

LES JOUETS  
SCIENTIFIQUES



*existent également  
dans les formules ci-dessous*

- ☆ **OPTIQUE - ELECTRICITE**  
(Leçons de choses)
- ☆ **PHYSIQUE ET CHIMIE**  
(Mon premier laboratoire)
- ☆ **LE JEUNE RADIO**
- ☆ **LE PETIT PHYSICIEN**
- ☆ **LE PETIT BIOLOGISTE**
- ☆ **LE PETIT CHIMISTE**
- ☆ **L'INGENIEUR ELECTRICIEN**
- ☆ **L'INGENIEUR CHIMISTE**
- ☆ **LE DOCTEUR EN BIOLOGIE**

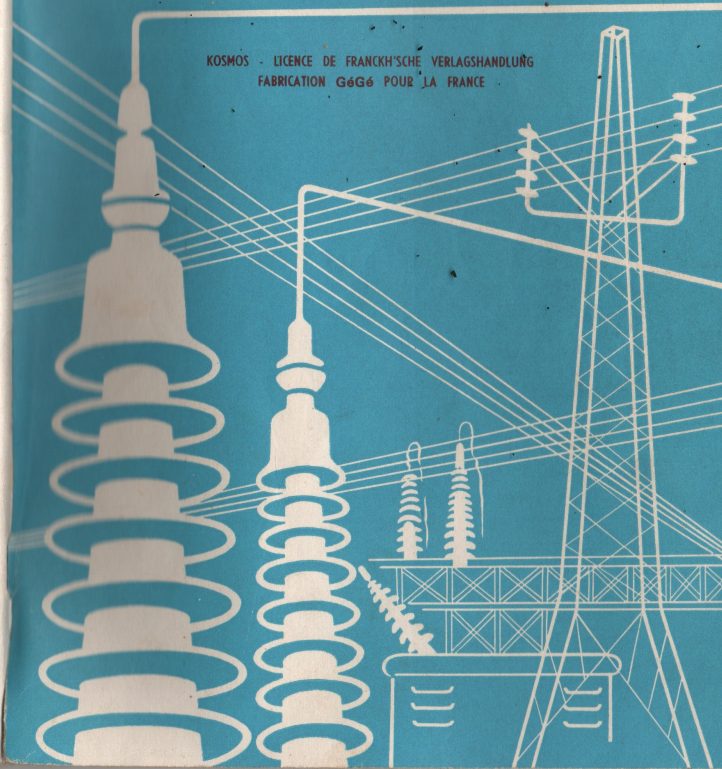
# L'ELECTRICIEN



PLUS DE 180 EXPERIENCES

par le Dr W. FRÖHLICH

KOSMOS - LICENCE DE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG  
FABRICATION G6G6 POUR LA FRANCE



JOUET SCIENTIFIQUE 

# L'ELECTRICIEN

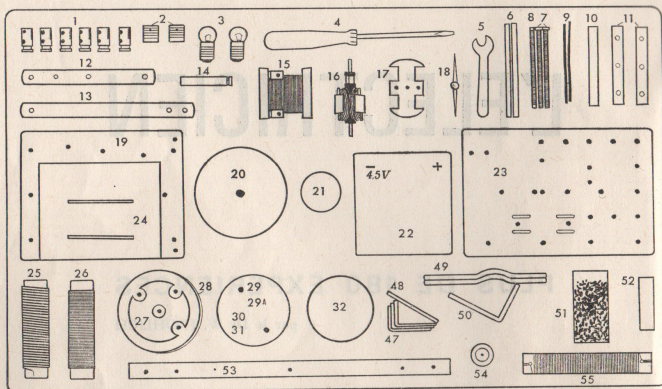
PLUS DE 180 EXPERIENCES

par le Dr. W. FRÖHLICH

LICENCE DE KOSMOS FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG  
FABRICATION GÉGÉ POUR LA FRANCE

## L'ÉLECTRICIEN

(NOMENCLATURE)



- |                                     |  |                                    |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| 1 6 douilles pinces                 | 21 Boîte avec limaille de fer          | 38 Vis avec contact arg.           |
| 2 2 douilles de lampes              | 22 Pile 4,5 V                          | 39 6 fiches prise de courant       |
| 3 2 ampoules 4,5 V                  | 23 Grande plaque de base               | 40 10 rondelles caoutch. et carton |
| 4 Tournevis                         | 24 2 frotteurs bronze 2 x 2/10         | 41 Bague de collecteur             |
| 5 Clé plate                         | 25 Rouleau de fil connexion            | 42 2 segments de collect.          |
| 6 2 tiges acier                     | 26 Rouleau de fil bobinage             | 43 Tube de collecteur              |
| 7 2 vis de liaison                  | 27 Poulie                              | 44 Grande rondelle                 |
| 8 Vis axe                           | 28 Membrane pour micro                 | 45 2 vis tête ronde 3 x 8          |
| 9 2 fils acier doux                 | 29 Couvercle fer percé                 | 46 Circlips                        |
| 10 Lame acier doux pour ampèremètre | 29a Boîtier aluminium non percé        | 47 3 équerres support              |
| 11 2 ressorts contact               | 30 Ruban papier pour appareil « Mors » | 48 Armature                        |
| 12 Billame avec contact arg.        | 31 2 bracelets caoutchouc              | 49 2 masses polaires               |
| 13 Levier laiton                    | 32 Boîtier plastique contenant :       | 50 Equerre acier doux              |
| 14 Noyau acier doux                 | 33 10 cm tube isolant                  | 51 Grenaille microphonique         |
| 15 Bobine                           | 34 10 vis courtes 3 x 10               | 52 Aimant                          |
| 16 Rotor bobiné pour moteur         | 35 10 écrous six pans                  | 53 Tige bois                       |
| 17 6 tôles d'ancre à 2 pôles        | 36 2 écrous moletés                    | 54 Poulie moteur avec vis          |
| 18 Aiguille aimantée                | 37 3 vis longues 3 x 25                | 55 Résistance                      |
| 19 Petite plaque de base            |  | 56 Manuel d'instruction            |
| 20 Timbre de sonnerie               |  |                                    |

Toute pièce de rechange peut être livrée séparément

© Copyright by FRANKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG - STUTTGART. Fabrication G&G pour la France (licence de Kosmos, Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart). Tous droits de reproduction réservés. Imprimé en France par l'Imprimerie spéciale G&G. Dépôt légal N° 1401, 1<sup>er</sup> trimestre 1966.

MON CHÈRE ÉLECTRICIEN,

Le jouet scientifique que nous vous présentons vous permet d'occuper vos loisirs tout en vous instruisant. Votre boîte contient en effet tout le matériel nécessaire pour vous familiariser avec les premiers éléments du courant électrique.

Nous vous recommandons de faire les expériences sans en omettre aucune, dans l'ordre indiqué dans le présent livret. Vouloir commencer au milieu ou par la fin vous conduirait à un échec car la suite des expériences a été étudiée spécialement pour que les montages réalisés servent plusieurs fois, au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

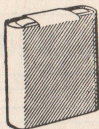
Vous vous servirez de la pile de lampe de poche pour éclairer, aimanter, sonner, transmettre à distance et, finalement, pour actionner un moteur de votre propre construction.

Toutes les pièces de la boîte ont leur utilité et nous vous recommandons de les ranger soigneusement dans leurs casiers respectifs chaque fois que vous démonterez un montage.

Lisez bien en détail chaque paragraphe avant de réaliser le montage correspondant et en observant la suite chronologique des expériences, vous aurez une réussite certaine.

## A. - La lumière électrique

### 1. Une vieille connaissance.



Voici déjà une vieille connaissance : la pile de lampe de poche. Est-elle vraiment encore bonne ? Je l'espère. Personne ne l'a encore utilisée puisque la bande de garantie est intacte et qu'il faut déchirer celle-ci pour utiliser la pile. Nous allons nous en servir immédiatement ; arrachons donc la bande de papier ! A présent, les deux lames-ressorts de prise de courant sont libres ; l'une est longue et l'autre courte. Mais vous devez absolument éviter tout contact ou une liaison directe par un fil conducteur entre les deux lames.

### 2. L'examen de la pile avec la langue.

Si la pile n'a pas encore été utilisée et si elle a été gardée trop longtemps en magasin, elle pourrait tout de même être abîmée. La plupart des piles ne durent que quelques mois. Elles se gâtent comme des fruits frais. Si nous mettons la langue entre les deux lames métalliques repliées et relevées, nous pouvons nous rendre compte si la batterie est encore bonne. Quel mauvais goût ! Mais ceci est la preuve que la batterie est encore en bon état et qu'elle n'attend que le moment de pouvoir fournir du courant pour faire des expériences intéressantes. Dans certains cas, ce procédé pourrait devenir dangereux.

### 3. Une belle petite lampe.

La pile ne demande pas mieux que de mettre en évidence le courant qui sommeille en elle. Son rôle essentiel est d'allumer une petite lampe. Nous lui en donnons l'occasion puisque nous disposons de cette lampe. La lumière de notre petite ampoule est consécutive à l'incandescence d'un petit filament. Pour éviter que celui-ci ne se consume, il est logé à l'intérieur de la petite ampoule dans laquelle on a pompé l'air pour faire le vide. Nous savons que sans air, toute combustion est impossible.

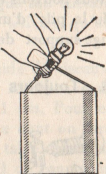
Le filament est maintenu en place par deux fils de gros diamètre qui servent également à amener le courant. Un des fils est relié par soudure à la douille filetée et l'autre à une petite rondelle isolée se trouvant à la base de la douille. Vous reconnaîtrez facilement ces deux points de soudure.

4

### 4. La petite lampe s'allume.

Pour allumer notre petite ampoule, nous appuierons la douille filetée contre la languette longue de notre pile et nous ferons toucher l'extrémité de la languette courte contre la plaquette inférieure de notre petite ampoule. Si on tient à ce que la pile conserve longtemps sa force, il faut veiller à ce que les deux lames ne touchent pas en même temps la douille de la lampe. Veillez également à ce que les deux lames ne se touchent jamais entre elles.

Si nous observons une ampoule électrique comme celles utilisées pour l'éclairage de notre chambre, nous verrons très bien les deux points de soudure reliant le filament au filetage et à la base de la douille, pour une lampe vissée, et au fond de la douille pour une lampe à baïonnette.



### 5. Monture de lampe.

Comme il est très malaisé de tenir notre petite ampoule contre les lames de la pile, nous allons faire un montage simple pour pouvoir la fixer à l'aide d'une monture (douille support de lampe).

Nous trouvons dans notre boîte deux douilles de ce genre. Chacune se compose d'une douille proprement dite que nous munissons intérieurement d'une rondelle isolante en carton. Le filetage de la douille est d'un diamètre légèrement supérieur à celui du filetage de l'ampoule afin de pouvoir visser cette dernière. Le fond de la douille sera muni intérieurement et extérieurement d'une rondelle isolante en carton, rondelles qui seront maintenues en place en passant une vis courte par l'intérieur de la douille. La tête de la vis se trouve face à face avec la plaquette inférieure de l'ampoule. Les deux rondelles carton ont pour but d'éviter que le filetage de la douille ne vienne en contact avec la vis. Vissons maintenant notre ampoule jusqu'à ce que sa plaquette inférieure vienne en contact avec la tête de vis.

(Nous pouvons facilement observer les deux points de contact sur une ampoule du commerce servant à l'éclairage de l'appartement.) Nous verrons surtout l'analogie si l'ampoule est du type à vis « Edison ».

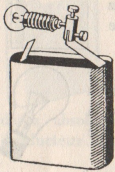
Munissons maintenant la vis de notre douille de lampe d'un écrou que nous bloquons soigneusement sur la vis en ayant soin de laisser notre rondelle carton extérieure en place et nous aurons ainsi réalisé une douille-support.



5

Nous pouvons envoyer le courant dans notre ampoule en touchant avec les lames de la pile, d'une part le filetage de notre douille-support, et, d'autre part, la tige-support de la douille.

### 6. Toujours prête à l'emploi.



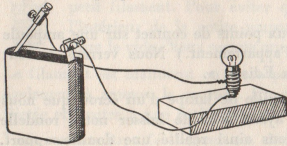
Il serait très commode de fixer directement la petite lampe à la lame longue de la pile. Prenons une de nos pince-douilles et munissons-la d'une vis latérale. Nous pouvons donc fixer cette pince sur la lame longue de la pile, lame que nous aurons d'abord pliée légèrement vers le haut. Le trou latéral de la pince sera muni de la tige-support de douille et nous immobiliserons celle-ci en vissant une deuxième vis courte en bout de la pince-douille. Il suffit maintenant d'appuyer sur la douille de lampe pour amener celle-ci en contact avec la lame courte de la pile, et notre ampoule s'allumera.

### 7. Une lampe portative, mais non une lampe de poche.

Ainsi, nous aurons monté une véritable lampe portative, mais nous ne voudrions pas vous conseiller de la mettre dans votre poche; elle pourrait s'y allumer d'elle-même et sa lumière ne vous serait d'aucune utilité. On ne doit jamais d'ailleurs appliquer l'une des lames contre l'autre, sinon la pile serait épuisée en quelques minutes.

### 8. Le premier voyage du courant.

Un des grands avantages de la lumière électrique est que la lampe peut être allumée à distance, du lit par exemple, sans que l'on soit obligé de se déplacer. Pour le montrer, nous installons notre monture de lampe sur la petite plaque de base en nous servant de deux écrous 6 pans que nous vissons, l'un directement sur la vis dépassant la monture, ensuite nous passons la tige à travers l'un des trous de la plaque, et nous vissons le deuxième écrou par en dessous de la plaque de base. Pour allumer notre lampe, il faut installer des conducteurs, c'est-à-dire un fil qui va de la pile jusqu'à la lampe et un fil de retour qui va de la lampe jusqu'à la pile, de sorte que le courant trouve son chemin de retour car le courant ne peut se



rendre à un endroit et y accomplir un travail que pour autant que son chemin de retour soit établi immédiatement. Il ne peut quitter la pile s'il n'a qu'un seul fil à sa disposition.

Préparons maintenant deux fils de connexion en coupant, à l'aide de ciseaux, deux morceaux de 25 cm de longueur de notre fil isolé rouge. A chacune de ses extrémités, nous enlèverons l'isolant sur une longueur de 1 cm. Pour ce faire, on peut se servir d'un couteau ou d'une paire de ciseaux dont on fera glisser doucement la lame sur le bout du fil appuyé en bout de table. L'isolant enlevé, nous apercevons le conducteur brillant en cuivre. Le fil de connexion est muni d'un isolant à seule fin que l'électricité parcourant le fil ne puisse s'en échapper au cas où deux conducteurs viendraient à se toucher. Le courant ne pourra circuler que pour autant que les extrémités dénudées soient mises en contact avec les languettes de la pile. Le fil doit être également dérudé à l'endroit où le courant pénètre dans la lampe ainsi qu'à l'endroit où il en sort. Fixons d'abord notre petite lampe en passant la queue fileté de la douille dans un trou quelconque de notre plaque de base. Nous visserons un écrou par en dessous pour que notre lampe soit immobilisée. En bloquant cet écrou, nous serrons en même temps l'extrémité d'un de nos fils dont nous aurons entouré la queue fileté de la douille de lampe.

L'extrémité dénudée du deuxième fil sera mise en contact avec la partie fileté de la douille en entourant celle-ci avec la partie dénudée, comme le montre la figure, ou mieux encore, en dévissant l'ampoule nous introduisons l'extrémité dénudée sur une faible longueur par le petit trou latéral de la douille et nous revissons l'ampoule en la bloquant.

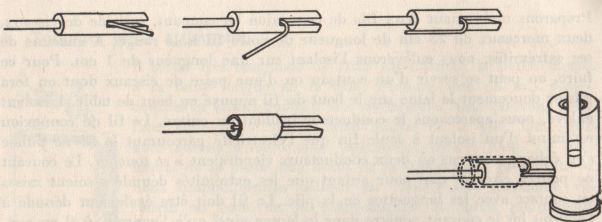
On voit également sur la figure comment munir d'une pince-douille chacune des languettes de la pile. Cela nous permet de passer les extrémités dénudées des deux fils chacune dans un des trous latéraux des pinces.

### 9. Les fiches prises de courant.

Les fiches prises de courant sont très pratiques. Elles nous évitent d'abîmer les extrémités des fils en bloquant ceux-ci avec une vis.

Le montage de ces fiches se fait comme décrit ci-après: nous passons la partie dénudée de 1 cm de longueur au travers du petit trou de la fiche et nous la replions latéralement vers l'arrière en sortant par la fente. Ensuite, nous découpons un morceau de 8 mm de longueur de la gaine isolante contenue dans notre boîte et nous en coiffons la fiche par l'arrière pour immobiliser le fil en laissant dépasser évidemment la partie fendue de la fiche. En introduisant ces fiches dans les trous des pince-douilles, nous réaliserons de bonnes connexions. Nous savons d'ailleurs que les prises de courant du commerce que

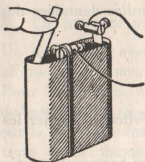
nous employons couramment dans les installations sont également munies de fiches fendues.



Munissons une des extrémités de nos deux fils de 25 cm de longueur d'une fiche prise de courant, et nous ferons de même pour un troisième fil de 50 cm de longueur.

#### 10. Un interrupteur simple.

En laissant notre lampe allumée, nous utilisons beaucoup de courant ; or la pile a besoin d'être ménagée. Elle peut durer longtemps quand elle ne fonctionne que par intermittence, ce qui lui permet de reprendre des forces entre-temps.

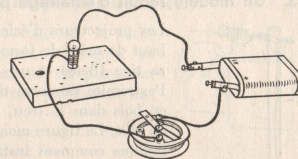


Dans l'expérience n° 6, il était facile d'allumer en appuyant sur la petite ampoule. Cette fois-ci, nous faisons un montage différent. Nous retirons la pince-douille de la lame longue sans enlever le fil qui y est fixé, et nous immobilisons cette pince-douille sur la pile au moyen d'un élastique (voir figure). A présent, on peut presser sur le ressort comme sur un bouton, et la petite lampe s'allumera.

#### 11. Un interrupteur tournant.

Quand nous voulons allumer une lampe électrique, nous fermons un interrupteur. Voici comment on peut faire un interrupteur tournant au moyen de la poulie

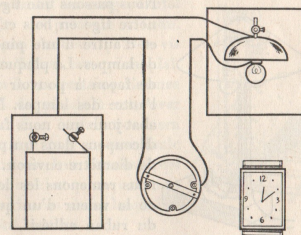
en matière plastique. Passons deux vis à travers deux trous diamétralement opposés de notre poulie et immobilisons-les au moyen de deux écrous vissés par en dessous. Nous passons ensuite une troisième vis par en dessous à travers le trou central de la poulie. Cette vis reçoit une lame de commutateur en laiton par le trou central de celle-ci ainsi qu'un écrou pour immobiliser cette lame. L'écrou ne sera pas bloqué complètement afin de permettre à la lame-ressort de tourner, de sorte qu'elle peut relier les deux têtes de vis entre elles. Le montage est représenté sur la figure ci-dessus. Le fil partant de la douille de la lampe pour rejoindre la pile est plus long, et nous nous servirons du fil de 50 cm de longueur que nous avons préparé lors de l'expérience n° 9. Les deux autres fils, qui font chacun 25 cm de longueur, relieront, l'un la vis de gauche du commutateur à la pile, l'autre la vis de droite du commutateur à la base de la lampe.



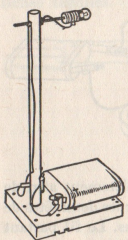
#### 12. La montre éclairée.

A l'aide de pointes fines, nous fixons au mur les deux plaques de base ainsi que la poulie en matière plastique constituant l'interrupteur. La première plaque de base comporte la pile maintenue en place grâce aux deux pinces-douilles qui serrent respectivement la lame longue et la lame courte. Le fil électrique sera fixé à l'aide de punaises. La deuxième plaque de base sert de support à la lampe.

L'abat-jour est constitué par le timbre de sonnerie.

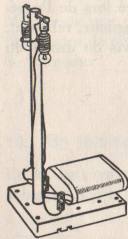


### 13. Un modèle réduit d'éclairage public.



Les projecteurs d'éclairage public sont en général fixés en haut de mâts de formes diverses. Fixons notre ampoule par sa tige filetée et un écrou à l'un des trous se trouvant à l'extrémité de notre tige de bois. Nous enfonçons cette tige en bois dans le trou, prévu à cet effet, de la petite plaque de base. La figure montre ce montage en même temps qu'elle indique comment installer la pile en immobilisant ses deux languettes à l'aide de pincettes. L'un des fils de branchement partant de la pile sera relié à la tige de la douille en le serrant en dessous de l'écrou de fixation, l'autre fil ira rejoindre la douille filetée en introduisant son extrémité dans le petit trou, ou en entortillant une partie dénudée sur 4 cm de longueur autour de la douille de lampe.

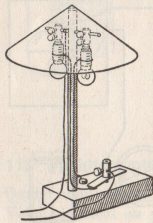
### 14. Un mât d'éclairage à deux feux.



Nous recommandons l'expérience précédente en munissant notre mât de deux ampoules qui seront fixées de part et d'autre de la tige en bois, chacune par sa tige et son écrou. Pour que les deux lampes s'allument en même temps, nous prélevons sur notre bobine un morceau de 10 cm de fil et nous l'utilisons pour relier entre elles les deux douilles de lampes. L'autre fil, celui venant de notre pile, reliera ensemble les deux tiges supports de douilles.

### 15. Lampe de chevet.

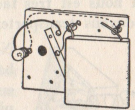
Ce genre de lampe est très courant et trouve son emploi dans tous les intérieurs.



Nous passons une tige acier à travers le trou d'extrémité de notre tige en bois et nous munissons la tige acier de part et d'autre d'une pince-douille vissée en bout des douilles de lampes. La plaque de base sera munie d'un interrupteur, de façon à pouvoir mettre en circuit tantôt l'une, tantôt l'autre des lampes. Nous coiffons notre tige de bois d'un abat-jour que nous fabriquons nous-même. Pour cela, nous découpons dans un papier multicolore un cercle de 20 cm de diamètre environ. Nous l'entaillons suivant un rayon et nous ramenons les deux bords de la section l'un sur l'autre de la valeur d'un quart de cercle, puis nous collons avec du ruban adhésif.

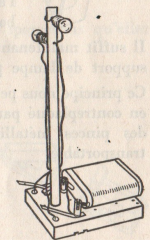
### 16. Plaque avec support de pile, lampe et interrupteur.

La figure ci-contre nous montre un montage sur la petite plaque de base, montage qui comprend une lampe, un interrupteur, ainsi qu'une pile maintenue en place par deux pincettes. Ces pincettes sont fixées en passant une vis courte sous la plaque de base.



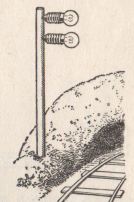
### 17. Lampe de chevet à double interrupteur.

Nous voyons sur la figure ci-contre comment installer notre lampe de chevet en utilisant un interrupteur double. Nous amenons le courant depuis la pince de gauche de la pile aux deux points de rotation de nos interrupteurs que nous avons reliés entre eux par un petit bout de fil électrique. Les têtes de vis seront reliées l'une à la douille de la première lampe, la deuxième à la douille de la deuxième lampe. Le retour vers la pile s'effectue par un fil reliant les deux tiges supports de lampe. Nous pouvons maintenant allumer chacune des lampes séparément, ou bien, en agissant sur les deux interrupteurs en même temps, les allumer toutes les deux simultanément.



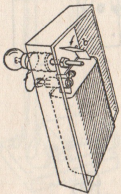
### 18. Signaux de chemin de fer

Pour construire un signal qui s'allume tantôt en rouge, tantôt en vert, nous recouvrons les ampoules de peinture à l'eau. Le commutateur est construit au moyen de deux petites vis et du ressort de commutateur. L'installation sera plus plaisante si on place le mât de signalisation à une certaine distance du commutateur. Peut-être aurez-vous du plaisir à retrouver alors votre chemin de fer électrique. Son installation sera encore plus attrayante si le signal se trouve dans un monticule de sable traversé par un tunnel. Vous voudrez certainement conserver ce beau dispositif d'éclairage, et c'est pourquoi nous allons, entre-temps, faire d'autres expériences dans lesquelles les pièces employées précédemment sont inutiles.



### 19. Lampe de poche.

Il nous est très facile de construire une véritable lampe de poche que nous pouvons transporter sans crainte.



