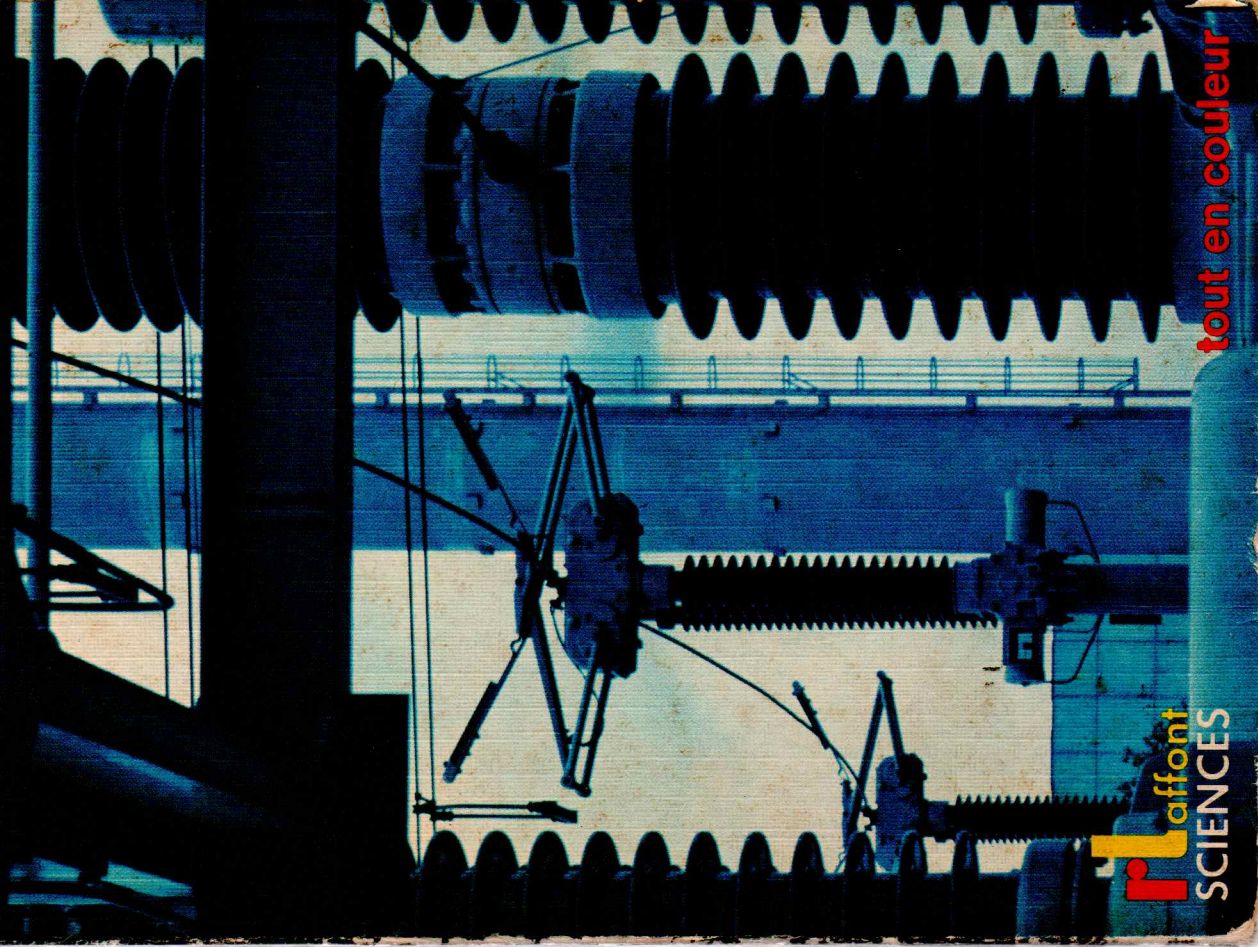


L'énergie

Mitchell Wilson

laffont
SCIENCES

tout en couleur



l'énergie

Après avoir fait des recherches sur les mesons - des particules élémentaires subatomiques - contenus dans la radiation cosmique, **Mitchell Wilson**, physicien, a changé de profession pour s'adonner définitivement à la littérature et à l'information scientifique. Son histoire illustrée, American Science and Invention, est un ouvrage classique sur l'histoire du développement de la technologie aux Etats-Unis. Parmi ses romans les plus connus il faut citer Life with Lightning et Meeting at a Far Meridian.

Robert Laffont

publie dans la même collection

Les Mathématiques	La Médecine
Les Bateaux	L'Optique
Le Corps	La Cellule
Les Planètes	Les Machines

 **laffont**
SCIENCES



Joseph Henry, physicien américain (1797-1878) (*ci-contre*), d'abord apprenti horloger, s'adonna ensuite à l'étude des sciences et devint professeur de mathématiques à Albany puis à Princeton. Il est l'auteur d'importants travaux d'électromagnétisme : il perfectionna l'électro-aimant mais est surtout connu pour sa découverte de l'auto-induction et de l'extra-courant.

plus librement que dans des tuyaux étroits. Plus le diamètre d'un fil conducteur est important, plus les électrons le traversent facilement. Tout ce qui tend à empêcher la circulation des électrons porte le nom de « résistance ». Un Allemand, Georg Simon Ohm, professeur de mathématiques et de physique, fut le premier à en faire une étude détaillée. Après de nombreuses expériences dans lesquelles il compara des conducteurs de différentes substances, formes et longueurs, Ohm possédait une connaissance approfondie de la résistance électrique qui un jour allait le rendre célèbre.

