

et de traits par l'abaissement de la clef, exige un mouvement mesuré, rythmique, sans lequel il est impossible de tracer d'une manière régulière les signes successifs; car le temps est la mesure de longueur de chaque signe, et il faut, par conséquent, employer la mesure naturelle que nous possédons pour le temps, qui est le rythme. Pour bien apprendre le jeu du levier-clef, il est donc nécessaire de s'exercer à l'abaisser en mesure. Dans ce but on frappe sur une table avec le bout de l'index de la main droite de deux manières différentes: 1° en retirant le doigt avec rapidité, de sorte qu'il n'appuie sur la table qu'un instant, et en ne le relevant que d'un centimètre; 2° en laissant le doigt appuyé sur la table pendant le temps qui sépare deux coups de la première espèce et en l'élevant pendant un temps égal. On mesure chaque battement de la première espèce par la syllabe *di* qu'on prononce en faisant le battement; quant aux battements de la seconde espèce, c'est en prononçant les syllabes *do-o* qu'on les mesure. Les battements que l'on fait en prononçant les *di* produiraient des points, et ceux qu'on fait en prononçant *do-o* donneraient des traits, si l'on avait appuyé le doigt sur le levier-clef qui met en mouvement l'appareil à écrire de Morse; mais il vaut mieux apprendre d'abord le service du télégraphe sans appareils, et seulement en s'exerçant à frapper sur une table, de la manière que nous avons indiquée. Il faut ensuite s'exercer à produire un trait et deux points, puis deux points et un trait et ainsi de suite, en prononçant toujours pendant les mouvements du doigt les syllabes *di* et *do-o*, chaque syllabe devant se prononcer à égale distance de la suivante. On voit qu'il s'écoule des intervalles de temps égaux entre deux points, d'un point au trait suivant, du commencement du trait à la fin et de la fin du trait au premier signe suivant. Chaque point ne demande qu'un seul intervalle de temps, tandis que le trait en demande deux. On a eu égard, dans la formation des groupes qui résultent de la combinaison des points avec les traits pour la représentation des différents signes, au nombre des intervalles de temps, de manière à en avoir le moins possible.

Après un peu d'exercice on parvient facilement à écrire distinctement douze ou quatorze mots dans une minute et à en lire

un nombre double dans le même temps; seulement, il est essentiel que le levier-clef n'ait qu'un jeu très-limité, afin que les *do-o* ou les battements du levier-clef, quand il s'abaisse et se relève, se suivent à des intervalles égaux. On arrive assez vite à distinguer par l'ouïe les traits des points, le levier-clef faisant un bruit semblable à *tri-tri-tri* pour les points et à *do-o* pour les traits; on réussit aussi à les distinguer, soit à la marche du relais, soit à la marche du levier de l'appareil à écrire. Les employés peuvent donc comprendre la correspondance envoyée, seulement par la marche de l'appareil et l'écrire pour ainsi dire sous sa dictée, en même temps qu'elle s'enregistre, ce qui, dans beaucoup de cas, est très-avantageux.

Nous ne nous arrêterons pas à décrire la distribution des stations et la disposition des lignes, points sur lesquels nous reviendrons plus loin et qui sont indépendants du procédé télégraphique employé. Nous nous bornerons seulement à remarquer que dans le système de Morse, où il est très-important que les relais marchent sous l'action d'un courant d'intensité aussi uniforme que possible, on a soin de diviser les lignes principales, autant que faire se peut, en lignes partielles d'une longueur telle que le courant y ait sensiblement la même intensité d'un bout à l'autre; ces lignes partielles unissent les stations principales qui sont toutes munies d'appareils complets pour recevoir et transmettre les dépêches, de sorte que lorsqu'une dépêche doit aller au delà, la pile principale est mise dans le circuit de la ligne au moyen du translateur pour agir sur le relais suivant. Or, si les piles principales sont semblables à chaque station principale ainsi que les résistances des lignes partielles, on conçoit que les relais marchent tous sous l'action d'un courant de même intensité à peu près. Cependant, malgré cette précaution, des circonstances variables telles que l'humidité de l'air, l'imparfait isolement qui en résulte pour les fils, soit par l'air lui-même, soit par les poteaux, le contact accidentel d'un fil avec quelque objet extérieur tel que les feuilles d'un arbre, peuvent affaiblir le courant entre deux stations intermédiaires. Aussi est-il nécessaire, comme nous l'avons déjà dit, de régler tous les jours les appareils.

