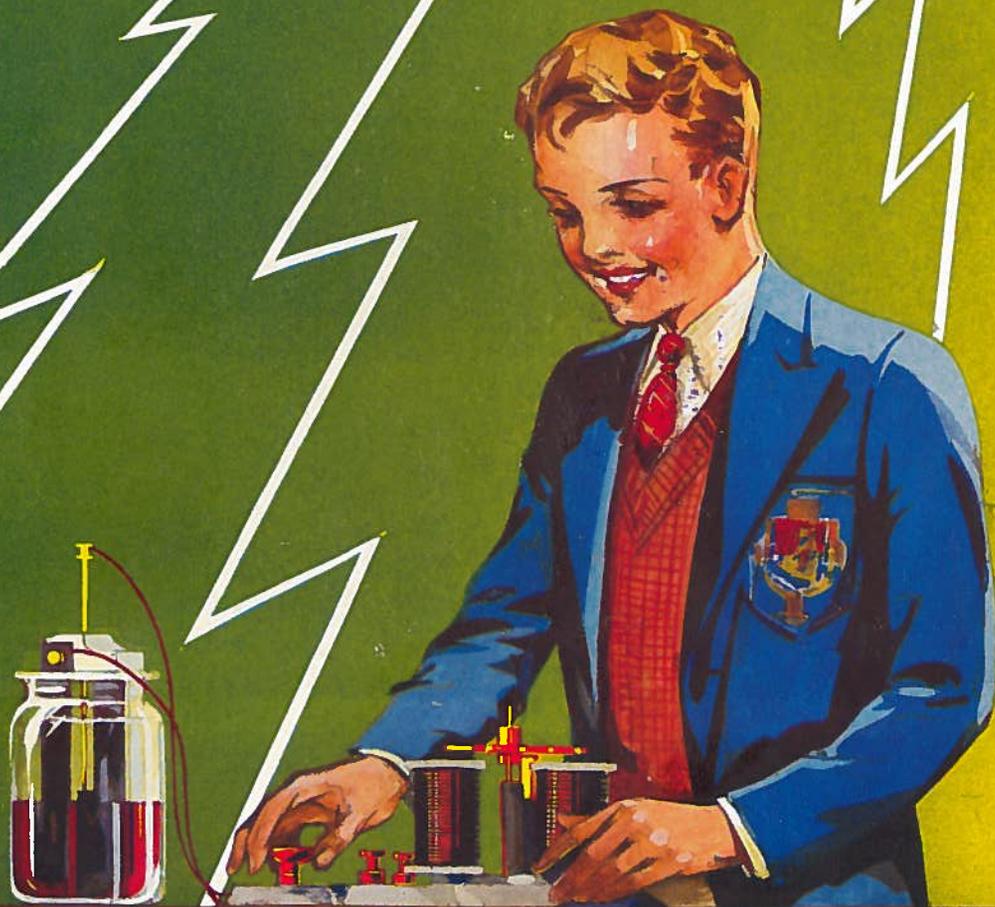


# ELEKTRON

EXPERIENCES  
ELECTRIQUES



INSTRUCTIONS  
POUR  
la Boîte No. 2

MECCANO LIMITED  
Binns Road, Liverpool 13, ANGLETERRE

PRIX  
BELGIQUE  
Frs. 9.50  
SUISSE  
Frs. 1.00

# ELEKTRON

## EXPERIENCES ELECTRIQUES

La Boîte Elektron No. 2 contient tous les appareils et le matériel nécessaires pour permettre aux jeunes fervents de l'électricité d'exécuter toute une série de belles et attrayantes expériences. Ces expériences ont été spécialement choisies pour donner aux jeunes expérimentateurs, tout en les amusant, une explication complète des principes généraux de l'électricité.

Dans le Manuel Elektron No. 1, nous avons passé en revue les merveilles du Magnétisme et de l'Electricité Statique. Le Manuel Elektron No. 2 complète le Manuel No. 1 en décrivant les secrets de l'origine et de l'application des courants électriques. Il donne également les instructions nécessaires pour la construction d'une Pile au Bichromate de Potassium qui produit le courant, indispensable pour l'exécution de toute une série de belles expériences. Le contenu de la Boîte Elektron No. 2 permet la construction des appareils électriques suivants : une Lampe de Chevet pratique ; deux Moteurs Electriques puissants de type différent ; une Bobine de Ruhmkorff qui vous procurera des heures d'amusement ; une véritable Sonnette Electrique, un Appareil Télégraphique, ainsi que des électro-aimants pouvant être utilisés dans de nombreuses expériences.

Parmi les autres belles expériences décrites dans ce Manuel, les expériences de Galvanoplastie occupent, sûrement, une des premières places : vous serez à même, par exemple, de faire déposer une nouvelle couche de cuivre sur une vieille cuiller ou tout autre article en métal.

Toutes les expériences exécutées dans ce Manuel peuvent être également effectuées avec le contenu combiné des Boîtes Elektron No. 1 et No. 1A.

**MECCANO LIMITED**  
LIVERPOOL 13  
ANGLETERRE

### Electrodynamique

Dans le Manuel Elektron No. 1 nous avons parlé de magnétisme et de charges électriques produites par le frottement. Nous allons maintenant entretenir les jeunes fervents de l'électricité de l'électrodynamique, c'est-à-dire des courants électriques ou, ce qui est la même chose, de l'électricité en mouvement.

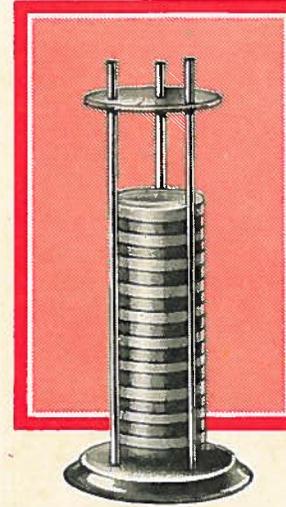


Fig. 1. Une pile Volta.

En 1789, le célèbre physicien et médecin italien Luigi Galvani, professeur d'anatomie à Bologne, ayant disséqué plusieurs grenouilles pour en étudier le système nerveux, les suspendit à un balcon en fer, au moyen de petits crochets de cuivre, qui passaient par les nerfs lombaires. Toutes les fois que, dans le mouvement de balancement que le hasard leur imprimait, ces nerfs touchaient le fer, il arrivait que les grenouilles, mortes et mutilées, éprouvaient de vives convulsions. Galvani attribua ce phénomène à l'électricité développée dans les tissus de l'animal.

En 1799, un autre Italien, Alessandro Volta, démontra que cette nouvelle forme d'électricité était produite par le contact des deux métaux. En plaçant des disques de cuivre et de zinc alternativement l'un sur l'autre et en les séparant avec des rondelles de flanelle plongées préalablement dans un acide, Volta connecta le premier disque de cuivre d'en-haut au dernier disque de zinc d'en-bas à l'aide d'un fil métallique. (Fig. 1). Ce fil était parcouru par un courant électrique. L'électricité ainsi produite était donc tout à fait différente de l'électricité statique, car elle fournissait un courant. Cette sorte d'électricité produite par la Pile de Volta, car c'est ainsi qu'on appela l'appareil du savant italien, fut tout d'abord connue sous le nom d' "électricité voltaïque."

On l'appela plus tard "électricité dynamique."

La découverte de Volta fut suivie d'une longue et ardente controverse sur l'origine de l'électricité ainsi produite. A la fin, on décida qu'elle était due à une action chimique.

### Courant Electrique Produit par l'Action Chimique

La "pile Volta" fut remplacée plus tard par un vase contenant un acide en dissolution, dans lequel on plaçait deux morceaux de métal différent—généralement cuivre et zinc. A l'aide de ces deux métaux on obtenait un courant positif et un courant négatif. Ceux-ci constituent ce qu'on appelle un circuit électrique.

Une pile semblable peut être construite à l'aide des Lames de Cuivre et de Zinc (Pièces Nos. 1526 et 1527) contenues dans la Boîte Elektron No. 2. Il sera nécessaire, pour monter la pile, d'immerger ces Lames dans la moitié du contenu d'un bocal d'acide sulfurique dilué de la force de celui qu'on emploie dans les accumulateurs (Fig. 2). Des bulles gazeuses commenceront à se former sur la Lame de Zinc, l'action de l'acide sur le métal provoquant le dégagement de l'hydrogène. Il ne se formera pas de bulles gazeuses sur le cuivre avant que la Lame de Cuivre ne soit connectée à la Lame de Zinc au moyen d'un fil métallique.

Cette curieuse attitude du courant électrique passe par le fil de la Lame de Cuivre sur la Lame de Zinc, le circuit étant fermé entre les deux Lames par l'acide. Pour démontrer la

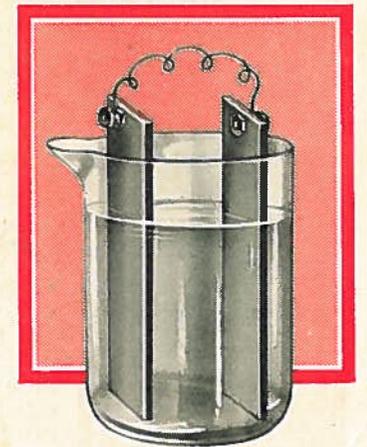


Fig. 2. Élément voltaïque



Fig. 3. Élément Leclanché.

présence de ce courant, fixez les B o r n e s (Pièce No. 1563) sur les Boulons passés à travers les trous situés dans les coins des Lames de Cuivre et de Zinc et retenus en position à l'aide d'écrous. Dénuidez ensuite les extrémités de deux Fils de Connexion verts de 28 cm. chacun (Pièce No. 1566) et attachez un de ces Fils à la Borne de la Lame de Cuivre et l'autre à la Borne de la Lame de Zinc. Enroulez l'extrémité libre d'un des Fils autour du culot de la Lampe Electrique de 2 v. 5 (Pièce No. 1537) et mettez en contact le second Fil avec le plot central de la Lampe. Le filament de la Lampe devient lumineux instantanément, en démontrant ainsi que le courant a passé par lui.

Dans une pile de ce type les Lames de Zinc et de Cuivre sont appelées pôles. Le courant passe à travers le fil, du cuivre au zinc, et la Lame de Cuivre représente, par conséquent, le pôle positif, tandis que la Lame de Zinc est le pôle négatif.

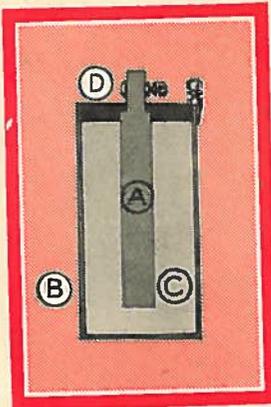


Fig. 4. Coupe d'une pile sèche.

### Comment on Remédie à la Polarisation

On appelle "polarisation d'une pile" la diminution de l'intensité de son courant, par suite de réactions chimiques intérieures.

Dans l'expérience

précédente, la Lampe n'est allumée que pendant quelques secondes seulement, car les bulles d'hydrogène se dégagent sur la Lame de Cuivre recouvrent le métal et empêchent l'acide de l'atteindre. On dit, dans ce cas, que la pile est "polarisée." Pour remédier à cet état de choses, il faut introduire dans l'appareil des corps auxiliaires, dits "dépolari-sants," capables d'absorber l'hydrogène qui se dégage et de détruire, par conséquent, ses effets perturbateurs.

Il existe actuellement différents types de piles. La plus pratique des piles à un seul dépolari-sant solide est l'élément Leclanché : une tige de zinc plongeant dans une dissolution de chlor-h y d r a t e d'ammoniaque forme le pôle négatif ; au centre, un vase poreux ou un sac de toile renferme une plaque de charbon de cornue (positif) après laquelle on a aggloméré par pression du bioxyde de manganèse. L'élément Leclanché est souvent employé de nos jours dans les sonneries électriques et le téléphone.

Les piles de ce genre contiennent du liquide, de sorte qu'elles ne sont pas faciles à manier. Pour remédier à cet inconvénient, on introduit des piles sèches, employées aujourd'hui pour les lampes électriques de poche. Elles fonctionnent de la même manière que les autres, mais le liquide immobilisé est contenu dans un vase de zinc placé à l'intérieur. (Fig. 4B). L'électrode positive (A) est généralement constituée par une tige de charbon placée au centre du vase de zinc et entourée par le liquide immobilisé. Le tout est recouvert de poix ou par une autre substance imperméable servant d'isolateur. (D).



Fig. 5. Pile au Bichromate.