Ses premiers travaux, cependant, ne furent pas couronnés de succès. L'article qu'il fit paraître sur ses découvertes en 1828 passa presque inaperçu, et, lorsqu'il publia à Berlin, un an plus tard, un ouvrage qui contenait les explications théoriques se rapportant à ses découvertes et à la loi qu'il en avait tirée, il ne fut pas compris de ceux qui n'avaient pas lu l'article sur ses travaux de laboratoire. De sorte que l'impression générale qui en résulta fut très défavorable; l'on prétendit que les théories exposées ne reposaient sur aucune base pratique, et le livre fut rejeté comme étant... « une dangereuse illusion qui ne visait qu'à rabaisser la dignité de la nature ». Mais avec les années, ses recherches sur l'électricité furent reconnues à leur juste valeur. A sa mort en 1854, Ohm était célèbre dans toute l'Europe et, de nos jours, la Loi sur la résistance électrique qu'il avait formulée porte son nom.

Un jalon dans l'histoire de l'électricité

La Loi d'Ohm demeure un « jalon » dans l'histoire de l'électricité et de ses applications pour les besoins de la civilisation, car c'est la résistance qui transforme l'électricité en chaleur, dont les applications domestiques



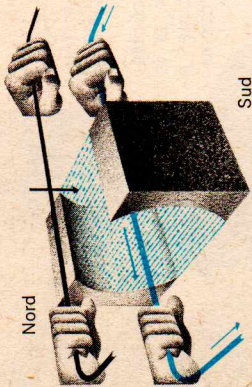
Michael Faraday, physicien anglais (1791-1867) (*ci-contre*), après des études de chimie, devint assistant de laboratoire à la *Royal Institution* fondée par le comte de Rumford puis chef de laboratoire de cette institution.

On lui doit la théorie de l'influence électrostatique, l'énoncé des lois de l'électrolyse et la découverte de l'induction électromagnétique; il réussit à liquéfier presque tous les gaz et découvrit le benzène.

sont multiples, qu'il s'agisse d'un fer à repasser ou d'une installation de chauffage. D'après la Loi d'Ohm, la quantité de chaleur dégagée par un conducteur est directement proportionnelle à sa résistance. C'est aussi la Loi d'Ohm qui a contribué à une des plus grandes découvertes de l'homme : la lumière électrique. Le phénomène de résistance donna l'idée à Thomas Edison de chauffer un fil au blanc et d'éviter sa combustion en l'introduisant dans une ampoule de verre dans laquelle on avait fait le vide. Dans leurs répercussions sur la civilisation, les transformations réciproques de l'électricité et de la chaleur sont contrebalancées par les transformations de l'électricité et de l'énergie mécanique. Pour y aboutir, il fallait tout d'abord que l'homme établisse la relation qui existait entre deux phénomènes apparemment indépendants : l'électricité et le magnétisme.

C'est dans ce but qu'un Danois nommé Hans Christian Oersted entreprit une longue série d'expériences. Il partit du principe que, si le courant électrique pouvait circuler dans un fil, il devait être capable de transformer le fil en une sorte d'aimant ayant un pôle sud et un pôle nord. Ce magnétisme semblable à celui d'un barreau aimanté devrait être détecté avec une simple boussole. Plaçant un fil en travers de l'aiguille d'une boussole, il fit le raisonnement suivant : si le fil devenait magnétique, l'aiguille de la boussole devait faire un quart de tour pour se mettre dans l'alignement du fil, comme cela se produit avec un aimant ordinaire.

Mais rien ne se produisit. Des années plus tard, alors qu'il donnait une conférence à l'Université de Copenhague, Oersted plaça accidentellement le fil *parallèlement* à l'aiguille de la boussole au lieu de le placer *en travers*, puis il fit passer le courant. Comme par magie l'aiguille pivota sur elle-même, et se mit à angle droit avec le fil. Le courant électrique créait effectivement un champ magnétique autour du fil, et Oersted en

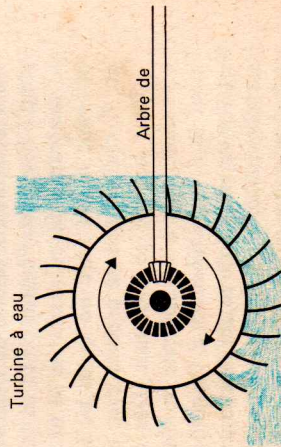


Si l'on fait passer un fil à travers un champ magnétique créé entre les pôles opposés de deux aimants, on montre l'existence d'un phénomène important : l'induction électromagnétique (*ci-contre*). Au fur et à mesure que le fil descend, le courant électrique circule vers la gauche (*flèches*) et lorsqu'il remonte, c'est l'inverse qui se produit.

faisant sa première expérience s'était mépris sur la direction que l'aiguille allait prendre. Le rapport entre l'électricité et le magnétisme venait d'être découvert.

Un an après cette remarquable découverte d'Oersted, André-Marie Ampère, physicien français qui allait donner son nom à l'unité de puissance électrique, découvrit qu'un fil de cuivre traversé par un courant électrique avait un effet magnétique sur un autre fil se trouvant à proximité. Des fils parallèles traversés par des courants de même direction s'attirent, alors qu'ils se repoussent lorsqu'ils sont de sens contraire. Les résultats obtenus par Ampère venaient renforcer la preuve fournie par l'expérience d'Oersted, qu'un courant électrique créait un champ magnétique autour de lui. Mais l'hypothèse contraire plus prometteuse demeurerait encore sans réponse : un champ magnétique pouvait-il créer un courant électrique ?

