

1878-1890 Microphones & Récepteurs téléphoniques, Bobines ... de cette époque.

D'après l'Electrician, le mot microphone aurait été appliqué pour la première fois en 1827 à un instrument inventé par Wheatstone et destiné à faire entendre les sons les plus faibles.

Le mot téléphone n'a été employé qu'en 1845 pour désigner un appareil inventé par le capitaine John Taylor, pour la transmission des signaux pendant le brouillard, à sons produits par le passage de l'air comprimé dans des trompettes.

Depuis l'introduction de la téléphonie dans le service public on remarque une grande activité parmi les inventeurs, dans le but de perfectionner les appareils et installations téléphoniques. Les nouveaux appareils sont déjà si nombreux qu'il devient difficile de s'orienter.

Souvent les modifications sont d'une importance insignifiante, presque nulle, et se restreignent à certaines différences dans la forme, la dimension ou la matière employée, souvent aussi le nouvel appareil vaut moins que ses prédécesseurs.

Maintes nouvelles inventions ne sont faites que dans le but d'éviter les brevets existants et on remarque cette tendance surtout pour les transmetteurs et récepteurs, les appareils les plus caractéristiques et les plus importants de la téléphonie.

D'un autre côté on trouve naturellement aussi un certain nombre de solutions heureuses qui marquent de véritables progrès.

De nombreux systèmes de microphones ont été mis en place par différents inventeurs et constructeurs, avec des résultats plus ou moins satisfaisants : Varley, Ader, Navez, Thomson, Righi, Trouvé, Vercker, de Combettes, Loiseau, Lippens, Courtois, Pollard, Voisin, Dumont, Jackson, Paterson, Taylor, Carette, etc.

Le microphone à charbon sera utilisé quelques années encore après l'invention (1920-1930) du microphone électrique. Ensuite, l'accélération technologique entraînera un processus de constante modification du système : microphones électromagnétiques, électrodynamiques, électrostatiques, à condensateur, à ruban, jusqu'aux derniers modèles à hautes fréquences.

Les principales applications du microphone ont été assez semblables à celles du téléphone. Compte tenu de la nature scientifique des expérimentations qui avaient permis leur réalisation, les utilisations les plus importantes et diversifiées se situent dans les domaines de la médecine et de la physiologie. On retiendra principalement les applications suivantes : le stéthoscope pour l'auscultation des poumons et des battements du cœur ; le tambour explorateur de Marey auquel on a adapté un microphone à charbon comme moyen de transmission des vibrations et d'exploration des artères et des veines ; les instruments pour explorer l'artère radiale de Verdin ; les instruments du Dr d'Arsonval et le myophone et le sphymophone du Dr Richardson (sorte de combinaison du sphymographe, du microphone et du téléphone) afin d'explorer le poulx ; la sonde exploratrice d'Henry Thompson pour l'exploration de la vessie ; le microphonographe Dussaud-Berthon, les différents modèles d'audiomètres, ceux de Moure et Bordier, Baratoux, du Dr Gellé, du Dr Arsonval pour la rééducation auditive des sourds-muets, etc.

- Trouvez [les brevets](#) de la plupart des noms de cette page.

C'est seulement à la fin du XIX^e siècle que les propriétés du microphone et du téléphone commencent à être mises au service d'applications autres que celles suggérées par les expériences de laboratoire. Pour le spectacle cinématographique, par exemple, le premier contact avec ces nouvelles applications intervient en 1898, au cours d'expériences effectuées par l'un des pionniers du cinéma parlant, Auguste Baron. Bien que les recherches sur la communication à distance (télégraphe-téléphone-microphone) aient donné une forte impulsion à celles sur l'enregistrement et la reproduction sonore, leur application dans ce domaine demeure cependant plus tardive. Rappelons l'absence emblématique du microphone dans le domaine de la musique enregistrée ainsi que de la scène, durant environ cinquante ans (1878-1925), avec néanmoins deux seules exceptions connues : celle du « théâtrephone » et du « microphonographe Dussaud », que nous présenterons par la suite. En fait, pour ce qui concerne l'enregistrement de la musique, seul le cornet acoustique relié au phonographe – une des variantes du cornet d'Athanas Kircher – sera utilisé pour les séances d'enregistrement et il ne sera véritablement détrôné qu'en 1925 avec l'arrivée de l'enregistrement électrique.

Cette page est un complément de la page des [150 principaux concepteurs et constructeurs](#) ou certains des appareils présentés sont aussi décrits dans cette page qui est une étude Suisse sur la téléphonie par M. le Dr. Rothen, Directeur-adjoint des télégraphes suisses.

C'est une des particularités de la téléphonie que le premier appareil inventé ait été **le récepteur**; mais ce récepteur est **réversible** et peut en même temps servir comme transmetteur; il est sorti des mains de son inventeur dans un état si parfait qu'il ne permet guère de perfectionnement.

Nous commencerons donc l'énumération et la description des appareils par le récepteur, quoiqu'il eût été peut-être plus logique de commencer par le transmetteur.

Selon nous, la plupart des inventeurs poursuivent une fausse route en cherchant à augmenter la sensibilité du récepteur, et il se présentera plus tard l'occasion d'expliquer pourquoi nous sommes de cet avis.

Mais les inventeurs en jugent autrement et par différentes combinaisons ils cherchent à arriver à leur but. Le moyen qui se présente tout d'abord consiste à utiliser les deux pôles de l'aimant et à y appliquer plus d'une bobine.

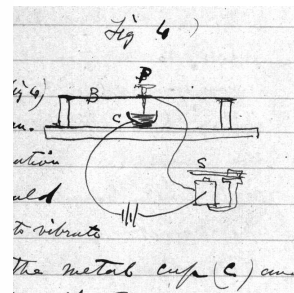
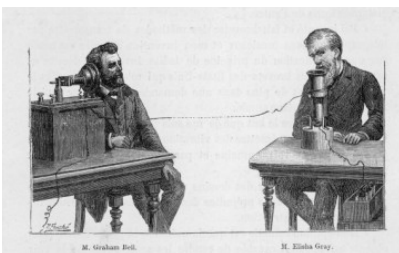
Pour la petite histoire, rappelons que **Bell** a déposé le Brevet 174,465 **BELL d'émetteur-récepteur télégraphique** le **14 février 1876**

C'est le premier téléphone qui fonctionnait de la même manière en récepteur et transmetteur électromagnétique.

[Document complet en pdf](#).

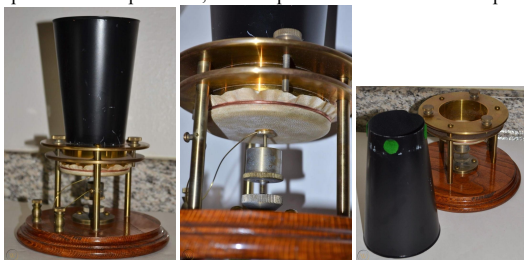
Bell n'avait pas réussi à transmettre une phrase complète et audible dans son téléphone mais, fait significatif, il avait modifié la description de son invention au début de janvier pour y incorporer un émetteur à résistance variable.

Le 7 et le 10 Mars 1876, Bell et Watson réalisent une série d'expériences avec un nouveau transmetteur non pas de type électromagnétique comme décrit dans le brevet mais un **transmetteur à résistance variable à eau acidulée** entraînant une variation de résistance du circuit lorsque la membrane entre en vibration.



Watson dans ses dernières années, tenant le téléphone original. L'émetteur à micro liquide (à acide) et le schéma original dans son [notebook](#).

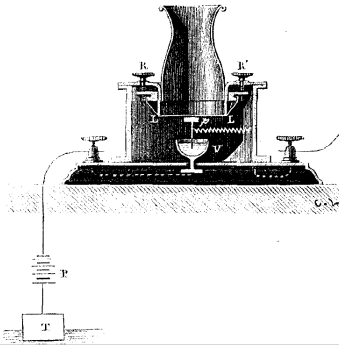
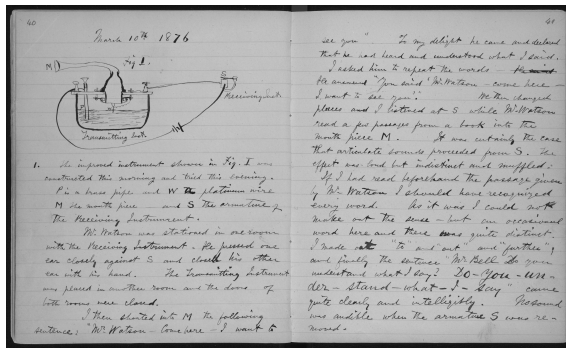
Le 8 mars, lui-même et Watson reprirent leurs expériences, et le téléphone fut bientôt doté d'un porte-voix.



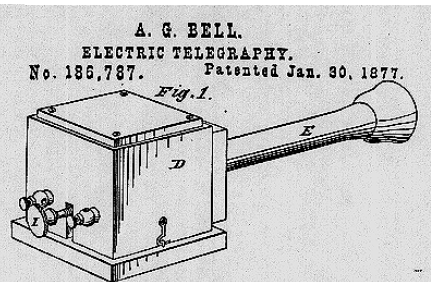
[Replique du microphone à acide](#)

La première conversation téléphonique de l'histoire est effectuée le 10 mars 1876, à Boston entre Bell et son assistant Watson qui se trouvait alors dans une autre pièce. Sur le site [carnet d'expérimentation de A.G BELL](#) jour après jour on peut lire les commentaires sur ses recherches qui ont servi à déposer son premier brevet.

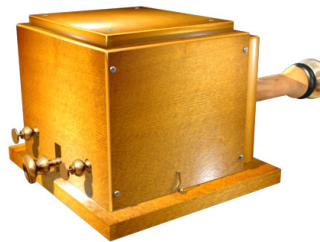
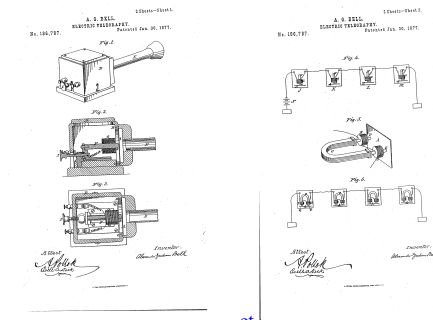
Extrait page 40 du [NOTEBOOK](#) de Bell



Fin avril 1876 Bell laisse de côté le premier transmetteur à résistance liquide variable et revient à des expérimentations électromagnétiques, le concept original. Watson a construit un ensemble d'instruments dans le magasin de Williams en utilisant du bronze plutôt que du bois et en les polissant comme des miroirs. Le modèle suivant : "la box" est mise au point et le **10 Mai 1876** Bell réalise une conférence devant l'American and Sciences de **Boston** à l'Athenaeum



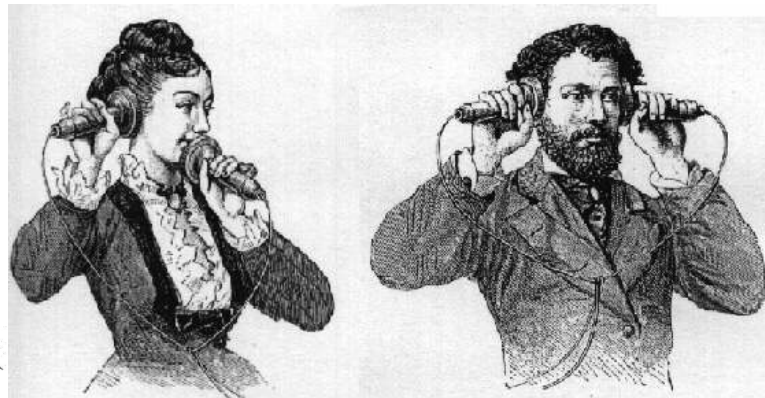
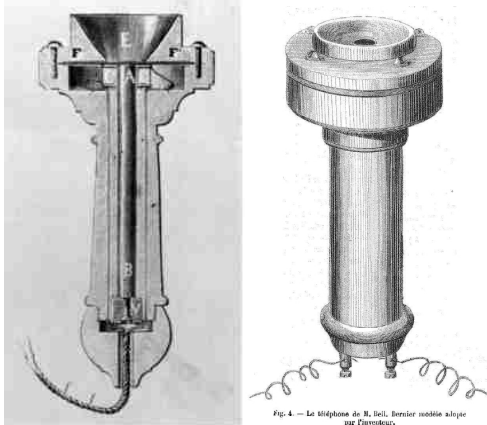
Le **15 janvier 1877**, Bell dépose à Washington son deuxième brevet sur le téléphone incluant les différentes améliorations. Il lui est attribué le **30 janvier** sous le no **186 787** dont voici une reproduction :



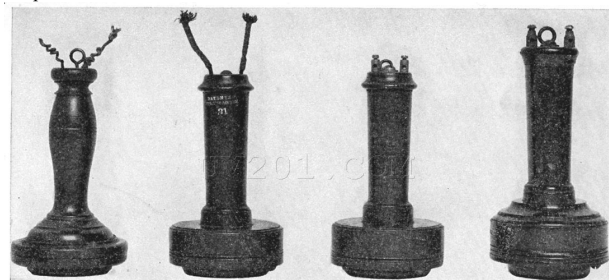
[et](#) [\(en pdf \)](#)

C'était le premier modèle commercial du téléphone Bell à microphone électromagnétique.

Le **15 Mai 1877** - Bell Présente le téléphone à main (hand telephone). Mentionné dans une lettre de **Theodore N. Vail** à **William A. Childs**, président de la **Law Telegraph Company**, il présente au public son invention sous une nouvelle forme imaginée par le **professeur Pierce** : "the Hand Telephone" ou "Téléphone à Main" aussi appelé "**butterstamp**" car sa forme évoquait bien les tampons pour mouler le beurre.



Ce modèle petit et léger servait aussi bien en écouteur ou en microphone, il a longtemps été utilisé avec deux appareils pour plus de confort, pour parler et écouter en même temps.





En France le tout premier modèle **Breguet**

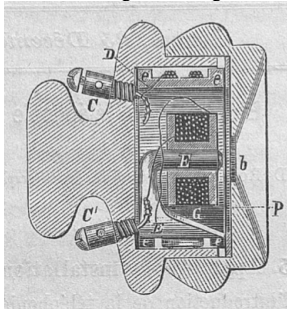
En Allemagne c'est celui de MM. **Siemens et Halske** qui sert en Allemagne (sauf la Bavière et le Wurtemberg) comme transmetteur et récepteur.



Modèles Siemens & Halske

1877

Dans cette catégorie se range aussi le téléphone de **M. G. N. Torrence**,

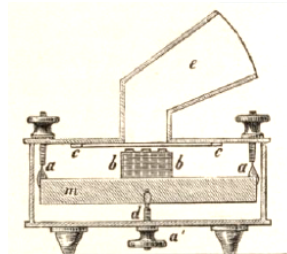


Un des pôles de l'aimant E est au centre de l'appareil et entouré de la bobine G, l'autre pôle D s'épanouit en cercle non fermé et touche le diaphragme à sa circonférence. Ce diaphragme possède par conséquent deux polarités, l'une au centre, l'autre à la périphérie.