Parmi les opérations qui servent à régler les appareils, nous ne nous arrêtons pas sur celles qui consistent à préparer la pile, à rectifier chaque appareil, afin de s'assurer qu'il joue bien, que les ressorts sont convenablement tendus, que les points de contact ont toujours une surface bien nette dans le relais et dans le levier-clef, que la bande de papier marche bien dans l'appareil à écrire, que le style est bien à sa place, etc., etc. Nous nous bornons à insister sur l'opération qui consiste à régler la force du courant. Nous avons déjà dit que c'est au moyen de l'introduction permanente d'une grande résistance par l'effet d'un rhéostat, dans le circuit de la pile principale, que M. Steinheil obtenait chaque jour le courant de la force voulue. Ce moyen a été abandonné dans plusieurs lignes télégraphiques où l'on se borne à faire varier le nombre des couples en se guidant approximativement d'après l'expérience acquise. C'est en particulier ce que M. Hipp fait maintenant en Suisse où l'on règle le courant le matin de chaque jour pour toute la journée, en ôtant ou ajoutant quelques couples à la pile sans avoir besoin d'apporter aucun dérangement bien sensible aux appareils.

Au reste, M. Hipp a apporté quelques autres modifications dont une longue pratique lui a fait sentir la convenance, au système télégraphique tel qu'il a été institué en Suisse par M. Steinheil. Sur 23 translateurs qui avaient été primitivement placés dans le réseau télégraphique de la Suisse, M. Hipp n'en a laissé que 11 et il a trouvé qu'il en est résulté une grande amélioration dans le service. C'est à la suite de recherches très-intéressantes sur les fonctions du translateur et sur le rapport qui existe entre la force de l'électricité et la rapidité du mouvement des ancras, qu'il a été conduit à cette diminution considérable dans le nombre de ces appareils. Mais ce que ses nombreuses expériences sur ce sujet lui ont surtout démontré, c'est l'excessive importance d'avoir toujours des courants de force semblable, et c'est pour obtenir ce résultat qu'il a proposé le système suivant qui chemine avec beaucoup de succès en Suisse, et qui pourrait être également appliqué à d'autres pays avec quelques modifications dépendantes de l'étendue et de la distribution du réseau télégraphique.

Tous les matins¹, avant que le service commence, à une minute désignée d'avance, le bureau central de Berne appelle tous les bureaux des stations principales et donne un courant constant qui parcourt ces bureaux dans l'ordre suivant : *Zofingue, Zurich, Saint-Gall, Coire, Bellinzzone, Lucerne, Zurich* (2^{me} fois), *Bâle, Chaux-de-Fonds, Lausanne, Genève, Lausanne* (2^{me} fois) et *Berne* le point de départ. Le temps perdu par l'effet du mouvement des leviers et ancras des translateurs est d'une $\frac{1}{2}$ seconde. Le courant que chaque bureau reçoit de celui qui précède doit être enregistré. Après cette première opération, les bureaux principaux font de même avec les bureaux intermédiaires qui constituent leur arrondissement ; le résultat doit aussi en être enregistré par chaque bureau principal, et chaque semaine ces registres sont envoyés au bureau central où ils sont examinés. Au moyen de cette organisation on a l'avantage chaque jour : 1° de savoir l'heure exacte (temps moyen de Berne) à chaque station ; 2° de connaître l'état des lignes avant que le service ne commence ; 3° de contrôler l'état des piles ; 4° d'être sûr que les employés sont tous à leur poste.