Nous ferons d'abord l'essai en nous servant de notre plaque de base. Près de son bord gauche, nous fixons une pince-douille en passant la vis par-dessus la plaque ; la fente de cette pince sera légèrement inclinée afin de recevoir la lame courte de notre pile qui sera bloquée dans cette fente à l'aide d'une vis latérale. Nous passons notre support de lampe par un des trous se trouvant dans la rangée centrale de notre plaque de base et nous l'immobiliserons par en dessous la plaque à l'aide d'un écrou. Cet écrou serrera en même temps un petit bout de fil que nous relierons à la pince-douille déjà en place.

Il suffit maintenant d'appuyer la lame longue de la pile contre la douille du support de lampe pour que celle-ci s'éclaire.

Ce principe nous permet donc de faire un montage semblable sur une planchette en contreplaqué par exemple, en immobilisant notre pile par des vis à bois et des pinces métalliques. Nous aurons ainsi réalisé une lampe de poche transportable.

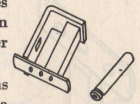
## B. - Les aimants - Généralités

### 20. Trois amis intimes.

Vous avez certainement remarqué que votre boîte contient des pièces en acier de formes diverses, soit : une pièce à section carrée, une équerre en fer plat, ainsi qu'une pièce droite en fer méplat.

Notre pièce à section carrée étant un aimant, nous pouvons facilement assembler les trois pièces ensemble, la droite, la courbe et la plate. Nous disposons également d'un noyau en fer rond que nous pouvons joindre à cet ensemble.

En déplaçant l'une quelconque de ces pièces, nous nous apercevons qu'elles suivent toutes le mouvement.

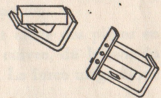


### 21. L'amitié à deux.

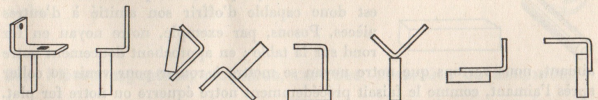
Il nous faut déployer beaucoup d'efforts pour séparer la pièce de fer plat des deux autres pièces. Les deux pièces restantes se rejoignent l'une l'autre pour former un triangle. En séparant également ces deux pièces, nous pourrions les installer individuellement sur la table.

Nous constatons qu'en approchant la pièce coudée de la pièce plate, il n'y a aucune attraction : ces deux pièces sont effectivement en fer doux et ne présentent pas d'aimantation.

Si nous approchons notre pièce de section carrée d'une quelconque des deux autres pièces, nous observons à ce moment-là une attraction. Notre pièce à section carrée est un aimant.



### 22. Attraction dans toutes les positions.



Notre aimant carré peut attirer notre équerre en acier doux en donnant à cette dernière n'importe quelle position. Les figures ci-dessus en représentent un

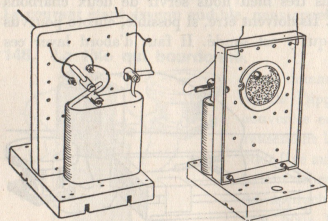
ment les deux charbons l'un sur l'autre, sur le fond d'une boîte à cigares vide. Grattons alors la boîte avec l'ongle. À l'aide de l'écouteur, nous entendrons très distinctement le bruit de l'ongle sur la boîte. L'appareil qui comprend des charbons appuyés légèrement l'un sur l'autre, et qui a la propriété d'amplifier les sons, est appelé « microphone ».

### 151. Le diapason et le tic-tac d'une montre.

Nous avons déjà remarqué que certaines fourchettes de cuisine émettent un son quand on les frappe contre le genou par exemple, et qu'on porte ensuite la fourchette à l'oreille. Prenons une fourchette de ce genre, tapons les dents sur le bord d'une table et posons immédiatement le manche de la fourchette sur la boîte à cigares de l'expérience précédente : le son de la fourchette est transmis à l'écouteur et nous entendons nettement ses vibrations. Il en est de même si nous posons sur la boîte à cigares un réveil, par exemple ; nous entendons le tic-tac du réveil aussi fort que si nous tenions le réveil à l'oreille. Quand l'écouteur est assez éloigné du microphone, l'effet est encore plus spectaculaire.

### 152. Microphone à grenaille.

Les microphones employés dans les appareils téléphoniques des P.T.T. ne contiennent évidemment pas de tige en charbon. Ils sont munis d'une capsule microphonique qui contient de la grenaille de charbon spéciale, grenaille qui est mise en mouvement quand on parle devant le microphone. Notre boîte contient un sachet de grenaille de ce genre, nous allons nous en servir pour construire un microphone.



Prenons notre grande plaque de base. Nous constaterons qu'elle comporte à sa partie inférieure une cavité annulaire qui présente elle-même, en plus du trou central que nous avons déjà utilisé, trois trous supplémentaires. Passons donc quatre vis dans ces quatre trous, les têtes étant en dessous de la plaque, et immobilisons-les sur la face avant au moyen de quatre écrous. La pla-

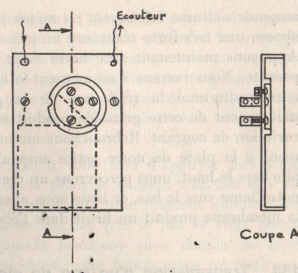
que étant posée à plat, et toujours la face inférieure sur le dessus, nous remplissons la cavité aux  $3/4$  avec de la grenaille microphonique.

Notre boîte contient également une membrane circulaire transparente que nous collerons soigneusement avec de la colle cellulosique (colle polystyrène) ou de la colle forte (genre seccotine) sur la cavité annulaire contenant de la grenaille microphonique, en ayant soin évidemment de mettre le moins de colle possible sur le pourtour de la membrane et de l'anneau de la plaque.

Une fois ce montage bien sec, nous mettons notre plaque de base debout sur chant et nous adaptions sur sa face avant (face inverse de celle qui comporte la grenaille microphonique) une pile de lampe de poche, tel que représenté sur la figure. La lame courte de la pile est serrée dans une pince-douille sur la droite de la plaque. Au-dessus de la pile, nous apercevons les bouts des vis servant au contact du microphone ; les trois vis extérieures sont munies d'écrous ; la vis centrale, en plus de son écrou, recevra une pince-douille. La lame longue de la pile passera librement entre cette pince-douille et les bouts des trois autres vis dépassant sur la face avant. Nous relierons les trois vis entre elles par un morceau de fil que nous aurons dénudé au préalable. La pince-douille centrale recevra une fiche-prise de courant munie d'un fil relié à l'écouteur. Le deuxième fil de l'écouteur viendra rejoindre la pince-douille maintenant la lame courte de la pile. En appuyant la lame longue de la pile contre la vis la plus basse de notre microphone, le courant circule depuis la pile jusqu'aux trois têtes de vis, ensuite à travers la grenaille microphonique jusqu'à la vis centrale, c'est-à-dire la pince-douille, et jusqu'à la deuxième borne de l'écouteur.

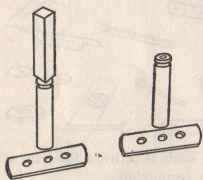
### 153. La résistance variable.

Au bout du fil qui amenait le courant vers l'écouteur, nous branchons à la place de celui-ci une de nos petites ampoules installées sur la plaque de base. En appuyant la lame longue de notre pile vers le haut, notre ampoule s'éclaire normalement. En appuyant au contraire cette lame vers le bas, c'est-à-dire en obligeant le courant à traverser d'abord la grenaille microphonique, notre



autre métal pour leur conférer un aspect différent. Nous pouvons donc, avec notre aimant, essayer d'attirer divers objets tels que : timbre de sonnerie, compas, visserie, ustensiles de cuisine, boîtes de conserve. Il existe des vis en acier, laitonées ou nickelées. Les boîtes de conserve sont souvent en fer et recouvertes extérieurement d'étain.

### 27. Un aimant transmet son magnétisme.



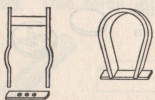
Nous avons déjà constaté, lors de l'expérience n° 22, que le noyau en fer rond de notre boîte ne possédait pas de force d'attraction. Nous allons nous en convaincre à nouveau en essayant d'attirer notre fer plat à l'aide du noyau en fer. Nous nous apercevons que rien ne se produit.

Suspendons maintenant notre noyau en fer doux à l'une des extrémités de notre aimant. Si nous approchons l'ensemble de notre fer plat, nous nous apercevons que celui-ci est attiré par le noyau rond.

Nous maintenons d'une main notre noyau en fer doux, et de l'autre nous enlevons l'aimant à la partie supérieure : notre noyau perd immédiatement sa force d'attraction et le petit fer plat retombe sur la table. « Au contact d'un aimant, le fer doux devient temporairement magnétique ».

### 28. Prolongement d'un aimant.

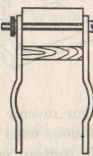
Prenons dans notre boîte les deux fers plats comportant un arrondi (masses polaires) et plaquons-les de part et d'autre de notre aimant, comme le montre la figure ci-contre. La force magnétique se transmet maintenant aux deux extrémités libres de ces masses polaires et notre petit fer plat (armature) est attiré en deux endroits. La force d'attraction est maintenant beaucoup plus forte qu'elle ne l'était précédemment. Le fer est effectivement attiré par les deux pôles.



Cette disposition correspond à l'aimant fer à cheval que l'on utilisait couramment autrefois. Ce dernier était particulièrement puissant car ses deux pôles étaient très rapprochés l'un de l'autre.

### 29. L'aimant fer à cheval.

Pour la suite de nos essais, nous fixerons solidement les pièces constituant notre aimant en fer à cheval. Nos deux masses polaires étant plaquées contre l'aimant comme précédemment, nous passons une vis de liaison de 50 mm de longueur à travers les trous des masses polaires et nous mettons en dessous de cette vis une petite cale en bois dont la longueur est égale à celle de l'aimant. Nous vissons un écrou moleté sur notre vis de liaison et nous bloquons l'ensemble. Notre aimant en fer à cheval est ainsi constitué.



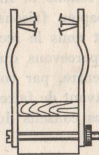
### 30. Une chaîne de clous.

La force magnétique est toujours plus élevée quand les deux pôles d'un aimant sont reliés par l'armature que l'on désire attirer. Nous pouvons, à l'aide de clous, faire une chaîne continue, une sorte de pont suspendu qui va d'un pôle de l'aimant à l'autre. Si nous plongeons notre aimant fer à cheval dans une boîte contenant de petites pointes, une grande quantité de celles-ci restera collée à l'aimant pour relier les deux pôles entre eux.



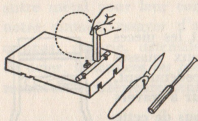
### 31. Ils ne peuvent se toucher.

Prenons deux pointes qui, mises bout à bout, ont une longueur inférieure à l'écartement des branches de notre aimant fer à cheval. Nous en collons une d'un côté de l'aimant et l'autre, de l'autre côté : les deux clous se regarderont, et si nous bougeons l'un vers le bas, il aura tendance à remonter immédiatement pour faire vis-à-vis à l'autre en tremblant légèrement. Ce fait est consécutif à l'attraction qui se produit entre les deux pointes, et comme celles-ci ne peuvent se toucher à cause de leur longueur insuffisante, elles auront toujours tendance à se mettre face à face.



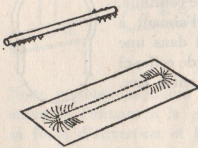
### 32. L'acier dur aimanté reste magnétique.

Nous avons constaté précédemment qu'une pièce en acier doux perd son magnétisme quand nous l'écartons de l'aimant. Une pièce en acier dur, par exemple une de nos tiges de 6 cm de longueur contenues dans notre boîte, peut être aimantée sous l'action d'un aimant.



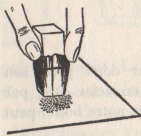
Nous disposons cette tige sur notre plaque de base en l'immobilisant à l'aide de trois vis, comme indiqué sur le croquis ci-contre. La vis centrale sera immobilisée par un écrou. Nous frottons maintenant une vingtaine de fois la tige acier à l'aide de notre aimant en partant du centre de la tige vers une des extrémités et en décrivant un arc dans l'air pour revenir au centre, et ainsi de suite. La tige acier est devenue magnétique, et nous nous en convainçons en essayant d'attirer de petites pointes. Les lames de couteau ou de tournevis sont généralement en acier et nous pouvons facilement faire l'essai de les aimanter. Il en est de même pour les aiguilles à tricoter, à condition que celles-ci ne soient pas en métal léger ou en matière plastique.

### 33. L'aimantation est concentrée aux extrémités de l'aimant.



Nous le remarquons aisément en suspendant de petites pointes à la tige en acier que nous avons aimantée lors de l'expérience précédente. Elles sont facilement attirées par les extrémités de notre tige, mais au milieu de celle-ci il n'y a aucune attraction. La force d'attraction de cette tige aimantée étant relativement faible, nous allons remplacer les pointes par de petites particules de fer. Prenons la limaille de fer contenue dans notre boîte et, sur une feuille de papier, faisons-en un petit tas allongé. Nous y plongeons notre tige aimantée et nous le recouvrons avec la limaille de fer. En retirant la tige, nous nous apercevons que les extrémités sont recouvertes d'une barbe de limaille ; au centre, par contre, il n'y a aucune attraction. Avant de faire cette expérience avec notre aimant, nous vous conseillons de lire les conseils du n° 34.

### 34. La barbe de fer.



On pourrait évidemment réaliser cette barbe de fer avec l'aimant contenu dans notre boîte, mais nous ne vous conseillons pas de plonger celui-ci directement dans la limaille de fer, l'attraction serait tellement forte qu'il vous serait presque impossible de débarrasser l'aimant de la limaille. On peut éviter cet inconvénient en posant d'abord l'aimant

sur une feuille de papier pour replier ensuite celle-ci autour de l'aimant vers le haut et sur les quatre faces. De cette façon, la limaille se trouvera extérieure au papier. Il se forme une barbe métallique et en dépliant le papier, avant de retirer l'aimant, la limaille retombe et l'aimant reste propre.

### 35. Le noyau en fer cylindrique n'est pas magnétique.

On peut s'en convaincre facilement en prenant ce noyau, en l'entourant de papier comme nous l'avons fait précédemment pour l'aimant, et en le plongeant dans la limaille de fer. Il se peut que quelques particules soient attirées. Si nous frottons notre noyau en fer doux avec l'aimant comme dans l'expérience n° 32, nous constaterons également qu'il devient très peu magnétique. Il n'y a que l'acier dur qui peut devenir aimant permanent. Nous allons, malgré cela, vous montrer ultérieurement comment le noyau en fer doux peut devenir un véritable aimant.



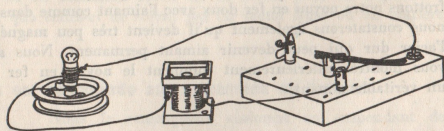
## C. - Courant et magnétisme

### 36. A quoi peut bien servir notre bobine ?

Nous pensons que vous êtes intrigué par la bobine enroulée de fil émaillé. Il ne s'agit pas bien entendu d'en dérouler le fil et de s'en servir comme conducteur ; le courant doit parcourir le bobinage tel qu'il est enroulé sur la bobine.

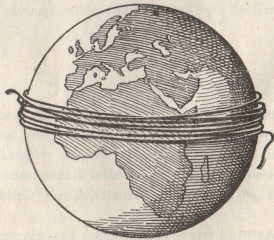
Pour amener le courant, nous passons nos fiches prises de courant dans les bornes de la bobine et nous les bloquons légèrement.

Le courant de la pile ne sera certainement pas enchanté si nous l'obligeons à parcourir toutes les spires avant de parvenir à notre lampe. Du moins ce long trajet doit, semble-t-il, le retarder un peu, et la lampe ne s'allumera pas tout de suite quand nous abaisserons la lame. En est-il bien ainsi ? Non, la lampe s'allume immédiatement malgré le long chemin que le courant a parcouru. Il faut que le courant soit très rapide puisque le temps qu'il utilise ainsi pour parcourir un chemin si long, avec ses multiples courbes, est pour ainsi dire nul.



### 37. Sept fois et demi le tour de la terre.

Oui, notre courant a une vitesse vraiment fantastique. Notre figure montre la terre dans l'espace. Eh bien ! autour de l'équateur, qui mesure 40.000 km, ou 40 millions de mètres, est enroulé un fil conducteur qui en fait 7 fois 1/2 le tour ; or, ce chemin d'une longueur prodigieuse peut être parcouru par notre courant en l'espace d'une seconde. Il n'est donc pas étonnant que le courant ne s'inquiète guère de la longueur du fil de la bobine.



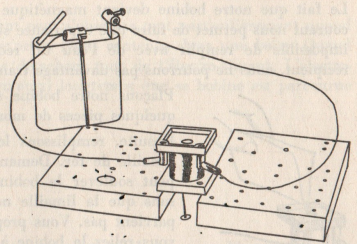
### 38. La frayeur le fait sauter en l'air.

Il est heureux que nous ne voyions pas le courant lorsqu'il parcourt le fil avec sa vitesse vertigineuse, car une telle vitesse ne manquerait pas de nous effrayer. Mettons à présent un clou, la tête en bas, dans la bobine. Puis faisons passer le courant dans la bobine, donc tout autour du clou. Auparavant, plaçons la bobine, afin de la surelever, sur nos deux plaques de base ou sur deux boîtes d'allumettes.

Quand on presse plusieurs fois sur le ressort pour faire passer le courant pendant un court instant, le clou sautera à une hauteur telle qu'il s'échappera par l'orifice supérieur de la bobine.

Pour amener le courant à la bobine et pour le retour à la batterie, nous utiliserons des morceaux de fil isolé de 35 cm de longueur munis à chaque extrémité de fiches.

Les trous latéraux dans les bornes de la bobine sont d'un diamètre tel que les fiches y tiennent sans autre, néanmoins ces bornes ont été munies de vis de serrage supplémentaires.



### 39. La danse sur la tête.

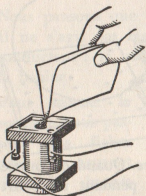
A présent, vous voulez faire voir à vos amis comment quelqu'un peut se tenir sur la tête et exécuter de grands sauts dans cette position. S'ils sont sceptiques, vous leur ferez l'expérience précédente. Ils ne se fâcheront pas de la plaisanterie si vous leur expliquez que le passage du courant rend la bobine magnétique, et qu'elle peut, par conséquent, attirer du fer dans sa cavité. C'est pourquoi l'électricien appelle cette bobine un « solénoïde ».

### 40. Un concasseur électrique.

Le noyau de fer doux pénètre également dans la bobine quand le courant de la pile, encore neuve, circule dans les spires de la bobine. Quand le courant est interrompu, le noyau retombe de son propre poids. Nous pouvons très bien l'utiliser comme concasseur et piler un petit tas de sel de cuisine.

#### 41. La limaille de fer qui disparaît.

Le fait que notre bobine devient magnétique quand elle est traversée par le courant nous permet de faire une expérience surprenante. Chacun sait qu'il est impossible de remplir avec de l'eau un récipient sans fond. Avec un tel récipient, nous ne pourrions pas davantage transporter de la farine ou du sable.

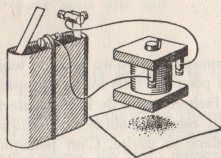


Plaçons notre bobine sur un disque en liège ou sur quelques pièces de monnaie afin d'en obturer le fond.

Ensuite, remplissons le trou de la bobine avec de la limaille de fer. Demandez alors à un de vos amis s'il peut soulever la bobine sans modifier sa position, et sans que la limaille ne s'en échappe. Il essaie et n'y parvient pas. Vous proposez alors de faire l'expérience, vous reliez la bobine à la pile et vous faites passer le courant. La bobine devient magnétique et retient la limaille dans sa cavité. Vous pourrez soulever la bobine

sans le disque en liège et la limaille ne tombera pas. Mais aussitôt que le ressort de la pile est soulevé, le courant ne passe plus et la limaille s'échappe de la bobine.

#### 42. L'électro-aimant.



Jusqu'à présent, notre noyau de fer doux ne possédait pas la moindre force magnétique et ne pouvait même pas attirer la plus légère limaille de fer. Au moyen du courant électrique, nous pouvons éveiller en lui des forces puissantes et disproportionnées avec la taille de notre aimant en acier. Pendant que la bobine est parcourue par le courant, nous plongeons l'extrémité du noyau dans de la limaille de fer : une grande quantité de limaille y adhère parce qu'il est devenu fortement magnétique, par suite du passage du courant.

C'est pourquoi la bobine pourvue du noyau de fer doux est appelée électro-aimant.

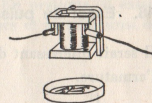
#### 43. Les clous qui s'attachent.

La grande force de l'électro-aimant peut s'observer tout particulièrement quand on lui fait soulever un amas de petits clous contenus dans une boîte. Quand le courant est interrompu, ils se détachent tous de l'électro-aimant. L'électro-aimant n'est donc magnétique qu'aussi longtemps que sa bobine est parcourue par le courant.

#### 44. L'union fait la force.

L'extrémité supérieure du noyau de fer est également capable d'attirer des clous : il est facile de s'en convaincre en retournant la bobine. L'effet est encore plus grand quand les deux extrémités du noyau de fer peuvent plonger en même temps dans une boîte de clous.

Pour que les-deux extrémités du noyau soient dirigées dans le même sens, nous prolongeons la partie supérieure de notre noyau en y adaptant à l'aide d'une vis courte en acier notre équerre en fer. La face inférieure du noyau étant munie de son circlips, le noyau avec son équerre ne peuvent plus sortir de la bobine.



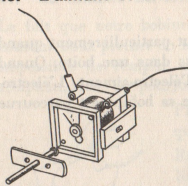
Nous avons ainsi amené l'extrémité supérieure de l'électro-aimant vers le bas, de sorte que les deux pôles sont l'un à côté de l'autre et peuvent s'aider mutuellement.

En envoyant du courant dans notre bobine, nous constaterons que la quantité de clous qui peut être soulevée est beaucoup plus importante que si le noyau était tout seul.

On peut donc appliquer aux pôles magnétiques le proverbe : « L'union fait la force. » Nous avons réalisé dans un sens un électro-aimant en fer à cheval dont la force d'attraction est supérieure à notre aimant acier de l'expérience n° 29.

Suspendons une série de petits clous l'un à l'autre à chaque pôle de l'électro-aimant. Quand le dernier clou n'a plus la force d'en supporter un autre, nous pouvons rapprocher les deux chaînes et former ainsi une chaîne continue reliant les deux pôles. Cette chaîne fermée à son tour est tellement forte que l'on peut y suspendre encore toutes sortes d'objets légers.

#### 45. L'aimant et son armature.

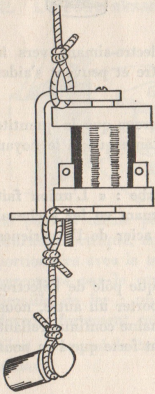


Appliquons maintenant le fer d'armature contre les deux pôles de l'électro-aimant, puis essayons de l'en détacher pendant que le courant passe. Nous remarquerons que l'armature adhère étroitement à l'électro-aimant. Ceci provient de ce que l'armature est lisse sur chacune de ses faces et s'applique ainsi fermement contre les pôles. L'électro-aimant peut donc développer toute sa force.

On peut communiquer à un électro-aimant une force beaucoup plus grande qu'à un simple aimant en acier. Si on exerce une traction bien perpendiculaire sur l'armature, il faut déployer une grande force pour l'arracher. Pour obtenir cette traction perpendiculaire, on tirera sur une vis dont on aura muni le trou central de l'armature.

#### 46. Essai de puissance.

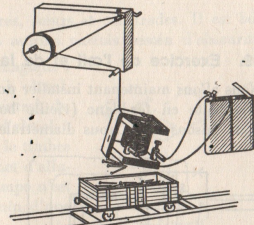
Il serait intéressant de savoir quel serait le poids nécessaire pour faire décoller l'armature.



Suspendons l'électro-aimant en passant une ficelle entre l'équerre et la bobine. Une deuxième ficelle sera attachée autour de l'armature et nous pouvons ainsi suspendre des poids (voir figure). Nous accrochons au fur et à mesure des poids de plus en plus lourds jusqu'à ce que l'armature se décolle brusquement. On notera le poids qui aura produit le décollage. Pour cette expérience, il faut prendre soin que l'électro-aimant se présente de façon telle que l'armature soit en position horizontale lorsqu'on y suspend les poids pour éviter qu'elle ne glisse sur le côté.