En 1830, environ dix ans après l'expérience d'Oersted, Joseph Henry en Amérique et, un an plus tard, Michael Faraday à Londres, découvrirent qu'un champ magnétique pouvait créer un courant induit, à condition que ce champ magnétique varie. Cette proposition peut être démontrée à l'aide d'un aimant se déplaçant à proximité d'un fil bobiné, ce qui a pour effet de créer un bref courant induit dans le bobinage. Dès que l'aimant s'immobilise il n'y a plus de courant induit.



Une des applications les plus importantes de l'induction électromagnétique est le générateur qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Au moyen d'une turbine et d'un arbre de transmission, l'énergie cinétique de la chute d'eau (*ci-contre*) fait tourner une bobine de fil dans un champ magnétique, ce qui a pour effet de créer un courant alternatif dans la bobine branchée sur l'ampoule.

La découverte de « l'induction électromagnétique » — création d'un courant par un champ magnétique variable — fut une des observations les plus fructueuses de l'étude de l'électricité. Une fois le principe parfaitement compris, il devenait évident que les piles n'étaient pas l'unique source productrice d'énergie électrique, ni même la plus pratique. Ce générateur de courant allait devenir une des machines les plus importantes mises à la disposition de l'homme pour produire de l'énergie électrique.

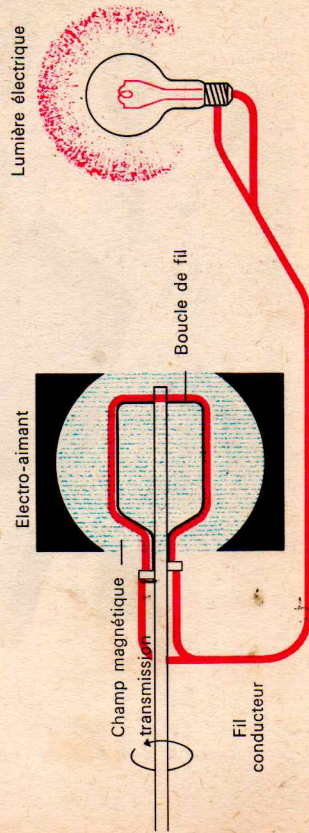
Bobines de fil productrices d'énergie

Dans un générateur d'électricité, l'énergie mécanique produite par l'eau ou par la chaleur d'une machine à vapeur est utilisée pour faire tourner un bobinage de fil dans un champ magnétique. Lorsque le bobinage tourne, des pulsions de courant électrique se produisent, exactement comme dans les expériences de Henry et de Faraday. Le moteur électrique n'est qu'un générateur inversé. Le courant du générateur crée un champ magnétique dans un bobinage disposé sur une armature. Cette armature tourne grâce aux forces d'attraction et de répulsion des aimants qui l'entourent. Fixé à l'extrémité du rotor, un arbre de transmission permet d'utiliser l'énergie mécanique convertie par le moteur. Le moteur électrique est un des plus efficaces convertisseurs d'énergie : 90 % de l'énergie qu'il produit est utilisable alors que la machine à vapeur a un rendement de 30 % et le moteur à essence de 50 %.

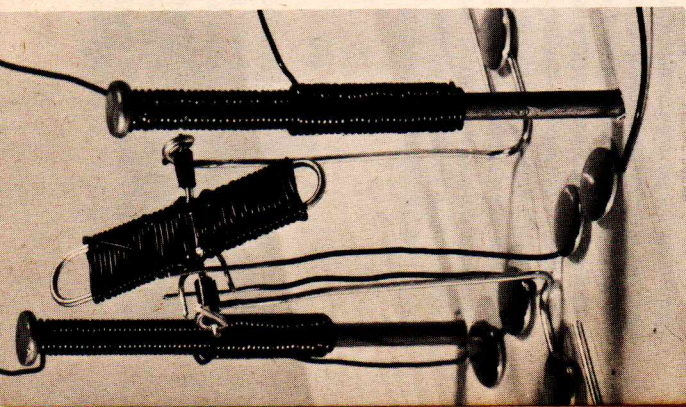
Un exposé, si bref soit-il, sur l'électricité, se doit de rendre hommage à James Clerk Maxwell, le grand physicien anglais du XIX^e siècle.

Partant de la découverte de Faraday sur les affinités entre le courant électrique et le magnétisme, il réussit à grouper tous les phénomènes électriques connus à son époque en quatre équations.

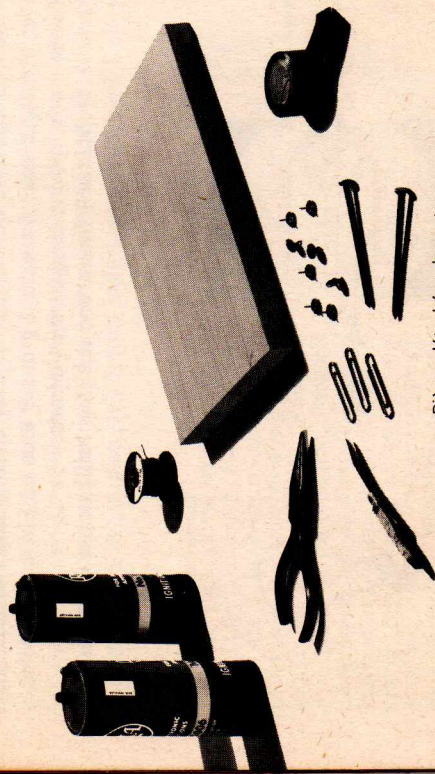
Les équations de Maxwell furent une des plus brillantes réalisations de la science de l'ère victorienne.



