

j'en disais dans le tome IV de la seconde édition de cet ouvrage, publié en 1859 :

« Le principe de cet appareil est le même que celui du rhéotome de Neef, au marteau duquel on a substitué une baguette dont les vibrations transversales produisent un son. Quatre de ces baguettes, différentes en longueur, sont placées l'une à côté de l'autre et étant mises en mouvement au moyen de touches, puis arrêtées par des leviers, produisent des sons de combinaison dont il devient facile de démontrer l'origine. »

Dans la première édition de mon *Exposé des applications de l'électricité*, tome I, p. 168, publié en 1852, j'avais décrit un appareil analogue à celui qui précède ; mais j'y avais attaché si peu d'importance, que je n'en ai même pas parlé dans ma seconde édition. Il est vrai qu'au lieu d'en faire un appareil de démonstration, je voulais en faire un véritable harmonica.

Transmission électrique de la parole. — A l'exposition de Philadelphie de 1876, les appareils téléphoniques ont joué un certain rôle, et on a fait même beaucoup de bruit autour d'un certain télégraphe dit *parlant*, qui pouvait transmettre la parole. Si un homme aussi sérieux que M. W. Thomson ne l'avait pas assuré, on aurait pu croire cette nouvelle de la nature de celles qui nous arrivent souvent du Nouveau-Monde ; mais en raison de l'autorité si considérable du célèbre électricien anglais et des affirmations qui ont été données depuis par S. M. l'Empereur du Brésil et M. Hugues, nous devons nous y arrêter un instant.

Voici ce que M. W. Thomson a dit à ce sujet à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, lors de sa réunion à Glasgowe en septembre 1876 :

« Au département des télégraphes des États-Unis, j'ai vu et entendu le téléphone électrique de M. Elisha Gray, merveilleusement construit, faire résonner en même temps quatre dépêches en langage Morse, et avec quelques améliorations de détails, cet appareil serait évidemment susceptible d'un rendement quadruple... Au département du Canada, j'ai entendu : « *to be or not to be. — There's the rub,* » articulés à travers un fil télégraphique, et la prononciation électrique ne faisait qu'accentuer encore l'expression railleuse des monosyllabes ; le fil m'a récité aussi des extraits au hasard des journaux de New-York... Tout cela, mes oreilles l'ont entendu articuler très-distinctement par le mince disque circulaire formé par l'armature d'un électro-aimant... C'était mon collègue du jury, le professeur Watson qui, à l'autre extrémité de la ligne, proférait ces paroles à haute et intelligible voix, en appliquant sa bouche contre une membrane tendue, munie d'une petite pièce de fer doux, laquelle exécutait près d'un électro-aimant introduit dans

le circuit de la ligne, des mouvements proportionnels aux vibrations sonores de l'air. Cette découverte, la merveille des merveilles du télégraphe électrique, est due à un de nos jeunes compatriotes, M. Graham Bell, originaire d'Édimbourg et aujourd'hui naturalisé citoyen des États-Unis.