#### 47. L'électro-aimant élévateur.

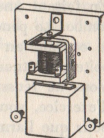
Pour cette expérience, nous suspendons notre électro-aimant par une ficelle fine assez longue. Notre plaque de base étant au bord d'une table, nous ferons passer la ficelle par-dessus une pince-douille maintenue en place par une vis et servant de poulie. Nous pouvons ainsi monter ou descendre notre électro-aimant que nous aurons muni de fils de branchement suffisamment longs. Deux boîtes au pied de la table, l'une pleine de clous, l'autre vide, figureront des wagons de chemin de fer. Il nous est facile, en envoyant le courant dans l'électro-aimant, de venir prendre des clous dans une des boîtes. Nous amenons la boîte vide en dessous de l'électro-aimant, nous coupons le courant, et nous recommandons jusqu'à ce que les clous soient passés d'une boîte dans l'autre. On aura donc ainsi procédé au chargement et au déchargement d'un wagon. En pratique, il existe des électro-aimants très puissants soulevant plusieurs tonnes et évitant ainsi de prendre des chaînes pour soulever des pièces de fer.



#### 48. Installation de l'électro-aimant.

Jusqu'à présent, nous nous sommes toujours servis de notre plaque de base posée à plat sur la table. Nous allons maintenant l'installer verticalement.

Passons deux vis longues dans les trous situés le plus près du bord inférieur. Nous munirons ces deux vis d'écrous moletés qui serviront d'appui à l'ensemble. A la partie supérieure de la plaque, nous fixerons une équerre-support par vis et par écrou, et cette équerre-support servira à suspendre notre électro-aimant en fer à cheval. Nous nous servirons de la même vis qui relie la grosse équerre au noyau pour cette fixation. Le noyau en fer se présentera verticalement vers le bas et la bobine ne peut s'en échapper à cause du circlips passant dans la rainure du noyau.



Posons maintenant sur la table, en dessous de notre électro-aimant, notre armature en fer doux (munie de trois trous). Quand le courant circule dans la bobine, l'armature est attirée.

Quand nous coupons le courant, nous sommes étonnés de constater que cette armature ne tombe pas toute seule. Cela provient d'une légère rémanence pouvant exister dans le fer. Pour éviter cet inconvénient, nous collons une bande de ruban adhésif sur notre armature et nous recommençons l'expérience. Nous verrons qu'à chaque rupture de courant, l'armature retombe sur la table.

#### 49. Exercice de l'œil et de la main.

Nous allons maintenant installer un pendule de grande longueur. Nous prenons une boîte en fer-blanc (vieille boîte de conserve) et, en haut de la boîte, nous faisons deux trous diamétralement opposés à l'aide d'une pointe et d'un marteau. Nous remplissons la boîte jusqu'à sa moitié de sable et nous la suspendons à l'aide de deux ficelles à deux pinces-douilles fixées sur notre plaque de base. Celle-ci sera suspendue à l'aide de deux crochets X (crochets comme ceux employés pour suspendre des tableaux ou des glaces). Ces crochets X seront eux-mêmes fixés dans le chambranle d'une porte. La boîte peut ainsi osciller librement. Notre plaque de base est évidemment munie de l'électro-aimant comme lors de l'expérience n° 48.

En envoyant le courant dans l'électro-aimant, nous y suspendons l'armature toujours munie, comme précédemment, du ruban adhésif.

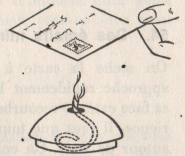
En faisant une interruption de courant pendant un court instant, l'armature tombe. Le pendule étant toujours en oscillation, le jeu consiste à interrompre le courant au bon moment pour que l'armature tombe précisément dans la boîte constituant le pendule lorsque celle-ci passe en dessous de l'électro-aimant. Vous ne réussirez pas cette expérience à tous les coups, mais après un peu d'exercice, vous aurez déterminé le moment précis d'interruption du courant pour que l'armature se retrouve dans la boîte de conserve.

## D. - L'électricité partout

#### 50. De la magie.

Faisons un peu de magie pour amuser frères, sœurs et camarades. Il est bon de faire la représentation le soir car nous aurons parfois besoin d'obscurité.

Nous avons en outre besoin d'une lampe magique ; ce sera, pour la circonstance, une lampe à alcool. Passons une ficelle épaisse par le trou central du timbre de sonnerie. Versons alors un peu d'alcool à brûler dans la boîte en aluminium, mettons le timbre par-dessus. La mèche qui dépasse nous permet d'allumer l'alcool à brûler. Pour le moment, la lampe n'est pas encore allumée. Nous avons encore besoin d'une carte postale (qui peut déjà avoir servi).



#### 51. La carte postale ensorcelée.

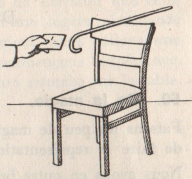
Pour commencer, mettons quelques menus morceaux de papier sur la table, ainsi que des fragments de papier d'étain et quelques flocons de coton hydrophile. Approchons maintenant la carte de ces objets : il ne se produit rien de particulier. A présent, séchons la carte au-dessus de la flamme de la lampe à alcool, déposons-la sur la table et frottons-la rapidement avec un chiffon de laine. Vous pouvez également pincer la carte entre votre veston et la manche, puis la tirer et répéter ceci plusieurs fois. Approchons alors la carte des morceaux de papier : ils sautillent et s'appliquent à la carte. Apparemment, la carte est aimantée. Ou bien ne serait-ce peut-être pas du magnétisme ? Un aimant n'attire que du fer et de l'acier, mais jamais des fragments de papier ou de flocons de coton hydrophile.

#### 52. Des forces mystérieuses.

Vous étonnerez vos amis avec l'expérience suivante : séchez à nouveau la carte, frottez-la énergiquement et appliquez-la contre le mur : à la stupéfaction générale, elle y adhère, et elle y adhère longtemps, maintenue en place par une force invisible. En hiver, vous ferez sécher un journal au-dessus du fourneau, puis vous le frotterez avec la manche et l'appliquerez au mur. On peut ainsi se dispenser de tenir le journal pour le lire.

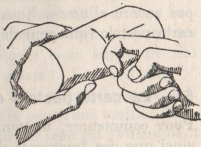
### 53. La canne obéit.

Il est facile de faire tenir une canne en équilibre sur le dossier d'une chaise. Approchez de sa poignée et par le côté une carte postale séchée, puis frottée. La poignée est attirée et d'une certaine distance déjà vous pourrez attirer la canne vers vous.



### 54. Des éclairs miniatures.

On sèche la carte à nouveau convenablement, on la frotte ensuite et on approche rapidement l'index jusqu'à une distance de quelques millimètres de sa face externe recourbée en voûte. Pour cette expérience, il faut que tout soit absolument silencieux autour de vous. On entend alors distinctement un crépitement et on ressent un léger picotement : une petite étincelle électrique s'est échappée de la carte, représentant un éclair en miniature. La carte était chargée d'électricité. De nombreux corps peuvent être ainsi électrisés par frottement.



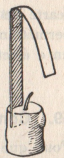
### 55. Des éclairs.

Nous allons voir cette fois-ci des éclairs en miniature dans l'obscurité. Eteignons la lumière et habituons-nous un instant à l'obscurité. La lampe à alcool permet cependant de donner une faible clarté. La carte est alors séchée et frottée. A une certaine distance de la lampe, faisons de nouveau jaillir une étincelle sur notre doigt : à présent, chacun voit la lueur de l'éclair et, pendant le frottement de la carte, on entend un crépitement et on voit des éclairs sur le papier.

### 56. Un appareil électrique sensible.

A côté de la mèche d'une bougie, on enfonce une lame en laiton chauffée au préalable. La substance de la bougie fond d'abord un peu, puis, quand elle

s'est refroidie, la lame est immobilisée dans le pied que constitue la bougie. On colle ensuite une bandelette de papier d'étain de 1 cm de largeur au haut de la lame en laiton et on veille à ce qu'elle forme vers le haut un arc bien arrondi pour retomber parallèlement au ressort laiton. Qu'arrive-t-il quand on approche une carte postale électrisée de la bandelette d'étain ? Conformément à notre attente, la carte attire la bandelette. Mais quand on éloigne la carte, la bandelette se comporte de façon étrange. Au lieu de s'abaisser verticalement, elle s'écarte de la lame en laiton. Qu'arrive-t-il quand on touche, non pas la bandelette d'étain, mais la lame laiton en n'importe quel point avec le doigt ? Aussitôt, la bandelette s'abaisse. Comment peut-on être aussi sensible !



### 57. Objets en matière plastique.

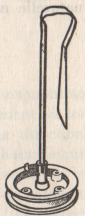
De nos jours, de nombreux objets sont en matière plastique. Nous pouvons aisément, par frottement, et sans un séchage préalable, électriser un grand nombre d'entre eux.

Frottons notre poulie en matière plastique et voyons si elle attire des fragments de papier. Frottons également la face avant de notre petite plaque de base. Nous voyons que tous ces objets deviennent électriques et attirent les petits bouts de papier. Nous ferons des essais avec d'autres objets tels que : peigne, stylo, jouets, etc. et nous verrons que certains d'entre eux se chargent d'électricité.

### 58. Un indicateur de charge (Electroscope).

Faisons un indicateur de charge électrique un peu plus sérieux que celui réalisé avec une bougie lors de l'expérience n° 56. Prenons notre poulie en matière plastique et fixons en son centre une pince-douille à l'aide d'une vis courte dont la tête sera du côté creux de la poulie. Munissons la fente de la pince-douille de notre levier commutateur (grande lame en laiton) et nous l'immobilisons par une vis latérale. Comme précédemment, nous collons un ruban en aluminium (papier chocolat) sur notre lame en laiton.

Frottons un stylo, un peigne ou une cuillère en plexiglas et touchons la lame en laiton : nous verrons le ruban en papier d'aluminium s'écarter plus ou moins de la lame laiton suivant que la charge est plus ou moins forte. Aussi longtemps que le ruban reste



écarté de la lame laiton, l'appareil est chargé électriquement. L'appareil nous permettant de voir sans autre si un corps est chargé électriquement est appelé un « électroscope ».

### 59. Conducteurs et non-conducteurs.

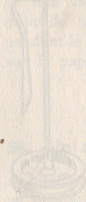
Pour que le ruban d'aluminium s'écarte à nouveau de la lame, nous devons d'abord l'électriser en le touchant avec la carte postale électrisée. Touchons ensuite la lame laiton, non pas avec le doigt, mais avec un fragment de cire à cacheter ou une bougie. Cette fois-ci, le ruban d'aluminium ne s'abaisse pas. La cire à cacheter et la paraffine de la bougie n'enlèvent pas l'électricité, ce sont des corps non conducteurs.

Après avoir chargé l'électroscope à nouveau, touchons-le avec un fil en coton. Contrairement à ce que nous pensons, l'électricité diminue lentement, ce qui prouve que le coton ne peut être électrisé par frottement.

Touchons l'électroscope chargé, à titre d'expérience, avec un bracelet caoutchouc ou avec le tube isolant de notre boîte, ou avec un autre corps non conducteur, frotté au préalable. Touchons également avec l'isolant que nous avons retiré de notre fil de connexion lors d'expériences précédentes. Nous voyons que l'électroscope reste chargé. En entourant un fil conducteur (fil de cuivre) par un corps non conducteur (isolant) on empêche l'électricité de sortir latéralement des fils.

### 60. Soie naturelle ou soie artificielle ?

Nous allons vérifier à présent si nos vêtements et nos cravates sont en soie véritable ou peut-être seulement en soie artificielle. Sachons que la soie artificielle est une espèce de coton qui conduit l'électricité, tandis que la soie naturelle ne la conduit pas. On fait toutes sortes de découvertes !

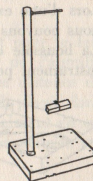


## E. - Action d'un aimant sur un autre aimant

### 61. Obstination magnétique.

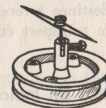
Suspendons notre aimant permanent par un fil sans torsion (du nylon par exemple) attaché en son centre. Au cas où nous éprouverions quelques difficultés à attacher le fil, nous entourerons d'abord notre aimant d'une bande de papier pour en faire un genre de berceau. Notre petite plaque de base munie de la tige en bois nous permettra de faire un support de fixation.

Nous observons que l'aimant s'arrête dans une position qui n'est autre que la direction Nord-Sud. Marquons à l'encre par un « N » l'extrémité tournée vers le Nord et par un « S », l'extrémité tournée vers le Sud. En faisant tourner l'aimant, nous voyons qu'au bout d'un certain temps il revient dans la direction Nord-Sud.



### 62. L'aiguille aimantée.

Il est plus simple encore de placer une aiguille aimantée sur la pointe d'une aiguille. Passons une vis courte par le trou central de notre poulie, la tête de la vis étant du côté creux, et vissons par-dessus une de nos pinces-douilles. Nous engageons dans la fente de celle-ci une aiguille à coudre, la pointe vers le haut, et nous l'immobilisons à l'aide d'une vis latérale. Posons dessus délicatement notre aiguille aimantée. Elle aussi prendra la direction Nord-Sud et nous remarquons que les pôles sont déjà repérés. Le pôle Nord de l'aiguille est bleu, le pôle Sud est blanc.



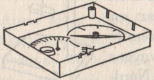
### 63. L'Amérique ne serait pas encore découverte.

L'Amérique ne serait peut-être pas encore découverte si cette lame magnétique insignifiante n'avait pas contribué à la découvrir. Ce n'est qu'au moment où les navigateurs surent reconnaître, même par temps de brouillard, la direction Nord-Sud, et par conséquent les autres points cardinaux, qu'ils se hasardèrent sur le vaste océan. Sans elle, ils auraient dû craindre de ne pas retrouver le chemin du retour ; au lieu de revenir à leur point de départ, ils s'en seraient peut-être encore éloignés. L'aiguille aimantée, c'est-à-dire la boussole, leur servit

alors de guide. Pour que la boussole soit complète, il faut encore la munir d'une feuille circulaire de papier sur laquelle sont indiqués les quatre points cardinaux et, éventuellement, les directions intermédiaires. Nous pouvons dessiner et découper nous-même une feuille de papier de ce genre.

#### 64. Une boussole de poche.

Lors d'une excursion à travers une forêt épaisse, ou par temps de brouillard, nous pouvons fort bien perdre notre direction et errer au hasard dans les bois. La boussole doit alors nous venir en aide. A cet effet, nous fabriquons un instrument portatif. La face inférieure et intérieure de notre petite plaque de base est déjà munie de la rose des vents comportant en son centre un petit trou. Passons à travers celui-ci une pointe d'aiguille de 1 cm de longueur environ que nous immobilisons avec une goutte de colle épaisse (seccotine par exemple). Posons ensuite l'aiguille aimantée sur la



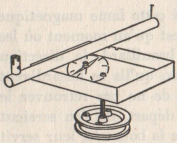
pointe d'aiguille et orientons notre plaque de base pour que l'aiguille recouvre les petits traits correspondant à la ligne Nord-Sud. A ce moment-là, nous pouvons, après réflexion, déterminer la situation des maisons, villes environnantes, etc. par rapport à notre propre situation, l'une se trouvant à l'Ouest, telle autre à l'Est, etc.

Nous pouvons, pour finir, dessiner nous-même une rose des vents ou découper celle figurant à la dernière page du livret, la coller dans le fond d'une boîte transparente en matière plastique. Par le fond de celle-ci, on passera une épingle destinée à recevoir l'aiguille aimantée. Le couvercle protégera l'ensemble pour le transport en promenade.

#### 65. Un indicateur de direction.

Installons notre aiguille aimantée sur une autre pointe d'aiguille mise au centre du cercle qui comporte des divisions de 10 en 10 degrés.

Pour permettre de viser plus facilement la direction choisie, nous rendons rotative notre plaque servant de boîte à boussole. Pour cela, nous passons une vis à travers le trou central de la plaque, vis que nous engageons au centre de la poulie. Pour viser la direction choisie, nous prenons notre tige en bois munie à une de ses extrémités d'une pince-douille et à l'autre d'une épingle. Posons la tige en bois sur deux encoches de la plaque de base ; nous visons facilement une



direction déterminée par rotation de la plaque. La graduation intérieure nous indique le décalage par rapport à la ligne Nord-Sud. Pour les essais suivants, nous réinstallons notre aiguille aimantée sur la poulie comme dans l'expérience n° 62.

#### 66. L'aiguille aimantée ne se laisse pas surprendre.

Nous avons déjà vu, à plusieurs reprises, l'attrance de l'aimant pour le fer. Si nous approchons involontairement une grosse pièce en fer de l'aiguille aimantée, par exemple des tenailles, l'aiguille s'en aperçoit à une distance de 20 cm déjà et elle se tourne vers le fer. Elle agit de même quand, placée dans une boîte, nous en approchons du fer, c'est-à-dire même quand l'aimant est séparé par la paroi de la boîte. Il semble que l'aiguille aimantée observe ses alentours au moyen d'antennes invisibles.

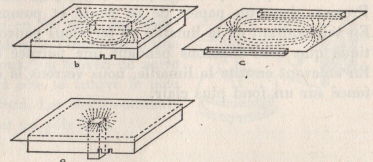
#### 67. Des lignes mystérieuses.

Essayons de découvrir ces lignes mystérieuses.

Nous posons notre aimant carré debout sur la table et nous le couvrons avec notre grande plaque de

base. Posons délicatement sur cette plaque une feuille de papier blanc et saupoudrons-la doucement avec de la limaille de fer. On pourra prendre une feuille de papier fort percée de trous d'épingle afin de pouvoir saupoudrer plus facilement. En tapotant légèrement la feuille de papier qui recouvre la plaque de base, nous verrons la limaille former des lignes partant du pôle de l'aimant pour s'éparpiller dans tous les sens.

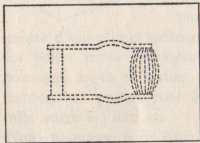
Ces lignes s'appellent des « lignes de forces ».



### 68. Tout autour de l'aimant.

On peut également poser l'aimant à plat sur la table puis saupoudrer de la limaille de fer sur le papier posé directement sur l'aimant. Nous verrons se former des lignes qui partent de chaque pôle pour décrire de grands arcs. Nous pouvons recommencer l'expérience en remplaçant notre aimant par la tige en acier que nous avons aimantée lors de l'expérience n° 32. Dans ce cas, et pour que le papier soit bien plat, nous le ferons reposer sur de petits bouts de bois ou de carton de l'épaisseur de notre tige en acier. Nous verrons apparaître une image de lignes de forces en saupoudrant avec de la limaille de fer.

### 69. Les lignes de forces de l'aimant fer à cheval.



On obtient de façon identique les lignes de forces (spectre magnétique) de l'aimant fer à cheval. Il suffit de munir notre aimant permanent des deux masses polaires comme précédemment. En couvrant l'ensemble avec une feuille de papier et en saupoudrant de la limaille de fer, nous verrons les lignes de forces partir d'un pôle vers l'autre et c'est entre les deux pôles qu'elles sont le plus

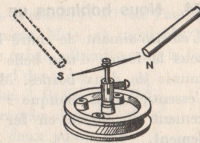
dense. Nous pouvons recommencer cette expérience en faisant un fer à cheval composé de notre aimant permanent et de la grosse équerre en fer. Le spectre magnétique nous montre que les deux pôles ainsi constitués n'ont pas la même force.

Nous savons par expérience que certains papiers de couleur pâlissent au soleil. Prenons donc un papier de ce genre et posons-le par-dessus notre aimant. En saupoudrant de la limaille de fer, nous pouvons réaliser un spectre magnétique que nous exposons pendant une journée ou deux aux rayons solaires. En enlevant ensuite la limaille, nous verrons le dessin des lignes de forces en foncé sur un fond plus clair.

### 70. Influence réciproque de deux aimants.

Nous sommes en possession de deux aimants, d'une part notre aiguille aimantée, d'autre part la petite tige en acier aimantée lors de l'expérience n° 32. Observons comment ils se comportent l'un par rapport à l'autre.

Approchons l'une des extrémités de la tige à 20 cm environ du pôle Nord de l'aiguille, puis la même extrémité de l'aimant de l'autre pôle de l'aiguille. L'observation est des plus intéressantes : deux des pôles des aimants s'attirent, et les deux autres se repoussent. Cela prouve que les deux pôles d'un aimant ne sont pas de même nature. Le pôle Nord d'un aimant repousse toujours un autre pôle Nord, mais il attire volontiers un pôle Sud. Inversement, le pôle Sud ne peut souffrir un autre pôle Sud, mais il sympathise volontiers avec un pôle Nord. Retenons donc que deux pôles de nom contraire s'attirent, tandis que deux pôles de même nom se repoussent. Le pôle Nord de notre aiguille aimantée est de couleur bleue, celui de notre aimant carré a été repéré par nos soins lors de l'expérience n° 61.

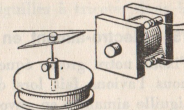


### 71. Une fausse indication.

La boussole, avec son aiguille aimantée qui indique si fidèlement la direction Nord-Sud, prend une position différente lorsqu'on la place sur une table dans le tiroir de laquelle nous aurons dissimulé notre aimant carré. Votre camarade de jeu ne saisira pas immédiatement la raison de l'indication fautive donnée par la boussole.

### 72. Pôle Nord et pôle Sud de l'électro-aimant.

Nous savons que notre noyau en fer doux est également aimanté quand on le place à l'intérieur d'une bobine parcourue par le courant. Au moyen de notre boussole, déterminons de quel côté se trouve le pôle Nord et de quel côté le pôle Sud. Les électro-aimants ont également un pôle Nord et un pôle Sud.



### 73. Le courant circule en sens inverse.

En inversant les connexions de la pile, donc par l'inversion du sens du courant, les pôles de l'électro-aimant sont également inversés.

#### 74. Nous bobinons un électro-aimant.

L'électro-aimant de notre boîte se présente sous la forme d'une belle bobine brillante, munie de deux bornes. Mais malgré cela, l'essentiel nous manque : il faut nécessairement un noyau en fer avec un enroulement.

Prélevons 2 mètres de notre fil de bobinage sur le rouleau en carton, jusqu'à présent inutilisé. Ce fil pourra nous servir ultérieurement pour d'autres expériences.

Entourons notre noyau en fer rond d'une feuille de papier mince ou de ruban adhésif et enroulons soigneusement notre fil de bobinage spire contre spire. Le fil est émaillé, donc isolé, aussi la feuille de papier qui entoure le noyau n'aura-t-elle été mise qu'à titre de précaution supplémentaire et pour être sûr que le fil de cuivre ne touche pas le fer. Une fois notre bobinage terminé, nous dénudons les deux extrémités du fil (l'entrée et la sortie du bobinage) en nous servant de préférence d'un bout de papier de verre fin ou de toile émeri fine pour gratter l'émail. Ensuite, nous tenons notre noyau au-dessus d'un petit tas de limaille de fer préparé sur une feuille de papier et nous envoyons le courant de la pile à travers le bobinage. La limaille est attirée et retombe dès que nous interrompons le courant. Notre noyau en fer est devenu un électro-aimant, de faible puissance évidemment.

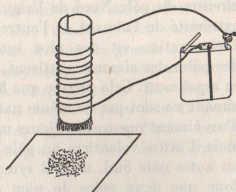
La force d'attraction d'un électro-aimant augmente avec le nombre de tours de fil, elle augmente également avec le diamètre du noyau de fer. De plus, la force est plus grande quand on se sert d'une pile neuve car le courant est alors plus fort.

#### 75. Electro-aimant en fer à cheval.

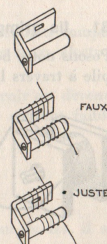
Fixons notre grosse équerre au bout de notre noyau en fer bobiné, comme nous l'avions fait lors de l'expérience n° 44 et approchons-nous de notre aiguille aimantée en envoyant le courant dans notre bobinage. Nous constatons que l'extrémité de la branche non bobinée de l'aimant en fer à cheval est également devenue magnétique.

#### 76. A chacun son dû.

Il est anormal que seule l'une des branches de notre aimant en fer à cheval soit bobinée. Il serait plus équitable de répartir les spires sur les deux branches.



Faisons un essai et enroulons 30 spires sur l'une des branches et 30 sur l'autre, ce qui nécessite environ 3 m de notre fil d'enroulement. Mais, au préalable, il est préférable d'appliquer une bande de papier ou de ruban adhésif contre le fer afin d'éviter tout contact entre celui-ci et le fil. Lequel des pôles est le pôle Nord ? Comment est la force d'attraction ? Probablement avez-vous enroulé le fil sur la deuxième branche dans le même sens que la première, ce qui détermine deux pôles Nord dans le noyau. De ce fait, il n'a pas une grande force d'attraction. Pour avoir deux pôles de nom différent, comme il se doit, il est nécessaire que le fil, sur la deuxième branche, soit enroulé en sens contraire de celui de la première. A présent, la force de l'aimant est nettement plus grande.



