

Observatoires; en faisant battre dans chacun d'eux une série de signaux simultanés au moyen d'une pendule de temps moyen, on y aurait observé l'époque de la coïncidence de ces signaux avec la pendule sidérale. L'état relatif des deux pendules en aurait été conclu exactement parce qu'on observe la coïncidence de deux battements avec une précision bien supérieure à celle avec laquelle on estime directement une fraction de seconde de temps.

Cette méthode basée sur la coïncidence des pendules a été également proposée et mise en pratique par M. Thalen à l'Observatoire d'Upsal. C'est en munissant l'extrémité des tiges des deux pendules de petites pointes d'acier, qui plongeaient dans du mercure au moment où les tiges étaient parfaitement verticales, que M. Thalen fermait son circuit, de manière que la coïncidence des deux pendules, quelles que fussent leur distance et leur différence de marche, pouvait être indiquée par l'établissement d'un courant qu'il était facile d'employer, soit par l'aimantation d'un électro-aimant, soit de toute autre manière, à donner un signal. Les états simultanés des horloges au moment de la coïncidence étaient déterminés, soit par les observateurs eux-mêmes, soit par des enregistreurs; il faut remarquer que le courant était interrompu dès que les tiges des pendules, ou seulement une seule, cessaient d'être dans la position verticale.

M. Leverrier de son côté, tout en reconnaissant que la détermination de l'état des horloges par la méthode des coïncidences constituerait un progrès dans le problème des longitudes, fut conduit à penser que la question serait encore plus simplifiée si l'on pouvait se passer complètement de toute détermination de l'état relatif des pendules; et cela en enregistrant sur le même chronographe les observations faites dans les deux stations. Cette méthode ne pouvait offrir en principe aucune objection, puisque l'enregistrement se fait par l'intermédiaire d'un courant qui traverse un fil télégraphique dont la longueur est indifférente. Mais en pratique il se présentait de grandes difficultés qui n'ont été surmontées que graduellement, dans un appareil dont la construction a été confiée à

M. Liais. Sur une bande de papier mise en mouvement par un rouage, une pointe de fer trace des divisions équidistantes correspondantes aux mouvements d'une pendule sidérale, et par l'action même de cette pendule; une ou deux pointes permettent aux observateurs de marquer par des points, au moyen du courant électrique, sur cette même bande de papier, les instants où une même étoile passe aux divers fils de leurs instruments. La différence des stations en longitude s'en conclut, comme on le comprend facilement. Il y a bien des précautions à prendre dans l'emploi de cette méthode qui cependant a permis à M. Leverrier de déterminer, avec une exactitude remarquable, la différence de longitude entre l'Observatoire de Paris et le Dépôt de la guerre où une lunette méridienne avait été installée.

§ 4. Application de l'électro-magnétisme à divers appareils.

Nous avons décrit dans les deux paragraphes qui précèdent les applications des propriétés électro-magnétiques du courant électrique à la production du mouvement en général et à la télégraphie en particulier. Il existe, indépendamment de ces deux genres d'applications, un grand nombre d'appareils plus ou moins usuels fondés sur les mêmes principes. Nous allons chercher à les faire connaître, en insistant plus particulièrement sur ceux qui nous paraissent mériter le plus de fixer l'attention.

Horloges électriques.

L'invention des horloges électriques fut une conséquence naturelle de celle des télégraphes. Plusieurs savants, MM. Wheatstone, Bain, Steinheil, réalisèrent à peu près simultanément le problème dont la solution était de multiplier à volonté les indications d'une seule horloge, qui pût télégraphier d'elle-même l'heure, la minute, la seconde, marquée sur son propre cadran. Il n'est point besoin d'insister sur l'importance de cette application de l'électro-magnétisme, qui permet de faire

marcher en coïncidence toutes les horloges d'un établissement, d'une ville, d'une ligne de chemin de fer, et au moyen de laquelle on pourra conduire la mesure du temps à travers les rues d'une ville, comme on le fait aujourd'hui pour l'eau et pour le gaz.

Avant de faire connaître les appareils qui ont réalisé cette invention, nous parlerons de ce qu'on doit nommer à plus juste titre les horloges électriques, c'est-à-dire d'horloges dans lesquelles la force motrice, poids ou ressort dans les mouvements ordinaires, est une force électro-magnétique. Cette seconde invention ne présente pas évidemment autant d'intérêt que la première, et d'ailleurs l'électricité, appliquée dans ce cas pour développer une force motrice, entraîne avec elle l'inconvénient d'une dépense continuelle, que l'emploi d'un poids ou d'un ressort que l'on remonte ne nécessite pas. Toutefois

des appareils très-ingénieux et remarquables par leur simplicité ont été inventés, et l'on est parvenu à les faire marcher avec une grande régularité.