UN MOTEUR A LA PORTEE DE TOUS
Il est possible de construire un moteur très rudimentaire tel celui que la photographie (*ci-contre, à gauche*) nous montre terminé. Des outils courants et un matériel très simple permettent de mener à bien cette construction. Le matériel indiqué *ci-dessous* comprend 8 punaises, 3 trombones de 5 cm de longueur, 2 clous de 9 cm, une pince d'électricien, 2 piles sèches de 1,5 volts, une planche de 12 cm sur 15 cm, une bobine de fil électrique isolé de 7/10 mm et un couteau pour le gratter. En supposant qu'il faille acheter tout le matériel nécessaire, la dépense n'excéderait pas 20 francs. Sur la page suivante et sur celles qui suivent, 15 photographies commentées vous permettront de réaliser ce moteur sans difficulté.



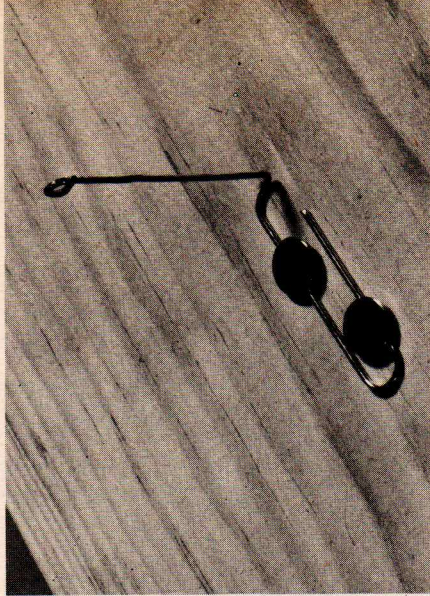
Le moteur terminé



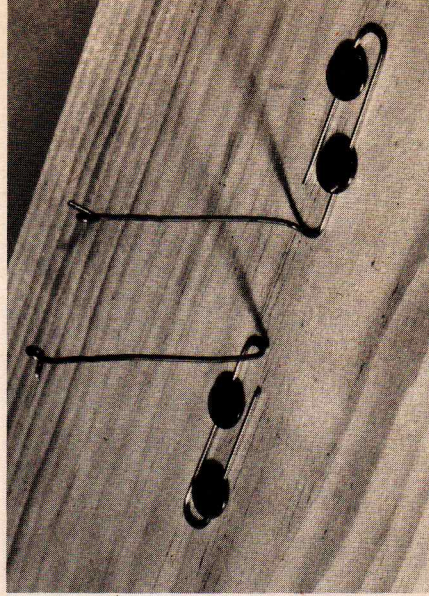
Pièces détachées du moteur



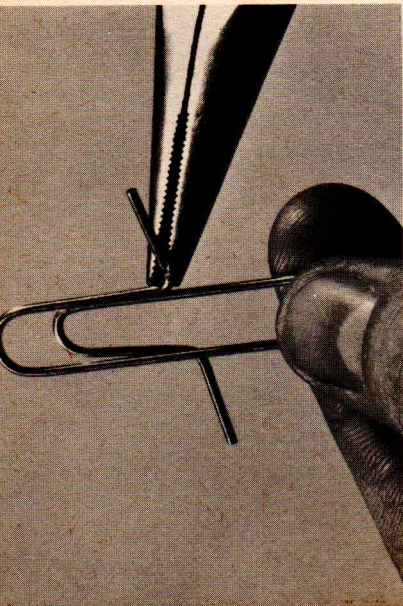
Prendre un des trombones; redresser la boucle la plus petite de façon à ce qu'elle soit perpendiculaire à la grande boucle une fois posée sur la planche. Puis avec la pince, faire une petite boucle à l'extrémité supérieure.



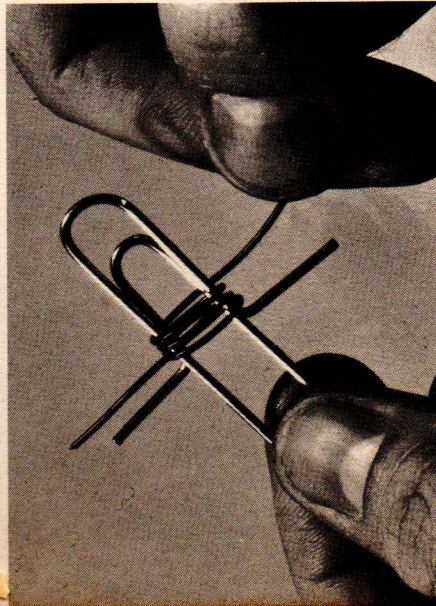
Fixer le trombone sur la planche avec deux punaises. Le trombone doit être placé de façon à se trouver au centre de la planche et parallèlement à sa longueur. Procéder de la même façon avec le deuxième trombone.