#### 77. Nous aimantons.

Nous savons déjà que, contrairement au fer doux, une tige en acier dur aimantée reste magnétique. Nous aimantons à nouveau comme précédemment une de nos tiges en acier en la posant dans notre bobine et en faisant passer le courant pendant un court instant. Notre aiguille aimantée nous prouve que chacune des extrémités est un pôle différent. En posant notre tige en acier à l'envers dans la bobine, et en envoyant le courant, nous constatons que les pôles ont été inversés.

Nous pouvons recommencer l'expérience avec une aiguille à tricoter, un tournevis ou toute autre pièce en acier.

#### 78. Les sœurs jumelles.

On les obtient en déplaçant en même temps deux aiguilles à tricoter dans la bobine pendant que le courant y circule.

#### 79. Les deux sœurs se haïssent.

Les deux sœurs, les aiguilles à tricoter, ne s'aiment pas, car si on les place côte à côte, elle se séparent en roulant de côté.

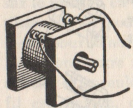
#### 80. Les sœurs se réconcilient.

Retournons l'une des aiguilles par rapport à l'autre. Quand on les rapproche jusqu'à ne laisser que quelques millimètres entre les pôles de nom contraire,

elles s'appliquent l'une à l'autre. Les deux expériences paraissent fort étranges, mais s'expliquent aisément.

### 81. Ils grimpent aux parois.

Posons notre bobine à plat sur la petite plaque de base et branchons-la à notre pile à travers l'interrupteur construit sur la plaque de base lors de l'expérience n° 15. Nous mettons dans le trou de la bobine deux clous de 4 cm de longueur environ et dont nous avons coupé la tête avec des pinces coupantes.



Les clous restent d'abord côte à côte. Au moment où le courant circule, ils s'écartent l'un de l'autre en roulant contre les parois et en s'élevant. Ceci provient de ce qu'il se forme des pôles Nord aux extrémités situées d'un même côté de la bobine, et des pôles Sud aux extrémités opposées.

Les deux pôles Nord se repoussent, de même que les deux pôles Sud.

## F. - Courants forts et courants faibles

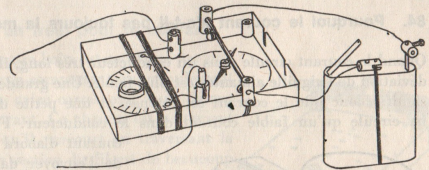
Au cours de l'avancement de nos différents essais, nous nous rendons compte que notre petite ampoule éclaire de moins en moins fort et que notre électro-aimant attire avec moins de force.

Notre pile s'use peu à peu et le courant qu'elle peut encore fournir est devenu faible. Nous allons donc faire quelques essais pour lesquels ce courant faible (de notre pile affaiblie) est encore suffisant.

### 82. Le courant circule autour de l'aiguille aimantée.

Lorsque le courant circulait dans notre bobine autour du noyau de fer, il se produisait divers effets magnétiques. Voyons maintenant comment se comporte notre aiguille aimantée au milieu d'un bobinage parcouru par le courant.

Nous savons déjà que la face intérieure de notre petite plaque de base est munie de deux graduations circulaires et au centre de chacune d'elles nous avons fixé une pointe d'épingle ou d'aiguille pour recevoir notre aiguille aimantée (voir expériences n° 64 et 65).



Posons notre aiguille aimantée sur la pointe de droite comme le montre la figure et tournons la plaque de base de façon que l'aiguille aimantée occupe une position parallèle au petit côté de la plaque (direction Nord-Sud).

Faisons circuler le courant au-dessus de notre aiguille aimantée et dans la même direction que celle-ci. Pour cela, nous fixons deux pinces-douilles par leurs fentes sur le bord de la plaque de base et nous passons au travers des gros trous de ces pinces un morceau de notre fil de connexion dont les extrémités ne sont pas encore munies de fiches. Nous relierons les extrémités du fil à notre pile comme indiqué sur la figure. En appuyant sur la lame longue de notre pile, nous enverrons le courant pendant un court instant dans notre fil. Nous voyons que l'aiguille aimantée dévie immédiatement pour occuper une position différente de sa position de repos. En coupant le courant, l'aiguille revient à sa position initiale (direction Nord-Sud).

### 83. Le courant circule en sens inverse.

Intervertissons nos fils aux bornes de la pile pour faire circuler le courant en sens inverse dans notre conducteur. L'aiguille aimantée remarque ce changement car, en appuyant sur la lame longue, nous le voyons dévier à l'envers par rapport à l'expérience précédente.

Ce phénomène s'énonce par la loi d'Ampère : « Un observateur couché sur le fil regardant l'aiguille aimantée, le courant ayant une direction telle qu'il entre par ses pieds et sort par sa tête, verra toujours le pôle Nord de l'aiguille aimantée dévier vers sa gauche. » Nous pouvons également faire faire deux tours à notre fil en passant par-dessus la plaque de base en passant une deuxième fois dans le trou des pinces-douilles. La déviation de l'aiguille augmente, l'aiguille aimantée étant influencée dans ce cas par le fil passant par-dessus et par-dessous.

### 84. Pourquoi le courant n'a-t-il pas toujours la même intensité ?

Quand le courant circule dans un conducteur très long, il perd de sa force et la déviation de l'aiguille aimantée est plus faible. Une grande déviation de l'aiguille signifie donc que le courant est intense, et une petite déviation indique qu'il ne circule qu'un faible courant dans le conducteur. Faisons donc passer le courant d'abord dans la bobine avant de l'envoyer dans les deux tours de fil de l'expérience précédente. Veillons à ce que la bobine ne soit pas trop près de l'aiguille aimantée. La déviation de celle-ci est moins forte à présent. Le courant est devenu plus faible en parcourant la grande longueur du

fil de notre bobine. Tout conducteur oppose une résistance au passage du courant et cette résistance est d'autant plus grande que le fil est plus long.

### 85. Un voyage avec obstacles.

Le courant n'est pas seulement affaibli par la longueur du chemin à parcourir, il peut l'être également par l'étroitesse de celui-ci. C'est ainsi qu'il est affaibli

quand nous l'obligeons à parcourir d'abord le mince filament de la petite ampoule. La déviation de l'aiguille aimantée devient encore plus faible lorsque le courant traverse successivement deux ampoules (connexion en I, puis en II). Les variations de déviation de l'aiguille aimantée peuvent être comparées si nous veillons à ce qu'avant l'expérience, l'aiguille soit bien orientée exactement dans la position zéro, et en notant ensuite l'amplitude de chaque division.

Nous avons remarqué que le courant a diminué en parcourant le fil fin du filament de la lampe, bien que ce filament soit très court. Cela prouve donc que la résistance du circuit est d'autant plus forte que le diamètre du conducteur est plus faible.

Les fils courts peuvent opposer une forte résistance si leur diamètre est plus faible

### 86. La résistance, un frein pour le courant.

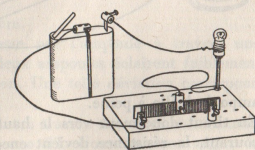
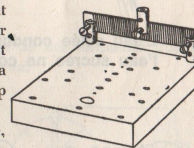
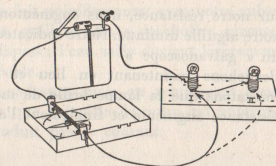
Le ruban résistant de notre boîte est constitué par une plaquette isolante marron comportant un enroulement de fil brillant. Chaque spire correspond à un détour de 24 mm pour le courant. Ce chemin est nettement plus court que celui qu'il parcourt en traversant la bobine. Par ailleurs, la section du fil est de beaucoup supérieure à celle du petit filament de la lampe.

Malgré cela, nous observons, quand le courant passe, que l'aiguille aimantée ne dévie que faiblement du fait de passer d'abord par notre ruban résistant. Ceci provient de ce que le fil d'enroulement de notre plaquette résistante est constitué par un métal offrant une grande résistance au passage du courant. Nous emploierons notre ruban résistant comme « frein de courant » chaque fois qu'il sera nécessaire de diminuer le courant dans un circuit.

### 87. Résistance réglable.

Pour construire une résistance réglable, munissons notre ruban résistant d'une pince-douille sur laquelle est fixé un fil conducteur. Ce fil nous permet d'amener le courant à notre indicateur de courant.

En déplaçant la pince-douille vers la droite



sur notre résistance, nous augmentons la valeur de celle-ci et la déviation de notre aiguille diminue. Notre indicateur de courant s'appelle en terme technique un « galvanoscope ».

Branchons maintenant en lieu et place de celui-ci notre ampoule. Nous constatons que la lampe brille de moins en moins quand la valeur de notre résistance augmente et finalement l'ampoule s'éteint complètement.

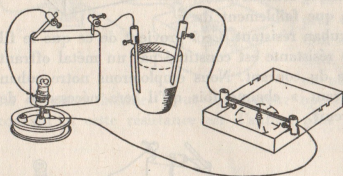
### 88. Effort en kilogrammes - Résistance en ohms



Un sac tyrolien chargé représente une forte résistance lors de l'ascension d'une montagne. Son action peut être évaluée en kilogrammes (unité de poids).

La résistance du fil enroulé sur notre bobine est d'environ 20 ohms. Le filament de notre ampoule, fil très court mais de diamètre très faible, a une résistance de 15 ohms ( $15 \Omega$ ). La résistance du fil enroulé sur notre ruban est de 20 ohms ( $20 \Omega$ ). Retenons cette valeur.

### 89. L'eau salée conduit le courant, l'eau sucrée ne conduit pas le courant.



Pour faire cette expérience, nous ne nous servons pas de notre résistance. Essayons de faire passer le courant dans l'eau dans laquelle nous avons dissous au préalable une cuillerée à soupe de sel de cuisine. Le courant pénètre dans l'eau par le premier ruban en fer-blanc, ressort par le deuxième ruban, et passe finalement dans notre ampoule. Le courant qui circule est très faible et notre

ampoule brille à peine.

En tirant doucement vers le haut, un des rubans en fer-blanc d'amenée de courant, la résistance devient encore plus forte et nous pouvons donc régler

l'intensité du courant comme nous l'avons fait précédemment avec notre ruban résistant. Nous constatons, accessoirement, qu'il se forme des bulles gazeuses dans l'eau le long des deux rubans métalliques ; l'eau salée devient légèrement verdâtre et il se dégage une odeur désagréable.

En effectuant la même expérience que ci-dessus, mais en remplaçant l'eau salée par de l'eau sucrée, nous constatons que l'aiguille de notre galvanoscope reste immobile, donc l'eau sucrée ne conduit pas le courant.

### 90. L'intensité du courant s'exprime en ampères.

Vous savez certainement que la puissance d'un moteur s'exprime en CV (chevaux-vapeur, ou simplement chevaux). La force du courant électrique s'exprime en ampères. Si nous regardons les fusibles de l'installation électrique, nous voyons qu'ils sont marqués 3 amp. ou 6 amp., ce qui veut dire 3 ou 6 ampères.

L'intensité d'un courant de 1 ampère est déjà élevée puisque cela représente environ cinq fois le courant qui passe dans notre petite ampoule quand celle-ci est alimentée par une pile de lampe de poche.

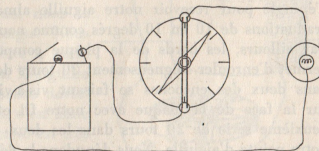
### 91. Un ampèremètre.

Le courant fourni par une pile et qui traverse une de nos ampoules quand elle brille de tout son éclat est de  $1/5$  d'ampère environ.

Avant de faire parvenir le courant à l'ampoule installée sur la poulie, faisons-le passer à travers la spire et demi de notre galvanomètre : l'ampoule s'allume et nous observons une déviation de l'aiguille de  $45^\circ$  environ. Si, lors d'une expérience future, nous observons une déviation de l'aiguille de  $45^\circ$ , nous saurons que le courant dans le circuit est de  $1/5$  d'ampère.

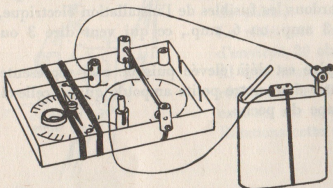
Si nous faisons passer le courant qui passe par l'ampoule à travers une deuxième ampoule installée à la suite, les deux ampoules éclairent faiblement et l'aiguille ne dévie plus que de  $22^\circ$  environ. Une telle déviation correspond à la moitié, soit  $1/10$  d'ampère environ.

Enlevons nos ampoules et envoyons le courant à travers notre ruban résistant, muni de son curseur comme dans l'expérience 87. Nous pouvons régler la



résistance pour obtenir des déviations d'aiguille identiques à celles observées précédemment, et nous pouvons ainsi reconnaître l'intensité du courant. La figure ci-dessus comporte quelques indications d'intensités. Nous découpons un disque en papier que nous avons muni au préalable de graduations indiquant quelques valeurs d'intensité. Nous posons notre disque en-dessous de l'aiguille aimantée, ce qui nous permet de lire directement les intensités. Notre indicateur de courant est devenu un ampèremètre. Les indications qu'il nous donne ne sont évidemment pas très précises, mais elles nous permettent de nous faire une idée sur les intensités qui parcourent nos différents circuits.

#### 92. Un indicateur de courants faibles.

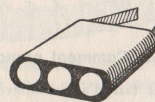


Quand les courants qui traversent notre eau salée, ou notre ruban résistant, ou tout autre circuit comportant une forte résistance, sont devenus trop faibles, notre aiguille aimantée ne dévie presque plus. Pour augmenter les déviations, nous conduisons le courant 40 fois autour de notre aiguille, au lieu de le conduire une ou deux fois. La seconde moitié de notre petite plaque de base est déjà pourvue d'une pointe d'épingle pour recevoir notre aiguille aimantée ; de plus, elle comporte des graduations de 10 en 10 degrés comme nous l'avons déjà vu. Par ailleurs, les bords de la plaque comportent deux encoches, ce qui vous permet d'enrouler soigneusement 20 tours de notre fil de bobinage (fil émaillé) dans deux des encoches se faisant vis-à-vis. Ensuite, nous passons en biais sur la face de la plaque avec notre fil et nous continuons à enrouler une deuxième série de 20 tours dans les deux encoches situées de l'autre côté de notre pointe d'aiguille. Nous dénudons le début et la fin de cet enroulement en nous servant de papier de verre fin et nous les branchons chacun sur une pince-douille fixée sur la plaque. Plaçons maintenant notre aiguille aimantée au centre de cet enroulement. Quand le courant passe, l'aiguille accuse une déviation très importante. La figure nous montre notre appareil terminé. Nous conservons le montage sur la plaque avec un tour et demi de fil, il nous servira ultérieurement pour mesurer occasionnellement des courants forts. A ce moment-là, il suffira de déplacer notre aiguille aimantée. Faisons un essai avec une vieille pile de lampe de poche qui ne permet plus

de faire briller une ampoule. Nous constatons qu'en la reliant à notre nouvel appareil de mesure, l'aiguille de celui-ci dévie malgré cela. Notre indicateur fonctionne bien pour des courants faibles.

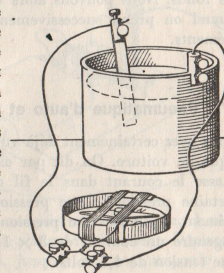
#### 93. Comment voir clair à l'intérieur d'une pile de lampe de poche.

Voyons comment est fait l'intérieur d'une pile de lampe de poche. Enlevons prudemment le fond de la pile, elle n'en sera nullement endommagée, et nous voyons à l'intérieur les fonds de trois petits récipients métalliques que l'on appelle les « éléments ». La réunion de plusieurs de ces éléments constitue une « pile ». Chacun de ces éléments isolé engendre du courant ; il est évident que trois éléments produiront trois fois plus de courant qu'un seul.



#### 94. Nous fabriquons du courant avec une boîte de conserve.

La dimension et la forme d'une pile peuvent être des plus variées ; il suffit d'avoir à sa disposition deux métaux différents, placés dans un liquide salé ou acidulé. Une boîte de conserve, pleine d'eau salée dans laquelle nous avons plongé l'une de nos lames de laiton, produit également du courant. La lame en laiton ne doit toucher la boîte en aucun point, c'est pourquoi nous la tenons de préférence entre les doigts. Nous relierons l'un des fils de l'ampèremètre à notre boîte et l'autre à la lame en laiton. L'aiguille aimantée indique réellement une petite déviation. Notre boîte fournit du courant, c'est donc un élément, mais sa capacité productive est très faible. La figure nous montre la réalisation de l'expérience avec un galvanomètre un peu simplifié.



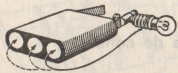
#### 95. Essai de régénération d'une ancienne pile de lampe de poche.

Démontons une pile qui n'est plus capable d'influencer l'ampèremètre. Enlevons prudemment, au moyen d'un couteau ou d'un tournevis, la substance noire

qui la recouvre. On apercevra alors des baguettes de charbon entourées de sachets de toile introduits dans des récipients métalliques. La substance, qui était liquide autrefois dans ceux-ci, est desséchée. Cherchons donc à provoquer à nouveau la production du courant en y versant de l'eau salée. L'élément de la pile engendre de nouveau un peu de courant, et quand l'eau salée a pénétré dans les sachets de toile, il est même capable d'allumer notre petite ampoule, mais probablement pour un court instant seulement.

#### 96. Comment prendre du courant à la base de la pile.

Du fait d'avoir enlevé le fond de notre bonne pile afin d'y distinguer les trois petits éléments, nous avons maintenant la possibilité de prendre du courant à chaque élément de la pile. Connectons simplement la fiche de la



lampe à la lame courte de la pile au moyen d'une pince-douille; enroulons un fil dénudé autour du culot de la lampe, et avec l'autre extrémité de ce fil touchons le fond du premier des petits éléments, puis celui du deuxième, et finalement celui du troisième. Nous vous conseillons de gratter d'abord un peu

les fonds. Nous pouvons alors voir la lampe s'éclairer avec diverses intensités quand on prend successivement le courant fourni par un, deux, puis trois éléments.

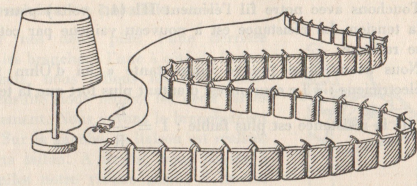
#### 97. Pneumatique d'auto et pile de lampe de poche.

Vous avez certainement déjà vu comment on mesure la pression d'un pneumatique de voiture. On dit par exemple que la pression est de 1,5 kg. La pile chasse le courant dans le fil conducteur et dans la petite lampe avec une certaine pression. Cette pression électrique est exprimée en volts. Un petit élément engendre une pression de 1,5 volt. Par conséquent, la pile entière engendre un courant de  $3 \times 1,5 \text{ volts} = 4,5 \text{ volts}$ . On dit aussi : la pile a une tension de 4,5 volts.

#### 98. Une installation coûteuse, pratiquement irréalisable.

Dans notre salle à manger, nous avons un lustre. Si nous enlevons une ampoule, nous pouvons lire sur celle-ci : 220 volts. Calculons donc combien de piles de lampe de poche on devrait relier l'une à l'autre pour obtenir une tension de

220 volts. Il en faudrait environ 50. Vous savez combien coûtent les piles, vous savez également que chacune fournit tout son courant en huit heures environ. La note à payer serait donc excessive. Nous



comprendons qu'un tel éclairage serait beaucoup trop coûteux; le courant du réseau lumière ne provient pas de piles, il est produit d'une autre manière.

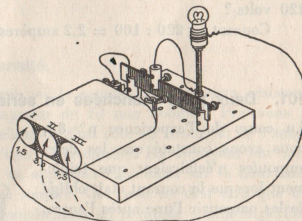
#### 99. Le courant dans un circuit est fonction de la tension et de la résistance.

Prenons notre grande plaque de base et installons, comme le montre la figure, le ruban résistif muni d'une pince-douille, ainsi qu'une pile de lampe de poche dont nous aurons enlevé le carton du fond. La lueur de l'ampoule nous donne une indication sur la valeur du courant.

En déplaçant vers la droite la pince-douille (curseur) de notre ruban résistif, nous augmentons la valeur de la résistance.

Le fil venant de la douille de lampe nous permet, en touchant successivement le fond du premier, puis du deuxième et enfin du troisième élément, de varier la tension. Le curseur étant complètement à gauche, et notre fil touchant l'élément I (1,5 volt), notre ampoule s'allume faiblement. Déplaçons notre curseur sur la résistance vers la droite, jusqu'à ce que l'ampoule soit complètement éteinte. En augmentant la résistance, nous avons donc diminué le courant.

Touchons maintenant le fond du deuxième élément II, la tension devient 3 volts et notre ampoule recommence à briller. En augmentant la tension, le courant augmente. Augmentons encore notre résistance en continuant comme précédemment à déplacer notre curseur toujours vers la droite. Notre ampoule s'éteint à nouveau. L'augmentation de résistance a diminué le courant.



Touchez avec notre fil l'élément III (4,5 volts) pour augmenter à nouveau la tension. La résistance est à nouveau vaincue par cette tension et la lampe se rallume.

Nous avons ainsi prouvé l'importante « loi d'Ohm » connue de tous les électriciens : « Le courant est d'autant plus fort que la tension est plus élevée et que la résistance est plus faible :  $I = \frac{E}{R}$ . »

#### 100. Calcul de l'intensité.

Nous voyons, d'après la formule simple précédente, qu'il suffit de connaître la valeur de la tension et celle de la résistance pour pouvoir calculer le courant.

1<sup>er</sup> exemple : quelle est la valeur du courant traversant notre petite ampoule, sa résistance étant de 22,5 ohms et sa tension d'alimentation celle d'une pile neuve de 4,5 volts ?

$$\text{Courant} = 4,5 \text{ volts} : 22,5 \text{ ohms} = 0,2 \text{ ampère.}$$

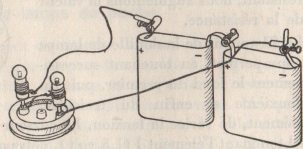
2<sup>e</sup> exemple : quel est le courant qui traverse un fer à repasser électrique dont la résistance est de 100 ohms et qui est branché sur une prise de courant 220 volts ?

$$\text{Courant} = 220 : 100 = 2,2 \text{ ampères.}$$

#### 101. Deux piles branchées en série.

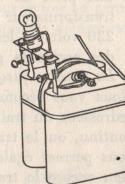
Au cours de l'expérience n° 85, nous avons constaté que les deux ampoules n'éclairaient que faiblement lorsque le courant était obligé de les parcourir l'une après l'autre. La résistance des deux ampoules est de 22,5 ohms + 22,5 ohms = 45 ohms. Le calcul nous montre que le courant était : 4,5 volts : 45 ohms = 0,1 ampère.

Cette intensité est nettement insuffisante pour une ampoule. Si nous pouvions augmenter la tension, les deux ampoules s'allumeraient à nouveau normalement. Branchons l'une derrière l'autre deux piles de lampe de poche, c'est-à-dire : relierons la lame longue de l'une des piles à la lame courte de l'autre. Nous avons ainsi 6 éléments en série et nous obtenons 9 volts. Nos deux ampoules s'allument à nouveau normalement. Calculons comme ci-dessus le courant qui passe.



#### 102. Deux piles branchées en parallèle.

Au lieu de brancher nos deux piles l'une derrière l'autre (en série), nous les branchons l'une à côté de l'autre (en parallèle). Pour cela, nous relierons les deux lames courtes entre elles et ensuite nous relierons les deux lames longues entre elles également. Nous voyons le branchement sur la figure ci-contre. Sur la gauche, la liaison est réalisée avec un de nos ressorts laiton. À droite, nous posons à cheval sur nos deux piles notre vis-axe passée à travers un trou excentré de notre poulie. Munissons d'une de nos ampoules le ressort laiton en son trou central et relierons sa douille à la vis-axe. En appuyant sur la lame longue d'une des piles, nous touchons la vis-axe et l'ampoule s'allume, alimentée par une pile. En appuyant en même temps sur les deux lames longues, les deux piles fournissent en même temps du courant à l'ampoule. Nous constatons que l'éclat de la lampe reste inchangé, que celle-ci soit alimentée par une ou par deux piles. Nous nous rappellerons que le branchement en parallèle ne varie pas la tension, contrairement au branchement en série (expérience n° 101). L'essai peut se faire avec trois piles branchées en parallèle, l'éclat de l'ampoule restera toujours le même.

