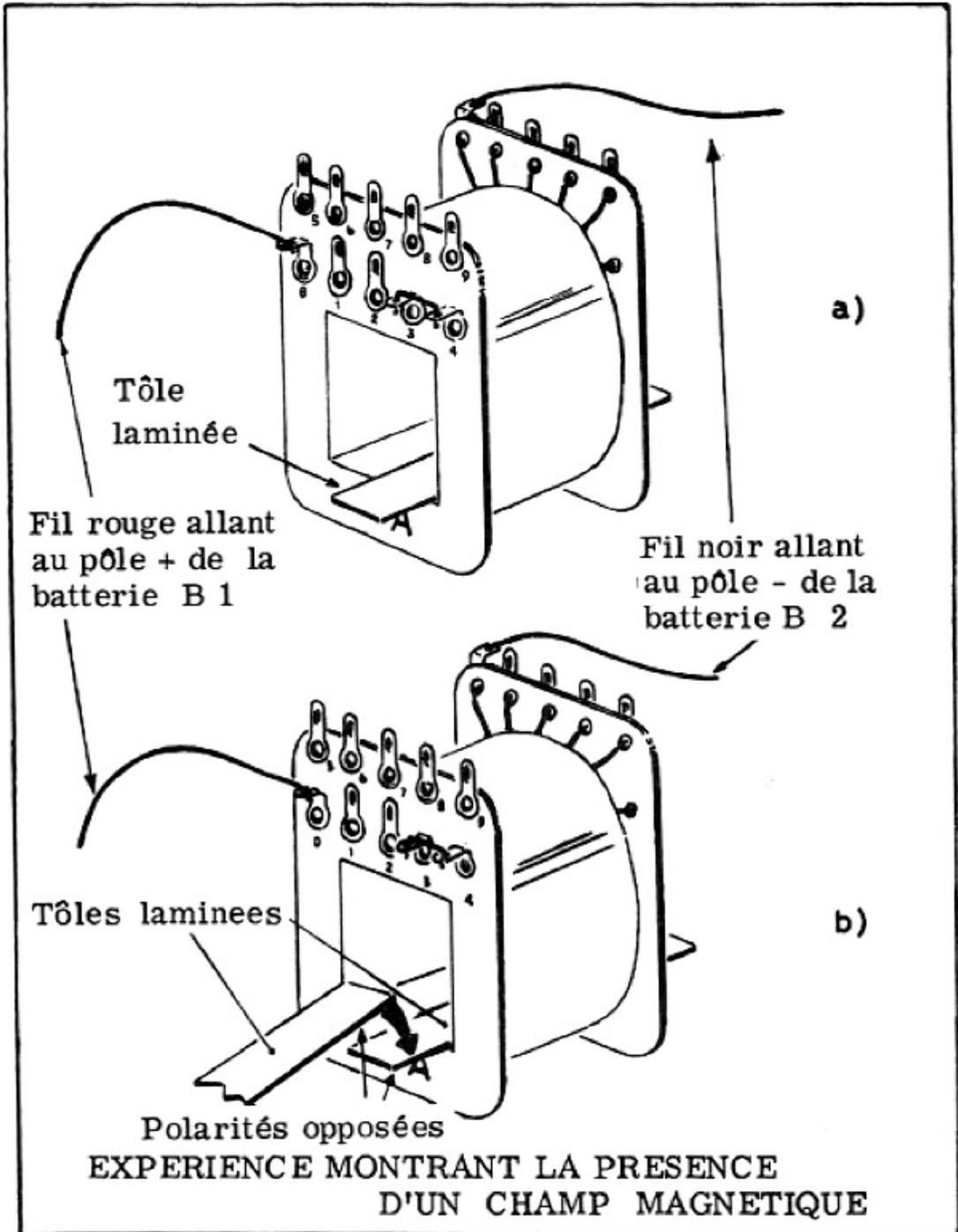


Figure 6

On peut vérifier facilement cet effet pendant la seconde phase de l'expérience.

a) Introduisez deux tôles en forme de I à l'intérieur de la bobine (figure 7) l'une près de l'autre et placées sur une des parois de la fenêtre

b) Reliez de nouveau à la pile le fil d'alimentation que vous avez détaché lors de l'exercice précédent, c'est-à-dire que vous devez relier la pince crocodile noire au pôle négatif de la pile B2 pour créer de nouveau un champ magnétique ; dès que la pile sera reliée, une des tôles se détachera de l'autre, parce qu'elle sera repoussée.

c) Détachez à présent une des pinces du fil d'alimentation de l'une des piles ; le courant est donc coupé ; remettez à sa place la tôle détachée de façon que les deux tôles soient bien en contact l'une avec l'autre.

d) Reliez de nouveau la pile au circuit ; vous constaterez que le même phénomène de répulsion se produit.

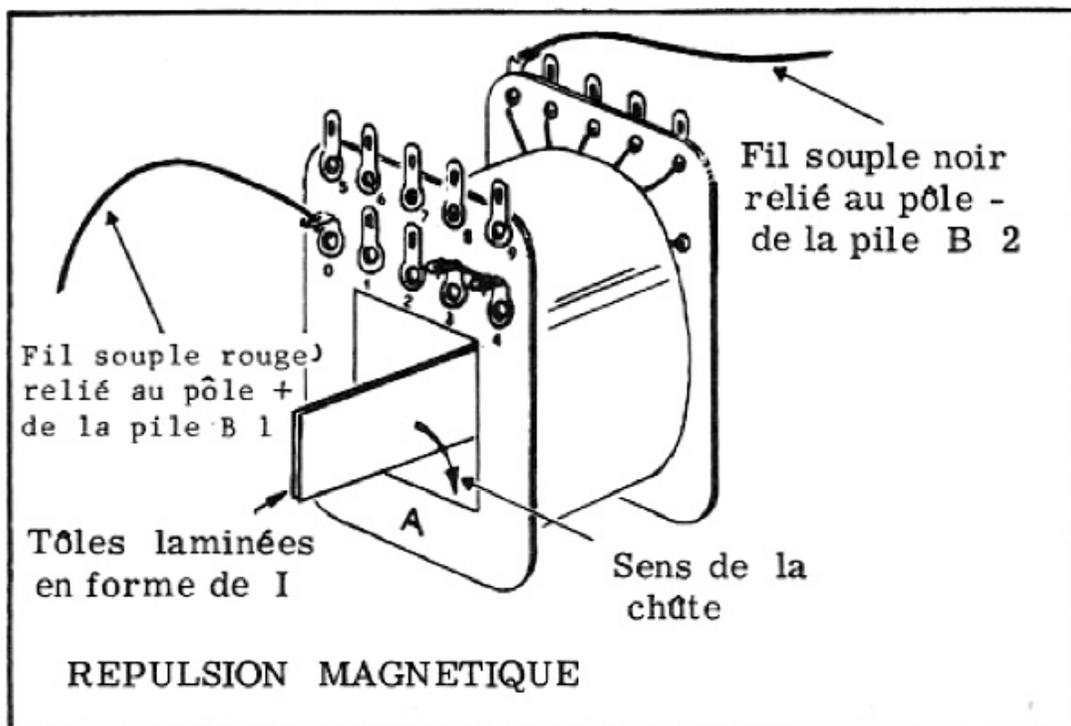


Figure 7

On en déduit qu'une force de répulsion s'établit entre les tôles, elle est due au fait que les deux tôles se magnétisent de même façon et qu'elles possèdent donc la même polarité à chaque extrémité.

De même si on intervertit les polarités des piles reliées à la bobine, on constaterait que les tôles se repoussent également ; en fait, en intervertissant les sens du courant, les polarités magnétiques aux extrémités de chaque tôle changent également ; on obtient le même résultat pour la même raison que dans l'expérience précédente.

Cette première expérience est terminée ; détachez à présent les piles de la bobine.

1 - 2 L'ELECTRO - AIMANT

La seconde expérience consiste à réaliser un *ELECTRO-AIMANT* simple.

L'expérience précédente a montré que lorsqu'un courant électrique parcourt une bobine, un champ magnétique se crée.

Si l'on introduit un matériau magnétique à l'intérieur de la bobine, c'est-à-dire un métal facilement magnétisable comme les tôles en forme de I, il est possible d'augmenter l'intensité du champ magnétique et de créer un électro-aimant. Les tôles introduites dans la bobine parcourue par le courant constituent le *NOYAU* de l'électro-aimant.

L'électro-aimant acquiert ainsi la propriété d'attirer vers ses extrémités les matériaux magnétiques tels le fer, l'acier, le nickel, le chrome, le manganèse, le cobalt ; il n'agit pas sur les matériaux non-magnétiques (appelés *DIAMAGNETIQUES*), tels le cuivre, le laiton, l'étain, les plomb, le zinc.

Vous allez procéder maintenant au montage d'un électro-aimant.

SECONDE EXPERIENCE

a) Introduisez à l'intérieur de la fenêtre de la carcasse, le maximum de tôles en forme de I ; disposez-les en ordre de façon à bien remplir toute la largeur de l'ouverture comme le montre la *figure 8a*. Il doit vous rester au moins une tôle en forme de I pour faire l'essai suivant.

La *figure 8b* montre aussi le symbole graphique de la bobine à noyau, vous constaterez qu'elle diffère du symbole graphique de la *figure 1c* par l'addition d'une barre placée face au symbole représentant la bobine ; cette barre est le symbole du noyau.

b) Reliez la bobine aux deux piles comme vous l'avez déjà fait dans l'expérience précédente, en serrant le pôle positif de la pile B1 avec la pince crocodile rouge et le pôle négatif de la pile B2 avec la pince crocodile noire.

