

Elisha Gray

Elisha Gray, né le 2 août 1835 à Barnesville, Ohio et mort le 21 janvier 1901 à Newtonville (Massachusetts),

Né dans une famille Quaker en Ohio, il n'est pas né avec une cuillère en argent dans la bouche, et n'était pas issu d'une famille d'ingénieurs ou de scientifiques pour qui l'invention était une seconde nature. Il était en réalité un garçon de ferme qui travaillait également comme charpentier. Pourtant, il était convaincu que seule l'éducation lui permettrait de mener une vie utile. Gray naquit à Barnesville, dans l'Ohio, le 2 août 1835. Ses parents, David et Christiana Edgerton Gray, avaient quitté l'ouest de la Pennsylvanie pour s'y installer et y établir une modeste ferme. Elisha fréquenta l'école primaire jusqu'au décès de son père, après quoi il dut quitter l'école pour aider sa mère veuve. Peu de temps après, celle-ci se remaria avec Cozens Smith, un fermier quaker installé à East Bethlehem, en Pennsylvanie, où la famille déménagea. Gray fit son apprentissage chez un forgeron, puis chez un charpentier. Insatisfait de son travail, il s'inscrivit au lycée dont le proviseur était L.F. Parker, récemment arrivé d'Oberlin, dans l'Ohio. Gray travaillait tôt le matin et tard le soir chez son charpentier et suivait les cours à midi. En 1856, il obtint son baccalauréat et s'inscrivit à l'Oberlin College. Bien qu'il n'y obtint jamais son diplôme, il y enseigna l'électricité et les sciences et construisit du matériel de laboratoire pour les départements scientifiques.

Forgeron, charpentier et constructeur de bateaux il fonda son entreprise en 1869, qui deviendra en 1872 la [Western Electric](#)

Gray est l'inventeur en 1876 du télégraphe musical, basé sur l'oscillateur électrique.

Il dépose aussi un avis de brevet deux heures avant, le même jour que Graham Bell concernant l'invention du téléphone, cependant attribuée à Bell.

Gray intente alors plusieurs [procès](#), qui se soldent tous par un jugement en sa défaveur.

Gray continue à travailler sur le télégraphe et le téléphone, et déposera plusieurs brevets dans ces domaines.

En 1880, il devient professeur d'électricité dynamique à l'Oberlin College où il avait fait ses études, il est surtout connu pour une invention pour laquelle il n'a pas obtenu de brevet : le téléphone.



LES PREMIERS TRAVAUX DE GRAY SUR LE TÉLÉGRAPHE.

Lorsque Elisha Gray entama sa carrière d'inventeur professionnel en **1865**, il semblait avoir toutes les qualités requises pour devenir un héros populaire américain.

Avant l'âge de **dix ans**, il avait entendu parler des premières lignes télégraphiques en Amérique et conçu un modèle de **manipulateur Morse** capable de fonctionner.

Lorsqu'il eut douze ans, la mort de son père l'obligea à quitter l'école. N'ayant pas les capacités physiques pour être apprenti forgeron, il échoua à Brownsville en Pennsylvanie, où il travailla dans la construction de bateaux sur le fleuve Monongahela. Bien que maîtrisant parfaitement ce métier, il l'abandonna pour compléter sa formation théorique. A vingt-deux ans, Gray entra à l'école préparatoire d'Oberlin, dans l'Ohio. Son but était d'obtenir un diplôme de l'Oberlin College.

Pour subvenir à ses besoins, il travailla comme charpentier à temps partiel. Trois ans plus tard, il fut accepté à Oberlin.

Là, il étudia non seulement les lettres et les mathématiques, mais suivit aussi des cours de science donnés par Charles Churchill, qui éveilla en lui la passion de l'électricité.

Bien qu'on ne sache pas très bien ce que Gray apprit à Oberlin en électricité, ses contacts avec Churchill marquèrent manifestement un tournant dans son existence.

Mais Gray, qui avait traversé de dures épreuves pour pouvoir entrer à l'Oberlin College, devait en subir de nouvelles en cette première année.

Les quatre ans qu'il avait passés à étudier en travaillant l'avaient épuisé, et il tomba gravement malade.

Il fallut près de cinq ans de soins à sa femme et à sa belle-mère pour l'aider à recouvrer la santé.

Ces années de maladie ne furent cependant pas des années perdues. Gray en profita pour se livrer à des expériences électriques chez lui et dans le laboratoire de Churchill. Il étudia aussi les travaux des autres et **cultiva son intérêt d'enfant pour le télégraphe électrique**.

Entre-temps, l'industrie du télégraphe avait grandi, et ses techniques étaient devenues beaucoup plus complexes.

Gray lui aussi avait grandi, et son travail avec Churchill avait fait évoluer sa conception de l'électricité. Incapable de fournir de gros efforts physiques, il devait se reposer sur son esprit d'invention et son ingéniosité.

A trente-deux ans, il se lança dans sa nouvelle carrière.

Il avait étudié les problèmes qui se posaient au télégraphe, et l'un de ceux qui avaient le plus stimulé son imagination était celui des **circuits-relais** qui se bloquaient en position ouverte ou fermée.

Gray résolut ce problème grâce à ce qu'il appela un relais automatique ou auto-ajustable.

En avril 1867, il déposa une demande de brevet, accompagnée d'un prototype. Six mois plus tard, le brevet lui était délivré.

C'était un événement pour Gray, mais ce qui le fut plus encore, c'est la démonstration qu'il effectua à **Cleveland** devant les responsables de la [Western Union](#) à qui il espérait vendre son dispositif.

Dans une lettre adressée à sa femme, Gray écrivait «Nous avons montré nos machines aujourd'hui, et elles ont fait sensation auprès des "autorités". Le **président Wade** et le **général Stager** étaient présents aux côtés d'autres personnalités moins importantes.»

Wade était le président de la [Western Union Telegraph Company](#), et **Stager**, son directeur général. Wade et Stager étaient tous deux des experts reconnus en télégraphie.

Gray les appelait les « autorités ». Son excitation ne cessa de grandir.

Deux semaines après sa première lettre, il écrivait de nouveau à sa femme «Jusqu'ici, ma machine a remporté un succès total... Tout le monde s'accorde à dire que c'est l'un des plus beaux appareils qu'on ait jamais vus. Mr. Willey [mon avocat] dit que je suis un homme heureux car je vais devenir riche et célèbre... »

C'était effectivement un début glorieux.

Dès l'aube de sa carrière, Gray avait réussi à capter l'attention des experts du télégraphe et à s'attirer leur respect, tout comme d'ailleurs il les respectait lui-même profondément. Son succès, Gray le dut au fait qu'il avait étudié l'industrie télégraphique. Et la douzaine d'inventions qu'il fit par la suite réussirent pour les mêmes raisons : Gray était sensible aux problèmes technologiques que posait le développement de l'industrie du télégraphe.

Prenons un autre exemple, qui nous rapprochera de l'invention du téléphone.

Peu après la Guerre civile, une **filiale de la Western Union**, la [Gold and Stock Telegraph Company](#), voulut établir un système de communications télégraphiques privé inter-entreprises. Grâce à une telle ligne, les entreprises pourraient entrer télégraphiquement en contact les unes avec les autres, ainsi qu'avec les stations de la Western Union.

A l'époque, le télégraphe fonctionnait sur le système Morse et demandait des opérateurs très qualifiés.

Pour envoyer un télégramme, il fallait le noter sur un papier et le donner à un coursier qui le portait à la station de la Western Electric la plus proche ; le télégramme était alors transmis par un opérateur spécialisé, reçu par un autre opérateur spécialisé et délivré par un coursier.

L'avantage d'un branchement direct était évident, mais il fallait pour cela remplacer le code morse par un système plus commode.

Ce système pourrait prendre la forme d'un transmetteur et d'un récepteur de type machine à écrire, comme pour les téléscripteurs actuels.

D'autres inventeurs avaient déjà mis au point des télégraphes imprimeurs, mais ceux-ci étaient encombrants, coûteux et peu fiables.

Elisha Gray se dit qu'il pourrait inventer une petite machine à imprimer sûre et bon marché qui résoudrait l'un des problèmes de la Western Union.

Il réussit à convaincre le général Stager, le directeur général de la Western Union qui avait fait l'éloge de sa première invention, de commanditer la réalisation de cette machine, qui n'existait encore que dans son esprit.

Cette transaction est révélatrice de la confiance et du respect mutuels qui liaient Stager à Gray. Sans cette confiance, on ne peut comprendre le rôle particulier de Gray dans le développement du téléphone.

Avec l'argent de Stager, Gray prit une participation de 50 % dans l'atelier de fabrication d'instruments télégraphiques de Cleveland qui avait réalisé ses premiers modèles brevetés.

Le nouvel associé de Gray, **Enos Barton**, avait été autrefois télégraphiste en chef au siège social de la Western Union à Rochester, chargé d'examiner et de tester les nouvelles inventions télégraphiques afin de voir si elles pouvaient être utilisées dans le système de la Western Union. Autrement dit, Barton était encore un expert de la Western Union. Leur firme s'appela «**Gray & Barton**», et devint plus tard la [Western Electric Company](#).

De même, le nom de la «Graybar» actuelle, société de distribution d'équipements électriques, vient de la combinaison des deux noms Gray et Barton. Les affaires de la Gray & Barton prospérèrent. La firme réussit parce que les inventions de Gray réussirent.
Gray mit au point un imprimeur télégraphique qui fut très vite un succès technique et commercial.

L'entreprise s'installa à **Chicago** juste au moment de l'incendie. Heureusement épargnée par le feu, elle se trouva dans une position idéale pour fabriquer le matériel télégraphique ainsi que les systèmes anti-incendie que nécessitaient la reconstruction et le développement de la ville de Chicago.
La réussite de la Gray & Barton impressionna les responsables de la Western Union.

En 1872, trois ans après l'association de Gray et de Barton, la **Western Union** (alors présidée par William Orton) prit une participation d'un tiers dans la compagnie, qui fut enregistrée sous un nouveau nom : la **Western Electric Manufacturing Company**. Cette société devait devenir le plus important, et bientôt le seul fabricant de matériel télégraphique de la Western Union. Gray conserva son poste de directeur et fit partie du conseil d'administration de la nouvelle compagnie. Barton fut nommé secrétaire général et Stager, qui restait vice-président de la Western Union, en devint président.

Nous venons donc de tracer le cadre dans lequel Elisha Gray en vint à s'intéresser au téléphone.

Nous avons vu qu'en moins de dix ans, il avait pris une place déterminante dans le courant général de développement du télégraphe aux Etats-Unis.

Gray et Barton s'étaient révélés comme les leaders de la fabrication du matériel télégraphique, et Elisha Gray comme l'inventeur dominant dans ce secteur.

Des relations de confiance mutuelle s'étaient établies entre Gray, d'une part, et Stager, Orton et les autres responsables de la Western Union, d'autre part. Gray ne pouvait s'imaginer que ces relations finiraient par le conduire à la frustration et à l'obscurité.

LES ANNÉES DÉCISIVES : 1874-1877

Fin janvier-début février 1874, Gray fit une découverte accidentelle qui stimula ses recherches déjà très poussées sur la transmission du son ou de ce qu'il appelait les courants «vibratoires».

L'expérience de la baignoire

Le neveu de Gray jouait dans sa salle de bains avec l'un des appareils électriques de son oncle, s'amusant à «recevoir des décharges », comme il disait.

Bien que les détails de cette découverte appelée plus tard «» soient quelque peu fastidieux, il est aussi important de comprendre ce que Gray observa à cette occasion que de saisir ses liens avec les «autorités » du télégraphe.

Le petit garçon s'amusait à prendre des décharges avec une de ces bobines d'induction ordinaires qui servent à interrompre le courant continu d'une pile pour le transformer en courant alternatif.

Il avait connecté l'un des fils de la bobine au revêtement en zinc de la baignoire et tenait l'autre dans une main. Tandis qu'il promenait l'autre main sur le revêtement de la baignoire,

Gray remarqua qu'un son se produisait sous cette main, son dont la fréquence semblait identique à celle de la partie vibrante de la bobine d'induction. Il prit la place de son neveu, changea la fréquence du dispositif vibrant et s'aperçut que la fréquence du son produit sous sa main avait également changé.

Voilà une expérience bien mystérieuse, dut alors se dire Gray : il s'y passe beaucoup de choses, mais à quoi peut-elle servir ?

Qu'est-ce que cela peut bien vouloir dire ? »

Gray se débattait avec ces questions le soir, chez lui, après sa journée de travail à la Western Electric.

Durant près d'un mois, il fit toutes les expériences possibles sur le phénomène.

Puis il conclut que celui-ci devait avoir de nombreuses applications dans la transmission et la réception télégraphiques de ces courants «vibratoires ».

Au printemps 1874, peu après l'expérience de la baignoire, Gray **démissionna** de son poste à la **Western Electric Manufacturing Company** afin de se consacrer entièrement, et pour son propre compte, à son activité d'inventeur.

A la même époque, un riche fabricant de matériel dentaire de Philadelphie, **Samuel S.White**, accepta de le financer moyennant un intéressement à tous les profits retirés de ses inventions futures. Gray était un homme arrivé.

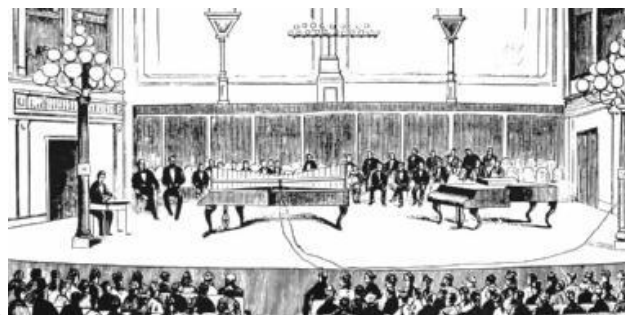
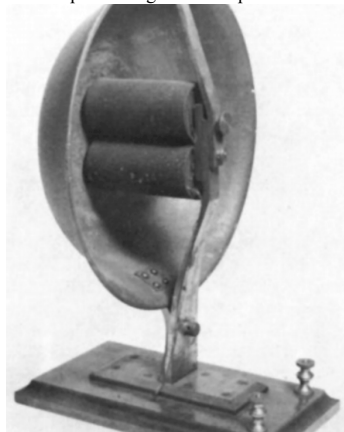
Il avait accumulé dix ans d'expérience précieuse comme inventeur dans le télégraphe, il connaissait tous les gens importants de cette industrie et il venait de recevoir un appui financier total pour travailler à ses propres inventions.

En l'espace de deux mois, il mit au point quatre dispositifs expérimentaux : deux transmetteurs et deux récepteurs.

Il construisit, en effet, un transmetteur à un ton, version améliorée de l'interrupteur qui servit dans l'expérience de la baignoire, ce dispositif transmettait un seul ton d'une fréquence donnée.

Puis il modifia cette version et en fit un modèle capable de transmettre deux tons simultanément sur un même fil, modèle qu'il fit breveter.

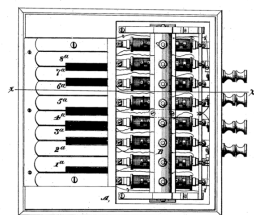
Le Récepteur "baignoire et la première démonstration publique en l'église de **Highland Park**, Illinois le **29 Décembre 1874**



En outre, il conçut un **récepteur-violon** qui fonctionnait sur le principe de la baignoire.

Et, surtout, il mit au point un **récepteur électromagnétique** muni d'un **diaphragme métallique**.

Fig. 1.