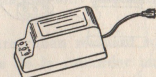


#### 103. Branchement pour forte intensité.

Un fil peut rougir lorsqu'il est traversé par le courant. Notre ruban résistant comporte à chaque extrémité une longueur de fil non bobinée. Prélevons à l'aide de ciseaux 1,5 cm de ce fil et relierons-le d'un côté au ressort et de l'autre à la vis-axe que nous avons munie d'une pince-douille. En appuyant sur une seule lame longue, notre fil chauffe ; en appuyant également sur la deuxième lame longue, le fil devient d'un rouge sombre. Cet essai ne doit être que de courte durée. Rappelons-nous que le branchement en parallèle améliore parfois l'intensité du courant.

#### 104. Tension plus forte fournie par un transformateur.

La précédente expérience ne pouvant être faite que pendant un court instant pour éviter de détériorer nos piles, nous recommençons avec une tension un peu plus élevée en nous servant d'un transformateur, par exemple celui de notre train électrique ou de notre circuit voitures, ou bien encore celui d'un coffret « Électricien ». Nous aurons ainsi une source de courant à bon marché.



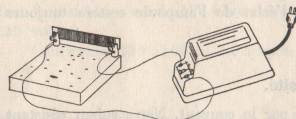
« **ATTENTION.** — En aucun cas nous ne devons prélever de courant sur « une prise de courant de l'installation électrique sans l'interposition d'un « transformateur abaisseur de tension. Le courant des prises est à une tension « 220 volts et les essais deviendraient dangereux et risqueraient de produire « des accidents graves.

« La tension jusqu'à 30 volts est seule reconnue sans danger. »

Nous vous recommandons donc pour les expériences soit le transformateur-redresseur du train électrique GEGE qui permet d'obtenir 12 volts en courant continu, ou le transformateur-redresseur Normelec du circuit de voitures qui vous permet également d'obtenir 12 volts avec une intensité plus élevée, ou bien encore le transformateur-abaisseur de tension du coffret « Electricien » qui vous permet d'obtenir 4, 8 et 12 volts.

#### 105. Un fourneau électrique.

La forte intensité disponible à notre transformateur de piste voitures nous permet de chauffer la totalité du fil résistant de notre ruban résistant. Il nous suffit de brancher les extrémités à la sortie 12 volts du transformateur.

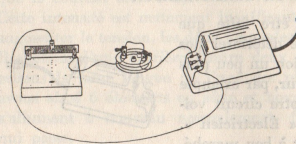


Il serait imprudent de faire l'essai avec une tension supérieure à 12 volts sans risque d'endommager le support isolant du bobinage du fil résistant. Le fil ne doit rougir en aucun cas. En tenant la main très près de notre résistance, nous pouvons ressentir l'augmentation de la température.

Nous nous servons de cette augmentation de température pour faire tourner une roue éolienne (ou une spirale) que nous découpons sur la planche de la dernière page du présent livret.

#### 106. Le courant devient trop fort.

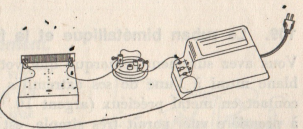
Prélevons à nouveau un morceau de notre fil résistant comme nous l'avons fait lors de l'expérience n° 103. Nous brancherons ce morceau de fil entre deux pinces-douilles à faible distance sur notre poulie. Le courant sortant du transformateur passera d'abord à travers notre ruban résistant. En déplaçant la pince-douille qui sert de curseur à notre résistance, nous diminuons la valeur de celle-ci et le courant devient de plus en plus fort. Au bout d'un moment, notre petit bout de fil rougit, puis il fond.



Ce même incident peut se produire dans des canalisations électriques à l'intérieur d'une maison dans le cas où le courant devient brutalement trop fort. Les fils devenant incandescents, il se déclarerait un incendie. C'est pour éviter ce genre d'accident que les installations électriques comportent à des endroits déterminés des fusibles appropriés.

#### 107. Un fusible.

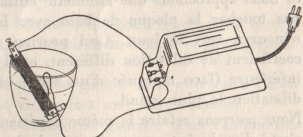
Prélevons un tour et demi de notre fil résistant, c'est-à-dire environ 2,5 cm, et branchons-le entre deux pinces-douilles sur notre bobine. Nous insérons ce montage dans la canalisation conduisant à notre fourneau électrique. L'autre fil venant de notre fourneau rejoindra directement le transformateur à la prise 4 ou 8 volts. Le choix de la tension se fera pour obtenir un chauffage doux de notre fourneau (ruban résistant). Dénudons sur 1 cm de longueur environ deux fils voisins conduisant à la résistance. En faisant se toucher ces deux fils dénudés, le courant ne traversera plus la résistance car il a trouvé un chemin beaucoup plus commode directement à travers le fil. La résistance du courant étant devenue brusquement plus faible, le courant a augmenté brutalement de façon telle que le petit bout de fil fixé sur notre poulie rougit et fond ; l'impulsion de courant s'arrête (court-circuit).



#### 108. Thermo-plongeur.

Les thermo-plongeurs sont très répandus de nos jours et sont surtout appréciés pour leur propreté et leur facilité d'emploi. D'une manière générale, les thermo-plongeurs du commerce sont branchés sur une prise de courant secteur ; on les plonge dans un récipient rempli d'eau pour porter celle-ci à ébullition. Ces appareils comportent également un fil résistant qui s'échauffe sous le passage du courant.

Il ne nous est évidemment pas possible de brancher notre ruban résistant sur une prise de courant, par contre il nous est très facile de le raccorder aux bornes de sortie de notre transformateur. Plongeons notre ruban résistant dans



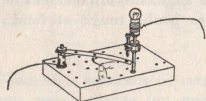
un verre rempli d'eau et raccordons ses extrémités aux bornes de sortie d'un transformateur de 12 volts. La chaleur dégagée par le fil résistant se transmet à l'eau et au bout d'un certain temps celle-ci devient tiède. Il n'y a aucun danger dans ce cas de brûler le support isolant de la résistance car, au fur et à mesure de l'échauffement du fil, la chaleur de celui-ci se transmet à l'eau.

Les plaques chauffantes des cuisinières électriques sont également munies de résistances hounées noyées dans de la brique réfractaire et entourées de plaques métalliques.

#### 109. Le ruban bimétallique et la flamme.

Vous avez sûrement remarqué que votre boîte contient un ruban métallique blanc muni à l'une de ses extrémités d'un trou et à l'autre extrémité d'un contact en métal précieux (argent 10 % or). Cette plaquette métallique qui, à première vue, paraît très simple, est en vérité constituée par deux métaux de nature différente laminés en même temps afin de les rendre inséparables, et c'est pour cette raison que ce ruban métallique est constitué de bimétal (bi = deux). Une lame de ce genre s'appelle une « bilame ».

L'une des faces de ce ruban comporte un signe distinctif. Il est fort probable que l'une des faces soit constituée par du fer, ce ruban étant en effet attiré par notre aimant.



Fixons l'une sur l'autre nos deux plaques de base. Sur la plaque verticale, nous fixerons une pince-douille dans laquelle nous serons l'extrémité de notre bilame comportant un trou. On prendra soin que le contact soit tourné vers le haut.

Si nous approchons une allumette enflammée de notre bilame (attention à ne pas toucher la plaque de base avec la flamme), nous verrons que celle-ci s'incurve vers le haut. Ceci provient de ce que les deux métaux ont un coefficient de dilatation différent, et il se trouve justement que c'est la face inférieure (face marquée d'un signe caractéristique) qui a le coefficient de dilatation le plus grand.

Nous pouvons refaire la même expérience en passant notre bilame à l'envers, c'est-à-dire la face marquée vers le haut.

#### 110. Un détecteur d'incendie.

Face à l'extrémité libre de notre bilame et face au petit contact, nous montons sur notre plaque de base une pince-douille qui sera munie de notre vis

de contact. Pour la bonne réussite de l'expérience, la vis de contact est également munie à son extrémité d'un contact or-argent. Établissons un circuit électrique partant de notre pile jusqu'à la bilame et depuis la vis de contact à travers la petite ampoule nous retournons à la pile. En chauffant notre bilame à l'aide d'une allumette par exemple, le courant s'établit et notre petite ampoule s'allume.

Nous pouvons remplacer avantageusement l'ampoule par une sonnerie d'alarme, mais celle-ci ne sera construite que lors d'expériences ultérieures.

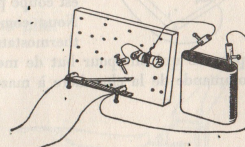
#### 111. La bilame chauffée électriquement.

Modifions notre montage comme le fait voir

la figure en adaptant sur notre plaque de base une pince-douille sur la même ligne que celle qui maintenait au préalable la bilame.

Entre ces deux pinces-douilles, nous montons notre ruban résistant, la pince de gauche serrera en même temps que le ruban la bilame légèrement courbée vers le haut afin qu'elle ne touche pas la pince-douille de droite.

Nous chauffons notre ruban résistant en nous servant de la tension 12 volts d'un transformateur et nous voyons au bout d'un moment que la bilame s'incurve vers le haut pour finalement venir toucher la vis de contact et notre petite ampoule s'allume.



#### 112. Un régulateur de température avec thermostat.

Au cours de l'expérience n° 109, notre bilame avait pour fonction de fermer le courant. Retournons cette lame, le signe imprimé au-dessus, et notre bilame coupe un circuit en cas d'échauffement.

Nous inclinerons légèrement la pince-douille de gauche afin que notre ruban soit incliné vers le haut et qu'il vienne en contact avec la vis-contact.

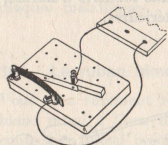
Au lieu d'amener le courant à la pince-douille de gauche, nous l'amènerons maintenant à la vis-contact, de sorte que le circuit de courant passe d'abord par la bilame avant d'arriver à la résistance. La lame étant ainsi montée, le courant se coupe quand elle est chauffée. Au bout d'un certain temps, quand la lame s'est refroidie, elle rétablit à nouveau le circuit et le chauffage recommence. Les thermostats du commerce sont basés sur ce principe et on les utilise couramment dans les couvertures chauffantes, fer à repasser, etc. et leur rôle est de limiter la température à une valeur à ne pas dépasser.

### 113. Thermostat amélioré.

Au cours de l'expérience précédente, nous nous sommes certainement aperçus qu'un instant avant la coupure de courant, la bilame n'appuie plus que très faiblement sur le contact de la vis. A ce moment, il se crée une série d'étincelles qui risquent de chauffer anormalement ce contact et de le détériorer.

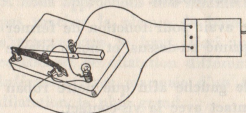
Pour éviter cet inconvénient, nous installons notre aimant carré à côté de la bilame et nous le maintenons en place par une vis longue et un écrou moleté. L'aimant exerce une attraction sur la lame et celle-ci ne quitte le contact que pour autant qu'elle puisse vaincre cette force d'attraction. A ce moment, il se produit une rupture brusque et le courant est coupé pour un bon moment.

Nous comprenons maintenant le fonctionnement des thermostats installés dans les pièces d'un appartement, appareils qui ont pour but de mettre en circuit ou de couper le dispositif de commande de la chaudière à mazout.



### 114. Feux clignotants.

Le chauffage de notre thermostat nécessite l'emploi d'un transformateur 12 volts pour le chauffage de la résistance. Il ne nous est donc pas possible d'alimenter une de nos ampoules car celle-ci ne fonctionne que sous une tension de 4,5 volts. Nous nous servons donc de notre résistance pour brancher l'ampoule. Nous la munissons d'une pince-douille servant de curseur et qui nous permet ainsi de prélever une partie de la tension, celle nécessaire à notre ampoule.



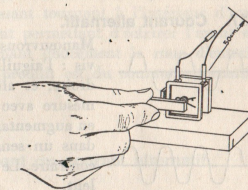
Faisons le branchement comme indiqué sur la figure, c'est-à-dire que ce branchement reste inchangé pour le thermostat qui fonctionne comme précédemment, mais nous branchons en supplément notre ampoule à la borne de droite et au curseur qui, pour débiter, occupera une position distante de 1 cm environ de cette borne de droite. Le curseur peut être déplacé légèrement dans un sens ou dans l'autre pour donner un éclat normal à notre ampoule. La lampe s'allume quand le courant est établi au thermostat, ensuite elle s'éteint quand le thermostat coupe, pour se rallumer au bout d'un certain temps. En réglant convenablement la position de la vis de contact, nous pouvons réaliser un feu clignotant dans le genre de ceux servant au réglage de la circulation sur la voie publique.

## G. - Courant alternatif

Nous nous souvenons de l'expérience n° 98 au cours de laquelle nous avons pu déterminer par le calcul qu'il faudrait 50 piles de lampes de poche pour alimenter une ampoule d'éclairage ordinaire. D'autre part, nous avons appris que la durée de ces piles serait de 8 heures environ, ce qui occasionne une dépense excessive. Le courant alimentant le réseau électrique n'a pas pour origine des piles électriques et nous verrons au cours de l'essai suivant comment produire du courant.

### 115. Comment produire du courant sans pile.

Installons sur notre plaque de base, comme l'indique la figure, notre électro-aimant composé de la bobine, du noyau et de la grosse équerre. La fixation se fait sur une équerre-suppôt maintenue par vis et écrou sur la plaque de base, dans le coin de droite. Sous l'équerre, nous glissons une de nos rondelles caoutchouc pour surélever légèrement la bobine. Jusqu'à présent, nous avons constaté à plusieurs reprises qu'en envoyant du courant dans la bobine, le noyau devient temporairement magnétique et qu'il est capable d'attirer un morceau de fer. Invertissons le processus.

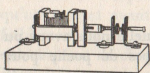


On peut donc prétendre qu'en collant brusquement l'aimant rectangulaire contre notre électro-aimant en fer à cheval, nous créons un courant dans la bobine. Il se passe effectivement quelque chose ; il s'est produit un courant instantané extrêmement faible.

Ce courant ne peut pas influencer notre ampoule, par contre, nous pouvons déceler sa présence grâce à notre aiguille aimantée qui accuse un mouvement très faible. Pour réussir cette expérience, il faut, d'une part, que l'aiguille aimantée soit absolument immobile et parallèle au bobinage du galvanomètre, et, d'autre part, des fils de branchement suffisamment longs, 50 cm au minimum pour ne pas influencer l'aiguille par notre aimant.

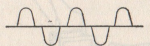
Retirons l'aimant de notre noyau en fer à cheval ; nous observons que l'aiguille du galvanomètre dévie à nouveau, cette fois-ci en sens inverse. Nous voyons donc que l'aiguille dévie chaque fois que nous approchons notre aimant, et elle dévie en sens inverse chaque fois que nous l'éloignons. Il se produit donc chaque fois une impulsion de courant.

### 116. L'aimant sur un axe.



Pour nous permettre d'approcher et d'éloigner notre aimant de notre bobine munie du noyau, nous installons deux équerres-supports par vis et écrous dans les trous des rangées *h* et *l*. Au travers des trous de pivotage de ces équerres, nous passerons notre grande vis de liaison et nous fixerons en bout de la vis notre aimant collé par son centre sur une pince-douille. Pour faire ce collage, nous prenons une colle forte (secotine par exemple) et nous laissons bien sécher pendant plusieurs heures si nécessaire. Une fois ce montage réalisé, notre aimant prendra la position horizontale. En approchant notre aimant de la bobine, nous observons une déviation de l'aiguille de notre galvanomètre. En revenant en arrière, l'aiguille dévie en sens inverse.

### 117. Courant alternatif.

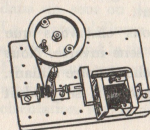


Manœuvrons notre aimant en tirant et en poussant la vis : l'aiguille de notre galvanomètre oscille à gauche, à droite, et ainsi de suite. Si nous manœuvrons bien en mesure avec ces oscillations, l'amplitude de celles-ci va en augmentant. Ceci provient de ce que le courant produit dans un sens alterne toujours avec un courant en sens contraire. Le courant produit est un « courant alternatif » lent.

Si nous tirons et poussons plus rapidement, l'aiguille ne peut plus suivre les alternances et elle reste presque immobile. Il faut noter que « notre appareil de mesure ne permet pas d'indiquer un courant alternatif ».

### 118. Un générateur de courant alternatif amélioré.

Nous nous sommes peut-être aperçus qu'au lieu d'approcher et d'éloigner notre aimant, il suffit de lui faire faire demi-tour pour obtenir une déviation de l'aiguille aimantée. Au premier demi-tour, l'aiguille dévie dans un sens et au demi-tour suivant elle dévie en sens contraire. Afin de pouvoir tourner plus rapidement, faisons le montage suivant, comme indiqué sur la figure :



Nous montons nos deux équerres-supports sur la plaque de base avec vis et écrous et en calant une rondelle caoutchouc sous chacune des équerres. Nous nous servons des trous des rangées *h* et *l*. Ensuite, nous passons notre vis de liaison (qui servira d'axe) à travers les trous de la première équerre et nous vissons successivement sur la vis un bouton moleté, un écrou, un deuxième bouton

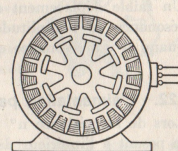
moleté et un deuxième écrou. Acrochons un bracelet caoutchouc sur l'écrou se trouvant entre les deux boutons moletés. Nous passons ensuite à travers le trou de la deuxième équerre, revissons à nouveau un écrou et ensuite la pince-douille munie de son aimant collé. Le dernier écrou monté sera bloqué contre la pince-douille pour faire contre-écrou. Une fois ce montage réalisé, l'aimant ne doit pas toucher le noyau en fer. En tournant la vis à la main par son extrémité, nous verrons d'abord les impulsions de l'aiguille et en tournant plus rapidement, elle ne pourra plus suivre et reste immobile.

Fixons maintenant la poulie par son trou central à l'aide d'une vis et d'un écrou, en laissant la poulie tourner librement. Nous passons le bracelet caoutchouc sur la poulie et nous tournons celle-ci en mettant une vis dans un des trous excentrés. Notre aimant tourne très vite et l'aiguille reste immobile. Nous savons, malgré cela, qu'il se produit du courant alternatif.

Les alternateurs de bicyclettes (on les appelle à tort des « dynamos ») se composent d'un aimant permanent très puissant tournant à l'intérieur d'une bobine. En roulant vite, il se crée un courant permettant d'éclairer l'avant et l'arrière, soit deux ampoules, mais en tournant doucement la roue d'entraînement, la lumière scintille car le courant produit est du courant alternatif.

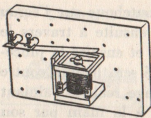
### 119. Les centrales électriques fournissent du courant alternatif.

Dans les centrales productrices d'énergie électrique, le courant est fourni par des machines tournantes très importantes, les « alternateurs ». Ces machines sont mues soit par turbine à vapeur, soit par turbine à eau, et elles sont essentiellement constituées par un aimant très puissant (rotor) tournant rapidement à l'intérieur d'un bobinage (stator). Elles ne fournissent que du courant alternatif.



### 120. Electro-aimant et courant alternatif.

Nous savons maintenant que le courant du secteur est du courant alternatif et il en est de même pour celui sortant de notre transformateur 4 V, 8 V et 12 V. Branchons notre électro-aimant en fer à cheval, fixé sur la plaque de base, sur la sortie 4 V d'un transformateur.



Approchons notre fer plat (armature) munie en son centre d'une vis, comme nous l'avions fait lors de l'expérience n° 45. En exerçant une traction sur cette armature, nous nous apercevons qu'elle vibre. Cela provient de ce que notre électro-aimant est parcouru par un courant alternatif et que l'attraction a donc lieu 100 fois par seconde. Cette attraction est de ce fait plus faible que celle que nous avons constatée en alimentant l'électro-aimant par une pile.

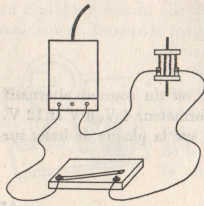
#### 121. lame vibrante en résonance.

La figure de l'expérience précédente nous montre également comment fixer deux pinces-douilles sur la plaque de base. Ces pinces seront surélevées par un écrou chacune ; ceci nous permet d'obtenir la bonne hauteur de la lame bimétallique glissée dans les fentes des deux lames. Nous fixons cette lame en serrant légèrement les vis latérales et nous envoyons du courant alternatif 4 volts dans l'électro-aimant. La lame se met à vibrer légèrement. Nous la déplaçons doucement dans le sens de sa longueur pour augmenter ou diminuer sa partie vibrante. Pour une longueur absolument déterminée, la lame se met à vibrer avec violence. Il y a résonance entre les vibrations propres de la lame et celles produites par le passage du courant. Cela veut dire que, si nous coupons le courant, la lame vibre à la même fréquence en l'écartant à la main de sa position de repos et en l'abandonnant à elle-même, que si elle se met à vibrer sous l'effet du passage du courant.

Un faible déplacement de la lame, dans un sens ou dans l'autre, rompt la résonance et l'amplitude devient brusquement très faible. C'est seulement quand il y a résonance que l'amplitude est très grande.

#### 122. L'aimantation par le courant alternatif.

Lors de l'expérience n° 77, nous avons aimanté une de nos tiges en acier en la posant à l'intérieur de notre bobine et en envoyant dans celle-ci le courant d'une pile. Nous avons ainsi obtenu un pôle Nord d'un côté de la tige et un pôle Sud de l'autre. Reprenons notre plaque de base munie de son manipulateur, sinon il nous est facile de la reconstruire. Nous posons sur la plaque notre bobine, dépourvue cette fois de tout noyau métallique. Mettons notre tige acier à l'intérieur de la bobine et relierons celle-ci à un transformateur 4 volts à travers le manipulateur. En appuyant sur ce dernier pendant un instant, nous avons aimanté la tige en acier et nous contrôlons à l'aide de l'aiguille aimantée quel côté de la tige est devenu pôle Nord. Nous repérons ce côté.



Recommençons l'expérience plusieurs fois, et nous constatons que notre tige présente d'un même côté tantôt un pôle Sud, tantôt un pôle Nord. La polarité dépend donc du sens du courant à l'instant précis où il est coupé.

#### 123. Nous désaimantons.

Notre tige se modifie complètement au point de vue magnétique quand nous faisons l'expérience suivante :

Mettons la tige dans la bobine, envoyons du courant alternatif 4 volts dans celle-ci et, pendant que le courant passe, nous retirons la tige tout doucement. Ensuite, nous coupons le courant.

Notre tige n'a plus de pôles définis, elle est désaimantée. Elle n'attire plus la limaille de fer, ni aucune autre pièce en fer doux.

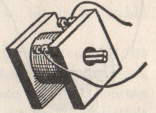
Nous pouvons, de la même manière, désaimanter les aiguilles à tricoter, bec de plume, etc.

#### 124. Répulsion magnétique.

Prenons deux clous et coupons les têtes à l'aide de pinces coupantes. Glissons ces deux clous côte à côte dans notre bobine et envoyons le courant d'une pile. Les deux clous s'aimantent et présentent d'un même côté un pôle Nord, le côté opposé devient pôle Sud pour les deux clous.

Les deux pôles Nord se repoussent, de même que les deux pôles Sud et nous voyons les deux clous s'écarter. Il en est toujours ainsi quand deux corps en fer se trouvent dans une même bobine parcourue par le courant.

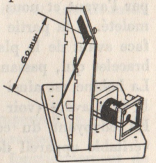
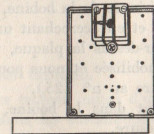
Nous nous laissons le soin d'alimenter la bobine en inversant le sens du courant. Que se produit-il ? Et pourquoi ?



#### 125. Aiguille mobile.

Prenons une de nos deux lames en fer doux et munissons-la à une de ses extrémités d'un morceau de fil de cuivre de 60 mm de longueur. Nous prendrons pour cela un morceau de notre fil de branchement rouge que nous dénudons sur 10 cm de longueur environ.

Nous tournons une fois autour de notre lame, comme le montre la figure, et nous le coupons à 60 mm de longueur. Nous avons ainsi constitué une aiguille tournante. Essayons de la poser sur le chant de la petite plaque, elle oscillera librement. Nous passerons ultérieurement notre aiguille ainsi constituée dans la bobine, en même temps que le

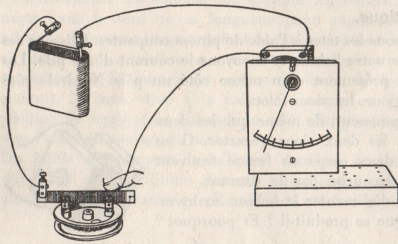


morceau de fil de fer dont la longueur est identique à celle de la lame porte-aiguille.