La figure 400 représente la pendule de M. Bain, une des premières qui aient été construites, et dans laquelle c'est l'action de deux aimants permanents sur une hélice ou bobine, parcourue par un courant, qui entretient le mouvement du pendule. Un fil conducteur communiquant avec l'extré-

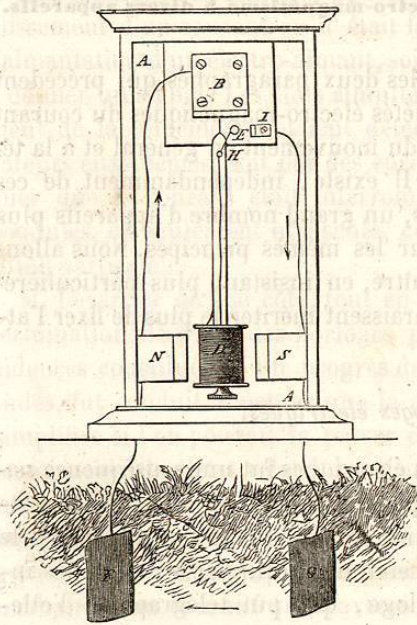


Fig. 400.

mité du ressort auquel est suspendu le pendule passe derrière sa tige, vient s'enrouler en spirale autour de la lentille, de ma-

nière à former une hélice horizontale, et remonte en H où il se relie à un ressort qui porte à son extrémité une petite boule de platine E. N et S sont les pôles nord et sud de deux aimants entre lesquels le pendule oscille ; enfin les pôles de la pile qui, dans la figure, se compose d'une plaque de zinc et d'une plaque de cuivre enfouies dans le sol, communiquent avec les points I et B. Chaque fois que le pendule, en oscillant, arrive à l'extrémité droite de sa course, le contact s'établit entre I et E, le circuit est fermé, le courant passe et la bobine est repoussée à gauche à la fois par l'action répulsive du pôle S et l'action attractive du pôle N. Le mouvement de va-et-vient du pendule se transforme en un mouvement de rotation au moyen d'une ancre agissant sur une roue dentée, comme cela a lieu dans le récepteur du télégraphe à cadran.

On a construit d'autres horloges électriques reposant sur le même principe, c'est-à-dire dans lesquelles l'action directe d'une force électro-magnétique entretenait les oscillations du pendule ; mais on conçoit que la constance de l'impulsion ainsi donnée dépend de la constance de la force magnétique, et que cette impulsion doit par conséquent varier avec l'intensité du courant électrique. On a réussi à rendre la marche de l'appareil indépendante de cet élément en donnant au pendule des impulsions toujours égales par l'effet d'un poids qui agit sur lui, et en se servant seulement de l'électricité pour déterminer l'action du poids.

Voici le mécanisme ingénieux qu'a inventé M. Froment (fig. 401). Le pendule *ab* est suspendu par le ressort *r* à une pièce métallique fixe, et porte de côté une petite vis *ed* ; le fil entourant la bobine de l'électro-aimant *g* a l'un de ses bouts en *f*, et l'autre communique avec la pièce mobile *h* ; celle-ci se termine à son extrémité par le poids *i*, et c'est lorsque la vis *ed* vient en contact avec lui que le circuit se ferme. L'armure de l'électro-aimant est une pièce mobile autour de *k*, dont la course est réglée par les deux pointes entre lesquelles se trouve son extrémité *l* ; enfin les deux pôles de la pile sont en *n* et *p*, et les fils *m m'* complètent le circuit, en faisant passer le courant, comme nous le verrons tout à l'heure, dans l'appareil indica-

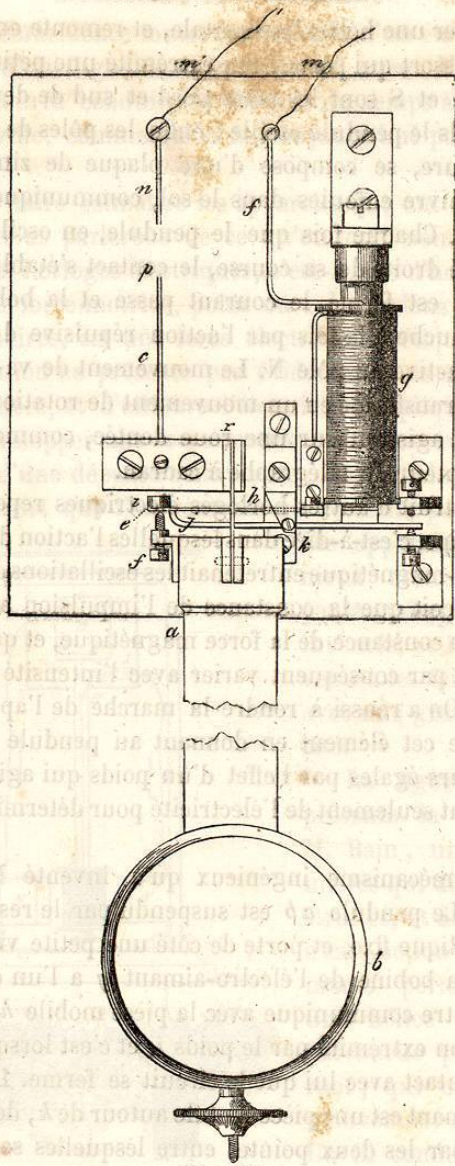


Fig. 401.