L'électro-aimant est prêt à fonctionner, c'est-à-dire qu'il peut attirer n'importe quel matériau magnétique, toutes les fois qu'un courant électrique circule dans la bobine.

La forme des tôles indique le type de l'électro-aimant ; celui réalisé est un *ELECTRO - AIMANT LINEAIRE*.

c) Comme précédemment placez à côté de l'extrémité des tôles qui constituent le noyau, une tôle en forme de I. Vous constaterez qu'elle est attirée vers le noyau par une force d'attraction supérieure

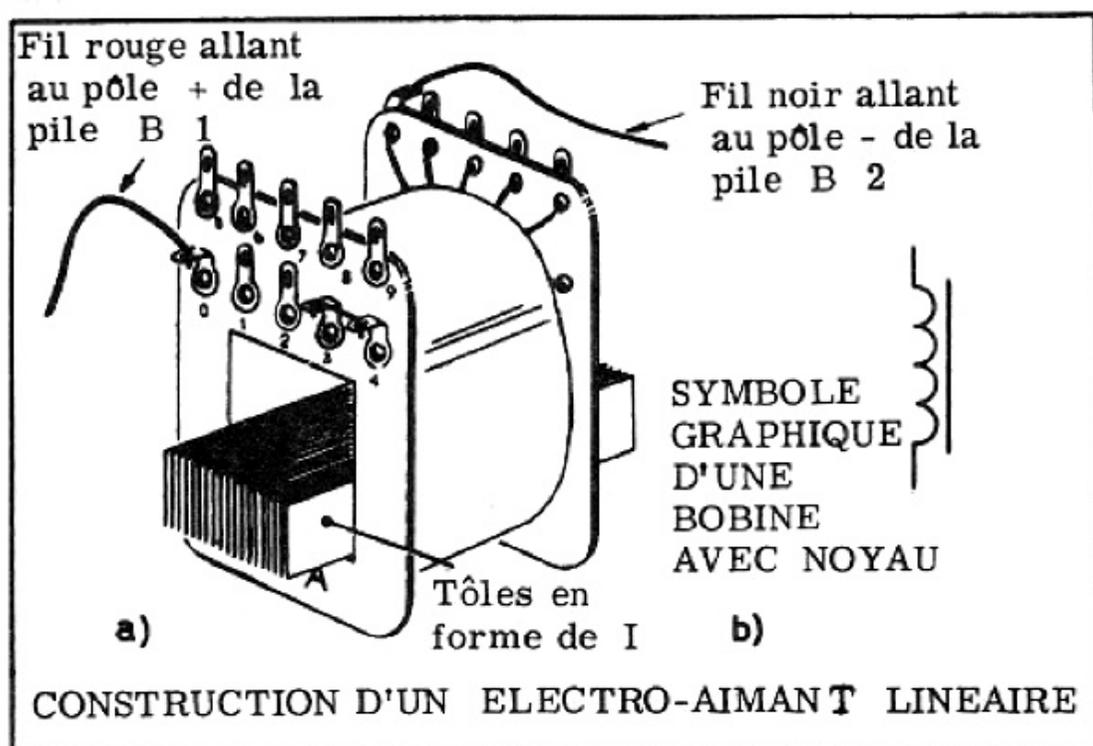


Figure 8

à celle de l'expérience précédente.

Placez à côté du noyau de l'électro-aimant, d'autres matériaux magnétiques (par exemple, des épingles, du fil de fer, des pièces de 50 centimes ou de 1 franc) vous constaterez que ces matériaux aussi sont attirés vers le noyau. Si, par contre vous placez au même endroit des matières diamagnétiques (non-magnétiques) tels du fil de cuivre, de l'étain pour soudure, des pièces de 5, 10 et 20 centimes, des objets en laiton, l'attraction du champ magnétique ne se vérifiera pas.

Vous avez donc constaté que lorsqu'on place un matériau magnétique près du noyau, ce dernier subit la force d'attraction du noyau et il faut un certain effort pour l'en détacher.

Si vous coupez le courant de l'électro-aimant, en détachant les deux pinces reliant les pôles des piles, vous verrez que la pièce magnétique se détache librement du noyau puisque la cause qui crée le champ magnétique n'agit plus

C'est la preuve que la force d'attraction du champ magnétique se manifeste seulement lorsqu'un courant électrique parcourt la bobine. On peut ultérieurement augmenter la surface du champ magnétique créée par l'électro-aimant en substituant aux tôles en forme de I celles en forme de E ; on aura de cette manière un électro-aimant *A DOUBLE U*.

La réalisation de ce type d'électro-aimant est l'objet de la troisième expérience.

TROISIEME EXPERIENCE

Pour réaliser l'électro-aimant à double U, vous devez utiliser les tôles en E fournies avec la troisième série de matériel.

a) Assurez-vous d'abord que la bobine n'est pas reliée aux piles ; enlevez ensuite de la carcasse les tôles en I et mettez à leur place celles en forme de E , en les introduisant une à une par la fenêtre face A de la carcasse (*figure 9a*).

Placez ces tôles l'une sur l'autre de façon à obstruer complètement la fenêtre sur les deux faces, *sans toutefois utiliser un marteau* ou d'autres instruments contondants ; si quelques tôles ne sont pas utilisées, rangez-les soigneusement vous en aurez l'emploi par la suite.

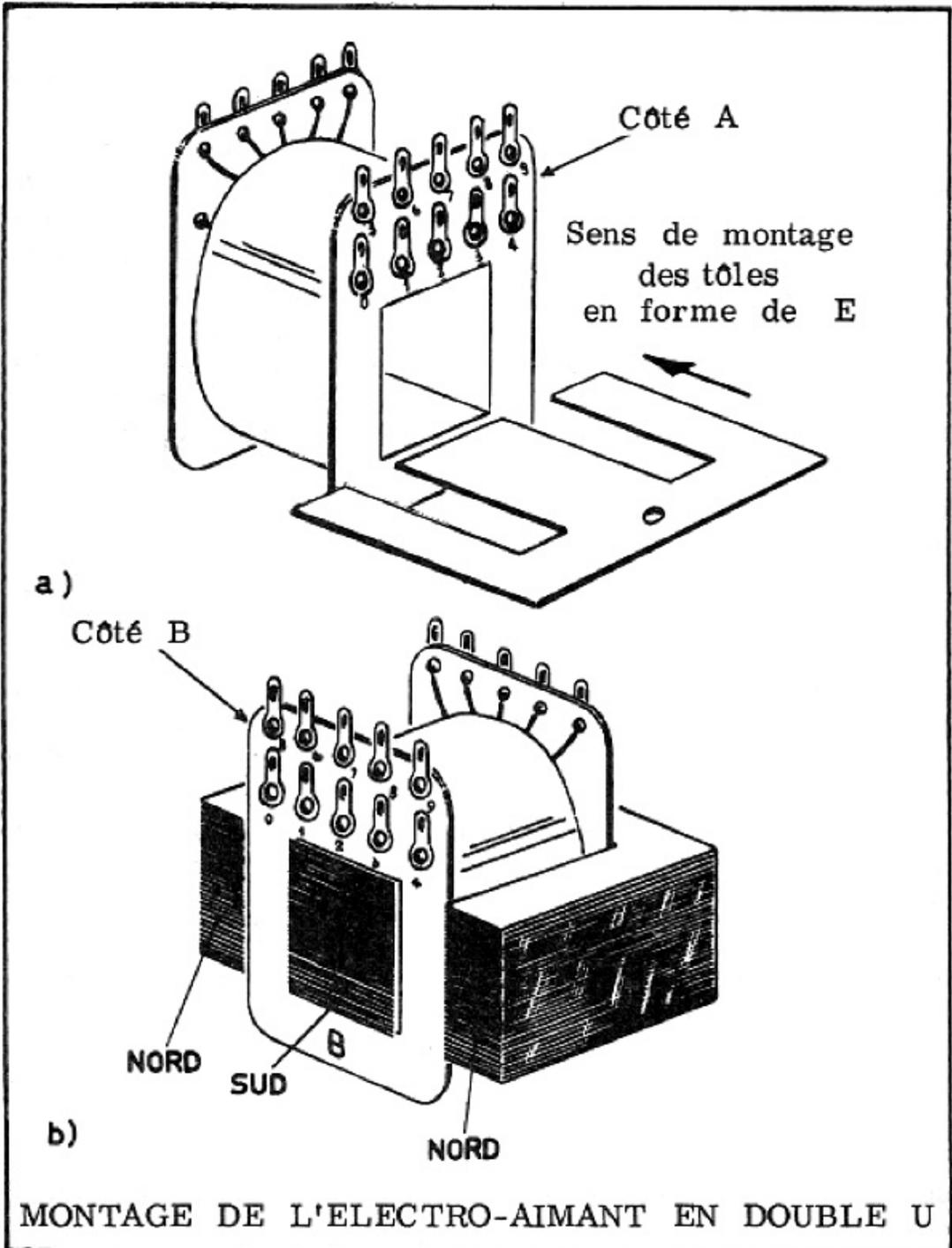


Figure 9

Lorsque le montage est terminé, les tôles vues du côté de la face B de la carcasse, doivent se présenter conformément à la *figure 9b*.