WITNESSES
W. J. Baker
J. C. Child
Elisha Gray
INVENTOR
By W. J. Baker
J. C. Child

En travaillant sur ces dispositifs, Gray découvrit qu'on pouvait «envoyer non seulement des tons simples, mais aussi des tons composés à travers le fil, et les recevoir, soit sur la plaque métallique [du récepteur violon], soit sur l'aimant [du récepteur électromagnétique] ».

C'était là une découverte importante, puisqu'elle permit à Gray de déduire que la télégraphie musicale, la télégraphie multiplex et la télégraphie de la voix étaient possibles. Il estima que c'était la transmission de la musique qui présenterait le moins de problèmes techniques, car son dispositif initial pouvait être connecté sans aucune modification de manière à former un dispositif simple de télégraphie musicale, c'est-à-dire que Gray pouvait prendre plusieurs transmetteurs à un ton réglés chacun sur une note différente de la gamme et les connecter, par exemple, à son récepteur électromagnétique.

Il obtenait ainsi un **système de télégraphie musicale semblable à un orgue électrique**.

Le télégraphe harmonique de M. Elisha Gray a été soumis, en Amérique, pendant deux mois, sur la ligne de la Western-Union, entre Boston et New-York (320 kilomètres), à des expériences qui ont parfaitement réussi, et ont déterminé l'adoption, sur cette ligne, des systèmes de transmission rapide de M. Elisha Gray.

Mais jusqu'ici l'Amérique seule l'a adopté. Dans une autre expérience, quatre employés, choisis parmi les meilleurs, ont envoyé en cinq heures 1,184 dépêches, soit 59 dépêches par employé et par heure.

La télégraphie multiplex était plus difficile sur le plan technique, mais beaucoup plus intéressante pour un inventeur qui voulait gagner de l'argent. Comme nous l'avons dit, le télégraphe de l'époque utilisait le système morse et fonctionnait au moyen d'un courant continu intermittent.

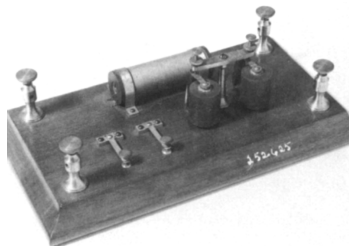
De ce fait, on ne pouvait transmettre sur un même fil qu'un seul message à la fois.

Cette contrainte devint très lourde et très coûteuse au fur et à mesure que le télégraphe s'étendait.

Dans les villes, la jungle des fils tendus au-dessus des rues finissait par empêcher l'air de circuler.

La Western Union était prête à payer un million de dollars à l'inventeur qui parviendrait à faire passer simultanément plusieurs messages sur ses fils.

Bien entendu, d'autres inventeurs avaient déjà essayé de trouver une solution à ce problème, mais aucun n'avait encore réussi. Gray avait parfaitement compris que la Western Union était prête à faire de lui un homme riche.



The 'Two-Tone' transmitter of 1874

Son idée était la suivante, il utiliserait plusieurs transmetteurs à un ton réglés chacun sur une fréquence différente, chaque transmetteur envoyant un message particulier. Le problème de la transmission se trouvait donc déjà résolu, moyennant quelques améliorations.

Mais le problème principal était celui de la réception.

Une fois que les transmetteurs avaient envoyé leurs messages sur le même fil, ceux-ci (transformés en signaux électriques) se brouillaient. Le problème pour Gray était donc d'arriver à débrouiller ces messages à la réception.

Gray estimait aussi qu'on pouvait transmettre la voix humaine, mais le problème technique était différent.

Contrairement au cas de la télégraphie multiplex, la **difficulté venait du transmetteur**.

D'après le raisonnement de Gray que nous connaissons maintenant, sa baignoire, son violon ou son dispositif électromagnétique pouvaient recevoir la voix humaine. «Il suffisait donc de savoir comment convertir les vibrations de l'air produites par n'importe quel son, en vibrations électriques de même type... pour résoudre le problème de la transmission de la parole. »

Pour Gray, les choix étaient donc aussi clairs qu'ils le sont pour nous : télégraphie musicale, télégraphie multiplex ou téléphone.

Lequel choisir ?

Apparemment, Gray aborda la question avec son ancien associé et ami, l'expert en télégraphie Enos Barton.

Ce dernier devait rappeler quelques années plus tard sa réaction négative lorsque Gray évoqua la possibilité de transmettre des conversations par fil.

Il se peut que cette réaction ait influencé Gray et l'ait amené à s'attaquer au télégraphe musical comme étape vers le télégraphe multiplex.

En mai 1874, Gray fit la démonstration d'un **nouvel appareil à Boston, New York et Washington**, devant des personnalités du télégraphe et d'autres gens intéressés.

Dans le "Scientific-American" du 1er Aout 1874 on pouvait lire :

M. Elisha Gray, de Chicago, homme d'affaires connu comme inventeur et fabricant d'appareils télégraphiques, a mis au point un instrument grâce auquel, selon le **Journal of the Telegraph**, 80 fils électriques placés à une extrémité d'un fil peuvent être transmis à l'autre par l'électricité, sur des circuits de grande longueur. Il a déjà été testé, selon le Journal, sur les fils de la Western Union Telegraph Company sur un circuit de 2 400 milles, avec les résultats les plus satisfaisants. Les notes jouées sur le panneau de la partie émettrice de l'appareil étaient distinctement audibles et reproduites sans erreur, note pour note, à l'extrémité éloignée de ce long circuit.

L'appareil a été appelé par M. Gray le **téléphone**. L'appareil de transmission se compose d'un clavier comportant un certain nombre d'électro-aimants correspondant au nombre de touches du clavier, auxquelles sont attachées des touches vibrantes ou des anches, accordées sur une échelle musicale. Chacune de ces touches peut être mise en mouvement séparément en appuyant sur la touche qui lui correspond.

10 cet instrument de transmission est muni d'un fil conducteur, l'autre extrémité étant reliée à l'appareil récepteur, qui peut être n'importe quel appareil sonore pourvu qu'il soit en quelque sorte conducteur d'électricité. Un violon, avec une bande métallique tendue entre les anneaux à un point où le chevalet de l'instrument est ordinairement placé, produira, en recevant le son transmis par le fil conducteur du piano, une mélodie très semblable en qualité à celle d'un violon ordinaire

En France dans **Le Progrès libéral** : journal quotidien du 19 août 1874 il était annoncé :

LE TÉLÉPHONIE

On nous communique les détails qui suivent sur une nouvelle application de la télégraphie électrique.

La télégraphie électrique, qui a déjà été la source de tant de merveilles, vient de servir à une nouvelle et bien remarquable invention.

Un citoyen de Chicago (Amérique), nommé Elisha Gray, a trouvé le moyen de faire transmettre au moyen des fils électriques, les sons d'un piano à la salle d'un concert qui se trouvait à une distance de 2,400 milles, et il assure qu'il pourrait les faire parvenir encore plus loin. La plupart des physiciens de l'Amérique regardent ce merveilleux résultat comme le premier pas vers la voie électrique qui pourra servir à la transmission des sons produits par plusieurs instruments réunis et adaptés ensemble au moyen d'une combinaison qu'il s'agit de trouver. L'appareil inventé par Gray, qui a été nommé **Téléphone**, se compose de trois parties : 1° l'instrument qui transmet les sons ; 2° les fils conducteurs qui se rendent à une distance déterminée ; 3° l'appareil qui reçoit les sons transmis.

L'appareil de transmission se compose d'un clavier dont chaque clef correspond à une pierre aimantée à laquelle correspond une anche disposée en échelle musicale ; c de ces anches peut être mise distinctement en mouvement en pressant la clef qui lui correspond, de sorte qu'un air quelconque peut être joué de la même manière que cela se fait sur un piano ou un mélodium ordinaire. La musique, ainsi produite par l'électricité, devient tellement intelligible à distance, qu'on peut aisément, malgré le bruit des conversations, distinguer le morceau joué par l'exécutant. Le fil conducteur est attaché à cet instrument de transmission, son autre extrémité aboutissant à l'appareil de réception, lequel est formé d'un métal sonore et bon conducteur de l'électricité.

On pense qu'un violon ayant un mince fil de métal placé entre les cordes vers le point où se trouve habituellement le chevalet, produirait sans doute, en recevant le son transmis du piano par le fil électrique, une note semblable à celle que donne l'instrument dans son état normal.

Donc, si cette corde métallique à être adaptée électriquement avec des fils d'une longueur de 200 m ou 500 milles dont les extrémités seront bien attachées à l'instrument de transmission, il arrivera que la personne à l'autre extrémité pourra parfaitement entendre un air joué à une distance de 500 milles ou même plus.

La longueur des fils conducteurs pourra être de deux milles ou de dix milles, pourvu que leur isolement soit ménagé de manière à empêcher la fuite du courant électrique avant d'atteindre le point de destination.

[A.G. Bell](#) et Gray ne sont pas les seuls à travailler sur le sujet, dans le "Scientific-American" du 20 novembre on pouvait lire :

Nouveau système de télégraphe .

Un nouveau système de télégraphe inventé par [Poul La Cour](#), vice-président de l'Institut météorologique royal de Copenhague, a récemment suscité une attention considérable au Congrès télégraphique international de Saint-Petersbourg, où l'inventeur l'a exposé. L'invention est ainsi décrite par l'inventeur : Le système ne consiste pas en une nouvelle forme d'appareil de réception et de transmission qui, grâce aux combinaisons talentueuses de Hughes, Wheatstone, Siemens et autres, a atteint un tel état de perfection que de grandes améliorations semblent improbables.

Le système de La Cour ouvre cependant un nouveau domaine à la télégraphie, en ce qu'il a construit un instrument simple, par lequel le courant électrique, en passant à travers un instrument différent, obtient des qualités différentes, par lesquelles il peut agir sur les instruments correspondants de la station réceptrice. Supposons que vingt fils conducteurs soient conduits d'un des pôles d'une batterie à travers vingt de ces instruments ; alors, en reliant chacun ou certains d'entre eux par un seul fil télégraphique, on obtient le résultat suivant, à savoir qu'un courant électrique local est produit dans les vingt fils conducteurs correspondants de la station réceptrice, exactement comme si les vingt fils conducteurs de la station émettrice étaient reliés aux vingt fils conducteurs de la station réceptrice au moyen de vingt fils télégraphiques distincts. Chacun de ces instruments contient un diapason relié à un électro-aimant et à deux bobines de fil, de sorte que le courant électrique vibre de manière isochrone dans les mesures qui correspondent aux notes des diapasons ; et ainsi les diapasons qui ont la même note que ceux des instruments de transmission sont mis en vibration, et un courant est créé dans leurs fils locaux.

Le système ci-dessus semble être identique à celui de M. Elisha Gray, de Chicago, dont nous avons publié un compte rendu dans le SCIENTIFIC AMERICAN du 1er août 1874. Il y était indiqué que l'invention avait été essayée avec succès sur un circuit de 2 400 milles sur les lignes télégraphiques de la Western Union. Des détails sur le *modus operandi* étaient donnés, suffisamment pour permettre à tout électricien compétent de construire un appareil sur le même plan. Il se peut que le vice-président de la Royal Meteorological Society de Copenhague n'ait pas vu le SCIENTIFIC AMERICAN, bien que nous ayons des abonnés là-bas, et que nous croyions que notre article soit archivé dans certaines bibliothèques de cette ville ; il se peut aussi qu'il soit un inventeur indépendant de l'amélioration. Mais à moins qu'il ne puisse produire des preuves d'une date d'invention antérieure à celle de M. Gray, M. La Cour devrait, en toute justice, accorder publiquement à ce dernier les honneurs de la priorité. Les électriciens attendront avec intérêt la réponse de M. La Cour à ce sujet

[Le New York Time le 10 juillet 1874 publie un article](#) sur les travaux d'[Elysa Gray](#) ou on peut y lire : transmettre la "**musique via le télégraphe**" et dans lequel apparaît le mot **téléphone** bien qu'il n'y ait pas eu transmission de la parole, que "L'appareil qui a permis cette prouesse a été baptisé par Mr Gray le **téléphone** ..."

TELEGRAPHY.

NEW INVENTIONS IN THE SCIENCE OF ELECTRICAL TRANSMISSION.

FOUR MESSAGES SENT SIMULTANEOUSLY OVER ONE WIRE IN OPPOSITE DIRECTIONS—MUSIC BY TELEGRAPH—TELEGRAPHS IN MEXICO.

MUSIC BY TELEGRAPH.

About two months ago Mr. Elisha Gray, of Chicago, a gentleman well known in the electric telegraph world as a maker and inventor of some of the most valuable instruments now in use, conceived an idea which would be an extraordinary development of telegraphic science if he could only succeed in practically demonstrating it. Short as has been the lapse of time since he first began his experiments, he has succeeded, almost beyond his own anticipations, in perfecting an instrument which will convey sound by electricity over an unbroken current of extraordinary length—that is, without the aid of automatic repeaters. In the ordinary transmission of messages over the telegraph wires to points at long distances, a message is generally repeated by automatic-working instruments about every 500 miles, in order to renew the current of electricity. Mr. Gray has already transmitted sounds, which are distinctly audible at the receiving point over an unbroken circuit of 2,400 miles. This is, more properly speaking, a discovery—not an invention. The invention merely consists in adapting certain appliances to the discovery for the purposes of its practical illustration. It is one of the greatest discoveries made since the early days of Morse. Such noted electricians as Mr. George Prescott say this discovery of Mr. Gray only goes to prove, what all electricians have long agreed upon, that we know little at present of the possibilities of the future of electric science. Mr. Chandler says that he regards it as the first step toward doing away with manipulating instruments altogether, and that he believes that in time the operators will transmit the sound of their own voices over the wires, and talk with one another instead of telegraphing. The writer has seen this novel instrument at work, and has heard music played on a small melodeon, or piano key-board, transmitted through an unbroken circuit of 2,400 miles, and reproduced on a violin attached to the receiving end of the wire. Mr. Gray played "Hail Columbia," "The Star Spangled Banner," "God Save the Queen," "Yankee Doodle," and other well-known airs, and they were unmistakably repeated, note for note, on the violin which lay on a table near at hand. Even an accidental false note was immediately detected on the violin. Mr. Gray exhibited many other experiments with tin cans, small paper drums, &c., which were attached to the receiving end of the wire in the place of the violin. The paper drum gave to the musical sounds just that peculiar buzzing twang which is produced by boys playing a piece of thin paper over a hair comb and then blowing on it. What this will all lead to, or where it will all end, is one of the most extraordinary problems of the day.