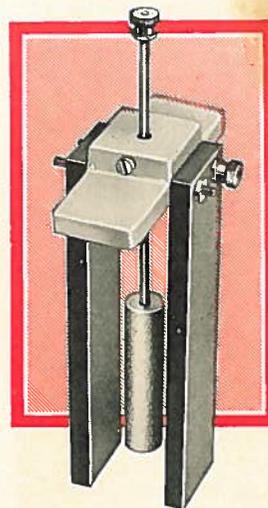


Fig. 6. Montage de la Pile au Bichromate Elektron avec la Tige de Zinc et les Plaques de Charbon en position.

(Fig. 6). Vissez la Tige de Zinc (Pièce No. 1531) sur une des extrémités de la Tige de l'Electroscope (pièce No. 1521) et passez cette dernière à travers le trou du Support de telle façon à ce que la Tige de Zinc se trouve entre les Plaques de Charbon, comme montré sur la Fig. 6. On maintient la Tige de Zinc en position voulue en serrant l'écrou situé sur le Support. Vissez ensuite un Ecou et une Borne sur l'extrémité supérieure de la Tige de l'Electroscope et fixez une Borne sur le bout d'une des Tiges Filetées.

On se sert du Bichromate de Potassium dans le but de faire disparaître l'hydrogène qui serait la cause de la polarisation. Faites dissoudre 1/6 de la quantité de Bichromate contenu dans la Boîte dans 100-120 grammes d'eau—une cuillerée à bouche contient environ 30 grammes—et ajoutez à cette dissolution 30 grammes d'acide sulfurique de la force de celui utilisé dans les accumulateurs. Mélangez le tout dans un récipient en le tenant au-dessus d'un évier en ayant soin d'y verser d'abord la dissolution. Versez ensuite le tout dans un bocal de verre et posez à sa place le Support de Pile

### Construction d'une Pile au Bichromate de Potassium

La Pile au Bichromate de Potassium, spécialement destinée pour les expériences décrites dans ce Manuel, est reproduite sur la Fig. 5. Fixez à l'aide de deux Tiges Filetées (Pièce No. 1533) et de quatre écrous une Plaque de Charbon (Pièce No. 1532) sur chaque côté du Support des charbons de la Pile (Pièce No. 1528)

(Fig. 5). Relevez la Tige de Zinc et ne la plongez dans la dissolution que quand vous aurez besoin du courant, car le zinc subit l'action corrosive de l'acide de la dissolution. En prenant cette précaution, vous pourrez être certain que la Tige de Zinc contenue dans la Boîte vous assurera un long service. Le liquide rouge change de couleur avec le temps et devient vert foncé. Il faudra vider le bocal et renouveler la dissolution aussitôt que vous remarquerez que l'action de la pile s'affaiblit.

### Comment on Mesure les Courants Electriques

Un courant électrique passant à travers un conducteur, par exemple un fil de cuivre, peut être comparé à de l'eau coulant dans une conduite qui relie un réservoir à une maison.

La circulation de l'eau dans la conduite est due à la pression qui résulte de la différence des niveaux existant entre le réservoir et la maison, le réservoir étant situé plus haut que cette dernière.

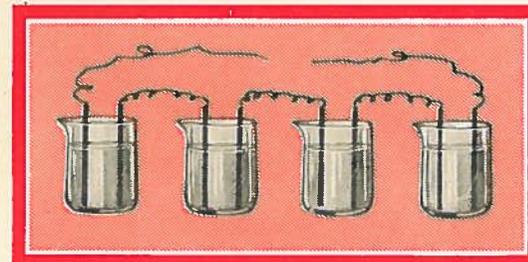


Fig. 7. (a) Groupement de piles "En Série."

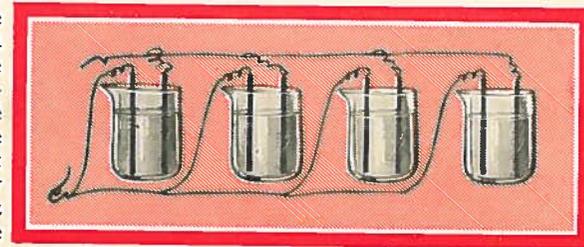


Fig. 7. (b) Groupement de piles "Parallèle"

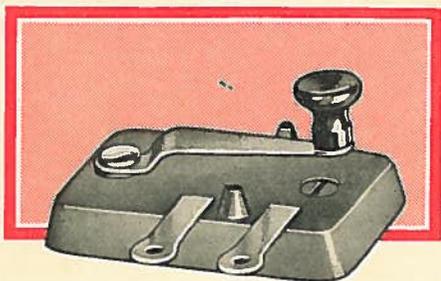


Fig. 8. Interrupteur Elektron.

Une différence analogue de "pression" électrique existe entre la lame positive et négative d'une pile Volta. Cette différence produit une FORCE ELECTROMOTRICE qu'on mesure en VOLTS. L'intensité de la circulation de l'eau dans une conduite est mesurée en litres par seconde, tandis que celle de l'électricité est mesurée en AMPERES. Les volts expriment, par conséquent, la "pression" à laquelle est fourni le courant électrique, tandis que le courant lui-même est mesuré en ampères.

L'eau coulant dans une conduite rencontre une résistance due au frottement contre les parois de la conduite. Dans un bon conducteur d'électricité cette résistance est insignifiante, mais elle peut être très considérable dans un mauvais conducteur. Elle est plus grande dans un fil métallique mince que dans un fil épais, et dans un fil long que dans un fil court. La plupart des métaux, le cuivre en particulier, n'ont qu'une résistance très faible et c'est pour cela que le fil de cuivre convient le mieux pour les connexions électriques. On mesure la résistance en OHMS.

Le Volt est la différence de potentiel existant entre les extrémités d'un conducteur dont la résistance est de 1 ohm, traversé par un courant invariable de 1 ampère.

### Batteries Electriques

Nous pouvons obtenir des courants électriques bien plus puissants que ceux produits

par notre Pile au Bichromate de Potassium en groupant plusieurs piles ensemble. Un accouplement de plusieurs piles est connu sous le nom de "BATTERIE." Il existe deux moyens de groupement de piles. Si nous avons deux piles et si le zinc de chacune d'elles est connecté au charbon de l'autre, on obtient pour l'ensemble de la batterie ainsi formée un voltage égal à la somme de ceux des deux piles. On obtiendra des voltages plus considérables en augmentant le nombre des piles et en connectant dans toutes ces piles le zinc au charbon (Fig. 7a). Ce type d'accouplement s'appelle "Groupement en SERIE."

Dans certains cas, on peut avoir besoin d'un courant plus intense, sans pour cela augmenter la tension. On relie entre elles dans ce but toutes les bornes positives et négatives de plusieurs piles; toutes les lames de zinc sont, par conséquent, connectées entre elles et les lames de charbon également. Ce type d'accouplement de piles est connu sous le nom de "Groupement PARALLELE."

### Accumulateur—Source de Courant

Dans toutes les piles voltaïques, y compris notre Pile au Bichromate de Potassium, c'est l'action chimique qui y a lieu qui est la source d'électricité, l'énergie chimique étant convertie en énergie électrique. Dans les accumulateurs qui nous sont devenus si familiers comme sources de courant pour nos postes de T.S.F., c'est également l'action chimique qui produit le courant, mais de toute autre façon.

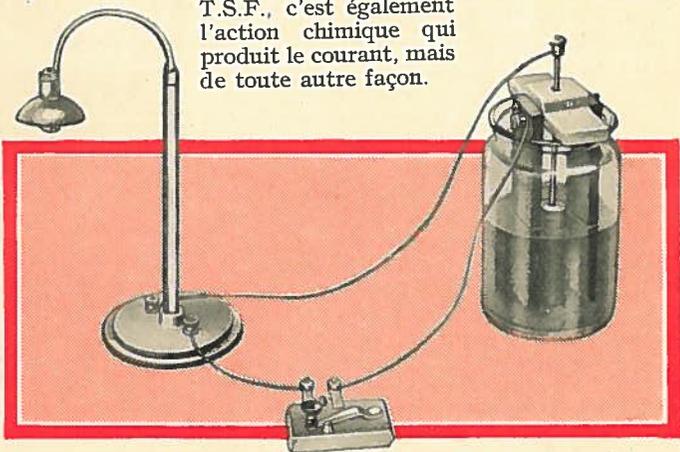


Fig. 9. Lampe de Chevet connectée à la Pile au Bichromate avec l'Interrupteur dans le circuit.

L'accumulateur est un appareil électrique, emmagasinant l'énergie et capable, à un moment donné, de restituer cette énergie sous forme de courant. Le premier accumulateur électrique fut construit en 1860 par le physicien français Gaston Planté. Les accumulateurs sont employés pour l'éclairage, pour les voitures automobiles, pour les postes de T.S.F.,

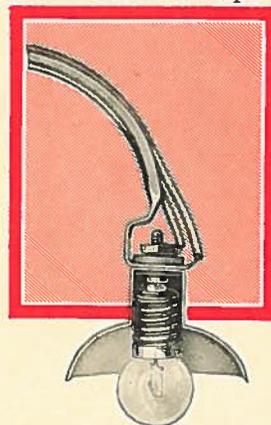


Fig. 10. Connexions électriques d'une Lampe de Chevet.

etc.: ils permettent de transporter l'énergie électrique à des distances quelconques. L'accumulateur étant chargé, l'énergie chimique y est emmagasinée grâce au passage d'un courant électrique et peut en être dégagée à tout moment sous forme de courant. La force électromotrice d'un seul élément est d'environ deux volts; on peut obtenir des voltages plus considérables en accouplant plusieurs éléments en série.

### Etablissement et Interruption des Courants Electriques

L'interrupteur, à l'aide duquel on est à même d'établir ou d'interrompre le courant est un des éléments les plus importants de tout circuit électrique. L'Interrupteur (Pièce No. 1572) destiné aux expériences décrites dans ce Manuel est reproduit sur la Fig. 8. Pour l'intercaler dans le circuit électrique, on fixe les fils de connexion aux Bornes montées sur des Boulons passés à travers les trous dans les bandes de cuivre et on les maintient en position au moyen d'Ecrous.

### Une Lampe de Chevet Pratique

La Pile au Bichromate de Potassium peut être connectée à la lampe de

chevet décrite dans le dernier chapitre du Manuel Elektron No. 1. Cette lampe, dont les connexions électriques sont reproduites sur la Fig. 10, a été spécialement étudiée pour être employée avec la Pile au Bichromate de Potassium Elektron et l'Interrupteur, ainsi que le montre la Fig. 9.

### Unité de Puissance Electrique

Le courant électrique servant à l'éclairage et à la mise en marche de moteurs électriques est fourni par des DYNAMOS installées dans les grandes centrales électriques. La production de l'électricité par les dynamos s'effectue d'une toute autre façon que dans le cas de notre Pile au Bichromate de Potassium et nos lecteurs trouveront plus bas une explication du travail des dynamos. De la centrale électrique le courant est dirigé dans nos maisons par les fils électriques.

On obtient le WATT, unité de puissance électrique, (synonyme: volt-ampère) en multipliant la force électromotrice exprimée en volts par l'intensité du courant exprimée en ampères. Le KILOWATT, unité de puissance électrique usitée en pratique, vaut 1,000 watts. En multipliant la puissance électrique en kilowatts par la durée de temps du passage du courant exprimée en heures on obtient le travail exécuté par le courant. Ce travail est exprimé en kilowatts-heures. On entend sous un kilowatt-heure—le travail exécuté pendant 1 heure par une machine dont la puissance électrique est de 1 kilowatt.

### Effets Magnétiques d'un Courant Electrique

Nous avons déjà eu l'occasion dans le Manuel Elektron No. 1 d'attirer l'attention de nos lecteurs sur certaines analogies existant entre les corps électrisés et les aimants. Nous allons voir à présent que des effets magnétiques peuvent être produits par l'électricité et nous allons nous servir pour le démontrer de la Boussole et de la Pile au Bichromate contenues dans la Boîte.

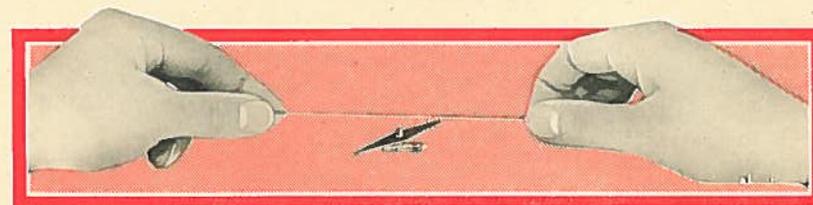


Fig. 11. Une aiguille aimantée dévie de sa position normale si l'on tient au-dessus d'elle un fil connecté aux bornes de la Pile au Bichromate.



Fig. 12. Galvanoscope Elektron.

également d'intercaler l'interrupteur dans le circuit. Il suffit d'appuyer sur la lame de contact pour que l'aiguille dévie de sa position normale. En disposant le fil en sens inverse, ou en le plaçant sous l'aiguille, on obtiendra des résultats différents. La lame de contact appuyée, l'Aiguille se déplacera à nouveau, mais s'orientera cette fois-ci vers le côté opposé du fil.