teur. Supposons le pendule écarté à droite de sa position verticale; il y revient et la dépasse. La vis *ed* arrivant à une cer-

taine hauteur, soulève le poids *i* que l'armature de l'électro-aimant avait supporté jusque-là; à partir de ce moment le courant passe, l'armature est attirée, son extrémité *j* descend, ce qui fait que lorsque le pendule, après avoir atteint l'extrémité de sa course, revient à droite, le poids *i* ne retrouve que plus bas l'armature pour le soutenir, et accompagne par conséquent le pendule plus longtemps en descendant qu'en montant. Il en résulte une impulsion donnée au mouvement à chaque oscillation, et l'on conçoit qu'il soit possible, en réglant la course de l'armature, de conserver à l'oscillation exactement la durée voulue, celle d'une seconde par exemple. Au moyen de l'appareil que nous venons de décrire, on a donc un courant qui s'établit

et cesse une fois par seconde. Le fil conducteur, dont nous avons représenté les deux extrémités en *m* et *m'*, vient passer dans l'appareil indicateur (fig. 402), et y former un double électro-aimant devant lequel est une armure mobile. Lorsque le courant passe, l'armure est attirée et elle agit sur un système de leviers articulés, dont le dernier pousse une roue munie de 60 dents; cette disposition a l'avantage de remplacer par une pression graduée le choc qui aurait lieu si l'armature agissait directement sur la roue; enfin un ressort qui presse sur les dents, sert à la fois de modérateur pour la vitesse et d'arrêt après le passage de chaque dent. Puisque la roue a 60 dents, et que le courant passe une fois par seconde, elle fera un tour par minute, et dès lors on comprend qu'une disposition analogue à celle des horloges ordinaires donne les roues dont les axes conduisent les aiguilles des minutes et des heures. Il faut remarquer qu'il sera facile d'avoir autant d'appareils indicateurs que l'on voudra, et que leur nombre et leurs distances respectives ne seront limités que par l'intensité du courant.

Nous avons décrit l'horloge de M. Bain, pour sa priorité dans cette application de l'électro-magnétisme et celle de M. Fro-

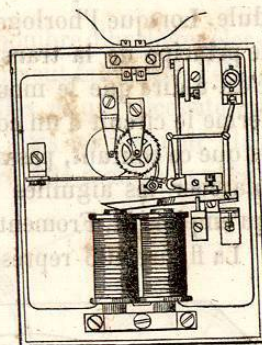


Fig. 402.

ment dont le mécanisme nous paraît le plus ingénieux et le plus satisfaisant. Nous citerons encore les noms de MM. Robert-Houdin, Vérité et Garnier, comme ceux d'auteurs de perfectionnements divers dans ce genre d'applications.

Nous en venons maintenant à la question dont nous avons parlé d'abord, et nous allons étudier quelques-uns des appareils horaires ou compteurs électro-magnétiques, qui marchent simultanément avec une horloge type et ne font, pour ainsi dire, que transporter ses indications. En décrivant l'horloge électrique de M. Froment, nous avons déjà étudié le procédé qu'il suit pour transmettre à un nombre quelconque d'appareils compteurs les battements isochrones de son pendule. Lorsque l'horloge a pour moteur un ressort ou un poids, le principe de la transmission n'en reste pas moins le même, c'est-à-dire que le mouvement de l'appareil type ouvre et referme le circuit d'un courant à des intervalles de temps égaux, et que ce courant, passant par les appareils indicateurs, y fait marcher les aiguilles par un mécanisme analogue à celui qu'emploie M. Froment.