Il résulte de cette organisation que les bureaux intermédiaires sont obligés de donner leurs dépêches en lignes ouvertes, c'est-à-dire de façon qu'elles parcourent toute la ligne partielle² dans laquelle le bureau intermédiaire est compris. De cette manière le courant garde toujours la même force, puisque la résistance reste toujours constante. Mais aussi le bureau intermédiaire, dès qu'il parle, occupe toute la ligne comprise entre deux bureaux principaux, ce qui fait qu'il n'y a pas possibilité à ce que deux bureaux intermédiaires situés sur cette ligne puissent donner leur dépêche en même temps. C'est un inconvénient, il est vrai, mais petit à côté des avantages qui résultent de ce que deux bureaux intermédiaires ne peuvent parler entre eux sans être contrôlés par les bureaux principaux,

¹ Le service télégraphique en Suisse n'a pas lieu pendant les vingt-quatre heures du jour, mais seulement de sept heures du matin à huit heures du soir.

² Nous entendons par ligne partielle, celle qui est comprise entre deux bureaux principaux.

de l'impossibilité qu'il y a à ce qu'un bureau reste ouvert par oubli, de ce que lorsqu'une dépêche arrive à un bureau principal pour être transcrite au delà, on sait tout de suite et sans appel si la ligne est libre ou occupée, enfin surtout de ce que chaque dépêche est toujours et partout donnée par un courant de même force.

Indépendamment de l'organisation que nous venons d'exposer, M. Hipp a apporté une modification plus considérable au système télégraphique tel qu'il avait été établi en Suisse, par un changement important dans l'appareil même de Morse. Ce changement consiste à remplacer la force de l'électro-aimant développée au moyen des relais et de l'action d'une pile locale, par une puissance mécanique ordinaire, pour produire au moyen du style les signes conventionnels sur le papier. Pour obtenir cette substitution, il suffit de construire les deux dernières roues du mouvement d'horlogerie des appareils ordinaires, de façon qu'elles aient la même vitesse; elles portent sur leurs axes deux roues taillées en roue de rencontre ou à rochet, que le moindre mouvement de l'armature fait engrener quand elle est attirée par l'électro-aimant avec la partie supérieure d'un double râteau dont l'axe est le même que celui de l'armature; ce râteau, en marchant jusqu'à son extrémité, communique le mouvement de la roue supérieure au style qui presse alors sur la bande de papier. Dès que l'aimantation cesse, le mouvement de l'armature fait engrener le dessous du râteau dans la roue inférieure de l'appareil, ce qui remet le style dans sa position primitive. Comme ces mouvements ne durent qu'un instant très-court pour écrire chaque signe télégraphique, point ou trait, le râteau peut ne présenter qu'un petit nombre de dents soit pour conduire le levier, soit pour être ramené lui-même quand l'électro-aimant n'exerce plus d'attraction sur l'armature. La vitesse du mouvement dépend de celle des deux roues, qu'on peut rendre telle que l'exige une transmission à la fois prompte et fidèle de la dépêche. M. Hipp estime, à la suite d'une expérience de deux années d'application de ce système dans plusieurs des bureaux de la Suisse, qu'il présente, outre l'avantage de supprimer les relais et les piles locales, celui d'avoir pour l'impression

un mouvement parfaitement régulier indépendant de l'adresse de l'employé et dont la vitesse ne dépend que de la volonté du constructeur.

