

du point O. Lorsqu'on imprime au disque un mouvement de rotation, la goupille *a* suit les sinuosités de la rainure, qui l'éloignent et la rapprochent alternativement du centre du disque; par suite, la lame

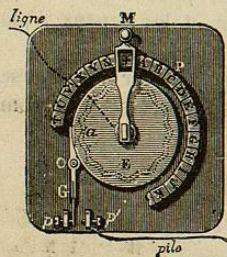


Fig. 486. — Manipulateur du télégraphe à cadran.

flexible qui termine l'extrémité G du levier vient toucher alternativement les deux vis *p* et *p'*. Or, la vis *p'* communique avec le pôle positif de la pile; le centre du disque communique avec la ligne (comme l'indique le trait ponctué marqué sur la figure): toutes les fois que la lame vient toucher *p'*, le courant passe dans le disque et sur la ligne; toutes les fois que la lame vient toucher *p*, le courant est interrompu. — L'extrémité de la manivelle M parcourt un cadran circulaire, portant vingt-six compartiments, dans lesquels sont gravées les lettres

de l'alphabet et une *croix* conventionnelle (*). Une fenêtre, pratiquée dans la manivelle, permet de distinguer la lettre sur laquelle elle se trouve (dans la figure, la manivelle est placée sur la *croix*).

Pour comprendre l'envoi d'une dépêche, supposons la manivelle placée d'abord sur la *croix*: le levier G est en contact avec *p*, et le courant est interrompu. Si l'on transporte la manivelle sur une lettre de rang déterminé, le nombre total des établissements et des interruptions du courant sera égal au nombre qui exprime le rang de cette lettre. On passe ensuite aux lettres suivantes, en faisant toujours mouvoir la manivelle dans le même sens. — Un instant d'arrêt sur la *croix* sert à indiquer qu'on passe d'un mot à un autre.

Récepteur. — La partie essentielle du récepteur est un système de deux roues dentées R, R' (fig. 487), montées sur un même axe: ce système doit reproduire tous les mouvements du disque E du manipulateur. Chacune des deux roues porte treize dents, et les dents de l'une alternent avec celles de l'autre, en sorte que l'intervalle de deux dents consécutives de ce système, qui constitue l'échappement, est égal à un vingt-sixième de circonférence. L'axe commun des deux roues de l'échappement est sollicité à se mouvoir d'une manière continue, par un mouvement d'horlogerie; mais un arrêt G, qui, par des mouvements en avant et en arrière autour de l'axe *aa*, peut venir buter alternativement contre une dent de la roue antérieure et contre une dent de la roue postérieure, ne laisse avancer l'échappement que par intermit-

(*) Dans les appareils qui sont en usage dans les postes télégraphiques, ce cadran est une plaque métallique pleine, qui cache le disque E. Dans la figure ci-dessus, on a réduit cette plaque à son contour, pour montrer le disque E, et on en a encore enlevé une portion sur la gauche, pour rendre visible le levier GO*a*.

tences: ces intermittences sont déterminées, comme on va le voir, par les courants qui arrivent de la ligne.

L'axe *aa*, qui porte l'arrêt, est muni, à l'une de ses extrémités, d'une fourchette F, à cheval sur une goupille *g*, qui est fixée à la tige *q*; cette tige est portée par une palette de fer doux P, mobile autour d'un axe passant par les pointes des vis *v, v*, et placée en présence des pôles d'un électro-aimant E. Le fil de l'électro-aimant communique d'une part, avec la ligne; d'autre part, avec la terre. — Or, supposons, comme nous l'avons fait pour l'envoi de la dépêche, que la manivelle du manipulateur soit placée sur la *croix*: le courant n'arrive pas à l'électro-aimant du récepteur; la palette P, maintenue verticale par le ressort *r*, met en prise l'arrêt G avec une dent de la roue postérieure de l'échappement: l'aiguille qui est fixée à l'axe de l'échappement, et qui est mobile sur un cadran situé à l'extérieur de la boîte (fig. 488), est alors placée sur la *croix* de ce cadran. — Si la mani-

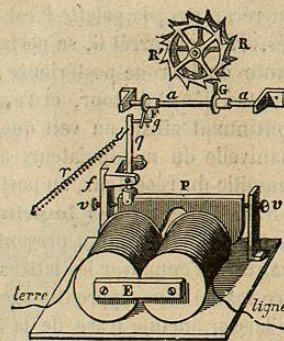


Fig. 487.