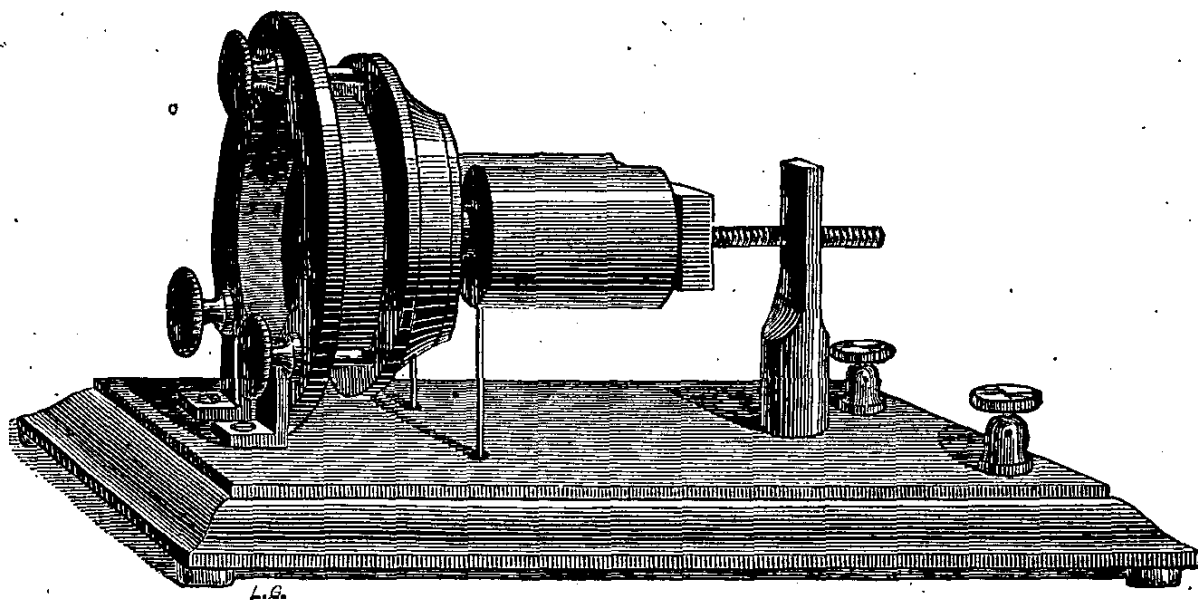
« On ne peut qu'admirer la hardiesse d'invention qui a permis de réaliser avec des moyens si simples, le problème si complexe de faire reproduire par l'électricité, les intonations et les articulations si délicates de la voix et du langage, et pour obtenir ce résultat, il fallait trouver moyen de faire varier l'intensité du courant dans le même rapport que les inflexions des sons émis par la voix. »

Voici du reste la description et les dessins de ce système téléphonique, tels qu'ils ont été publiés dans l'*Engineering* du 22 décembre 1876 :

« Le téléphone articulante de M. Graham Bell, comme ceux de MM. Reuss et Gray, comporte deux appareils, un transmetteur et un récepteur, et ces appareils sont si simples, que sans la haute autorité de sir W. Thomson, on serait tenté de mettre en doute les effets merveilleux qu'on leur attribue.

« Le transmetteur, représenté fig. 26, consiste dans un électro-aimant à noyau aimanté, fixé horizontalement sur un petit pilier d'environ deux

Fig. 26.

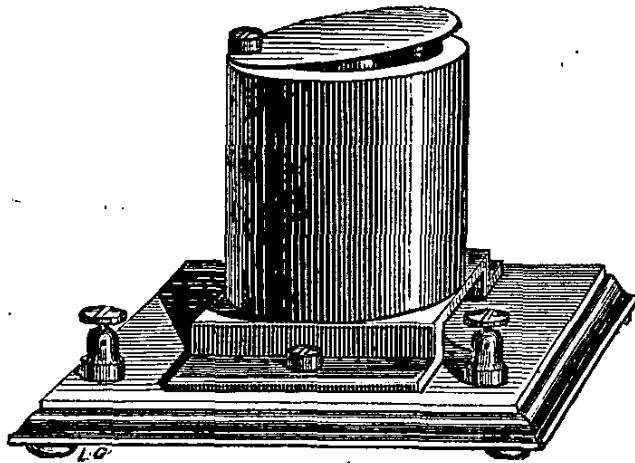


pouces, lequel est monté lui-même sur un socle d'acajou. Devant les pôles de cet électro-aimant, ou pour parler plus exactement, de ce système magnéto-électrique, car c'est un appareil d'induction magnéto-électrique, est fixé dans un plan vertical un cadre circulaire en cuivre sur lequel est tendue une membrane portant à son centre une petite armature de fer doux, de forme oblongue, et cette armature en vibrant avec la membrane, peut, par son

mouvement accompli devant l'appareil d'induction, déterminer des courants induits dont l'intensité est en rapport avec les divers mouvements vibratoires de la membrane. Cette membrane peut d'ailleurs être tendue plus ou moins comme la peau d'un tambour, au moyen des trois vis de serrage que l'on voit dans le dessin au devant de l'appareil. Les deux bouts du fil des bobines d'induction aboutissent à deux boutons d'attache que l'on aperçoit à droite de la figure, et auxquels est relié, par le fil de ligne, l'appareil récepteur. La partie antérieure de l'appareil est constituée par une cavité cylindrique qui sert de porte-voix, et c'est devant elle que l'on parle pour transmettre.