C'est sur le même principe que M. Hipp a construit son télégraphe militaire portatif qui n'aurait pas été possible sans la suppression de la pile locale et du relais. La pile consiste en couples charbon et zinc placés dans des cellules étroites et profondes remplies de sable humecté avec de l'acide sulfurique étendu; si le sable est humecté convenablement, il prend assez de consistance pour rester dans les cellules quand même celles-ci sont renversées. La solidité de tout l'ensemble de l'appareil a été mise à l'épreuve dans plusieurs occasions et en particulier quand il fut envoyé de Berne à Paris pour l'Exposition universelle avec les piles chargées; il fonctionna à son arrivée parfaitement bien, sans qu'il fût nécessaire de rien y toucher. La caisse qui renferme l'appareil et des piles assez puissantes pour permettre la correspondance sur une distance de cent lieues sans intermédiaire de translateurs, est d'une dimension qui lui permet d'être tout à fait portative, ayant une longueur intérieure de 28 cent. $\frac{1}{2}$ sur 15 de hauteur et 11 de largeur, et ne présentant qu'un poids total de 5 $\frac{1}{2}$ à 6 kilogrammes. Il va sans dire que ne sont pas compris dans ce poids les conducteurs en fil de cuivre recouvert de gutta-percha, destinés à établir la communication entre les stations.

On a imaginé plusieurs autres télégraphes enregistreurs qui sont des modifications plus ou moins heureuses de celui de Morse. L'un des plus ingénieux est celui de M. Froment, qui ne diffère de celui de Morse qu'en ce que l'électro-aimant agit sur une armature tournant autour d'un axe vertical, et que les signes tracés par le crayon et par le style présentent des traits horizontaux et parallèles à la direction du mouvement de l'armature. La dépêche se trouve écrite en signes au moyen d'un crayon qui se taille en écrivant, parce qu'il tourne sur lui-même en même temps qu'il exécute son mouvement de va-et-vient; le crayon est mû d'une manière directe et sans intermédiaire par l'armature de l'électro-aimant, qui peut exécuter jusqu'à trois ou quatre mille vibrations simples par minute. Aussi la

transmission des dépêches au moyen de ce télégraphe est très-prompte. Néanmoins on a continué à donner la préférence au système de Morse à cause de sa plus grande simplicité.

Il est toutefois une classe de télégraphes enregistreurs sur lesquels nous nous arrêterons quelques instants, soit parce qu'ils peuvent dans quelques cas remplacer avantageusement celui de Morse, soit parce qu'ils reposent sur un principe qui permet une reproduction de lignes beaucoup plus variée; ce sont les télégraphes *électro-chimiques*. Ils sont fondés sur la décomposition du cyanure de potassium, au moyen d'une pointe en acier ou en fer servant d'électrode positif, ce qui détermine la formation immédiate sur le papier imprégné de la solution de cyanure, d'un cyanure de fer (soit bleu de Prusse) dont la couleur, comme on le sait, est fort intense. Si maintenant on a à la station de départ un manipulateur dont la fonction soit d'établir et d'interrompre le courant de ligne à des intervalles plus ou moins longs, comme le levier-clef du télégraphe de Morse, on aura, à la station d'arrivée, sur la bande de papier imprégnée du cyanure de potassium et mobile, une trace bleue, toutes les fois que le circuit sera fermé, tandis que lorsqu'il sera ouvert, la pointe de fer ne laissera aucune trace sur le papier, lors même qu'elle continuera à être en contact avec lui.

M. Bain est le premier qui ait construit et employé avec succès le télégraphe électro-chimique. Son alphabet est le même que celui de Morse : un point et un trait, et leurs différentes combinaisons. Mais, au lieu de se servir du levier-clef, ou d'un appareil analogue pour transmettre la dépêche, M. Bain a trouvé plus commode de la *composer* d'avance. Dans ce but, au moyen d'un emporte-pièce d'une construction particulière, on découpe dans une longue bande de papier mobile, comme celle de l'appareil de Morse, des trous ronds et des traits qui ne sont que des trous allongés, en les combinant de façon à représenter la dépêche qu'on veut expédier, dont on a un *fac simile* complet. Pour la reproduire à la station d'arrivée, on fait passer à la station de départ, la bande de papier, convenablement percée, entre une roulette métallique et un ressort également métal-