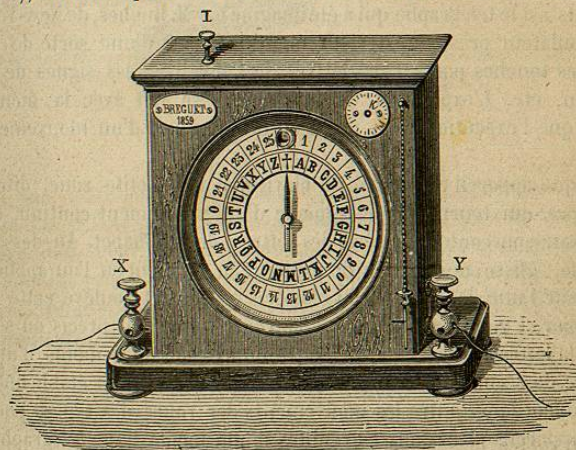


Fig. 488. — Récepteur du télégraphe à cadran.

velle du manipulateur est portée sur la lettre A de son cadran, le courant arrive à l'électro-aimant du récepteur: la palette P est attirée, la tige *q* est portée en arrière, et, par suite, l'arrêt G vient en avant, abandonnant la dent de la roue postérieure, pour venir arrêter au

passage la dent suivante de la roue antérieure ; le système des roues a fait un vingt-sixième de tour, et l'aiguille extérieure est arrivée sur la lettre A. — De même, si la manivelle du manipulateur est portée sur la lettre B, le courant est interrompu dans l'électro-aimant du récepteur ; la palette P est ramenée à sa position primitive par le ressort r, et l'arrêt G, se portant en arrière, vient heurter la dent suivante de la roue postérieure ; l'échappement a donc fait encore un vingt-sixième de tour, et l'aiguille est portée sur la lettre B. — En continuant ainsi, on voit que tous les mouvements effectués par la manivelle du manipulateur, au poste de départ, sont reproduits par l'aiguille du récepteur, au poste d'arrivée.

595. **Télégraphes imprimants. — Télégraphe de Hughes.** — Le télégraphe à cadran présente, comme on vient de le voir, le double avantage d'employer les lettres ordinaires de l'alphabet, et de pouvoir être manié sans apprentissage préalable ; mais il a l'inconvénient de ne laisser aucune trace de la dépêche. — En revanche, le télégraphe de Morse (591), qui écrit lui-même la dépêche, l'écrit en caractères qui ne sont déchiffrables qu'avec une certaine habitude.

On fait usage aujourd'hui, sur la plupart des grandes lignes télégraphiques, d'appareils qui impriment les dépêches *en caractères ordinaires*, de sorte que la feuille imprimée peut ensuite être directement transmise à celui auquel la dépêche est destinée. — L'un des plus parfaits est le télégraphe qui a été imaginé par M. Hughes, de New-York. Le manipulateur présente extérieurement la forme d'une sorte de piano, dont les touches portent les lettres de l'alphabet, les signes de ponctuation, etc. L'expédition de la dépêche se fait avec la même célérité que l'exécution d'un morceau de musique, d'un mouvement rapide.

Chaque appareil comprend un clavier, et une petite roue, dite *roue des types*, qui tourne sur elle-même d'un mouvement continu, et qui porte sur son contour la série des lettres de l'alphabet. Au-dessous de la roue, glisse une bande de papier : au moment où l'on applique le doigt sur l'une des touches du clavier, un ressort soulève cette bande de papier et vient l'appliquer sur la roue, à l'instant précis où se présente la lettre correspondante : cette impression dure moins d'un cinquième de seconde. — Imaginons maintenant qu'on ait établi une parfaite concordance entre les mouvements des roues des types, pour les deux appareils placés aux extrémités d'une même ligne télégraphique : le courant lancé sur la ligne, à chaque pression des doigts sur le clavier de départ, produira un effet correspondant à la station d'arrivée, et donnera comme résultat l'impression des mêmes caractères. — Ce *synchronisme* des deux appareils, qu'il fallait concilier avec une vitesse très grande, constituait la principale difficulté : elle a été résolue par M. Hughes, au moyen d'un mécanisme trop complexe pour qu'il nous

soit possible de le décrire. L'envoi de chaque signal a d'ailleurs pour effet de maintenir le synchronisme, une fois qu'il est établi.

