

## TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

## I

Nouveaux appareils télégraphiques de M. Wheatstone.

S'il n'est pas établi que M. Wheatstone, membre de la Société royale de Londres, soit le véritable inventeur du télégraphe électrique, on ne peut contester à ce physicien illustre l'honneur d'avoir créé la télégraphie électrique en Angleterre, et d'avoir imaginé les télégraphes électriques qui sont actuellement en usage dans ce pays, c'est-à-dire le télégraphe à cadran et le télégraphe à double aiguille. Le même physicien, qui a apporté un si puissant secours aux débuts de la télégraphie électrique, a fait subir en 1859 un perfectionnement de la plus haute valeur à ce système général de télégraphie.

L'appareil télégraphique le plus répandu aujourd'hui, c'est le télégraphe Morse, dont on doit l'invention au professeur Morse, des États-Unis. C'est une sorte d'appareil imprimant, puisqu'il inscrit la dépêche par des points marqués au moyen d'une pointe d'acier sur une bande de papier qui se déroule continuellement, grâce à un rouage d'horlogerie, au-devant de cette pointe métallique. Le télégraphe Morse est employé dans tous les pays de l'Europe, à l'exception de l'Angleterre, où différents autres systèmes sont en usage. Ce qui a déterminé l'adoption uniforme et générale du système Morse, c'est l'avantage qu'il présente d'agir à travers des distances très-considérables, grâce

aux appareils de renforcement qui ont reçu le nom de *piles locales*, et dont l'invention est encore due à M. Wheatstone.

Mais, si commode qu'il soit, le système Morse n'est pas sans défauts. On peut dire qu'il a un inconvénient principal et un inconvénient secondaire. Son inconvénient principal, c'est de ne pas fonctionner avec toute la rapidité désirable. Si beaucoup de dépêches doivent attendre plusieurs heures, dans les bureaux télégraphiques, le moment de leur expédition, cela tient au temps qu'exige la transmission d'une dépêche, surtout lorsqu'elle présente une certaine complication, ou quand elle est écrite dans une langue ou dans un ordre d'idées avec lequel les employés ne sont pas très familiarisés. Son inconvénient secondaire, c'est que la dépêche n'est pas inscrite sur le papier au moyen d'encre, mais au moyen de simples marques formant sur le papier une espèce de gaufrage qui n'est pas toujours très-discernable.

Ces deux inconvénients du système Morse, M. Wheatstone les fait radicalement disparaître dans les nouveaux appareils dus à son génie inventif. Tandis que le télégraphe actuel ne peut guère expédier que cent lettres par minute, les nouveaux appareils de M. Wheatstone en expédient cinq cents. De plus, les signaux s'inscrivent à l'encre sur le papier, et sont ainsi ineffaçables.

En quoi consiste, d'une manière générale, le nouveau système télégraphique du physicien anglais ? Le principe qui a guidé M. Wheatstone, c'est de partager en deux opérations distinctes le travail de la transmission d'une dépêche qui, avec le système Morse, se fait en une seule opération, c'est-à-dire sur le même appareil. A l'aide d'un premier appareil mécanique, M. Wheatstone exécute sur le papier la dépêche à transmettre. A cet effet, on perce le papier d'un certain nombre de trous qui, par leur nombre et leur espacement, sont l'expression alphabétique

convenue de la dépêche. Dans une seconde opération, ce papier perforé est placé sur un autre appareil, qui transmet, par le conducteur électrique, à la station d'arrivée, les signaux inscrits sur cette bande de papier.

Avant d'entrer dans l'explication du jeu mécanique de ces différents appareils, exposons les avantages qui résultent de cette division en deux temps séparés de l'expédition d'une dépêche.