lique qui presse la bande contre la roulette; en faisant tourner la roulette, on entraîne, par le seul effet du frottement, la bande dont toutes les parties viennent successivement passer entre le ressort et la roulette. Si le papier n'était point percé, le ressort et la roulette ne seraient jamais en contact; mais comme le papier est percé de trous, chaque fois que l'un de ces trous passe entre la roulette et le ressort, il y a contact entre ces deux pièces métalliques, et comme le mouvement de la roulette est uniforme, ce contact dure moins de temps lors du passage d'un trou rond que lors du passage d'un trou allongé. Le manipulateur ainsi constitué, il suffit que la roulette communique avec l'un des pôles de la pile¹ dont l'autre est en communication avec le sol, et que le fil de ligne aboutisse au ressort, pour que le courant soit transmis d'une station à l'autre, toutes les fois que la bande de papier, en passant, présente un trou, tandis que le courant est interrompu dès qu'il n'y a pas de trou, le papier ne conduisant pas l'électricité. On voit de même qu'à cause de la longueur plus ou moins grande des trous, les courants électriques circulent pendant des temps inégaux. On détermine ainsi, à la station de départ, des courants électriques interrompus, lancés à l'extrémité de la ligne, durant les uns un peu plus de temps, les autres un peu moins, et distribués dans un ordre déterminé suivant la nature de la dépêche². A la station d'arrivée, le fil de ligne par lequel parvient le courant intermittent, aboutit à une pointe d'acier qui repose sur le papier imprégné de cyanure de potassium; ce papier se déplace d'un

¹ Il faut que ce soit le pôle positif.

² Le même système a été appliqué au télégraphe de Morse, pour transmettre la dépêche; ces papiers ainsi découpés d'avance, analogues aux cartons de Vaucanson et de Jacquart dans les métiers à tisser, remplacent, comme on le comprend, le levier-clef et font fonction de manipulateurs, en laissant passer et en interrompant le courant aux moments convenables. M. Siemens a construit un système d'emporte-pièce qui permet de découper très-rapidement des points et des lignes sur une bande de papier, c'est-à-dire d'écrire très-vite une dépêche; ce système consiste dans un appareil à trois touches, dans lequel la première touche fait les points, la seconde les lignes, et la troisième laisse les intervalles. Malgré ces perfectionnements, on préfère employer dans la pratique le levier-clef, quand il s'agit du télégraphe de Morse.

mouvement uniforme, comme dans le télégraphe de Morse, sous la pointe qui reste toujours en contact avec lui, en glissant le long d'un cylindre métallique qui est lui-même en contact avec le sol (fig. 391). Quand le courant électrique arrive, et ne

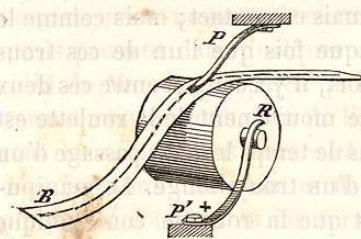


Fig. 391.

de dure qu'un instant, la décomposition chimique ne s'effectue que sur le point du papier qui est dans ce moment même en contact avec la pointe; elle cesse immédiatement après. Aussi, il n'apparaît sur le papier qu'un point bleu. Si, au contraire, le courant électrique a duré un certain temps pendant lequel le papier se soit déplacé sous la pointe, il en résulte un trait bleu, et ainsi de suite. De cette manière, on obtient à la station d'arrivée, un tirage exact de la composition exécutée à celle de départ.