Le transmetteur Böttcher en Allemagne

C'est aussi au microphone magnétique comme Bell. La différence de ce téléphone consiste en ceci : l'aimant m n'est point placé dans la boîte à poste fixe, comme cela a généralement lieu, mais se trouve suspendu à l'aide de vis et de fils minces d'acier.

Cette disposition a pour effet de faire osciller l'aimant avec la membrane c, ce qui augmente l'énergie, mais aussi par contre le son se produit d'une façon moins nette et moins distincte que dans les systèmes Bell, Ader, Fein et autres.



Si dans le téléphone Böttcher on pose l'oreille tout contre le porte-voix, le son est moins distinct, que si on l'éloigné de 7 à 8 centimètres.

Les plaques polaires sur lesquelles sont posées les bobines d'induction b ne sont point en fer massif, mais formées de trois petites barres de fer cylindriques écartées légèrement les unes des autres, ce qui leur permet de changer plus facilement et plus vite de magnétisme. L'aimant m est attiré vers le haut par les vis a et vers le bas par la vis a', de sorte que celui-ci est suspendu librement dans la boîte, et les bouts qui portent les plaques polaires se trouvent à peu près à un demi-millimètre au-dessous de la membrane c. Ce téléphone est fait entièrement en métal et il n'y a pas à craindre qu'il joue, comme cela peut arriver avec les boîtes de bois; on ne le règle qu'une fois pour toutes. La boîte est pourvue de pieds, qui servent à la fixer. Pour parler, il faut approcher la bouche du porte-voix le plus possible, par contre l'audition est meilleure à une certaine distance, comme nous l'avons déjà dit. Ce téléphone est d'un mauvais usage dans les endroits où il y a beaucoup de bruit.

Quelques Récepteur différents du réversible Bell

Le Récepteur **Ochorowicz** a aussi deux bobines fixées sur les pôles d'un aimant qui a la forme d'un cylindre fendu suivant une génératrice. Sur le noyau de l'une de ces bobines est vissé un diaphragme, tandis que devant l'autre bobine un second diaphragme libre est appliqué selon la manière usuelle. Un cercle réunit les deux diaphragmes et il se forme ainsi une espèce de boîte cylindrique qui est fixée en un seul point et qui vibre dans sa totalité quand des courants ondulatoires traversent les bobines. Ce téléphone se distingue aussi par ses petites dimensions. (décrit dans la page [les appareils](#))



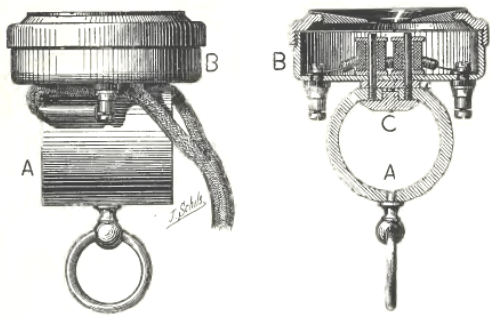
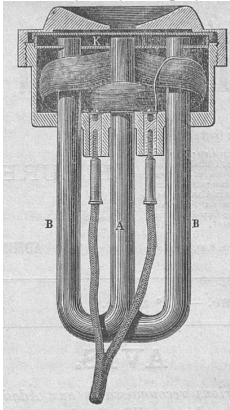


FIG. 24. — Récepteur Ochrowicz.

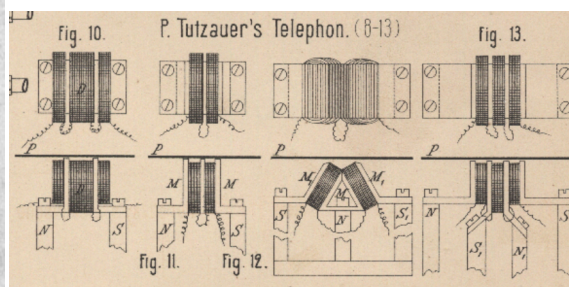
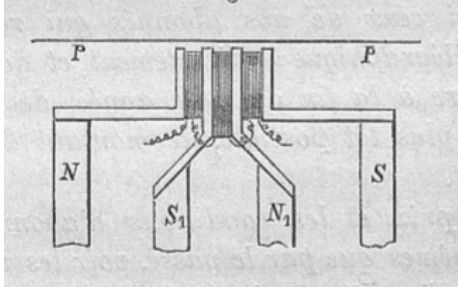
Récepteur construit par MM. Château, père et fils (France).

M. Henry Clay a employé dans son téléphone trois pôles magnétiques et trois bobines. (décrit dans la page [les appareils](#))



Le pôle nord est au centre, les deux extrêmes sont des pôles sud. Le fil qui forme les trois bobines décrit un double contour des trois pôles et par suite le même courant renforce ou affaiblit simultanément les trois pôles. Ce téléphone est un peu lourd et mal commode pour la manipulation.

Le téléphone de M. P. Tutzauer, est muni de 4 pôles magnétiques, placés l'un à côté de l'autre et alternant dans leur polarité. (brevet allemand de classe 21 n° 23910 du 21 novembre 1882)

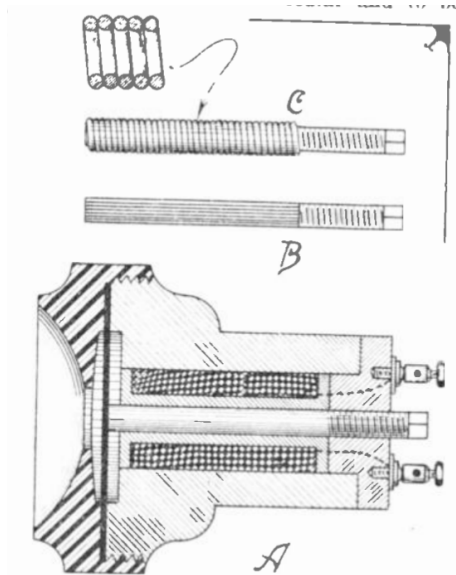


Entre ces pôles se trouvent 8 bobines, mais leurs spires sont placées parallèlement à l'axe des prolongements en fer doux qui couronnent les pôles. L'inventeur croit que, par cet arrangement, l'effet sur les aimants des courants variables qui se produisent dans les bobines est plus grand que dans la position ordinaire.

L'inventeur démontre également comment ses dispositifs peuvent être combinés avec les inventions de [W. E. Fein](#) (brevet allemand n° 10673, voir 1881 239 488) et de Schiebeck et Plentz (brevets allemands n° 8522 et 10854, voir 1881 239 488).

Différents inventeurs vont encore plus loin dans le nombre des aimants qui agissent sur la membrane du téléphone.

M. Eaton a exposé à Philadelphie un téléphone (téléphone moléculaire) dont le champ magnétique était produit par 6 aimants en fer à cheval, les pôles sud étaient réunis au centre, les pôles nord à la périphérie et entre les deux groupes de pôles similaires se trouvait une bobine qui par ce fait produisait son influence dans les deux directions.



Trois configurations sont représentées.

Dans la configuration (A), la dilatation et la contraction longitudinales de la barre de fer agissent directement sur le diaphragme. Ce dernier peut être constitué de n'importe quel matériau isolant, tel que le mica.

Bien qu'un diaphragme magnétique puisse être utilisé, il n'est pas nécessaire, car l'extrémité polaire de l'électroaimant est toujours en contact avec le diaphragme.

Dans ce récepteur, un noyau en fer massif est utilisé, mais de meilleurs résultats sont obtenus avec le noyau en fil de fer illustré en (B), constitué de plusieurs fils de fer doux regroupés en faisceau.

Le plus intéressant est illustré en (C) ; il utilise un noyau en forme de ressort hélicoïdal, enroulé de manière à ce que les spires successives soient en contact. Ce noyau est présenté comme étant bien supérieur aux deux autres, offrant des performances comparables à celles d'un récepteur magnéto-téléphonique ordinaire.

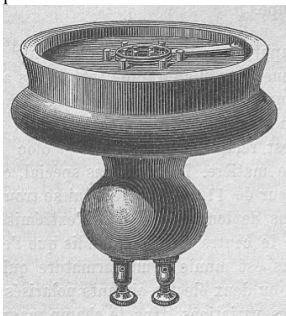
Le noyau hélicoïdal est de préférence fabriqué en fil d'acier à piano recuit.

Téléphone EATON exposé dans [cette page](#).

Le premier brevet US 204 141 est du 28 mai 1878, le second US 222 475 du 9 déc 1879 et le troisième US 237 838 du 15 fév 1881.

(décrit dans la page [les appareils](#))

M. Graham a pour son téléphone adopté le même principe avec la seule modification que la bobine est fixée à un ressort et est par conséquent mobile jusqu'à un certain point.



téléphone Graham

Dans cette catégorie de téléphones à plusieurs pôles actifs se range aussi celui de **M. Boisselot** qui est censé être le récepteur le plus sensible qui exista.



— Récepteur télé-phonique Boisselot.

(décrit dans la page [les appareils](#))

L'aimant a la forme d'un fer à cheval, mais il est courbé de telle façon qu'il présente un grand développement sous un volume restreint.

Les deux bobines indépendantes sont enroulées sur des armatures système **Maiche** et permettent un réglage parfait. C'est la maison Maiche et C^{ie} à Paris qui a le débit de ces téléphones.

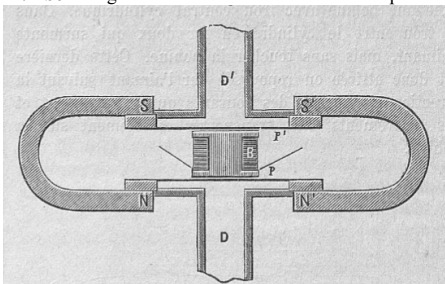
Une autre catégorie de récepteur comprend ceux qui ont plusieurs membranes.

Nous avons déjà mentionné celui de M. Ochrowicz qui pourrait aussi être rangé dans cette catégorie.

Le téléphone double de **M. Stevens** se compose d'une bobine par l'intérieur de laquelle passent les deux pôles d'un aimant en fer à cheval. La bobine est libre autour d'un axe diamétral; elle oscille donc quand des courants ondulatoires la traversent et ses oscillations sont transportées par un levier très léger sur deux membranes parallèles. Deux faibles ressorts ramènent la bobine dans sa position normale.

Le téléphone de **M. Pratt** a deux membranes parallèles entre lesquelles est fixée, à proximité des membranes, la bobine sans noyau et sans joues. Les spires de la bobine sont retenues à leur place convenable par une matière collante. La membrane placée vis-à-vis de l'embouchure a un trou central qui permet aux ondes engendrées par la membrane opposée de parvenir aussi à l'oreille.

M. Ebel charge l'une des membranes d'une haute polarité nord, l'autre d'une haute polarité sud, au moyen de deux aimants.

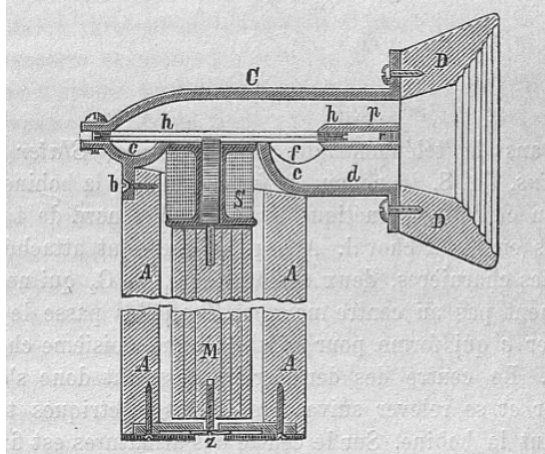


La bobine se trouve donc dans un champ magnétique puissant entre les deux diaphragmes. Les oscillations de ces diaphragmes sont conduites aux deux oreilles par les tubes flexibles D et D'.

Le téléphone de **M. Ullmann** a un aimant en forme de tube fendu dans la direction de son axe. Les parties du tube à côté de la fente sont les pôles auxquels sont fixées deux bobines, au moyen de noyaux en fer doux. (décrit dans la page [les appareils](#))

La capsule qui les enferme consiste en deux plaques élastiques réunies par une couronne. Ces deux plaques sont polarisées dans le même sens. Le système ressemble beaucoup à celui de M. Ochorowicz.

Le téléphone de **M. Schwindt**, n'a bien qu'un seul diaphragme, mais ses deux côtés agissent sur l'air qui l'entoure.



Hugo Schwindt, Berlin. Brevet : Palier de diaphragme téléphonique avec cavités arquées plates reliant les deux faces du diaphragme à une ouverture acoustique. Brevet le : 10 juin 1883.

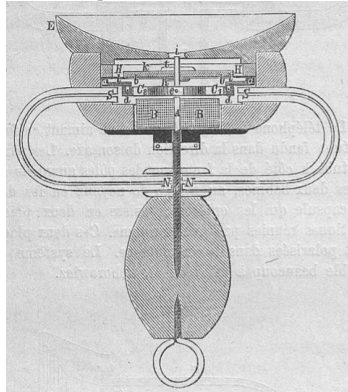
Le cornet D est placé latéralement à l'axe de l'aimant droit M qui se compose d'un faisceau de lames, surmonté d'une bobine S. La distance de la membrane peut être réglée par la vis z. Les deux cavités h et ef aboutissent dans l'embouchure commune.

Le couvercle de ce téléphone est assez compliqué et tout l'arrangement nous paraît pécher contre les bons principes en ce sens que les ondes d'un côté du diaphragme neutralisent celles de l'autre côté.

Les téléphones sans diaphragme magnétique forment une autre catégorie.

Sur le centre d'une membrane en matière quelconque, bois, ébonite, laiton, porcelaine, est fixée une bobine avec trou central cylindrique. Dans ce trou entre le cylindre en fer doux qui surmonte l'aimant, mais sans toucher la bobine. Cette dernière est donc attirée ou repoussée par l'aimant suivant la direction et la force des courants qui la traversent et ces mouvements sont transportés directement sur la bobine.

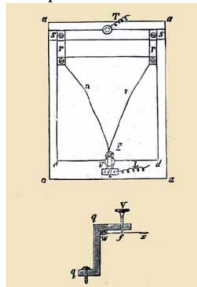
Dans le téléphone de **MM. Bassano, Slater et Hollins**, le noyau en fer doux A de la bobine B est en contact magnétique avec les pôles nord de 4 aimants en fer à cheval.



Aux pôles sud sont attachées, par des charnières, deux armatures C x et C2 qui ne se touchent pas au centre mais par lesquelles passe le fil d'acier e qui forme pour ainsi dire une troisième charnière. Le centre des deux armatures peut donc s'enfoncer et se relever suivant les ondes électriques traversant la bobine. Sur le centre des armatures est fixée une tige i avec une plaque bb en laiton sur laquelle est collée une plaque en bois H H. Les mouvements de cette dernière plaque engendrent les ondulations acoustiques. Ce téléphone a été inventé surtout dans le but d'éviter les brevets Bell, mais doit donner, suivant les rédacteurs du *Télégraphie Journal and Electrical Review*, d'assez bons résultats.