Le nouvel électro-aimant est terminé ; il ne reste qu'à le relier aux deux piles qui sont reliées en série comme dans les expériences précédentes.

b) Reliez ensuite la pince crocodile rouge du fil d'alimentation au pôle positif d'une des piles (que nous appellerons B1) et la pince crocodile noire du fil d'alimentation, au pôle négatif de l'autre pile (B2).

c) Posez sur la table une tôle en forme de I, et approchez le noyau de la bobine de la face B de la carcasse, comme le montre la *figure 10* ; vous constaterez que la tôle est attirée par une force supérieure à celle émise par l'électro-aimant linéaire, réalisé pendant l'expérience précédente.

Les polarités qui se manifestent sur les tôles en E, indiquées par la *figure 9b*, dépendent du sens de l'enroulement et du sens du parcours assumé par le courant.

Si la bobine est enroulée dans le sens contraire ou si les polarités de la pile sont interverties, le pôle nord et le pôle sud auraient été inversés sur l'électro-aimant sans que toutefois l'effet d'attraction soit changé.

Les polarités montrées sur la *figure 9b* sont indiquées à titre d'exemple et correspondent seulement dans le cas où la tension est fournie à la bobine en suivant les mêmes montages et directives que ceux indiqués pour cette expérience.

La disposition caractéristique de la polarité est due à la forme des tôles et au champ magnétique créé par la bobine ; elle indique qu'il s'agit d'un électro-aimant en forme de U.

Si, ensuite, on coupe le courant, vous remarquerez, comme pour l'expérience précédente que le champ magnétique s'arrête, et que par conséquent l'attraction de l'électro-aimant ne s'exerce plus.

Une expérience semblable peut s'effectuer en utilisant cette fois toutes les tôles en I, préalablement liées entre elles au moyen d'un ruban adhésif.

a) Disposez soigneusement, l'une près de l'autre les tôles en I et enroulez tout autour, comme le montre la *figure 11* deux ou trois tours de ruban adhésif à prélever sur la bobine fournie avec la troisième série de matériel.

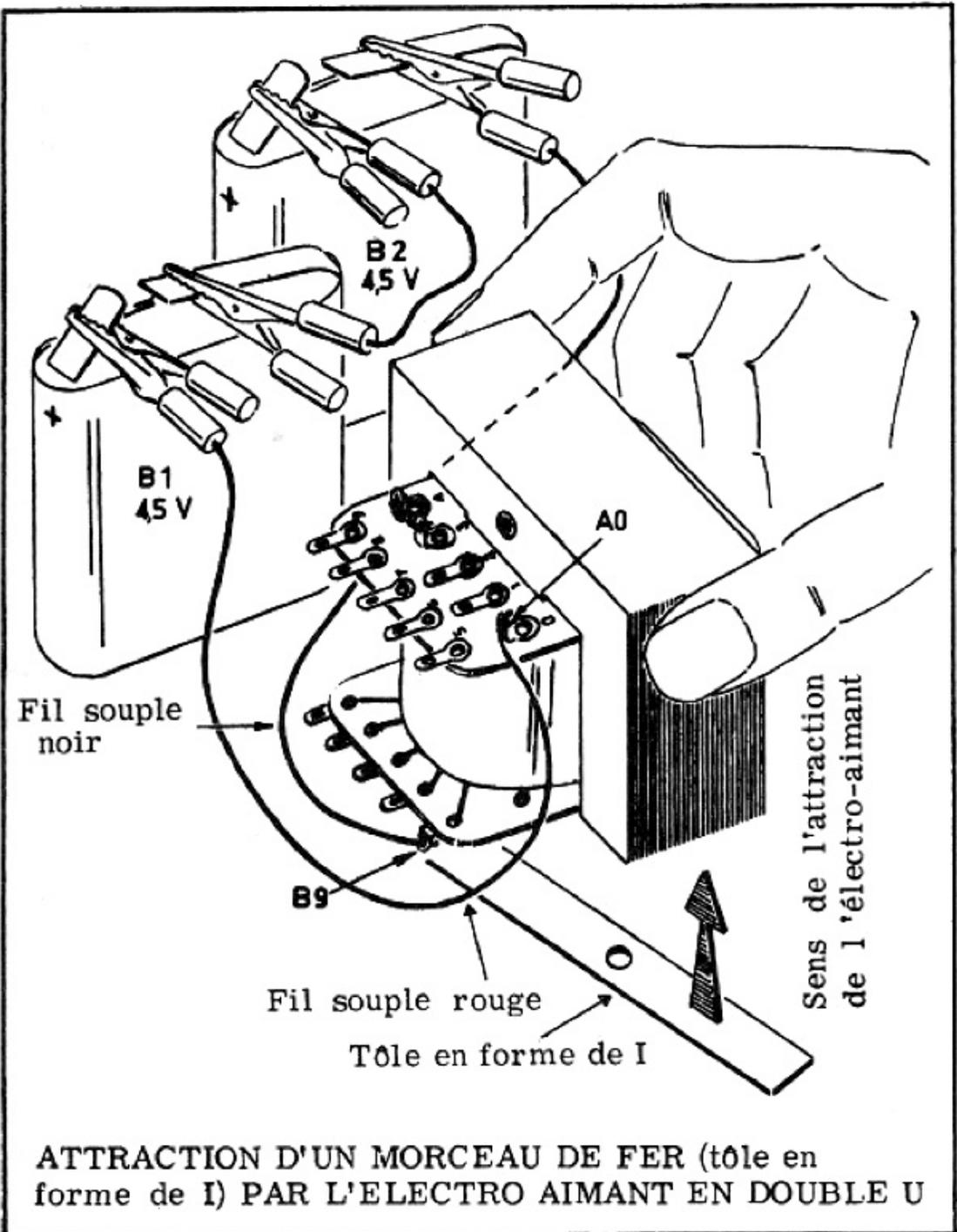


Figure 10

b) Placez le paquet de tôles ainsi préparé sur la table, conformément à la *figure 11*.

c) Procédez ensuite comme pour l'expérience précédente, en reliant l'électro-aimant aux deux piles (*figure 10*) ; vous constaterez que les tôles sont nettement attirées par le champ magnétique de l'électro-aimant et qu'on ne peut les en détacher facilement.

Si cette même expérience est faite lorsque l'électro-aimant est alimenté par une tension plus faible, l'attraction aussi sera plus faible. Pour vérifier cette hypothèse, détachez une des deux piles.

Commencez par détacher le pontet reliant le pôle négatif de la pile B1 au pôle positif de la pile B2 ; ensuite détachez du pôle négatif de B2 la pince crocodile noire et reliez-la au pôle négatif de la pile B1.

Procédez ensuite comme vous l'avez fait pour les deux expériences précédentes ; vous constaterez que l'effet d'attraction de l'électro-aimant sur les tôles est bien moindre que celui de l'expérience avec les deux piles en série.

On peut déduire par conséquent qu'*un champ magnétique est d'autant plus puissant que l'intensité de courant parcourant la bobine est élevée, c'est-à-dire plus la tension d'alimentation est grande*.

De même, on obtient une force d'attraction plus grande, lorsqu'on augmente le nombre de spires de la bobine et lorsque la *PERMEABILITE MAGNETIQUE* des tôles employées est plus élevée ; la perméabilité magnétique est représentée par la lettre μ de l'alphabet grec (mu).

La perméabilité magnétique d'un matériau est la propriété d'être magnétisé facilement ; elle varie suivant le genre de matériau

Si par exemple on place dans une bobine des tôles en fer possédant une perméabilité magnétique de 300 ($\mu = 300$) on obtient un champ magnétique 300 fois supérieur à celui que l'on obtiendrait avec la bobine seule.

De même, lorsqu'on augmente le nombre des tôles, c'est-à-dire la surface du noyau, le champ magnétique de la bobine augmente proportionnellement, par conséquent la force d'attraction magnétique d'un électro-aimant est également augmentée. Vous avez constaté ce phénomène précédemment, lorsque vous avez substitué les tôles en I à celles en forme de E qui possèdent une plus grande surface.