Posez à présent l'Aiguille Aimantée sur le Pivot du Boîtier de la Boussole. Entourez ensuite le Boîtier d'un fil de connexion (Pièce No. 1566) et faites passer le courant par le fil. L'Aiguille déviéra brusquement de sa position normale.

### Comment on Décèle les Courants Electriques

Entourez maintenant le Boîtier de la Boussole de Fil Isolé disposé des deux côtés de l'Aiguille Aimantée, comme indiqué sur la Fig. 12, et faisant en tout 50 fois le tour du Boîtier. Les deux enroulements doivent être continus et bobinés dans le même sens. Chacun de ces enroulements consiste en un Fil Isolé (Pièce No. 1564) faisant en tout 25 fois le tour du Boîtier. Le courant électrique dans chacun des enroulements au-dessus et au-dessous de l'aiguille détermine la

déclinaison de cette dernière, et il est évident que la déviation de l'aiguille est bien plus considérable que s'il n'y avait qu'un seul enroulement. L'effet magnétique se trouve augmenté à tel point que même les courants électriques les plus faibles peuvent être facilement décelés de cette façon.

L'appareil que nous venons de construire et qui sert à déceler les courants électriques s'appelle "Galvanoscope." Un galvanoscope peut être employé, par ex., pour vérifier le bon état d'un appareil de T.S.F., c'est-à-dire pour se rendre compte si ses bobinages sont en bon état, ou bien s'il y a coupure. Connectez une des extrémités de la bobine au galvanoscope et son autre bout à une borne de la Pile au Bichromate. Reliez la seconde extrémité de la bobine du galvanoscope à la deuxième borne de la Pile en y intercalant l'Interrupteur (Fig. 13). Appuyez ensuite sur la lame de contact de ce dernier ; s'il y a déviation de l'Aiguille, cela prouve que le bobinage n'est pas coupé. Par contre, si l'Aiguille ne bouge pas—cela signifie qu'il y a coupure dans le bobinage.

En munissant un galvanoscope d'une échelle on obtient un "GALVANOMETRE," instrument qui sert à mesurer l'intensité des courants électriques par l'observation des déviations imprimées à une aiguille aimantée. Il existe de nombreux modèles de galvanomètres, tant dans les laboratoires que dans l'industrie ; ces derniers sont appelés "VOLTMETRES" et "AMPÈREMÈTRES."

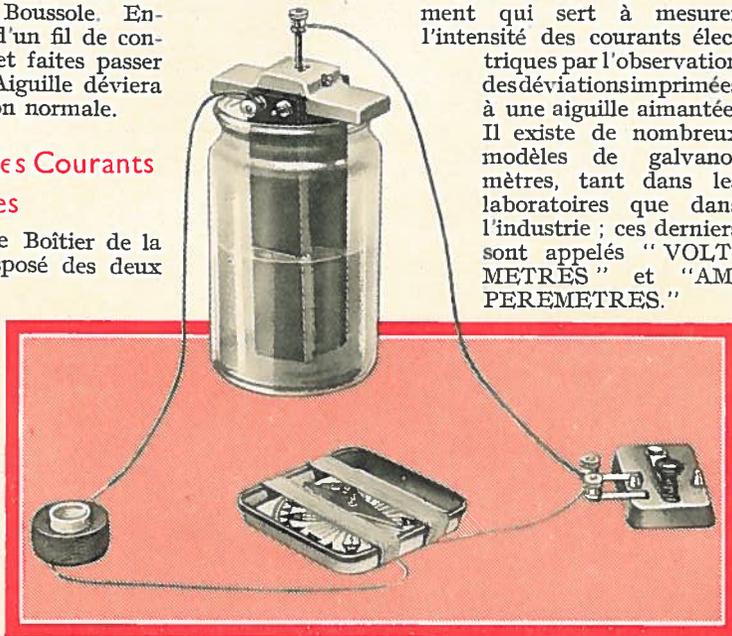


Fig. 13. Le galvanoscope Elektron, employé avec la Pile au Bichromate, sert à déceler le courant dans une Bobine de T.S.F.

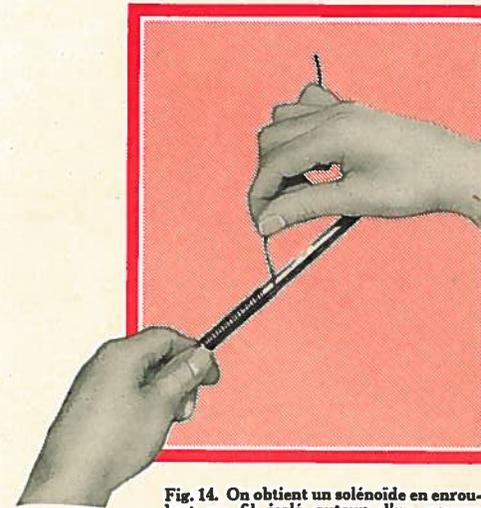


Fig. 14. On obtient un solénoïde en enroulant un fil isolé autour d'un crayon.

Tous ces appareils sont fondés sur les résultats de l'expérience du célèbre physicien danois Oersted : quand une aiguille aimantée mobile est soumise à l'action d'un courant, le pôle austral de cette aiguille est dévié à gauche du courant ; la gauche du courant étant celle d'un observateur traversé par le courant des pieds à la tête, et regardant l'aiguille.

Le voltmètre est un galvanomètre destiné à mesurer la force électromotrice d'un courant, tandis que l'ampèremètre est destiné à mesurer son intensité.

Une tige de fer doux introduite à l'intérieur d'une bobine de fil électrique devient aimant si l'on fait passer un courant à travers cette dernière. Pour le démontrer, entourez un crayon de Fil Isolé de façon à obtenir une bobine longue et étroite (Fig. 14). Connectez ensuite les extrémités de la bobine ainsi formée aux bornes de la Pile au Bichromate de Potassium, en prenant soin d'intercaler l'Interrupteur dans le circuit. Ceci fait, introduisez un long clou à l'intérieur de la bobine et établissez le courant. Le clou devient un aimant et attire la limaille, les aiguilles et les

écrous Meccano (Fig. 15). Il suffit de couper le courant, pour que les propriétés magnétiques du clou disparaissent. Ce genre de magnétisme non rémanent est connu sous le nom d'ELECTROMAGNETISME, et la bobine de fil employée dans cette expérience s'appelle SOLENOÏDE.

Essayez à présent à l'aide d'une Aiguille Aimantée (Fig. 16) un Solénoïde à travers lequel passe un courant électrique. Plongez ensuite l'extrémité de ce Solénoïde dans de la limaille de fer. Les deux expériences démontrent qu'il suffit de faire passer un courant électrique à travers le Solénoïde pour en faire un aimant.

### Montage d'Electro—Aimants

On appelle "électro-aimant" un barreau de fer doux, entouré d'un certain nombre de spires de fil métallique isolé et dans lequel l'aimantation est produite par le passage d'un courant dans le fil. L'électro-aimant a toutes les propriétés d'un aimant naturel. Le fer doux utilisé (fer dépouillé de charbon, recuit et refroidi lentement plusieurs fois de suite) ne conserve pas l'aimantation ; celle-ci disparaît dès que le courant est interrompu. Le premier électro-aimant est dû au célèbre physicien français Claude Pouillet (1831). La puissance magnétique se mesure par les poids que l'appareil peut soulever. L'électro-aimant est employé dans un grand nombre d'appareils électriques : pour les sonneries électriques, la télégraphie électrique, etc. Sa puissance est utilisée dans les usines métallurgiques pour la manutention et le transport des fortes pièces de métal. Par le passage ou l'interruption du courant, on provoque l'accrochage ou le décrochage de ces pièces.

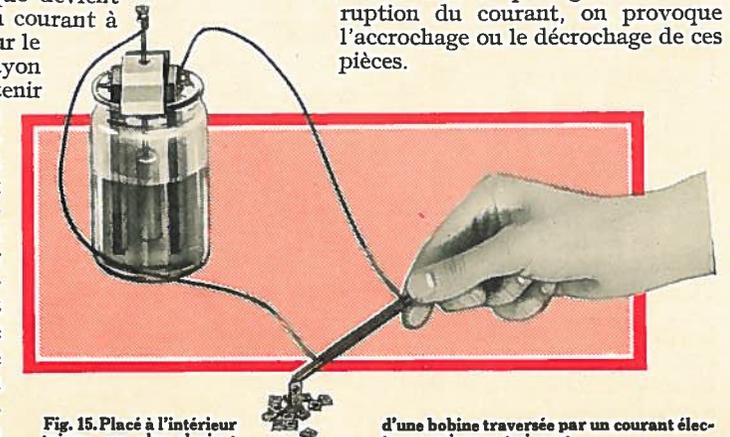


Fig. 15. Placé à l'intérieur d'une bobine traversée par un courant électrique, un clou devient temporairement aimant.

On obtiendra un puissant électro-aimant en introduisant un des Noyaux Magnétiques (pièce No. 1539) à l'intérieur d'une Bobine Magnétique

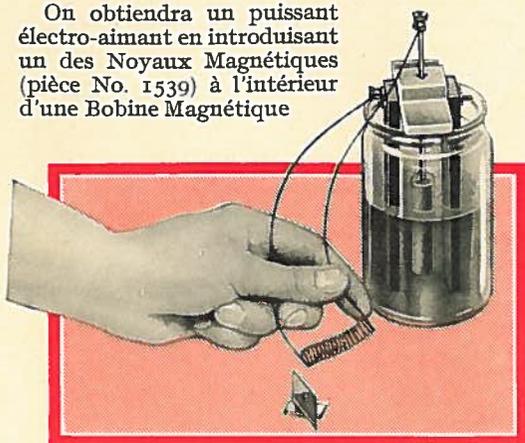


Fig. 16. Essai des propriétés magnétiques d'un solénoïde.

(pièce No. 1538) et en faisant passer un courant électrique à travers les spires de cette dernière. On connectera dans ce but les extrémités des fils de la Bobine à la Pile au Bichromate, en prenant soin d'intercaler l'interrupteur dans le circuit. Toutes les expériences effectuées précédemment avec des barreaux aimantés pourront être répétées avec l'électro-aimant. On repérera les deux pôles de l'électro-aimant en approchant à tour de rôle chacune de ses extrémités du pôle Nord de l'Aiguille Aimantée, et on remarquera à cette occasion que la polarité dépend de la direction du courant. Ainsi que nous le savons déjà, le courant électrique dans la Pile au Bichromate passe des Plaques de Charbon, ou pôle positif de la Pile, à travers le circuit et se dirige vers la Tige de Zinc, ou pôle négatif. Il est possible, par conséquent, d'inverser le sens du courant électrique dans la Bobine en changeant de bornes les fils connectés à la Pile. L'extrémité de l'électro-aimant qui était pôle Nord précédemment, devient alors pôle Sud.

Il est extrêmement intéressant de reproduire le spectre magnétique d'un électro-aimant à

l'aide de la limaille de fer contenue dans la Boîte. Découpez dans ce but un trou rectangulaire d'environ 3 cm. x 2½ cm. dans une feuille de carton et placez dans l'ouverture ainsi obtenue la Bobine de façon à ce qu'une moitié de cette dernière se trouve au-dessus du carton et l'autre en-dessous (Fig. 17). La limaille éparpillée sur le carton reproduira fidèlement le spectre magnétique de l'aimant.

Introduisez à présent le second Noyau Magnétique à l'intérieur de la deuxième Bobine Magnétique en faisant bien attention à ce que les extrémités filettées des Noyaux des deux électro-aimants ainsi obtenus se trouvent aux extrémités des Bobines ou les connexions sont visibles. Placez ensuite les Bobines l'une à côté de l'autre avec les extrémités filettées des noyaux reliées ensemble et introduisez ces derniers dans les trous extérieurs de la petite Culasse Magnétique (pièce No. 1541) en les fixant en position à l'aide d'écrous. Connectez les fils de sortie des bobinages des Bobines magnétiques au moyen de Serre-Fils (pièce No. 1574). Vous obtiendrez ainsi un électro-aimant en forme de fer à cheval (Fig. 18), les deux pôles de ce dernier étant de noms contraires.

Si vous fixez le Crochet de l'Aimant (pièce No. 1540) sur la Culasse Magnétique, l'électro-aimant pourra être suspendu à l'aide d'une corde à une grue Meccano (Fig. 19). De puissantes grues électro-magnétiques sont utilisées actuellement dans les aciéries, les fonderies, les ateliers de construction et les chantiers navals (Fig. 20).