The apparatus, by means of which this extraordinary feat in telegraphy is accomplished has been named by Mr. Gray the telephone, or, an instrument designed for the purpose of transmitting sound to a distance. It consists of three general parts; first, the transmitting instrument; second, the conducting wire, running to a distant point; and third, the apparatus for receiving the sound at that distant point. The transmitting apparatus consists of a key-board having a number of electro-magnets corresponding with the number of keys on the board, to which are attached vibrating tongues or reeds, tuned to a musical scale. Any one of these tongues can be separately set in motion by depressing the key corresponding to it. Thus a tune may be played by manipulating the keys in the same way as those of an ordinary piano or melodeon. The music, produced entirely by electricity, of these notes is so distinctly audible in the next room that, in spite of much talking, there is no difficulty in determining what tune the manipulator is playing. To this transmitting instrument the conducting wire is attached, the other end being attached to the receiving apparatus, which may be anything that is sonorous so long as it is in some degree a conductor of electricity. A violin with a thin strip of metal stretched between the strings at a point where the bridge of the instrument is ordinarily placed, will, on receiving the sound transmitted through the conducting wire from the piano, give out a tone very similar in quality to that of an ordinary violin. If then the metallic strip is electrically connected with a wire, say, 500 or 1,000 miles long, which has its distant end properly connected with the transmitting instrument, any one at the receiving end can distinctly hear, without the aid of electro-magnetism, the tune or air which is being played 500 or 1,000 miles away from him, if he properly manipulate the receiving apparatus. The length of the wire connecting the transmitting with the receiving apparatus may be one mile or 10,000 miles, provided that the insulation is sufficiently good to prevent the escape of the electric current before it reaches its destination. In fact, there seems to be no limit to the distance to which sound, of any desired pitch, may be thus conveyed with from two to five cells of battery, all the conditions being proper. The quality or timbre of the tones depends upon the character of the receiving apparatus, which may be a violin prepared as described above, a tin hoop, with foil paper heads stretched over it, after the fashion of a baby's rattle, a nickel five cent piece, an old oyster can, and a thousand other things. A sound, sufficiently loud to read Morse telegraphic characters, made by interrupting, with the common telegraphic key, one sustained note has been obtained, under favorable circumstances, at

Le compte rendu du New York Times paru le 10 juillet 1874 cite les paroles d'un responsable de la Western Union, Alfred Brown Chandler, spécialiste en électricité, qui voyait dans l'invention de Gray «la première étape vers l'élimination des instruments de manipulation...

D'ici quelque temps, les opérateurs transmettront sur les fils le son de leur propre voix et se parleront de se télégraphier. Chandler était assez capable de rêver pour imaginer qu'on pût un jour parler avec de l'électricité, mais c'était aussi un télégraphiste — ou un expert — traditionnel et, à ce titre, il estimait que seuls les télégraphistes auraient les qualités requises pour se parler par fil.

Cependant, l'article du "Times" fut violemment attaqué par l'une des revues professionnelles de la télégraphie, "le Telegrapher", qui réimprima à cette occasion l'un de ses articles paru cinq ans plus tôt (en 1869) décrivant ce qu'il appelait un «téléphone» d'invention allemande.

Selon cet article, le téléphone, dispositif permettant de transmettre la musique ou la parole, n'avait «aucune application pratique» et n'était qu'une «simple curiosité scientifique, certes très intéressante».

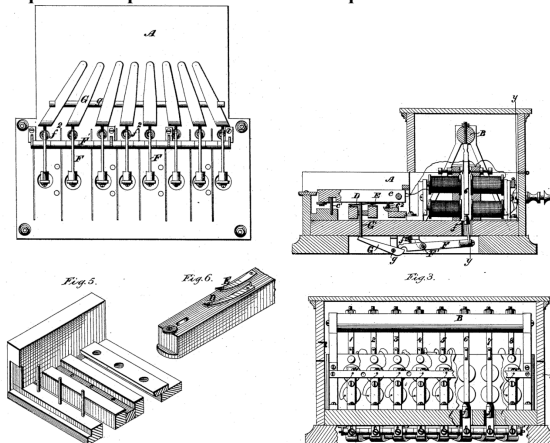
Les rédacteurs du Telegrapher demandaient à Chandler et au New York Times s'ils «avaient jamais entendu parler de la vieille plaisanterie autrefois très répandue dans le milieu télégraphique, disant qu'on avait essayé une fois de parler entre New York et Philadelphie, mais qu'on avait dû abandonner car l'haleine de l'opérateur de Philadelphie empestait le whisky !

Cette controverse affecta manifestement Gray, car il reçut peu après une lettre de réconfort d'un de ses conseillers en brevet, A.L. Hayes, autre expert en électricité.

Hayes avait été examinateur en chef chargé du matériel électrique à l'U.S. Patent Office, après avoir travaillé comme examinateur adjoint sous les ordres de Charles G. Page, éminent expérimentateur en électricité et contemporain de Joseph Henry.

Hayes assurait à Gray que son télégraphe musical était important et qu'il différerait de l'invention allemande, qui n'était qu'un «simple jouet demandant à être manipulé avec précaution».

Jusque-là le téléphone n'était donc encore qu'une «curiosité scientifique».



L'été suivant ces démonstrations, Gray développa son système de télégraphie musicale.

Il construisit un transmetteur en forme d'orgue équipé de huit touches dont chacune actionnait un transmetteur à un ton, l'ensemble étant accordé sur une octave musicale.

Pour améliorer la réception de sa musique, il conçut un nouveau récepteur à diaphragme qui donnait une meilleure projection du son que le précédent.

Il l'appela «récepteur à cuvette», car son diaphragme d'origine était une cuvette de métal. Gray fit des démonstrations de cet appareil en août et en septembre en Europe et l'essaya sur quelques-uns des câbles sous-marins anglais.

De retour aux Etats-Unis, Gray croyait fermement que son télégraphe musical pourrait déboucher sur un système de télégraphie multiplex.

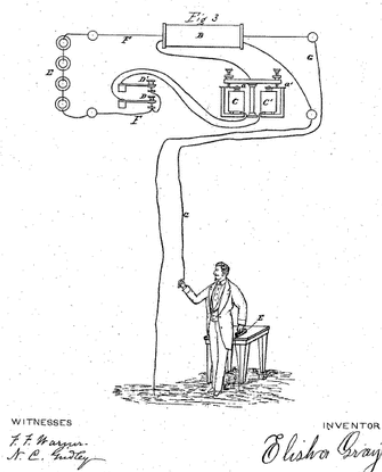
Son commanditaire S.S. White aussi : à l'automne 1874, il écrivit à Gray: « J'attends impatiemment que vous mettiez la main sur la Western Union.»

En 1874, Gray avait démontré, à partir de l'expérience de la baignoire, qu'un système de télégraphie multiplex utilisant les courants «vibratoires» était certainement utilisable.

THE RECEIVING END OF THE WIRE WITHOUT ANY MUSICAL sounding apparatus than that of a piece of common tissue paper.

side from the intense interest which this discovery will naturally excite in the scientific world—as to the causes which produce this extraordinary electro-physiological phenomenon, and the gratification it will afford to all lovers of the marvelous—it is evident that, although the practical uses to which it may be put cannot as yet be recited, quite enough has been demonstrated to show that, from its basis, a new system of telegraphy, both for aerial and submarine lines, of a simple, rapid, and economical character, can be introduced. Mr. Gray has applied for patents of his invention in this country and in all the countries of Europe.

E. GRAY.
Electric Telegraph for Transmitting Musical Tones.
No. 166,096. Patented July 27, 1875.



En ce qui concerne le téléphone, il avait mis au point des récepteurs capables de reproduire le langage articulé, mais il lui manquait un transmetteur. De plus, ses transmetteurs étaient adaptés à la télégraphie multiplex; pour compléter son système, il lui restait à mettre au point des récepteurs débrouillant les tons qui véhiculaient chaque message.

Face au choix crucial entre télégraphe et téléphone, il choisit le télégraphe car il était convaincu que c'était là que se trouvait l'argent. Pourtant il n'abandonna pas totalement l'idée d'un téléphone parlant.

Il était obsédé par un dispositif apparemment grossier qu'il appelait son transmetteur mécanique.

Le jour de l'an 1875, il expérimenta ce dispositif pour la première fois. Celui-ci se composait de deux interrupteurs actionnés par des cames montées sur un arbre : la pression entre les contacts des interrupteurs était assurée par des ressorts. Après avoir connecté l'un des interrupteurs à un circuit composé d'une pile et de son récepteur à cuvette, Gray pouvait produire un son musical dans le récepteur en tournant l'arbre à une vitesse suffisante pour ouvrir et fermer l'interrupteur à une fréquence acoustique : par exemple cinquante fois par seconde.

C'était du moins ce à quoi il s'attendait. Mais, lorsqu'il modifia la tension du ressort qui fermait l'interrupteur, il s'aperçut qu'on pouvait imiter différents sons [de voix] comprenant des voyelles. Ce résultat était extraordinaire.

Jusque-là, Gray concevait la transmission téléphonique comme un dispositif complexe incorporant «une série de points de transmission capables de réagir à tous les tons de la voix humaine».

A présent, il estimait que la transmission de la voix pourrait se faire au moyen d'un simple transmetteur.

Mais si l'idée du téléphone obsédait Gray, il ne se laissa pas entièrement accaparer et abandonna ses expériences sur le transmetteur mécanique pour revenir au télégraphe multiplex.

Toutefois, l'idée d'un transmetteur téléphonique simple restait ancrée dans son esprit.



Version à 1 octave



2 octaves

En 1875, Gray déposa de nombreuses demandes de brevets pour son système de télégraphie multiplex. Il mit au point des récepteurs qui débrouillaient les messages et commença même à appliquer ces méthodes au télégraphe imprimeur qui lui avait si bien réussi.

Mais, cette année-là, les demandes de Gray se heurtèrent à des problèmes d'empiétement sur d'autres brevets, dont l'un des déposants n'était autre qu'Alexander Graham Bell.

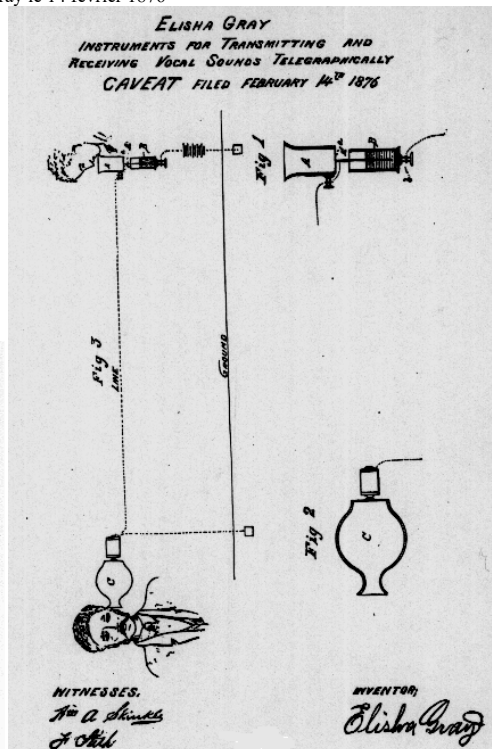
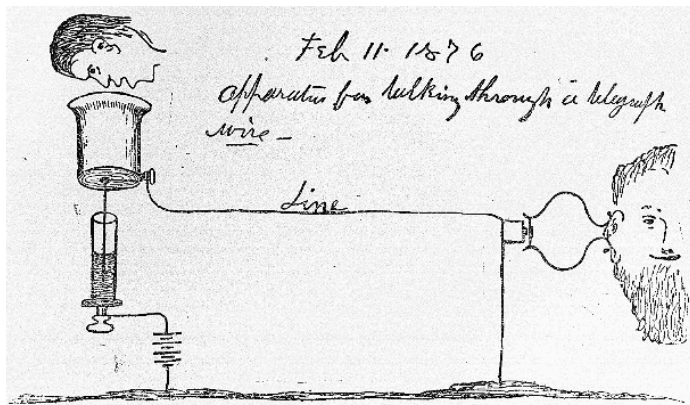
En effet, Bell travaillait lui aussi avec acharnement sur un système de télégraphie multiplex, pour les mêmes raisons que Gray : c'était là que se trouvait l'argent.

La controverse à propos du téléphone :

La controverse Gray et Bell sur l'invention du téléphone est née en 1876, se rapportant à la question de savoir si Elisha Gray et Alexander Graham Bell ont véritablement inventé le téléphone de manière indépendante et si Bell n'a pas usuré et repris l'invention de Gray pour son compte.

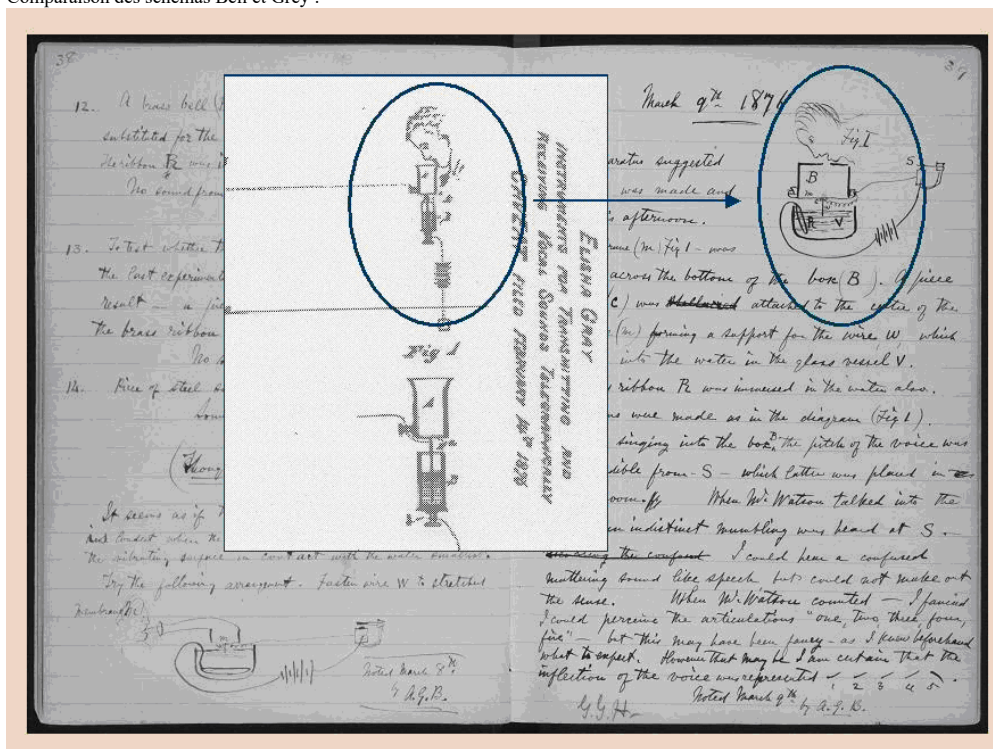
Ainsi, à l'été **1874**, Bell met finalement au point un dispositif de « télégraphie harmonique » appelée aussi « télégraphie acoustique » ("acoustic telegraphy" ou "harmonic telegraphy"), utilisant des lames vibrantes capables de transmettre des sons musicaux mais pas encore de paroles intelligibles. Bell en fait la démonstration en décembre de cette même année à Highland Park en Écosse.

1er schéma du téléphone d'après E. Gray du 11 février 1876, et le caveat déposé par E. Gray le 14 février 1876



Alexander Bell et Elisha Gray travaillaient tous deux sur la technique du télégraphe et du téléphone, recherchant, comme beaucoup d'autres dans la seconde moitié du XIXe siècle, à réduire son coût d'utilisation en s'appuyant sur l'acoustique, ou l'étude des sons.

Comparaison des schémas Bell et Grey :



Deux ans plus tard, le 11 février 1876, Gray inclut pourtant pour la première fois un schéma relatif à la première utilisation d'un téléphone (schéma à gauche) et trois jours plus tard, le 14 février 1876, l'avocat d'Elisha Gray dépose un « caveat » c'est-à-dire un avis d'intention de dépôt de brevet interdisant pour un an la reconnaissance de droits à toute autre personne pour la même invention, correspondant à un schéma similaire.

Le même jour pourtant 14 février 1876, les avocats de Bell déposent en mains propres à l'office américain des brevets une demande de brevet pour le télégraphe harmonique, comprenant également la transmission des sons vocaux.

Le 19 février, le bureau suspend alors la demande de ce dernier pour une durée de trois mois afin de laisser à Gray le temps de soumettre une demande de brevet complète pour son invention et entame la procédure dite « d'interférence » (Interference proceeding) visant à savoir qui de Gray ou Bell a été le premier à inventer le téléphone. À l'époque, l'office des brevets requerrait aux inventeurs la présentation d'un modèle de l'invention à breveter afin que la demande soit éventuellement acceptée.