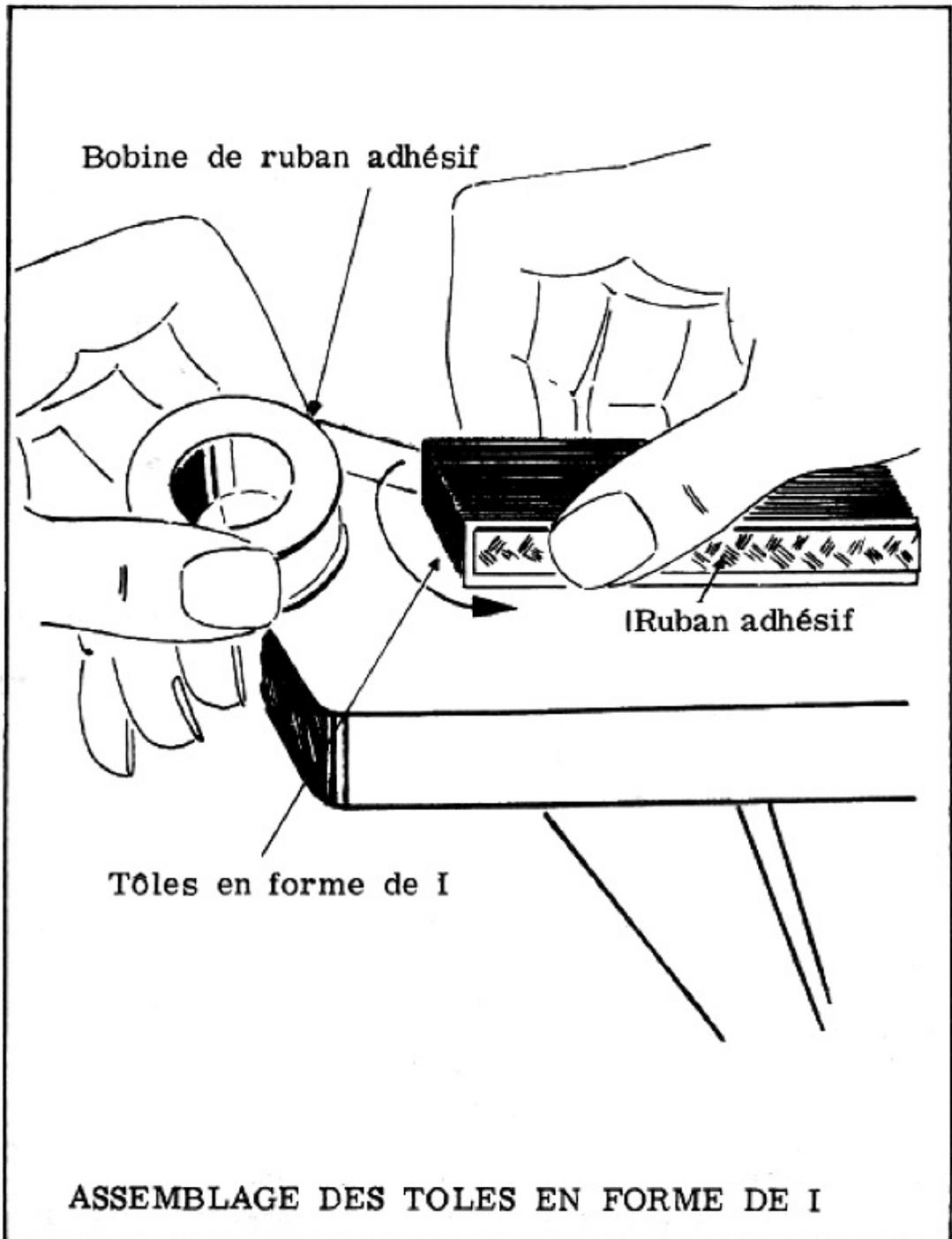


Figure 11

2 - COMPORTEMENT D'UNE BOBINE EN COURANT CONTINU

La quatrième expérience permettra d'analyser le comportement d'une bobine, lorsqu'elle est parcourue par un courant continu.

Comme nous l'avons déjà vu, l'enroulement de la bobine est constitué par un fil de cuivre émaillé, dont la longueur et le diamètre sont établis à l'avance ; l'enroulement de la bobine oppose une certaine résistance au passage du courant et cette résistance est en rapport avec la longueur et le diamètre du fil employé.

L'expérience à effectuer tend à montrer qu'en appliquant la tension émise par les deux batteries à la bobine, l'intensité du courant qui parcourt la bobine dépend seulement de la résistance opposée par le fil constituant l'enroulement.

Par conséquent, même si on introduit des tôles à l'intérieur de la bobine, elles n'affectent pas l'intensité de courant ; une lampe témoin indiquera de façon quantitative cette intensité.

QUATRIEME EXPERIENCE

Pour effectuer cette quatrième expérience, il faut monter un circuit simple sur la plaquette à 34 cosses.

Commencez par préparer la plaquette ; dessoudez d'abord le support de lampe des cosses CA1 et CA3 et redressez les languettes des cosses CA8, CA9, CA10 et des cosses CA25, CA26 et CA27.

Dessoudez de la bobine les deux fils torsadés munis de pinces crocodiles ainsi que le morceau de fil conducteur reliant les languettes des cosses A3 et A4. Retirez enfin les tôles en forme de E de l'intérieur de la bobine.

Vous pouvez maintenant commencer les connexions entre les diverses cosses de la plaquette en suivant cet ordre :

a) Disposez les bornes du support de lampe dans les oeillets des cosses CA8 et CA10, soudez seulement sur la cosse CA10.

b) Coupez un morceau de fil noir isolé de 4 cm. et disposez le entre les languettes des cosses CA9 et CA12 ; soudez sur ces deux points.

c) Coupez un morceau de fil isolé noir de 9 cm. et disposez le entre les languettes des cosses CA20 et CA28, conformément à la *figure 12* soudez sur ces deux points.

d) Coupez deux morceaux de fil de cuivre étamé de 1,5 cm. et repliez les extrémités à angle droit sur 2 ou 3 mm en vous servant des pinces ; vous réaliserez de cette façon deux raccords appelés "pontets".

e) Introduisez une des extrémités repliées de l'un de ces pontets dans les oeillets des cosses CA7 et CA8 ; soudez sur ces deux points.

f) Introduisez les extrémités du second "pontet" dans les oeillets des cosses CA22 et CA23 ; soudez sur ces deux points.

g) Coupez deux morceaux de fil de cuivre étamé de 7 cm. ;

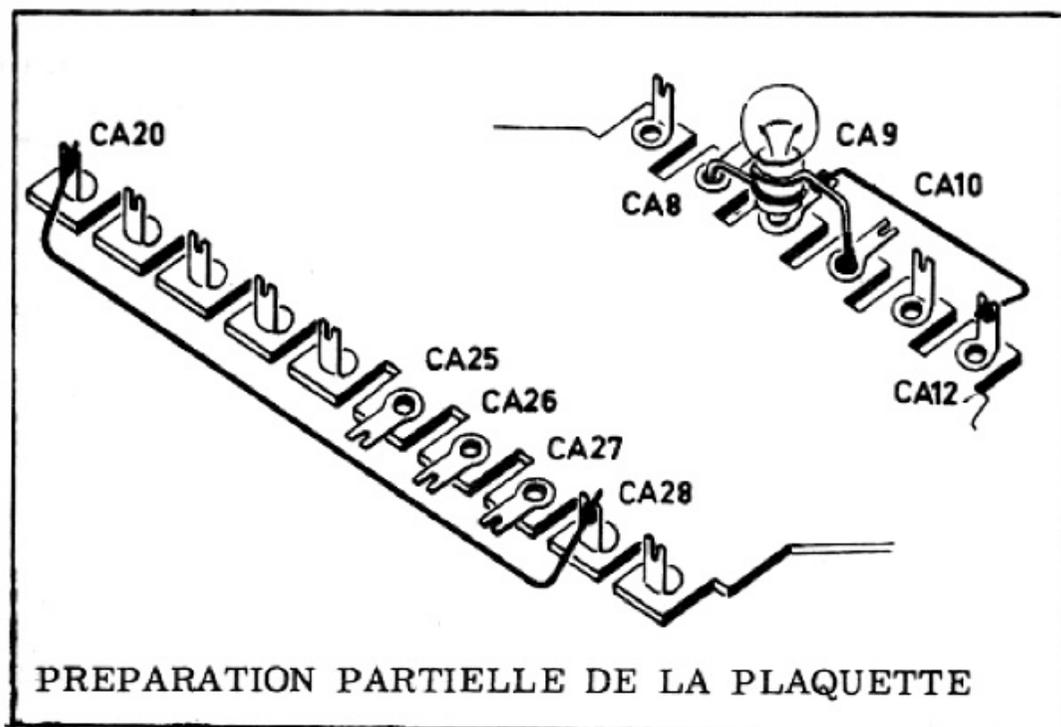


Figure 12

pliez une extrémité sur 2 ou 3 mm ; vous avez réalisé ainsi deux touches identiques à celles réalisées dans la *pratique 2*. Ces touches doivent relier électriquement et de façon temporaire, une cosse à une autre.

h) Introduisez l'extrémité repliée de l'une des deux touches (que nous appellerons T1) dans la boucle de la cosse CA12, de façon que l'autre extrémité de la touche se trouve disposée entre les cosses CA29 et CA30, sans être toutefois en contact avec ces cosses ; soudez sur la cosse CA12. Cette touche permettra de relier électriquement la cosse CA12 et la cosse CA30.

i) Introduisez l'extrémité repliée de la seconde touche (que nous appellerons T2) dans la boucle de la cosse CA7 de sorte que l'autre extrémité se trouve entre les cosses CA23 et CA24 sans toutefois être en contact avec ces cosses ; soudez sur la cosse CA7 seulement.

Vous avez réalisé un commutateur à un circuit et deux positions : le circuit est représenté par la cosse CA7, les positions par les cosses CA23 et CA24 ; la touche T2 soudée sur la cosse CA7 assume le rôle de contact mobile.

Comme le commutateur est formé d'un circuit et de deux positions, il est appelé *INVERSEUR*, parce qu'en agissant sur la touche il permet de faire passer le courant à travers deux parcours différents. Le symbole graphique de l'inverseur dans les schémas électriques est le même que celui des commutateurs.

j) Torsadez les deux fils isolés munis de pinces crocodiles, de façon à ne former qu'une seule tresse (*figure 13*).

k) Soudez le fil noir de la tresse dans l'oeillet de la cosse CA28.

l) Soudez le fil rouge de la tresse dans l'oeillet de la cosse CA30.

m) Coupez deux morceaux de fil souple, noir et rouge, de 20 cm. chacun et torsadez-les entre eux de façon à former une seconde tresse. Raccordez une extrémité de cette tresse à la plaquette et l'autre à la bobine.

n) Soudez une extrémité du fil torsadé rouge dans l'oeillet de la cosse CA24.

o) Soudez une extrémité du fil torsadé noir dans l'oeillet de la cosse CA20.