Dans le premier télégraphe électro-chimique de M. Bain, la feuille de papier imprégnée de la solution de cyanure avait la forme d'un grand disque et reposait sur un disque de métal auquel un mouvement d'horlogerie imprimait une rotation excentrique très-rapide, calculée de façon que la pointe de fer y traçât une spirale. L'alternative de points et de lignes se trouvait ainsi reproduite en bleu, en décrivant une hélice à tours serrés, partant du centre et allant jusqu'à la circonférence. Malgré l'excessive rapidité de la transmission de la dépêche qu'on obtient avec ce système, puisqu'on est parvenu à transmettre jusqu'à quinze cents lettres par minute, on a donné généralement la préférence à la combinaison dans laquelle une bande de papier se déroule sous la pointe positive de fer d'une manière analogue à ce qui a lieu dans le télégraphe de Morse. La dépêche est expédiée moins rapidement, il est vrai, mais elle est plus nette, et on ne risque pas, comme cela arrive quelquefois avec le système du mouvement en spirale, de passer des signes, ce qui exige qu'on recommence.

Nous devons ajouter encore que dans le télégraphe électro-chimique, on fait ordinairement usage, comme avec celui de

Morse, d'un relais et d'une pile locale dont le pôle positif doit communiquer avec la pointe d'acier, tandis que son pôle négatif aboutit au cylindre sur la surface duquel se déroule la bande de papier humectée (fig. 391). Le papier doit être préalablement trempé dans une dissolution préparée comme suit : Eau 100 parties; azotate d'ammoniaque 150; et ferro-cyanure jaune de potassium 5. La présence de l'azotate d'ammoniaque rend le papier assez hygroscopique pour être toujours dans l'état d'humidité qu'exige la manœuvre télégraphique.

Le télégraphe électro-chimique de M. Bain fonctionne, en Angleterre, sur une étendue de 300 kilomètres, de Londres à Manchester et de Manchester à Liverpool, il est vrai, concurrentement avec d'autres. Il est également très-réandu en Amérique, où il sert à transmettre, avec une très-grande célérité, les débats du congrès et des cours d'assises dans des cas importants. Malgré ses avantages, qui consistent essentiellement dans une rapidité plus grande pour la transmission des dépêches et dans moins de chance d'interruption par l'imperfection de l'isolement, l'intensité du courant pouvant être plus faible, le télégraphe électro-chimique a dû cependant, pour l'usage habituel, céder le pas au télégraphe de Morse, dont la manipulation est plus simple et plus commode, vu qu'elle n'exige ni la transcription préalable de la dépêche, ni la préparation d'un papier particulier. Toutefois, le procédé électro-chimique a trouvé encore une application importante dans la construction d'un télégraphe particulier, dont l'idée, déjà mise en avant il y a quelques années par M. Bakewell, a été réalisée d'une manière différente et avec un succès remarquable par M. l'abbé Caselli de Florence. Nous allons chercher à en faire comprendre le principe, en nous aidant des documents que l'auteur a bien voulu mettre à notre disposition.

Les télégraphes enregistreurs dont nous avons parlé, sont ou des télégraphes imprimeurs ou des télégraphes qui transmettent les dépêches au moyen de signes conventionnels. Le nouveau télégraphe électro-chimique de M. Caselli, qu'il a nommé *pantographique*, reproduit sur du papier ordinaire, en caractères colorés, une image parfaitement exacte (*un fac simile*) de

l'écriture ou du dessin quelconque qu'on veut transmettre d'une station à l'autre, et cela quelles que soient la forme et la complication du dessin ou de l'écriture. Pour obtenir ce résultat, on commence par écrire la dépêche à la plume, avec de l'encre noire ordinaire, sur un papier dont la surface est recouverte d'une couche mince d'étain ou d'argent (papier argenté), puis on la place entre deux cylindres qui font partie de l'appareil *transmetteur*; aussitôt qu'on a fermé le circuit de la ligne télégraphique, la copie de l'original apparaît sur un papier chimique disposé entre deux autres cylindres qui se trouvent également au *récepteur*.