Avec le télégraphe Morse, l'employé doit réunir beaucoup d'intelligence ou d'adresse pour faire manœuvrer son appareil avec une rapidité qui ne compromette point l'exactitude de la transmission. Il faut, en outre, que la langue dans laquelle la dépêche est écrite lui soit tout à fait familière; car s'il a à expédier une dépêche en chiffres ou dans une langue inconnue, il est forcé de ne manipuler qu'avec précaution et avec lenteur. Dans le système de M. Wheatstone, au contraire, les dépêches préparées sont transmises avec la même rapidité dans quelque langue alphabétique ou chiffrée qu'elles soient écrites; et comme les bandes trouées peuvent être préparées à loisir, comme aussi elles peuvent être soumises à la révision d'un correcteur, on se trouve dans des conditions d'exactitude que le système Morse ne fournira jamais. Un autre avantage du nouveau système, c'est que la même dépêche préparée peut être transmise par un nombre quelconque de lignes distinctes, sinon simultanément, du moins par une succession si rapide qu'elle équivaut à la simultanéité. En outre, et sans aucun travail additionnel, la même dépêche peut être répétée plusieurs fois, si cela est nécessaire; et les dépêches relatives à un service courant, journalier ou périodique, peuvent être conservées pour servir à une transmission nouvelle quand le besoin s'en fera sentir.

Donnons une idée générale des dispositions mécaniques sur lesquelles reposent les nouveaux appareils télégraphi-

ques de M. Wheatstone. On comprend, d'après ce qui précède, qu'ils se composent de la réunion des trois appareils suivants: 1° d'un *perforateur*, organe très-simple, à l'aide duquel on écrit la dépêche sur une longue et étroite bande de papier, en trous dont la disposition et l'espace-ment forment les signes d'un alphabet de convention analogues aux signes alphabétiques du télégraphe Morse; 2° d'un appareil *transmetteur*, placé à la station du départ, sur lequel on applique la bande de papier perforée pour faire reproduire ces mêmes signes à la station d'arrivée. En passant à travers cet appareil, la bande de papier perforée transmet, grâce à un mécanisme qui sera expliqué plus loin, le courant électrique qui doit reproduire ces signaux à la station d'arrivée; 3° d'un appareil *récepteur*, placé à la station d'arrivée, et qui inscrit la dépêche sur une bande de papier qui se déroule continuellement par un mouvement d'horlogerie; cette dépêche est inscrite en points tracés à l'encre et reproduit avec exactitude les trous, c'est-à-dire les signaux de la bande d'envoi.

Entrons maintenant dans quelques détails descriptifs sur chacun de ces trois appareils.

Le *perforateur*, c'est-à-dire l'instrument destiné à percer de trous les bandes de papier, présente la disposition suivante. La bande de papier passe dans une rainure servant à la guider. Sur le fond de la rainure on a ménagé une ouverture assez large pour permettre le mouvement de va-et-vient du bord supérieur d'un châssis portant trois emporte-pièce ou poinçons dont les extrémités sont placées sur une même ligne transversale ou perpendiculaire à la longueur de la bande de papier. Chacun de ces poinçons peut séparément se soulever par l'action du doigt sur une touche qui lui correspond. La pression du doigt sur la touche soulève les poinçons et sert à percer les trous qui, groupés ensemble, représentent les lettres ou autres caractères.

Quand on coupe au hasard une de ces bandes, on trouve à peu près l'image suivante :

O	OO		O	OOO
O <sup>ooo</sup>	O <sup>ooo</sup>	OOO <sup>ooo</sup>	O <sup>ooo</sup>	O

On remarque sur cette image trois lignes de trous. La ligne moyenne, qui est formée de trous de petite dimension, ne répond à rien dans le vocabulaire alphabétique; ces trous ne sont destinés qu'à bien assurer et maintenir le papier pendant l'opération, et on n'en tient pas compte dans la lecture de la dépêche. Les lignes supérieure et inférieure, composées de trous de plus grande dimension, représentent les signaux de l'alphabet télégraphique. On comprend que, par le nombre de ces trous et leur écartement, on puisse composer un alphabet de convention analogue à l'alphabet télégraphique Morse, qui se compose, comme on sait, de lignes et de points différemment espacés, et dont chaque signe répond à une lettre.