Du diaphragme non magnétique il n'y a qu'un pas au téléphone sans diaphragme, et ce pas a été franchi par plusieurs inventeurs.

Mentionnons le téléphone à marteau de M. de [Locht-Labye](#), où le diaphragme est remplacé par un épais bloc en bois ou toute autre matière. Dans un cas spécial, ce bloc avait une épaisseur de 11 mm .



Pantéléphone



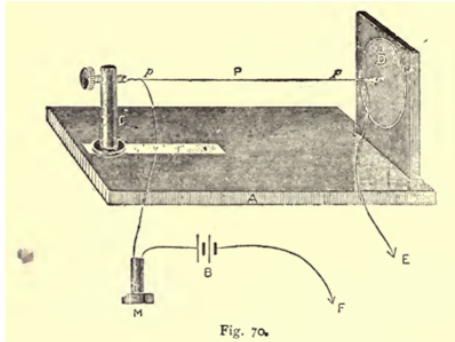
Derrière lui se trouve un levier à deux bras de longueur égale. L'extrémité d'un bras presse sur le centre du bloc, tandis que l'extrémité de l'autre bras est munie d'une armature qui se trouve devant un ou deux électro-aimants polarisés par un fort aimant. Les variations dans le champ magnétique produisent contre le bloc en bois des chocs qui se transforment en reproduction de la parole. Ce téléphone a été essayé entre Bruxelles et Anvers à travers une ligne qui représente 132 km. de fil télégraphique de 4mm de diamètre. (décrit dans la page [les appareils](#))

Souvent le caractère d'un téléphone n'est pas bien défini, de sorte qu'il pourrait rentrer aussi bien dans une catégorie que dans une autre. Ce cas s'est déjà présenté plusieurs fois pour les téléphones décrits, et pour d'autres le choix de la catégorie est encore plus difficile.

Les récepteurs thermiques

1878 Le récepteur thermique de Preece

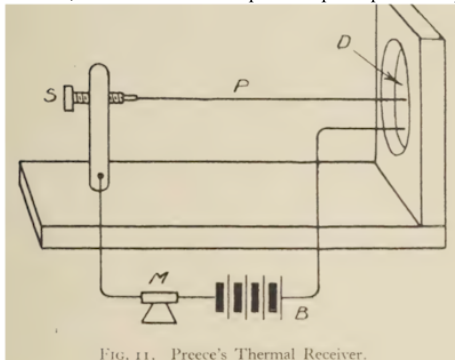
La figure ci dessous illustre la version expérimentale de cet instrument. Sur un socle robuste en acajou A était montée une tige coulissante en laiton C, que l'on pouvait fixer à n'importe quelle distance de D, un disque en tôle de fer mince.



Un tronçon de fil fin P était tendu entre le centre du disque et la vis située sur C. Ses extrémités libres étaient reliées à des bornes sur le socle, de manière à pouvoir insérer P dans un circuit comprenant un microphone émetteur M et une batterie B composée de six éléments au bichromate de potassium.

On a utilisé un fil de platine d'un diamètre de 3 millièmes de pouce (environ 0,076 mm) et d'une longueur de 6 pouces (environ 15 cm) entre les points p et l ; les effets sonores étaient très marqués lorsque l'on parlait dans le microphone émetteur M. L'articulation, bien que faible, était nette, et les mots étaient facilement audibles.

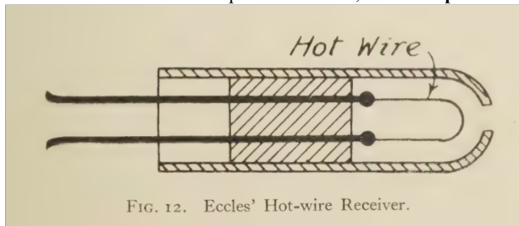
En 1880, Preece décrit son récepteur téléphonique thermique dans une communication présentée à la Royal Society.



Ce dispositif se composait d'une membrane métallique D, au centre de laquelle était fixé un fil de platine fin P, d'une longueur de 6 pouces (environ 15 cm), dont la tension était réglée au moyen d'une vis S. Si ce fil est inséré dans un circuit comprenant un microphone M et une batterie B, toute variation du courant modifie la température du fil, changeant ainsi sa longueur et provoquant des mouvements correspondants de la membrane D. Campbell Swinton et l'auteur ont tous deux utilisé indépendamment cet instrument pour la réception de signaux sans fil, en le plaçant dans un circuit oscillant sans recourir à un détecteur redresseur.

La modification la plus récente de l'instrument, qui fut exposée à Vienne en 1883, a la forme d'un tube de verre fermé par un bouchon de liège, à travers lequel deux fils pénètrent dans le tube. Entre ces deux fils est tendue une hélice de fil de platine très fin, d'une longueur de S centimètres environ. Les courants ondulatoires qui traversent la spirale de platine produisent des vibrations moléculaires et par suite des dilatations et des contractions du fil, par lesquelles l'air renfermé dans le tube est mis en vibration. Un cornet acoustique est attaché à l'extrémité inférieure du tube de verre et l'instrument peut être employé comme un récepteur. On peut considérer tous les effets microphoniques comme dus à la chaleur qui est développée par le passage du courant entre deux contacts imparfaits de charbons, et qui fait varier la résistance du circuit et par suite les courants eux-mêmes ; des courants ondulatoires produits par ces vibrations sont envoyés sur la ligne et produisent des effets analogues dans le récepteur. Si cette explication est correcte, un récepteur microphonique doit être réversible, tout comme un récepteur téléphonique, et M. le Prof. Hughes a montré que c'est réellement le cas.

Pour une autre forme de récepteur à fil chaud, le **thermophone** du **Dr Eccles**.



13 sept, 1878 vu dans le "English mechanic and World of science" No. 703

LE THERMOPHONE.

Lorsque l'apparition du téléphone de Bell à la réunion de l'Association britannique à Plymouth suscita un tel enthousiasme et une telle admiration, nous étions enclins à penser que cet instrument serait sans délai appliqué à des fins pratiques générales, et remplacerait même le télégraphe Morse, son redoutable rival, en un très court séjour.

L'expérience nous montre aujourd'hui que le téléphone a très peu progressé pour gagner la faveur du public par son utilité pratique.

Il s'est avéré ne produire qu'un son d'un intérêt minimal, et comme il est sujet à des dysfonctionnements fréquents, et nécessite donc une attention constante, nous craignons qu'il rejoigne la longue liste des jouets scientifiques. Le manque d'intensité du son reproduit a été considéré comme inhérent à la nature de l'action magnétique et c'est pour cette raison que les scientifiques ont souvent conseillé aux inventeurs d'abandonner les principes connus et si possible d'ouvrir une nouvelle voie de progrès en téléphonie.

Nous avons consacré beaucoup de temps et beaucoup d'efforts à cette fin, et nous vous soumettons ici le résultat de nos efforts de recherche expérimentale.

À la recherche d'une nouvelle source de son pour le téléphone, nous avons porté notre attention sur les vibrations sonores produites par la dilatation des corps sous l'influence de la chaleur, et la production de chaleur au moyen du courant électrique. Lorsqu'un courant électrique provenant d'une batterie ou d'une autre source d'électricité traverse un circuit constitué de deux fils de cuivre, dont les extrémités sont reliées aux bornes d'un mauvais conducteur (par exemple, un court morceau de fil de platine fin), ce dernier devient immédiatement incandescent et, si le courant est suffisamment fort, il fond. Le sulfure de cuivre est connu pour dégager tellement de chaleur dans ces conditions qu'il constitue un fusible électrique efficace ; le carbone gazeux et d'autres substances de faible conductivité présentent les mêmes résultats. La résistance opposée par ces corps convertit une partie du courant électrique en chaleur.

Comme on sait que les corps se dilatent lorsqu'ils sont soumis à une température élevée, le fil de platine, le sulfure de cuivre ou le carbone gazeux, etc., augmentera, lorsqu'il est chauffé, en longueur, largeur et épaisseur (contrairement au fer doux ou à l'acier qui, sous l'influence de l'électromagnétisme, ne s'allongent que dans une seule dimension), et produira ainsi une condensation dans l'air ambiant. En refroidissant, le fil se contracte et provoque une raréfaction de l'air d'un degré correspondant.

Si une série de courants électriques est envoyée de manière régulière et rapide à travers un circuit contenant une telle substance, les impulsions transmises à l'air ambiant par cette substance produisent un son musical.

Lors de nos expériences sur ce sujet, nous avons utilisé un électroaimant dont le noyau était constitué d'un tube de fer de qualité inférieure et la bobine d'un fil de cuivre isolé assez fin (n° 26). Sous l'influence des forts courants produits par la batterie de notre « téléphone musical », nous avons remarqué avec intérêt que l'aimant avait considérablement chauffé. Le fer de mauvaise qualité est très sensible à l'électromagnétisme, et la résistance qu'il oppose à l'induction électromagnétique produit de la chaleur. Nous avons donc pensé avoir découvert un moyen d'intensifier les effets décrits ci-dessus en utilisant comme source de chaleur non seulement la résistance opposée par les mauvais conducteurs au passage du courant électrique, mais aussi la résistance du fer ou de l'acier à l'action électromagnétique, improprement appelée force coercitive.

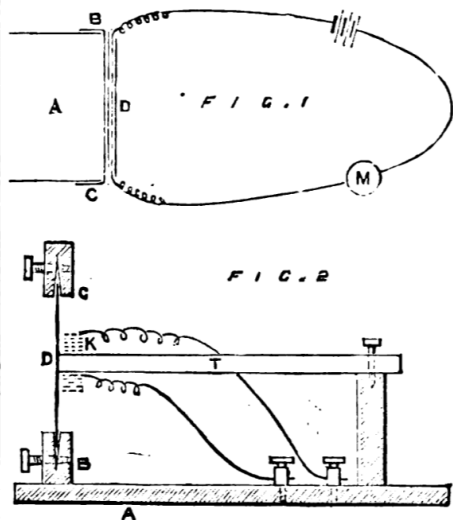
L'induction électromagnétique directe a elle-même été employée sur notre appareil. comme a été employé sur nos instruments dans une étendue limitée seulement La combinaison dans l'émetteur par une série de vibrations sonores des effets de ces trois types d'impulsions se manifeste dans ce que nous appelons vaguement - mouvement moléculaire

Les mauvais conducteurs que nous interposons dans le circuit de nos instruments sont de petites bobines de fil isolé très fin, en maillechort, en platine ou en cuivre. Mais les sons émis par de telles bobines sont en effet très faibles, et nous avons dû concevoir des moyens de les intensifier par des impulsions. Les bobines étaient placées entre des disques de fer, ou sur des tubes de fer étamé, à proximité immédiate de ces disques

Les sons ainsi produits agissaient sur une surface résonnante ou cavité.

Par ces moyens, nous sommes parvenus à construire des récepteurs téléphoniques efficaces, sans utiliser d'aimants à proprement parler

L'un de ces instruments est de la construction suivante :



(La figure 1 représente une coupe transversale de celui-ci) :

-A, tube en laiton ; B, C, membrane ; D, bobine ; M, microphone ou téléphone

Trois disques en fer noir, l'un de 1,25 cm de diamètre, les deux autres de 7,5 cm de diamètre, sont vernis des deux côtés et collés ensemble, le plus petit disque entre les deux plus grands. On forme ainsi une bobine très fine, sur laquelle on enroule une petite bobine d'environ 4,5 à 9 mètres seulement de fil de cuivre n° 36 recouvert de soie. La bobine est ensuite collée au centre de la membrane d'un tambourin, ou d'une membrane tendue sur une extrémité d'un tube en laiton de 10 cm de long et de 7,5 cm de diamètre.

Un autre récepteur est construit comme suit : - Un tube en fer étamé, T, 6 pouces de long et d'un diamètre donné, est soudé en un seul point (non circulaire) au centre d'un disque téléphonique ordinaire, D, fixé par un couvercle sur un support. Une bobine, telle que décrite ci-dessus ou plus grande, est enroulée autour du tube près du disque. Le disque et le tube s'avèrent être un excellent résonateur.

Nous l'avons trouvé aussi sensible aux vibrations sonores que la partie de cet instrument (voir Fig 2) (A, B, C, G, supports en bois du disque, K, bobine, T, tube).

Avec ce récepteur, nous avons entendu la mélodie d'une boîte à musique et la parole reproduites avec une grande fidélité, tant en qualité qu'en hauteur, et avec une intensité considérable

Un tube de fer étamé, de 10 cm de long et de 1,25 cm de diamètre, bobiné avec une bobine, telle que décrite ci-dessus, reproduira également les sons téléphoniques. Ces différents récepteurs démontrent clairement que ni l'aimant ni le disque ne sont des éléments essentiels, mais seulement des accessoires d'un récepteur téléphonique Cette affirmation est prouvée non seulement par la théorie que nous exposons, mais aussi par les résultats pratiques de nos expériences. Néanmoins, nous devons nous attendre à des critiques défavorables concernant notre explication du fonctionnement de ces instruments.

Le principal argument théorique qui sera présenté contre nous sera que des successions de changements de température, si infiniment rapides qu'elles produisent un son par la dilatation des corps sur lesquels elles agissent, sont impossibles.

Mais on a utilisé exactement le même argument contre la rapidité des changements magnéto-électriques jusqu'à ce que les performances des téléphones de Bell réfutent pratiquement l'hypothèse hâtive. Je renvoie ceux qui nourrissent des doutes à une vérification expérimentale et leur demande d'enrouler un mètre seulement de fil isolé, n° 36, autour d'une bobine en acier ordinaire de machine à coudre, puis d'insérer cette bobine miniature, avec une batterie puissante, dans un circuit électrique, et d'établir et d'interrompre le contact très rapidement.

Le résultat ainsi obtenu constituera une preuve plus convaincante que toute affirmation que nous pourrions formuler par écrit.

Lors de nos recherches pratiques sur ces récepteurs, nous avons entendu parler des rapports de M Blythe et de M Hughes sur leurs récepteurs à microphone, et le principe de fonctionnement de ces instruments nous a semblé être exactement celui sur lequel nous menions nos expériences

Le carbone, étant un conducteur médiocre, offre une résistance considérable au passage du courant électrique. Sa température est élevée en degrés, proportionnellement à l'intensité des courants qui le traversent, et il se dilate sous l'effet de la chaleur, en degrés, proportionnellement aux ondulations du courant telles que variées ou produites dans l'émetteur par une série de vibrations sonores d'amplitudes différentes. Il est à noter que nous n'avons eu connaissance d'aucune répétition réussie de l'expérience de M Blythe Le principe n'a manifestement pas été compris, et les expérimentateurs, au lieu d'utiliser des courants de quantité, emploient probablement les piles de microphone habituelles, qui sont extrêmement faibles et dont les courants ne produisent que des effets minimes, de la nature décrite.

Le principe que nous expliquons permet de nombreuses applications différentes. Nous avons produit une variété de récepteurs. Aucun n'est aussi parfait que nous le souhaiterions, ni même aussi efficace qu'un bon téléphone Bell.