L'appareil récepteur, représenté fig. 27, n'est autre chose qu'un électro-aimant tubulaire de M. Nicklès, sur le pôle circulaire duquel est fixée, par

Fig. 27.



une vis, une lame de fer très-mince (de l'épaisseur d'un papier de cartouche), qui sert à la fois d'armature vibrante et d'appareil résonnant; cette disposition électro-magnétique a l'avantage de concentrer l'action magnétique dans un champ limité, et d'accroître en même temps l'énergie de l'électro-aimant. Cet électro-aimant est d'ailleurs monté sur un

pont en cuivre qui est lui-même fixé sur un socle d'acajou.

« Voici maintenant comment fonctionne l'appareil : Quand on émet un son ou qu'on profère un mot devant l'ouverture béante ou la bouche de l'appareil transmetteur, sa membrane entre en mouvement et vibre à l'unisson du son émis. L'armature de fer dont elle est munie, la suit dans ses mouvements, et en réagissant sur l'appareil d'induction, provoque une série de courants induits dont le nombre et l'intensité sont en rapport avec le nombre et l'étendue des vibrations correspondantes au son produit. Ces courants induits sont alors transmis à l'électro-aimant du récepteur qui, en réagissant sur son armature vibrante, lui fait accomplir le même nombre de vibrations que la membrane et les mêmes inflexions de sons, ce qui permet de distinguer clairement les mots.

« Dans tous les essais tentés avant M. Bell, les vibrations étaient produites au moyen de fermetures et d'interruptions de courants, qui étant transmises sur le récepteur y déterminaient exactement le nombre de vibrations, par seconde, correspondant au son qui les avait provoqués ; mais la force de ce

courant restant toujours la même, la qualité du son ne pouvait être modifiée. Les sons musicaux pouvaient donc bien être transmis ainsi que les accords résultant de leur combinaison ; mais pour arriver à reproduire les articulations et les inflexions de la voix humaine, il fallait quelque chose de plus, et c'est précisément ce qu'a trouvé M. Bell.

« Dans son appareil, en effet, non-seulement les vibrations du transmetteur et du récepteur peuvent être synchronisées de manière à reproduire les sons musicaux, mais elles peuvent être semblables sous le rapport de la qualité des sons produits, et cela parce que les vibrations transmises étant exécutées directement par la voix, leurs différences d'amplitude peuvent donner lieu à des émissions de courants plus ou moins intenses, qui traduisent fidèlement sur le récepteur ces différences, par des impulsions plus ou moins fortes communiquées à la lame vibrante, lesquelles impulsions peuvent alors donner lieu à des sons articulés analogues à ceux proférés par la voix humaine. »

Il y aurait beaucoup à dire sur cette manière d'établir la différence entre les sons musicaux et les sons articulés de la voix humaine ; et d'un autre côté on pourrait se demander si les courants induits créés par l'éloignement et le rapprochement de l'armature, représentent bien, par leur différence d'intensité, les inflexions de la voix ; mais comme il n'y a pas à discuter avec un fait, il s'agit d'examiner ce qu'aurait après tout de si extraordinaire une pareille transmission. Si on considère que deux membranes réunies par une simple ficelle peuvent transmettre distinctement à une distance de cinq à six mètres, et sans qu'on puisse les entendre extérieurement, des paroles prononcées à voix basse dans des espèces de tubes adaptés à ces membranes(1), on peut bien admettre que toutes les inflexions des vibrations sonores qui constituent les sons articulés et qui sont ainsi transmises mécaniquement par le fil, puissent être reproduites par les mouvements d'une armature, et si les courants induits résultant de ces mouvements avaient

(1) Nous avons tous pu voir sur les boulevards cet hiver à Paris, des instruments de ce genre qu'on vendait aux passants pour la modeste somme de 25 centimes. C'étaient des espèces de cornets acoustiques réunis par un simple cordon qui transmettaient distinctement la parole comme l'aurait fait un conduit acoustique et sans qu'on pût entendre extérieurement celui qui parlait. Ces cornets étaient formés de tubes de carton dont un bout était fermé par une membrane de parchemin au centre de laquelle était fixée, par un nœud, le cordon qui les réunissait. En mettant la partie ouverte de ces tubes l'une devant la bouche de celui qui parlait, l'autre sur l'oreille de celui qui écoutait, on établissait entre ces deux personnes une communication qui pouvait permettre aux vibrations vocales d'être transmises mécaniquement par

une intensité assez différente pour déterminer des nuances correspondantes dans les vibrations électro-magnétiques qu'ils provoquent, ce genre de transmission électrique n'aurait rien d'in vraisemblable.