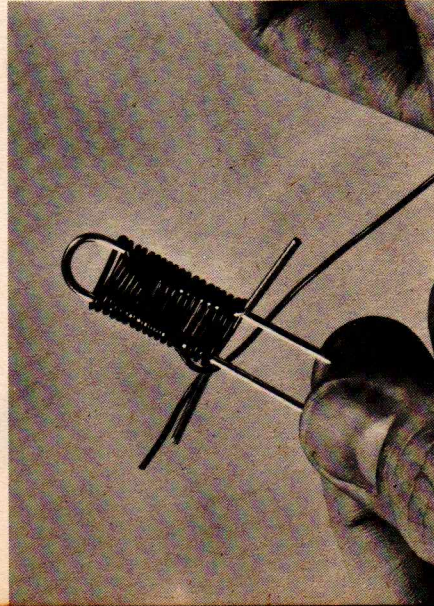
Fixer le deuxième trombone à environ 2,5 cm du premier; ne pas trop enfoncer les punaises pour que les trombones puissent se déplacer d'avant en arrière. Ces trombones sont les deux supports de l'axe du rotor du moteur.



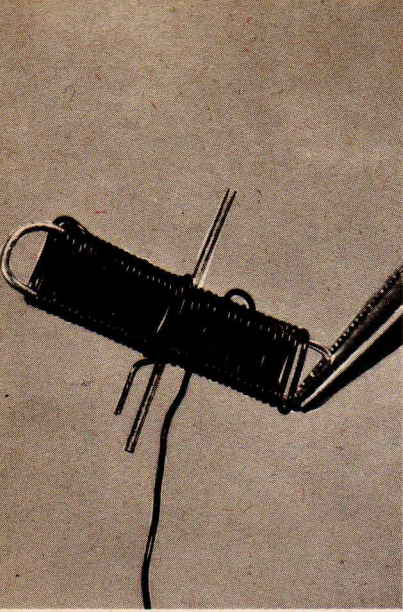
Construction du rotor : avec une pince, plier les extrémités du troisième trombone pour qu'elles soient perpendiculaires aux boucles. Ces extrémités qui serviront d'axe au rotor doivent avoir 12 mm de longueur.



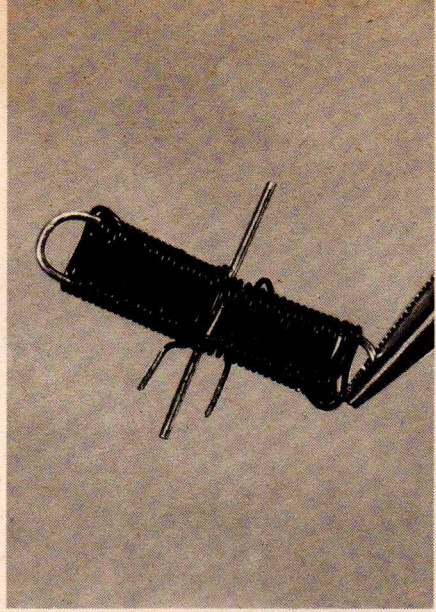
En laissant un espace libre de 2,5 cm, enrouler le fil autour du trombone en partant du milieu : les enroulements doivent être serrés les uns contre les autres sans toutefois déformer le trombone.



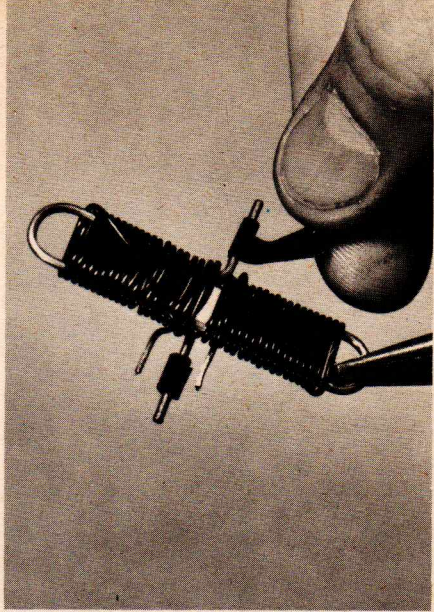
Faire vingt tours en allant vers le bout du trombone qui servira de rotor, ramener le fil au centre et enrouler dans le même sens un nombre égal de tours sur l'autre moitié. Ces enroulements transforment le trombone en électro-aimant.



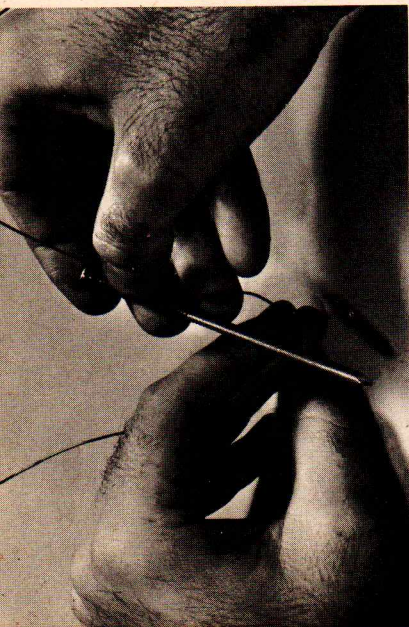
Lorsque le fil de cuivre a été enroulé autour de cette seconde moitié du rotor, il est ramené au centre du rotor comme sur la figure 6. Les extrémités du fil serviront de commutateur à ce rotor, en inversant le courant.