### Fonctionnement des Sonnettes Electriques

On appelle "sonnette électrique" un appareil d'appel, d'alarme ou de contrôle, actionné par un électro-aimant. Le fonctionnement de cet appareil est clairement expliqué sur la Fig. 21. Un électro-aimant en forme de fer à cheval MM attire une Armature de fer

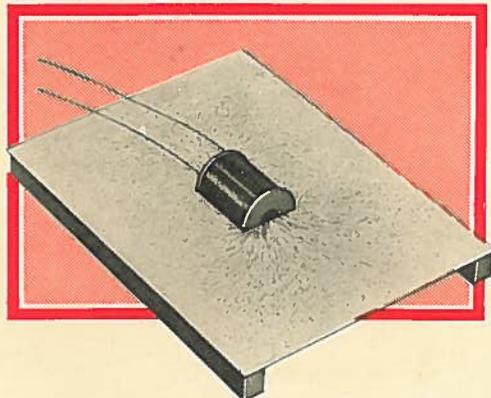


Fig. 17. Spectre magnétique d'une bobine traversée par un courant électrique.

doux A fixée par un Ressort monté sur la Base P. Le Marteau H se trouvant à l'extrémité de l'Armature vient frapper alors sur le Timbre G.

Le courant électrique passe par les spires de la Bobine, puis par l'Armature A par l'intermédiaire de la Base P, passe à la Vis de Contact et à son Support, et revient ensuite à la Pile. L'Armature est attirée et perd le contact avec la Vis de Contact CS. Il y a alors interruption de courant et l'Armature revient à sa position primitive. Le circuit est alors à nouveau fermé et l'Armature attirée. Ce mouvement oscillatoire provoque le roulement du timbre, qui continuera aussi longtemps qu'on appuiera sur le Bouton Interrupteur.

### Construction de la Sonnerie Electrique Elektron

Une superbe sonnerie électrique peut être construite à l'aide des pièces contenues dans la Boîte Meccano—Elektron No. 2. Démontez dans ce but la petite Culasse Magnétique de l'Electro-Aimant en forme de Fer à Cheval construit pour l'expérience précédente et débranchez les fils des deux Bobines Magnétiques. Remplacez la petite Culasse par la Culasse Coudée (pièce No. 1547) et fixez-la à la Base Universelle (pièce No. 1500) à l'aide de Boulons et d'Écrous passant à travers les trous correspondants de la Culasse Coudée, en introduisant les fils des Bobines dans les petits trous situés à proximité de leurs extrémités. Ratta-

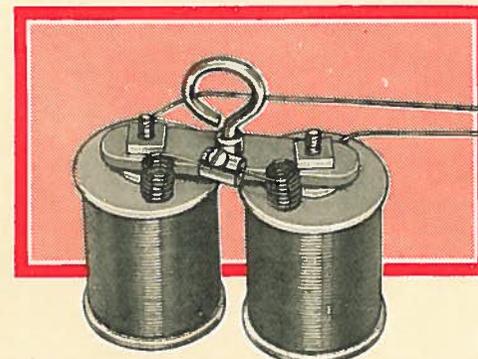


Fig. 18. Electro-aimant puissant en forme de fer à cheval.

chez ensuite ensemble les fils intérieurs des Bobines sous la Base Universelle au moyen du Serre-Fils (pièce No. 1574).

Fixez à présent le Support d'Armature (pièce No. 1550) sur un Boulon 6 B.A. de 9,5 mm. (pièce No. 1573) passé par en-dessous dans un trou de la Barre de Connexion (Pièce No. 1567), et le trou 2 (Fig. 22) et fixez l'Armature de la Sonnette (pièce No. 1543) à l'aide de la vis passant à travers le petit trou situé à l'extrémité du Ressort d'Armature. Cette vis serre le Ressort contre la Surface du Support d'Armature qu'on tourne de façon à placer l'Armature en face des masses polaires de l'Electro-Aimant. Fixez ensuite le Marteau de la Sonnette (pièce No. 1544) à l'Armature à l'aide de la Vis (pièce No. 1588). Introduisez à présent le Support du Timbre (pièce No. 1546) dans le trou 6 (Fig. 22) et fixez-le au moyen de son Ecou. Montez ensuite le Timbre sur le Support et retenez-le en position à l'aide de la petite Vis.

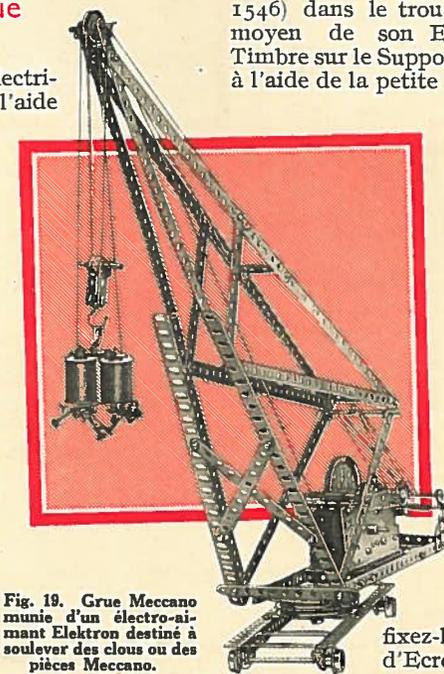


Fig. 19. Grue Meccano munie d'un électro-aimant Elektron destiné à soulever des clous ou des pièces Meccano.

Introduisez l'extrémité filettée du Support de la Vis de Contact de la Sonnette (pièce No. 1548) dans le trou 7 et tournez-le de façon à ce que le trou percé dans ses extrémités supérieures soit orienté dans la direction de l'Armature de la Sonnette. Serrez ensuite l'Écrou sous la Base Universelle, afin de fixer en position le Support. Introduisez à sa place la Vis de Contact et vissez-la de façon à ce qu'elle soit juste en contact avec le Ressort d'Armature. Faites passer les Boulons 6 B.A. de par en-dessous à travers les trous 1 et 3, fixez-les en position au moyen d'Écrous et montez les Bornes sur ces derniers.

Connectez le fil libre d'une Bobine situé à proximité de la Borne 3 à l'extrémité inférieure de cette Borne, et le fil de la deuxième Bobine — au Support de la Vis de Contact. La Barre de Connexion relie le Support d'Armature à la Borne 1. (Ce bobinage passe sous la Base Universelle et est distinctement reproduit sur la Fig. 24). Connectez à présent les Bornes 1 et 3 aux pôles de la Pile au Bichromate à l'aide de fils, tout en intercalant l'Interrupteur dans un des fils. Le Timbre résonnera aussitôt que vous appuierez la lame de contact de l'Interrupteur contre le plot de cuivre. Réglez la Vis de Contact jusqu'à ce que la Sonnette résonne le plus fort, et fixez-la alors dans la position correspondante en serrant le contre-écrou. La Fig. 23 reproduit le modèle complet de la Sonnette Electrique Elektron.

### Avertisseurs Automatiques

Les sonnettes électriques et les électro-aimants sont souvent employés pour la construction d'avertisseurs automatiques. Un des types les plus répandus d'avertisseurs destinés à la protection contre les cambrioleurs consiste en une sonnerie dont les fils électriques sont disposés de telle façon qu'un interrupteur se trouve actionné et que la sonnette retentit dès qu'une porte ou une fenêtre s'ouvrent. Ce système a toutefois le

grave inconvénient de ne pas pouvoir fonctionner si le cambrioleur découvre les fils et a la présence d'esprit de les couper. Il est recommandé, par conséquent, de connecter les fils de l'avertisseur à un petit électro-aimant qui tient l'interrupteur à ressort ouvert. Le courant circule continuellement à travers les fils et est coupé aussitôt qu'une porte ou une fenêtre

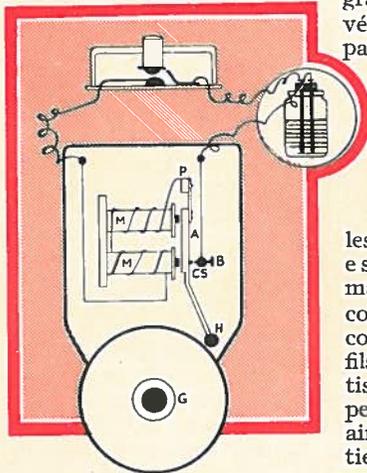


Fig. 20. Diagramme montrant le fonctionnement d'une sonnette électrique.

circule continuellement à travers les fils et est coupé aussitôt qu'une porte ou une fenêtre

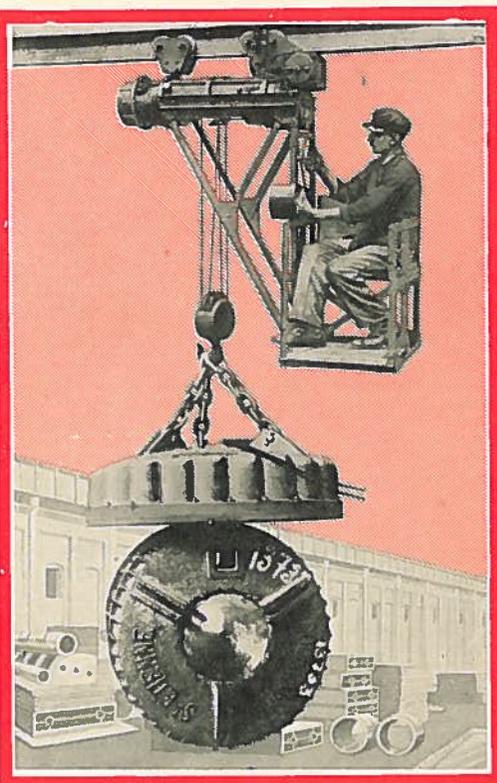


Fig. 21. Grue électro-magnétique à l'oeuvre.

s'ouvrent. L'interrupteur à ressort se trouve alors relâché ce qui permet au courant de passer à travers un deuxième circuit dans le bobinage duquel est fixée une sonnette d'alarme électrique.

La chaleur produite par le feu peut donner elle-même l'alarme en cas d'incendie en faisant actionner des interrupteurs qui font retentir des sonnettes électriques. Un des dispositifs employés dans ce but consiste en deux minces bandes de métaux différents, tels que le laiton et l'acier, rivetés ensemble et suspendus entre deux contacts. Les deux métaux employés se dilatent à la chaleur et se contractent au refroidissement, une hausse sensible de la température fait courber la bande qui vient s'appuyer sur les contacts. Le circuit se trouve alors établi et la sonnerie d'alarme se met à sonner.

### Télégraphe Elektron

En enlevant de la Sonnette Electrique le Timbre et le Marteau, on la transforme en récepteur pouvant être utilisé avec succès pour la télégraphie. Il suffit de le connecter dans ce but avec la Pile au Bichromate de Potassium, tout en prenant soin d'intercaler l'Interrupteur dans le circuit. L'Interrupteur employé ainsi constitue un manipulateur télégraphique (Fig. 25). On place le récepteur à une petite distance de la Pile au Bichromate et de l'Interrupteur, et des messages télégraphiques peuvent être alors transmis au moyen de traits et de points de l'alphabet télégraphique Morse (Fig. 26), inventé par le célèbre physicien américain Samuel Morse (1791-1872). Au premier coup d'oeil, cet alphabet semble bien difficile à apprendre et à retenir, mais il n'en est rien en pratique, et quelques jours d'entraînement suffiront au jeune télégraphiste—amateur pour le connaître à fond.

Le premier télégraphe électrique fut construit à Genève en 1774 par le Français Lesage. On a imaginé depuis un très grand nombre de systèmes télégraphiques. La première ligne télégraphique fut posée en France en 1844 ; elle reliait Paris et Rouen. Depuis le commencement de notre siècle, la transmission sans fil a permis d'étendre nos communications aux points les plus reculés de l'univers.



Fig. 22. Base Universelle Elektron. Les Bornes et autres pièces Elektron entrent dans les trous numérotés, tandis que les fils de connexion passent par les petites ouvertures.

### Bobine D'Induction

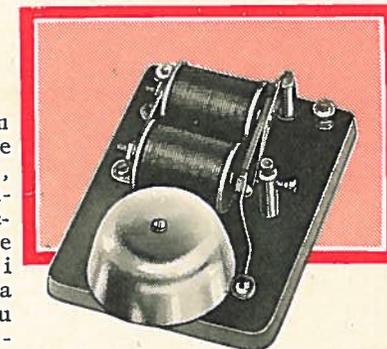


Fig. 23. Sonnerie électrique Elektron.

Vu son faible voltage, le courant électrique fourni par la Pile au Bichromate passe par le corps humain, sans que nous en ressentions le moindre choc. Toutefois, l'emploi d'une bobine d'induction ou BOBINE de RUHM-KORFF peut renforcer le voltage du courant jusqu'à un degré suffisant pour que nous puissions éprouver un léger choc électrique.