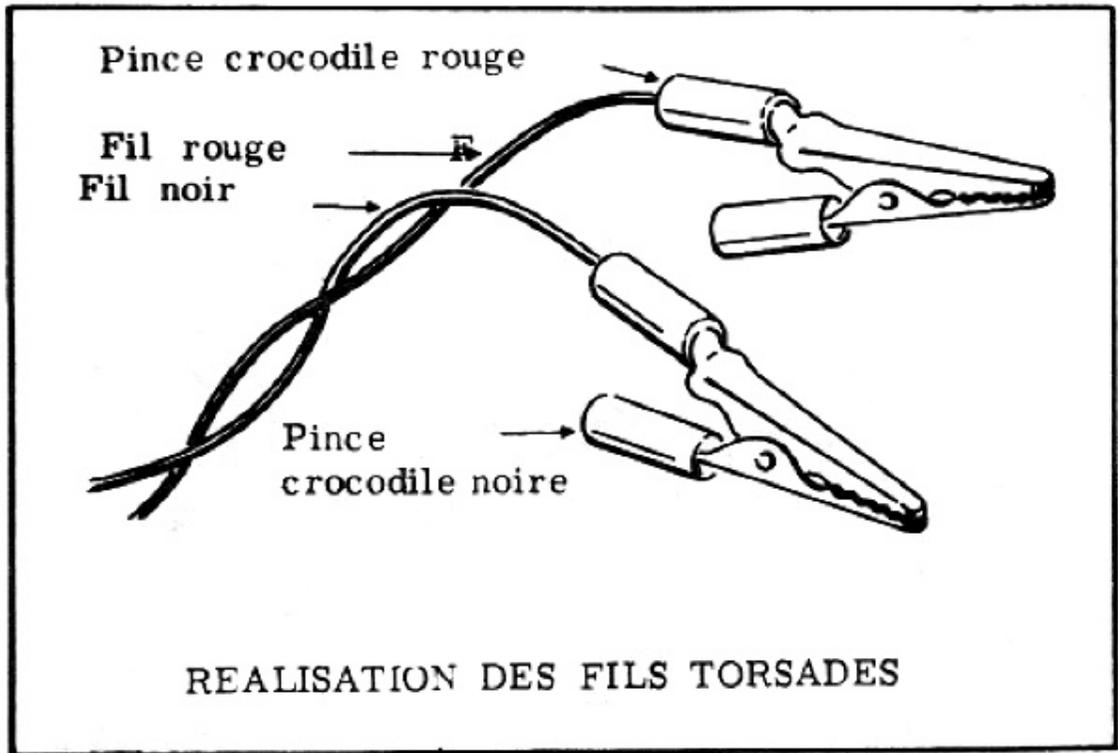


Figure 13

p) Soudez l'extrémité libre du fil torsadé rouge sur la languette de la cosse A0 de la bobine.

q) Soudez l'extrémité libre du fil torsadé noir sur la languette de la cosse A3 de la bobine.

r) Reliez en série les deux piles par le pontet déjà réalisé et que vous avez utilisé précédemment ; cette opération consiste à relier la pince crocodile noire au pôle négatif d'une pile (nous l'appellerons B1) et la pince crocodile rouge au pôle positif de la seconde pile (B2).

s) Serrez avec la pince crocodile noire reliée au fil, le pôle négatif de la pile B2 et avec la pince crocodile rouge, serrez le pôle positif de la pile B1.

t) Reliez ensuite la "boîte de substitution" à la plaquette
 Introduisez la fiche banane d'un cordon rouge dans la douille rouge (M) de la "boîte de substitution" et la fiche banane noire d'un cordon noir

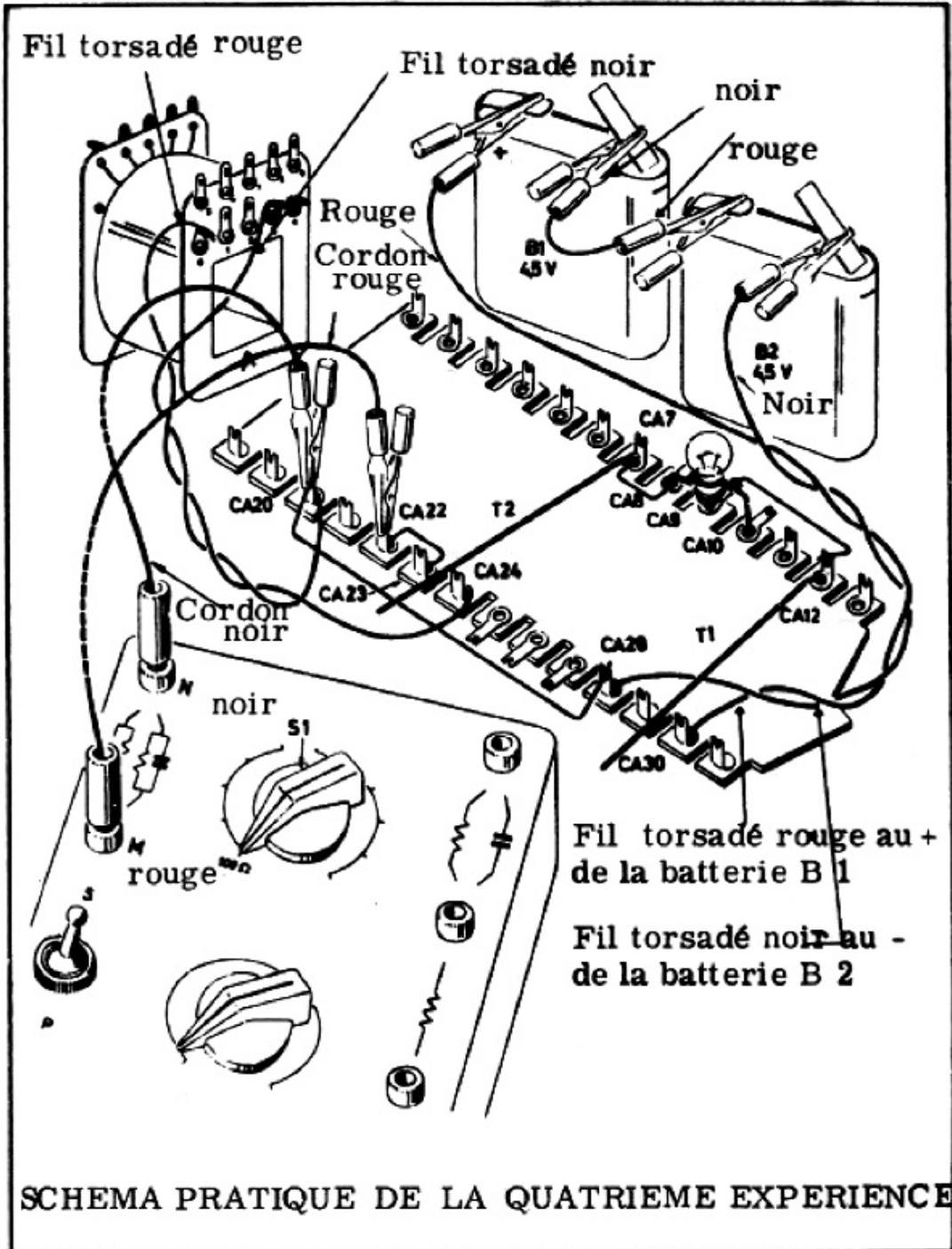


Figure 14

dans la douille noire (N) ; serrez ensuite avec la pince crocodile du cordon noir la languette de la cosse CA20 et avec la pince crocodile du cordon rouge la languette de la cosse CA22.

u) Vissez fermement la lampe sur son support.

Le montage est terminé. La *figure 14* montre les connexions effectuées et la *figure 15* représente le schéma électrique du circuit.

Dans la *figure 14* et les figures suivantes, nous indiquerons les pôles positif et négatif de la pile par les signes + et - sans mentionner au complet le reste de ces indications.

Pour alimenter le circuit il faut placer la touche T1 en contact avec la languette de la cosse CA30.

Pour maintenir le contact de la touche sur la cosse, il suffit de disposer la touche conformément à la *figure 16*, c'est-à-dire la coincer sur le bord de la languette de la cosse CA30.

Mettez ensuite en contact la touche T2 avec la languette de la cosse CA24.