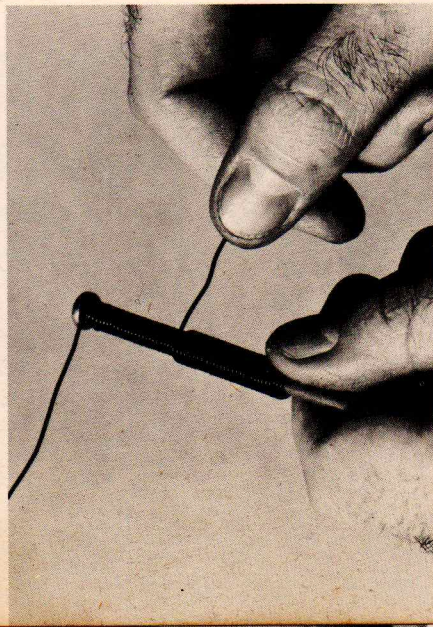
Les bouts du fil doivent être ensuite coupés pour être légèrement plus courts que ceux du trombone. Gratter le vernis isolant qui les recouvre afin que le cuivre soit à nu. Les bouts devront être courbés dans le même sens.



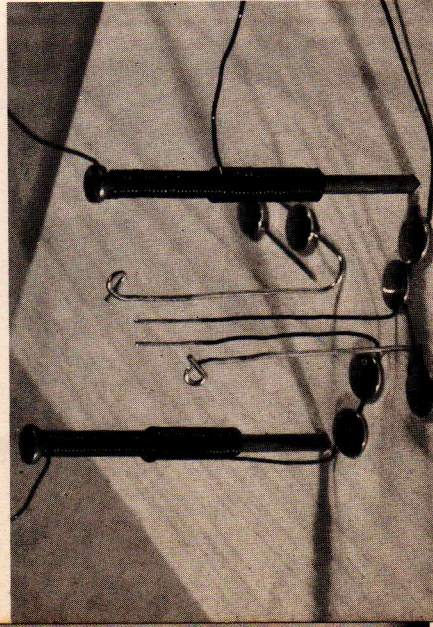
Prendre deux morceaux de ruban adhésif, chacun d'environ 6 mm de longueur, et les enrouler autour de chacune des deux extrémités de l'axe du rotor. Ce ruban a pour but de maintenir l'axe dans les supports du trombone.



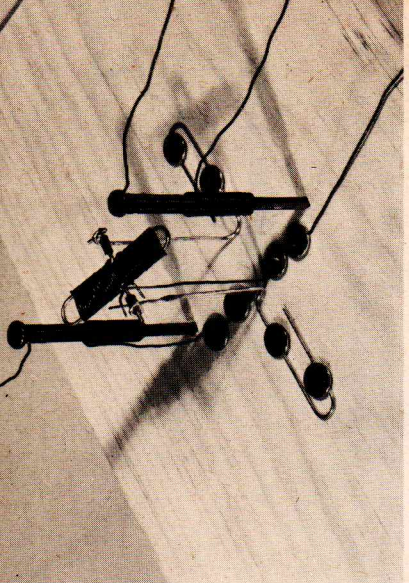
Pour réaliser les deux aimants fixes, enrouler le fil autour de chaque clou en gardant 25 cm de fil à la tête du clou. Enrouler le fil en descendant vers la pointe du clou sur une longueur de 6 cm puis remonter de 3 cm.



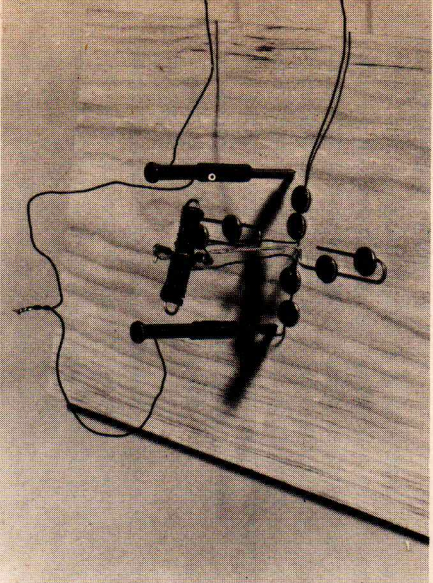
Laisser environ 15 cm de fil pendre au milieu de chaque clou et couper. Chaque clou doit avoir deux longueurs de fil disponibles, une de 25 cm et une de 15 cm. Enfoncer les clous à 6,25 cm l'un de l'autre.



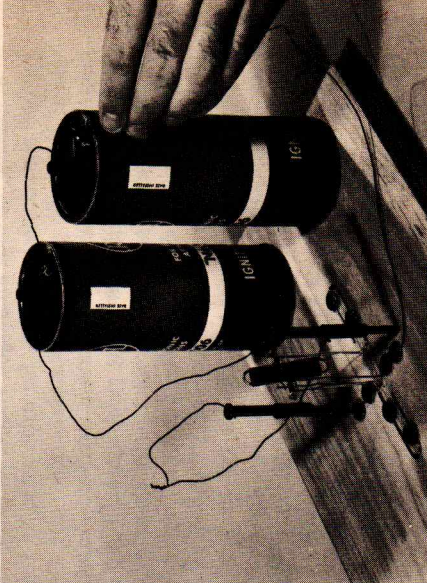
Fixer le fil de 15 cm à partir d'un des clous entre les supports, et à 6 mm de l'un des deux. Redresser pour que le fil soit plus haut que le support. Même opération avec un fil volant de 30 cm. Ces fils constituent les « balais ».