La procédure d'acceptation qui prenait souvent plusieurs années impliquait ainsi de nombreuses procédures d'interférence qui se réglaient bien souvent en audiences publiques, bien que le Congrès ait pourtant supprimé cette obligation de présentation de modèles en 1870.

Les avocats de Bell ont ainsi plaidé contre cette obligation de fourniture d'un modèle à la suite de cette abrogation de la part des instances législatives du pays.

Bell se rend ensuite le 26 février à Washington D.C, et rien de nouveau n'est inscrit dans son répertoire jusqu'à son retour à Boston le 7 mars.

Son brevet est publié le même jour tandis que le 8, ce dernier fait état dans son répertoire d'une expérience dont le schéma se révèle hautement similaire à celui déposé par Gray.

Bell obtient finalement le modèle de son invention demandée par l'office des brevets [le 10 mars 1876](#), jour marquant la célèbre phrase « Mr. Watson, venez ici j'ai besoin de vous. » (“**Mr. Watson, come here, I want to see you.**”) considérée comme la toute première conversation téléphonique de l'histoire.

Dans une lettre du 2 mars 1877, Graham Bell avoue à Gray qu'il a eu connaissance que le caveat de Gray avait quelque chose à voir avec la vibration d'un fil dans l'eau entrainé donc en conflit avec son propre brevet.

À cette époque pourtant, l'interdiction de dépôt de Gray était encore confidentielle.

En 1879, Bell déclare sous serment qu'il s'est effectivement entretenu du brevet de Gray avec [Zenas Fisk Wilber](#), l'examineur qui en avait la charge.

Également lors d'une déclaration sous serment du 6 avril 1886, c'est finalement au tour de l'examineur Wilber d'avouer être alcoolique et devoir de l'argent à son ami Marcellus Bailey, également avocat d'Alexander Bell, venu le trouver après avoir prononcé la suspension de la demande de brevet de son client Bell. Il avoue avoir, en violation des règles de l'Office des brevets, avoir communiqué le caveat de Gray à Bailey, et fait croire à ses supérieurs que le brevet de Bell était arrivé le premier.

Il dit également, à propos du passage de Bell à Washington: « le professeur Bell est resté avec moi une heure quand je lui ai montré le dessin [le caveat] et lui ai expliqué les méthodes de Gray. »

Il termine en disant que le professeur est repassé pour lui donner son billet de 100 dollars. Wilber contredit pourtant ses propres aveux ; tout d'abord le 21 octobre 1885 où ce dernier prétend que la demande lui a été formulée par M. Swan, avocat de la Bell Telephone Company (Société Bell), lequel profitant de son état d'ébriété au moment pour le faire signer.

Tous ces témoignages contradictoires ont fini par discréditer Wilber. Son premier témoignage est publié dans le Washington Post le 22 mai 1886, suivi trois jours après d'une dénegation sous serment d'Alexander Graham Bell.

Théories contradictoires

Dans cette controverse, les défenseurs d'Alexander Bell s'appuient dans leurs convictions sur les nombreux procès pour lesquels les tribunaux ont finalement rendu des jugements en sa faveur et celle de sa compagnie (la Bell Telephone Company), tandis que ceux d'Elisha Gray mettent en avant le fait la première expérience réussie de Bell en matière de transmission de son dans l'eau a eu lieu le 10 mars 1876 en utilisant le même procédé que celui décrit par Gray dans son caveat, et pourtant non décrit dans le brevet de Bell.

Il existe également un troisième côté à la controverse, expliquée en détail dans le livre d'Edward Evenson *"The Telephone Patent Conspiracy of 1876"*, concluant que le détournement de l'invention de Gray sur la transmission des sons dans l'eau n'était imputable non pas à Bell lui-même, mais à ses avocats.

Premier arrivé à l'Office des brevets

Les avocats respectifs de Gray et Bell sont tous deux passés à l'Office américain des brevets le 14 février 1876 afin de déposer leur demande de brevets.

En vertu des lois sur les brevets en vigueur aux États-Unis, un brevet est considéré accordé au premier à inventer et non au premier à déposer (en).

Ainsi il n'est censé ne faire aucune différence pour le bureau de savoir qui des deux inventeurs est passé le premier déposer sa demande.

L'idée communément admise est que Bell s'est rendu à l'Office des brevets une à deux heures avant son rival Gray et que ce dernier perdit ainsi ses droits sur son invention.

Mais la version d'Evenson relatée dans son livre ne souscrit pas à cette vision de la chronologie des événements. D'après Gray, son caveat (intention de brevet interdisant à quiconque le droit de faire une demande pour la même invention) a été déposé quelques heures avant la demande de Bell, juste après l'ouverture matinale de l'office, mais n'a pas été inscrite au tableau avant la fin de la journée, ce qui fait qu'elle n'a pu être prise en charge par un examinateur que le lendemain du dépôt.

Tandis que les avocats de Bell, passés en fin de matinée, ont exigé que la demande soit inscrite au tableau et donc traitée immédiatement. Ainsi le fait que la demande de Gray ait été enregistrée après celle de Bell laisse à penser que ce dernier est ainsi passé avant son rival.

En ce qui concerne Bell, aucun témoignage n'a pu être fourni du fait qu'au moment du dépôt le 14 février, ce dernier n'était pas à Washington mais à Boston. Il n'a ainsi eu aucune connaissance des événements jusqu'à son retour plus de 10 jours plus tard le 26 février. Le 19 février,

Zenas Fisk Wilber, l'examineur des brevets de Bell et Gray, a constaté que celui de Bell reprenait la même fonction de résistance variable que celle du caveat de Gray, et tous deux décrivant leur invention comme « transmission des sons vocaux » (transmitting vocal sounds).

Wilber a ainsi suspendu la demande de Bell durant trois mois pour laisser à Gray la possibilité de déposer un brevet complet avec ses revendications. Si celles-ci s'élevaient être les mêmes que celles de Bell, l'examineur commencerait ainsi la procédure d'interférence afin de déterminer lequel des deux a été le premier à conceptualiser le principe de la résistance variable.

L'avocat d'Elisha Gray, William D. Baldwin, a par ailleurs été informé que la demande de Bell avait été notariée le 20 janvier 1876. Il conseilla donc à Gray d'abandonner le caveat et de ne finalement pas déposer de brevet définitif pour l'invention du téléphone.

Ainsi Bell a pu se voir accordé le brevet US 174 4657 pour le téléphone le 7 mars 1876.

Théories du complot

Plusieurs théories du complot ont aussi été présentées au cours de différents procès et appels, principalement entre 1878 et 1888, dans lesquelles la Bell Telephone Company (Société Bell) a tout d'abord poursuivi ses concurrents et quand, plus tard, lorsque Bell et ses avocats ont été accusés de fraude au brevet. Ces théories sont fondées sur des allégations de corruption de l'examineur des brevets, Zenas Fisk Wilber, profitant de sa faiblesse due à son alcoolisme.

Wilber a été accusé de révéler des informations secrètes à Alexander Graham Bell et à ses deux avocats, Anthony Pollok et Marcellus Bailey, concernant le caveat et les demandes de brevet d'Elisha Gray.

L'un des accusateurs à l'encontre des avocats de Bell fut l'avocat Lysander Hill, les accusant d'avoir reçu des informations secrètes de la part de Wilber, qui les aurait de plus autorisés à rajouter un paragraphe de sept phrases en rapport avec ces informations sur la demande de brevet de Bell, après que le caveat de Gray et la demande de Bell eurent été déposés à l'Office des brevets.

Pourtant la demande originale de Bell ne montre aucune trace d'altération et Wilber a par ailleurs déclaré avoir mené la procédure d'interférence sur ces sept phrases. À la constatation que ces phrases étaient très similaires, elle interrompt donc à la fois la demande de brevet de Bell et le caveat de Gray, ce qu'il n'aurait pas fait si les sept phrases n'avaient pas été dans la version originale du brevet de Bell enregistrée au 14 février 1876.

Aussi ces théories du complot furent-elles rejetées par les tribunaux.

Il s'agissait à vrai dire d'une des revendications de grande valeur du brevet US 174 465 de Bell: la revendication n°4, concernant le procédé de production d'un courant électrique variable dans un circuit à résistance variable. Or, cette fonctionnalité n'a pas été démontrée parmi les dessins brevetés de Bell, tandis qu'il l'a bel et bien été dans ceux de Gray contenus dans son caveat déposé le même jour.

Il s'agit de précisément de cette fonctionnalité de résistance variable décrite en sept phrases qui aurait été rajoutée à la demande de brevet de Bell. Bell témoigne à ce sujet avoir ajouté les sept phrases au dernier moment juste avant d'envoyer la demande à Washington.

La version modifiée de son texte lui aurait ensuite été expédiée par ses avocats le 18 janvier 1876.

Il l'aurait ensuite signée et notariée à Boston le 20 janvier. Mais cette version de Bell est là encore contestée par Evenson.

Selon l'auteur, ces sept phrases et la revendication n°4 auraient été ajoutées à l'insu de Bell lui-même, par ses avocats le 13 ou 14 février, juste avant que la demande ne soit transmise auprès de l'Office des brevets par l'un de ces derniers.

Théorie d'Evenson

Rôle des avocats

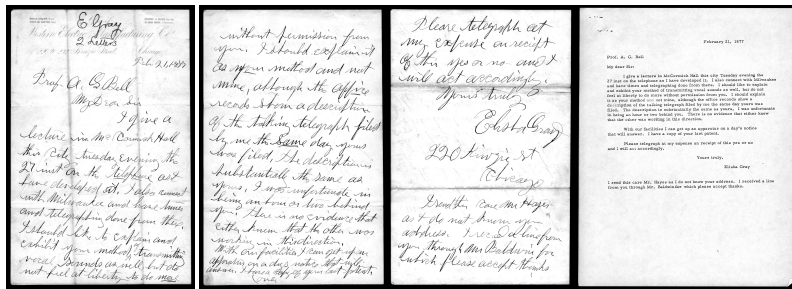
Dans son ouvrage, Evenson ne soutient pas que la fuite sur les idées d'Elisha Gray puisse être imputables à l'examineur Zenas Wilber.

Selon lui, celle-ci ne proviendrait même pas de l'office des brevets, mais directement du bureau de William Baldwin, son avocat, pouvant aussi bien s'agir d'un de ses collaborateurs que de Baldwin lui-même.

Cette ou ces personnes auraient ainsi communiqué l'idée de résistance variable à l'avocat de Graham Bell avant que Gray et lui-même ne déposent respectivement leur caveat et demande de brevet le 14 février 1876.

L'un des fondements de l'accusation portée par Evenson sur Baldwin comprend le fait que ce dernier ait conseillé à Gray d'abandonner son caveat et ne pas en faire une demande complète de brevet à la suite de la communication que Bell avait déjà légalisé son invention sur le téléphone dès le 20 janvier.

[Il lui a de plus conseillé d'écrire une lettre de félicitations à Bell](#) pour son invention ainsi que l'assurance qu'il ne ferait aucune revendication personnelle concernant cette invention.



(clic pour agrandir les photos)

Il est à noter également comme élément important selon Evenson, que Baldwin était dans le même temps salarié de la Bell Telephone Company. Gray ne communiqua à personne ses recherches sur la transmission des sons vocaux jusqu'au 11 février 1876, date à laquelle il demanda à son avocat de se charger de lui préparer un caveat à déposer. Ainsi Baldwin aurait communiqué aux avocats de Bell l'invention de Gray durant le week-end des 12 et 13 février. Ils se dépêchèrent donc d'aller déposer eux aussi la demande de Bell dès le lundi 14.

Différentes versions du brevet de Bell ont pu être publiées :

la version E : composée de 10 pages transmise par Bell à George Brown pour qu'il soit déposé en Angleterre

la version F : composée de 10 pages transmise par Bell à Pollok et Bailey ses avocats, début janvier 1876 la version X : le « texte juste » (fair copy) signé par Bell et notarié le 20 janvier 1876 (vraisemblablement 14 pages)

la version G : document final composé de 15 pages et déposé auprès de l'Office des brevets le 14 février 1876. Finalement, après de quelques modifications mineures, c'est cette version G qui a valu la délivrance du brevet le 7 mars 1876.

Les versions E et F sont quasiment identiques à l'exception de quelques modifications d'ordre mineur, plus les sept fameuses phrases sur la résistance variable apparaissant dans la marge de la version F, en sa page 6.

Toute la question a donc été de savoir quand l'insertion de ces phrases a été opérée. Pourtant Evenson fait valoir que ces sept phrases n'étaient dans aucune des deux versions, E ou F au moment où Bell les envoya toutes deux à ses avocats au début de l'année 1876.

Pollok réécrivit les revendications sur la page 10 de la version F et son assistant copia la version F dans une nouvelle version, la version X renvoyée à Bell par Pollok.

Signée et notariée le 20 en sa dernière page, la version X fut à nouveau renvoyée à Pollok, avec l'instruction de la conserver jusqu'à ce que Bell reçoive un message de George Brown.

La dernière page signée et notariée de la version X n'était probablement pas numérotée et les deux versions F et X notariée se sont donc retrouvées dans le bureau de Pollok.

Lundi 14 février 1876

Toujours selon Evenson, en tout début de cette journée de la Saint-Valentin, après avoir été informés de l'invention de Gray durant le week-end, Pollok et Bailey auraient donc inséré les sept phrases dans la version X, révisé les revendications (dans le cadre d'un brevet), fait quelques autres modifications de moindre importance et demandé à leur assistant de leur préparer une nouvelle version, la version G, de 14 pages n'incluant pas en page intermédiaire la page signée par Bell un mois plus tôt, préalablement retirée de la version X par les deux avocats pour la rattacher à la nouvelle version G en la numérotant du nombre 15, le tout étant finalement soumis à l'Office des brevets en fin de matinée.

Or, il s'est avéré que le numéro 15 inscrit sur la dernière page est deux fois plus grand que les numéros situés sur les pages 10 à 14.

De la même manière que la page 9 sur laquelle les sept phrases ont été rajoutées par les avocats a aussi son numéro 9 deux fois plus grand que ceux des pages 10 à 14.

Evenson n'a donc que très peu de doutes sur ce que Pollok a fait avec les pages de la version X, remplacées dans la version G définitive.

En poursuivant la logique des événements, il manquait donc toujours les sept phrases sur la version F.

Ce pourquoi quand Bell revint à Washington le 26 février 1876, Pollok les lui fit rajouter de sa main dans cette version avec toutes les autres petites modifications, ce comment Bell pourra par la suite affirmer avoir rajouté ces phrases avant le 18 janvier 1876, « presque au dernier moment » avant de les envoyer à ses avocats.

([Consulter la controverse Bell Gray](#))

CONCLUSION.

Il semble que Gray ait été très près d'inventer le téléphone en deux occasions au moins avant de déposer sa demande de brevet provisoire le 14 février 1876.

Mais il ne prit pas la peine de développer ses idées sur la transmission électrique de la parole car il estimait qu'aucun marché n'existait pour un tel système.

C'est seulement lorsque Alexander Bell fit la démonstration de son téléphone et prouva sa « praticabilité » que Gray vit un avenir dans la transmission de la voix.

Cette erreur de jugement est le résultat de divers facteurs : la grande expérience de Gray en télégraphie, sa sensibilité aux problèmes qui entravaient le développement du télégraphe, ses liens avec les leaders de l'industrie télégraphique et le respect qu'il leur portait, les pressions de son commanditaire, ses relations personnelles étroites avec ses associés et sa confiance dans la compétence de ses conseillers en brevet.