En premier lieu, nous passons dans la bobine le morceau de fil de fer que nous immobilisons en faisant, comme l'indique la figure, une boucle avec un bracelet caoutchouc. En tenant notre bobine de façon telle que son trou se présente horizontalement, nous y engageons notre lame en fer munie de l'aiguille et nous envoyons le courant dans la bobine. Nous voyons que la lame en fer est repoussée par le fil de fer, ce qui se traduit par une oscillation de l'aiguille.

#### 126. Indicateur de courant pour tableaux.

Les tableaux de distribution d'électricité sont toujours munis d'appareils de mesure dont les cadrans se présentent en position verticale. On peut ainsi facilement faire à distance les lectures des différentes indications. Nous allons construire un ampèremètre de ce genre.



Nous enlevons le bobinage de notre petite plaque de base, ainsi que le tour et demi du fil du galvanoscope, de sorte que notre petite plaque soit libre de tout montage. Nous la fixons en position debout sur la grande plaque en passant deux vis, d'une part par les fentes se

trouvant sur le chant de la petite plaque, et, d'autre part, par deux trous correspondants sur la grande plaque. Nous immobilisons les vis par des écrous passés en dessous de la grande plaque. Ensuite, nous fixons notre bobine munie de son fil de fer par l'arrière sur la petite plaque de base, le trou de la bobine correspondant au gros trou de la plaque. Pour ce faire, nous passons une vis par l'avant et nous maintenons la partie inférieure de la bobine par un écrou moleté. A la partie supérieure de la bobine, nous faisons passer une vis par la face avant de la plaque et en accrochant un bracelet caoutchouc sous sa tête, bracelet qui, passant par-dessus la plaque, vient s'accrocher à l'écrou moleté. La bobine est ainsi immobilisée et nous pouvons y introduire son aiguille par la face avant (voir figure au n° 125).

En envoyant du courant dans la bobine, l'aiguille dévie comme dans un véritable appareil de mesure.

Les vis de maintien de la bobine permettent de tenir en place un cadran découpé sur la dernière page du livret.

#### 127. Sens inverse du courant.

Nous allons maintenant voir de quel côté dévie notre aiguille en inversant le sens d'alimentation de la bobine. Nous sommes surpris : la déviation se fait dans le même sens que précédemment. L'explication de ce fait nous est donnée au paragraphe 124, au cours duquel nous avons vu que deux clous sans tête s'écartaient dans la bobine même quand celle-ci est alimentée par du courant alternatif provenant d'un transformateur. Dans notre appareil de mesure, nous sommes dans les mêmes conditions que lors de l'expérience n° 124. Le sens du courant n'influence donc pas la déviation de l'aiguille.

#### 128. Ampèremètre pour courant alternatif.

La déviation de l'aiguille de notre appareil de mesure étant indépendante du sens du courant, la déviation sera la même si ce changement de sens de courant avait lieu en permanence, c'est-à-dire si nous alimentions la bobine par du courant alternatif provenant d'un transformateur. Notre galvanomètre muni de son aiguille aimantée n'était pas influencé par du courant alternatif, mais notre nouvel instrument de mesure à aiguille, au contraire, est influençable par un tel courant.

Nous conduirons maintenant le courant provenant d'un transformateur 4 volts aux bornes de notre bobine et nous pourrions repérer exactement la déviation de l'aiguille. Ce courant sera conduit à travers une résistance réglable, comme nous l'avons fait précédemment, et suivant la longueur du ruban résistant qui se trouve en circuit, la déviation de l'aiguille sera plus ou moins forte. Nous avons ainsi réalisé un ampèremètre pour courant alternatif.

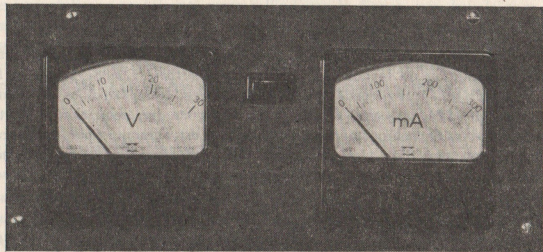
Notre aiguille avec sa lamelle en fer doux étant très libre à l'intérieur de la bobine, il n'est évidemment pas possible de faire une graduation exacte de notre appareil. Il nous suffit toutefois de savoir que les ampèremètres des installations électriques sont presque toujours construits sur ce principe et fonctionnent suivant notre modèle.

#### 129. Instrument de mesure pour tableau.

La figure ci-après nous montre un tableau muni d'un ampèremètre et d'un voltmètre tels qu'on les emploie dans les installations courantes.

Nous pouvons maintenant nous représenter exactement le fonctionnement de

ces appareils et nous avons le sentiment, en contemplant notre ampèremètre, d'avoir franchi un grand pas dans le domaine de l'électrotechnique.

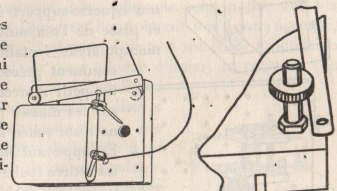


## H. - Transmissions électriques et télécommunications

Nous avons vu, lors de l'expérience n° 37, que la vitesse du courant électrique dans un fil est telle qu'il peut parcourir sept fois et demi le tour de la terre en une seconde. Il est donc tout à fait indiqué de se servir d'un agent de liaison aussi rapide pour transmettre des nouvelles. On peut employer le courant électrique de différentes manières pour transmettre des signaux à distance.

### 130. Signaux lumineux.

Imaginons que votre frère fait ses devoirs dans une autre pièce que vous. Comme d'habitude, il a fini avant vous ; il tient à vous le faire savoir aussitôt. Il installe donc sur sa table la petite plaque de base munie d'une pile de lampe de poche et d'un manipulateur, comme indiqué sur la figure.

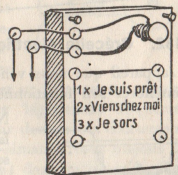


Nous relierons cette plaque de base par deux fils à la grande plaque se trouvant dans votre chambre et sur laquelle sera fixée au préalable une ampoule ainsi qu'un code dont vous aurez convenu à l'avance. En appuyant sur le manipulateur, il est très facile à votre frère de transmettre à distance les signaux convenus.

En appuyant une fois, il vous transmet la première phrase, en appuyant deux fois, il vous transmet la deuxième phrase, etc.

S'il désire établir le courant en permanence, il coince la lame de manipulation sous le bord de l'écrou moleté.

En dehors des quelques exemples cités ci-dessus, vous pouvez encore convenir de signaux tout à fait différents.



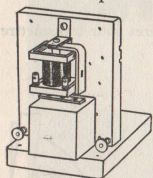
### 131. Palette électrique.

Il se peut que, absorbé par votre travail, vous n'ayez pas aperçu les signaux lumineux émis par votre frère. Pour éviter cet inconvénient, il faut remplacer le signal lumineux par un signal audible ; ainsi, il n'est plus nécessaire d'avoir les yeux fixés en permanence sur l'appareil récepteur.

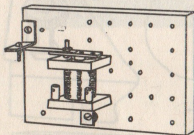
Nous pouvons créer un signal audible en soulevant, à l'aide de notre électro-aimant, notre fer plat d'armature, celui-ci retombant à chaque interruption de courant sur une boîte d'allumettes vide.

Afin d'éviter que l'armature ne tombe dans une position défavorable pour une nouvelle attraction, nous construisons une palette.

Nous fixons par vis et écrou, à travers son trou central, notre armature sur un de nos ressorts commutateurs, celui-ci étant lui-même fixé sur une de nos équerres-supports à l'aide d'une vis courte et d'un bouton moleté.



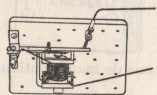
Face à notre fer d'armature, nous installons sur la plaque de base notre électro-aimant en fer à cheval avec son équerre-support et nous relions la bobine, en lieu et place de l'ampoule dans l'expérience précédente, au manipulateur installé sur la petite plaque de base, comment précédemment. N'oublions pas de coller un petit morceau de papier ou de ruban adhésif sur les masses polaires pour éviter que l'armature ne reste collée lors de la coupure du courant.



En appuyant sur le manipulateur, notre armature est attirée (palette) et nous obtenons ainsi à chaque impulsion un bruit caractéristique.

### 132. Crécelle électrique.

L'appareil que nous venons de construire n'étant pas très sonore, nous allons améliorer son fonctionnement.



Nous remplaçons notre lame de commutateur par la lame bimétallique munie de son contact. Cette lame sera légèrement pliée vers l'extérieur, de façon à ce qu'elle touche la vis de contact que nous avons passée au préalable dans une pince-douille.

Nous modifions légèrement notre branchement : le courant venant de la pile à travers le manipulateur ne vient pas directement à notre électro-aimant. Le fil conducteur est branché à la vis de contact, par contre notre bobine sera reliée par un petit bout de fil à notre équerre-support qui maintient l'armature en face de l'électro-aimant. Un des fils de la pile va toujours directement à la bobine de l'électro-aimant.

Dès que nous appuyons sur la lame du manipulateur, la lame bimétallique se met à vibrer, l'armature vibre elle-même en tapant contre l'électro-aimant et produit ainsi un bruit de crécelle.

Vous expliquerez ainsi à vos amis pourquoi, dans ce dispositif, le fer est attiré, pourquoi il revient à sa position initiale, pour être attiré à nouveau et ainsi de suite.

### 133. Nous construisons une sonnette électrique.

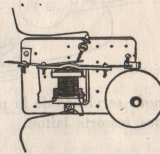
Pour obtenir un son encore plus fort, nous fixons, à l'aide d'une vis et d'un écrou, une de nos équerres-supports en coin sur la plaque de base ; le côté libre de l'équerre est muni d'une pince-douille fixée par sa vis latérale. Notre boîte comportant un timbre de sonnerie, nous adaptons celui-ci par une vis courte sur cette pince-douille fixée à l'équerre. Pour obtenir une bonne sonorité, nous mettons de part et d'autre du timbre une de nos rondelles caoutchouc avant de passer la vis. Ces rondelles ont pour mission d'isoler, au point de vue

sonorité, le timbre de son support. La lame bimétallique est munie d'une de nos masses polaires fixée en lieu et place de l'armature. En plus, nous vissons une de nos vis courtes en acier au bout du noyau de bobine pour diminuer la distance de celui-ci à la masse polaire. Le trou d'extrémité de la masse polaire sera encore muni d'un de nos ressorts manipulateurs, au bout duquel nous fixerons par une vis latérale une pince-douille. Cette pince-douille servira de marteau de sonnerie en venant taper sur le timbre. En faisant pivoter l'équerre-support de ce timbre, il nous est facile de régler sa distance par rapport au marteau. Nous pouvons également faire pivoter légèrement l'équerre-support sur laquelle est fixée la lame bimétallique pour donner un écartement convenable à la masse polaire par rapport à l'électro-aimant. Nous vissons la vis de contact munie d'un contre-écrou (écrou moleté) dans sa pince-douille-support jusqu'à ce que son extrémité vienne toucher le contact de la bilame.

Le courant circule à nouveau à travers la vis de contact, la bilame, l'équerre-support de cette lame jusqu'à la bobine, et de la bobine jusqu'à la pile.

Quand la sonnette entre en vibration, nous observons une petite étincelle à l'endroit précis où le contact de la vis touche celui de la bilame. L'étincelle risquerait de brûler la surface du contact, de sorte que le courant ne circulerait plus, et c'est pour cette raison que le contact de la vis et le contact de la bilame sont en métal précieux (argent 10 % or). On évite ainsi de charbonner le contact.

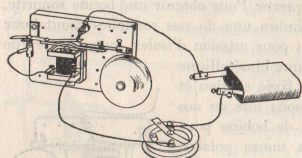
Une fois la sonnette réglée pour obtenir le maximum de bruit, il nous suffit de bloquer le bouton moleté qui sert de contre-écrou sur la vis-contact.



Les sonneries trembleuses du commerce, fonctionnant sur pile, sont construites sur le même principe et en démontant un de ces appareils, vous retrouverez exactement les pièces similaires de celles de la sonnerie que nous venons de construire.

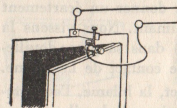
### 134. Installation d'une sonnerie.

Après avoir essayé notre sonnerie et nous être rendu compte qu'elle marche parfaitement, nous rebloquons une fois de plus toutes nos vis et écrous afin d'être sûrs qu'aucun desserrage ne peut se produire. Nous installons la sonnerie



à un endroit choisi d'avance ainsi que la pile de lampe de poche et le manipulateur. La liaison entre ces trois éléments se fera avec du fil électrique bon marché que nous pourrions nous procurer dans le commerce, et, afin de simplifier le manipulateur, nous mettrons un bouton de sonnerie, comme indiqué sur la figure. Nous nous servirons de la poulie contenue dans notre boîte, et comme lame, d'un de nos ressorts laiton.

### 135. Une sonnette de magasin.

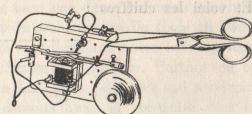


Voici une autre installation que nous pouvons réaliser : la sonnerie retentit quand on ouvre la porte parce qu'un clou fixé en haut de la porte frotte contre une lame laiton recourbée en forme d'un « S » ouvert, permettant ainsi le passage du courant.

### 136. Le cambrioleur est pris.

Nous pouvons dès maintenant imaginer comment il faudrait procéder pour qu'une sonnerie retentisse dès qu'une porte ou une fenêtre s'ouvre. Un cambrioleur rusé qui aperçoit une ligne électrique partant de la porte pourrait avoir l'idée de couper les fils afin que la sonnerie ne le trahisse pas. Mais il existe

des installations de sûreté dans lesquelles la sonnerie retentit précisément quand on coupe les fils. N'est-ce pas curieux ? Et pourtant, c'est très simple. Il s'agit d'une sonnerie électrique ordinaire. La batterie doit être placée à proximité immédiate de la sonnerie. Ce qui est nouveau, c'est un deuxième fil, très long, reliant la batterie à la bobine ;



grâce au courant passant par ce fil, l'armature reste collée contre le noyau jusqu'à ce que le fil soit coupé. A ce moment-là, l'armature se détache du noyau et la sonnerie retentit sans arrêt jusqu'à ce que le courant soit interrompu. Vous donnerez des ciseaux à un de vos amis pour lui faire couper le fil. Ne faites pas durer cette expérience trop longtemps, car, pendant que la sonnerie ne fonctionne pas, elle utilise davantage de courant que pendant qu'elle retentit. Les appareils de sûreté similaires installés dans les maisons ont des sonneries spéciales, reliées à des batteries de longue durée.

### 137. L'écriture simplifiée de l'électricien-télégraphiste.

Souvenez-vous de toutes les peines que vous avez eues pour apprendre à écrire. Vous trouverez donc étrange que l'Électricien sache écrire également et qu'à votre commandement il écrive même des phrases à grandes distances. Il est vrai que l'appareil n'apprendra jamais l'écriture usuelle, il ne sait que tracer des points et des traits, mais cela lui suffit. C'est pour lui et pour tous les appareils télégraphiques que l'Américain Morse a imaginé un alphabet particulier, composé uniquement de points et de traits. Voici cet alphabet :

- e	- t
-- i	--- m
--- s	---- o
---- h	----- ch

Pour les lettres suivantes, les points et les traits sont combinés ainsi :

--- n	--- a	---- l	--- r	--- g
---- d	--- u	---- f	--- k	--- w
---- b	--- v			

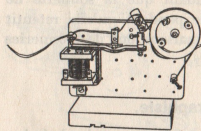
Les lettres suivantes sont plus difficiles à retenir :

--- ue	--- æ	--- j
--- x	--- c	--- y
--- z	--- p	--- q
		--- œ
--- é, è	--- ê	--- â
		--- ç

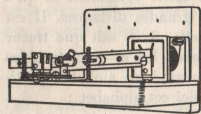
Et voici les chiffres :

1	-----	6	-----
2	-----	7	-----
3	-----	8	-----
4	-----	9	-----
5	-----	0	-----

### 138. L'électricien apprend réellement à écrire.



Pour permettre à un appareil d'écrire, il faut avant tout qu'il soit muni de papier et d'un crayon, et nous nous contenterons de faire mouvoir ce crayon en avant ou en arrière. Chaque fois qu'il y a un mouvement à créer, on emploie un électro-aimant.



Prenons notre grande plaque de base et fixons notre électro-aimant par une équerre-support à l'extrême gauche en bas sur la plaque. La masse polaire qui, dans notre sonnette, nous servait à actionner le marteau, sert à nouveau d'armature et portera à son extrémité de droite un crayon.

Le ressort d'armature qui, initialement, était constitué par la bilame, ne nous servira plus. La partie arrondie de la masse polaire sera munie en son milieu d'une pince-douille (il faut insérer

un écrou entre la pince-douille et la masse polaire). Nous passons une vis longue par l'arrière de notre plaque dans la rangée / et nous l'immobilisons par un écrou. La figure ci-contre nous fait voir comment cette vis, qui servira d'axe, maintient la pince-douille à la bonne distance pour que la masse polaire elle-même se trouve face à l'électro-aimant. La pince-douille de droite, fixée sur notre armature, recevra une mine de crayon maintenue en place par une vis latérale.

Face à la mine de crayon se trouve un trou dans la plaque de base, nous y fixerons notre armature d'électro par son trou situé le plus bas, les deux trous du dessus recevant les pincettes. A gauche, au-dessus de la masse polaire servant d'armature, nous fixons une autre pince-douille munie d'une vis de réglage afin de nous permettre de régler la distance exacte entre l'armature et le noyau de l'électro-aimant.

Installons maintenant notre grande plaque de base par deux fentes se trouvant sur son chant sur la petite plaque qui lui sert de socle. La poulie fixée en haut, à l'extrême droite, recevra le ruban de papier contenu dans notre boîte en fer-blanc. Nous y enroulerons une longueur suffisamment grande. Partant de ce rouleau, le ruban en papier passe par-dessus les deux pincettes qui serviront de guides, ensuite le papier passe par en dessous l'axe et continue vers la gauche. En installant sur notre petite plaque de base d'une part la pile qui sera sous la plaque, et, d'autre part, le manipulateur qui sera sur la plaque, nous pouvons envoyer des impulsions de courant plus ou moins longues dans notre électro-aimant ; la masse polaire viendra frapper contre le noyau et la pointe du crayon appuiera plus ou moins longtemps sur le ruban en papier. Vous demanderez à un de vos amis de tirer tout doucement sur le ruban en papier et à une vitesse absolument régulière. Vous vous servirez du manipulateur pour envoyer des points et des traits.

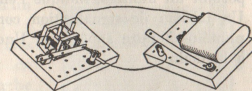
Morse avait inventé un appareil de ce genre en 1837 et, il n'y a pas tellement longtemps, on se servait encore d'appareils semblables pour la transmission de télégrammes à grande distance.

### 139. Réception audible par buzzer.

Pour transmettre un message à un de nos amis, il n'est évidemment pas facile de le faire avec notre appareil de télégraphie qui n'est pas muni d'un système automatique de déroulement de papier. Nous lui transmettrons donc des messages audibles, soit avec la sonnette, ou mieux encore, avec un buzzer en envoyant des impulsions longues ou courtes.

Pour construire un appareil de ce genre, nous ferons un montage semblable à celui de notre sonnette électrique, mais nous enlèverons d'une part la vis centrale du noyau de fer, et, d'autre part, la masse polaire qui nous servait d'armature. Nous ne nous servirons plus non plus du marteau de sonnerie ni du timbre avec son support. Nous fixerons simplement notre bilame qui sera elle-même attirée par notre électro-aimant. Comme cette lame est beaucoup plus légère, elle vibrera beaucoup plus rapidement et nous pouvons régler notre vis de contact pour obtenir un bourdonnement assez aigu. Il nous est facile maintenant d'envoyer des signaux avec le manipulateur, de nous exercer pour l'envoi de ces signaux et de les reconnaître au son en faisant envoyer des signaux par un de nos amis.

La réception audible du télégraphe de ce genre est surtout employée dans la marine. Nous prendrons l'habitude pour les points d'envoyer des impulsions très brèves, et de choisir pour les traits une durée à peu près triple. La séparation entre deux signaux serait égale à la longueur d'un trait.

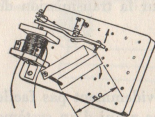


## J. - Autres applications de l'électro-aimant

Chaque fois que l'on désire une signalisation, une commande automatique ou un avertisseur, l'électro-aimant trouve son emploi.

### 140. Un tableau de signalisation.

Des appareils de ce genre trouvent leur emploi principalement dans les hôtels. En sonnant dans une chambre, une sonnette retentit à l'office et en même temps un tableau de signalisation indique le numéro de la chambre d'où émane l'appel. Nous pouvons réaliser le principe de fonctionnement de ce genre d'appareil en nous servant de notre électro-aimant.



Faisons une installation identique à celle qui nous a servi pour le télégraphe Morse. Nous laissons de côté tout ce qui concerne le déroulement du papier ainsi que la mine de crayon.

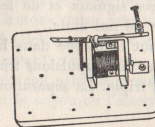
Nous adaptons simplement en bout de l'armature de l'électro-aimant une vis immobilisée par un écrou.

Cette vis permet l'accrochage d'un volet que nous réalisons en carton, comme indiqué sur la figure. Une vis longue passée au travers du carton permet le pivotage de celui-ci. En envoyant le courant dans l'électro-aimant, l'armature est attirée, le volet en carton pivote et sa face arrière, portant un numéro, indique l'endroit d'où le courant a été envoyé.

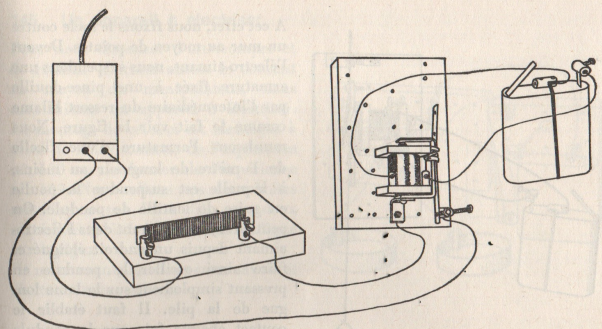
Un tableau de signalisation comporte autant d'électro-aimants qu'il y a de numéros à faire apparaître. Une fois l'appel enregistré, le volet se raccroche à la main.

### 141. Relais.

Un relais se compose essentiellement d'un électro-aimant dont l'action commande la fermeture ou l'ouverture d'un contact. Nous pouvons ainsi réaliser une commande de chauffage comme nous l'avions décrite lors de l'expérience n° 112 en parlant des thermostats.



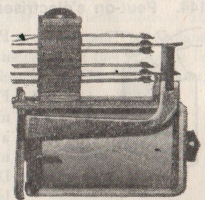
La figure nous montre comment, avec une pile usagée, nous faisons fonctionner l'électro-aimant, celui-ci étant capable de fermer ou de couper le circuit de chauffage. Nous nous servons, comme armature, d'une de nos équerres-supports munie de la lame de contact. L'équerre est simplement tenue par un bracelet caoutchouc.



### 142. Relais téléphonique.

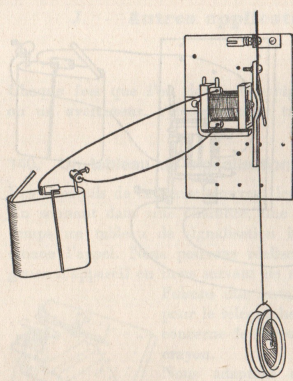
La figure nous montre un relais téléphonique. Il en existe de nombreuses variétés comportant un ou plusieurs contacts nécessaires à des fonctions diverses. Le cas le plus simple est son emploi pour commander une sonnerie en n'envoyant qu'un faible courant dans la bobine du relais.

Dans l'industrie, on emploie des appareils très puissants dont l'électro-aimant est capable de fermer le courant pour la commande de marche et arrêt des moteurs.



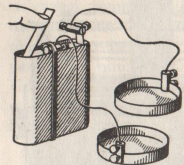
### 143. Une horloge électrique.

Nous savons qu'une horloge comporte un pendule mû par des poids ou par la force d'un ressort. Mais il existe également des horloges mues par le courant électrique. Bien que nous ne puissions pas fabriquer une véritable horloge, nous allons cependant essayer de mouvoir un pendule au moyen du courant électrique.