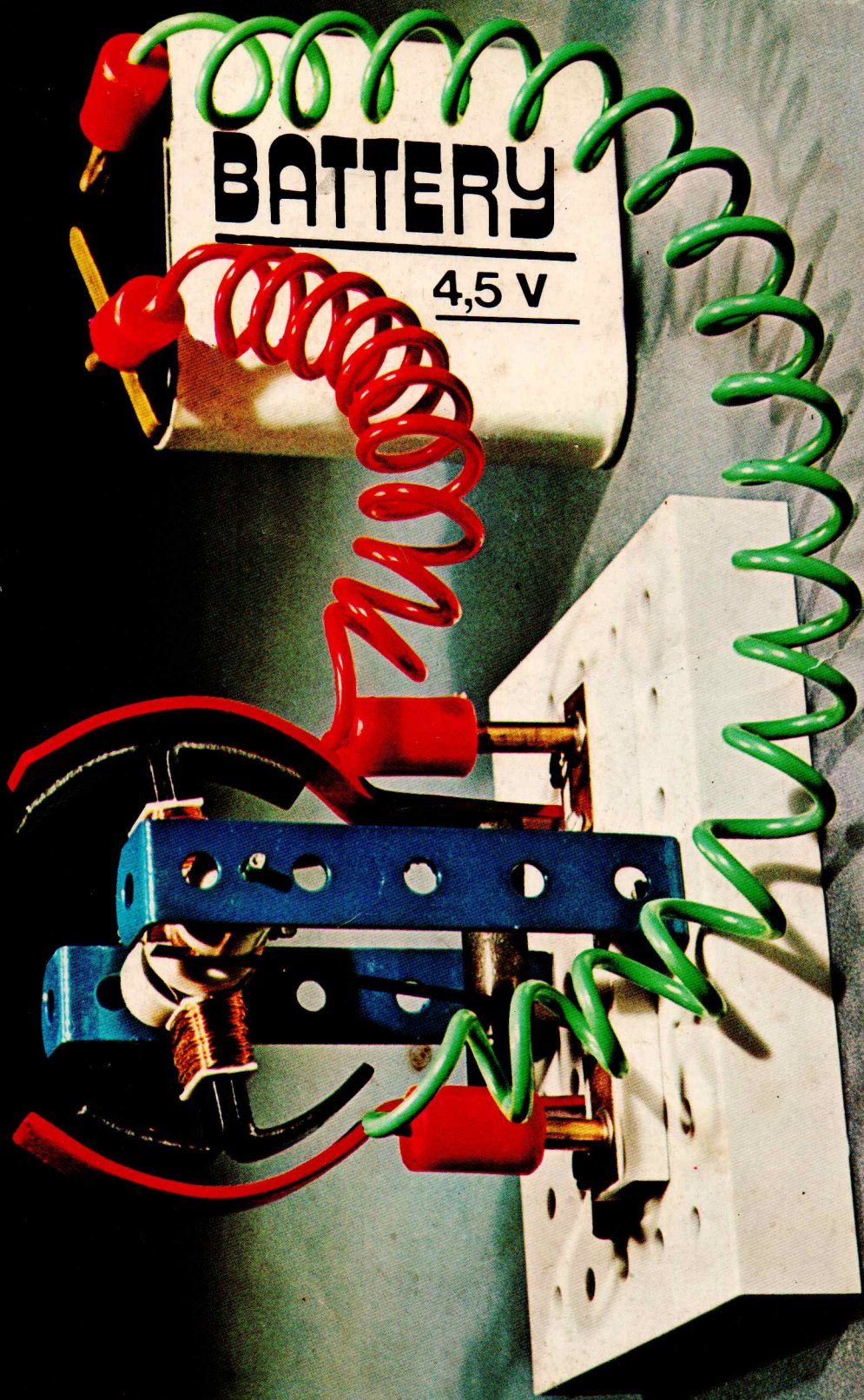
Après avoir dénudé les deux fils (les balais) sur une longueur de 6 mm, placer l'axe du rotor dans les boucles de chaque support de façon à ce que les collecteurs du rotor, en tournant, soient en contact avec les balais.



Raccorder l'extrémité du fil de 15 cm du second clou au fil de 25 cm du premier clou. Gratter les extrémités pour que le contact soit direct avec le métal. Le fil de 25 cm du second clou sera branché à l'une des piles.



Attacher le fil du second clou au pôle positif d'une pile. Fixer l'extrémité libre du fil de 25 cm au pôle de l'autre pile. Un fil court reliant les deux autres piles complète le circuit.