La figure 403 représente le système de M. Bain. Au milieu

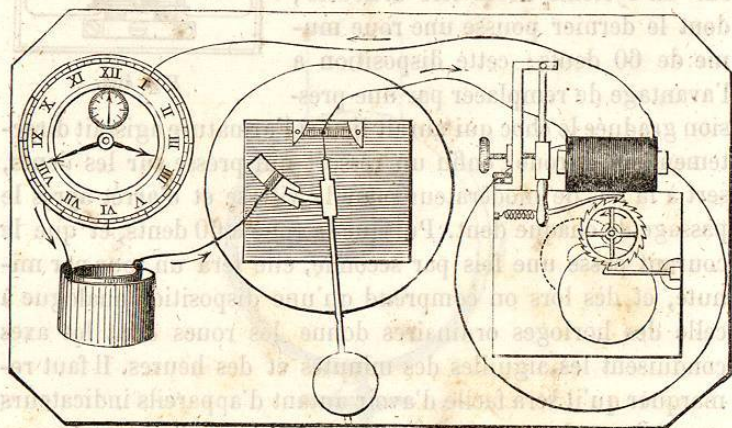


Fig. 403.

se trouve figurée une horloge ordinaire vue par derrière et dont le pendule bat la seconde; à droite et à gauche, on a re-

présenté deux appareils horaires, l'un avec son cadran, l'autre avec les détails du mécanisme qui le fait marcher; enfin, à gauche est la pile qui ne se compose ici que d'un seul couple. Un ressort très-léger est fixé au pendule, et à chaque oscillation il arrive en contact avec une pièce métallique à laquelle aboutit une des extrémités du conducteur, tandis que l'autre communique avec la tige du pendule, en sorte que le circuit se trouve fermé une fois par seconde. D'autre part, à la simple inspection de la figure du compteur, on voit comment, à chaque aimantation de l'électro-aimant, l'armature entraîne le crochet qui s'engage dans une nouvelle dent, et comment, lorsque l'aimantation cesse, le ressort fait marcher la roue de toute l'épaisseur de cette dent.

Pour faire marcher à la fois un grand nombre d'horloges électriques, il faudrait une pile puissante; on peut faire agir l'électricité successivement dans chacune d'elles, ce qui nécessite un courant beaucoup moins intense. Mais elles ne donnent plus alors l'indication des secondes. La figure 404 montre le régu-

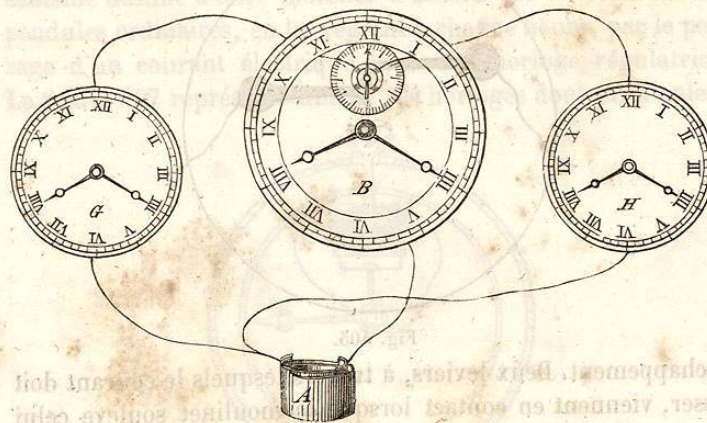


Fig. 404.

lateur ou horloge type sur le cadran de laquelle est fixé un petit cercle en ivoire avec des secteurs métalliques, en nombre égal à celui des appareils indicateurs dont on veut pouvoir disposer. Sur ce cercle, et en contact avec lui par un petit

ressort, se meut l'aiguille des secondes, qui d'autre part sert à fermer le circuit. Chaque fois que l'aiguille passe sur un secteur en cuivre, le courant traverse l'appareil indicateur correspondant à ce secteur-là; or, l'aiguille des secondes accomplissant une révolution par minute, il s'ensuit que pendant la durée d'une minute, le courant passe une fois dans chacun des indicateurs, ce qui fait dans chacun avancer d'une dent une roue qui en a 60, et qui porte l'aiguille des minutes.

On doit à M. Paul Garnier un système d'horloges électriques adopté aujourd'hui dans plusieurs localités. L'horloge primitive se compose de deux rouages différents; l'un est destiné, comme dans les horloges ordinaires, à entretenir le mouvement du pendule; l'autre a pour but de produire la rupture et le passage du courant, et il est soumis à la marche du premier de telle manière que son dernier axe qui porte un moulinet, représenté figure 405, suit le mouvement de la roue

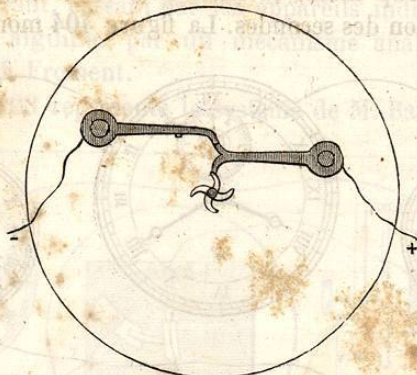


Fig. 405.