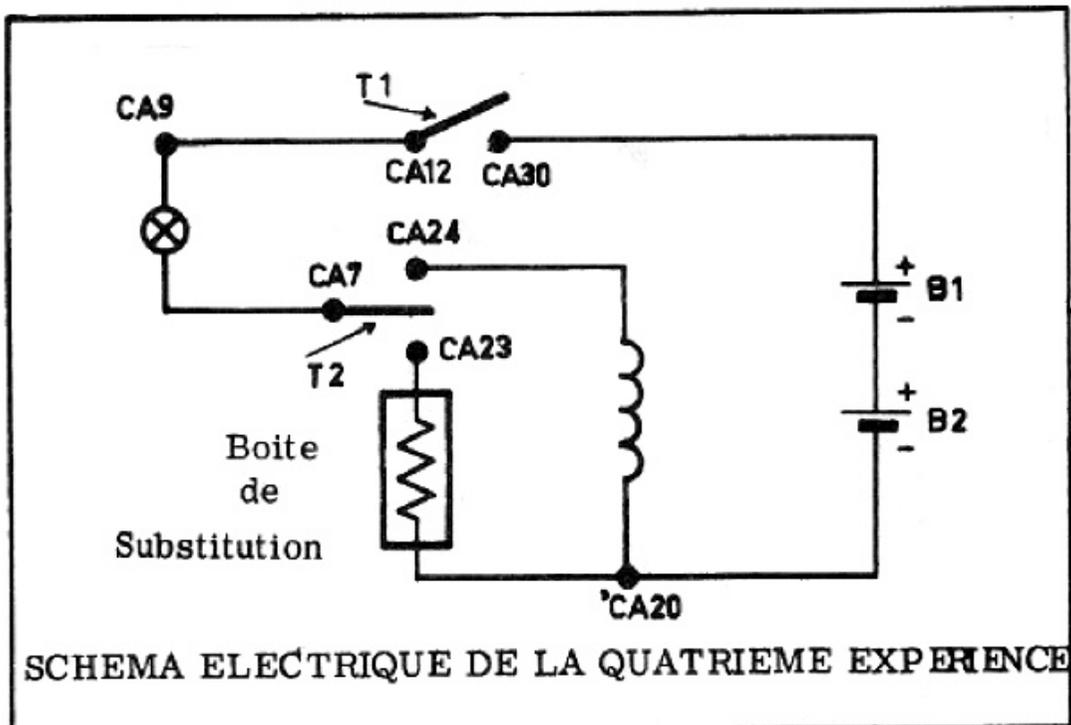


Figure 15

Dans ces conditions, la lampe placée en série avec l'enroulement de la bobine s'allume avec une certaine intensité qui dépend de la résistance de la bobine.

Introduisez ensuite dans la bobine les tôles en E (figure 9) ; il n'y a pas de variation dans la luminosité de la lampe.

Nous pouvons en déduire que les tôles n'ont pas d'effet sur la valeur de la résistance de la bobine.

En utilisant de façon adéquate la boîte de substitution, on pourra connaître approximativement la valeur de la résistance de la bobine.

Placez le commutateur S1 de la boîte de substitution en position 100 Ω et le levier de l'interrupteur en position S.

Placez la touche T2 en contact avec la cosse CA23 ; vous constaterez que la lampe s'allume avec approximativement la même intensité qu'avant. Vous pouvez contrôler ce fait en mettant la touche T2 en contact avec la cosse CA24, c'est-à-dire en reliant de nouveau la bobine en série avec la lampe.

On peut déduire de celà que la bobine oppose une résistance électrique d'environ 100 ohms au passage du courant continu.

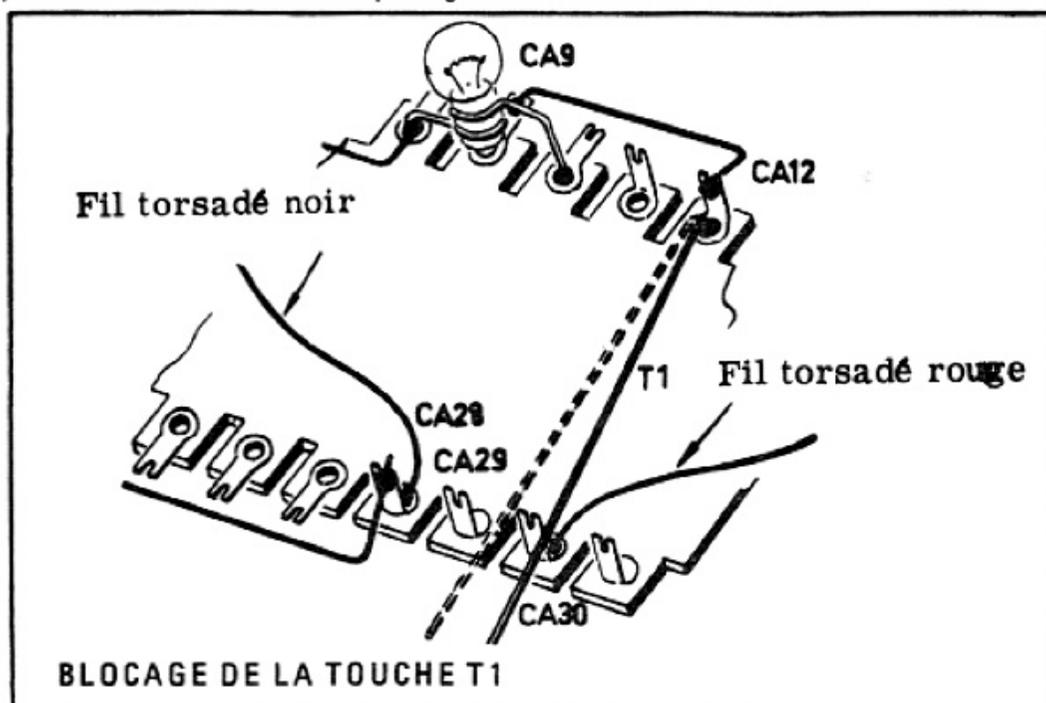


Figure 16

3 - INDUCTION D'UNE BOBINE

Les expériences effectuées durant cette leçon ont permis d'analyser le comportement d'une bobine parcourue par un courant électrique créant ainsi un champ magnétique. La valeur de ce champ est d'autant plus élevée que le nombre des spires de la bobine est grand et la perméabilité magnétique du noyau élevée.

La propriété d'une bobine, parcourue par un courant électrique, de créer un champ magnétique est appelée INDUCTION : de ce qui précède on en déduit que l'induction dépend du nombre de spires de la bobine et des caractéristiques de perméabilité du noyau.

L'induction d'une bobine peut se définir comme étant la *propriété de s'opposer aux variations rapides d'un courant qui la parcourt.*

La cinquième et dernière expérience met en évidence cette propriété.

CINQUIEME EXPERIENCE

Effectuez, en suivant l'ordre indiqué, les opérations suivantes sur la plaquette à 34 cosses :

a) Dessoudez le fil noir de la tresse d'alimentation, de la cosse CA28 et soudez-le sur l'oeillet de la cosse CA29.

b) Coupez un morceau de fil souple vert de 20 cm. et soudez une de ses extrémités à une pince crocodile non isolée, c'est-à-dire que le bout de la pince n'est pas gainé de plastique. Pour effectuer la soudure, maintenez par la pince crocodile un bout de carton et étamez soigneusement le point où vous devez souder le morceau de fil (*figure 17*).

c) Soudez l'extrémité libre du fil vert sur l'oeillet de la cosse CA28.

d) Torsadez entre eux les trois fils (rouge - vert et noir) munis de pinces crocodiles de façon à ne former qu'une tresse à trois couleurs.

Maintenant la touche T1 assume la fonction du contact mobile d'un contacteur dans lequel le contact commun est constitué par la cosse CA12 et les deux positions par les cosses CA29 et CA30.

e) Dessoudez les fils noir et rouge des languettes des cosses A0 et A3 de la bobine.

f) Retirez de la bobine les tôles en E et réintroduisez-les à nouveau, avec les tôles en I conformément à la *figure 18*. Pour effectuer cette opération appuyez la base de la carcasse sur la table, du côté qui ne porte pas les cosses et introduisez les tôles parallèlement au dessus de la table (*figure 18*).

Introduisez les tôles en E et en I dans l'ordre suivant :

- une tôle en E du côté A
- une tôle en E du côté B
- une tôle en I du côté A
- une tôle en E du côté A

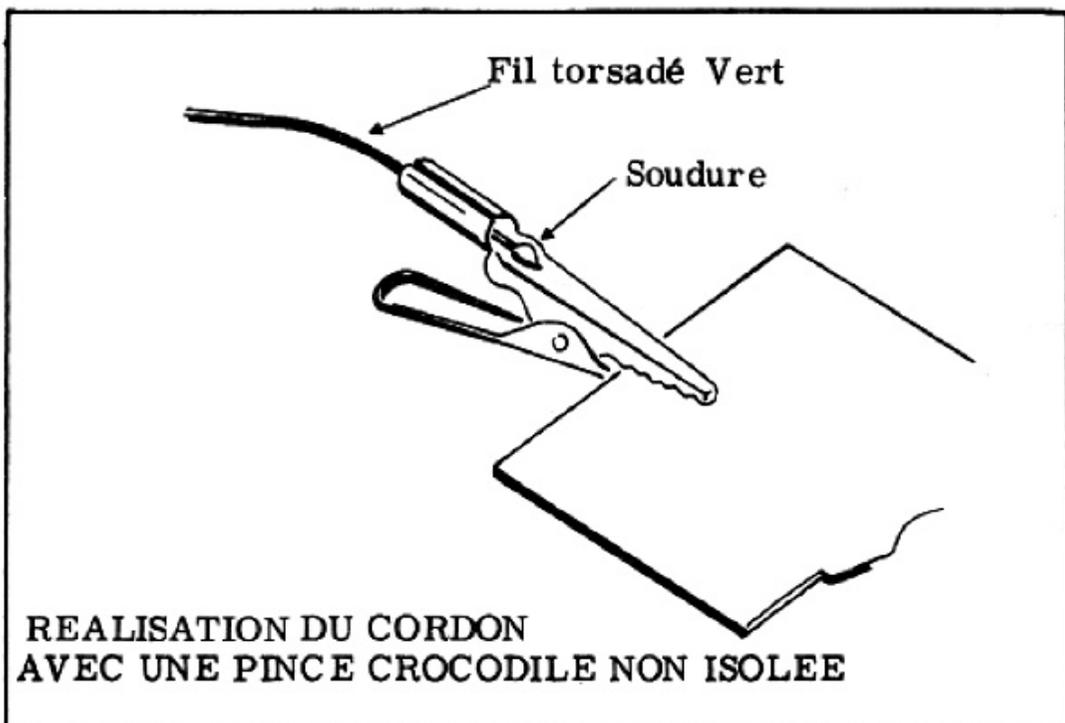


Figure 17

une tôle en I du côté B
 une tôle en E du côté B
 une tôle en I du côté A

et ainsi de suite jusqu'à ce que le noyau soit complètement formé.