A cet effet, nous fixons le socle contre un mur au moyen de pointes. Devant l'électro-aimant, nous suspendons une armature fixée à une pince-douille par l'intermédiaire du ressort bilame comme le fait voir la figure. Nous munissons l'armature d'une ficelle de 1 mètre de longueur au moins, à laquelle est suspendue la poulie en guise de lentille de pendule. On peut envoyer le courant dans l'électro-aimant depuis un endroit éloigné et faire ainsi osciller le pendule en pressant simplement sur la lame longue de la pile. Il faut établir le contact chaque fois que le pendule commence à se mouvoir vers l'aimant. Finalement, les oscillations atteignent une grande amplitude.

#### 144. Peut-on s'électriser avec une pile de lampe de poche ?



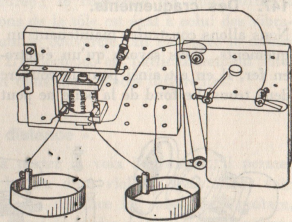
Pour s'électriser, il faut saisir dans chaque main un objet métallique d'une certaine importance. Nous choisissons la boîte métallique et son couvercle. Fixons à chacune de ces pièces une pince-douille munie d'un fil, et relient les deux extrémités des fils à la pile. Comme d'habitude, la lame longue sert de manipulateur.

Demandez à un camarade d'appuyer sur le manipulateur. Vous ne sentez rien. Intercalez alors la bobine munie de son noyau en fer doux entre la pile et les deux pièces métalliques, de sorte que le courant puisse passer en même temps dans la bobine et dans les pièces de la boîte utilisées comme des poignées. Maintenant, vous êtes électrisés quand on manœuvre le manipulateur.

#### 145. Un appareil à électriser.

Pour nous dispenser d'interrompre et de rétablir alternativement le courant au moyen du manipulateur, nous construisons un appareil à électriser. Le montage de celui-ci est identique à celui de notre sonnette de l'expérience n° 133 ou du buzzer de l'expérience n° 139. Nous relient nos deux boîtes métalliques par leurs fils aux deux extrémités de la bobine, comme indiqué sur la figure.

Et maintenant, montrez votre savoir et électrisez tous vos amis.



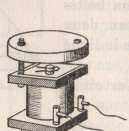
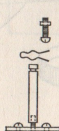
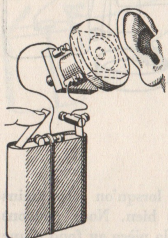
#### 146. Décharge violente dans l'eau.

On ressent le courant de façon particulièrement violente lorsqu'on a les mains mouillées. Nous supposons que notre appareil marche bien. Nous pouvons alors, avec une pièce de monnaie, faire une farce. Jetons la pièce au fond d'une cuvette contenant de l'eau. Faisons vibrer notre appareil et demandons à un ami de prendre d'une main le couvercle en fer-blanc et de plonger l'autre dans la cuvette pour retirer la pièce de monnaie. Nous plongeons en même temps la boîte métallique dans l'eau. Il sera impossible à notre ami de fermer sa main, car le courant lui contracte le bras convulsivement.

## K. - Téléphonie

### 147. Des craquements.

Nous allons construire maintenant un appareil susceptible de produire des craquements. Nous savons qu'un électro-aimant est capable d'attirer toute pièce en fer, il en est ainsi pour le couvercle de notre boîte métallique comportant deux trous. Le fond de la boîte ne peut être attiré car il est en aluminium.



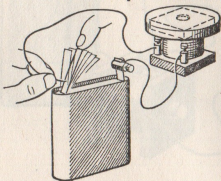
Prenons notre bobine munie, d'une part, de son noyau immobilisé par le circlips, et d'autre part, de l'armature fixée à l'autre extrémité du noyau par une vis en acier. Nous reconstituons en fait notre électro-aimant.

Posons maintenant le couvercle en fer de notre boîte par-dessus la bobine, la joue de bobine s'emboîtant à l'intérieur de ce couvercle, et nous le fixons à l'aide de deux vis courtes et écrous passant dans les deux trous prévus à cet effet dans la joue de la bobine.

Nous prendrons soin de passer les vis côté bobinage pour éviter d'abîmer ce dernier quand nous bloquons les écrous ; ceux-ci se trouveront donc sur le couvercle de la boîte. Relions maintenant les bornes de la bobine, l'une directement à la lame courte de la pile, l'autre à la pince-douille fixée sur la pile. Comme nous l'avions fait lors de l'expérience n° 10, la lame longue de la pile nous sert de manipulateur. Chaque fois que nous appuierons sur cette lame, nous entendrons un craquement, ceci provient de l'attraction du couvercle par l'électro-aimant, l'air se trouvant au voisinage du couvercle est mis en mouvement et nous entendons le craquement.

Le courant étant devenu audible, nous appellerons cet appareil un « écouteur ».

### 148. La tôle qui bourdonne.



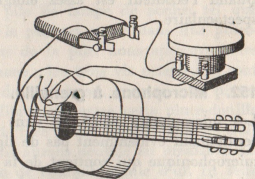
Nous demandons à un ami de tenir contre son oreille l'appareil composé de la bobine et du couvercle en fer. Faisons ensuite vibrer vigoureusement la lame longue de la pile. Le fil qui était fixé auparavant à la pince-douille est maintenant débranché et tenu en main. Son extrémité est approchée sans raideur de la grande lame que nous faisons vibrer. Le contact doit se faire à la base de la lame, sinon les vibrations de celle-ci cessent immédiatement. Chaque

74

contact doit provoquer une petite étincelle. Notre ami entend un puissant bourdonnement. A chaque vibration, le contact entre la lame et le fil permet le passage d'un courant de très courte durée ; le couvercle est donc attiré à chaque vibration. Le nombre des vibrations de la tôle est égal à celui des vibrations de la lame de la pile, c'est pourquoi le couvercle fait entendre le même bourdonnement que la lame de la pile. L'expérience est particulièrement intéressante lorsque la pile et l'écouteur sont dans deux pièces différentes.

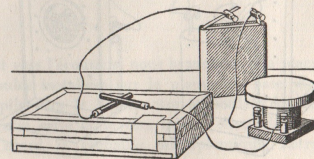
### 149. Téléphone signifié : « Voix à distance ».

Le téléphone ne sert pas uniquement à porter la voix à distance, il permet également d'entendre une chanson ou le son d'un violon. Nous allons voir comment notre appareil permet d'entendre à distance les sons d'une guitare, par exemple, ou de tout autre instrument muni de cordes métalliques. Branchons un des fils de la pile au point de fixation d'une corde ; l'autre fil part directement à la bobine. Avec le troisième fil, celui venant directement de la bobine, nous touchons légèrement la corde que nous aurons fait vibrer en nous mettant très près du point de fixation de celle-ci. La corde envoie des impulsions de courant dans le circuit, qui sont d'un nombre égal à celui de sa vibration et nous entendons le son de la corde dans l'écouteur. L'écouteur peut être installé dans une pièce voisine. En touchant soit l'une, soit l'autre corde, nous pouvons transmettre à notre ami qui se trouve dans la pièce voisine une espèce de concert à distance.



### 150. La baguette de charbon sensible au son.

Pour cette expérience, nous pouvons très bien nous servir de deux charbons d'une vieille pile de lampe de poche. Ils doivent être, si possible, encore pourvus du capuchon métallique et du fil qui y est soudé. Il faut d'abord laver ces charbons pour les débarrasser du liquide de la pile qui y adhère encore, puis les frotter avec du papier de verre pour les rendre moins lisses. Relions l'un des pôles de la pile à l'une des baguettes ; un fil relie la deuxième baguette à l'écouteur, et enfin un autre fil l'écouteur à la pile. Posons douce-



75

ment les deux charbons l'un sur l'autre, sur le fond d'une boîte à cigares vide. Grattons alors la boîte avec l'ongle. A l'aide de l'écouteur, nous entendrons très distinctement le bruit de l'ongle sur la boîte. L'appareil qui comprend des charbons appuyés légèrement l'un sur l'autre, et qui a la propriété d'amplifier les sons, est appelé « microphone ».

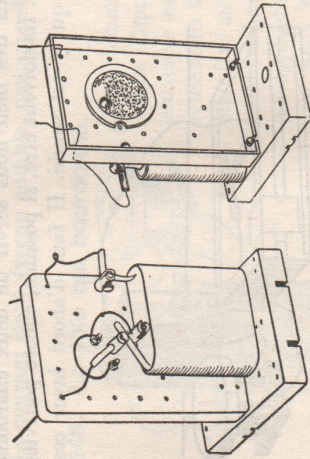
### 151. Le diapason et le tic-tac d'une montre.

Nous avons déjà remarqué que certaines fourchettes de cuisine émettent un son quand on les frappe contre le genou par exemple, et qu'on porte ensuite la fourchette à l'oreille. Prenons une fourchette de ce genre, tapons les dents sur le bord d'une table et posons immédiatement le manche de la fourchette sur la boîte à cigares de l'expérience précédente : le son de la fourchette est transmis à l'écouteur et nous entendons nettement ses vibrations. Il en est de même si nous posons sur la boîte à cigares un réveil, par exemple ; nous entendrons le tic-tac du réveil aussi fort que si nous tenions le réveil à l'oreille. Quand l'écouteur est assez éloigné du microphone, l'effet est encore plus spectaculaire.

### 152. Microphone à grenaille.

Les microphones employés dans les appareils téléphoniques des P.T.T. ne contiennent évidemment pas de tige en charbon. Ils sont munis d'une capsule microphonique qui contient de la grenaille de charbon spéciale, grenaille qui est mise en mouvement quand on parle devant le microphone. Notre boîte contient un sachet de grenaille de ce genre, nous allons nous en servir pour construire un microphone.

Prenons notre grande plaque de base. Nous constaterons qu'elle comporte à sa partie inférieure une cavité annulaire qui présente elle-même, en plus du trou central que nous avons déjà utilisé, trois trous supplémentaires. Passons donc quatre vis dans ces quatre trous, les têtes étant en dessous de la plaque, et immobilisons-les sur la face avant au moyen de quatre écrous. La pla-



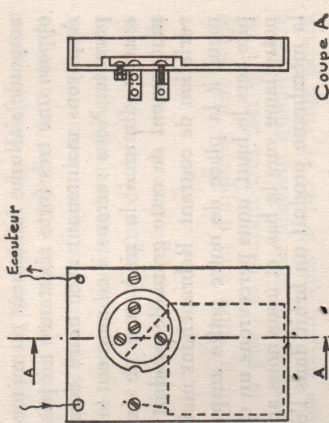
que étant posée à plat, et toujours la face inférieure sur le dessus, nous remplissons la cavité aux 3/4 avec de la grenaille microphonique.

Notre boîte contient également une membrane circulaire transparente que nous collerons soigneusement avec de la colle cellulosique (colle polystyrène) ou de la colle forte (genre secocotine) sur la cavité annulaire contenant de la grenaille microphonique, en ayant soin évidemment de mettre le moins de colle possible sur le pourtour de la membrane et de l'anneau de la plaque.

Une fois ce montage bien sec, nous mettons notre plaque de base debout sur chant et nous adaptions sur sa face avant (face inverse de celle qui comporte la grenaille microphonique) une pile de lampe de poche, tel que représenté sur la figure. La lame courte de la pile est serrée dans une pince-douille sur la droite de la plaque. Au-dessus de la pile, nous apercevons les bouts des vis servant au contact du microphone ; les trois vis extérieures sont munies d'écrous ; la vis centrale, en plus de son écrou, recevra une pince-douille. La lame longue de la pile passera librement entre cette pince-douille et les bouts des trois autres vis dépassant sur la face avant. Nous relierons les trois vis entre elles par un morceau de fil que nous aurons dénudé au préalable. La pince-douille centrale recevra une fiche-prise de courant munie d'un fil relié à l'écouteur. Le deuxième fil de l'écouteur viendra rejoindre la pince-douille maintenant la lame courte de la pile. En appuyant la lame longue de la pile contre la vis la plus basse de notre microphone, le courant circule depuis la pile jusqu'aux trois têtes de vis, ensuite à travers la grenaille microphonique jusqu'à la vis centrale, c'est-à-dire la pince-douille, et jusqu'à la deuxième borne de l'écouteur.

### 153. La résistance variable.

Au bout du fil qui amenait le courant vers l'écouteur, nous branchons à la place de celui-ci une de nos petites ampoules installées sur la plaque de base. En appuyant la lame longue de notre pile vers le haut, notre ampoule s'éclaire normalement. En appuyant au contraire cette lame vers le bas, c'est-à-dire en obligeant le courant à traverser d'abord la grenaille microphonique, notre

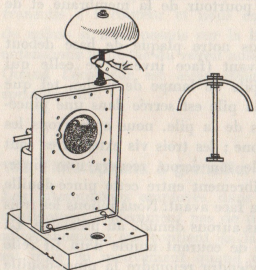


Coupe A

ampoule s'allume faiblement ou même pas du tout. La grenaille microphonique oppose une très forte résistance au passage du courant.

Appuyons maintenant avec notre doigt légèrement contre la membrane transparente. Nous verrons à ce moment-là la lampe s'allumer légèrement, car nous aurons diminué la résistance de la grenaille microphonique. Le moindre mouvement de cette grenaille produit une variation de résistance et donc une variation de courant. Rebranchons maintenant notre écouteur comme précédemment à la place de notre petite ampoule. En appuyant la lame longue de la pile vers le haut, nous percevons un craquement intense. Appuyons maintenant notre lame vers le bas, et nous nous apercevons que le moindre tapotement sur la membrane produit un bruit dans l'écouteur.

#### 154. Transmission d'un son de cloche.



Fixons le timbre de sonnerie sur la vis-axe ou sur la grande vis de liaison. Nous nous servirons pour ce faire de deux boutons moletés et de deux rondelles caoutchouc qui nous permettront de « pincer » le timbre de sonnerie en bout de la vis-axe. En saisissant ce montage par l'extrémité de la vis et en frappant sur le timbre, nous entendons le son de celui-ci. Si nous posons l'extrémité sur le chant de notre plaque microphonique et en tapant sur le timbre, les vibrations de celui-ci se transmettent à la grenaille microphonique et le courant circulant à travers celle-ci devient alternativement plus ou

moins fort, et ce, à la fréquence du son du timbre ; dans l'écouteur, nous entendons un son très pur.

Pour faire cette expérience, nous porterons une oreille contre l'écouteur en bouchant l'autre et nous demanderons à un de nos amis de faire l'émission côté microphone pour nous permettre de nous occuper de l'écouteur. La transmission est évidemment bien meilleure quand les fils de liaison entre les deux appareils sont suffisamment longs pour permettre d'installer le microphone dans une pièce et l'écouteur dans l'autre.

#### 155. Un téléphone.

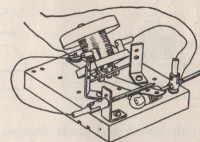
Si le son du timbre parvient normalement à la pièce voisine, c'est-à-dire que la liaison entre les pièces existe, vous demanderez à un de vos amis de se mettre

très près devant la membrane microphonique et de parler très distinctement devant celle-ci. Vous constaterez avec plaisir que vous entendez la voix de votre ami. Grâce au matériel contenu dans votre boîte, vous avez vraiment pu téléphoner. Il est évidemment nécessaire que pendant tout le temps que votre ami parle devant le microphone, il appuie la lame longue de la pile vers le bas, car ce n'est que dans ce cas que le courant circule à travers la grenaille microphonique et la ligne électrique.

En posant l'écouteur sur la table, il suffit à votre ami d'appuyer une seule fois vers le haut avec la lame longue de la pile ; le courant très fort qui est envoyé dans l'écouteur produit un craquement qui vous prévient quand votre ami désire vous parler. Il appuie la lame longue vers le bas et vous portez l'écouteur à l'oreille. Il serait évidemment beaucoup plus simple de faire un appel avec une sonnerie, malheureusement notre bobine nous est indispensable pour l'écouteur et nous ne pouvons donc plus réaliser de sonnerie avec le matériel de notre boîte.

#### 156. Appels lumineux.

Dans les centraux téléphoniques non automatiques, le décroché d'un poste de téléphone ne produit évidemment pas de sonnerie ; les standardistes sont prévenues par signal lumineux. Comme nous ne pouvons plus construire de sonnette puisque nous avons déjà employé notre bobine, nous allons munir notre installation d'un appel lumineux. Nous installons notre écouteur sur la petite plaque de base ; le bord supérieur de la plaque sera muni en son centre d'une vis permettant de fixer notre grand ressort laiton à l'aide d'un bouton moleté. Le bord inférieur recevra à droite une pince-douille sur laquelle nous fixerons notre vis de liaison. En bout de cette vis, nous adapterons notre ampoule avec sa douille. Sur la gauche, en face de la pince-douille, nous fixerons une de nos équerres-supports dont le trou supérieur recevra la vis-axe serrée entre deux écrous. La lame-ressort se trouvera entre la douille de la lampe et la vis-axe pour toucher celle-ci vers le haut en temps normal.



Comme dans un vrai téléphone, nous poserons notre écouteur sur la lame en laiton et, par le poids de l'écouteur, celle-ci appuiera sur la douille de lampe. Quand notre ami appuiera avec la lame longue de la pile vers le haut, le courant circulera à travers la lame, la lampe, pour revenir à la pile. Notre lampe s'allumant, nous décrochons notre écouteur ; à ce moment, la lame vient

toucher la vis-axe vers le haut ; notre ami appuie alors la lame longue de la pile vers le bas et peut nous parler comme précédemment. Une fois la conversation terminée, nous reposons notre écouteur comme dans un téléphone ordinaire. Nous sommes donc prêts à recevoir un nouvel appel lumineux. Notre matériel ne nous permet de téléphoner que dans un sens. Néanmoins, cette installation nous a permis de voir comment on construit un téléphone, et il nous suffirait de doubler le matériel pour pouvoir faire une conversation à deux.



## L. - Nous découvrons les moteurs

Lors des expériences précédentes, nous avons vu que le courant électrique rend de grands services pour créer de la lumière dans les lampes électriques, de la chaleur dans les fourneaux ; sa grande vitesse est particulièrement indiquée pour la transmission rapide des nouvelles, et, lors d'autres expériences, nous avons pu constater qu'il lui est possible de mettre beaucoup de choses en mouvement, c'est-à-dire qu'il est capable de créer de la force. Un dispositif créant cette force sera appelé moteur électrique.

Les moteurs électriques ont l'avantage sur les moteurs à essence ou les machines à vapeur de ne posséder aucun organe en mouvement alternatif, les moteurs électriques n'ayant que des mouvements circulaires.

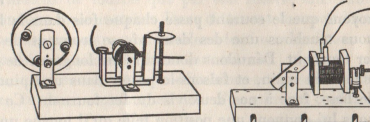
La première expérience nous fera voir comment, à l'aide du courant, nous pouvons créer un de ces mouvements circulaires.

### 157. Un fer tournant.

Nous nous servirons de l'armature de notre électro-aimant comme fer tournant.

Passons la vis-axe en son trou central et immobilisons ce fer tournant en visant, de part et d'autre sur l'axe, un écrou.

Notre mobile ainsi réalisé tourne librement par ses extrémités dans les trous supérieurs de deux



équerres-supports maintenues en place par vis et écrous dans les trous de la rangée *f* de notre grande plaque de base. Nous nous assurons que notre fer tourne librement en lui donnant une impulsion à la main.

Fixons maintenant notre bobine, munie de son noyau, par la troisième équerre-support, en nous servant du trou central de la rangée *l*. La bobine est maintenue comme précédemment, d'un côté par le circlip sur le noyau, de l'autre par la vis de fixation traversant l'équerre-support.

Nous suréléverons notre équerre-support par deux écrous moletés afin d'amener le noyau à hauteur du fer tournant et assez près de celui-ci sans le gêner dans sa rotation.

Inclinons maintenant notre fer tournant et reions pendant un court instant la bobine à notre pile, toujours équipée de son manipulateur pour les impulsions brèves. Nous voyons que notre fer tourne d'un certain angle et, si le contact a été assez bref, il a peut-être fait un tour complet.

Nous allons le munir maintenant de deux vis courtes serrées par des écrous en utilisant les trous situés de part et d'autre du trou de passage de l'axe (voir fig.).

### 158. Le fer tourne réellement.

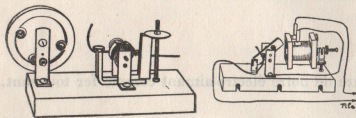
Grâce aux deux vis dont nous venons de munir notre fer tournant, nous allons essayer de fermer le courant quand le fer est écarté du noyau de l'électro-aimant et de le couper quand il s'approche de celui-ci. Nous allons demander au courant d'opérer lui-même ces fermetures et coupures de courant.

Une des bornes de la bobine reste branchée à la pile. Reions l'autre borne par un petit bout de fil à une des équerres-supports d'axe. Le deuxième fil venant directement de la pile nous permet de toucher le fer tournant ou l'axe de celui-ci ou bien encore l'équerre-support, et nous

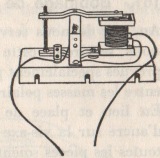
voyons que le courant passe chaque fois dans la bobine. Il en est de même si nous touchons une des deux vis se trouvant de part et d'autre de l'axe du fer tournant. Dénudons donc sur une longueur de 5 cm environ le fil que nous tenons en main, et faisons-le passer dans une pince-douille fixée sur la plaque de base, face à nos deux vis du fer tournant. Ce fil fait légèrement ressort et nous lui donnons une position telle qu'il touche une vis du fer tournant jusqu'à ce que celui-ci soit près du noyau, l'impulsion reçue vient fermer le contact avec la deuxième vis, il se produit une deuxième impulsion et ainsi de suite. Les impulsions se suivent et notre fer tourne réellement. Nous avons donc un premier modèle de moteur très simple.

### 159. Un moteur électrique.

Le moteur de l'expérience précédente peut être rendu plus puissant si, au lieu de nous servir d'un pôle de l'électro-aimant, nous utilisons les deux.



Installons donc sur notre grande plaque de base, en nous servant de quatre des trous marqués d'un cercle, notre bobine munie de son noyau ainsi que des deux masses polaires, comme l'indique la figure. A droite, nous fixons l'ensemble par une vis de liaison et à gauche par une vis courte. Ces vis sont passées par en dessous la plaque, et avant de poser la masse polaire inférieure, nous mettons une rondelle caoutchouc sur chaque vis.



Le fer tournant est monté comme précédemment pour tourner librement dans deux équerres-supports fixées par vis et écrous dans la rangée *f* de la plaque de base. Dans ce montage, le courant est toujours amené au fer tournant par l'intermédiaire des deux vis, mais le fil d'amenée touche les vis par en dessous. Nous nous apercevons que le moteur tourne après lui avoir donné la première impulsion, et nous remarquons qu'il tourne beaucoup mieux que celui de l'expérience précédente.

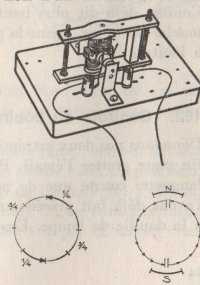
### 160. Après le fer tournant, un aimant tournant.

Malgré l'emploi de notre bobine, notre moteur a très peu de force et cela provient de ce que le courant n'est envoyé que par des impulsions très brèves, soit pendant 1/4 de la rotation, pour 3/4 de coupure.

Pendant ces 3/4 de tour, le moteur ne tourne que par son inertie, sans subir aucune attraction, donc sans aucune force motrice. Pour éviter cet inconvénient, il faudrait que le courant produise une attraction pendant tout un demi-tour et qu'il produise ensuite une répulsion pendant le demi-tour suivant.

D'après nos essais précédents, nous savons que la répulsion est possible à la condition que nous disposions de deux aimants, et non d'un aimant et d'une pièce en fer.

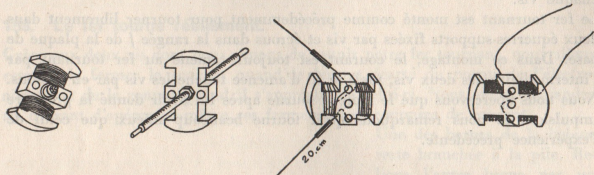
Nous avons vu, au cours de l'expérience n° 70, qu'un aimant tournant peut être repoussé par un aimant fixe. Il nous faut donc transformer notre fer tournant en aimant tournant. En bobinant du fil isolé autour d'une pièce en fer, cette dernière devient un électro-aimant pour autant que le courant circule dans le bobinage.



### 161. Bobinage de l'ancre.

Au lieu de nous servir du fer tournant pour réaliser cet électro-aimant, nous nous servirons cette fois-ci de nos six pièces en forme d'ancre qui sont prévues spécialement pour être montées sur l'axe moteur et pour pouvoir tourner entre les masses polaires.