Tous ces éléments firent que **Gray attendit juillet 1876 pour mettre au point un modèle de téléphone**, alors qu'il savait depuis déjà deux ans que ce dispositif était réalisable.

En résumé, Gray était un expert, membre de la communauté des experts, et ce sont ces lettres de créance qui, paradoxalement, le désavantagèrent. Bell, lui, n'avait pas toutes ces relations ni ces lettres de créance. Simple professeur d'élocution, il se sentait défavorisé par son manque d'expérience en télégraphie.

Cette ignorance, qu'il reconnaissait lui-même, lui permit de ne pas se laisser entraver par les préjugés des experts.

La question de savoir qui a véritablement inventé l'appareil reste controversée, et à ce jour, il est impossible de déterminer avec certitude les détails des événements du 14 février 1876, date à laquelle les deux hommes ont déposé leurs demandes de brevet.

De nombreux procès ont eu lieu à ce sujet, et Bell les a tous remportés. (À un moment donné, Gray a félicité Bell pour l'invention elle-même, ce qui a conduit certains à conclure que Bell était l'inventeur du téléphone.) Ce jour de février, Bell a déposé un brevet intitulé « Améliorations apportées à la télégraphie », tandis que Gray a déposé un brevet abrégé pour un dispositif « de transmission télégraphique des sons vocaux ». Au cours des discussions, des débats et des batailles juridiques qui ont suivi, on a rarement fait la distinction entre les deux inventions.

Contrairement à un brevet, qui comprenait des dessins, une description et des revendications, un avertissement (caveat) ne comportait que des dessins et une description. Son dépôt était beaucoup moins coûteux et indiquait essentiellement que le déposant avait inventé un dispositif particulier. Si, ultérieurement, une invention similaire apparaissait, le déposant disposait de trois mois pour entreprendre des démarches. À ce moment-là, les dates effectives d'invention et de mise en œuvre pouvaient être comparées. Le brevet et l'avertissement ayant sensiblement le même objectif, la question soulevée dans le litige Bell-Gray était de savoir qui avait déposé la demande en premier.

Le paiement des frais de dépôt de l'opposition de Gray a été enregistré sur le registre de caisse plusieurs heures après celui de Bell ; ce qui, de manière assez logique, suggérerait que Bell avait déposé la demande en premier. Cependant, certains indices laissent penser que les différents dépôts de ce jour-là avaient été placés dans la boîte aux lettres par ordre d'arrivée et que l'enregistrement des opérations avait eu lieu plusieurs heures plus tard. Si tel était le cas, la demande de Gray se trouvait en bas de la boîte aux lettres (premier arrivé, dernier servi), ce qui signifierait que Gray a précédé Bell. De plus, Gray a tardé à entreprendre toute action pour contester le brevet de Bell. Ceci était probablement dû à l'opposition du Dr Samuel S. White, son mécène, à tout travail sur le téléphone. Fin 1877, Gray a déposé une demande de brevet pour la même invention. Cette action l'a placé en situation d'interférence avec le brevet de Bell. L'examineur de brevets a estimé que « bien que Gray ait sans aucun doute été le premier à concevoir et à divulguer l'invention [à résistance variable], comme dans son avertissement du 14 février 1876, son omission de prendre toute mesure équivalant à un achèvement jusqu'à ce que d'autres aient démontré l'utilité de l'invention le prive du droit de la voir prise en considération. »

Les travaux de Gray sur le téléphone, bien que de loin son œuvre la plus intéressante, ne furent pas son seul accomplissement. Il obtint plus de soixante-dix brevets, la plupart concernant la télégraphie. Sa première invention fut un relais télégraphique autoréglable, un dispositif compensant les caractéristiques électriques des différentes lignes de transmission. Il obtint un brevet pour ce dispositif en 1867, neuf ans avant la controverse des brevets du téléphone. Une invention particulièrement remarquable fut le « télégraph », un appareil qui s'avéra être l'ancêtre du télécopieur. Il était conçu pour transmettre à distance l'écriture manuscrite par le biais des systèmes télégraphiques. Plusieurs brevets relatifs à cette invention furent accordés à Gray. Ses travaux aboutirent à la création de la Gray National Telautograph Company en 1888 ; la société poursuivait ses activités sous le nom de Telautograph Corporation jusqu'en 1994, date à laquelle elle fusionna avec une entreprise fabriquant des télécopieurs. Une autre invention encore fut un système de télévision primitif appelé « téléphote ». Il utilisait un ensemble de cellules au sélénium focalisées sur une image. Les signaux provenant de ces cellules

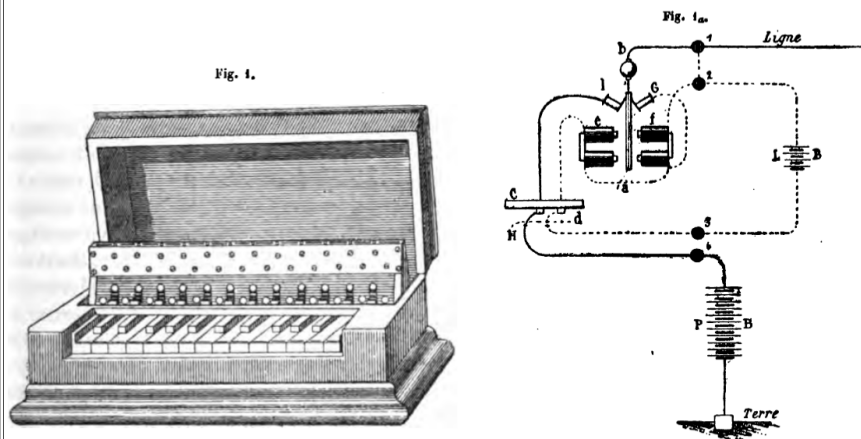
seraient transmis à une station distante par des câbles séparés, et à la réception, les signaux ouvriraient ou fermeraient un obturateur pour recréer l'image

Il convient également de souligner l'implication de Gray dans le monde des affaires. Pendant plusieurs années, Gray avait utilisé un petit atelier à Cleveland pour se procurer des pièces et des maquettes pour ses nombreuses expériences. Tellement impressionné par la qualité du travail de cet atelier, il racheta l'entreprise avec son associé Enos Barton et la rebaptisa Gray and Barton. Une grande partie de la production était destinée à Western Union , qui avait investi dans l'entreprise de fabrication en 1872. La société de Gray et Barton se réorganisa alors sous le nom de Western Electric Manufacturing Company. En 1881, Western Electric rejoignit le Bell System (nommé en l'honneur de l'inventeur susmentionné) après que Bell eut acquis une participation majoritaire dans son capital, et en 1882, Western Electric devint le fabricant exclusif d'équipements téléphoniques pour Bell aux États-Unis. Ainsi, Elisha Gray devint l'un des fondateurs de l'usine de fabrication du Bell System : Western Electric.

En 1899, Gray s'installa à Boston et mourut d'une crise cardiaque le 21 janvier 1901 à Newtonville, dans le Massachusetts. Il est enterré au cimetière Rosehill de Chicago.

En complément, ci dessous en France c'est seulement en octobre 1877 que les 'ANNALES TÉLÉGRAPHIQUES' révèle les travaux de Gray en 1874 sur la télégraphie multiple.

ANNALES TÉLÉGRAPHIQUES <i>Année 1877 Mars Avril</i> TRANSMISSION DES SONS MUSICAUX PAR L'ÉLECTRICITÉ. (Extraits du Telegrapher, 7 et 21 octobre 1876) ARTICLE 1. Principes généraux. Quoique dans ces derniers temps on ait beaucoup parlé et écrit sur la transmission du son par l'électricité et sur son application à la télégraphie, il reste néanmoins encore bien des choses intéressantes à dire sur ce sujet. Nous nous proposons, dans le présent article, de jeter un rapide coup d'œil sur les principes généraux de la matière, puis, dans un prochain article, nous exposerons leur application à la transmission de la pensée entre deux points éloignés. Comme la transmission électrique du son doit vraisemblablement jouer un rôle important dans le télégraphe de l'avenir, il sera intéressant et très-utile, pour des télégraphistes surtout, de connaître les principes de cette transmission. Dès 1837, Page découvrait que l'aimantation et la dés aimantation du fer doux étaient accompagnées d'un son. Vers la même époque, le professeur Henry étudiait les effets acoustiques d'un courant galvanique sur un électro-aimant, et démontrait qu'ils étaient dus à l'allonge ment et à la contraction du fer, et non, comme on l'avait supposé d'abord, à l'attraction exercée par l'une des branches de l'aimant en fer à cheval-sur l'autre. Il le prouvait en obtenant avec un aimant droit le même effet qu'avec l'aimant en fer à cheval. Cette découverte stimula les recherches des savants d'Europe pendant quelques années, mais sans amener beaucoup de progrès dans la science de la téléphonie. L'appareil de Wertheim, pour la production d'un simple son dans une tige de fer au moyen d'un rhéotome automatique (<i>coupe-courant</i>) , et celui de Reis, transmettant des sons de hauteurs différentes au moyen d'un diaphragme mis en vibration par la voix, constituent peut être, jusqu'à ces dernières années, les plus grands progrès faits dans les recherches d'un appareil de ce genre. Ces appareils n'étaient guère que de simples curiosités scientifiques. Nul essai, du moins nul essai heureux, ne fut tenté pour l'application de cette découverte à un art utile ou à l'industrie. Il fallait, en effet, pour réaliser cette application, des études, des découvertes nouvelles. Dans ces dernières années, ces recherches ont été reprises, et, comme la première fois, c'est dans notre pays d'Amérique qu'on a commencé. Ainsi que nous venons de le constater, avant qu'on pût faire de ce principe de la transmission du son une application économique et pratique à des usages télégraphiques, beaucoup de choses restaient à découvrir, à inventer, non-seulement au point de vue des détails d'appareils et des moyens de relier les instruments à la ligne et aux piles, mais encore dans la recherche d'autres principes fondamentaux. Tout cela était indispensable pour arriver au rendement actuel du système, qui permet la transmission simultanée de huit messages par nn seul fil. Ce résultat a été obtenu par Elisha Gray, de Chicago, électricien d'une expérience consommée, et comme inventeur et comme constructeur d'appareils élegtriques et télégraphiques. Propagation d'une onde sonore. Tout le monde a observé les cercles de diamètres croissants, produit à la surface d'une eau calme par la chute d'une petite pierre. Supposons dans l'air une sphère se dilatant uniformément dans toutes les directions autour de son centre avec une vitesse de 1.100 pieds par seconde : c'est l'image de la propagation dans l'air d'une simple onde ou impulsion sonore. L'onde est engendrée par une force exercée au point de départ, une explosion, par exemple. Le centre chauffé se dilate énergiquement dans tous les sens, il presse la première couche ou enveloppe de particules d'air contre la seconde; à son tour, celle-ci communique son choc à la troisième, et ainsi de suite indéfiniment. Lorsque l'enveloppe des particules voisines de la membrane qui forme le tympan de l'oreille est atteinte, elle vibre par l'effet du choc et transmet au cerveau la sensation du son. L'onde aérienne et l'onde électrique offrent des analogies sous certains rapports, et sous d'autres rapports elles diffèrent beaucoup l'une de l'autre. Comme nous l'avons remarqué plus haut, le fer s'allonge quand on l'aimante et se raccourcit quand on le désaimante, Si une tige de fer, entourée d'une hélice, est montée sur une table d'harmonie, puis aimantée par la fermeture du circuit d'une pile à travers l'hélice, on entendra un son distinct. Ce son est occasionné par le changement subit dans la longueur du fer, qui communique ainsi une impulsion à la table d'harmonie, et celle-ci, à cause de sa large surface, est capable de communiquer son mouvement à l'air, lequel conduit le son à l'oreille, comme nous l'avons décrit plus haut. Supposons un électro-aimant ordinaire monté sur une caisse sonore et mis dans un circuit télégraphique, à New-York, par exemple, tandis qu'à l'autre bout de la ligne, à Boston, par exemple, est installée une pile avec une clef ordinaire de manipulation. Si l'on ferme le circuit en abaissant la clef brusquement, on entendra un son à New-York; si on la relève brusquement, on ouvre le circuit et l'on entend un autre son; le premier était dû à la dilatation, le second à la contraction des noyaux de fer doux. Il faut remarquer que, dans ce cas, le son n'est point transmis mécaniquement à travers le fil, mais qu'un mouvement mécanique à la station de départ à envoyé une impulsion électrique par le fil, laquelle a été transformée en un mouvement mécanique correspondant à la station de réception, et a produit son impression sur l'oreille à la façon ordinaire. Un bruit devient musical lorsqu'il est uniformément répété un nombre de fois défini par seconde; ce nombre ne peut pas être moindre de seize, mais peut atteindre plusieurs mille. La hauteur d'un son musical est déterminée par le nombre des vibrations ou celui des répétitions périodiques par seconde d'une certaine onde sonore ; plus le nombre est grand, plus le son est élevé. Cela pose, on comprend aisément que si l'opérateur à Boston ferme et ouvre sa clef avec une uniformité et une périodicité suffisantes, par exemple à raison de cent fermetures par seconde, un son musical sera entendu à New-York, son qui proviendra de l'électro-aimant monté sur la table d'harmonie. Dès le commencement de 1874, M.Gray construisit toute une série de transmetteurs pour envoyer des sons de différentes hauteurs.



Un de ces instruments avait la forme d'un clavier ordinaire à touches, et la fig.1 en donne une perspective et la fig.1a, en représente une coupe détachée.

Voici la description de M. Gray lui-même :

" Chaque clef ou touche a une languette en acier ou électrotome (*qui désigne un bistouri électrique utilisé en chirurgie*) réglée de telle sorte que ses vibrations correspondent à la position de la touche dans l'échelle musicale. On comprendra mieux le jeu d'une touche et de l'électrotome correspondant en se reportant à la coupe que l'on voit dans la fig. 1a

" a est une languette en acier, réglée de façon à produire un nombre de vibrations correspondant à sa position dans l'échelle. Une de ses extrémités est fixée rigidement au point b, tandis que l'autre reste libre et est actionnée par une pile locale.

Les électro-aimants e et f sont disposés dans le même circuit local, l'aimant ayant une résistance d'environ 80 ohms et l'aimant e une résistance d'environ 4 ohms.

Lorsque la languette a n'est pas en vibration, le butoir G est en contact électrique avec elle, ce qui établit une dérivation en court circuit autour de l'aimant f.

Par le fait, la totalité du courant local traverse l'aimant e à l'instant même de la fermeture de la clef C.

On sait que lorsque deux électro-aimants sont placés dans le même circuit; celui dont la résistance est la plus grande (toutes choses d'ailleurs égales) développe le magnétisme le plus fort, et que si l'électro-aimant de la résistance la plus grande est retiré du circuit, la force de l'autre est augmentée.

Quand la clef G, par son abaissement, ferme le circuit local en d, le fonctionnement de la languette est le suivant : tout le courant de la pile L traverse l'aimant e, lequel attire la languette avec une force de A par exemple.

Lorsque la languette s'est approchée de l assez pour quitter le butoir G, le circuit de dérivation est interrompu et le courant passe à travers les deux électro-aimants.

Immédiatement la puissance de f s'élève de 0 à 5, et celle de e tombe de 4 à 1, et la languette est attirée vers f avec une force effective de 4, jusqu'à ce que le contact avec le butoir G soit de nouveau établi. L'opération est répétée à une vitesse déterminée par la dimension et la longueur de la languette et qui correspond au son fondamental de la note représentée.