Il arrivera un moment où vous aurez quelque difficulté à introduire les tôles ; comprimez-les en les égalisant sur le côté, de façon à introduire le plus grand nombre de tôles. Pour cette opération *employez seulement des outils ou objets en bois ; surtout pas d'objets ou d'outils métalliques ; donc pas de marteau.*

En introduisant les tôles en I placez-les de sorte que le trou central de fixation corresponde exactement au trou central des tôles en E.

Enfin pour terminer le montage, disposez une tôle en I sur la première tôle introduite du côté A, c'est-à-dire sur la tôle en E. Le montage terminé la bobine aura l'aspect montré *figure 19*.

g) Pour maintenir les tôles à leur place exacte et éviter de faux mouvements pendant leur manipulation, fixez les deux vis de 3x35 mm. dans les ouvertures pratiquées dans les tôles et bloquez-les avec deux écrous (*figure 19*).

h) Soudez ensuite le fil noir provenant de la cosse CA20 à la languette de la cosse A1 de la bobine ; soudez le fil rouge provenant de la cosse CA24 à la languette de la cosse A0.

Contrôlez que les deux piles sont bien reliées en série et ensuite vous les raccordez à la plaquette pour alimenter le circuit.

i) Serrez avec la pince crocodile rouge de la tresse d'alimentation partant de la cosse CA30 le pôle positif de la pile B1 ; serrez avec la pince crocodile noire de la tresse provenant de la cosse CA29 le pôle négatif de la pile B2 .

j) Serrez la pince crocodile non isolée reliée au fil vert, provenant de la cosse CA28 au pôle positif de la pile B2 ; ce pôle est relié déjà par le pontet avec le pôle négatif de la pile B1.

k) Il reste à vous assurer que la boîte de substitution est raccordée à la plaquette ; vérifiez que les fiches bananes rouge et noire des cordons sont bien placées l'une dans la douille rouge (M) et l'autre dans la douille noire (N) de la boîte de substitution ; vérifiez également que la pince cro-