d'échappement. Deux leviers, à travers lesquels le courant doit passer, viennent en contact lorsque le moulinet soulève celui qui s'appuie sur lui, et de cette manière le courant passe à des intervalles de temps égaux dans les électro-aimants des appareils indicateurs. Nous avons représenté l'un de ceux qui sont employés par M. Garnier (fig. 406). Cette figure montre assez d'elle-même comment la roue à rochets marche d'une dent chaque fois que l'armature est attirée. M. Garnier dispose ses

appareils, en ne transmettant dans chaque appareil indicateur qu'un courant dérivé du courant principal qui passe dans

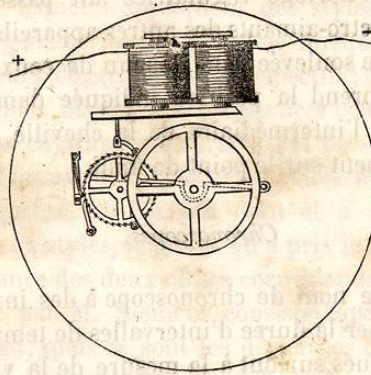


Fig. 406.

l'horloge type; de cette manière l'un d'eux peut cesser de fonctionner sans que la marche des autres s'en ressente.

Nous terminons ce sujet en disant quelques mots d'un mécanisme destiné à faire marcher d'accord des horloges ou des pendules ordinaires, en les réglant à chaque heure, par le passage d'un courant électrique, sur une horloge régulatrice. La figure 407 représente une de ces horloges dont on a enlevé

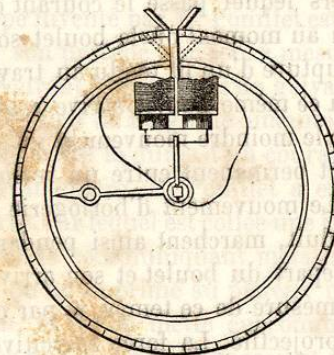


Fig. 407.

le cadran ainsi que l'aiguille des minutes, laquelle porte près de son extrémité une petite cheville perpendiculaire au plan du cadran et destinée à s'engager dans la fourchette que l'on

voit représentée. Cette fourchette occupe d'ordinaire la position tracée en lignes ponctuées, mais à la dernière seconde de chaque heure, l'horloge régulatrice fait passer un courant dans tous les électro-aimants des autres appareils chronométriques, l'armature soulevée dans chacun de ceux-ci entraîne la fourchette, qui prend la position indiquée dans la figure, et qui ramène, par l'intermédiaire de la cheville, l'aiguille des minutes exactement sur le point de midi.

Chronoscopes.

On a donné le nom de chronoscope à des instruments qui servent à apprécier la durée d'intervalles de temps très-courts, et qu'on a appliqués surtout à la mesure de la vitesse des projectiles. M. Wheatstone paraît être le premier qui ait essayé de se servir dans ce but des propriétés du courant électrique; MM. Pouillet, Bréguet, Siemens, Henry se sont occupés depuis lors de ce sujet.

L'appareil de M. Wheatstone, au moyen duquel on mesure la vitesse d'un boulet, se compose d'un mouvement d'horlogerie, dont la marche est arrêtée par un cliquet en fer doux, maintenu dans sa position par l'attraction d'un électro-aimant. Le circuit à travers lequel passe le courant qui l'aimante se trouve interrompu au moment où le boulet sort de la bouche du canon par la rupture d'un fil tendu au travers, et il est rétabli à l'instant où ce même boulet arrive contre la cible disposée de façon que le moindre mouvement qu'on lui imprime, établisse un contact permanent entre un ressort et une autre pièce métallique. Le mouvement d'horlogerie et l'aiguille indicatrice qu'il conduit, marchent ainsi pendant le temps qui s'écoule entre le départ du boulet et son arrivée à la cible, en sorte que l'on a la mesure de ce temps, et par conséquent celle de la vitesse du projectile. La force coercitive du fer doux, qui fait que l'électro-aimant ne cesse pas d'attirer son armature du moment où le courant cesse de passer, était dans cet appareil une cause d'erreur assez grave; M. Wheatstone est parvenu à la faire disparaître à peu près complètement.

L'appareil inventé par M. Bréguet repose absolument sur le même principe; c'est un cylindre animé d'un mouvement de rotation, sur lequel s'appliquent des styles placés le long d'une même génératrice du cylindre, lorsqu'ils ne sont plus retenus par leurs électro-aimants respectifs; le boulet, en traversant des cibles placées à des distances connues, coupe successivement les circuits des courants qui passent dans ces électro-aimants. Comme on connaît la vitesse de rotation du cylindre, on conclut, de l'angle dont il a tourné entre les marques de deux styles, le temps qu'a pris le boulet pour parcourir la distance des deux cibles correspondantes. La disposition proposée par M. Siemens consiste aussi à avoir un cylindre tournant, mais ce sont les décharges de deux bouteilles de Leyde, que détermine le projectile en deux points donnés de sa trajectoire, qui produisent, par leurs étincelles, deux taches sur le cylindre d'acier poli.