Les nombres indiqués donnent une idée approchée de ce qui se passe. En réalité les proportions des électro-aimants, quant à leurs dimensions et à leur résistance, sont déterminées expérimentalement avec une pile de grandeur donnée de façon que la languette soit attirée avec la même force dans les deux sens.

Il faut remarquer qu'avec cette disposition le centre de vibration coïncide avec le centre de la languette quand elle est au repos, de telle sorte que la hauteur du son n'est pas altérée par les variations ordinaires de pile, ce qui aurait lieu si un seul aimant était employé ou si l'impulsion n'était pas égale dans les deux sens.

Une seconde pile, que nous appellerons la pile principale, est installée de la manière suivante : l'un des pôles est relié à la terre; l'autre à l'instrument, et le courant, entrant par la vis d'attache 4 (fig.1a), arrive au contact H de la clef C; de là au butoir I, qui établit le contact avec la languette a ; de là à la vis d'attache 1, et enfin à la ligne,

On voit que si la clef est au repos, les piles sont ouvertes aux contacts d et H.

Toutes les clefs de l'instrument, que celui-ci soit à une ou plusieurs octaves, ont des languettes correspondantes et des électro-aimants qui les actionnent.

Ces languettes ne diffèrent que par leur tonalité; mais il n'y a qu'une seule pile principale et une seule pile locale.

Leurs communications avec chaque clef forment des circuits dérivés qui s'embranchent sur les vis d'attache, comme on le voit sur la fig.1.

Mais comme toutes ces dérivations sont ouvertes aux contacts de chaque clef, aucune des piles n'est fermée tant qu'une clef n'est pas abaissée.

Maintenant, si les clefs sont manipulées, une note peut être produite et entendue de l'opérateur.

Lorsqu'une clef est abaissée, la pile locale met en vibration la languette qui correspond à cette clef, et la languette donne sa note fondamentale selon les lois de l'acoustique.

Jusqu'ici l'instrument est un organe électrique, la force motrice étant l'électricité au lieu de l'air. La pile principale n'a encore joué aucun rôle.

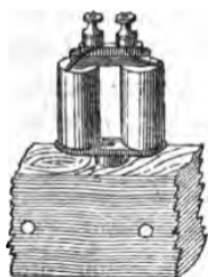
Mais si le circuit principal est fermé en mettant l'autre bout de la ligne à la terre, et que le butoir I soit réglé convenablement, c'est à-dire de façon à établir et à interrompre le contact avec la languette à chaque vibration, une série d'impulsions électriques ou d'ondes est envoyée sur la ligne; le nombre de ces ondes, par seconde, correspondra avec le son fondamental de la languette.

La hauteur d'un son musical quelconque étant déterminée par le nombre de vibrations par seconde que produit le corps qui émet le son, il est évident que si ces ondes électriques peuvent être transformées en vibrations perceptibles à l'audition à l'autre extrémité de la ligne, que cette extrémité soit à 1 ou 500 milles de distance de l'opérateur, la note produite aura la même hauteur que celle de la languette d'émission.

Un moyen de convertir ces ondes électriques en sons perceptibles à l'audition à l'extrémité de réception a été décrit : c'est l'emploi d'un électro-aimant monté.

Lorsque cet électro-aimant est convenablement monté de manière à produire le meilleur effet acoustique, le son est très clair, pourvu que la ligne ne soit pas trop longue ou que la pile ne soit pas trop faible. La fig.2 fait voir l'un des récepteurs musicaux de M. Gray.

Fig. 2.



C'est une caisse en bois, munie de trous pour les effets d'acoustique, et sur laquelle est monté un électro-aimant ordinaire, avec une lourde armature près de ses pôles; le tout est vissé solidement sur la caisse. Un autre récepteur musical de M.Gray, dont nous ne reproduisons pas le dessin, consiste en une série de caisses en bois ouvertes à l'une de leurs extrémités : une pour chaque électrotome de l'instrument transmetteur.

Ces caisses sont de dimensions variables et accordées de manière à correspondre au clavier de l'organe transmetteur. Elles sont rangées les unes à côté des autres, à un pouce environ de distance, et sont solidement fixées à une barre en bois qui les traverse toutes.

Sur cette barre est monté un électro-aimant semblable à celui que l'on voit dans la fig.2.

Cet arrangement conserve toutes les qualités sonores de la caisse, fig.2, combinées avec le renforcement de chaque note par résonnance, ce qui donne au son plus de clarté.

Il existe plusieurs modes de réception des sons musicaux, mais le plus curieux peut être est celui dans lequel le tissu animal joue le rôle principal. Si l'opérateur est lui-même à l'extrémité de réception du circuit, à travers lequel un son est envoyé, et si avec la main il frotte une plaque métallique faisant partie du circuit, le son émis à l'autre extrémité de la ligne est reproduit sur la plaque.

Ce phénomène a été observé par M. Gray sur la doublure en zinc d'une baignoire. Il le décrit ainsi : " Mon neveu jouait avec une petite bobine d'induction, et, suivant son expression " donnait des commotions " pour amuser des petits enfants.

Il avait relié l'une des extrémités de la bobine secondaire à la doublure en zinc d'une baignoire, sèche à ce moment là, tenant de la main gauche l'autre extrémité de la bobine, il toucha de la main droite le zinc. En établissant ainsi le contact, la main glissait un peu le long de la paroi. À ce moment j'entendis un son sortant de dessous sa main au point de contact.

Ce son me parut être de la même hauteur et de même qualité que celui de l'électrotome vibrant de l'appareil que j'entendais également.

Immédiatement je pris l'électrode dans ma main et, répétant l'opération, je trouvai, à ma grande surprise, qu'en frottant dur et vite, je produisais un son plus clair que ce l'électrotome.

Je changeai alors la hauteur de la vibration en augmentant la rapidité, et je trouvai que la hauteur du son sous ma main avait en même temps changé et restait d'accord avec celle de la vibration.

Je mouillai alors ma main et continuai le frottement, mais je n'obtins aucun son tant que ma main resta humide. Aussitôt que les parties en contact furent redevenues sèches, le son apparut de nouveau.

Poursuivant cette idée, suggérée par l'expérience de la baignoire, je construisis divers appareils avec des plaques métalliques, pour la réception d'un son au moyen du frottement de la main.

Un moyen commode d'obtenir ce résultat est indiqué dans la fig. 3.

Fig. 3.



L'instrument est composé d'un support métallique d'un poids suffisant pour le maintenir fixe pendant la manipulation. Sur le support est monté un arbre horizontal reposant sur des coussinets.

L'une des extrémités de l'arbre porte une manivelle-dont la poignée est faite d'une substance isolante.

Sur l'autre extrémité est centrée une caisse en bois mince, sonore et de forme cylindrique, dont la surface est revêtue d'une coiffe en métal mince, à laquelle on donne une forme convexe pour plus de solidité. Cette caisse a une ouverture au centre pour augmenter ses qualités sonores. La coiffe de métal est en communication électrique avec le support métallique, au moyen d'un fil.

Si l'opérateur relie la coiffe à la terre par l'intermédiaire du support et, saisissant d'une main l'extrémité de la ligne, presse les doigts contre la coiffe qu'il fait tourner de l'autre main au moyen de la manivelle, le son émis à l'autre extrémité de la ligne est entendu distinctement, et peut l'être dans toute une salle très-grande. Si les conditions sont bien remplies, plus la plaque est tournée rapidement, plus les sons musicaux sont clairs; et plus le mouvement est lent, plus le son est doux. Lorsque le mouvement s'arrête, le son cesse complètement. J'ai trouvé qu'il faut une tension considérable, au moins celle d'une pile de 50 éléments, pour obtenir des résultats satisfaisants.

On a facilement le degré voulu de tension en faisant passer le courant de la ligne par le circuit primaire (adapté au circuit dont on se sert) d'une bobine d'induction et en reliant le récepteur au circuit secondaire. J'ai remarqué qu'en faisant tourner la plaque avec mon doigt au contact, le frottement était plus grand lorsqu'une note était émise. Je reliai alors une petite bobine Ruhmkorff à une pile, en intercalant une clef télégraphique ordinaire dans le circuit primaire, à la place de l'interrupteur automatique ordinaire de la bobine. Je reliai également l'une des extrémités de la bobine secondaire à la plaque métallique, et tenant l'autre extrémité dans la main, je frottai la plaque vivement, pendant que mon aide faisait lentement des points avec la clef.

Je notai alors à chaque établissement du circuit un léger son, à chaque interruption un son beaucoup plus fort, tenant à ce que l'onde finale secondaire était plus forte que l'initiale.

Je tins alors ma main immobile, et bien que pouvant sentir le choc aussi distinctement qu'auparavant, je ne perçus plus aucun son, ce qui prouve que le mouvement était une condition nécessaire à sa production. La sensation, lorsque le son était produit, était comme si mes doigts adhéraient subitement à la plaque, puis s'éloignaient subitement, produisant un son.

Une expérience fut faite ensuite avec une pile de gravité de cent éléments.

Je reliai l'un des pôles à la plaque, et tins l'autre dans la main, en pressant le doigt contre la plaque, que je tournais comme plus haut. J'intercalai une feuille mince de papier entre mes doigts et la plaque, pour empêcher que la secousse du courant ne devint trop pénible, et mon aide fit des points avec une clef dans le circuit. Je pus ainsi vérifier l'effet d'une émission de longue durée.

Lorsque la clef était fermée, il y avait une augmentation sensible du frottement, de sorte que mon doigt prenait une position plus avancée sur la plaque, et y demeurait aussi longtemps que le circuit restait fermé. Dès que la clef était ouverte, mon doigt reculait subitement sur la plaque, faisant le même bruit que j'avais déjà entendu.

Cette expérience fut répétée si souvent qu'il ne pouvait plus rester de doute sur l'effet produit.

Des résultats qui précèdent, je conclus que les conditions suivantes sont nécessaires pour la reproduction des sons musicaux à travers le milieu qui constitue le tissu animal, au moyen d'ondes électriques transmises par un fil télégraphique

« 1° Les impulsions électriques doivent avoir une tension considérable pour rendre l'effet perceptible à l'oreille.

« 2° La substance employée pour frotter la plaque de réception doit être douce et flexible, et doit être conductrice jusqu'au point du contact; là, il faut interposer une résistance très-mince, ni trop grande, ni trop petite.

« 3° La plaque et la main, ou un autre tissu, ne doivent pas seulement être en contact; il faut un contact de frottement ou de glissement.

« 4° Les parties en contact doivent avoir une tension considérable, afin de conserver le degré voulu de résistance. »

Dans cet article, nous nous sommes bornés à la transmission de simples sons ou mélodies. Dans un second article, nous parlerons de la transmission de sons composés, harmoniques ou discordants, de leur analyse au point de réception, de l'application de ce principe à la télégraphie multiple, application qui promet de prendre une grande place dans la télégraphie de l'avenir,

Article 2. — Application à la télégraphie.

Dans le premier article, nous avons exposé quelques-uns des principes généraux de la transmission des sons musicaux par l'électricité, en ce qui concerne les simples sons.

Dans le présent article, nous allons considérer premièrement, la transmission des sons composés; et deuxièmement, l'analyse de ces sons, et l'application à la télégraphie multiple.

Nous avons vu (fig. 1) que le clavier de l'instrument comporte une série de clefs reliées à une série de languettes vibrantes ou électrotomes, accordées suivant l'échelle musicale.

Si les piles sont convenablement reliées à l'instrument, et si l'un des récepteurs sonores décrits dans le même article est placé sur la ligne, on obtiendra non-seulement la reproduction du son émis par une clef isolée, mais la reproduction simultanée des sons émis par toute une série de clefs pourvu que l'opérateur agisse sur toutes en même temps, que le résultat de la combinaison soit un accord ou une discordance. Si toutes les clefs correspondant à une octave sont abaissées simultanément, le résultat sera un ensemble de sons confus, sans aucun son défini. Cet effet sera fidèlement reproduit sur le récepteur commun, représenté dans la fig.2.

Ce récepteur a de particulier qu'il peut reproduire une note aussi bien qu'une autre, et qu'il ne peut faire qu'une note prédomine sur une autre. Comment démêler cet ensemble confus de sons, et produire un son déterminé correspondant à une clef déterminée; répondre, et répondre uniquement à un instrument particulier ?

Cette explication fera l'objet principal de notre présent article.

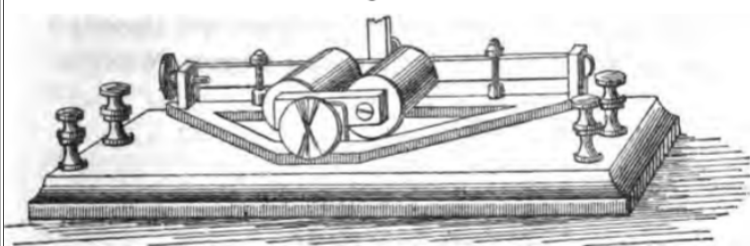
Si nous abaissions simultanément une série de touches de piano, l'oreille appréciera l'ensemble de l'effet et non pas une série de sons simples.

Il est vrai qu'une oreille exercée pourrait distinguer les sons simples, mais, tel n'est pas ordinairement le cas. Si, néanmoins, nous approchons de l'oreille un résonateur, tel que celui qu'Helmholz a imaginé pour analyser les sons musicaux transmis par l'air, le son correspondant en hauteur à celui du résonateur sera renforcé de telle sorte qu'on l'entendra très distinctement au-dessus des autres.

Le résonateur repose sur le principe qu'un volume d'air contenu dans un vase ouvert, une bouteille, par exemple, émet une certaine note, quand il est mis en vibration. La hauteur de cette note dépend de la dimension du vase et de celle de l'ouverture découverte. La forme employée par Helmholtz était celle d'un globe, avec une ouverture large sur un côté et petite sur l'autre; c'est celle-ci que l'on approche de l'oreille. Comme nous l'avons déjà dit, si l'un de ces résonateurs est placé près de l'oreille, et s'il y a dans l'air ambiant une série de sons musicaux, et si l'un de ces sons est d'accord avec la note fondamentale du globe, ce son sera renforcé et distinctement perçu parmi tous les autres.

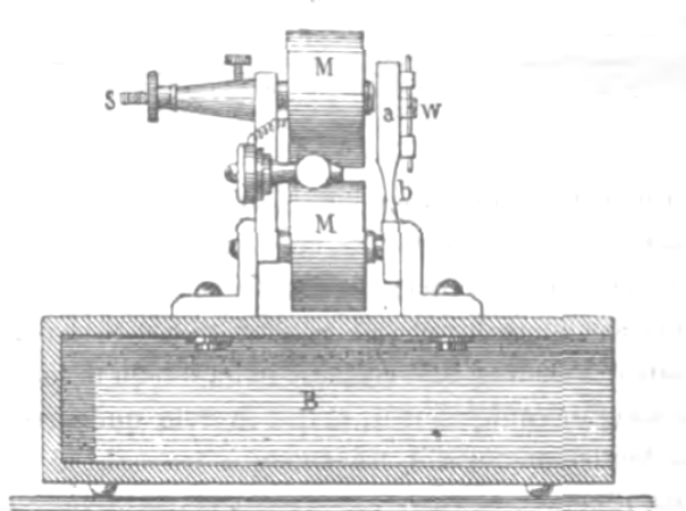
Avec une série de ces globes, des sons composés peuvent être analysés et leurs éléments simples peuvent être déterminés avec une exactitude parfaite. Nous avons fait voir comment une série de sons peut être transmise par un fil télégraphique, et reproduite dans son ensemble. Sous cette forme, la transmission d'une série de sons ne peut pas avoir d'application télégraphique. Mais si l'on place dans le circuit de la ligne une série de récepteurs en nombre égal à celui des sons simultanément transmis, et si chaque récepteur est apte à reproduire une note spéciale en éliminant les autres, le problème est résolu. Ce résultat, M. Gray l'a réalisé de diverses manières. Nous mentionnerons les plus remarquables. La première est celle de la fig. 4.