En lieu et place de notre fer tournant, nous montons donc nos six pièces d'ancre sur la vis-axe ; nous les serrons entre deux écrous en veillant à ce que toutes les pièces soient bien en face l'une de l'autre.



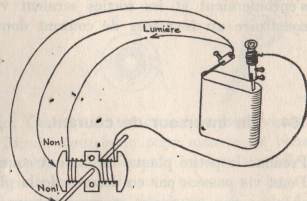
Avant de commencer notre bobinage, et afin d'éviter de blesser l'isolant du fil de bobinage, nous entourons nos pièces en fer de ruban adhésif. Nous veillons surtout à ce que le fil ne touche pas le fer. Ensuite, nous bobinons chacune des branches de l'ancre (rotor) avec 100 tours de fil, soit 200 tours au total. Pour commencer, nous laissons un morceau de fil de 20 cm de longueur, ensuite nous bobinons soigneusement à spires jointives la première moitié du rotor. Puis nous passons notre fil en biais vers la deuxième moitié et nous continuons à bobiner. En passant ce fil en biais, il faut bien veiller à ce qu'il ne touche le fer en aucun point.

Au bout de la deuxième série de 100 tours de fil (spires), nous immobilisons le bobinage avec du ruban adhésif et nous passons l'extrémité du fil à travers le deuxième trou du rotor et nous laissons une partie libre de 20 cm. Comme déjà dit plus haut, il faut faire attention que le fil de bobinage ne touche pas le fer, même la partie de fil en biais qui relie une moitié du bobinage à l'autre.

### 162. Contrôle du bobinage.

Dénudons nos deux extrémités de bobinage en nous servant d'un papier de verre fin pour gratter l'émail. Prenons une pile de lampe de poche et fixons à la languette courte une de nos ampoules par sa tige de monture, comme nous l'avons déjà fait précédemment. Relions une des extrémités de notre bobinage à la douille de lampe. Ensuite, nous fixons un fil à la languette longue de la

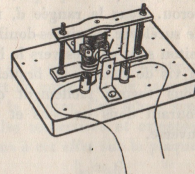
pile et avec ce fil nous touchons l'autre extrémité dénudée du bobinage. Notre ampoule doit s'allumer (preuve que le courant passe dans le bobinage). Avec le fil venant de la languette longue, nous touchons ensuite l'axe de notre rotor ou le fer bobiné, comme indiqué sur la figure. *La lampe ne doit pas s'allumer.* Si par hasard la lampe s'allumait dans ce dernier cas, cela voudrait dire que le fil de bobinage touche le fer en un point quelconque et nous devrions à ce moment débobiner notre fil et recommencer du début. Si tout est en ordre, nous envoyons le courant de la pile dans notre rotor, et nous constatons qu'il attire un morceau de fer, nous avons un électro-aimant.



### 163. Contrôle magnétique du rotor.

Reprenons le montage du moteur de l'expérience n° 159.

Démontons la bobine avec son noyau et remplaçons-la, comme indiqué ci-contre, par notre aimant permanent. Il nous sera très facile d'immobiliser ce dernier en passant une vis longue par le trou extrême à droite des masses polaires, en prenant les mêmes précautions de calage par une rondelle comme sur la gauche. Nous avons donc à nouveau réalisé un aimant en fer à cheval. Nous montons au centre des deux creux des masses polaires notre axe muni du rotor bobiné. Ce dernier s'immobilise sous l'action de l'aimant dans une position telle que son axe soit perpendiculaire à la plaque de base, c'est-à-dire dans le champ magnétique des masses polaires. Nous avons un pôle Nord d'un côté et un pôle Sud de l'autre, et peu importe que ce soit l'un ou l'autre qui se trouve en haut ou en bas.



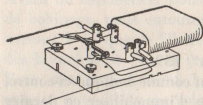
Envoyons le courant d'une pile dans le bobinage de notre rotor ; celui-ci devient un électro-aimant avec, d'un côté, un pôle Nord et, de l'autre côté, un pôle Sud. Si le pôle Nord du rotor se trouve face au pôle Sud de l'aimant fer à cheval, et inversement, rien ne se passe puisqu'il y a attraction. Si, au contraire, nous avons deux pôles Nord qui se font vis-à-vis d'un côté, et par là même deux

pôles Sud qui se trouvent face à face de l'autre côté, il se produit une répulsion violente et notre rotor fait un demi-tour. En croisant les fils d'alimentation aux bornes de la pile, nous faisons un deuxième demi-tour. Si nous pouvions réaliser ces inversions de courant à des instants déterminés, le rotor se mettrait évidemment à tourner en permanence. Dans le cas présent, les fils de sortie s'enrouleraient et les sorties seraient vite abîmées. Nous allons néanmoins construire un inverseur de courant dont nous aurons besoin ultérieurement.

#### 164. Un inverseur de courant.

Prenons la petite plaque de base et construisons cet inverseur.

Deux vis passées par en dessous de la plaque, dans la rangée *a*, sont bloquées chacune par un écrou et reçoivent un bouton moleté. Ce sont les plots de manipulation.



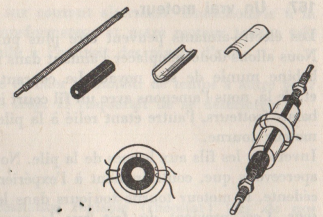
La rangée *b* est munie en son centre d'une pince-douille fixée par une vis courte passant par en dessous de la plaque. Nous munissons cette vis d'un écrou, sinon elle serait trop longue et viendrait boucher le trou de branchement.

La pince-douille, dont la fente est parallèle au grand côté de la plaque, est munie d'une vis de liaison immobilisée par un écrou. Dans la rangée *d*, nous fixons nos deux ressorts laiton en ayant soin de surélever les pince-douilles correspondantes chacune par un écrou. Les lames laiton sont galbées vers le haut, de façon à ce qu'elles touchent en permanence la vis de liaison. Le branchement est réalisé comme indiqué sur la figure, et nous voyons facilement qu'en appuyant sur une lame nous envoyons le courant dans un sens et en appuyant sur l'autre, nous l'envoyons en sens inverse.

#### 165. Collecteur.

L'inverseur de courant de l'expérience précédente ne permet pas de faire tourner notre rotor de plus d'un ou deux tours sans risque d'abîmer le bobinage. Nous allons donc construire un inverseur tournant, solidaire du rotor, c'est-à-dire un collecteur.

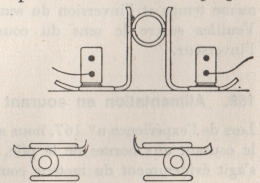
Prenons la douille de collecteur noire et munissons-la des demi-coquilles en laiton que nous maintenons en place par la bague caoutchouc pour assurer de bons contacts avec les demi-coquilles. Ensuite, nous glissons cet ensemble collecteur sur la vis-axe de notre rotor et nous bloquons avec un écrou. Nous raccourcissons les fils venant du bobinage et nous les dénudons avec du papier de verre sur 1,5 cm de longueur environ. Ces extrémités dénudées sont passées deux fois chacune en dessous de la bague caoutchouc pour assurer de bons contacts avec les demi-coquilles. Les deux intervalles séparant les demi-coquilles doivent se trouver exactement en face des deux trous du rotor et nous veillerons à ce que les espaces séparant ces demi-coquilles soient identiques.



Montons le rotor entre les deux équerres-supports, comme lors de l'expérience n° 163, et en touchant avec les deux fils, venant de la pile, les deux lames de collecteur, nous constatons que le moteur a tendance à tourner immédiatement. Nous comprenons qu'à un instant donné, nos pôles d'ancre sont attirés en haut et en bas, et au moment précis donné par les lames de collecteur, les pôles se repoussent pour s'attirer de l'autre côté, et le courant s'inverse à nouveau, et ainsi de suite.

#### 166. Balais-frotteurs.

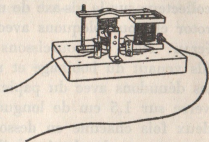
Les arrivées de courant devant se faire à gauche et à droite du collecteur, nous nous servons de deux frotteurs en bronze ressort de notre boîte et nous les fixons sur la plaque de base, comme indiqué sur la figure. Ces lames sont galbées et maintenues serrées sous les pince-douilles respectives et orientées grâce aux petits bossages guides qui se trouvent prévus à cet effet sur la plaque. Branchons une pile en nous servant de fiches prise de courant ; en donnant une légère impulsion au rotor, nous voyons que le moteur tourne très vite. En inversant les fils d'arrivée, le moteur démarre en sens inverse. Nous avons un moteur électrique à aimant permanent.



### 167. Un vrai moteur.

Les électro-aimants peuvent être plus puissants que les aimants permanents. Nous allons donc remplacer l'aimant dans notre moteur en lui substituant notre bobine munie de son noyau. Le courant passe d'abord à travers la bobine, et, de là, nous l'amenons avec un fil court à un des balais frotteurs, l'autre étant relié à la pile. Notre moteur tourne.

Inversons les fils aux bornes de la pile. Nous nous apercevons que, contrairement à l'expérience précédente, le moteur tourne toujours dans le même sens. Ceci provient du fait que le courant est inversé en même temps dans la bobine et dans le rotor.

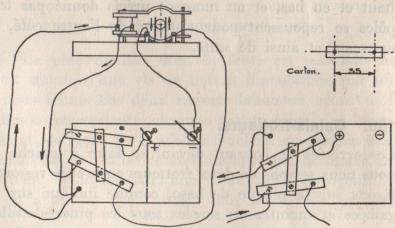


### 168. Le moteur tourne à l'envers.

Inversons les polarités de la bobine à l'électro-aimant (inducteur) et laissons le branchement de la partie tournante (induit) inchangé. A ce moment, notre moteur tourne en sens inverse.

Le branchement de la figure nous montre comment réaliser un inverseur que nous pouvons construire sur la petite plaque de base. Les deux ressorts laiton sont reliés entre eux par une pièce en carton épais ou en une matière isolante quelconque. De cette façon, les deux ressorts se déplacent en même temps et l'inversion du sens de rotation du moteur est facile.

Veillez suivre le sens du courant pour chacune des deux positions de l'inverseur.



### 169. Alimentation en courant alternatif.

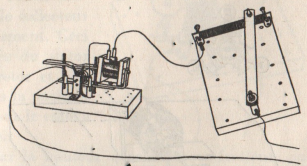
Lors de l'expérience n° 167, nous avons pu constater qu'en inversant simplement le courant aux bornes de la pile, notre moteur tourne dans le même sens. Il s'agit évidemment du moteur comportant la bobine.

Nous en avons déduit qu'il marche sur courant alternatif. Branchons-le à la sortie 4 volts ou 8 volts de notre transformateur et notre moteur tourne très vite. Mettons une *petite* goutte d'huile à l'endroit des pivots d'axe.

ATTENTION. — Il est nécessaire de toucher le moteur de temps à autre pour se rendre compte s'il ne chauffe pas trop. Il risquerait de se détériorer.

### 170. Régulateur de vitesse.

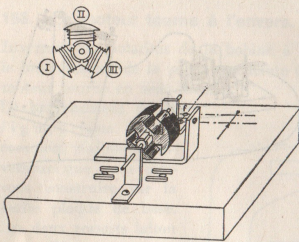
Nous avons déjà construit une résistance réglable (rhéostat) lors de nos expériences précédentes. En nous servant de notre petite plaque de base, nous pouvons aisément reconstituer cet ensemble. Galbons notre curseur en laiton vers le haut et passons par-dessus notre résistance prisonnière entre deux pincettes. Nous avons toujours ainsi un bon contact. En manœuvrant le levier vers la gauche, la résistance du rhéostat diminue, le courant augmente et le moteur tourne plus vite. Nous sommes donc maîtres de la vitesse de notre moteur puisqu'il nous est facile de le faire tourner plus ou moins vite, à volonté.



## M. — Moteurs améliorés

Tous les types de moteurs que nous avons construits jusqu'à présent fonctionnent parfaitement, mais ils ont un inconvénient majeur. Nous avons vu en effet que le démarrage dépend de la position du rotor (induit) par rapport au circuit magnétique (inducteur). Ces moteurs comportent un point mort, c'est-à-dire une position pour laquelle ils ne démarrent pas. Les moteurs munis de rotor à trois pôles (trois branches) démarrent dans toutes les positions et peuvent être branchés sans autre précaution.

### 171. L'induit à trois pôles.

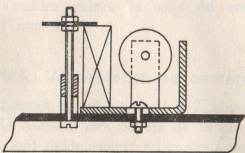


L'induit à trois pôles est pourvu d'un collecteur à trois lames. Chacun des bobinages est relié à une de ses extrémités à une lame de collecteur et les trois sorties de bobine sont reliées entre elles.

Notre boîte contient un induit de ce genre tout bobiné et raccordé sur son collecteur. La boîte contient également une poulie avec vis de blocage. Nous montons ultérieurement cette poulie pour l'entraînement de petits mécanismes.

L'axe de notre induit étant plus court que celui des moteurs que nous avons montés précédemment, nous installons nos équerres-supports d'axe en laissant inchangée celle côté collecteur et frotteurs, et en rapprochant de 1 cm l'équerre arrière dans la rangée de trous *f*.

### 172. Moteur à aimant permanent.



Dans ce moteur, le champ magnétique est constitué par l'aimant permanent et par la grosse équerre en fer.

Nous fixons l'équerre en fer par le trou allongé (boutonnière) de sa branche la plus longue sur la grande plaque de base, à l'aide d'une vis courte et d'un écrou, en passant cette vis par le trou légèrement décalé par rapport à la rangée *f*. Posons

l'aimant sur la branche libre de l'équerre, son aimantation passe à travers l'équerre et l'autre branche de celle-ci devient également magnétique. Nous immobilisons l'aimant par une vis longue et une rondelle prisonnière entre deux écrous (voir figure).

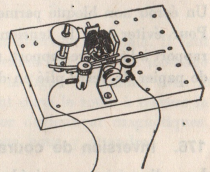
Le rotor se trouve donc dans le champ magnétique du stator. Nous nous arrangeons pour que les deux pôles soient le plus près possible du rotor.

La distance qui existe entre stator et rotor d'un moteur s'appelle « l'entrefer ».

### 173. Le courant traverse le rotor.

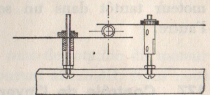
Bien que le collecteur soit muni de trois lames, il est nécessaire d'amener le courant par deux points diamétralement opposés. Nous prenons donc nos deux fils reliés d'un côté à une pile et nous touchons le collecteur avec les autres extrémités. Contrairement aux moteurs précédents, nous nous apercevons que le meilleur fonctionnement est obtenu quand nous touchons le collecteur en haut et en bas et non plus latéralement. Ceci provient de ce que les masses polaires du stator sont maintenant de chaque côté du rotor et non plus en haut et en bas. Nous modifions la position de nos frotteurs pour les faire tomber sur le collecteur suivant un axe vertical de celui-ci.

La figure nous montre comment régler la hauteur exacte de ces frotteurs en serrant les lames entre des pinces-douilles et des boutons moletés, ces deux organes étant eux-mêmes à la hauteur voulue sur des vis longues traversant la plaque de base.



### 174. Le moteur tourne.

Raccordons notre moteur (les deux frotteurs) à la pile de lampe de poche et nous constatons que le rotor se met à tourner sans aucune intervention extérieure. La vitesse augmente et un dernier réglage des frotteurs nous permet d'obtenir un très bon fonctionnement. Nous agissons sur la pression des frotteurs. Quand celle-ci est trop faible, le moteur tourne lentement, mais il ne s'agit pas non plus d'appuyer trop fort pour éviter qu'une pression exagérée produise un freinage.

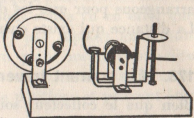


### 175. Le travail du moteur.

Dans notre boîte, nous trouvons une poulie métallique que nous fixons par

sa vis en bout d'arbre de l'axe du moteur. Nous installons la grande poulie soit sur la grande plaque de base, soit sur la petite plaque, et nous passons un fil à coudre dans les gorges des poulies pour les relier entre elles.

La rotation du moteur produit la rotation de la poulie qui tourne évidemment à une vitesse plus faible, son diamètre étant plus grand que celui de la poulie du moteur. Pour installer notre grande poulie, nous nous servons de notre troisième équerre-support sur laquelle nous fixons en premier lieu le fer d'armature, afin d'allonger la branche longue de l'équerre. Ensuite, nous passons une vis par le trou extérieur de ce fer et nous adaptions la poulie sur cette vis.

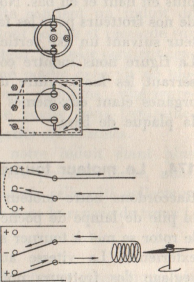


Un écrou non bloqué permet la rotation de notre poulie.

Pour éviter que la tension du fil à coudre ne fasse glisser l'armature par rapport à l'équerre-support, nous insérons entre ces deux pièces un petit morceau de papier de verre plié en deux, les surfaces rugueuses à l'extérieur.

#### 176. Inversion de courant.

Lors d'expériences précédentes, nous avons construit des inverseurs pour changer le sens de rotation d'un moteur (expériences n° 163 et 168). Nous pouvons évidemment construire des inverseurs différents avec le matériel de notre boîte, et nous vous donnons à titre indicatif, sur les schémas ci-contre, une autre réalisation permettant de faire tourner notre moteur tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.



#### 177. Contrôle de l'inversion de courant.

Le contrôle d'inversion de courant, selon schéma ci-dessus, se réalise facilement en branchant simplement notre bobine dans le circuit. Nous installons notre aiguille aimantée à proximité de l'une des extrémités de la bobine. En manœuvrant l'inverseur, nous constatons que l'aiguille aimantée est attirée une fois d'un côté, une fois de l'autre. Nous avons donc une inversion de polarité magnétique, donc une inversion de courant.

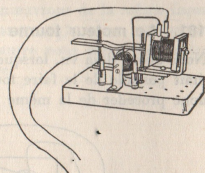
#### 178. Notre rotor dans le champ de la bobine.

Notre rotor à trois pôles étant d'un diamètre plus faible que le fer tournant à deux pôles que nous avons bobiné précédemment, il importe de rapprocher les masses polaires de l'électro-aimant.

Nous retournons donc une des masses polaires, comme indiqué sur la figure. La distance entre les fers est réglée grâce aux écrous et contre-écrous passés sur les vis de liaison.

L'électro-aimant est fixé sur la masse polaire inférieure et le blocage de la vis de fixation se fait quand le noyau est en contact avec la masse polaire supérieure.

Notre électro-aimant présente maintenant ses pôles de façon telle que les lignes de forces sont en direction verticale. Il faut donc monter nos balais frotteurs comme nous l'avions fait lors du montage du moteur à deux pôles, c'est-à-dire de façon que la ligne de contact avec le collecteur soit horizontale. Nous envoyons le courant dans le rotor à travers la bobine d'électro-aimant, de sorte que stator et rotor deviennent magnétiques. Le moteur démarre tout seul comme nous pouvions nous y attendre.

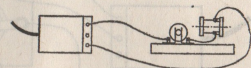


#### 179. Le moteur fait-il marche arrière ?

Notre petite plaque de base est toujours équipée de son inverseur. Nous envoyons donc le courant de la pile à travers cet inverseur à notre moteur. Invertissons le courant et nous voyons que, quel que soit le sens de ce courant, le moteur s'obstine à tourner dans la même direction. Pour en connaître l'explication, nous nous reportons à l'expérience n° 167 que nous avons faite avec le moteur à deux pôles.

#### 180. Alimentation en courant alternatif.

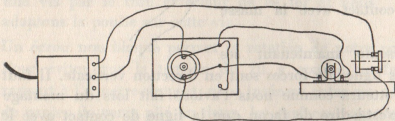
Le sens du courant n'ayant aucune influence sur le sens de rotation du moteur à trois branches, nous allons donc l'alimenter en courant alternatif. Nous nous servons d'un transformateur, comme précédemment, car prendre directement le courant du secteur serait extrêmement dangereux. Notre transformateur GéGé qui se branche sur 127 volts ou 220 volts alternatif (choix de tension par déplacement d'un fusible) nous donne à la sortie 4, 8 et 12 V. Nous branchons donc notre moteur comme indiqué sur le schéma. A 4 volts, il tourne,



mais nous pouvons sans crainte l'alimenter en 3 volts ; 12 volts serait un peu de trop et notre moteur risquerait de chauffer. Nous pouvons donc faire un essai de courte durée.

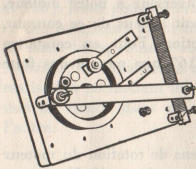
### 181. Le moteur tourne dans les deux sens.

Nous avons déjà vu, lorsque nous avons construit le moteur à deux pôles, qu'il était possible de le faire tourner dans les deux sens, et pourquoi. Nous allons donc procéder de la même façon.



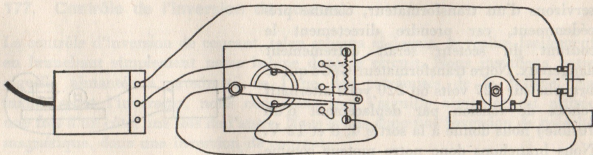
Alimentons donc notre moteur comme indiqué sur le schéma. Notre rotor recevra le même courant, mais à travers notre inverseur. Nous inversons donc le sens du courant dans le rotor seulement, et le moteur tourne ainsi à volonté en avant et en arrière.

### 182. Réglage du courant.



Nous avons certainement conservé le montage d'inversion sur notre petite plaque de base. Cette plaque comprend également la résistance avec son levier curseur permettant d'augmenter et de diminuer le courant dans le rotor.

Nous pouvons donc faire le montage du schéma ci-dessous, et de cette façon, il nous est possible de faire tourner notre moteur plus ou moins vite quel que soit son sens de rotation que nous choisissons à volonté.



### 183. Moteur de tramway.

Comment fait le wattmann d'un tramway ? D'une main, il tient son levier qui lui permet de rouler plus ou moins vite, de l'autre, il peut commander la mise en marche, l'arrêt et, éventuellement, la marche arrière. Pour freiner, il coupe le courant et manœuvre son frein ; en cas de danger, il arrive même qu'il change le sens de rotation de ses moteurs. Nous manœuvrons de la même façon pour commander notre moteur. D'une main, nous réglons sa vitesse de rotation en agissant sur le levier curseur, et de l'autre nous actionnons notre inverseur pour la marche avant et la marche arrière.

Mon cher Electricien,

Vous venez de faire connaissance avec les éléments fondamentaux de l'électricité. Nous supposons que la réussite de toutes ces expériences vous a mis en appétit et que le désir de pénétrer plus avant dans ce domaine et celui des sciences en particulier vous incitera à poursuivre dans cette voie.

Nous nous devons d'attirer votre attention sur la collection complète des jeux scientifiques pour grands et petits.

Pour vos frères et sœurs plus jeunes que vous, les leçons apprises à l'école deviennent inoubliables grâce aux deux boîtes :

- « PHYSIQUE ET CHIMIE, MON PREMIER LABORATOIRE »,
- « OPTIQUE ET ÉLECTRICITÉ, LEÇONS DE CHOSSES ».

En ce qui vous concerne personnellement, nous attirons votre attention sur les compagnons de « L'ÉLECTRICIEN » dont vous possédez un exemplaire.

Il s'agit des boîtes suivantes :

- LE PETIT CHIMISTE,
- LE PHYSICIEN,
- LE PETIT BIOLOGISTE,
- LE JEUNE RADIO.

Ces jeux vous familiarisent avec ces branches de la science, comme vous venez de vous familiariser avec l'électricité. Il en existe des versions sous forme de laboratoires portatifs, et notamment :

- L'INGÉNIEUR CHIMISTE,
- L'INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN,
- LE DOCTEUR EN BIOLOGIE.

Ces trois coffrets en bois, transportables, sont de véritables laboratoires qui vous serviront au-delà de la durée de vos études.

GéGé, sur simple demande de votre part, peut vous fournir toutes pièces de rechange, mais nous vous conseillons de vous adresser de préférence au magasin qui vous a vendu la boîte.

Nous vous signalons néanmoins que, dans les cas exceptionnels, nous pouvons fournir soit le transformateur 4, 8 et 12 volts dont il est question dans le présent livret, soit des transformateurs-redresseurs pour circuit auto ou train, soit encore un bloc redresseur permettant la transformation en courant continu de la tension secondaire de votre transformateur, à condition que celle-ci ne dépasse pas 24 volts.

découper ici