594. **Pantélégraphe Caselli.** — Le *pantélégraphe*, qui a été imaginé par l'abbé Caselli, permet de transmettre l'autographe même de l'expéditeur, de manière que son écriture puisse être reconnue à la station d'arrivée. Nous nous contenterons d'en indiquer le principe.

La dépêche est écrite par l'expéditeur, avec une encre grasse, sur une feuille d'étain ; cette feuille est alors placée sur une table de métal F, présentant une courbure cylindrique (fig. 489). — Sur cette table se

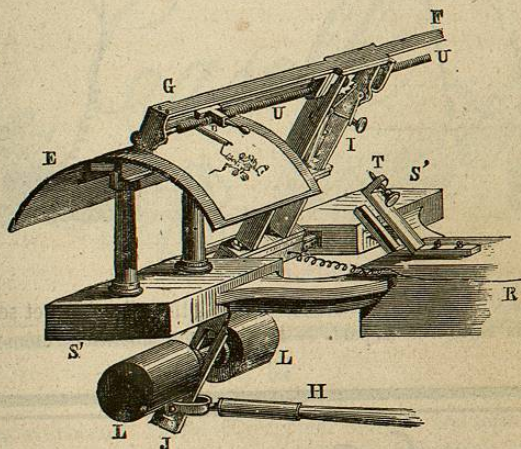


Fig. 489.

ment une petite pointe métallique P, qui exécute les mêmes mouvements que si l'on voulait rayer la feuille d'étain en travers, sur toute sa surface. Ces mouvements s'obtiennent, d'une part, au moyen d'un pendule OM, relié à la pointe comme l'indique la figure 490, de façon que, l'extrémité du pendule décrivant l'arc de cercle MN, la pointe décrive, perpendiculairement à l'axe de la table métallique, l'arc PQ ; d'autre part, au moyen d'un pas de vis, qui est indiqué en UU dans la figure 489, et qui fait avancer la pointe d'une petite quantité, dans le sens de l'axe de la table, entre deux oscillations consécutives du pendule. — La bielle métallique qui porte la pointe P communique, en K, avec le pôle positif A d'une pile et avec la ligne LL' ; la table E communique avec le pôle négatif B de la pile et avec la terre T. De là résulte que, tant que la pointe P appuie sur les parties de la feuille d'étain qui ne sont pas couvertes d'encre, le courant passe, presque en totalité, dans le circuit AKPEB, qui lui offre une résistance beaucoup moins considérable que le fil de la ligne. Au contraire, quand la pointe P vient toucher les parties de la

feuille d'étain qui sont couvertes d'encre grasse, le courant ne peut plus passer de la pointe à la table E ; il passe alors sur le fil de ligne LL', qui

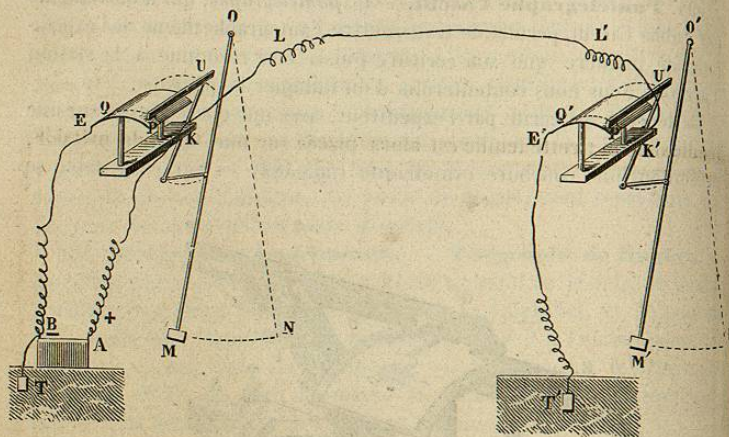


Fig. 490.