Fig. 4.



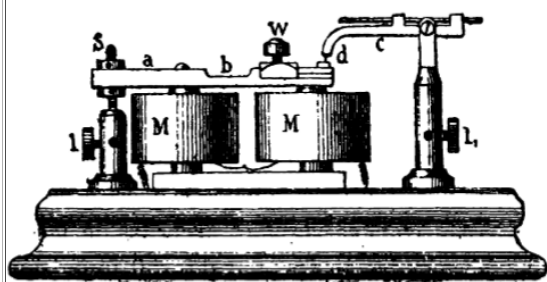
Nous donnons la description que M. Gray en fait lui-même : " La fig. 4 est la perspective d'un instrument de réception, appelé analyseur. La construction de l'instrument est très-simple. Il se compose d'un électro-aimant, adapté à la résistance du circuit dans lequel il doit être employé, et d'un ruban d'acier placé en face de cet aimant dans un châssis métallique solide. Ce ruban est muni, à l'une de ses extrémités, d'une vis, pour le réglage de l'accord, qui permet de donner au ruban une-tension convenable. La longueur et les autres dimensions du ruban dépendent de la note qu'il doit fournir. Si celle-ci est élevée, le ruban est raccourci et aminci; si c'est une note basse, on augmente son épaisseur et sa longueur. Si ce ruban est réglé de façon à donner une certaine note, lorsqu'il est mis en vibration mécaniquement, et que la note qui correspond à sa fondamentale soit transmise à travers l'aimant, le ruban répondra et vibrera à l'unisson de la note transmise. Mais si la note transmise diffère absolument de la fondamentale du ruban, celui-ci ne répondra pas. Si un son composé est envoyé, le ruban répondra lorsque sa propre note sera comprise dans la transmission comme partie du son composé; mais il s'arrête brusquement sitôt que sa propre note n'y figure plus. Ainsi, je puis reconnaître et indiquer la note transmise, et par le fait analyser les sons qui passent sur la ligne. L'essentiel à réaliser dans la construction d'un tel récepteur est de le débarrasser de toutes les qualités d'une table d'harmonie, qui le feraient répondre indistinctement à tous les sons, et d'augmenter, autant que possible, sa tendance à ne vibrer qu'au son auquel il est accordé.

Fig. 5.



Nous voyons dans la fig. 5 un autre système dans lequel une languette ou tige d'acier, accordée de manière à produire un certain son, est combinée avec une caisse de résonance. En voici la description : supposons qu'il s'agisse de construire un récepteur qui réponde à un son formé de 128 vibrations par seconde, Nous prenons une caisse ayant la forme d'un parallélépipède ouvert sur l'une de ses faces, comme le montre la coupe dessinée dans la fig. 5. Les dimensions de la caisse sont calculées de façon à lui faire produire le maximum de résonance du son voulu. Sur cette caisse est monté solidement un électro-aimant. À l'un des pôles est fixée l'une des extrémités d'un barreau d'acier dont les côtés bien parallèles se prolongent au delà de l'autre pôle, mais sans le toucher. Ce pôle est susceptible de réglage. L'opération pour accorder la languette se fait tout entière en un point voisin de l'extrémité fixe de la barre; on amincit le barreau à ce point à l'aide de la lime jusqu'à ce qu'il vibre 128 fois à la seconde, lorsqu'il est excité mécaniquement. Quand l'instrument est accordé et monté, si par un moyen quelconque le barreau est mis en vibration, les vibrations se communiquent aux parois de la caisse, qui à leur tour mettent en mouvement l'air qu'elle contient, et de tout cela résulte un son musical qui sort par l'orifice de la caisse. Cet effet sera reproduit télégraphiquement par l'envoi, à travers le fil de l'aimant, d'impulsions électriques répétées 128 fois par seconde. Si le nombre d'émissions à travers l'aimant est plus ou moins grand, ni le barreau ni la boîte ne répondront. Si maintenant on construit un autre récepteur, de tout point identique à celui que nous venons de décrire, si ce n'est que le barreau et la caisse sont accordés de façon, par exemple, à répondre au passage de 200 impulsions par seconde, ce nouveau récepteur sera, par le fait, silencieux au passage de 128 émissions, mais répondra nettement à la vitesse pour laquelle il est accordé, celle de 200 impulsions par seconde. Si les deux nombres de vibrations ou impulsions sont envoyés simultanément, les deux caisses répondront, mais-chacune donnera un son différent. Si l'on arrête l'envoi d'une des séries d'impulsions sans arrêter l'autre, le récepteur, accordé de façon à répondre à l'envoi qui cesse, s'arrêtera. Si, au départ, les notes transmises sont coupées en sons longs et courts, selon le code Morse, au moyen d'une clef télégraphique ordinaire, chaque série de signaux sera entendue sur le récepteur qui lui est propre, sans aucune interférence. La fig. 6 représente une autre espèce de récepteur analyseur.

Fig. 6.



Il contient toutes les parties essentielles du dernier instrument que nous venons de décrire, sauf la caisse de résonnance mais il est muni d'une disposition additionnelle qui fait mouvoir, à l'aide d'un circuit local, un parleur ordinaire ou autre instrument enregistreur.

Dans cet appareil, l'aimant est monté sur un support ordinaire et est pourvu d'une languette accordée ou d'un barreau d'une hauteur de ton déterminée, comme le récepteur précédemment décrit.

Au-dessus de l'extrémité libre du barreau se trouve une goutte de platine, légèrement concave, de façon à former une petite cuvette à recevoir de l'huile. Sur cette cuvette repose une pointe de platine fixée à un levier léger, qui pivote autour de son autre extrémité. Le levier est pourvu d'un curseur à frottement qui permet de changer son équilibre à volonté et de le rendre facilement lourd de léger qu'il était. Il est équilibré de telle sorte que sa vitesse naturelle de vibration soit plus lente que celle du barreau. Il résulte de cet arrangement que lorsque le barreau est mis en vibration, la pointe du levier ne peut pas le suivre, et par conséquent tremble ou sautille dans la petite cuvette. Si cette pointe est reliée à un parleur et à un circuit local, dont font partie le levier et le barreau, chaque fois que le barreau entrera en vibration le circuit sera par le fait ouvert, et le levier du parleur sera dans la position de repos. Dès que la vibration cesse, les trépidations de la pointe s'arrêtent, le circuit est rétabli et le levier du parleur est sur contact. Si la vibration est interrompue au départ par une clef Morse, l'effet sur le parleur est le même que si, au lieu d'un analyseur, il y avait un relais dans le circuit.

Tel est probablement le mode de fonctionnement le plus pratique de ce système, car l'opérateur n'a rien de nouveau à apprendre.

Tel est l'ensemble du mécanisme du système; mais il y a bien des détails de construction et bien des modes de relier les piles à la ligne sans lesquels le système ne saurait convenir à un travail télégraphique quotidien.

La bonne construction du barreau vibrant ou de la languette du récepteur est un point très-important. Il faut que ce barreau ait une certaine épaisseur relative (à moins qu'il ne soit suspendu par ses deux extrémités, comme dans la fig.4) au moins d'un quart de pouce, et il faut que tout l'accordement porte sur un point rapproché de l'extrémité fixe. Un barreau mince avec une extrémité libre vibre facilement et répond plus ou moins à une note, ce qui amène de la confusion dans les signaux. Lorsque les instruments ont été convenablement construits, il reste à résoudre un problème, dont la solution donne la clef du succès pratique du système dans son application à la télégraphie. Ce problème est le suivant: Comment envoyer sur la ligne les différentes notes de telle sorte que chaque groupe d'impulsions électriques conserve cette individualité sans laquelle l'analyse serait impossible ?

En premier lieu, le fil doit transmettre les vibrations électriques sans que le circuit soit ouvert et sans que sa résistance soit changée.

En second lieu, chaque son doit être envoyé avec une pile de force distincte.

C'est ce que M. Gray a réalisé avec succès.

Avant de décrire l'installation du circuit, nous allons indiquer l'instrument de transmission que l'on voit dans la fig. 7.

Fig. 7.

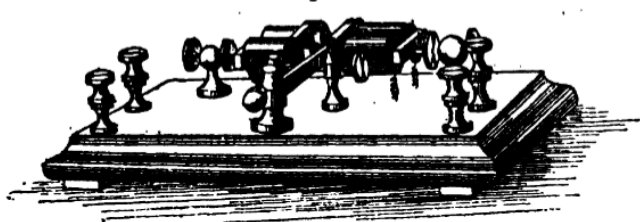
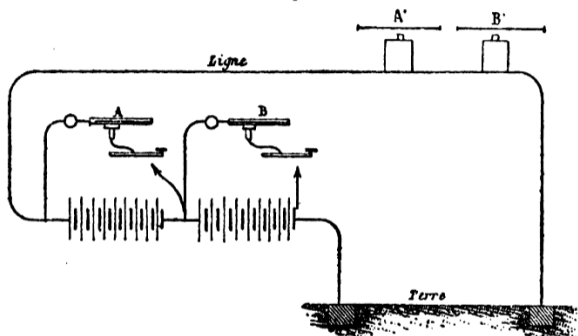


Fig. 8.



Cet instrument est analogue à celui qui a été décrit fig.1, dans le premier article. La seule différence consiste en ce que la fig. 7 le représente monté isolément. Une pile locale maintient cet instrument en vibration constante. Nous citons maintenant : La fig.8 fait voir un diagramme de deux transmetteurs et deux récepteurs avec leurs communications.

Les circuits locaux, avec leurs aimants, ont été supprimés pour éviter la confusion. À et B représentent deux transmetteurs placés à une extrémité d'une ligne; A' et B' représentent deux récepteurs, à l'autre extrémité de la ligne. L'un des pôles de la pile principale est relié à la ligne et l'autre à la terre. Chaque transmetteur est placé sur un fil de dérivation se rattachant aux communications de la grande pile, qui est divisée en deux moitiés. Une clef ordinaire d'interruption de circuit est placée sur chacun de ces fils de dérivation. Supposons maintenant que l'on fasse résonner les deux languettes de A et B, A faisant 264 vibrations par seconde et B 320, B donnera alors une note de deux tons ou d'une tierce majeure au-dessus de A.

Tant que les clefs restent ouvertes, la pile s'écoule constamment tout entière sur la ligne. Si la clef du transmetteur A est fermée, la communication de la ligne avec la moitié de la pile est alternativement établie et coupée 264 fois par seconde. On produit ainsi une succession d'ondes électriques parcourant la ligne à la même vitesse. Si maintenant le ruban d'acier de l'analyseur A' a été accordé à l'unisson de ces ondes électriques, il répondra et re produira la note du transmetteur. Mais s'il n'est pas accordé à l'unisson, il restera pratiquement au repos, de sorte que la note ne peut être entendue qu'en soumettant ce ruban à un réglage très-délicat.

Pour l'accorder à l'unisson, il suffit de tourner, dans un sens ou dans l'autre, suivant le cas, la vis qui sert à régler l'accord. Lorsque la note fondamentale du ruban d'acier correspond à celle de la languette d'émission, on en est averti par une vibration claire et sonore. Si (la clef du transmetteur A étant toujours fermée, et conséquemment l'analyseur correspondant étant toujours en résonnance) nous fermons la clef appartenant au transmetteur B, la communication de l'autre moitié de la pile avec la ligne sera alternativement établie et interrompue 320 fois par seconde, et une autre succession d'ondes électriques parcourra la ligne à la vitesse de 320 ondes par seconde. Si l'analyseur B' est convenablement accordé, de façon que sa fondamentale soit la même que celle du transmetteur correspondant B, il donnera cette note tant que la clef restera fermée et fera un accord de tierce avec A'. De même, un grand nombre de notes différentes peuvent résonner simultanément à l'extrémité d'une ligne télégraphique et peuvent être entendues simultanément à l'autre extrémité, chaque note résonnant sur un instrument de réception différent. L'un quelconque d'ailleurs des trois récepteurs décrits fonctionnera de la même manière. Les diagrammes ci dessus font voir deux séries seulement d'appareils, mais le système en comporte bien davantage.

Huit messages quatre dans chaque sens ont déjà été envoyés et reçus simultanément par un seul fil, entre New-York et Philadelphie, pendant plusieurs jours.

En travaillant dans les deux sens, une pile principale est employée aux deux extrémités, et elle est divisée en autant de sections qu'il y a de notes à transmettre. Le récepteur peut être placé sur un pont ou être muni de bobines différentielles comme dans le duplex. Il y a maintes applications à faire de ce système. Déjà M.Gray l'a appliqué à un télégraphe imprimant aussi sûr que rapide, et si ce télégraphe devenait d'un emploi général, il réduirait considérablement le travail correspondant à un trafic déterminé en même temps que le nombre des fils.

En complément dans le "Journal Télégraphique de février 1878" on pouvait lire ;

**Le téléphone Gray combiné avec l'appareil Morse pour la transmission duplex,
par M. le Dr. Ed. ZETZSCHE, Professeur de télégraphie à l'Ecole polytechnique de Dresde.**

(Traduit de l'allemand sur une communication originale de l'auteur).

La première livraison parue en 1875 du Journal de l'American Electrical Society à Chicago contient, entre autres sujets intéressants, un article sur la transmission télégraphique des sons musicaux, où M. Elisha Gray décrit son téléphone (ou télégraphe électro-harmonique) dans le degré de développement qu'il avait alors atteint. On peut considérer comme suite de cet article une communication étendue publiée dans la 2^e livraison de ce Journal (Chicago 1877) et qui traite de l'emploi simultané sur un n (du téléphone de Gray disposé pour reproduire les caractères Morse) et de l'appareil Morse ordinaire. Le présent article a pour but d'exposer les dispositions principales du système de télégraphie duplex qui a été expérimenté pendant quelques mois sur différentes lignes de la division centrale de la Western Union Cy.

En Décembre 1873 ou Janvier 1874, M. Gray a fait à Milwaukee pendant quelques jours des expériences sur les lignes du Nord-Ouest de la Western Union Cy, de concert avec M. le surintendant Haskins qui lui suggéra alors l'idée de combiner la téléphonie avec la télégraphie Morse. Ce n'est toutefois qu'en 1875, lors d'une visite de M. Gray à Milwaukee, que cette méthode fut pour la première fois expérimentée sur une ligne courte, mais sans résultat appréciable, car il restait encore à se rendre mieux compte de la transmission des vibrations électriques.

Vers la fin de 1876, enfin, M. Gray entreprit sérieusement la réalisation de cette idée.

M. Gray a d'abord cherché à employer un fil de ligne ordinaire sur route (an ordinary way wire), avec plusieurs (10 à 20) stations télégraphiques, comme ligne directe (a through wire) de téléphone; en d'autres termes il a cherché à établir une correspondance téléphonique entre les stations extrêmes pendant que les autres bureaux de la ligne travaillaient avec le Morse. La mise à exécution de ce projet rencontrait les difficultés suivantes.