L'appareil *transmetteur*, qui sert à expédier à la station d'arrivée les signaux ou les trous portés sur le papier perforé, fonctionne par un mécanisme assez analogue à celui du métier Jacquart. Deux aiguilles métalliques parallèles, en s'élevant à mesure que le papier perforé passe au-devant d'elles, viennent, par un mouvement continu et très-rapide, toucher la bande de papier. Si elles rencontrent un trou, elles passent à travers le papier; elles sont, au contraire, arrêtées par le papier si elles rencontrent sa surface imperforée. On comprend, sans que nous entrions dans d'autres détails, que les aiguilles qui traversent le papier, trouvant au delà une tige métallique qui est en communication avec le fil conducteur de la ligne télégraphique, établissent ainsi le courant, et qu'au contraire elles ne l'établissent pas quand elles vont buter

contre la surface non conductrice du papier. C'est de cette manière que le courant électrique, établi et suspendu à différents intervalles, peut reproduire, à la station d'arrivée, c'est-à-dire sur l'appareil *récepteur*, les signes ou trous qui existent sur la bande d'envoi, c'est-à-dire sur la dépêche à expédier.

L'appareil *récepteur*, placé à la station d'arrivée, présente les mêmes dispositions mécaniques que l'appareil transmetteur dont il doit répéter les mouvements; seulement, les deux aiguilles mobiles sont remplacées par deux plumes ou styles métalliques sans cesse mouillées d'encre, et qui écrivent sur une bande de papier tournant les signes envoyés par le transmetteur. Rien de plus ingénieux que la manière dont l'encre est fournie à ces plumes. L'encre est contenue dans un petit réservoir de trois millimètres seulement de hauteur. Le fond de ce réservoir est percé de deux trous assez petits pour que l'action capillaire empêche l'encre de couler par leurs ouvertures; les extrémités des plumes sont placées immédiatement au-dessous de ces petits trous; elles y pénètrent lorsque l'action des électro-aimants de l'appareil télégraphique vient à les pousser, et elles emportent avec elles une charge d'encre suffisante pour imprimer des marques ou points très-visibles à la surface du papier.

On peut réduire à ce qui précède la description des appareils télégraphiques de M. Wheatstone. Il faudrait mentionner, pour être complet, un dernier instrument: c'est l'appareil *traducteur*, qui sert à imprimer en lettres ordinaires la dépêche qui a été écrite par le *récepteur* en signes de l'alphabet télégraphique. Mais ce n'est que dans de bien rares circonstances que la traduction et l'impression de la dépêche en caractères ordinaires pourraient offrir quelque utilité. Tout ce que demande la pratique quotidienne, c'est l'inscription de la dépêche faite à l'encre et dans les caractères de l'alphabet télégraphique. L'appareil traducteur,

d'ailleurs excessivement compliqué, ne répondant à aucune nécessité du service habituel, n'offre donc d'autre intérêt que celui d'une immense difficulté mécanique heureusement vaincue.

Par la description qui précède, nous n'avons pu donner qu'une bien pâle esquisse du merveilleux appareil dû au fécond génie de M. Wheatstone. Pour se faire une idée exacte de ses étonnants résultats, il faut voir l'appareil fonctionner sous la main de l'opérateur. Rien ne peut dépeindre l'extraordinaire rapidité avec laquelle la dépêche imprimée sur la bande de papier s'élanche hors de l'appareil *récepteur*, comme aussi de la perfection des signes inscrits sur le papier. Un appareil qui, par la seule action du courant électrique, fourni par la pile ou par une machine électro-magnétique, trace, à travers toutes les distances possibles, 500 lettres par minute, et qui donne à ces signes toute la précision, toute la régularité désirables, est un véritable prodige de mécanique.