Mais sans aucun doute, le sujet sera repris par de nombreux expérimentateurs, et nous éprouvons une certaine satisfaction d'avoir découvert le principe et établi expérimentalement le fait qu'il est possible de reproduire le son par action thermique grâce à la conversion de forces.

Une nouvelle voie est ainsi ouverte à la recherche scientifique, et au progrès ss en téléphonie.

Th Wiesendanger

M. Wiesendanger avait établi, d'après ces propriétés qu'il soupçonnait, un téléphone auquel il donna le nom de **Thermophone** (Voir *English mechanic and World of science du 13 sept, 1878 ci dessus*) et qui a été décrit dans les différentes éditions de l'ouvrage de M. du Moncel sur le téléphone, le microphone et le phonographe ; mais la théorie qu'il avait émise à cet égard n'avait pas été accueillie tout d'abord avec l'intérêt qu'elle méritait; on croyait que les mouvements de dilatation et de rétraction résultant des actions calorifiques devaient être trop lents à se produire pour provoquer des vibrations; mais M. Wiesendanger répondait à cela que ces effets de dilatation et de contraction pouvaient être moléculaires, et par conséquent ne pas se produire dans les mêmes conditions que ceux qui se manifestent dans les masses matérielles.

Suivant lui, son hypothèse permettait d'expliquer la reproduction de la parole dans les microphones récepteurs de Hughes et pourrait même s'appliquer à la théorie du téléphone électro-magnétique, en considérant qu'une hélice magnétisante aussi bien qu'un noyau magnétique autour duquel circule un courant électrique, se trouve plus ou moins échauffée suivant l'intensité du courant qui la parcourt, surtout quand le fil de cette hélice et le noyau sont mauvais conducteurs de l'électricité et du magnétisme.

Dans le même ordre d'idées, M. Preece a voulu examiner jusqu'à quel point des variations promptes dans la dilatation d'un fil pouvaient entraîner des vibrations sonores, et il eut l'idée d'adapter au centre d'un diaphragme de téléphone fixé sur une table d'harmonie, un fil fin et résistant traversé par le courant onduloir d'un parleur microphonique, animé par une pile à bichromate de potasse de six éléments. C'était, comme on le voit, l'expérience de M. Ader sous une autre forme. On obtint naturellement la reproduction de la parole; mais, comme l'appareil était disposé de manière à ce que l'on pût varier la longueur et la nature du fil, on pût varier les expériences, et on est arrivé à constater les résultats suivants.

1° La longueur de fil correspondante à la plus grande intensité des sons était d'environ six pouces.

2° Le diamètre le plus favorable était de 0,001 de pouce.

3° Le métal donnant les meilleurs effets était le platine, et les autres métaux pouvaient être rangés dans l'ordre suivant qu'il s'agit de la propriété que nous étudions : platine aluminium, palladium, fer, cuivre, argent, or. Cette conclusion est tout à fait différente de celle de M. Ader.

4° L'étirage et la compression des fils n'apportaient aucun changement dans leur faculté de reproduire les sons, quand toutefois, la tension requise avait été atteinte. 11 en a été de même en substituant aux fils des crayons de charbon.

5° Les effets dus à réchauffement ou au refroidissement du fil, pouvaient être mis en évidence par la sensation que l'on ressentait en touchant ces fils du doigt, et on pouvait, d'ailleurs, distinguer à l'œil les dilatations et contractions qui en résultaient, quand on émettait des sons bas.

« Or, il semble démontré d'après ces expériences, dit M. Preece, que les fils servant aux transmissions téléphoniques, peuvent reproduire par des effets de dilatation et de contraction les mouvements des ondes sonores qui déterminent, dans le transmetteur, les renforcements et les affaiblissements du courant transmis, et par conséquent peuvent émettre des vibrations sonores. Ces vibrations sont donc, par le fait, très-analogues à celles qui sont produites mécaniquement et moléculairement dans les fils des télégraphes, mais avec cette grande différence que, dans ce dernier cas, elles se propagent lentement le long du fil avec une vitesse facile à mesurer, tandis que dans l'autre se propagent pour ainsi dire instantanément sur toute la longueur du fil. »

Il n'est pas inutile de dire, à l'occasion de ces recherches, que M. Dunand est arrivé à reproduire nettement la parole avec un fil de platine de quelques millimètres de longueur, placé en arc-boutant entre deux plaques de cuivre mises en rapport avec le circuit d'un microphone. Il avait du reste constaté depuis longtemps que tous les métaux pouvaient produire le même effet ; de sorte que la reproduction des sons par un fil ne peut être considérée comme étant particulière aux fils en matière magnétique.

Les expériences de M. Preece, que nous avons rapportées dans le numéro du 1er juillet de ce journal, ont été l'occasion d'une réclamation de priorité de M. G. M. Hopkins, insérée dans le Scientific American du 17 juillet.

D'après ses propres expériences, qu'il a répétées à peu près dans les mêmes conditions que le savant anglais, l'articulation de la parole n'aurait pu jamais être obtenue d'une manière distincte, quelle qu'ait été la nature du fil métallique employé, et il a même essayé de petites baguettes de charbon. Toutefois, il a mis à contribution les effets d'élongation et de contraction du fil produits dans ces conditions, à la construction d'un relais télégraphique qui a fourni des réultats avantageux. Nous croyons que si M. Hopkins n'a pas obtenu la reproduction de la parole par le moyen indiqué par M. Preece, c'est qu'il ne s'est pas placé dans les conditions convenables car M. Dunand l'a parfaitement réalisée avec un fil de platine, et M. Ader avec un fil de fer terminé par une masse pesante ; toutefois, nous ne croyons pas que ce soit aux effets thermiques qu'il faut attribuer ce phénomène, mais bien à des effets moléculaires effectués au sein du fil par le passage du courant. Les effets de dilatation sont beaucoup trop lents pour donner naissance à des vibrations sonores, et les expériences de M. Ader montrent, comme on l'a vu, que, par le fait du passage du courant, il peut se produire deux effets tout à fait distincts et souvent contraires l'un à l'autre.

En 1887, le professeur Geo. Forbes a décrit certaines expériences devant la Royal Society. Il a utilisé un fil porté au rouge comme transmetteur téléphonique.

Un fil de platine fin était inclus dans un circuit comprenant une batterie et l'enroulement primaire d'une bobine d'induction, dont l'enroulement secondaire était relié à un récepteur téléphonique. Lorsque le fil était incandescent, les paroles prononcées en sa direction pouvaient être entendues dans le récepteur grâce à la variation de résistance provoquée par le refroidissement. Ce transmetteur était totalement insensible aux vibrations mécaniques.

Transmetteur thermique de Forbes

Le professeur G. Forbes a réalisé des expériences en utilisant un fil chauffé au rouge comme transmetteur téléphonique. Un fin fil de platine était inséré dans le circuit comprenant un accumulateur chargé et l'enroulement primaire d'une bobine d'induction. Un récepteur téléphonique était relié au circuit de l'enroulement secondaire de cette même bobine. La puissance de la source d'alimentation était telle que le fil fin du circuit primaire atteignait une température élevée et devenait incandescent. Dans cet état, les paroles prononcées en direction du fil pouvaient être entendues dans le récepteur téléphonique. Ce phénomène s'explique par le fait que les ondes sonores, en traversant rapidement le fil incandescent, en modifiaient la résistance par refroidissement, faisant ainsi varier l'intensité du courant dans le circuit primaire. Les fluctuations de courant ainsi engendrées provoquaient des variations correspondantes dans le circuit secondaire, lesquelles reproduisaient la voix dans le récepteur. Des fils en spirale - en acier ou en alliage platine-iridium, semblables à des ressorts de montre - ont été testés en remplacement du fil droit, avec un certain succès. L'interposition d'une membrane en caoutchouc entre la source sonore et le fil chauffé ne nuisait pas à l'efficacité du dispositif ; en revanche, les vibrations mécaniques n'avaient aucune incidence sur l'appareil.

Bien d'autres modèles de récepteurs seront inventés que l'on retrouve dans la page [les appareils](#).

Les Transmetteurs ou microphones

Téléphones à piles et à transmetteurs liquides

On a vu que M. Gray, dès l'année 1876, avait imaginé un système téléphonique basé sur les variations de résistance qu'éprouve un circuit complété par un liquide, lorsque la couche liquide interposée entre les électrodes varie d'épaisseur sous l'influence des vibrations de la lame téléphonique mise en rapport avec l'une de ces électrodes. Ce système a été étudié depuis par plusieurs inventeurs, entre autres par MM. Richemond et Salet, et voici les quelques renseignements qui ont été publiés relativement à leurs recherches.

« Un autre téléphone reproduisant les sons articulés, et appelé par M. Richemond *électro-hydro-téléphone*, a été breveté récemment aux États-Unis. Il est sous certains rapports semblable à celui de M. Edison, mais au lieu de mettre à contribution des disques de charbon pour modifier la résistance du circuit, c'est l'eau qui est employée, et cette eau est mise en rapport avec le circuit et la pile par l'intermédiaire de deux pointes de platine, dont une est fixée sur le diaphragme métallique qui vibre sous l'influence de la voix. Les vibrations de ce diaphragme en transportant la pointe qui lui est adhérente en des points différents de la couche liquide interpolaire, diminuent ou augmentent la résistance électrique de cette couche, et déterminent des variations correspondantes dans l'intensité du courant traversant le circuit. Le téléphone récepteur a d'ailleurs la disposition ordinaire. » (Voir le Telegraphic Journal du 15 sept. 1877, p. 222).

« Il m'a paru intéressant, dit M. Salet, de construire un téléphone dans lequel le mouvement de deux membranes soient absolument solidaires, et pour cela j'ai mis à profit la grande résistance des liquides.

M. Bell avait déjà obtenu quelques résultats en attachant à la membrane vibrante un fil de platine communiquant avec une pile, et plongeant plus ou moins dans de l'eau acidulée contenue dans un vase métallique relié lui-même par la ligne au téléphone receveur. J'ai substitué au fil de platine un petit levier d'aluminium portant une lame de platine ; à une très-faible distance de celle-ci s'en trouvait une seconde en relation avec la ligne. Les vibrations de la membrane, triplées ou quadruplées dans leur amplitude, ne sont pas altérées dans leurs formes, grâce à la petitesse et à la légèreté du levier ; elles déterminent dans l'épaisseur de la couche liquide traversée par le courant, et par suite dans l'intensité de celui-ci, des variations, lesquelles en occasionnent de semblables dans la force attractive de l'électro-aimant récepteur. Sous son influence, la membrane recevant exécutait des mouvements solidaires de ceux de la membrane expéditrice. Le son transmis est très-net et, résultat auquel on pouvait s'attendre, le timbre est parfaitement conservé. Les consonnes cependant n'ont pas tout le mordant de celles transmises par l'instrument de M. Bell. C'est un inconvénient qui apparaît surtout quand le levier est un peu lourd ; on pourrait facilement le faire disparaître. L'électrolyse produit en outre un bruissement continu qui ne nuit guère à la netteté du son.

« Comme dans ce système on ne demande pas à la voix de produire, mais seulement de diriger le courant électrique engendré par une pile, on peut théoriquement augmenter à volonté l'intensité du son reçu. En réalité j'ai pu faire rendre au récepteur des sons très-forts, et il me semble que cet avantage compense largement la nécessité d'employer une pile et un appareil expéditeur assez délicat. Malheureusement la transmission ne peut se faire à des distances un peu considérables. Supposons qu'un certain déplacement de la membrane expéditrice détermine dans la résistance le même accroissement que cinq à six cents mètres de fil : si la ligne a cinq cents mètres, l'intensité du courant se trouvera réduite de moitié et la membrane recevant prendra une nouvelle position notablement différente de la première ; mais si la ligne a cinq cents kilomètres, l'intensité du courant ne sera modifiée que de un millième. Il faudrait donc employer une pile énorme pour que cette variation se traduisit par un changement sensible dans la position de la membrane recevant. » (Voir Comptes rendus de l'Académie des sciences du 18 février 1878, p. 471.)

M. J. Luvini, dans un article inséré dans les Mondes, du 7 mars 1878, a indiqué un système de rhéotome de courant pour les téléphones à pile qui, malgré sa complication, pourrait peut-être présenter quelques avantages, en ce sens qu'il fournirait des courants alternativement renversés.

Dans ce système, la lame vibrante transmettrice qui doit être placée verticalement, réagit sur un fil mobile horizontal replié rectangulairement et portant sur chacune de ses branches deux pointes de platine plongeant dans deux godets remplis d'un liquide médiocrement conducteur ; les deux branches de ce fil, isolées l'une de l'autre, sont mises en rapport avec les deux pôles de la pile, et les quatre godets dans lesquels plongent les fils de platine, communiquent d'une manière inverse à la ligne et à la terre par l'intermédiaire de fils de platine immobiles fixés dans les godets. Il résulte de cette disposition que, pour un réglage convenable des distances entre les fils fixes et mobiles, deux courants égaux se trouveront opposés à travers le circuit de la ligne quand le diaphragme sera immobile ; mais aussitôt que celui-ci vibrera, les distances respectives des fils varieront, et il en résultera, un courant différentiel dont l'intensité sera en rapport avec l'étendue du déplacement du système ou l'amplitude de la vibration, et dont le sens variera pour les mouvements en dessus et en dessous de la ligne des nœuds de vibration. On aurait donc de cette manière les effets avantageux des courants induits.

M. Charles Lever a construit un téléphone fondé sur le principe de l'électromètre à mercure de M. Lippmann.

Dans un tube étroit et vertical se trouve une colonne de mercure sur laquelle est placé, aussi verticalement, un piston en aluminium qui, avec sa pointe, touche un diaphragme dans son centre. L'espace entre le diaphragme et le ménisque de mercure est rempli d'acide sulfurique. Les courants traversent le diaphragme, le piston et le mercure, et au point de contact entre le mercure et l'acide sulfurique se produit la réaction qui opère une transformation du ménisque, de laquelle résulte une variation de la pression du piston sur le diaphragme et l'oscillation de ce dernier.

Dans son système téléphonique, M. Pratt a complètement abandonné les arrangements usuels. La bobine n'a aucun noyau et ne représente qu'une résistance de 4 ohms. Le diaphragme mince est placé entre cette bobine et le cornet, tandis que de l'autre côté une plaque épaisse est fixée sur la bobine. Entre la bobine et la capsule cylindrique est ménagé un espace de quelques millimètres qui, d'après l'inventeur, joue un grand rôle dans le bon fonctionnement de l'appareil.

Téléphones à pile et à arcs voltaïques.—

Pour obtenir des variations de résistance encore plus sensibles qu'avec les liquides et les corps pulvérulents, on a eu l'idée d'avoir recours aux conducteurs gazeux échauffés, et on a combiné plusieurs dispositifs de téléphones à pile dans lesquels le circuit était complété par une couche d'air séparant la lame vibrante d'une pointe de platine servant d'excitateur à une décharge électrique de haute tension. Dans ces conditions, cette couche d'air devient conductrice, et l'intensité du courant qui la traverse est en rapport avec son épaisseur. Ce problème a été résolu soit au moyen de courants voltaïques d'une grande tension, soit au moyen d'une bobine de Ruhmkorff.