l'amène à un autre appareil, situé à la station d'arrivée, et semblable à celui de la station de départ. — Le fil deligne aboutit de même, dans ces



Fig. 491.

appareils, à l'axe K' qui porte la pointe de fer P', et la table E' reçoit une feuille de papier, humectée d'une solution de cyanure jaune de potassium ; toutes les fois que le courant passe de la pointe de fer P' dans la

table E' pour se rendre à la terre T', il décompose le cyanure jaune, et laisse une trace de bleu de Prusse, dont la longueur est égale à l'arc parcouru par la pointe pendant le passage du courant. La pointe avance dans le sens de l'axe de la table, à chaque oscillation du pendule, comme dans l'appareil de la station du départ.

On voit donc que, si les mouvements des deux pendules sont rigou-



Fig. 492.

reusement synchrones, l'appareil récepteur fournira une série de petits traits parallèles, dont l'ensemble produira, en définitive, l'aspect des caractères tracés à l'encre par l'expéditeur. Les figures 491 et 492 montrent comment on peut reproduire des caractères d'écriture ou un dessin quelconque, des traits rectilignes, etc. La figure 491 est un spécimen de la dépêche livrée par l'expéditeur ; la figure 492 est la dépêche reproduite au poste d'arrivée (*).

595. **Paratonnerres pour les appareils des stations télégraphiques.** — Dans les temps d'orage, les fils des lignes télégraphiques s'électrisent par influence ; des courants parfois très intenses s'établissent sur la ligne, et peuvent arriver à détériorer les appareils, ou à compromettre la sûreté des employés. — Plusieurs moyens sont employés pour éviter ces accidents. Nous décrirons seulement un petit appareil construit par M. Bréguet et connu sous le nom de *paratonnerre*.

Deux plaques métalliques U et V (fig. 493) sont séparées par un intervalle très petit, et armées de pointes sur leurs bords en regard. Le fil de

(*) C'est par la reproduction d'un trait rectiligne, tracé parallèlement au bord de la feuille, comme l'un des traits verticaux de la figure 491, que l'on règle le synchronisme des deux appareils. — Il est clair que, si ce synchronisme n'était pas rigoureusement établi, l'appareil récepteur ne donnerait qu'une dépêche illisible.

la ligne aboutit à la plaque V; cette même plaque porte un commutateur N, dont le ressort métallique peut à volonté être amené sur l'une des trois pièces de cuivre, en forme de gouttes de suif, T, I, CD. Lorsque le commutateur appuie sur I, comme le suppose la figure, le courant arrivant de la ligne passe de I en G, par une communication métallique qui est indiquée sur la figure par un trait ponctué; puis de G en H, à travers un fil de fer très fin, qui est contenu dans un tube de verre; enfin de G en F et aux appareils du poste: cette position du commutateur est donc la position de réception.

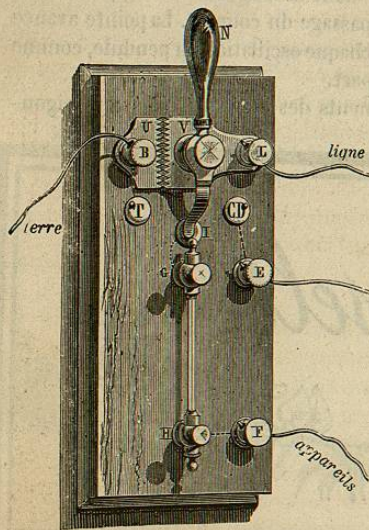


Fig. 493. — Paratonnerre.

Si, par un temps d'orage, il se développe subitement sur la ligne un courant électrique intense, le fil de fer, en raison de son petit diamètre, est fondu, et toute communication est interceptée entre la ligne et les appareils, avant que le flux d'électricité ait acquis assez de force pour les détériorer. — Si la tension électrique sur le fil de la ligne est très considérable, une décharge se produit, par les pointes métalliques, de la plaque V à la plaque U qui communique avec la terre, et l'électricité se perd dans le sol (*).