En permettant d'expédier par le même fil cinq fois plus de dépêches qu'on ne peut en expédier dans le même intervalle avec le télégraphe Morse, les nouveaux appareils de M. Wheatstone rendront à l'administration et au public d'incalculables services. Peut-être leur adoption permettrait-elle de réduire le prix, beaucoup trop élevé aujourd'hui, des dépêches télégraphiques, et de faire ainsi disparaître la seule cause qui s'oppose en France à l'extension universelle d'un système de correspondance qui, en raison de son prix élevé, est demeuré jusqu'ici l'apanage des privilégiés de la fortune, au lieu d'être un instrument au service de tous. L'administration française, qui a tant fait depuis quelques années pour étendre le réseau de nos lignes télégraphiques, a une dernière tâche à remplir, c'est de vulgariser largement, de populariser l'usage de la télégraphie électrique, en abaissant considérablement son tarif. Peut-être même devrait-on adopter une taxe uniforme de

telle sorte que l'on pût, comme en Suisse par exemple, expédier une dépêche télégraphique d'une ville à l'autre, quelle que soit la distance, moyennant la taxe uniforme d'un franc. Nous sommes convaincu que cette mesure sera tôt ou tard adoptée en France, et si les appareils de M. Wheatstone devaient hâter l'arrivée de ce moment, nous saluerions avec une double joie son admirable invention.

## 2

Modification du télégraphe Morse, par M. Digney.

MM. Digney frères (jeunes mécaniciens, naguère simples ouvriers) ont réalisé un perfectionnement très-important dans le télégraphe électrique de Morse, instrument adopté aujourd'hui chez la plupart des nations de l'Europe et de l'Amérique pour la correspondance du gouvernement et du public. Les signes de ce télégraphe s'inscrivent, comme on le sait, sur une bande de papier mobile par la pression d'une pointe qui marque sur ce papier une trace en creux ou une sorte de gaufrage. Il serait évidemment beaucoup plus simple de tracer ces signaux à l'encre sur le papier mobile. Telle fut d'ailleurs la première idée qui se présenta à l'esprit de Morse, l'inventeur de ce télégraphe; mais les difficultés pratiques qu'il rencontra furent telles qu'il dut y renoncer et se contenter de produire des marques sur le papier par la pression d'une pointe sèche. Beaucoup de constructeurs ont essayé depuis de résoudre le même problème, c'est-à-dire de tracer à l'encre les signaux du télégraphe Morse, mais rien de pratique n'a pu être réalisé jusqu'ici dans cette intention.

MM. Digney frères ont été plus heureux, car l'appareil qu'ils ont imaginé répond à tous les besoins et à tous les cas du service télégraphique. C'est en prenant le contre-

ped de ce que l'on a fait jusqu'ici que MM. Digney ont réussi dans cette tentative.

Dans tous les systèmes qui ont été proposés jusqu'à ce jour, l'instrument de traçage, quel qu'il fût, plume ou molette, était attaché à un levier mù par l'électricité; il allait et venait de la source d'encre au papier, où il déposait ainsi des marques. MM. Digney, au contraire, ont rendu fixe l'instrument de ce traçage, qui consiste en un simple disque tournant sur lui-même; le levier, mù par l'électricité, n'a d'autre fonction que de presser le papier contre le disque à des intervalles divers et pendant des temps plus ou moins longs. Grâce à un mouvement d'horlogerie, ce petit disque frotte constamment contre un rouleau élastique pénétré d'une encre grasse qui peut conserver longtemps sa fluidité; il suffit de déposer tous les deux ou trois jours quelques gouttes de cette encre à la surface du rouleau.

MM. Digney ont ainsi fait disparaître ces réservoirs d'encre liquide dont le bris ou le renversement était, dans les appareils du même genre, une cause incessante d'avaries. L'électricité n'a plus qu'à soulever le papier d'une quantité presque imperceptible pour le presser contre la molette, constamment entretenue d'encre fraîche. On produit ainsi des traces d'autant mieux marquées que le mouvement de rotation du disque est contraire à la marche du papier, et qu'ainsi il n'y a pas seulement contact, mais frottement du disque contre le papier.