Le premier système a été combiné par M. Trouvé, et voici ce qu'il en dit dans le journal la Nature du 6 avril 1878. «Une membrane métallique vibrante constitue l'un d'une pile à haute tension; l'autre pôle est assujéti devant la plaque par une vis micrométrique qui permet de faire varier, suivant la tension de la pile, la distance à la pl sans pourtant jamais être en contact avec elle. Cette distance, toutefois, ne doit pas dépasser celle que pourrait franchir la décharge de la pile. Dans ces conditions, la membrane vibrant sous l'influence des ondes sonores a pour effet de modifier constamment la distance entre les deux pôles et de faire ainsi varier sans cesse l'intensité du courant; par conséquent l'appareil récepteur (téléphone Bell ou à électro-aimant) subit des variations magnétiques en rapport avec les variations du courant qui l'influence, ce qui a pour effet de faire vibrer synchroniquement la membrane réceptrice. C'est donc sur la possibilité de faire varier entre des limites très-étendues la résistance du circuit extérieur d'une pile ou batterie à haute tension dont les pôles ne sont pas en contact, que repose le nouvel appareil téléphonique. On pourra aussi, pour faire varier les conditions de cette résistance faire intervenir une vapeur quelconque ou bien des milieux différents, tels que l'air ou les gaz plus ou moins raréfiés.»

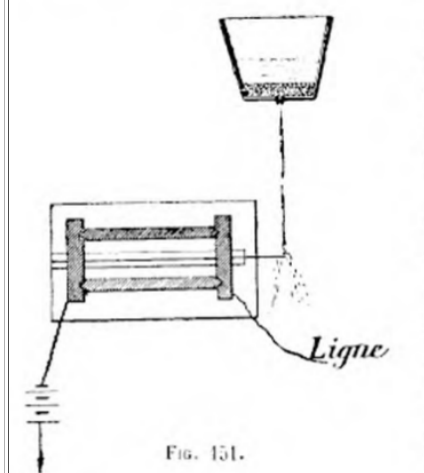
M. Trouvé pense obtenir de bons résultats avec sa pile à rondelles humectées de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc, en en disposant les éléments, au nombre de quatre ou cinq cents, dans des tubes de verre de petit diamètre. Pour obtenir des courants de tension, il n'est pas besoin, comme on le sait, que ces éléments soient de grandes dimensions.

M. de Lalagade a proposé un moyen analogue en employant, pour la formation de l'arc, un courant dont la tension est augmentée par l'interposition dans le circuit d'un fort électro-aimant. Cet électro-aimant réagit d'ailleurs sur un électro-aimant Hughes pour lui faire fournir des courants d'induction susceptibles de faire fonctionner le récepteur. Suivant M. de Lalagade, une pile de Bunsen ou à bichromate de potasse de 6 éléments, suffirait pour obtenir un arc voltaïque continu entre la lame vibrante d'un téléphone et une pointe de platine éloignée suffisamment pour ne donner lieu à aucun contact. Il faudrait cependant en déterminer un en commençant, pour provoquer la formation de cet arc. Dans le système de M. de Lalagade, la lame vibrante doit être munie à son centre d'une petite lame de platine pour éviter les effets d'oxydation de l'étincelle. Suivant l'auteur, les sons ainsi transmis et reproduits dans un téléphone dont le système électro-magnétique serait monté sur une caisse sonore, auraient une intensité plus grande qu'avec les téléphones ordinaires, et il semblerait qu'on vous parlerait dans l'oreille.

Le Microphone à jet d'eau de G.A. Bell.

Le microphone à un petit cylindre en ébonite à jet d'eau est une invention des plus intéressantes destinée à prouver que le phénomène microphonique se manifeste dans un grand nombre de corps.

On verse dans un réservoir de l'eau très pure, sans globules d'air et acidulée au 1 300 d'acide sulfurique. Une ouverture donne passage à l'eau qui traverse un filtre épais en coton dégraissé et tombe en mince filet sur l'extrémité d'un fil de platine fixé à un petit cylindre en ébonite. Un tube mince, également en platine, entoure le lil autour duquel on place un microphone relié à une pile et à une ligne.



La figure montre comment sont disposés les divers organes de l'appareil.

En parlant en face de la colonne d'eau on transmet, par l'intermédiaire du liquide, le mouvement ondulatoire de la voix au lil de platine qui, à son tour, le communique à l'air renfermé dans le tube et, par suite, aux charbons du microphone.

Pour obtenir un bon résultat, il est nécessaire de laisser tomber directement le filet d'eau sur la pointe du lil central avec une pression de 90 centimètres. Dans ces conditions, les paroles sont très fortement reproduites dans le récepteur.

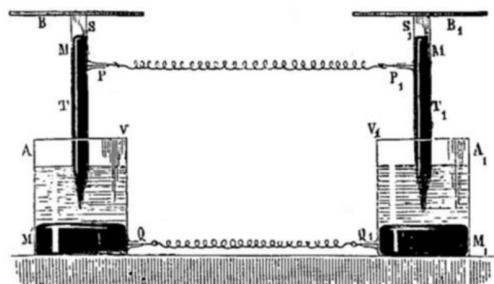
Cet appareil se recommanderait, paraît-il, pour la téléphonie à grande distance, puisque le nombre des éléments peut être augmenté à volonté.

Le téléphone à jet d'eau est *exploité commercialement, en Amérique*, où des stations centrales sont installées et fonctionnent à la satisfaction des abonnés. A l'intérieur de la station se trouve une boîte rectangulaire de 1 mètre de bailleux environ au fond de laquelle est un réservoir recueillant l'eau qui tombe de la pointe en platine; au-dessus de ce réservoir est disposé l'arrangement pour le jet d'eau formant microphone.

Le téléphone récepteur, accroché sur l'un des côtés de la boîte, ouvre on ferme le circuit suivant qu'il est suspendu ou décroché. En levier vissé sur l'autre côté a pour but, en l'abaissant, de faire monter, par une conduite en ébonite, une partie de l'eau du réservoir inférieur au réservoir supérieur.

Les Téléphones à mercure.

Ces systèmes sont fondés sur ce phénomène physique découvert par M. Lippmann, que si une couche d'eau acidulée est superposée au mercure et réunie au moyen d'une électrode et d'un fil avec celui-ci, de manière à constituer un circuit, toute action mécanique qui aura pour effet de presser la surface du mercure et de faire varier la forme de son ménisque, déterminera une réaction électrique capable de donner lieu à un courant dont la force sera en rapport avec l'action mécanique exercée. Par réciproque, toute action électrique qui sera produite sur le circuit d'un pareil système, donnera lieu à une déformation du ménisque et par suite à un mouvement de celui-ci, qui sera d'autant plus caractérisé que le tube où se trouve le mercure sera plus petit et l'action électrique plus grande. Cette action électrique pourra d'ailleurs résulter d'une différence de potentiel dans l'état électrique des deux extrémités du circuit mis en rapport avec la source électrique employée ou d'un générateur électrique quelconque

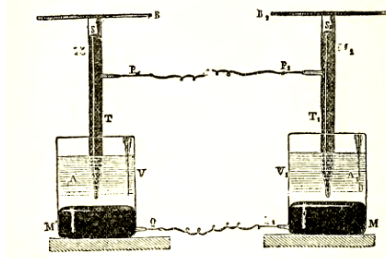


On comprend facilement, d'après ces effets, que si on plonge dans deux vases, remplis d'eau acidulée et de mercure, deux tubes TT1 à bout effilé contenant du mercure M, et qu'on réunisse entre elles, par des fils métalliques PP1, QQ1 d'abord, les deux colonnes de mercure remplissant les tubes et, en second lieu, les couches de mercure qui occuperont le fond des deux vases, on aura, si on a soin de placer les tubes à une certaine distance de la surface du mercure dans les vases, un circuit métallique complété par deux électrolytes, dont l'un pourra accuser les effets mécaniques ou électriques produits au sein de l'autre. Si donc on adapte au-dessus des tubes deux lames vibrantes B, B1, et qu'on fasse vibrer l'une d'elles, l'autre devra reproduire ces vibrations sous l'influence des mouvements vibratoires communiqués par la colonne de mercure correspondante. Ces

vibrations seront en rapport elles-mêmes avec les émissions électriques résultant des mouvements de la colonne de mercure du premier tube, et qui sont déterminés mécaniquement. Si un générateur électrique est introduit dans le circuit, l'effet que nous venons d'analyser s'effectuera sous l'influence des modifications dans le potentiel de ce générateur sous l'influence des effets électro-capillaires. Mais si on n'emploie aucun générateur, l'action résultera des courants électriques déterminés par l'action électro-capillaire elle-même. Dans ce dernier cas, cependant, l'appareil doit être construit d'une manière un peu plus délicate, pour obtenir des réactions électriques plus sensibles, et voici comment [M. A. Bréguet](#) décrit son appareil.

Le Transmetteur à mercure de Breguet

1878 Antoine Breguet a utilisé les forces électro-capillaires et les courants électriques qu'elles produisent. Le phénomène qui a conduit à la construction de cet instrument est réversible ; l'émetteur et le récepteur sont donc deux appareils identiques.



La pointe d'un tube capillaire T, contenant du mercure, plonge dans un récipient V. Ce récipient est rempli en partie de mercure M' et en partie d'eau acidulée A ; le point capillaire n'atteint pas le mercure, et ne plonge que dans l'acide dilué.

Deux fils de platine P et Q communiquent respectivement avec le mercure en T et celui en V. Si les deux fils sont reliés entre eux, le niveau du mercure dans le tube capillaire s'établira à une hauteur invariable. Mais si une pile est interpolée dans le circuit des fils de platine, le niveau prendra une autre position d'équilibre, en fonction de la différence de potentiel. A chaque différence de potentiel correspondra un niveau défini de mercure.

Au-dessus du mercure dans le tube se trouve une couche d'air dont la pression varie évidemment à chaque fois que le niveau de mercure lui-même varie.

L'appareil est réversible ; c'est-à-dire que si par quelque modification de la pression S le niveau du mercure subit un déplacement, une différence de potentiel, ou, en d'autres termes, une force électromotrice, s'établira dans les deux conducteurs V et Q.

Couplons maintenant deux appareils similaires en connectant les fils P et P' Q et Q', comme le montre la figure. Si une pression est exercée en S, une force électromotrice correspondant à cette pression sera produite en le circuit, et cette force électromotrice produira un changement dans le niveau du mercure dans le tube du deuxième appareil, et par conséquent un changement dans la pression à S'.

En parlant au-dessus du tube T, l'air contenu dans ce tube entre en vibration. Ces vibrations sont communiquées au mercure, qui les change en variations de force électromotrice, et ces variations engendrent dans l'appareil récepteur des vibrations exactement correspondantes de la masse d'air S' ; de sorte que, si l'oreille est placée au-dessus du tube Tj, tous les mots prononcés dans le tube T seront faiblement entendus.

Ce principe restera dans l'état de laboratoire, le principe du microphone à charbon de Hughes va rapidement prendre le relais.

«L'appareil consiste dans un tube de verre fin, de quelques centimètres de longueur, contenant des gouttes alternées de mercure et d'eau acidulée, de façon à constituer autant d'éléments électro-capillaires associés en tension. Les deux extrémités du tube sont fermées à la lampe, mais laissent pourtant un fil de platine prendre contact de chaque côté sur la goutte de mercure la plus voisine. Une rondelle de sapin mince est fixée normalement au tube par son centre, et permet ainsi d'avoir une surface de quelque étendue à s'appliquer sur la coquille de l'oreille quand l'appareil est récepteur, et de fournir au tube une plus grande quantité de mouvement sous l'influence de la voix, quand l'appareil est transmetteur. Voici les avantages que présentent ces sortes d'appareils :

«1° Ils ne nécessitent l'usage d'aucune pile ;

«2° L'influence perturbatrice de la résistance d'une longue ligne est presque nulle pour ces instruments alors qu'elle est encore appréciable avec le téléphone Bell ;

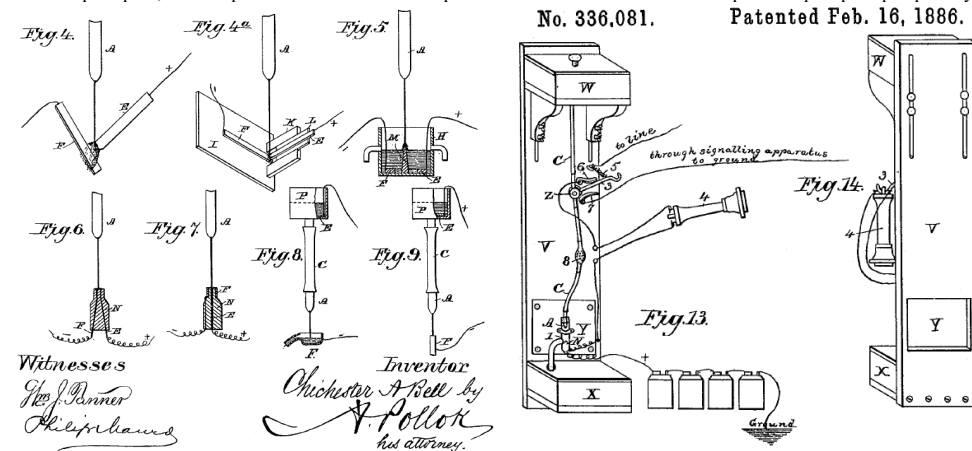
«3° Deux appareils à mercure accouplés comme il a été dit plus haut, sont absolument corrélatifs, en ce sens que, même des positions différentes d'équilibre de la surface du mercure dans l'un d'eux, produisent des positions différentes d'équilibre dans l'appareil opposé. On peut donc reproduire à distance, sans pile, non-seulement des indications fidèles de mouvements pendulaires, comme le fait le téléphone de Bell, mais encore l'image exacte des mouvements les plus généraux.»

Nous croyons devoir faire toutefois nos réserves à l'égard de cette assertion : que la résistance du circuit serait sans influence sur ces téléphones. Nous ne le pensons pas et voici pourquoi.

Selon l'idée de M. A. Bréguet, cette indépendance tiendrait à ce que les effets produits ne sont seulement fonction que des différences de potentiel déterminées dans les conditions d'équilibre électrique du système. Si l'on considère que les courants résultant de l'action électrique de l'eau acidulée sur le mercure, se trouvent annulés à travers le circuit par l'opposition des deux systèmes l'un à l'autre, on comprend aisément que les forces électro-motrices développées se trouvent maintenues sur les deux appareils à peu près dans les mêmes conditions que sur les pôles de deux éléments de pile réunis par leurs pôles de même nom, et pour qu'un courant se manifeste il suffit que la tension électrique de l'une des sources soit affaiblie ou augmentée ; mais alors le courant différentiel qui en résulte et qui est seul à agir, est soumis à toutes les lois qui régissent la transmission des courants sur les circuits et, par conséquent, doit être aussi bien affecté par la résistance du circuit que tout autre courant.

L'improbable Transmetteur de CHICHESTER BELL beaucoup plus tardivement.