Il nous serait difficile de faire une description détaillée du système télégraphique imaginé par M. Caselli, et dont nous avons vu à Florence les premières épreuves avec des appareils qui n'ont pas encore entièrement la forme que l'auteur se propose de leur donner; nous nous bornerons donc à exposer sommairement les principes scientifiques sur lesquels repose cette belle invention, tout en faisant les réserves dues aux droits de propriété de l'auteur¹.

Il faut, avant tout, observer que le courant électrique qui circule, d'une station à l'autre, par un seul fil, est employé, dans ce système, à produire deux effets bien distincts: savoir à régler les mouvements mécaniques des appareils télégraphiques, et à faire naître, par une action électro-chimique, les caractères de la dépêche. La condition la plus importante à réaliser était d'obtenir un accord parfait entre les mouvements du transmetteur et ceux du récepteur. Ce but a été atteint d'une manière très-satisfaisante par une heureuse application de l'isochronisme des oscillations du pendule.

Supposons deux pendules égaux de la longueur d'un mètre, suspendus chacun par un axe horizontal et chargés chacun d'un poids de 20 kilogrammes, qui consiste dans un électro-aimant rectiligne². Ces pendules, placés dans deux stations

¹ M. Caselli a du reste pris pour sa découverte des brevets d'invention dans les divers pays de l'Europe, notamment en France et en Angleterre.

² M. Caselli, en me montrant son appareil, me fit remarquer qu'il avait

correspondantes, constituent la partie essentielle des appareils, et sont reliés entre eux par le fil de ligne. Le courant conduit par ce fil doit traverser les verges de ces mêmes pendules pour achever son circuit. Maintenant si on dévie ces pendules de la verticale d'un certain angle, l'électro-aimant dont chacun d'eux est muni, reçoit une aimantation par l'effet d'une pile locale et demeure fixé contre une armure de fer forgé qu'il rencontre à l'extrémité de l'oscillation. Mais aussitôt que ces pendules sont parvenus à cette extrémité, le courant de ligne interrompt le circuit des piles locales, et les pendules, abandonnés simultanément à l'action de la pesanteur, marchent vers un second point d'arrêt situé de l'autre côté de la verticale, à la même distance que le premier; ils rencontrent également là une pièce de fer forgé qui, après avoir attiré l'électro-aimant fixé à leur extrémité, laisse passer le courant de ligne, dont l'effet est d'interrompre de nouveau l'action des piles locales et, par conséquent, de détruire l'aimantation, ce qui permet aux pendules de recommencer leur oscillation, et ainsi de suite. De cette manière, le synchronisme des mouvements des deux pendules est réglé par l'action du même courant électrique et est ainsi soustrait à l'effet de toute cause perturbatrice.

Le courant de ligne, après avoir réglé le mouvement des pendules à leur point de départ, reste libre pendant toute la durée de leur oscillation de manière à pouvoir être employé à la reproduction de la dépêche. La disposition de l'appareil permet à ce courant de circuler, pendant tout ce temps, d'une pointe de platine qui, dans le transmetteur, glisse en ligne directe sur la surface du papier métallique, recouverte, comme nous l'avons dit, de la dépêche écrite d'avance à la plume, à une pointe métallique (d'acier ou de fer) qui, par un mouve-

adopté pour les électro-aimants fixés aux extrémités des pendules, la forme imaginée par M. Cecchi, physicien distingué de Florence, et me fit ressortir les avantages que dans plusieurs cas cette forme présente comparativement à celle des électro-aimants en fer à cheval. L'électro-aimant de M. Cecchi consiste dans un cylindre de fer rectiligne terminé par deux masses cubiques de dimensions plus considérables que le cylindre autour duquel est enroulé le fil de cuivre recouvert de soie qui doit transmettre le courant.