Les pièces nécessaires pour la construction d'une telle Bobine sont contenues dans la Boîte Meccano Elektron No. 2 et, une fois montée, cette Bobine deviendra une source intarissable d'amusement et d'expériences les plus intéressantes.

Le principe de la bobine d'induction fut découvert par le célèbre physicien et chimiste anglais Michel Faraday, dont la découverte des courants d'induction eut comme conséquence l'introduction de la lumière électrique dans le domaine de la pratique, et la construction des moteurs électriques. Une expérience fort simple suffit pour expliquer clairement ce principe. Connectez les extrémités des fils des Bobines Magnétiques (Pièce No. 1538) au galvanoscope employé déjà dans des expériences précédentes. Placez ensuite un Noyau Magnétique (pièce No. 1539) à l'intérieur de la Bobine et approchez rapidement un des pôles d'un Barreau Aimanté de l'extrémité du Noyau de l'électro-aimant. (Fig. 27). L'Aiguille du galvanoscope se déplacera en démontrant ainsi qu'un courant induit passe à travers les spires de la bobine. A présent, éloignez rapidement l'aimant. Le courant est à nouveau induit, mais cette fois-ci l'aiguille s'orientera dans la direction opposée, en démontrant ainsi que le second courant électrique passe dans l'autre sens.

Des courants similaires sont induits si l'on remplace le Barreau Aimanté par une bobine intérieure munie d'un noyau de fer doux, le courant qui le traverse étant succes-

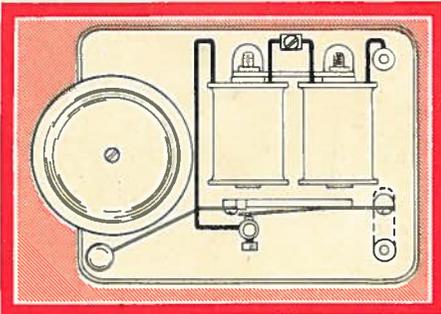


Fig. 24. Les traits gras de ce schéma montrent la manière dont sont assurées les connexions de la Sonnerie électrique

sivement établi et coupé. Le voltage du courant sera d'autant plus considérable, que les spires de la bobine induite seront nombreuses en proportion de celles de la bobine inductrice.

La BOBINE DE RUHKORFF (Fig. 28) est construite sur le même principe, et est une machine d'induction électrique qui permet d'obtenir des effets très intenses. Cette Bobine fut inventée par un constructeur d'instruments de physique, l'Allemand Ruhmkorff (1803-1877), qui réussit à produire des courants d'induction dans une bobine de grande dimension et à deux fils, invention féconde en résultats pratiques. La Bobine de Ruhmkorff est composée de deux bobinages enroulés sur la Bobine d'Enroulement (pièce No. 1552). Le premier (enroulement primaire) consiste en spires de gros fil enroulé en deux couches autour d'un noyau de fer doux isolé. Par-dessus se trouve un enroulement secondaire qui consiste en un grand nombre de spires de fil plus fin et dont les couches superposées sont séparées les unes des autres par du papier isolant.

Le voltage du courant induit dépend du nombre respectif des spires dans les deux bobinages. Si nous admettons, par ex., que l'en-

roulement primaire consiste en 100 spires et l'enroulement secondaire de 2,500 spires, nous constaterons que le voltage du courant induit sera environ 25 fois plus fort que celui du courant dans l'enroulement primaire. Dans la Bobine de Ruhmkorff dont nous nous servons l'enroulement primaire consiste en 180 spires, tandis que l'enroulement secondaire est composé de 1,940 spires, ce qui nous donne environ un rapport de 11. Notre Pile au Bichromate fournissant un courant de 2 volts, le courant induit dans l'enroulement secondaire de la Bobine devrait être, par conséquent, d'environ 22 volts. Il est, toutefois, bien plus fort en réalité.

### Construction d'une Bobine de Ruhmkorff

On fixera la Bobine d'Enroulement à la Base Universelle à l'aide de Boulons passant à travers les trous 6 et 8 (Fig. 22) et vissés dans les rebords de la Bobine, tout en maintenant les extrémités de fil fin formant le bobinage secondaire à proximité du trou 6.

Les extrémités du fil de l'enroulement secondaire ne sont pas isolées et sont connectées directement aux Bornes fixées dans les trous 7 et 9 de la Base Universelle. Connectez également les Poignées de la Bobine de Ruhmkorff (Pièce No. 1553) à ces Bornes à l'aide des fils flexibles inclus dans la Boîte. Pour obtenir dans la Bobine de Ruhmkorff un courant de haute tension on emploie le même système d'interruption automatique qui est également employé dans le montage de la Sonnette Electrique. On visse le Support d'Armature sur un Boulon 6 B.A. de 9 mm.  $\frac{1}{2}$  introduit par en-dessous dans le trou 10 et on y fixe l'Armature de la Sonnette de façon à ce que l'extrémité de l'Armature se trouve juste en face de l'extrémité du Noyau de la Bobine. Fixez ensuite le Support de la Vis de Contact (pièce No. 1548) dans le trou 11, en prenant soin d'ajuster la Vis de Contact contre le ressort de l'Armature. Des bornes complémentaires sont alors fixées en position dans les trous 2 et 3 (Fig. 22).

Faites passer maintenant

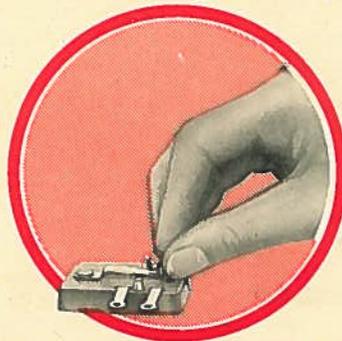


Fig. 25. Interrupteur Elektron employé comme manipulateur télégraphique.

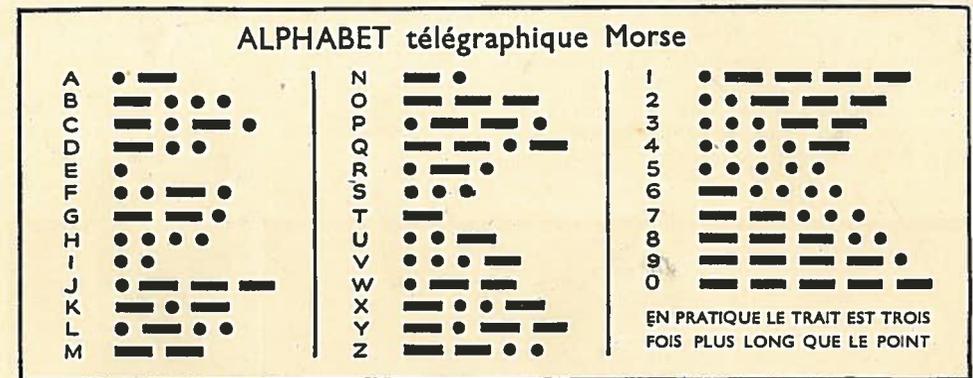


Fig. 26. Alphabet télégraphique Morse.

les extrémités des fils du bobinage primaire à travers les petits trous de la Base Universelle située à proximité de la Bobine d'Enroulement et connectez une de ces extrémités à la Borne 3, en reliant l'autre au dessous du Support d'Armature. On emploie la Barre de Connexion (pièce No. 1567) pour relier la base du Support de la Vis de Contact à la Borne 2, les fils de connexion étant disposés sous la Base Universelle (Fig. 29).

Placez à présent l'Interrupteur à l'extrémité de la Base Universelle de façon à ce que les trous des Bandes de Cuivre coïncident bien avec les trous 2 et 3. Faites passer ensuite par en-dessous les Boulons à travers ces trous, ainsi qu'à travers ceux des Bandes de Cuivre et fixez-y les Bornes afin de pouvoir intercaler l'Interrupteur dans le circuit. Le Boulon introduit dans le trou 2 doit également passer à travers le deuxième trou de la Barre de Connexion qu'il relie au Support de la Vis de Contact. Reliez à présent les Bornes 1 et 3 aux Bornes de la Pile au Bichromate. On terminera la construction de la Bobine de Ruhmkorff en introduisant le Tube de Réglage (pièce No.

1554) à l'intérieur de la Bobine d'Enroulement, comme montré sur la Fig. 28.

La lame de l'Interrupteur étant appuyée, le courant passe à travers la Bobine, se dirige vers le Support d'Armature et atteint ensuite par l'Armature et le ressort la Vis de Contact et son Support, en revenant finalement vers la Pile au Bichromate, après avoir passé par l'Interrupteur. Vu que le courant traversant les spires de l'enroulement primaire transforme momentanément le noyau en fer doux en aimant, l'Armature se trouve arrachée de la Vis de Contact et le courant est coupé. Le noyau de fer perd à ce moment sa puis-

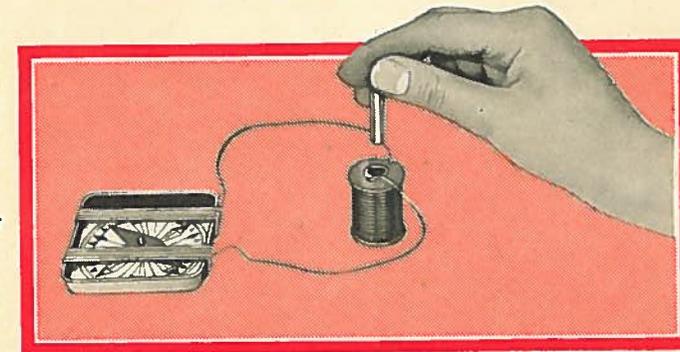


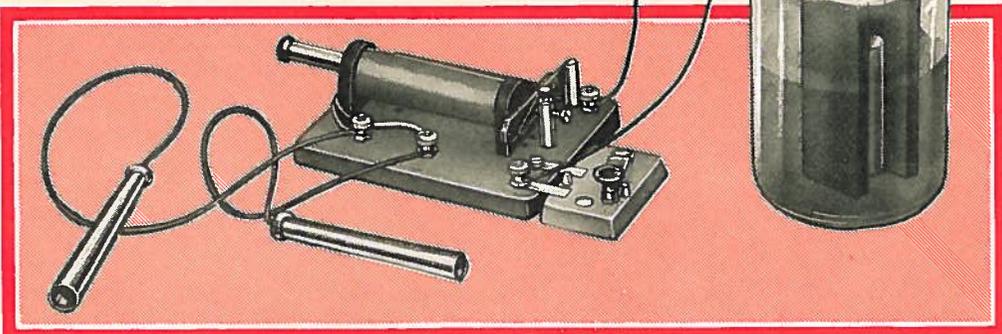
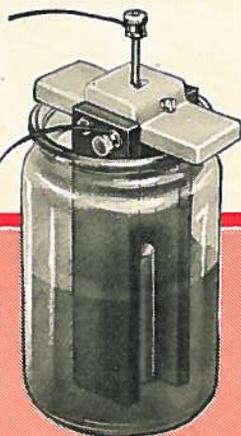
Fig. 27. En approchant un des pôles d'un Barreau Aimanté de l'extrémité du Noyau de l'électro-aimant on induit un courant dans la bobine.

sance d'attraction, l'Armature se trouve aussitôt rappelée contre la Vis de Contact, et le cycle de ses mouvements recommence à nouveau. Le courant électrique est ainsi établi et coupé avec une extrême rapidité et, chaque fois qu'un de ces changements a lieu, un courant momentanément de haut voltage est induit dans l'enroulement secondaire. L'intensité de ce courant dépend de la position du Tube de Réglage (pièce No. 1554).

## Electrisez Vos Amis!

Le Tube de Réglage ayant été introduit à l'intérieur de la Bobine d'Enroulement, appuyez sur l'Interrupteur. Réglez ensuite soigneusement la Vis de Contact afin d'obtenir une vibration régulière accompagnée d'un sourd bourdonnement. Quiconque saisira les

Fig. 28. Bobine de Ruhmkorff Elektron avec la Pile au Bichromate et l'Interrupteur. On augmentera l'intensité du choc en tirant à gauche le Tube de Réglage.



poignées en laiton, éprouvera un choc, dont l'intensité augmentera à mesure que le Tube de Réglage sera tiré hors de la Bobine (Fig. 30).

Il est extrêmement intéressant d'observer l'effet produit par la Bobine de Ruhmkorff sur les autres ; le plus amusant sera sûrement d'effectuer des expériences de ce genre avec ceux de vos amis qui, n'ayant aucune notion sur l'électricité, sont loin de s'attendre à un choc. Les cris qu'ils pousseront, ainsi que les grimaces qu'ils feront après avoir saisi les poignées de la Bobine, ne manqueront pas de faire rire les plus sérieux d'entre vous.