Chichester Bell, était le cousin germain d'Alexander Graham Bell. Il a déposé ce brevet et deux autres brevets américains (336 082 et 336 083) le 16 février 1886. Je me demande pourquoi ; le microphone à charbon existait depuis huit ans et il aurait dû être clair qu'il était plus pratique qu'un système impliquant des pompes et des réservoirs.



Principe : un jet étroit de liquide tombe verticalement du tube A et crée une zone de contact de taille variable entre deux électrodes.

Photo de gauche sur les figures 8 et 9, le principe de fonctionnement semble être plutôt différent ; désormais, le courant circule sur toute la longueur du jet et est modulé par les variations du diamètre du jet. Les diagrammes sont initialement mystérieux car aucun diaphragme de microphone n'est représenté. L'idée énoncée dans le texte du brevet était que le jet lui-même capterait les ondes sonores ambiantes ; Je suppose que nous devons accepter l'assurance de Bell selon laquelle cela a fonctionné, mais cela a dû être très insensible par rapport aux versions utilisant un diaphragme.

Photo de droite Ce dispositif improbable utilise l'une des configurations de microphone ci-dessus, apparemment la figure 6 de la figure 7. L'acide est stocké dans le réservoir supérieur W. Le fluide commence à s'écouler lorsque le récepteur est retiré du crochet 3, ouvrant la vanne Z, et un liquide le jet émerge du tube A, comme dans le schéma ci-dessus, et est sollicité par le son ; il n'y a pas de diaphragme donc il devait être très insensible. Le liquide s'écoule dans le réservoir inférieur X.

Le développement du microphone doit beaucoup à [David Edward Hughes](#) (1831-1901).

S'appuyant sur les travaux de **Willoughby Smith** et de **Sir William Thomson**, Hughes chercha à détecter les variations de résistance d'un fil conducteur sous l'effet du son. Il découvrit que ces variations n'apparaissaient que lorsque son fil d'essai tendu se rompait et lorsqu'il mettait ses extrémités en contact. Il constata qu'une pression légère mais constante était la seule condition essentielle et, dans cette expérience, il utilisa des aiguilles d'acier en contact avec des blocs de carbone. Hughes ne breveta pas ses découvertes, ce qui permit à des inventeurs ultérieurs de les exploiter sans le mentionner.

1887 Le téléphone de M. W. J. Morton

— Le mouvement d'un diaphragme de substance magnétique à proximité d'une bobine, a donné naissance à de nombreux systèmes de téléphones ; mais parmi ces systèmes, on n'en avait encore vu aucun dans lequel le mouvement du diaphragme ne fût pas nécessaire.

Tel est cependant l'instrument récemment imaginé par M. W. J. Morton, de New-York, et à ce titre, ce téléphone est certainement une intéressante nouveauté qui mérite que nous lui consacrons quelques mots de description.

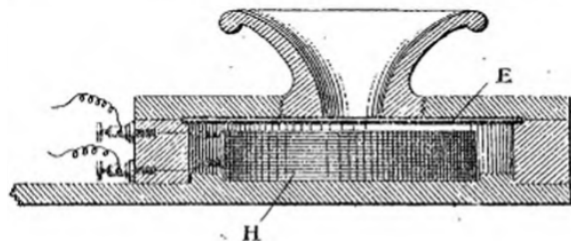


Fig. 19



Fig. 17

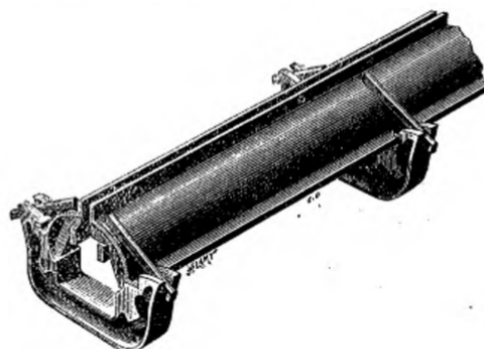


Fig. 18

Cet appareil, représenté sur la figure 19, se compose d'une bobine de fil métallique H, en face de laquelle est placé un disque É en acier neutre fortement aimanté, qui constitue à la fois un aimant et un diaphragme.

Le mode d'action du téléphone est basé sur l'influence réciproque qu'exercent l'un sur l'autre un corps dont les molécules ont reçu préalablement un arrangement permanent, et un conducteur électrique placé à proximité de ce corps. Alors même que l'ordre des molécules ou leur polarité se trouverait dérangée par une vibration ou un choc. Il est basé en outre sur la production de courants dans un circuit téléphonique par une vibration ou une trépidation des molécules dans un aimant permanent, qui, en troublant et altérant leur ordre ou leurs rapports mutuels fixes, change leur polarité et crée ainsi un courant induit dans le conducteur électrique adjacent.

De la sorte, d'après l'inventeur, un mouvement de la masse ou du corps du diaphragme, qui ne dérangerait point son ordre moléculaire interne ou sa polarité, n'exercerait aucun effet sur le conducteur, tandis qu'une vibration ou un choc, en troublant l'ordre moléculaire, ferait naître des courants électriques dans le conducteur. Ce mouvement des molécules serait provoqué par le choc de la voix sur un diaphragme aimanté, et les molécules reprendraient ensuite leur position originale ou l'arrangement permanent qui leur a été imposé.

Pour plus d'efficacité, le téléphone doit avoir un disque en acier durci aimanté au plus haut degré et rendu neutre, de sorte qu'il n'ait aucune polarité extérieure tant qu'il est à l'état de repos.

Cet état neutre est obtenu par une superposition de deux aimantations telle que l'a indiquée le professeur D. E. Hughes. On réalise cette superposition en aimantant d'abord la plaque dans une direction donnée à l'aide d'une action magnétique dirigeante puissante, et en opérant de même dans le sens opposé. Cette opération est répétée, et l'on arrive ainsi à superposer à diverses reprises une couche d'aimantation extérieure à une couche de nom contraire plus profonde. Leurs attractions réciproques sont ainsi exercées dans des cercles restreints jusqu'à ce que l'on ait obtenu le plus grand nombre possible de ces arrangements symétriques distincts sur le disque.

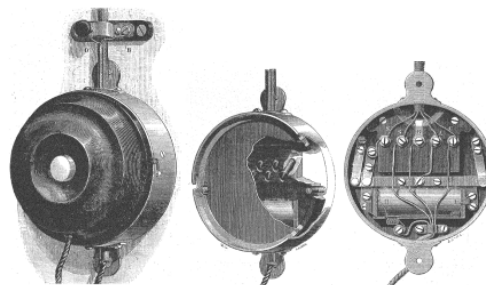
Les transmetteurs à condensateur

1887 Le bouton téléphone de Herz

M. le **Dr. Herz** déjà connu pour son téléphone à condensateur, a fait encore un pas en avant dans la question du bouton-téléphone en y appliquant, outre le téléphone récepteur, un microphone.

Ce microphone, de dimensions très réduites et ressemblant, dans son arrangement, au système de M. Dejongh, est logé dans le socle du bouton-téléphone.

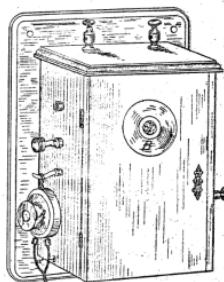
Son installation sur les réseaux de sonneries est toutefois compliquée, voir l'article dans "[La Lumière Electrique 1er janvier 1887](#)"



Les Transmetteur Dolbear

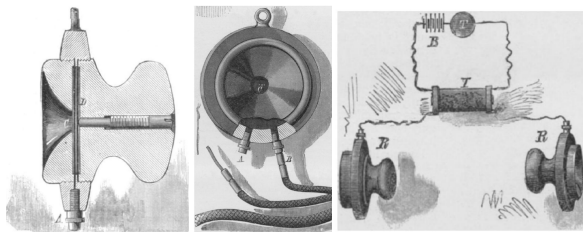
Dolbear pionnier Américain, dès le début dans la compétition pour améliorer les téléphones de Bell, il se distingua en proposant (comme Herz) un transmetteur microphonique à condensateur en 1881. ([Voir la page dédiée à Dolbear](#))

A. E. DOLBEAR.
Apparatus for Transmitting Sound by Electricity
No. 239,742. Patented April 5, 1881



Téléphone électrostatique à condensateur, brevet [US 239 742 A](#), le 5 avril 1881

et un Brevet "Mode of Transmitting Sound by Electricity". [US 240 578](#) le 26 Avr 1881



En 1882, Dolbear était en mesure de communiquer sur une distance de 400 mètres sans fil en terre.

Son dispositif s'appuie sur la conduction électrique dans le sol, qui est différente des transmissions radio ultérieures qui utilisent le rayonnement électromagnétique.

Le Transmetteur Dembinski

M. Dembinski, capitaine de cavalerie, professeur d'équitation à l'École de guerre, à Bruxelles, s'est attaché à créer un appareil avec lequel on puisse correspondre à de très grandes distances.

Le microphone imaginé par M. Dembinski consiste en une boîte de bois de forme oblongue, fermée par un couvercle fixé à charnières par le haut ou par un des côtés. Ce couvercle a la forme d'un châssis en bois, encadrant une toile métallique à mailles serrées au travers de laquelle le son de la voix peut passer; à l'intérieur de la boîte se trouvent un ou plusieurs tiroirs avec des charbons disposés comme dans les autres transmetteurs, et placés en circuit avec le fil primaire d'une bobine d'induction.

Ces charbons, d'après M. Dembinski, peuvent être enlevés si des réclamations se produisent de la part d'autres inventeurs, l'appareil, fonctionnant sans ces charbons et pouvant donner les mêmes résultats au point de vue de la clarté et de la netteté dans la transmission de la parole.

Chaque tiroir est une boîte en bois garnie de noir de fumée de pétrole, il se meut dans deux glissières disposées latéralement. Une des particularités de l'appareil, c'est l'introduction d'une table de résonance. Cette table, qui forme l'un des tiroirs de l'appareil, se compose d'une mince feuille de bois de sapin garnie aussi à l'intérieur de noir de fumée de pétrole et percée de deux ouvertures comme celles qu'on remarque sur la tablette d'un violon.



Des cordes vibrantes en cuivre ou en acier, tournées en spirales G, sont fixées à des bornes métalliques H ou à des clefs analogues aux clefs des pianos ou des violons, de manière à pouvoir tendre ces ressorts pour qu'ils produisent par leurs vibrations les tons de la gamme complète. — On peut n'avoir qu'une partie de la gamme, mais, d'après l'inventeur, il est toujours préférable d'avoir la gamme entière. Sur le fond de l'appareil sont tendus d'autres ressorts analogues et fixés de la même manière que ceux décrits plus haut. Ces cordes sont destinées à vibrer sous l'action de sons émis, dans le but de rendre leur action sur le microphone plus prolongée.

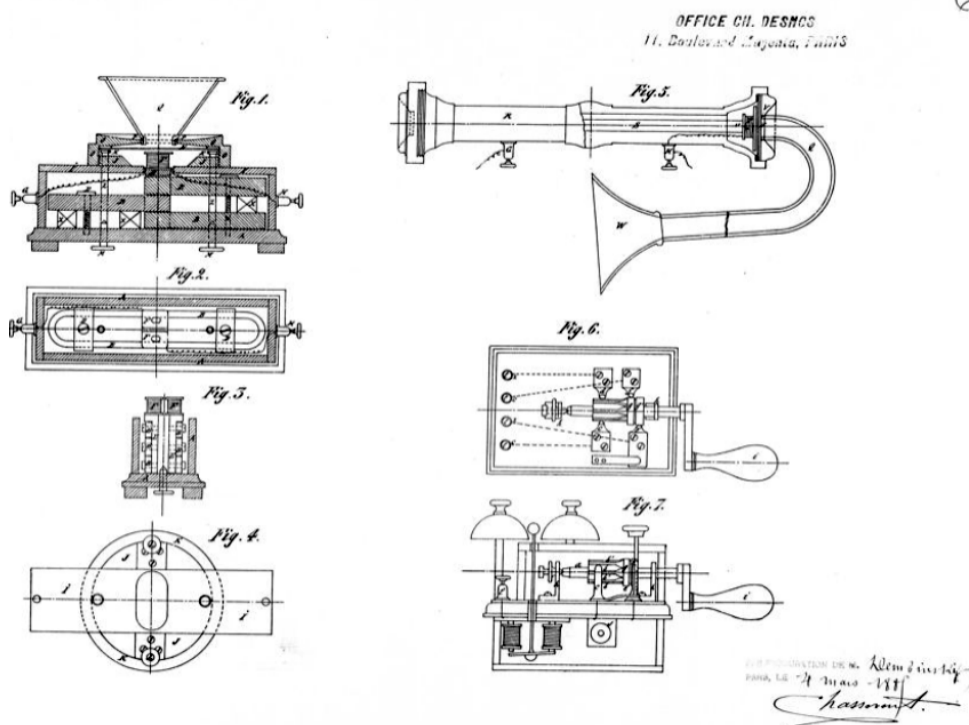
L'inventeur insiste sur ce que l'emploi des cordes vibrantes donne un ensemble d'une résonance extrême, car non seulement les tiroirs, mais la boîte elle-même constituent autant de caisses de résonance, et c'est ce qui justifierait dès lors, d'après M. Dembinski, la supériorité de son transmetteur sur les autres microphones actuellement en usage. L'appareil est muni d'une ou de deux bobines d'induction directement en circuit avec le microphone.

Comme récepteur et comme appel, on peut faire usage des modèles et des systèmes connus. Toutefois, M. Dembinski a également fait breveter un téléphone de son invention et a adopté différents modèles pour ses appareils micro-téléphoniques. M. Dembinski affirme que son microphone ne nécessite l'emploi que d'un seul élément de pile.

De nombreuses expériences ont été faites depuis plusieurs années, au moyen de cet appareil, notamment en Belgique, entre Ostende et Arlon (314 kilomètres), puis en Angleterre, en Espagne et en Italie. Les résultats de ces expériences n'ont pas été publiés jusqu'ici.

« Dans les essais exécutés au ministère des Postes et Télégraphes, à Paris, dit M. Delahaye, les transmetteurs étaient tous les deux dans le bâtiment et se trouvaient à 40 ou 50 mètres l'un de l'autre. Dans ces conditions, il était difficile de juger de la supériorité de l'appareil sur les autres téléphones, qui fonctionnent tous bien à une aussi faible distance. Cependant, l'appareil Dembinski paraissait présenter une netteté et une sonorité sensiblement plus grandes que celles des autres microphones. »

1885 Brevet INPI "[Nouveau téléphone appelé téléphone dembinski](#)"



LE TRANSMETTEUR AU CARBONE.

Un microphone expérimental composé d'aiguilles d'acier suspendues au contact de blocs de carbone gazeux, probablement fabriqué par David Edward Hughes, en Angleterre,

entre 1878 et 1890.