Le *Télégraphical journal*, dans son numéro du 15 mars 1877, p. 65, assure du reste qu'une conversation a été échangée de cette manière entre les villes de Boston et de Salem (Massachusetts), éloignées l'une de l'autre de 18 milles, et, cette fois, si la chose est vraie, il n'y a plus qu'à s'incliner devant un résultat aussi merveilleux. Pour que le lecteur sache à quoi s'en tenir à cet égard, nous allons rapporter ce qu'en dit le *Télégraphical journal* :

« M. Graham Bell, l'inventeur de ce que M. W. Thomson a appelé la merveille des merveilles, poursuit activement le perfectionnement de son téléphone, et, dans une conférence faite par lui à Salem le 12 mai dernier, on a pu non-seulement entendre clairement à Boston la lecture faite à Salem, mais encore reconnaître la voix du lecteur et distinguer les applaudissements du public. Dans la soirée du 23, des expériences plus étendues furent encore entreprises. M. Bell était encore à Salem, et son aide, M. Watson, était à Boston. On joua des airs sur l'orgue et sur le cornet à piston à Boston, et la réunion de Salem les entendit parfaitement. Toutefois, les résultats obtenus à Boston ne furent pas aussi satisfaisants, en raison des dépêches échangées à travers la ligne, lesquelles dépêches troublaient la transmission téléphonique. On entendait, en effet, au milieu de ces transmissions comme le tic-tac d'un instrument étranger. M. Watson trouva pourtant moyen d'y remédier en prenant une membrane qui agissait alors, comme un manipulateur télégraphique, en éliminant les communications télégraphiques nuisibles. De cette manière, les sons entendus et les mots prononcés devinrent assez distincts. »

Quoiqu'il en soit des résultats plus ou moins parfaits de cet appareil curieux, nous devons dire que l'idée de la transmission électrique de la parole n'est pas nouvelle, et voici ce que j'en disais dans la première édition de mon *Exposé des applications de l'électricité*, tome II, p. 225, publié en 1854.

l'intermédiaire des deux membranes et du fil. Ces fils avaient généralement une longueur de quatre à cinq mètres.

Avec un pareil système la transmission des vibrations complexes qui correspondent aux sons articulés, peut se comprendre, puisque les solides peuvent les transmettre aussi bien et même mieux que les gaz, et encore faut-il pour cela que la corde soit tendue et entièrement libre; mais quand il s'agit de les transmettre par l'intermédiaire d'un agent immatériel qui doit donner lieu à trois manifestations physiques ne pouvant fournir que des effets d'un ordre déterminé, la chose devient beaucoup plus extraordinaire.

« Après les merveilleux télégraphes qui peuvent reproduire à distance l'écriture de tel ou tel individu, et même des dessins plus ou moins compliqués, il semblerait impossible, dit M. B***, d'aller plus en avant dans les régions du merveilleux. Essayons cependant de faire quelques pas de plus encore. Je me suis demandé, par exemple, si la parole elle-même ne pourrait pas être transmise par l'électricité; en un mot, si l'on ne pourrait pas parler à Vienne et se faire entendre à Paris. La chose est praticable. Voici comment :

« Les sons, on le sait, sont formés par des vibrations et appropriés à l'oreille par ces mêmes vibrations que reproduisent les milieux intermédiaires.

« Mais l'intensité de ces vibrations diminue très-rapidement avec la distance; de sorte qu'il y a, même en employant des porte-voix, des tubes et des cornets acoustiques, des limites assez restreintes qu'on ne peut dépasser. Imaginez que l'on parle près d'une plaque mobile, assez flexible pour ne perdre aucune des vibrations produites par la voix, que cette plaque établisse et interrompe successivement la communication avec une pile : vous pourrez avoir à distance une autre plaque qui exécutera en même temps les mêmes vibrations.