Ainsi, dans ces applications à la détermination d'un intervalle de temps très-court, l'électricité ne sert que d'intermédiaire entre le projectile et l'appareil compteur, intermédiaire précieux, car l'on conçoit qu'il serait difficile de réaliser une disposition mécanique dans laquelle le choc du boulet se transformerait en une simple pression sur un rouage.

Le chronoscope inventé par M. Pouillet est fondé sur un tout autre principe; son procédé consiste à mesurer le temps pendant lequel un courant circule dans un galvanomètre, par l'amplitude de la déviation de l'aiguille aimantée. Pour trouver la relation qui existe entre la durée d'un courant électrique et son effet sur le galvanomètre, M. Pouillet a employé un plateau circulaire de verre, sur lequel est collée une lame d'étain suivant un rayon du cercle communiquant métalliquement avec son axe. Supposons qu'on imprime au plateau un mouvement rapide de rotation, et qu'on mette en communication, avec les deux pôles d'une pile, l'axe de l'appareil et un ressort qui s'appuie sur la circonférence du disque, le circuit ne sera fermé que pendant le passage de la bande d'étain sous le ressort. De la vitesse de rotation et de la largeur de la bande d'étain, on conclut la durée du courant en même temps qu'on mesure son

effet sur un galvanomètre; c'est ainsi que M. Pouillet a pu constater qu'un galvanomètre de Melloni donne 15° de déviation, lorsqu'on fait agir sur lui, pendant $\frac{1}{1500}$ de seconde, le courant d'un seul élément de Daniell, et qu'il a gradué cet instrument en faisant varier, soit la durée, soit l'intensité du courant. M. Pouillet s'est servi de ce procédé pour mesurer le temps que met une balle à sortir du canon d'un fusil. Les deux extrémités d'un circuit (fig. 408), dans lequel se trouvent le galvanomètre et un élément de Daniell, viennent s'adapter, l'une à la capsule mise en place sur la cheminée, l'autre au

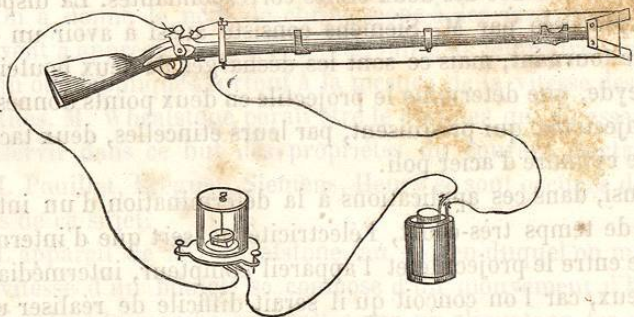


Fig. 408.

chien du fusil, toute la batterie étant bien isolée du canon; le fil passe devant le bout du canon, de façon à être coupé par la balle au moment où elle sort. Lorsqu'on tire, le courant passe pendant le temps qui s'écoule entre l'instant où le chien touche la capsule et celui où la balle sort du canon. D'après les expériences de M. Pouillet, ce temps s'est toujours trouvé compris entre $\frac{1}{140}$ et $\frac{1}{130}$ de seconde; on conçoit qu'il suffit d'une disposition de cibles analogue à celle dont nous avons parlé plus haut, pour appliquer ce même principe à la mesure de la vitesse d'un projectile en divers points de sa trajectoire.

Sonneries électriques.

Nous avons vu que sur toute ligne télégraphique, quel que soit le système employé, il y a toujours, à côté du récepteur,

un appareil nommé l'alarme, dans lequel un marteau frappant sur un timbre est mis en mouvement dès qu'un courant passe dans le circuit télégraphique, et avertit ainsi l'employé qu'on va lui transmettre une dépêche. Ces appareils, pour lesquels on a proposé divers modèles, consistent tous dans un mouvement d'horlogerie, auquel l'armature d'un électro-aimant sert d'arrêt, de façon qu'il ne marche que pendant le passage du courant. M. Mirand a appliqué avec succès le principe des sonneries électriques pour remplacer, dans le service des maisons et des hôtels surtout, les sonnettes ordinaires. L'appareil qu'il emploie est tout à fait analogue à l'interrupteur¹, dans lequel une armature oscille devant les pôles d'un double électro-aimant pendant tout le temps qu'un courant l'aimante; ici l'armature est liée à un marteau frappant sur un timbre, et ce marteau, suivant qu'on ne fait passer le courant que durant un instant ou qu'on le laisse circuler plus longtemps, frappe un coup, ou produit par la succession rapide de ses percussions un roulement sonore. Dans chaque chambre que l'on veut mettre en communication avec l'appareil, on dispose contre la paroi un disque de bois au milieu duquel est un bouton d'ivoire; en appuyant sur ce bouton, on ferme le circuit qui passe par l'appareil sonneur. Par cette disposition, on peut non-seulement sonner comme on le fait avec une sonnette ordinaire, mais donner des ordres, en se servant de certaines conventions pour faire succéder les coups isolés et les roulements.