Comme on le voit, c'est là une idée bien simple; mais la simplicité est le caractère distinctif des perfectionnements utiles. Celui dont il s'agit a donné des résultats si heureux et si certains que, non-seulement en France, mais en Espagne et en Belgique, l'administration des télégraphes l'a adopté.

## 3

Le nouveau câble transatlantique; cause probable de l'insuccès de la dernière tentative d'immersion; dispositions spéciales au nouveau câble.

On s'occupe, en Angleterre, de construire un nouveau câble pour la télégraphie transatlantique, tous les efforts qui ont été faits pour tirer parti du premier étant restés sans résultat. Dans le cours de ces essais, on a reconnu la cause probable de l'échec que l'on éprouva, en 1858, dans la célèbre tentative d'immersion de ce câble. Ce qui a mis probablement le conducteur transatlantique hors d'état de fonctionner, c'est que, sous la pression considérable d'une grande profondeur d'eau, la gutta-percha qui l'enveloppait a dû s'écraser et laisser pénétrer l'eau jusqu'au fil métallique central.

Voici l'expérience ingénieuse et frappante qui a démontré la réalité de cette explication. On a pris une certaine longueur du câble transatlantique, et on a remplacé le fil de cuivre central qui sert à conduire l'électricité par une languette de potassium, métal qui, comme on le sait, décompose l'eau au simple contact de ce liquide. En plaçant au milieu de l'eau ce morceau de câble et soumettant l'eau à une pression considérable, on a constaté que, par cette pression, l'eau avait traversé la gutta-percha, car, en ouvrant le câble, après l'expérience, le potassium avait disparu, oxydé et dissous ensuite par l'eau. Cette expérience explique comment le câble transatlantique n'a pu fonctionner que quelques heures: dans les parties où la mer présentait une très-grande profondeur, la pression de l'eau a dû écraser la gutta-percha et détruire ainsi les moyens d'isolement du courant électrique.

Il est bien établi, d'un autre côté, que les fils de fer qui

enveloppaient extérieurement ce câble étaient, comme nous l'avons dit dans l'année précédente de ce recueil, une cause considérable de perturbations par l'effet du *courant induit* qui, s'établissant dans l'armature métallique extérieure, gênait le passage de l'électricité dans le fil intérieur.

Après avoir reconnu les causes qui ont fait échouer cette entreprise, en 1858, on a mis ces remarques à profit pour l'avenir. Pour éviter l'écrasement de la gutta-percha par la pression des eaux, on a donné à la couche de cette matière une épaisseur relativement plus considérable que dans le premier câble; d'un autre côté, afin d'éviter la production de tout courant secondaire, on a supprimé les fils métalliques extérieurs, et l'on a consolidé le câble par une simple enveloppe de filin de chanvre. Ainsi construit, le câble atlantique ne pèse que le tiers d'un câble de la même grosseur cerclé de fils de fer; il est infiniment plus souple, et jouit pourtant d'une grande force de résistance.

Le câble atlantique de 1858 pesait 1000 kilog. par mille anglais, et se rompait sous une tension représentée par un poids d'environ trois tonnes; le câble actuellement en construction ne pèse que 400 kilogrammes par mille anglais, et il supporte sans se rompre un poids de 3 tonnes, représentant plus de 5 milles de sa propre longueur. Comme son poids spécifique n'est pas considérable, il pourra, assurent les directeurs de l'entreprise, être immergé même dans les plus grandes profondeurs d'eau sans de grandes précautions; on se passera de toute machine pour cette immersion, car le câble se déroulera à la main comme une amarre ordinaire.