1. Avec la fermeture et l'ouverture rapides du circuit de la totalité ou d'une partie notable de la pile, la force de la partie de la pile produisant le courant intermittent descendait à environ 40%; cette proportion variait suivant la rapidité du mouvement et la position du con-, tact au point d'interruption. L'augmentation ou la diminution de la force de courant exerçait son influence sur les relais Morse lorsque le téléphone était en activité. Cet inconvénient, M. Gray a su l'écarter par une compensation qui neutralisait une portion d'environ 40 % de la force du courant de la pile intermittente, aussi longtemps que le manipulateur émettait les courants intermittents n'était pas abaissé. De cette manière, le manipulateur ordinaire Morse étant abaissé, produisait sur la ligne un courant de force égale, que l'autre manipulateur fût ou non en activité. Les relais Morse ainsi n'étaient plus influencés; mais, par contre, les armatures Morse étaient sujettes à grincer (jar) et à briser par suite les signaux.

2. Une autre difficulté provenait de l'altération que les relais Morse apportaient aux vibrations sur la ligne, par suite des extra-courants produits par la charge et la décharge des aimants, de façon que l'effet des vibrations se trouvait annulé par un grand nombre d'aimants placés dans le circuit fermé. L'on a pu aussi triompher de cette difficulté.

Au mois de Mai 1877, M. Gray employa pour la transmission duplex un fil de la Western Union Tel. Cy, entre Chicago et Milwaukee (87 milles ---- 139.6 km.) qui comprenait deux stations Morse et deux stations téléphoniques.

Les résultats de l'essai ayant fait bien augurer du succès d'une expérience sur une ligne plus étendue, M. Gray choisit pour cette nouvelle expérience la ligne de Chicago à Indianapolis (190 milles -- 305 km.) avec quatre stations Morse et deux stations téléphoniques.

On commença d'abord par transmettre au moyen du téléphone la correspondance directe entre Chicago et Indianapolis (et c'est la raison qui fit donner au fil le nom de Phantom wire) tandis qu'on correspondait comme à l'ordinaire avec l'appareil Morse entre Chicago et Lafayette (Indiana) et Indianapolis.

La correspondance entre Chicago et la station intermédiaire très importante de Lafayette (130 milles -- 208.6 km.) étant devenue ensuite très active, on installa un téléphone clans cette dernière station pour soumettre en même temps le système à une nouvelle épreuve.

Cette installation s'est opérée sans intercaler de pile de ligne, et pendant plusieurs semaines le Morse a desservi la correspondance intermédiaire entre Chicago, Lafayette et Indianapolis, tandis que le téléphone transmettait la correspondance commerciale entre Chicago et Lafayette.

L'on a ensuite étendu ces expériences à un fil entre Chicago et Dubuque (Iowa) avec 17 bureaux Morse et d'une longueur de 189 milles -- 303.4 km.

Dans ce cas, les 17 stations Morse correspondaient ensemble comme d'habitude, pendant que Chicago et Dubuque échangeaient en même temps directement leur correspondance sans en être entravés.

Fig. 1.

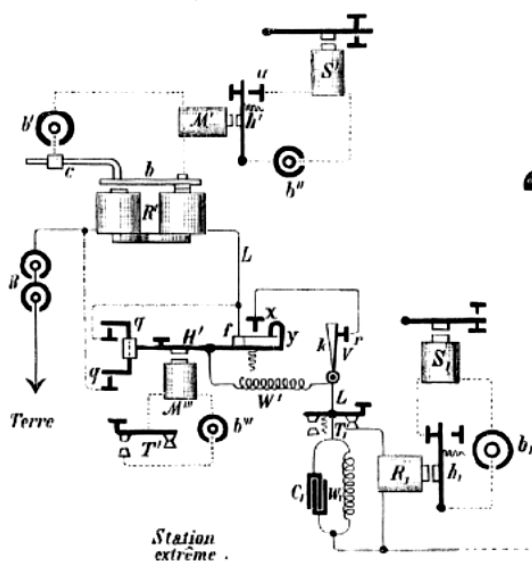
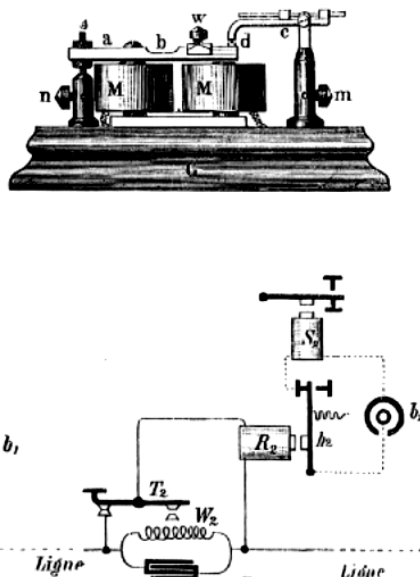


Fig. 2.



La figure 1 ci-dessus représente l'intercalation adoptée dans ce système de transmission duplex, pour une station intermédiaire avec Morse ordinaire et pour une station extrême munie d'un téléphone et d'un Morse.

L'autre station extrême et les 16 autres stations intermédiaires de la ligne sont intercalées de la même manière.

Pour plus de clarté, je me suis toutefois dans le dessin écarté des indications de l'original sur quelques points très-peu importants comme effet. Les piles de ligne B sont comme d'habitude intercalées pour le courant de repos américain.

A la station extrême, les appareils placés à droite de V sont des appareils Morse. Quant à V lui-même et aux appareils à gauche, ce sont des instruments téléphoniques.

B' est un **relais téléphonique** ou « Analyzer »; il est représenté à part dans la figure 2. Il se compose d'un petit électro-aimant vertical M monté sur un socle G. Son armature consiste en une barre d'acier b relativement épaisse et qu'une entaille au point b et le déplacement du poids W mettent à ira diapason déterminé (environ 300 vibrations par seconde).

Cette barre b est fixée par une de ses extrémités au point a sur les deux pôles de l'électro-aimant.

L'accordement s'opère à un endroit rapproché de l'extrémité fixe, dont la vis s règle l'éloignement par l'apport à l'autre pôle de l'électro-aimant.

A son extrémité libre, la barre b porte un petit godet a, dans lequel repose une des extrémités d'un levier c mobile à son autre extrémité.

Ce levier c est réglé à un diapason différent (avec moins de vibrations par seconde) de celui de la barre b.

Ainsi, dès que l'armature b est mise en vibration, le levier c saute et cliquette sur elle et en même temps le circuit du courant de la pile locale b' dont les fils de pôle sont amenés aux serre-fils met n n'est pas assez bien fermé pour que l'électro-aimant M' (repeating sounder) qui y est intercalé puisse attirer son levier d'armature h'; ce levier h' s'attache au contraire à la vis de contact M et ferme la pile locale b'' par l'intermédiaire du frappeur S' (reading sounder).

On fait usage des deux électro-aimants M' et S' pour que le levier d'armature du frappeur S' soit attiré lorsque le manipulateur qui fait partie de son système est abaissé; l'électro-aimant M' laisse par contre tomber son armature quand le manipulateur est abaissé.

Le transmetteur téléphonique H' ressemble au transmetteur du duplex de Stearns et est mis en activité par le manipulateur ordinaire au moyen de la pile locale b''' et de l'électro-aimant M'''.

Le levier transmetteur H' est pourvu à l'une de ses extrémités d'un ressort qq isolé du levier H' qui, à chaque attraction de l'armature, vient frapper deux vis de contact et établir de cette manière une dérivation pour le relais B'. Celui-ci se trouve donc ainsi exclu du circuit aussi longtemps que le transmetteur H' envoie des courants intermittents sur la ligne L.

Mais, pendant que le levier H' est attiré, la vis de contact x éloigne le ressort f, isolé de y, de l'appendice recourbé y de z, de sorte que le courant trouve interrompue la voie par la résistance W' et qu'une autre route s'ouvre à lui par fxxk.

Le «vibrateur» V renferme une barre d'acier Je, au même diapason que l'armature b du relais récepteur B' et disposée de telle manière entre deux électro-aimants en fer à cheval que chacun d'eux l'attire alternativement avec la même force et dans des directions différentes.

Elle est ainsi constamment maintenue en vibration, car son plus grand écart dans une des deux directions établit un court circuit de dérivation pour l'un des électro-aimants, tandis que l'autre électro-aimant continue toujours à être parcouru par le courant local.

Par contre, quand la barre d'acier h est attirée dans la direction opposée, elle ferme, au moment de son plus grand écart, le circuit du courant de la pile de ligne pour une courte durée et émet ainsi un courant court dans la ligne W représente un rhéostat ordinaire qui s'intercale dans la ligne LL pendant que H' est relevé. Durant cet intervalle W affaiblit le courant de _ au même degré que le font les rapides interruptions provenant de V quand H' est abaissé.

Il est un manipulateur Morse ordinaire intercalé en vue du courant de repos américain; Bt un relais Morse ordinaire; un circuit de dérivation est établi pour _j et _i par la résistance Wu enfermée dans une boîte commune avec le condensateur (Un arrangement identique est appliqué pour les appareils Morse T2 et B.) de la station médiane ainsi que pour la résistance W% avec le condensateur 72 installés dans cette station. Les résistances de W1 et W2 sont d'environ 6000 ohms; il est clair qu'on doit les faire plus ou moins grandes, selon la longueur et la résistance de la ligne télégraphique.

Quand une station extrême veut correspondre téléphoniquement avec la station placée à l'autre extrémité de la ligne, elle donne des signaux Morse ordinaires au moyen du manipulateur T. Aussi souvent qu'elle abaisse, le ressort f exclut au même instant W et intercale V dans le circuit et il établit en même temps pour un circuit de dérivation par l'intermédiaire de qq. Comme le vibrateur ferme et interromp le circuit 300 fois par seconde, il introduit en quelque sorte au point d'interruption le r une résistance d'environ 1000 ohms, qui est plus ou moins grande, suivant que la vis de contact r est plus éloignée ou plus rapprochée de la barre 7>;. Il est donc nécessaire de laisser disjointe (ungestopselt) une résistance équivalente dans le rhéostat W afin que la force du courant reste invariable, quelle que soit la position de H' et pour que les relais Morse ne soient pas influencés par le travail de _ . Les condensateurs disposés auprès de tous les relais Morse empêchent que les courants intermittents ne fassent cliqueter et sauter les armatures Morse. A l'autre station extrême, l'armature b du récepteur B' vibrera avec le vibrateur V de la station transmettante, qui est au même diapason, aussi longtemps que le manipulateur _ de cette dernière station restera abaissé.

Il s'en suit qu'à la station de réception des signaux Morse se produisent téléphoniquement sur S' par l'intermédiaire de M', tandis qu'au même moment b est mis en vibrations perceptibles au son. Si la station de réception veut ensuite interrompre la station correspondante, elle abaisse son manipulateur et alors le frappeur de l'autre station entre en jeu dès que celle-ci relève son manipulateur.

Quand une station quelconque travaille avec un manipulateur Morse ordinaire, par exemple T2, la détente du manipulateur n'interrompt pas la ligne, mais y intercale seulement une résistance W% d'environ 6000 ohms, résistance qui est toutefois suffisante pour que les relais, s'ils sont bien réglés, lâchent tous leurs armatures. Les ressorts de rappel doivent être tendus suffisamment pour pouvoir vaincre l'aimantation rémanente (residuary charge in the magnets) et maintenir ainsi les armatures détachées. Si, ensuite, en abaissant le manipulateur T2, on exclut de nouveau la résistance PFcj, les armatures seront ré attirées par suite du renforcement du courant et de l'aimantation. Dans ce cas, les appareils Morse ordinaires ne fonctionnent donc pas par émission et interruption, mais seulement par renforcement et affaiblissement du courant. D'un autre côté, les leviers de tous les manipulateurs, quand ils ne fonctionnent pas, restent abaissés sur le contact de travail, comme l'exige également le travail avec courant de repos américain. Les leviers des manipulateurs faisant partie du système des téléphones restent, au contraire, abaissés sur le contact de repos, tant qu'ils ne fonctionnent pas.

Quand les appareils Morse ordinaires et les appareils Morse téléphoniques fonctionnent simultanément, il arrive naturellement alors qu'un manipulateur téléphonique est abaissé au moment où un manipulateur Morse se relève. En pareil cas le manipulateur qui se relève diminue, il est vrai, la force du courant à un degré tel que les armatures des relais ordinaires seront certainement détachées; toutefois, les condensateurs qui, pendant l'abaissement des manipulateurs, forment un circuit de dérivation pour les résistances ainsi que pour les relais ont pour effet de s'opposer à l'affaiblissement, dans la même proportion, des courants intermittents. Quelle que soit théoriquement l'influence d'un condensateur dans de pareilles conditions, il n'en est pas moins certain (suivant M. Gray) que le condensateur fournit une compensation pour la perte de courant résultant de l'intercalation de la résistance de 6000 ohms. Par conséquent, la force des courants resterait sinon entièrement, au moins presque constante, soit qu'un manipulateur T, ou T2 travaille, soit qu'il demeure au repos; néanmoins, la force de courant dans les relais Morse ordinaires s'affaiblit considérablement quand le manipulateur T2 ou Tx est abaissé. Les courants intermittents passent par la bobine de résistance de la station Morse, où se trouve le manipulateur au repos et comme le condensateur forme alors une dérivation pour une résistance de 6000 ohms au lieu de 100 ou 200 ohms seulement pendant la position de travail du levier manipulateur, chaque courant intermittent charge et décharge le condensateur avec plus d'intensité. De cette manière, quand un manipulateur Morse se relève, les courants intermittents seront renforcés sans qu'il se produise un accroissement de « la force de courant réelle » pour les signaux Morse ordinaires.

L'on remarquera une très-grande différence suivant que l'on emploie ou que l'on supprime le condensateur, et c'est cet organe qui dans la pratique détermine, sur les longues lignes desservant un grand nombre de stations, la réussite ou l'insuccès de l'intercalation ci-dessus décrite.

Le condensateur présente, en outre, l'avantage d'empêcher l'action sur les relais Morse ordinaires des courants intermittents qui sans lui deviendraient très-nuisibles. A cet égard l'effet des condensateurs est évident. Quand le manipulateur téléphonique fonctionne, le vibrateur V charge, à chaque fermeture du circuit, les condensateurs qui, à chaque interruption du courant, se déchargent de nouveau, partiellement par les relais et pourvoient ainsi à une interruption qui autrement se produirait entre l'émission de deux courants consécutifs.

Ce système de télégraphie duplex a, d'après M. Gray, les avantages suivants.

1. Avec la transmission duplex ordinaire, on ne peut pas intercaler de stations intermédiaires dans la ligne, et l'application du système est ainsi restreinte aux lignes directes qui, eu égard à l'ensemble des circuits, sont très-peu nombreuses. La télégraphie duplex proposée par M. Gray est, au contraire, applicable aux lignes pourvues de stations intermédiaires, ainsi qu'aux lignes directes.
2. Avec le duplex ordinaire, on ne peut correspondre qu'en sens contraire, tandis qu'avec la méthode Gray on peut transmettre à volonté en sens contraire ou dans la même direction.
3. Avec le duplex ordinaire, la station de réception ne peut interrompre la station de départ pour la répétition, sans interrompre, en même temps, le télégramme qu'elle transmet simultanément de son côté; avec le système Gray chaque station de réception peut interrompre la station correspondante sans troubler sa propre transmission et, à conditions égales, le travail opéré par le même nombre d'agents dans le même espace de temps devient ainsi plus considérable.
4. Avec ce système de duplex, on peut intercaler les stations téléphoniques aussi bien comme stations extrêmes que comme stations intermédiaires et généralement alors chaque fil se comporte comme le font deux fils dans des circonstances ordinaires.