Il est amusant également de faire passer le

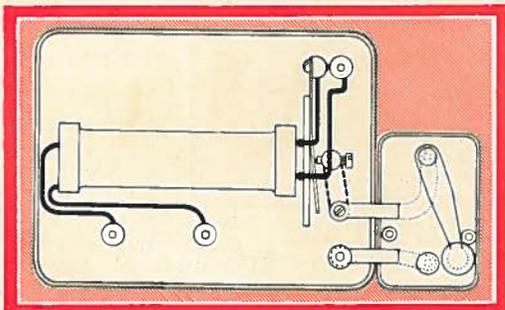


Fig. 29. Les fils représentés par les traits gras et se trouvant à gauche sont au-dessus de la Base Universelle, tandis que les autres fils et la Barre de Connexion se trouvent au-dessous de la Base.

courant électrique à travers plusieurs personnes, qui forment une chaîne vivante en se tenant par les mains ; il suffit, pour cela, que chacune des deux personnes formant les deux extrémités de la chaîne tienne en main une des poignées de la Bobine.

Il sera particulièrement passionnant de procéder à ce genre d'expériences avec le plus grand nombre possible de vos amis et de noter successivement les réactions de chacun d'entre eux. En comparant ces diverses réactions, vous remarquerez que les résultats du choc électrique, occasionné par la Bobine de Ruhmkorff, seront extrêmement variés et dépendront de la constitution et de la nervosité de l'individu. Vous pourrez ainsi obtenir un graphique reproduisant fidèlement les sensibilités respectives de tous vos amis. Inutile d'ajouter qu'il sera nécessaire de procéder, dans chaque cas, avec la plus grande précaution et de ne faire sortir le Tube de Réglage de la Bobine que fort lentement. Ce n'est qu'en opérant de la sorte qu'il sera possible de noter le moment exact quand vos amis, vaincus par la force du choc électrique, lâcheront prise et abandonneront la partie.

C'est en touchant les poignées en laiton du bout des doigts qu'on éprouvera le choc

électrique le plus intense. Il est donc toujours préférable de saisir les poignées avec tous vos doigts et ceci aussi rapidement et fortement que possible. Il est à remarquer que les résultats de l'expérience seront également grandement influencés par le degré d'humidité de vos mains : l'intensité du choc sera sensiblement plus forte, si l'on procède à l'expérience avec les mains moites.

## Étincelles de 10 cm. de Longueur

On obtient des voltages fort élevés en employant des bobines munies d'une grande quantité de spires dans l'enroulement secondaire (Fig. 31). On est parvenu à construire ainsi une bobine de près de 450 km. de fil avec 340,000 spires dans l'enroulement secondaire.

Un choc électrique venant d'une telle bobine d'induction présente un énorme danger et ce type de bobines n'est guère employé que dans des buts scientifiques ou dans la médecine. La Bobine de Ruhmkorff construite avec les pièces Elektron ne donne pratiquement aucune étincelle ; par contre, la grande bobine dont nous venons de parler plus haut peut produire une étincelle de plus de 10 cm. de longueur.

On emploie les bobines d'induction pour obtenir des décharges électriques entre deux pôles dans des tubes de verre où l'on aura fait le vide préalablement. On appelle "TUBES de GEISSLER" des tubes de verre contenant du gaz raréfié dans l'intérieur desquels le passage de la décharge électrique provoque des effets lumineux particuliers. Un "TUBE de CROOKES" est un tube de Geissler où le vide est plus parfait et qui émet des rayons cathodiques et des rayons "X."

## Les Rayons "X"

C'est en procédant à des expériences avec des Tubes de Geissler, en 1895, que le célèbre

physicien allemand Roentgen (1845-1923) s'aperçut, à son grand étonnement, que des plaques photographiques enveloppées dans du papier noir qu'il avait laissées à proximité de

ses appareils étaient devenues voilées. Fort intrigué et désireux à tout prix d'éclaircir ce mystère, il entreprit toute une série d'expériences qui aboutirent à une découverte aussi inattendue que sensationnelle : les plaques photographiques avaient été voilées sous l'effet de rayons mystérieux émanant des Tubes de Geissler (Fig. 32) et qui passaient à travers le papier noir aussi facilement que les rayons du soleil passent par le verre. Ces rayons merveilleux sont connus aujourd'hui sous le nom de "RAYONS de ROENTGEN" ou de "RAYONS X" et per-

mettent de voir et de photographier à travers les corps opaques. Ils sont d'une aide inappréciable pour les médecins qui s'enservent dans la radiographie (Fig. 33) et dans la radioscopie.

On appelle "radiographie" la photographie par les rayons "X" ; elle permet de déterminer la situation exacte des lésions osseuses et de déceler des lésions des organes. La radiographie exige une source électrique, un transformateur permettant d'élever la tension jusqu'à 50,000 volts et une ampoule de Crookes. Pour effectuer une radiographie, on place la partie du corps à radiographier en

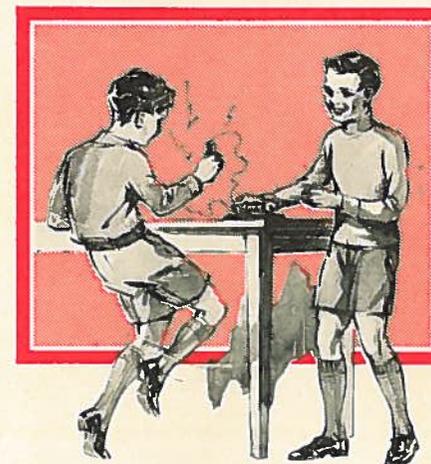


Fig. 30. Electrisez vos amis avec une Bobine de Ruhmkorff Elektron.

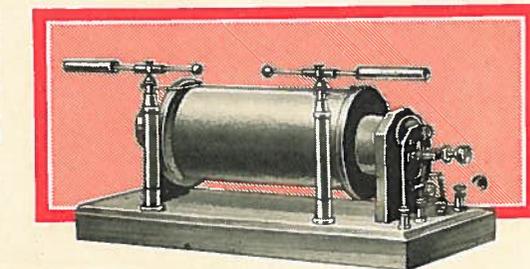


Fig. 31. Une grande bobine d'induction donnant une étincelle de plusieurs centimètres de longueur.

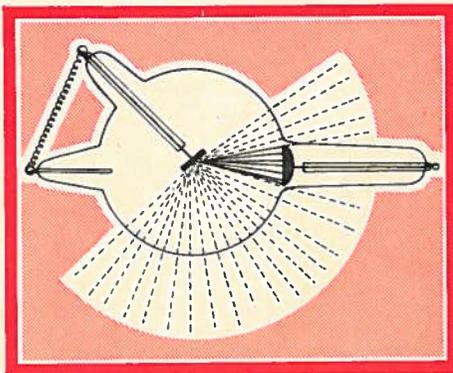


Fig. 32. Les Rayons de Roentgen, ou Rayons "X," permettent de voir et de photographier à travers les corps opaques.

avant d'une plaque photographique enfermée dans un châssis. On développe les plaques comme les plaques photographiques ordinaires. Il y a lieu de remarquer, toutefois, que le développement doit être poussé à fond, les plaques étant toujours voilées.

L'examen d'un objet en se servant des rayons "X" comme source lumineuse s'appelle "radioscopie."

La radioscopie, comme la radiographie, exige une source d'électricité à potentiel élevé, et une ampoule spéciale, dans laquelle se produit la décharge qui donne naissance aux rayons "X." Elle exige de plus un écran qui s'illumine en présence des rayons "X" et qui est généralement fait d'une feuille de carton mince, sur laquelle on a collé de fins cristaux de platino-cyanure de baryum. Pour examiner un corps aux rayons "X," on opère dans une obscurité complète, et il est bon même de recouvrir l'ampoule d'un voile noir. On place l'ampoule derrière l'objet ou le malade et l'écran en avant. On observe alors sur l'écran en noir la projection des os, de diverses lésions organiques, etc.



Fig. 33. Photographie des os d'une main prise à l'aide de rayons "X."

## Les Transformateurs

Le principe du fonctionnement des bobines d'induction joue un rôle extrêmement important dans l'industrie électrique et tout particulièrement dans la fabrication des TRANSFORMATEURS. On appelle "transformateurs" des appareils destinés à changer le voltage des courants alternatifs. Les transformateurs consistent en enroulements primaire et secondaire, et le changement de voltage dépend du nombre respectif des spires dans les deux enroulements.

Si, par exemple, un courant de 200 volts doit être transformé en un courant de 600 volts, le nombre de spires dans l'enroulement secondaire devra être trois fois plus grand que le nombre de spires dans l'enroulement primaire. Les transformateurs peuvent servir également à la diminution des courants, et on transformera un courant de 600 volts en un courant de 200 volts en le faisant passer à travers un transformateur à enroulement secondaire ayant un nombre de spires trois fois plus petit que l'enroulement primaire.

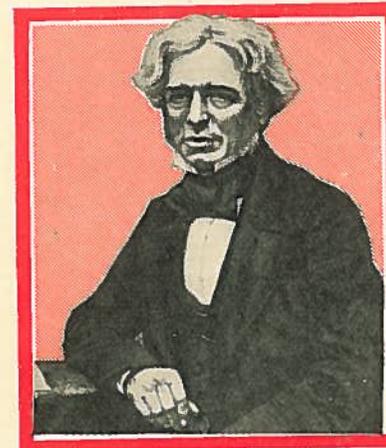
Les Transformateurs Meccano offrent un exemple typique de ces transformateurs et sont destinés à diminuer le courant du secteur afin de fournir un courant électrique approprié pour le fonctionnement des Moteurs Electriques Meccano et des Locos Electriques Hornby.

## Thermo-Electricité

Nous n'avons parlé jusqu'à présent que de courants électriques produits par des réactions chimiques. Il existe pourtant de nombreuses autres sources de courants électriques et l'énergie thermique est sûrement une des plus intéressantes d'entre elles. L'expérience ci-dessous nous explique clairement les principes de la thermo-électricité. Le courant thermo-électrique obtenu ainsi est toutefois si faible qu'il sera nécessaire de se servir d'un galvanoscope pour le déceler.

Coupez un Fil de Cuivre

dénudé (pièce No. 1584) en deux parties égales et rattachez une d'elles à chacune des extrémités du fil de bobinage du galvanoscope. Reliez les extrémités libres des Fils de Cuivre au Fil de Résistance (pièce No. 1581) contenu dans la Boîte et enroulez-les trois fois. Chauffez ensuite un des points de contact sur la flamme d'une allumette (Fig. 34). L'aiguille du galvanoscope déviéra en démontrant ainsi qu'un courant électrique passe par les bobinages. Laissez à présent se refroidir le point de contact chauffé, et chauffez exactement de la même façon le deuxième. L'aiguille du galvanoscope s'orientera dans la direction opposée, en indiquant de cette façon que la direction du courant se trouve renversée. Les deux métaux différents mis en contact et chauffés pour obtenir un courant électrique forment une pile connue sous le nom de "pile thermo-électrique."



Michel Faraday (1791-1867).

## Générateurs d'Electricité

Le courant électrique utilisé pour l'éclairage et le chauffage, ainsi que pour le fonctionnement des tramways et des trains électriques, est fourni par des dynamos installées dans les grandes centrales électriques. En 1831 Michel Faraday, un des plus grands savants anglais, découvrit qu'il se produisait un courant électrique dans une bobine de fil conducteur toutes les fois

qu'on éloignait ou rapprochait un aimant de cette bobine. Cette découverte sensationnelle permit l'établissement de la première dynamo ou machine pour la production du courant électrique. La première dynamo établie par Faraday fut tout simplement un disque de cuivre tournant entre les pôles d'un aimant en forme de fer à cheval de façon à couper les lignes de force à chaque révolution. Cependant, cette disposition était peu satisfaisante et Faraday remplaça le disque de cuivre par une bobine de fil conducteur. Puis, graduellement, la dynamo fut perfectionnée et l'on remplaça les aimants par des électro-aimants qui ont un champ magnétique beaucoup plus intense.

Il existe aujourd'hui une variété considérable de types de dynamos. Toutes comprennent essentiellement un système de conducteurs électriques (induit), soumis aux variations d'un champ électromagnétique fourni par un ou plusieurs électro-aimants (inducteurs). L'induit devient le siège d'une force électro-motrice d'induction.

Le fonctionnement d'une dynamo dans sa forme la plus élémentaire est reproduit schématiquement sur la Fig. 35.