« Il est vrai que l'intensité des sons produits sera variable au point de départ où la plaque vibre par la voix, et constante au point d'arrivée où elle vibre par l'électricité; mais il est démontré que cela ne peut altérer les sons.

« Il est évident d'abord que les sons se reproduiraient avec la même hauteur dans la gamme.

« L'état actuel de la science acoustique ne permet pas de dire *à priori*, s'il en sera tout à fait de même des syllabes articulées par la voix humaine. On ne s'est pas encore suffisamment occupé de la manière dont ces syllabes sont produites. On a remarqué, il est vrai, que les unes se prononcent des dents, les autres des lèvres, etc., mais c'est là tout.

« Quoiqu'il en soit, il faut bien songer que les syllabes ne reproduisent, à l'audition, rien autre chose que des vibrations des milieux intermédiaires; reproduisez exactement ces vibrations, et vous reproduirez exactement aussi les syllabes.

« En tout cas, il est impossible de démontrer dans l'état actuel de la science que la transmission électrique des sons soit impossible. Toutes les probabilités, au contraire, sont pour la possibilité.

« Quand on parla pour la première fois d'appliquer l'électro-magnétisme à la transmission des dépêches, un homme haut placé dans la science, traita cette idée de sublime utopie, et cependant aujourd'hui on communique directement de Londres à Vienne par un simple fil métallique. — Cela n'était pas possible, disait-on, et cela est.

« Il va sans dire que des applications sans nombre et de la plus haute importance surgiraient immédiatement de la transmission de la parole par l'électricité.

« A moins d'être sourd et muet, qui que ce soit pourrait se servir de ce mode de transmission, qui n'exigerait aucune espèce d'appareil. Une pile électrique, deux plaques vibrantes et un fil métallique suffiraient.

« Dans une multitude de cas, dans de vastes établissements, par exemple, on pourrait par ce moyen transmettre à distance tel ou tel avis, tandis qu'on renoncera à opérer cette transmission par l'électricité, dès lors qu'il faudra procéder lettre par lettre, et à l'aide de télégraphes exigeant un apprentissage et de l'habitude.

« Quoi qu'il arrive, il est certain que dans un avenir plus ou moins éloigné, la parole sera transmise à distance par l'électricité. J'ai commencé des expériences à cet égard, elles sont délicates et exigent du temps et de la patience; mais les approximations obtenues font entrevoir un résultat favorable. »

Application de l'électricité au métronome. — Lorsqu'un chef d'orchestre doit conduire plusieurs orchestres assez éloignés les uns des autres, comme cela a souvent lieu dans les grandes cérémonies de cathédrale et lors de certaines fêtes publiques ou d'inauguration, il devient nécessaire, pour obtenir de l'ensemble, de les diriger au moyen de métronomes fonctionnant électriquement et mis en action par le chef d'orchestre lui-même. L'emploi de ces appareils a été souvent mis à contribution, et la première idée de ce genre d'application de l'électricité semble appartenir à M. Tassine, luthier à Bayeux, qui dès l'année 1855 la mit à exécution à la cathédrale de cette ville, afin de faire accompagner les choristes par l'organiste. Voici du reste comment M. Tassine décrit son appareil.

« Ce n'est rien autre chose, dit-il, qu'un électro-aimant surmonté d'une petite barrette de fer qui lui sert d'armature et qui se termine par une baguette plus ou moins longue. La barrette de fer est relevée par un ressort qui s'écarte de 5 à 10 millimètres du pôle de l'électro-aimant le plus éloigné de son axe, et c'est elle qui bat la mesure sous l'influence d'un courant électrique transmis par un manipulateur mis à la disposition du chef d'orchestre. Ce manipulateur qui est placé soit par terre pour être touché avec le pied, soit sur le pupitre pour être touché par la main ou l'archet du chef d'orchestre, complète avec des fils conducteurs le système.

« Dans l'application que j'ai faite de cet instrument, l'électro-aimant métronome était placé en face de l'organiste, et le manipulateur se trouvait dans le chœur de la cathédrale. Ces deux appareils étaient par conséquent