LE PETIT ELECTROTECHNICIEN

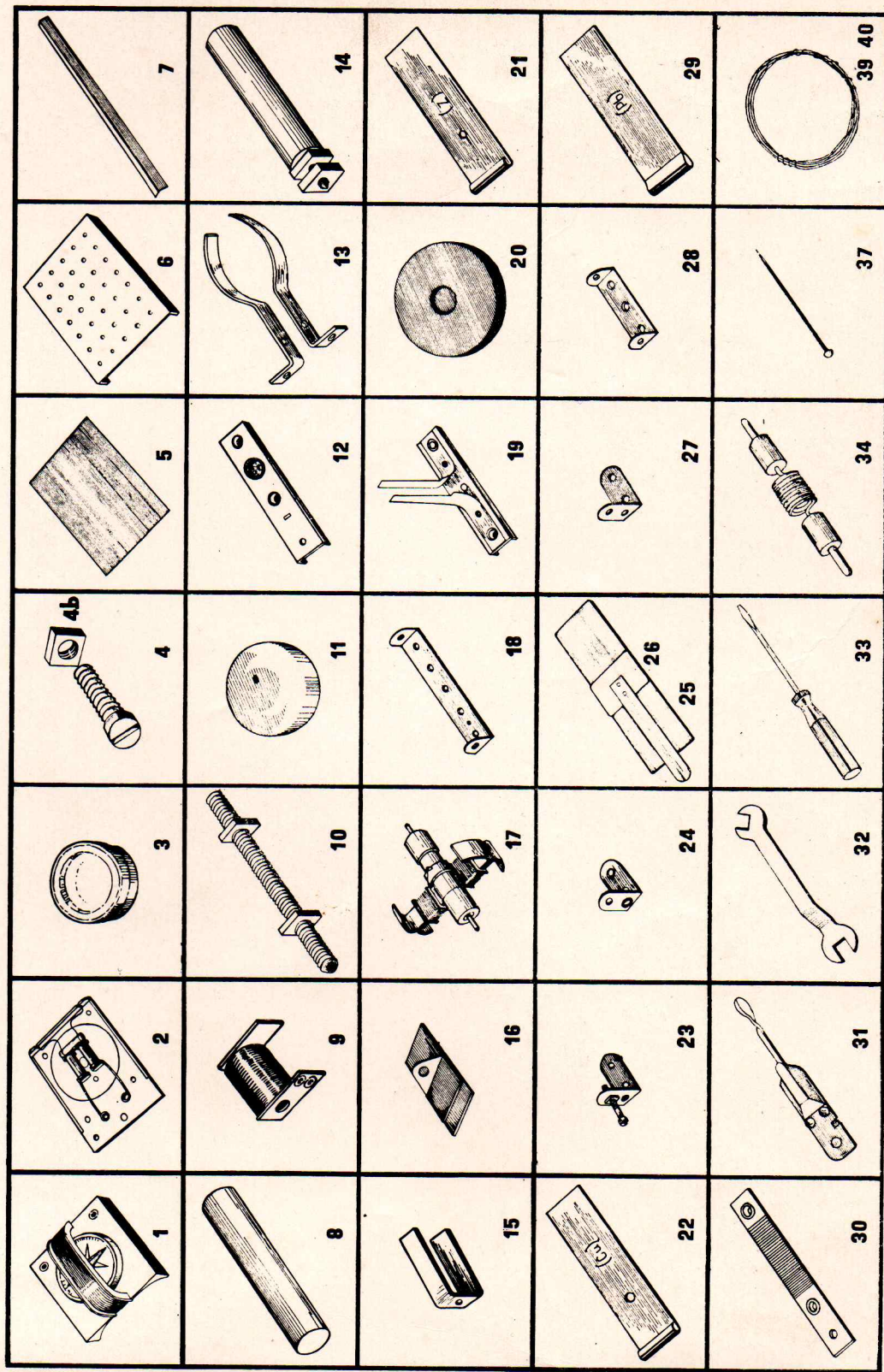
160 expériences dans le domaine de l'électricité et du magnétisme

MEHANOTEHNIKA
IZOLA
YUGOSLAVIA



Article n°	Désignation des pièces	Quantité
1	Galvanoscope avec boussole	1
2	Microphone	1
3	Boîte contenant de la limaille de fer	1
4	Vis courtes	8
4a	Vis normales	4
4b	Ecrous	12
5	Feuille de carton	1
6	Socle en matière plastique	1
7 °	Balancier de l'électroscope	1
8	Aimant	1
9	Bobinage	1
10	Tige filée avec 2 écrous	1
11	Cloche	1
12	Socket pour ampoule	1
13	Stator (en 2 parties)	1
14	Noyau en fer doux avec 2 écrous	1
15	Cadre pour noyau	1
16	Equerre allongée	1
17	Induit	1
18	Grande équerre double	2
19	Paire de balais	1
20	Coquille d'écouteur	1
21	Plaque de zinc (Zn)	1
22	Plaque de cuivre (Cu)	1
23	Longue vis avec 2 écrous (vis de réglage)	1
24	Equerre avec alvéole	2
25	Plaquette en polyvinyl	1
26	Pelle en cuivre avec manche en polyvinyl	1
27	Equerre simple	2
28	Petite équerre double	2
29	Plaque de plomb (Pb)	2
30	Résistance (rhéostat)	1
31	Marteau vibreur de sonnerie	1
32	Clef pour écrous	1
33	Tournevis	1
34	Cable de 25 cm avec 2 fiches	1
35	Cable de 50 cm avec 2 fiches	2
36	Cable de 100 cm avec 2 fiches	2
37	Aiguille (contenue dans la boîte à écrous)	1
38	Barre de fer	1
39	Fil de cuivre	1
40	Fil de constantan	1

° Le balancier en papier de l'électroscope est fourni non plié. Afin de lui donner la forme indiquée au tableau, il faut le plier en 2 dans le sens de la longueur et le transpercer avec l'aiguille 37, un peu au-dessus de son centre de gravité.



FRANCOSKI