Entre les pôles d'un aimant N et S pivote une bobine de fil conducteur A1, A2, montée sur un pivot SS. Cette bobine pivotante s'appelle "A.R.M.A.T.U.R.E." Deux bagues isolées

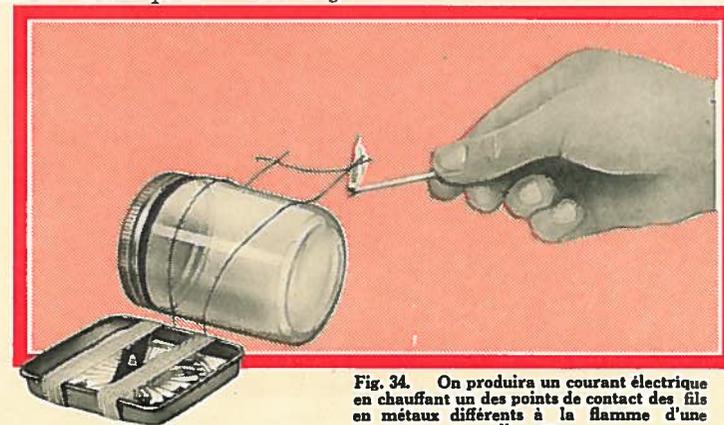


Fig. 34. On produira un courant électrique en chauffant un des points de contact des fils en métaux différents à la flamme d'une allumette.

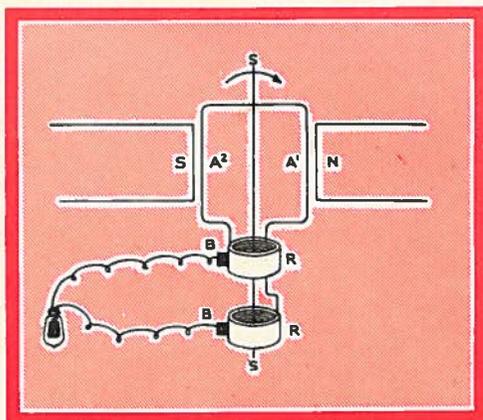


Fig. 35. Diagramme d'un alternateur, produisant un courant alternatif.

RR sont reliées chacune à une des extrémités de la bobine et les balais BB en cuivre ou bien en charbon exercent une légère pression sur chacune des bagues. Le courant ainsi produit servira, par exemple, à allumer une lampe électrique.

Admettons, par exemple, que l'armature tourne dans le sens d'une aiguille de montre. A1 descend et coupe les lignes de force devant le pôle Nord de l'aimant. Un courant est induit de cette façon dans la bobine et dans le secteur également. Continuant sa révolution autour du pivot, A1 atteint le point le plus bas du son parcours et commence à monter devant le pôle Sud, induisant ainsi un nouveau courant, mais cette fois-ci dans une direction opposée à celle du premier courant. On obtient en définitive un courant qui change de direction à chaque demi-révolution. Un tel courant, dont le sens change périodiquement dans le circuit qu'il traverse est connu sous le nom de COURANT "ALTERNATIF." On appelle COURANT "CONTINU" celui dont le sens de pro-

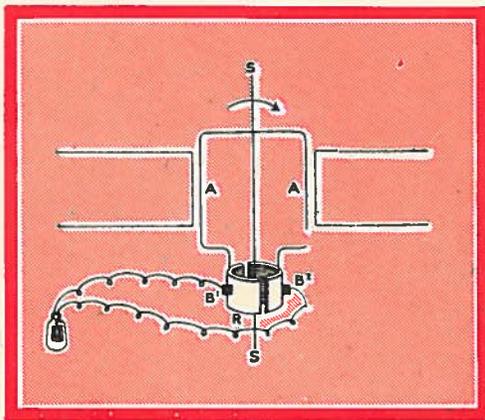


Fig. 36. Diagramme de Dynamo produisant un courant continu.

pagation ne change pas, et qui est produit par une pile, accumulateur et dynamo.

Dans un alternateur comme celui qui est représenté sur notre diagramme, il n'y a que deux pôles magnétiques et le courant électrique ne fait qu'une seule fois le trajet dans les deux sens à chaque révolution. Toutefois, en employant plusieurs aimants, et en construisant l'alternateur de façon à ce que la bobine passe à tour de rôle devant chacun d'eux, on parviendra à faire accomplir au courant plusieurs trajets dans les deux sens à chaque révolution. Chacun de ces trajets dans les deux sens est connu sous le nom de "période" et le nombre de périodes complètes accomplies dans une seconde s'appelle "FRÉQUENCE" du courant.

On appelle courant "monophasé" une alimentation en courant alternatif à deux fils tandis que les courants "polyphasés" sont l'ensemble de plusieurs courants alternatifs de même période et de même intensité maximum, mais qui n'obtiennent cette intensité maximum que l'un après l'autre et périodiquement.

Le courant alternatif est parfois inutilisable pour certaines applications et en faisant une toute petite modification à l'alternateur on peut transformer ce courant en courant continu, c'est-à-dire en courant dont le sens ne change pas.

La Fig. 36 nous fait voir la différence entre un courant alternatif et un courant continu ; cette différence repose entièrement sur la manière de recueillir le courant sur la partie pivotante. A la place des deux bagues de la Fig. 35, il y a une bague unique divisée en deux et chaque moitié de cette bague est reliée à une extrémité de la bobine tournante. Chaque balai exerce une légère pression sur la moitié de la bague pendant une demi-révolution et le courant du balai B1 se dirige dans la direction de la lampe. Pendant la seconde demi-

révolution le courant change de direction, mais le balai B1 passant à présent sur l'autre moitié de la bague, le courant sera toujours dirigé dans le même sens. Le courant dans le

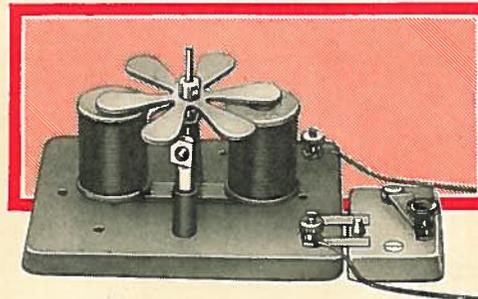


Fig. 37. Moteur Elektron à courant continu.

réseau circule, par conséquent, toujours dans le même sens, le circuit s'établissant par le balai B1, et le courant revenant par le balai B2.

Le dispositif destiné à convertir un courant alternatif en courant continu est connu sous le nom de "commutateur tournant," ou "collecteur."

### Moteur Electrique

En connaissant les principes sur lesquels est basé le fonctionnement d'une dynamo, il est facile de comprendre le fonctionnement d'un moteur électrique. Supposons, par exemple, que nous voulons employer la dynamo de la Fig. 36 comme moteur. Tout d'abord, nous enlevons la lampe et la remplaçons par une seconde dynamo. Nous avons déjà appris plus haut que quand un courant est envoyé à travers une bobine de fil conducteur la bobine devient un aimant ayant un pôle Nord et un pôle Sud. Dans le cas envisagé, la bobine de notre dynamo devient un aimant dès qu'elle est parcourue par le courant de l'autre dynamo, et la bobine se met à tourner car il se produit attraction de pôles contraires et répulsion de pôles de même nom. En faisant des modifications, on peut alimenter certains moteurs électriques avec du courant alternatif.

De nos jours, le moteur est universellement employé. Dans les grandes usines ou dans les ateliers les moteurs sont reliés aux machines qu'ils doivent actionner au moyen de courroies. En plus de cela, les moteurs peuvent être utilisés pour nos machines à coudre, pour actionner des instruments de dentiste, pour des

ventilateurs et pour d'autres appareils ne demandant qu'une faible puissance.

### Construction d'un Moteur Elektron

Un moteur destiné à fonctionner sur courant continu fourni par notre Pile au Bichromate de Potassium est reproduit sur la Fig. 37. On procède à sa construction de la façon suivante : Passez les extrémités filettées des Noyaux Magnétiques (pièce No. 1539) à travers les trous percés dans les extrémités de la grande Culasse Magnétique (pièce No. 1555), et introduisez-les ensuite dans les trous 8 et 12 de la Base Universelle (Fig. 22). Fixez en position les Noyaux Magnétiques à l'aide d'Ecrous sous la Base Universelle et placez sur eux les Bobines Magnétiques en faisant passer les extrémités des fils des bobinages de ces Bobines à travers les petits trous aménagés à leur proximité.

Fixez à présent verticalement l'Equerre de Support (pièce No. 1558) au moyen d'un boulon, passé à travers le trou 13, et à l'aide d'un écrou. Ceci fait, fixez l'Armature et le Commutateur (pièce No. 1556) sur l'Arbre d'Armature (pièce No. 1557) à proximité de son extrémité équilibrée et faites passer le bout de la Tringle à travers le trou de l'Equerre de Support de façon à ce qu'elle repose au milieu de la grande Culasse Magnétique sur laquelle elle pivote. L'Armature qui a six pôles se trouve maintenant au-dessus de l'Equerre et doit être fixée sur son arbre au moyen de la vis d'arrêt incluse dans la boîte, de telle façon que ses pôles ne passent que très près des Noyaux Magnétiques au moment où l'Arbre d'Armature passe autour d'eux. Introduisez à présent le long boulon 6 B.A. par en-dessous dans la Base Universelle en le faisant passer par le trou 7. Placez sur lui le Manchon de Galalithe de

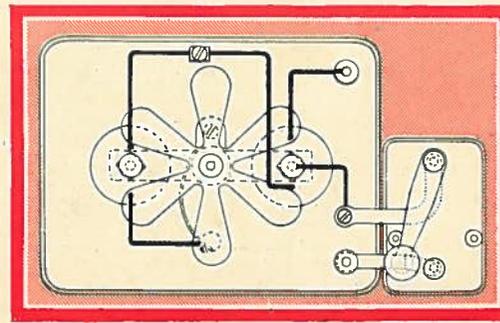


Fig. 38. Schéma des connexions d'un Moteur Elektron à courant continu.

16, 5 mm. (pièce No. 1560) et vissez-y ensuite le Support d'Armature (pièce No. 1550). Le Balai de Contact du Commutateur (pièce No. 1559) est fixé au sommet du Support d'Armature qui est tourné de telle façon que l'extrémité libre du Balai s'appuie contre les contacts du Commutateur.

Les Ecrous et les Boulons sont fixés en position dans les trous 1, 2 et 3 et les Bornes sont vissées sur les tiges des Boulons, l'Interrupteur étant rattaché à la Base Universelle comme indiqué sur la Fig. 37. A présent, le Moteur est prêt pour être connecté et la Fig. 38 indique clairement la direction des connexions, dont toutes sont situées sous la Base Universelle. La Borne 3 est connectée avec l'extrémité extérieure de la Bobine Magnétique fixée dans le trou 8, tandis que les extrémités intérieures des deux bobines sont connectées à l'aide d'un Serre-Fils (pièce No. 1574). Connectez l'extrémité extérieure de la deuxième Bobine Magnétique avec la Base du Support de la Vis de Contact et reliez également un des Noyaux Magnétiques avec la Borne 2.

Ceci fait, connectez les Bornes 1 et 3 à votre Pile au Bichromate, plongez la Lame de Zinc dans la solution et appuyez sur l'Interrupteur. Poussez ensuite légèrement de la main l'Armature pour lui communiquer un mouvement de rotation et vous pourrez alors la faire tourner à une vitesse considérable en ayant dûment réglé auparavant le Balai de Contact du Commutateur.

### Fonctionnement d'un Moteur Electrique Elektron

Le fonctionnement du moteur peut être expliqué de la façon suivante. Le courant passant à travers les bobinages de la bobine de

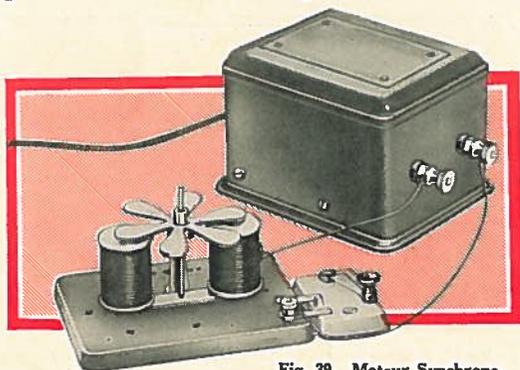


Fig. 39. Moteur Synchrone.

gauche aimante le noyau qui attire vers lui une des palettes de l'Armature. En tournant sur elle-même, l'Armature entraîne avec elle le Commutateur ; de ce fait, le Balai du Commutateur perd son contact avec la partie du Commutateur contre laquelle il s'appuie, et le

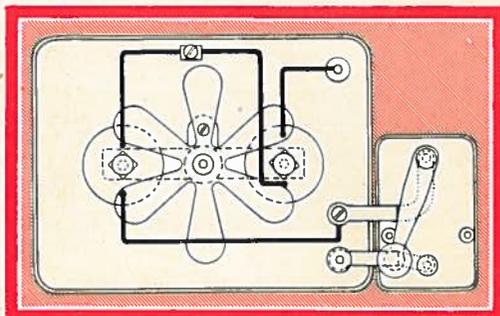


Fig. 40. Schéma des connexions d'un Moteur Synchrone Elektron.

circuit est coupé. L'inertie de l'Armature la fait tourner néanmoins jusqu'à ce que le Noyau Magnétique se trouve à mi-chemin entre deux de ses palettes. Il y a alors à nouveau contact entre le Balai et la partie suivante du Commutateur, ce qui engendre une nouvelle aimantation du Noyau Magnétique qui attire vers lui la palette suivante de l'Armature. Tout le processus recommence alors à nouveau, chacune des palettes de l'Armature étant attirée à son tour par le Noyau Magnétique, l'inertie conservant à cette dernière son mouvement de rotation même après la fin de l'attraction.