Quand on est menacé d'un violent orage, il est prudent de renoncer à la correspondance, qui, d'ailleurs, deviendrait bientôt impossible. On pousse alors le commutateur sur la goutte de suif T, qui est en communication permanente avec la plaque U: l'électricité accumulée sur la ligne passe par le commutateur sur la plaque U, et va se perdre dans le sol.

596. **Télégraphie sous-marine.** — Le premier conducteur sous-marin qui ait été immergé, pour transmettre des dépêches d'une côte à une autre, fut un fil de cuivre, couvert d'une enveloppe de

(* Les bureaux qui correspondent avec deux postes situés l'un à droite, l'autre à gauche, sont munis de deux paratonnerres fixés symétriquement sur le même support. Ces deux appareils sont mis en communication permanente par un fil métallique fixé en E. Quand on veut établir la correspondance directe entre les deux postes de droite et de gauche, sans que le courant de la ligne passe par les appareils du bureau, on pousse les commutateurs N des deux paratonnerres sur les gouttes de suif marquées CD; par ce moyen, les fils de ligne qui pénètrent dans le bureau sont en communication directe.

gutta-percha. Il unissait la France à l'Angleterre; les extrémités aboutissaient l'une à Douvres, l'autre au cap Gris-Nez. Ce fil fut rapidement détruit, puis remplacé. — C'est seulement après une série d'améliorations introduites, soit dans la construction du câble, soit dans les procédés d'immersion, soit enfin dans la disposition des manipulateurs et des récepteurs, qu'on est parvenu à établir la correspondance entre les côtes les plus éloignées. Plusieurs télégraphes fonctionnent aujourd'hui entre l'Europe et l'Amérique, au travers de l'océan Atlantique.

597. **Câbles sous-marins.** — Un câble sous-marin, tel que ceux qu'on emploie aujourd'hui, contient dans son axe un conducteur métallique; c'est un fil de cuivre, ou plutôt un faisceau de fils de cuivre C, exactement juxtaposés (fig. 494). La multiplicité des fils présente cet avantage que, s'il vient à se produire quelques ruptures, il y a des chances pour qu'elles ne portent pas au même endroit sur tous les fils, et pour que la transmission puisse encore s'effectuer. — Ce conducteur doit être isolé de l'eau de mer, qui est conductrice: on l'entoure de gutta-percha, ou de diverses substances ayant des propriétés encore plus isolantes, et l'on a soin d'en mettre plusieurs couches, comme on le voit en G, afin que les gerçures des unes puissent être fermées par les autres. Le conducteur C et son enveloppe isolante G constituent l'âme du câble: on conçoit avec quel soin elle doit être fabriquée, puisque la moindre déperdition rendrait toute transmission impossible.

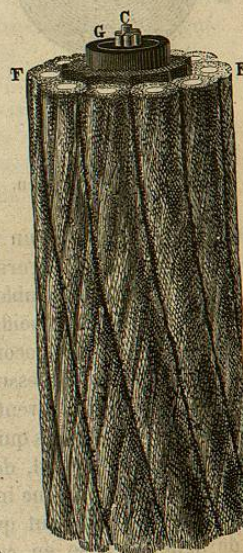
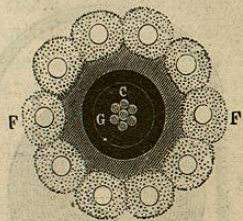


Fig. 494. — Câble transatlantique (gros seur réelle).

L'âme est ensuite entourée d'une armature: c'est une couche de fils de fer F, F, environnés chacun d'une enveloppe de chanvre, et tournés en spirale autour de l'âme. L'armature est destinée à protéger l'âme pendant la pose, à la garantir ensuite des frottements contre les rochers, et enfin à donner de la résistance au câble, s'il vient à être accroché par les ancres des navires (*).

(* Les dangers que peut courir le câble, une fois qu'il est posé, ne sont pas les

598. **Récepteur de Thomson.** — L'expérience a montré que les récepteurs des divers systèmes précédemment décrits, lorsqu'ils viennent à être placés à l'extrémité d'un câble sous-marin, n'obéissent que lentement aux alternatives d'établissement et d'interruption du courant, déterminées par le manipulateur. Alors même qu'on emploie des piles énergiques, la marche de ces appareils est toujours défectueuse. Il a donc fallu faire usage d'autres récepteurs.