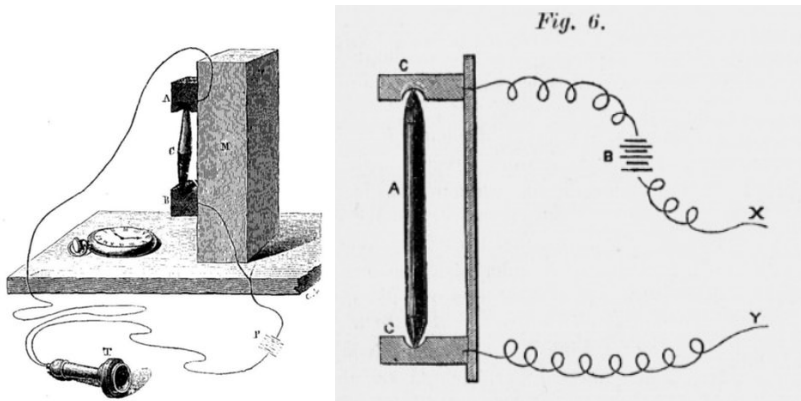


A droite un autre microphone à granulés dans un tube de bambou, probablement fabriqué par David Edward Hughes, Angleterre, 1878-1890.

Le premier microphone permettant une téléphonie vocale efficace fut le microphone à charbon (à contact libre) (alors appelé émetteur). Il fut développé indépendamment vers 1878 par David Edward Hughes en Angleterre.

Né à Londres, au Royaume-Uni, [David Hughes](#) a étudié le fonctionnement de l'émetteur à granules de carbone. Il a publié librement les comptes rendus de ses recherches et n'avait aucune intention d'en tirer profit. Hughes a découvert que l'émetteur fonctionnait grâce aux variations de résistance des granules de carbone causées par le son et non par la compression du carbone, comme d'autres le pensaient.

L'éminent inventeur de l'appareil imprimeur bien connu de ce nom a fait récemment l'étonnante découverte que certaines substances conductrices non homogènes, placées dans un circuit avec une pile, possèdent la propriété de convertir des vibrations sonores en courants ondulatoires d'électricité, au moyen desquels non seulement on peut transmettre des notes et du langage articulé à un téléphone éloigné placé dans le circuit, mais même des sons, si subtils qu'ils sont imperceptibles autrement, peuvent être amplifiés en bruits éclatants



"Microphone transmettant le tic-tac d'une montre et tout autre son."

La **figure** représente cet appareil que l'on peut certainement considérer comme l'organe acoustique le plus sensible qui, après l'oreille humaine elle-même, ait été jamais construit. Il consiste simplement dans un petit crayon de charbon de gaz A (tel qu'on en emploie dans la lampe électrique) appointi à ses deux extrémités et légèrement maintenu dans une position verticale (voir l'esquisse détaillée de l'autre figure).

Il n'a pas produit d'émetteur commercial, mais ses expériences sur les émetteurs à granulés de carbone et à crayon ont ouvert la voie à d'autres.

De nombreuses tentatives ont été vaines pour trouver un substitut satisfaisant au carbone comme milieu à résistance variable dans les transmetteurs téléphoniques. Les brevets relatifs à l'utilisation d'électrodes en carbone ont d'abord constitué l'un des piliers du grand monopole de la compagnie américaine Bell Telephone. La théorie de l'action du carbone dans le transmetteur a fait l'objet de nombreuses discussions. Tout mouvement du diaphragme augmentant la pression entre les électrodes diminue leur résistance, permettant ainsi le passage d'un courant plus important. Une diminution de pression produit le résultat inverse.

Quatre explications différentes ont été avancées pour expliquer cette action :

- **Premièrement**, la résistance électrique du carbone lui-même varie sous l'effet des variations de pression.
- **Deuxièmement**, un film d'air ou de gaz est présent entre les électrodes, et l'épaisseur de ce film varie sous l'effet des variations de pression, ce qui fait varier la résistance. Cette théorie est apparemment toujours défendue par M. Berliner.
- **Troisièmement**, la propriété particulière du carbone de diminuer sa résistance avec l'augmentation de la température est responsable de l'action, du moins en partie, de la manière suivante : une augmentation du courant (due à une pression accrue et à une résistance diminuée entre les électrodes) provoque un léger échauffement au point de contact ; cet échauffement provoque une diminution supplémentaire de la résistance avec une augmentation supplémentaire du courant ; et inversement, une diminution momentanée du courant provoque une diminution de la température avec une augmentation et une diminution supplémentaires correspondantes de la résistance.
- **Quatrièmement**, la variation de résistance est due à la variation de la surface de contact entre les électrodes, c'est-à-dire à la variation du nombre de molécules en contact réel. Cette variation de surface est parfaitement visible dans le transmetteur liquide de Bell, et dans le cas des électrodes solides, elle peut être illustrée par l'expérience bien connue suivante :

Si l'on presse doucement une boule de billard sur une plaque de marbre lisse recouverte de graphite, la surface de contact de la boule avec la plaque sera indiquée par un petit point de graphite. Si l'on laisse tomber la boule d'une hauteur considérable, on remarquera que le point de graphite est beaucoup plus grand, ce qui indique que la boule s'est considérablement aplatie sous l'effet de la pression plus forte exercée.

Ceci démontre clairement la variation de la surface de contact entre deux corps, due aux variations de pression entre eux. Bien entendu, si les deux corps sont conducteurs d'électricité, la résistance entre eux variera inversement et le courant directement en fonction de la surface de contact.

Il semble très probable que parmi les explications ci-dessus, la quatrième soit la bonne, et qu'aucune des autres ne contribue sensiblement à produire les effets souhaités dans le microphone.

Quant à la première explication, selon laquelle la résistance du carbone lui-même varie sous la pression, des expériences ont été menées avec de longues tiges de carbone ; avec des instruments de mesure de sensibilité ordinaire, aucune différence n'a pu être détectée dans la résistance d'une tige lorsque la pression exercée sur elle variait de zéro à son point d'écrasement, en veillant à ce qu'aucun autre contact du circuit ne soit soumis à la variation de pression.

Quant à la théorie de la couche d'air, le professeur Fessenden l'a éclairé en démontrant que si la couche d'air était à l'état gazeux ordinaire, sa résistance serait presque infinie, tandis que si elle existait dans un état condensé particulier dont nous savons peu de choses, mais dans lequel l'air pourrait être considéré comme conducteur, alors la loi de variation de résistance entre les électrodes serait différente de ce qu'elle a été réellement constatée. En revanche, le professeur Fessenden et MM. Ross et Dougherty ont constaté que les courbes tracées avec les résistances en ordonnées et les distances en abscisses concordaient parfaitement avec la forme obtenue à partir de considérations théoriques, la variation de résistance étant due à la seule surface de contact.

Quant à la troisième explication, on peut dire que le fait même que l'augmentation du courant soit nécessaire pour provoquer une élévation de température semble exclure l'hypothèse selon laquelle cette élévation de température devrait entraîner une diminution de la résistance, avec l'augmentation correspondante du courant, pour être efficace. Les effets de chauffage du carbone sont relativement lents, et il semblerait que les variations de température soient légèrement en retard par rapport aux variations de courant qui les produisent, ce qui serait préjudiciable à la transmission téléphonique. Il est certainement très heureux que le carbone, une substance, possède toutes les qualités qui le rendent particulièrement intéressant pour la microphonie. Il produit une variation de résistance avec des variations de surface de contact, tout bien considéré, mieux que toute autre substance connue, possède la propriété souhaitable de diminuer sa résistance lorsqu'il est chauffé, et est élastique, non corrosif, non fusible, bon marché et facile à travailler.

Les microphones à charbon ont été utilisés comme amplificateur, rendant possibles les appels téléphoniques longue distance.

1880 Parleur microphonique de M. Fernandez Ianez.

Cet appareil qui a pu, étant grossièrement exécuté, transmettre la parole sur une ligne de 115 kilomètres mal isolée, paraît devoir surtout sa sensibilité à la manière dont la plaque vibrante à-laquelle est fixé l'un des charbons est adaptée à l'appareil. :

Au lieu d'être serrée dans le bois, derrière l'embouchure dans laquelle on parle, elle est simplement maintenue par deux anneaux tubulaires de caoutchouc entre lesquels elle se trouve, fortement enclavée, et qui la rendent extrêmement sensible aux vibrations de l'air. Le charbon fixe lui-même est maintenu sur la plaque vibrante par une petite plaque de caoutchouc qui s'y trouve collée avec de la cire d'Espagne, et il porte une cavité sphérique dans laquelle est engagée l'extrémité arrondie du charbon mobile, lequel soutenu d'ailleurs de la même manière, du côté opposé, par un second charbon et une plaque de caoutchouc, adaptés à l'extrémité d'une longue vis de réglage. Cette vis passe à travers un morceau de liège qui lui sert d'écrou et qui occupe une cavité ménagée dans le manche de l'appareil, lequel ressemble un peu à un téléphone ordinaire, mais avec moins de longueur. Naturellement les deux charbons qui servent de crapaudines à la tige de charbon mobile, sont mises en rapport avec les deux fils du circuit.

Les transmetteurs Edison

Dès le début 1877 les dirigeants de la [Western Union Telegraph Company](#) se rendent compte que Bell en inventant le téléphone, avait créé un nouveau marché, dont il s'agit de ne pas perdre la maîtrise. La Western Union prospecta les chercheurs susceptibles de lui fournir un autre appareil téléphonique que celui construit par Bell. Pour ce faire, elle s'adressa aux laboratoires Edison qui se mirent aussitôt au travail.

D'une manière empirique, l'équipe [Edison](#) avait en effet découvert que la résistance électrique de la plombagine variait en raison inverse de la pression à laquelle elle était soumise. Une pastille de plombagine intercalée derrière la membrane vibrante d'un émetteur téléphonique permettait donc de moduler un courant électrique, en fait Edison avait inventé le microphone qu'il perfectionna par la suite en **remplaçant la plombagine par du charbon en poudre**. IL est très similaire aux microphones conçus par Hughes qui restera officiellement l'inventeur du microphone à charbon !!

Lors d'une expérience réalisée en novembre 1877, Edison utilisa une bande de papier poreux entre deux électrodes, dont le diaphragme. Le papier était maintenu humide en le suspendant dans un récipient rempli d'eau.



Fig 1 On constata que le papier offrait une résistance variable sous pression et, bien sûr, ne se tasserait pas. De plus, cette méthode n'était pas pratique, car elle devait être montée à plat pour maintenir l'eau dans le récipient.

Contrairement au téléphone de Reis, le contact ne se faisait pas par intermittence, mais dépendait de la variation de pression, fournissant ainsi un signal continu. Il était en réalité trop sensible pour être utilisé dans un téléphone, car il captait également toutes sortes de bruits de fond.

Le 18 avril 1877, ces recherches aboutirent à la mise au point d'un émetteur téléphonique à la **plombagine**.

Le 27 juin 1877, Edison essaya un pot rempli de carbone, avec une électrode de carbone au fond et une autre, le diaphragme, au-dessus.

L'espace entre les deux était rempli de noir de fumée, une poudre de carbone très molle. Bien que très simple, le dispositif fonctionnait bien et démontrait la faisabilité du principe de résistance variable. Cependant, le problème de tassement, le carbone se tassant au fond du pot, diminuait l'efficacité de l'émetteur. Bien que l'émetteur fonctionnait, il commençait à présenter certains problèmes qui allaient compromettre son développement en un instrument performant.

La différence essentielle étant que le carbone est remplacé par du papier absorbant, humidifié avec de l'eau. Ce semi-conducteur, comme le carbone, change de résistance sous l'effet de variations de pression. Le papier est maintenu humide par capillarité grâce à une bandelette dont l'extrémité plonge dans un réservoir d'eau.

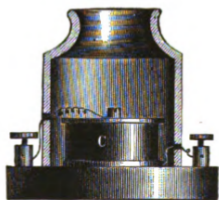


Fig 2 La figure du téléphone conçue le 27 juin 1877, montre une forme de téléphone à transmission au carbone, ne nécessitant aucun réglage et fonctionnant bien malgré sa simplicité de construction.

Il se compose essentiellement d'une métallique légère. Le poids de la plaque supérieure assure une pression initiale, que l'on fait varier en parlant dans l'ouverture du récipient. Le bloc de carbone peut être remplacé par un disque de tissu dont les pores ont été remplis de plomb noir pulvérisé. Grâce à ce traitement, le tissu devient légèrement conducteur.



fig 3

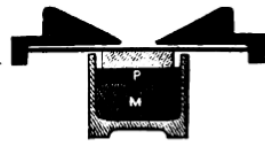


fig 4

L'instrument ainsi modifié est représenté à la figure 3 (conçue le 20 septembre 1877).

À la figure 4 (conçue le 12 août 1877), le plombagine pulvérisé P flotte sur le mercure M et est comprimé entre la surface du mercure et un bloc métallique fixé au centre du diaphragme.

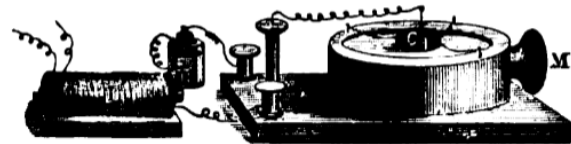
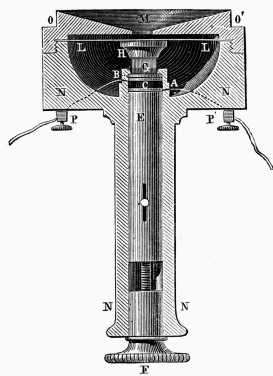
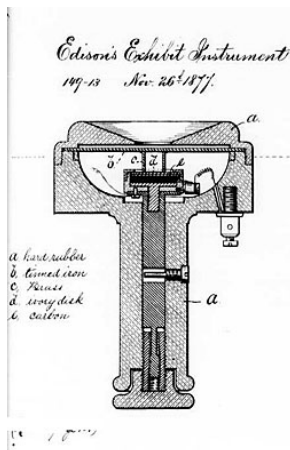


fig 5

Une autre forme d'émetteur Edison est illustrée en figure 5, conçue le 5 juillet 1877.

La décision d'Edison d'utiliser le carbone s'appuie sur ses efforts pour comprendre les subtilités du des câbles du télégraphe qu'il a vu en Angleterre en 1873. Afin de mener des expériences en laboratoire, il construit des câbles artificiels utilisant des rhéostats à haute résistance constitués de tubes de verre remplis de carbone. Il a constaté que ses câbles artificiels n'étaient pas fiables car la résistance du carbone variait en raison du bruit et du mouvement, mais ce type de résistance variable sensible était exactement ce dont il avait besoin pour le téléphone.

Conçu en novembre 1877, le **19 décembre 1877** Edison dépose un brevet à Paris no **121 687** pour "des perfectionnements dans les instruments pour contrôler par le son, la transmission des courants électriques et de la reproduction des sons correspondants au lointain".



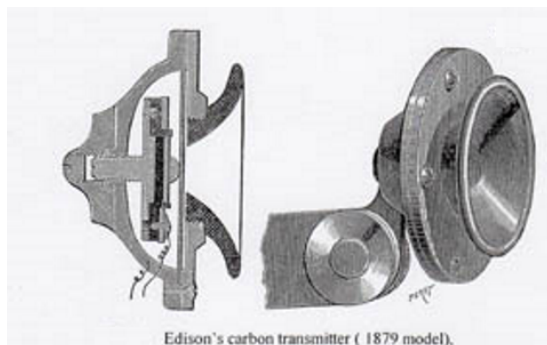
À la fin de 1877, Edison avait donc conçu un émetteur dans lequel un petit bouton de **carbone noir de fumée** était placé sous le diaphragme de l'émetteur.