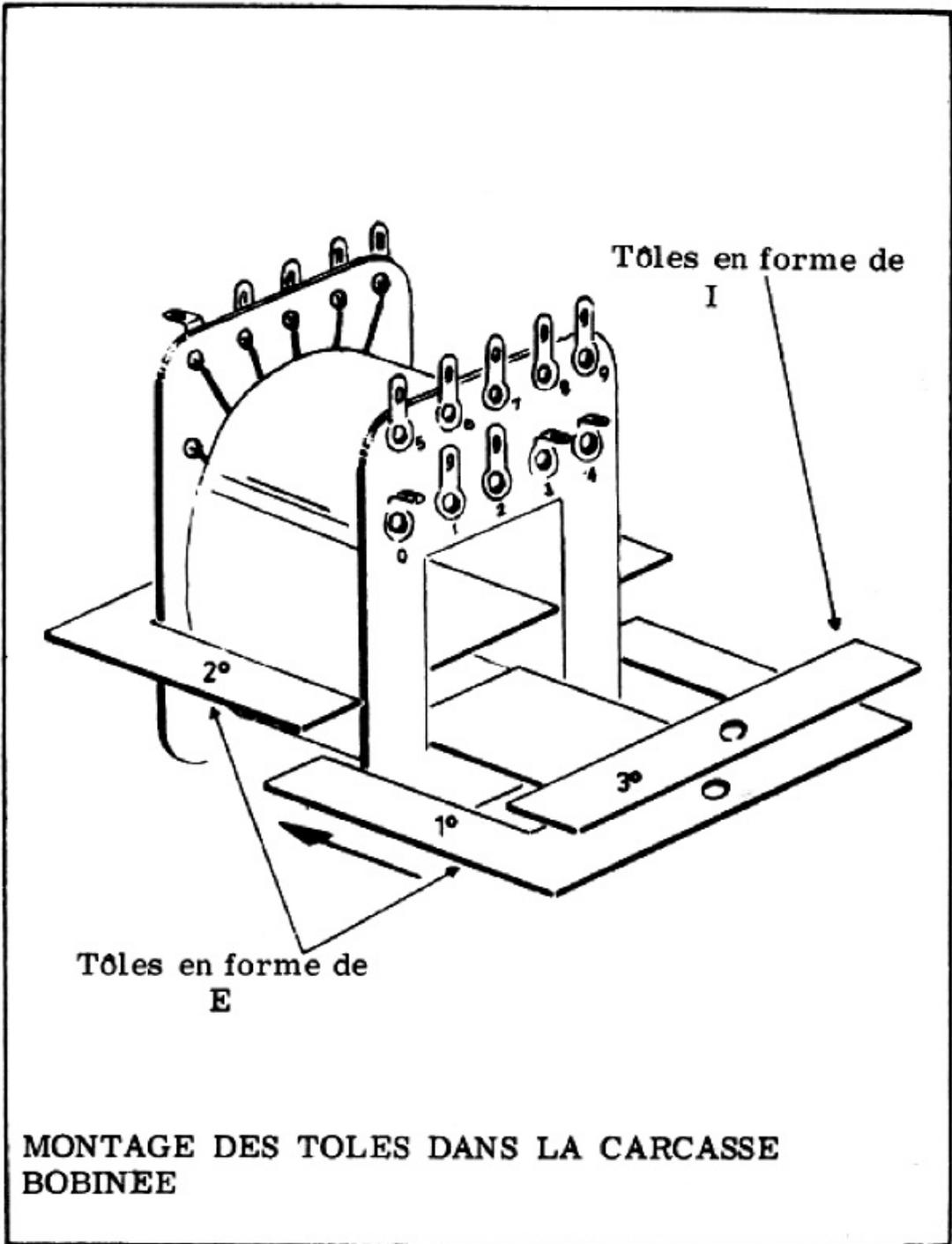


Figure 18

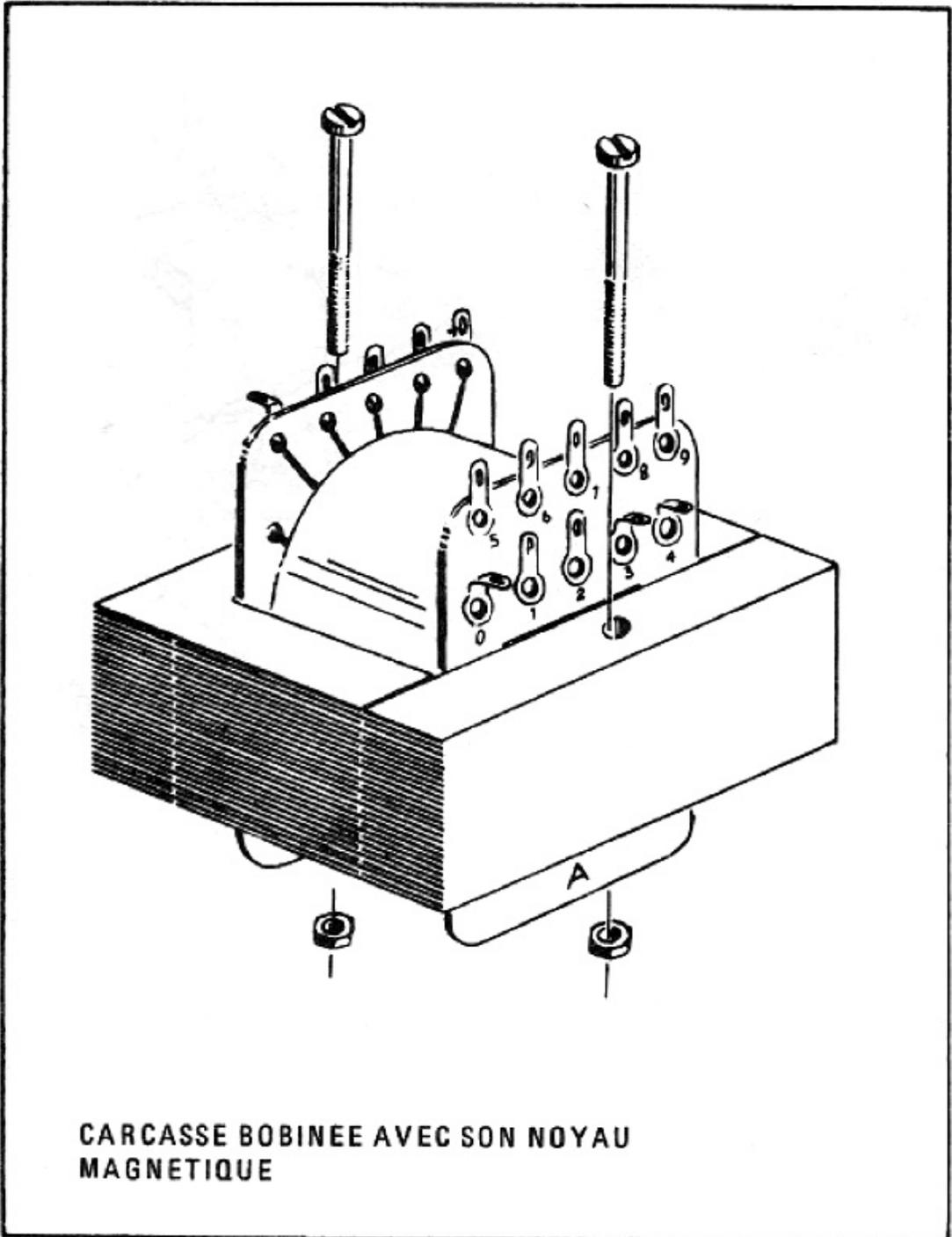


Figure 19

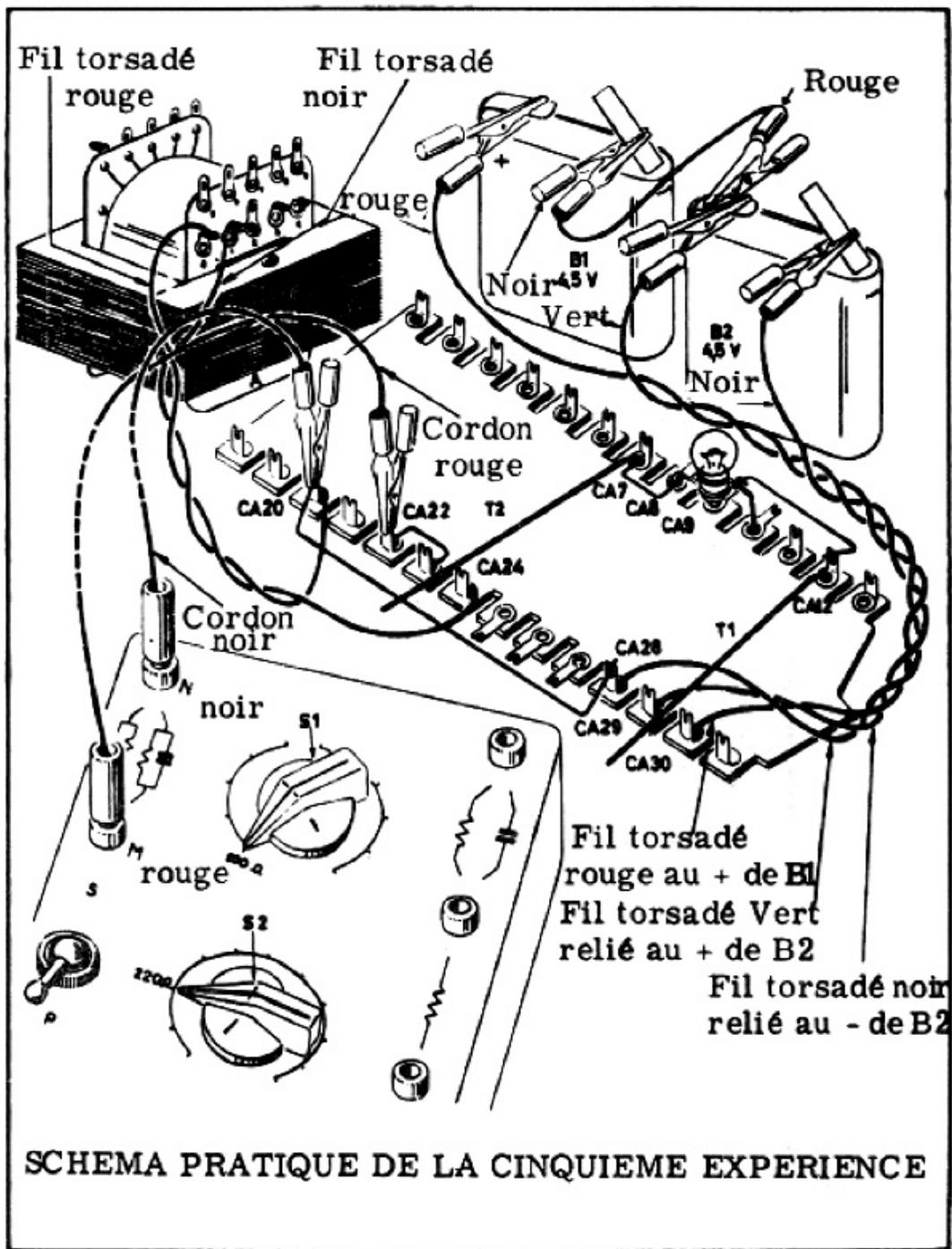


Figure 20

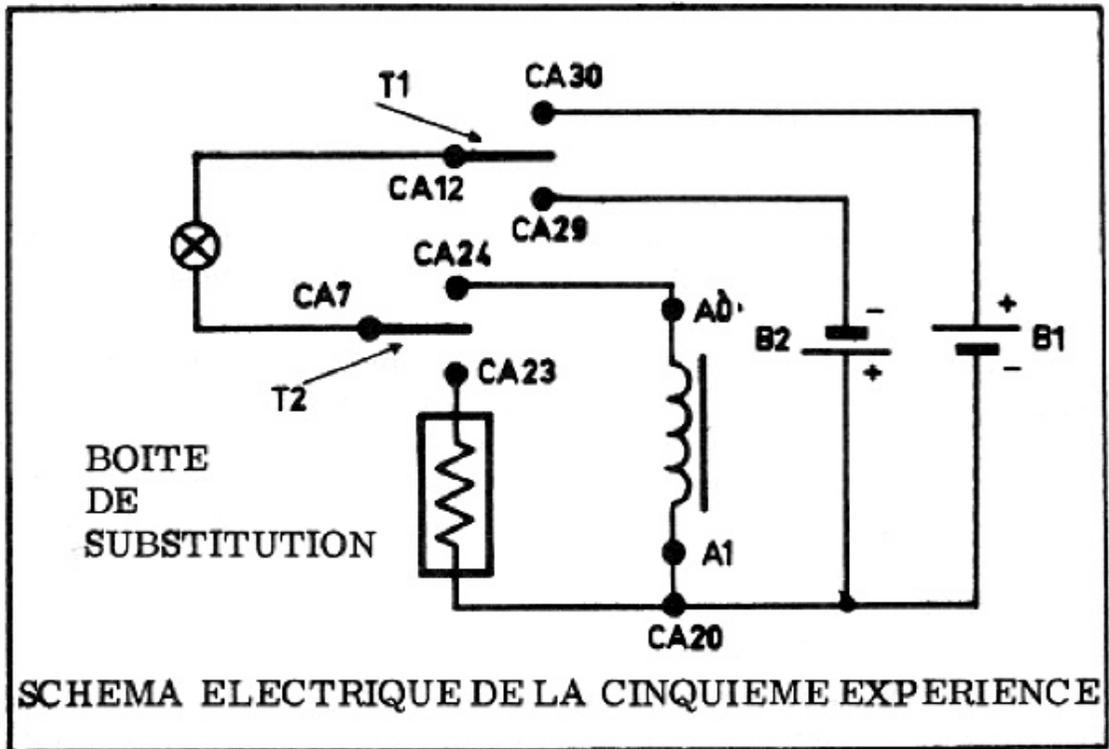


Figure 21

codile rouge du cordon rouge serre convenablement la languette de la cosse CA22 de la plaquette et que la pince crocodile noire du cordon noir serre la languette de la cosse CA20

La *figure 20* représente le schéma de câblage du montage ; la *figure 21* le schéma électrique.

l) Réglez ensuite la boîte de substitution de façon appropriée, c'est-à-dire placez le commutateur S1 sur 100 Ω ; le commutateur S2 sur 220 Ω et l'interrupteur sur P.

m) Mettez en contact la touche T2 sur la cosse CA23 en la croisant sur la languette de la cosse ; vous avez de cette façon un contact fixe qui insère dans le circuit la valeur de la résistance provenant de la boîte de substitution.

Ayant terminé ces préparatifs, commencez l'expérience.

Mettez en contact la touche T1 avec la cosse CA29 et passez d'un geste rapide sur la cosse CA30. Cette manoeuvre de la touche permet d'insérer la pile B2 d'abord et ensuite la pile B1 et d'inverser leurs polarités entre elles. Le sens du courant est rapidement interverti dans la résistance de la boîte de substitution ; vous constaterez que la lampe restera pratiquement allumée sans interruption, pourvu que le mouvement de la touche soit exécuté assez rapidement.

Ensuite remplacez la résistance de la boîte de substitution par l'enroulement de la bobine ; mettez la touche T2 en contact avec la cosse CA24 (faites-la chevaucher sur la languette de la cosse) faites passer la touche T1 de la cosse CA30 à la cosse CA29 ; vous remarquerez que la lampe s'éteindra pendant un court moment, puis s'allumera de nouveau, même si le mouvement a été très rapide.

Ce retard d'allumage de la lampe provient de *l'induction de la bobine qui s'oppose aux variations de courant électrique la parcourant.*

La fraction de temps pendant laquelle la lampe est éteinte provient de ce que le courant met un certain moment pour changer de parcours ; c'est là une des caractéristiques des bobines.

Vous pouvez détacher les piles et ranger en lieu sûr votre matériel, à l'abri de la poussière et de l'humidité.

Vous effectuerez dans la prochaine leçon d'autres essais intéressants sur l'électro-magnétisme et analyserez un autre type de courant : le *COURANT ALTERNATIF*, ainsi qu'un important composant : le *TRANSFORMATEUR*.