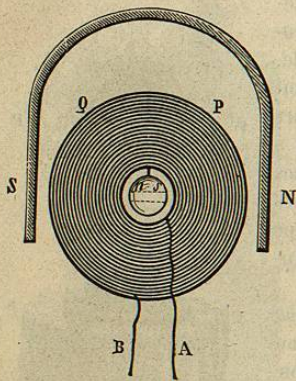


Fig. 495.
Récepteur de Thomson.

Le récepteur qui a été imaginé par sir William Thomson se compose d'un cadre sur lequel s'enroule un fil métallique couvert de soie PQ (fig. 495), dont les extrémités sont représentées en A et B : au centre de ce cadre est placé, comme le montre la figure, un petit miroir circulaire, sur lequel est appliqué, en arrière, un petit barreau aimanté (ce petit barreau ns est indiqué sur la figure par des traits ponctués). Le barreau et le miroir pèsent ensemble environ 5 centigrammes, c'est-à-dire la centième partie du poids d'une pièce de 1 franc; ils sont supportés par un fil de cocon très court, indiqué par un petit trait vertical dans la figure ci-dessus. Avec une si petite masse, le barreau aimanté et le miroir doivent se mettre en mouvement sous l'action des courants les plus faibles qui parviennent au fil enroulé sur le cadre. Un aimant en fer à cheval, dont les pôles N et S sont placés de part et d'autre du cadre, ramène instantanément le petit barreau à sa position première. — Or, suivant que, dans le poste de départ, l'extrémité du fil de ligne est mise en communication avec le pôle positif ou avec le pôle négatif de la pile, la déviation du miroir du récepteur se produit d'un côté ou de l'autre. Pour rendre ces mouvements bien appréciables, on fait tomber sur le miroir les rayons lumineux émis par une

mêmes pour toute sa longueur. Dans les mers profondes, et à une grande distance des côtes, on n'a plus à craindre que le câble soit tirailé par les ancres des navires : il est même complètement à l'abri des frottements produits par l'agitation des flots, car on sait que, pendant les plus grandes tempêtes, il règne toujours, à partir d'une profondeur de 25 à 30 mètres, un calme absolu, contrastant avec l'agitation de la surface. On réserve donc les armatures puissantes pour les deux extrémités voisines des côtes, pour les bouts côtiers. Pour toute la partie intermédiaire, on diminue le diamètre des fils de fer, de manière à réduire la dépense, et à ne pas charger inutilement le navire qui doit effectuer la pose. — Le câble transatlantique posé en 1866, le plus léger de tous, en égard à son diamètre (ce diamètre est reproduit exactement dans la figure 494), pesait encore 865 kilogrammes par kilomètre, c'est-à-dire, en tout, près de 4 millions de kilogrammes.

lampe fixe : ces rayons sont renvoyés sur un écran placé à une certaine distance ; pour peu que le miroir soit dévié, cette image réfléchie se déplace sur l'écran, d'une quantité sensible. — On obtient donc ainsi deux espèces de signaux, savoir : un mouvement de l'image vers la droite, ou un mouvement de l'image vers la gauche. Ces deux signaux, combinés ensemble comme on a combiné le trait et le point dans le télégraphe de Morse, suffisent pour représenter les lettres de l'alphabet.

Le manipulateur de ce système consiste en une sorte de clef, qui permet d'établir rapidement la communication du fil de ligne, soit avec le pôle positif, soit avec le pôle négatif de la pile. Il présente, en outre, quelques particularités de construction, destinées à supprimer l'influence de courants de retour, qui se produisent dans les lignes sous-marines, et qui troubleraient les indications.

Enfin, plus récemment, sir William Thomson a substitué, au récepteur que nous venons de décrire, un appareil qui laisse une trace écrite des signaux, et qui porte, en anglais, le nom de *siphon-resorder*. C'est l'un des appareils les plus ingénieux que ce physicien éminent ait imaginés ; mais les principes en sont trop complexes pour que nous puissions les indiquer.