Tissage électrique.

L'application de l'électro-magnétisme au tissage, trouvée il y a quelques années par M. Bonelli, doit être considérée à juste titre comme une grande et belle invention. Bien que le métier électrique, au point où l'a amené son inventeur, ne puisse encore remplacer avantageusement sous tous les rapports le système Jacquard, il n'en est pas moins une application évidemment utile de l'électricité, dont les propriétés caractéristiques

¹ Voyez tome I, page 291.

y trouvent leur emploi, et il est plus que probable que des perfectionnements progressifs dans la disposition et les détails de l'appareil finiront par lui donner sur le métier employé aujourd'hui une supériorité marquée.

Pour étudier l'invention de M. Bonelli, il est indispensable de donner d'abord une idée générale du métier Jacquard et de la manière dont il fonctionne. On sait qu'un tissu se compose de deux séries de fils placés les uns à côté des autres dans deux directions perpendiculaires entre elles et s'entrelaçant de manière à donner la solidité à l'étoffe. Dans le tissage, les fils de l'un des systèmes sont longitudinaux, isolés les uns des autres et tendus parallèlement dans un même plan horizontal; ils constituent la *chaîne*. Ce sont, dans la figure 409, les fils *ff*, etc.;

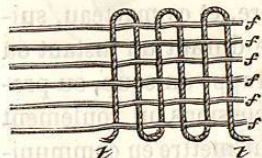


Fig. 409.

les fils du second système entrelacent transversalement ceux du premier et sont formés par un seul fil replié successivement sur lui-même comme le montre la figure; ils constituent la *trame*, et une seule course de trame égale à la largeur de la chaîne est désignée sous le nom de *duite*. L'opération du tissage consiste à soulever un certain nombre de fils de la chaîne et à faire passer entre les fils soulevés et ceux qui sont restés dans le plan horizontal, le fil de trame conduit par un petit appareil à l'intérieur duquel il se dévide et qu'on nomme *navette*; quand la navette a passé, les fils soulevés retombent et une duite est tissée. Tant qu'il ne s'agit que d'une étoffe unie, le fil de trame devant passer régulièrement dessus et dessous les fils consécutifs de la chaîne comme le représente la figure 409, l'opération n'est pas difficile à réaliser, et l'on conçoit facilement que tous les fils de numéros pairs étant reliés à une même tige rigide horizontale, tandis que tous les fils de numéros impairs le sont à une autre, l'élévation successive des deux tiges produise celle des deux séries de fils entre lesquelles la navette doit passer. Mais pour les étoffes façonnées, sur lesquelles les dessins sont obtenus par l'entrelacement de fils colorés d'avance, le fil de trame doit, pour chaque duite, laisser apparaître certains fils de la chaîne

qui, par leur position et leur couleur, se rapportent à la figure que l'on veut tracer; dès lors, comme on le comprend, le soulèvement des fils de la chaîne ne peut plus se faire d'une manière régulière par numéros pairs et impairs, et chaque coup de navette doit être précédé d'un choix minutieux et compliqué des fils à soulever et à laisser. C'est là ce qui constituait le métier des *tireurs de lacs* avant la belle invention de Jacquard.

La figure 410 représente la disposition affectée à chaque fil de la chaîne, dans le métier à tisser, vue de deux côtés différents. Le fil horizontal *f* passe dans un support en verre *m* nommé *maillon*, auquel est suspendu un cylindre de plomb *p*; le maillon est relié par une attache ou *lisse* *L* à la tige verticale *c*, qui passe sans frottement dans l'anneau *b* d'une tige horizontale *h*, et se termine, à sa partie supérieure, par un crochet très-ouvert *r*; ce crochet repose sur une lame *l*, posée un peu de biais, de façon que le moindre mouvement latéral donné à la tige *c* suffise pour dégager le crochet de son point d'appui. La figure 411 montre la disposition des tiges verticales ou *aiguilles*, qui sont rangées dans un certain nombre de plans verticaux parallèles à celui de la figure; chacune des tiges horizontales *h* est engagée à droite dans un étui où elle est appuyée contre un ressort. Voici maintenant comment il se fait que certains fils déterminés sont soulevés à chaque duite pour laisser passer la navette et produire le dessin voulu. Un prisme en bois *R*, animé d'un mouvement latéral de droite à gauche, vient



Fig. 410.