ment semblable, glisse dans le récepteur le long de la surface du papier préparé chimiquement¹. A chaque oscillation des pendules, on voit se répéter, d'une manière parfaitement identique, sur les deux appareils, le mouvement rectiligne des deux pointes métalliques, en même temps que les papiers se déroulent d'une fraction de millimètre par le mouvement des cylindres sur lesquels ils sont placés². Comme l'encre avec laquelle la dépêche est écrite est un mauvais conducteur de l'électricité, il est facile de concevoir qu'il se produit une modification dans l'intensité du courant de ligne chaque fois que la pointe de platine du transmetteur rencontre un trait d'écriture, d'où résulte en même temps un changement dans l'action qu'opère continuellement sur le papier chimique la pointe du récepteur. Par l'effet d'une combinaison particulière qui constitue l'une des parties les plus nouvelles et les plus ingénieuses du système télégraphique de M. Caselli, l'altération dans l'intensité du courant produite par la résistance de l'encre au passage de l'électricité, plus grande que celle que présente la surface métallique du papier, détermine un renversement de polarité dans la pointe du récepteur. Elle devient positive de négative qu'elle était, ce qui produit sur le papier une coloration d'où résulte un ensemble de lignes et de points colorés qui reproduisent la parfaite image de la dépêche originale tracée à la plume. Le renversement instantané dans la direction du courant opère un effet chimique tellement rapide, qu'on peut ainsi reproduire immédiatement les traits les plus délicats de l'écriture et du dessin. Remarquons que, tant que la pointe du récepteur est négative, le courant, tout en passant, n'altère point la couleur du papier, de sorte que l'effet du passage de la pointe du transmetteur sur les traits tracés à l'encre n'est pas de déterminer le passage du courant sur le papier chimique,

¹ Il ne faut pas oublier que ce papier est roulé autour d'un cylindre métallique, qui permet de compléter le circuit, de sorte que le courant passe à travers le papier entre la pointe métallique et le cylindre.

² M. Caselli a réussi à faire marcher les pointes avec une telle rapidité que la transmission d'une dépêche, même d'une assez grande étendue, peut s'opérer au moins aussi vite que par les autres procédés télégraphiques les plus usuels.

puisque ce courant passait déjà, mais simplement de changer sa direction. Il serait à désirer que M. Caselli fit connaître la combinaison au moyen de laquelle il obtient ce résultat, et qu'il détachât cette partie de ses recherches de son grand travail sur le télégraphe qu'il a imaginé, d'autant plus que la méthode par laquelle il réussit à renverser si instantanément le sens d'un courant, de telle façon qu'il ne s'écoule pas de temps appréciable entre le passage du courant dans un sens et son passage en sens contraire, pourrait conduire, dans son application, à des résultats fort intéressants, particulièrement en ce qui concerne les rapports qui existent entre la constitution moléculaire des corps et les effets que produit sur eux la transmission de l'électricité.

d. Télégraphes magnéto-électriques.

Dans tous les télégraphes électriques dont nous avons parlé jusqu'ici, la source de l'électricité est une pile voltaïque composée d'un nombre plus ou moins grand de couples établis eux-mêmes suivant différents modes. En général, on emploie pour le courant de ligne des piles à sulfate de cuivre, et à eau légèrement acidulée, composées de couples plus ou moins nombreux suivant la résistance à vaincre, mais de dimensions peu considérables. Ces piles peuvent fonctionner pendant plusieurs mois, si l'on a soin de remettre de temps à autre des cristaux de sulfate de cuivre dans le vase même où plonge le cuivre du couple. On préfère, pour les piles locales dont le courant a une résistance beaucoup moindre à surmonter, des couples de Grove ou, plutôt, de Bunzen. Nous avons vu toutefois que Gauss et Weber avaient eu dès l'origine l'idée de se servir des courants d'induction pour les communications télégraphiques, et que Steinheil avait réalisé en grand cette idée. Plus tard, Wheatstone construisit un télégraphe à cadran dont le manipulateur consistait en une espèce de machine de Clarke, qui donnait pour chaque tour de la manivelle un nombre de courants induits correspondant avec les lettres du récepteur; les courants in-