La substitution de torons de chanvre aux fils de fer pour consolider le câble présenterait beaucoup d'avantages d'après les promoteurs de l'entreprise. Au milieu de l'eau salée, le fil de fer est assez promptement détruit par l'oxydation, tandis que du filin de chanvre bien goudronné résiste très-longtemps à l'action de l'eau de la mer. Du reste,

l'enveloppe résistante extérieure dont on environne un câble sous-marin n'a réellement d'utilité qu'au moment de l'immersion; elle sert à donner à ce câble une force suffisante pour résister à la tension résultant de son propre poids par de très-grandes profondeurs de mer; mais une fois le câble déposé au fond de la mer, à 1000 ou 2000 brasses, comme les vagues ni les courants ne se font pas sentir à cette profondeur, toute *enveloppe de résistance* devient inutile. Cette enveloppe, qu'elle soit de chanvre ou de fer, peut être alors, sans le moindre inconvénient, détruite et emportée par l'action de l'eau; la gutta-percha qui enveloppe le fil conducteur du courant, et qui suffit pour produire l'isolement électrique, pourrait se conserver dans ces conditions pendant des siècles.

La suppression des fils de fer extérieurs devant faire disparaître, au moins en très grande partie, le phénomène d'induction, la vitesse de la transmission des dépêches en sera notablement accélérée. Nous disons que le phénomène d'induction disparaîtra en partie, mais non en totalité, comme l'avancent les directeurs de l'entreprise, car la présence d'un métal n'est pas indispensable pour déterminer un courant d'induction; l'eau de mer, dans laquelle le câble est immergé, et qui forme un excellent conducteur, deviendra elle-même, sous l'influence du courant que traverse le fil intérieur, le siège d'un courant d'induction d'un sens opposé au courant intérieur, ce qui gênera toujours, quoi qu'on fasse, la circulation du courant électrique. Aussi n'admettons-nous pas, avec les auteurs de cette entreprise, que la vitesse de transmission des dépêches sera, avec ce nouveau câble, de moitié supérieure à celle qui fut constatée dans le premier câble en 1858; par suite de la suppression des fils de fer extérieurs, cette vitesse sera sans doute supérieure, mais il est impossible de rien préciser avant l'événement sur la rapidité de transport de l'électricité dans ce conducteur de 800 lieues de long.

Ce nouveau système de câble atlantique n'est autre chose, d'ailleurs, que celui qui fut proposé, il y a plusieurs années, par le lieutenant Maury, le savant hydrographe américain, à qui l'on doit la découverte du grand plateau sous-marin qui s'étend de l'est à l'ouest dans les parties septentrionales de l'Atlantique, et qui est connu aujourd'hui sous le nom de *plateau télégraphique*, parce qu'il représente la ligne sur laquelle on a déposé le câble océanien.

---

## HISTOIRE NATURELLE.

### 1

La génération spontanée. — Expériences de M. Pouchet.  
Traité de l'hétérogénie ou génération spontanée.

Le public scientifique s'est beaucoup intéressé à la discussion qui a eu lieu en 1859 à l'Académie des sciences de Paris, sur la génération spontanée, et aux expériences par lesquelles M. Pouchet, savant naturaliste, correspondant de l'Institut et directeur du Muséum d'histoire naturelle de Rouen, a repris cette question, tant de fois agitée. Aussi philosophique que scientifique, la question de la génération spontanée a éveillé, à presque toutes les époques, des dissentiments sans fin dans le camp des naturalistes. Les nombreux expérimentateurs qui se sont occupés de ce genre d'observations, recherchant la vérité de la meilleure foi du monde, arrivaient à des résultats diamétralement opposés, et dès lors affirmaient ou niaient, avec une égale ardeur, la génération spontanée, c'est-à-dire la production d'êtres vivants sans l'intervention d'aucun germe visible.

Nous n'avons pas à refaire ici l'histoire de cette question. Nous rappellerons seulement que, depuis une quinzaine d'années, la cause de la génération spontanée semblait perdue. Des expériences faites en Allemagne par MM. Schultze et Schwann, paraissaient avoir tranché la difficulté d'une manière définitive. Ces physiologistes avaient constaté que les *infusoires* et les *moisissures* que