présenter contre l'extrémité des tiges horizontales sa face percée de trous correspondant à ces tiges, mais recouverte d'une bande de carton qui, percée elle-même d'un certain nombre de trous, laisse ouverts ceux qui leur correspondent dans le prisme et ferme les autres; les tiges horizontales devant lesquelles les ouvertures des prismes sont fermées sont repoussées à gauche,

et chacune dégage son aiguille de la lame l , qui était engagée sous son crochet. A cet instant, ces lames l s'élèvent avec le

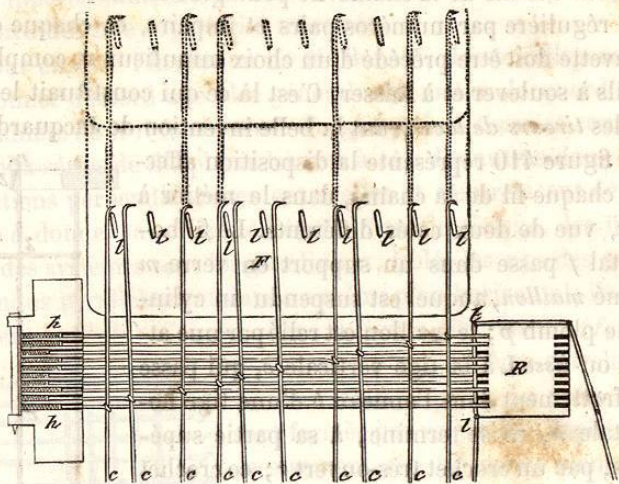


Fig. 411.

châssis F auquel elles sont fixées, et elles ne soulèvent que les aiguilles dont les tiges horizontales ont trouvé des trous dans le carton; la navette passe, le châssis retombe, puis la même opération recommence; seulement le prisme R a tourné d'un quart de circonférence, et c'est un nouveau carton qui se présente correspondant à la nouvelle duite; toutes ces bandes de carton forment une longue chaîne conduite par le prisme R et un cylindre; on voit qu'il en faut un pour chaque fil transversal du tissu, ce qui fait que certains dessins en exigent jusqu'à 100,000; on conçoit combien une chaîne pareille doit être embarrassante à manœuvrer, quelle place elle doit tenir, et le prix énorme auquel revient la mise en carte d'un dessin compliqué, opération qui exige des ouvriers habiles.

Au lieu de cartons, M. Bonelli prend un papier métallique et y trace, avec un vernis isolant le dessin qu'il veut reproduire sur l'étoffe. Voici le principe de son invention. Supposons un nombre d'électro-aimants égal à celui des aiguilles c du métier Jacquard, et admettons que, par une disposition quel-

conque, le fil qui entoure chaque bobine ait une de ses extrémités toujours en contact avec le pôle d'une pile, et l'autre avec le papier dont nous venons de parler; le second pôle de la pile communique avec la surface métallique de ce même papier, qui reçoit un mouvement de translation. Par l'effet de ce mouvement, le fil d'un électro-aimant quelconque sera en contact tantôt avec une partie métallique, tantôt avec une partie non conductrice, suivant la configuration du dessin; dans le premier cas, le courant passera dans cet électro-aimant; dans le second, il ne passera pas. Il ne s'agit plus que de mettre en rapport, par un mécanisme plus ou moins ingénieux, chaque électro-aimant avec une aiguille verticale, en se servant de l'électro-magnétisme développé dans l'un des cas et non dans l'autre, pour que l'électro-aimant soulève l'aiguille ou la laisse, suivant que le courant passe ou ne passe pas. Supposons une chaîne blanche avec une trame noire, et considérons un des fils de la chaîne; ce fil sera recouvert par la trame ou se montrera, suivant que le conducteur aboutissant à l'électro-aimant qui lui correspond sera en contact, le long de la ligne qu'il trace sur le dessin type, avec une surface de métal ou de vernis; la ligne formée sur le tissu par ce fil de la chaîne reproduit donc, par un changement de couleur en passant du blanc au noir ou du noir au blanc, chaque passage de l'une des surfaces à l'autre sur une ligne qui lui correspond dans le dessin type. Ainsi la figure est reproduite; les proportions seules varient avec la vitesse du mouvement que l'on imprime au papier.

La figure 412 indique la disposition que M. Bonelli avait adoptée dans son premier essai; une aiguille verticale est supportée sur le châssis ab par un petit cylindre en fer doux f ; e est l'électro-aimant correspondant à l'aiguille; le fil qui l'entoure a l'une de ses extrémités sur la tige métallique cd , qui supporte toute une rangée d'électro-aimants et qui est cons-

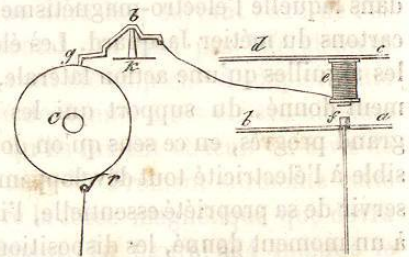


Fig. 412.