Il sera nécessaire de procéder à des expériences avec le Balai du Commutateur faisant contact avec différents points du Commutateur afin de repérer la position qui assurerait les meilleurs résultats. Le maximum de vitesse sera atteint quand il y aura contact du passage par la position neutre, chacun des Noyaux Magnétiques se trouvant à mi-chemin entre deux palettes contiguës de l'Armature. En réglant soigneusement le moteur, on peut arriver à obtenir une vitesse de 500 tours à la minute, et l'Armature possédant six pôles, 3,000 impulsions magnétiques ont lieu chaque minute.

Quatre anneaux en carton de différentes couleurs (pièce No. 1571) sont contenus dans la Boîte. En plaçant deux ou plusieurs de ces anneaux sur l'Armature pendant qu'elle tourne, on obtient de très beaux effets kaleidoscopiques.

### Moteur Synchrone Elektron

Le moteur que nous venons de construire fonctionne sur courant continu, ce qui veut dire que le courant circule toujours dans le même sens. Il existe, toutefois, des moteurs qui fonctionnent sur courant alternatif.

Le "MOTEUR SYNCHRONE" est un type spécial de moteur fonctionnant sur courant alternatif. Un des types les plus répandus de ce Moteur consiste en un disque pourvu d'un certain nombre de dents de fer, et en un électro-aimant, dont les pôles sont saillies vers le rebord du disque de telle façon que sa surface soit en regard avec les dents quand le disque tourne. Le courant alternatif passe par les bobinages de l'électro-aimant, et c'est ainsi que les pôles sont alternativement Nord ou Sud.

Supposons maintenant qu'à un certain moment les pôles de l'électro-aimant sont Nord et que le disque tourne. Une polarité Sud est induite dans les deux dents de fer les plus proches des pôles magnétiques, et l'attraction mutuelle pousse les dents vers les pôles. Si ceux-ci continuaient à rester Nord, les dents attirées auraient tendance à s'arrêter en face d'eux.

Néanmoins, la force d'inertie de ce disque l'entraîne plus loin en avant. En outre, quand les pôles deviennent pôles Sud grâce au changement du sens du courant dans les bobinages, la polarité Sud des dents, induite au début, ne change pas immédiatement, mais avec un petit retard. Il s'en suit que les dents se trouvent repoussées par ce qui est maintenant le pôle Sud de l'aimant, et que le disque peut, par conséquent, continuer à tourner. Chaque dent, à tour de rôle, est tout d'abord attirée et ensuite repoussée par l'électro-aimant, et la vitesse rotatoire du disque dépend de la vitesse à laquelle l'électro-aimant change sa polarité. Ceci, à son tour, dépend de la fréquence du courant alternatif et du nombre de pôles du rotor.

Le moteur à courant continu que nous venons de construire lors de notre expérience précédente peut être converti en un moteur synchrone (Fig. 39). Il suffit pour cela d'enlever le Support d'Armature et le Balai du Commutateur, et de disposer les connexions comme indiqué sur la Fig. 40. Ainsi qu'on le voit, ce moteur consiste simplement en deux électro-aimants et une armature à six palettes, dont chacune correspond à une des dents du moteur, à l'aide duquel nous venons d'expliquer le fonctionnement du moteur synchrone. Le courant pour ce moteur peut être fourni par les Transformateurs Meccano No. 1 et No. 2, dont les bornes de débit sont connectées avec les Bornes 1 et 3.

Le courant étant établi, on lance légèrement de la main l'Armature, afin de lui communiquer un mouvement de rotation.

### Galvanoplastie

La Boîte Elektron No. 2 contient tout le matériel nécessaire pour l'exécution de travaux galvanoplastiques (Fig. 41). L'objet devant être cuivré, — par exemple une vieille cuillère (bien propre), — est suspendu à l'aide d'un fil de cuivre dans un bocal de

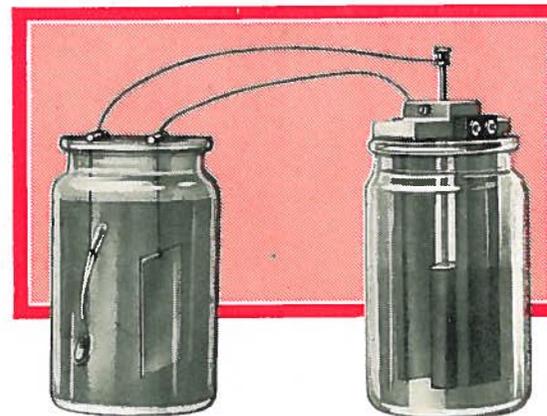


Fig. 41. Cuivrage d'une cuiller à l'aide d'un courant produit par la Pile au Bichromate Elektron.

verre contenant une solution qu'on prépare en faisant dissoudre un huitième de la quantité des cristaux de Sulfate de Cuivre bleu (pièce No. 1576) dans environ 350 grammes ou 12 cuillerées à bouche d'eau. La Lame de Cuivre (pièce No. 1526) est ensuite plongée dans la solution de la même façon, mais à une certaine distance de la cuillère, face à celle-ci. Le fil à l'aide duquel est suspendue la Feuille de Cuivre est connecté à la borne positive de la Pile au Bichromate, et celui auquel est attachée la cuillère — à la borne négative. Le courant passant par la solution entraîne avec lui des particules de cuivre qui viennent se déposer sur la cuillère en y formant une couche d'un brun rougeâtre.

## Liste des Pièces Détachées Elektron

No.		Quantités.		
		Boîte No. 1	Boîte No. 1A	Boîte No. 2
1500	Base Universelle ... ..	—	1	1
1501	Boitier de Boussole ... ..	—	1	1
1502	Pivot de Boussole ... ..	—	1	1
1503	Aiguille Aimantée ... ..	—	1	1
1504	Rose des Vents ... ..	—	1	1
1505	Barreau Aimanté ... ..	—	2	2
1506	Armature pour Barreau Aimanté ... ..	—	2	2
1507	Aimant en forme de Fer à Cheval ... ..	—	—	1
1508	Base Circulaire ... ..	—	1	1
1509	Tube de Galalithe pour Support de Suspension ... ..	—	1	1
1510	Support de Suspension ... ..	—	1	1
1511	Etrier de Cuivre ... ..	—	1	1
1512	Boîte à Fond Perforé avec Couverture ... ..	—	1	1
1513	Tube de Limaille de Fer ... ..	—	1	1
1514	Baguette d'Ebonite ... ..	—	2	2
1515	Baguette de Verre ... ..	—	1	1
1516	Carré de Flanelle ... ..	—	1	1
1517	Carré de Soie ... ..	—	1	1
1518	Bobine de fil de Soie ... ..	—	1	1
1519	Bouchon ... ..	—	2	2
1520	Plaque d'Electroscope ... ..	—	1	1
1521	Tige d'Electroscope ... ..	—	1	1
1522	Manchon de Galalithe, 32 mm. ... ..	—	1	1
1523	Crochet d'Electroscope ... ..	—	1	1
1524	Bouchon d'Ebonite ... ..	—	1	1
1525	Feuille d'Aluminium ... ..	—	1	1
1526	Lame de Cuivre, 25 x 50 mm. ... ..	—	1	1
1527	Lame de Zinc, 25 x 50 mm. ... ..	—	1	1
1528	Support d'éléments de Pile ... ..	—	1	1
1530	Bouillon de Support de Pile ... ..	—	1	1
1531	Tige de Zinc ... ..	—	1	1
1532	Plaque de Charbon ... ..	—	2	2
1533	Tige Filetée ... ..	—	2	2
1534	Porte-Lampe avec Réflecteur ... ..	—	1	1
1535	Vis pour Porte-Lampe ... ..	—	1	1
1538	Bobines Magnétiques ... ..	—	2	2
1539	Noyau Magnétique (complet) ... ..	—	2	2
1540	Crochet d'Aimant ... ..	—	1	1
1541	Culasse Magnétique (petite) ... ..	—	1	1
1542	Ecrou de Crochet d'Aimant ... ..	—	1	1
1543	Armature de Sonnette (complète) ... ..	—	1	1
1544	Marteau de Sonnette ... ..	—	1	1
1545	Timbre de Sonnette ... ..	—	1	1
1546	Support du Timbre (avec Ecrou et Vis) ... ..	—	1	1
1547	Culasse Coudée ... ..	—	1	1
1548	Support de Vis de Contact de Sonnette (complète) ... ..	—	1	1

No.		Quantités.		
		Boîte No. 1	Boîte No. 1A	Boîte No. 2
1549	Vis de Serrage pour Contact ... ..	—	1	1
1550	Support d'Armature ... ..	—	1	1
1551	Vis pour Armature ... ..	—	1	1
1552	Bobine d'Enroulement pour Bobine de Ruhmkorff ... ..	—	1	1
1553	Poignées pour Bobine de Ruhmkorff ... ..	—	2	2
1554	Tube de Réglage pour Bobine de Ruhmkorff ... ..	—	1	1
1555	Culasse Magnétique (grande) ... ..	—	1	1
1556	Armature et Commutateur ... ..	—	1	1
1557	Arbre d'Armature ... ..	—	1	1
1558	Equerre de Support ... ..	—	1	1
1559	Balais de Contact du Commutateur ... ..	—	1	1
1560	Manchon de Galalithe, 16,5 mm. ... ..	—	1	1
1561	Rondelle Isolatrice ... ..	—	1	1
1562	Ecrous Hexagonaux 6 B.A. ... ..	—	3	9
1563	Bornes ... ..	—	2	4
1564	Bobine de Fil de Cuivre, S.C.C. (9 mètres) ... ..	—	1	1
1565	Clef—Tournevis ... ..	—	1	1
1566	Fil de Connexion ... ..	—	1	1
1567	Barre de Connexion ... ..	—	1	1
1568	Bouillon Spécial 6 B.A., 25 mm. ... ..	—	1	1
1569	Vis de Contact 6 B.A. ... ..	—	1	1
1571	Anneaux de Couleur ... ..	—	4	4
1572	Interrupteur ... ..	—	1	1
1573	Boulons 6 B.A., 9,5 mm. ... ..	—	3	3
1574	Serre-Fils avec Vis ... ..	—	1	1
1575	Boulons 6 B.A., 12 mm. ... ..	—	2	3
1576	Sulfate de Cuivre ... ..	—	1	1
1577	Bichromate au Potassium ... ..	—	1	1
1581	Fil de Résistance, 15 cm. ... ..	—	1	1
1582	Morceaux d'Acier ... ..	—	4	4
1583	Ecrou Carré 6 B.A. ... ..	—	1	1
1584	Fil de Cuivre, 45/100 15 cm. ... ..	—	1	1
1585	Armature pour Aimant en forme de Fer à Cheval ... ..	—	1	1
1586	Fil de Cuivre, 45/100 S.C.C. ... ..	—	—	—
1587	Fil de Cuivre, 40/100 S.C.C. ... ..	—	—	—
1588	Vis pour Manteau et Armature de Sonnette ... ..	—	1	1
1589	Manuel d'Instructions pour Boîte No. 1 ... ..	—	1	1
1590	Manuel d'Instructions pour Boîte No. 2 ... ..	—	1	1
1591	Vis à Borne de Bobine ... ..	—	—	—
182	Coussinet Isolateur ... ..	—	1	1
184a	Ampoule Electrique, 2½ v. ... ..	—	1	1

## LE "MECCANO MAGAZINE"

Si vous désirez tirer le maximum d'amusement de votre Meccano, vous devez lire le "Meccano Magazine," la revue du jeune Meccano.

Cette superbe revue contient de beaux articles traitant de tous les sujets susceptibles de passionner les jeunes gens. Le Rédacteur en Chef se fait un plaisir de répondre personnellement à toutes vos questions et de vous aider par ses conseils.

Le "Meccano Magazine" paraît le premier de chaque mois et vous pouvez vous le procurer chez votre fournisseur de Meccano, dans les librairies et dans les kiosques de journaux.

Demandez au Rédacteur en Chef un spécimen gratuit.

**MECCANO LIMITED**  
Binns Road, Liverpool 13, ANGLETERRE