Autre téléphone M. Edison qui a imaginé un arrangement du microphone et permet de travailler avec des courants relativement forts. Les deux points en platine du contact variable sont enfermés dans une boîte qui est remplie d'un liquide, par exemple de l'huile. Ce liquide empêche une vibration trop vive des parties mobiles et ne laisse pas pénétrer l'humidité jusqu'aux points de contact.



Émetteur à bouton de carbone Edison 1878

Le microphone Edison présente trois pièces principales, une plaque vibrante, une pastille de charbon platinée, c'est à dire recouverte d'une couche de platine, et d'une seconde pastille de charbon



La plaque vibrante ou diaphragme porte une couronne garnie de trois pointes de charbon qui s'appuie sur la pastille de charbon platinée. Celle-ci est en communication par une bande qui l'entoure avec l'un des pôles d'une pile ; la seconde pastille de charbon est mise en communication avec l'autre au moyen d'un petit cordon métallique très flexible. Une vis de pression qui s'appuie sur cette pastille permet de la presser plus ou moins fort contre la première.

Ainsi dans tout le système, il n'y a réellement de flexible que le diaphragme. Lorsqu'il rentre en vibration, il exerce des pressions très variables contre les charbons, et le contact de ceux-ci éprouve par là des variations continues qui se reproduisent dans l'intensité du courant qui franchit ce contact pour se rendre dans le circuit inducteur d'une bobine d'induction, dont le courant induit est en communication avec le fil de ligne et le circuit du téléphone récepteur.

Un ancien et très-habile constructeur d'appareils télégraphiques, **M. Lippens**, après avoir vu et entendu fonctionner notre envoyeur Edison modifié, s'est fait breveter pour un transmetteur qui, en principe, ne diffère pas de celui dont je viens de parler. Cet appareil auquel l'inventeur donne le nom de **mégaphone**, consiste en deux plaques en ébonite placées aux deux extrémités d'une boîte cylindrique, en regard l'une de l'autre et dans une position verticale.

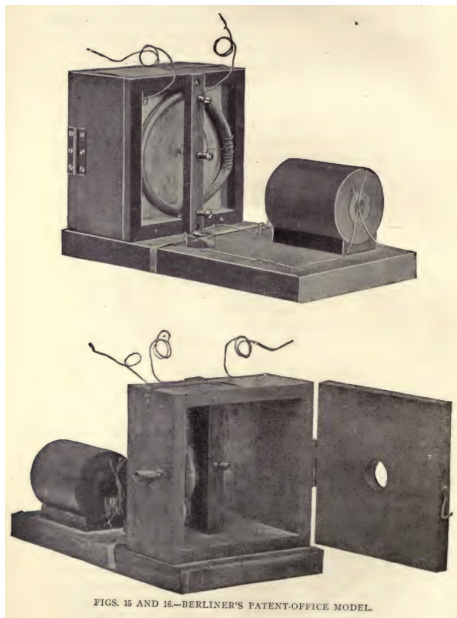


Au centre de chaque plaque est fixée une pièce en charbon ; une troisième pièce de la même matière repose librement sur les extrémités des deux premières. On parle devant une des deux plaques. Le mégaphone, comme les autres parleurs, pour employer l'expression adoptée par M. Hughes, présentera des qualités qui le rapprocheront soit de l'envoyeur Bell, soit du microphone Hughes, suivant que la pièce libre en charbon sera plus ou moins mobile sous l'action des vibrations.

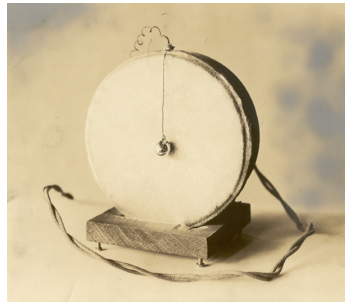
Le transmetteur Berliner

Parmi les premières formes d'émetteur granulaire, on trouve celle conçue par Emile Berliner, appelée « Berliner Universal ».

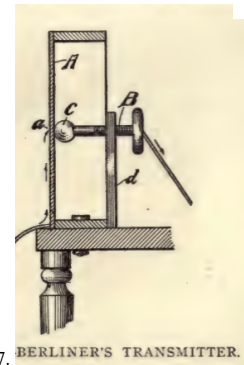
En 1877 Emile **Berliner** né à Hanovre, Allemagne, immigre aux États-Unis et s'est tout d'abord établi à New York, où il a effectué de petits travaux afin d'assurer sa subsistance, puis décide de déménager à Washington, D.C, car on lui avait offert un emploi de commis dans une mercerie dont le propriétaire était un compatriote allemand. C'est durant cette période que M. Berliner a commencé à expérimenter avec la technologie associée au téléphone nouvellement inventé. Les figures ci dessous présentent deux vues différentes d'une réplique exacte du modèle original de Berliner, tel que déposé au bureau des brevets.



FIGS. 15 AND 16--BERLINER'S PATENT-OFFICE MODEL.



Micro Berliner 4 mars 1877.

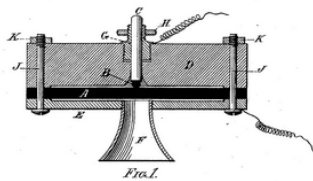


Sa construction était très sommaire. Le diaphragme était une pièce circulaire en étain ordinaire et la pièce de contact, une vis à bois en fer bleui. Le fonctionnement de cet instrument (qui, au mieux, n'a jamais été satisfaisant ni commercial) est le suivant : lorsque le diaphragme vibre, la pression au point de contact, a (figure du haut), augmente ou diminue, faisant ainsi varier la résistance du contact et provoquant des ondulations correspondantes dans le courant.

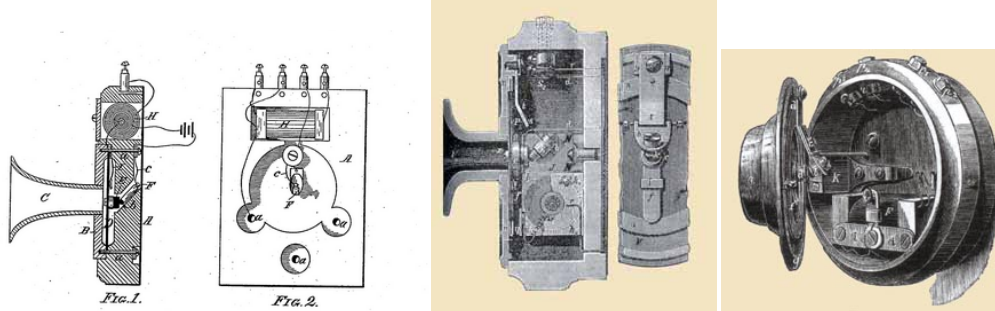
Le 8 avril 1877, Berliner rédigea une première ébauche, puis dépose en octobre 1877 le brevet U.S. [Patent 199,141](#) "Telephone the transmitter", et accordé le 15 January 1878.



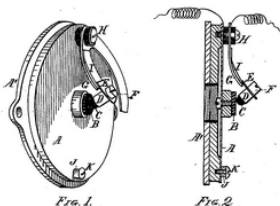
Puis Berliner déposa d'autres Brevets : U.S. [Patent 222,652](#) Telephone (carbon diaphragm microphone), déposé August 1879, accordé December 1879
No. 222,652. Patented Dec. 16, 1879.



U.S. [Patent 224,573](#) Microphone (loose carbon rod), déposé September 1879, accordé February 1880

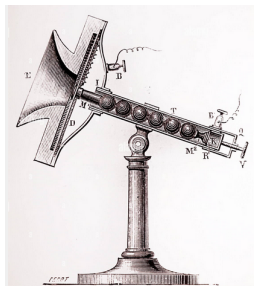


U.S. [Patent 225,790](#) Microphone (spring carbon rod), déposé Nov 1879, accordé March 1880



Cet émetteur était autrefois utilisé dans une certaine mesure par la compagnie téléphonique américaine Bell, mais il a ensuite été remplacé par l'émetteur White pour les communications longue distance.

Le Microphone à contacts multiples de [M. Boudet de Paris](#).



10 décembre 1878; Brevet 127860. — Perfectionnement du micro-téléphone à contacts en charbon.

M. Boudet construit son microphone de la manière suivante. Il prend un tube en verre de 10 centimètres de longueur et d'un centimètre de diamètre intérieur.

Ce tube est fixé sur un socle dans une direction un peu inclinée. Il est rempli de boules de charbon très dur, d'un diamètre un peu moindre que celui du tube pour qu'elles puissent s'y mouvoir librement. La première et la dernière boule reposent contre des masses en cuivre au moyen d'un ressort, exercent sur les boules une pression plus ou moins forte et établissent ainsi le contact entre elles. La masse supérieure de cuivre communique avec un diaphragme en ébonite et une embouchure ordinaire complète le microphone. Le courant local passe par toutes les boules et il se produit des variations d'intensité, suivant les différences de contact entre les boules qui résultent des vibrations du diaphragme.

Comme ce microphone présente une assez grande résistance intérieure, il faut employer une pile locale de 6 éléments. Les expériences ont fourni des résultats satisfaisants.

Suivra le 7 octobre 1879 Brevet 139029. — Nouvel appareil microphonique.

M. Boudet de Paris a construit un téléphone récepteur analogue à Ader dans lequel la planchette de bois est remplacée par un diaphragme d'acier. Cet appareil reproduit la parole avec le parleur microphonique du même auteur en employant un seul élément Leclanché.

Ce microphone se compose d'un tube de verre de 1 centimètre de diamètre dans lequel sont placées six boules de charbon de corne d'un diamètre un peu moindre, qui peuvent glisser facilement à son intérieur sans éprouver de déplacement latéral.

Ce tube, pris dans une bague, est articulé en son milieu, ce qui lui permet de prendre toutes les inclinaisons.

A l'une des extrémités du tube, est fixée une embouchure de téléphone E portant une plaque d'ébonite de 1 millimètre d'épaisseur et de 8 centimètres de diamètre.

Une petite masse de cuivre fixée sur la plaque, pénètre de quelques millimètres dans l'intérieur du tube de verre, et s'appuie sur la première boule de charbon qu'elle embrasse en partie. A l'autre extrémité du tube, se trouve une seconde masse de cuivre à laquelle se trouve soudé un petit ressort en spirale placé dans un étui, relié à une vis de réglage. Cette vis de réglage se meut dans un écrou en forme d'étrier fixé à l'extrémité du tube de verre. Le microphone ainsi disposé fonctionne soit avec des courants directs, soit avec des courants induits.

Le microphone de M. Boudet de Paris diffère des autres microphones à contacts multiples en ce que les pressions exercées par la membrane vibrante sont reproduites avec une intensité à peu près égale sur chacun des contacts, à la façon dont les chocs se transmettent, dans l'expérience bien connue des billes de billard, les mouvements des boules dans le tube de verre étant très-libres.

En plaçant le tube presque horizontalement, l'effet de la pesanteur se trouve presque complètement annihilé. Le ressort en spirale et la vis rendent le réglage très-facile. Avec six boules, le microphone offre une résistance égale à 36 ohms et fonctionne avec six éléments Gaiffe, moyen modèle (peroxyde de manganèse et chlorure de zinc), montés en tension. Avec des courants induits, une bobine dont le fil inducteur a environ 1 ohm de résistance, la voix a pu franchir des résistances de 150000 à 250000 ohms soit par des bobines, soit par des tubes d'eau.

Avec un téléphone récepteur à fil très-fin, la voix a pu franchir une résistance artificielle de 480000 ohms. Il est certain qu'en ligne cette résistance serait considérablement réduite, par suite des effets secondaires produits sur la ligne, par sa capacité et les inductions voisines.

En employant le courant direct, la voix cesse d'être entendue avec une résistance de 1000 ohms, et encore n'est-elle bien nette qu'avec 800 ohms.

M. Boudet de Paris a calculé que l'intensité du courant dans cette dernière expérience était de 10 milliwebers environ.

Avec les courants induits, l'intensité dans le circuit inducteur atteint et dépasse un dixième de weber.

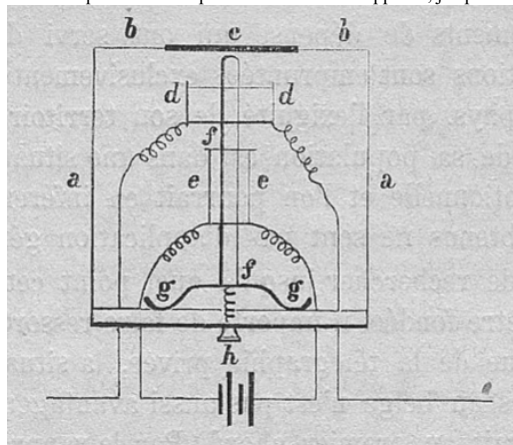
Ces chiffres sont très-intéressants à connaître, et ils montrent dans quel esprit scientifique — malheureusement trop rare, — M. le docteur Boudet, de Paris poursuit ses recherches.

Aout 1878 Nouvelle disposition de téléphone récepteur.

M. Patocchi, inspecteur-adjoint du 6e arrondissement télégraphique de l'Administration suisse, nous écrit la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

J'ai lu dans un journal de Milan qu'un professeur de Bologne avait imaginé comme récepteur téléphonique en correspondance avec le transmetteur à charbons de Hughes, un système d'appareil qui permettait à plusieurs personnes d'entendre à la fois très-facilement les sons reproduits. Le professeur dont il s'agit ayant bien voulu, sur ma demande, me communiquer une description détaillée de cet appareil, j'ai pu le construire moi-même et je vous en adresse ici le dessin.



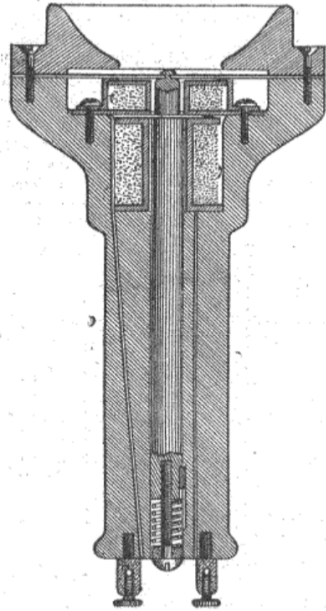
a a qui forme la caisse, est un simple tambour d'enfant ayant 15 centimètres de hauteur et 15 centimètres de diamètre; b b est la peau même de ce tambour; c une plaque vibrante semblable à celle des téléphones Bell; dd une bobine dont les fils communiquent avec le transmetteur à charbons de Hughes; ee une autre bobine dont les fils se rattachent à une pile locale de deux éléments; ff un noyau en fer doux; un ressort de réglage, et h une vis qui permet d'élever ou de baisser le noyau.

Avec ce simple appareil, j'ai obtenu dans de nombreuses expériences des résultats très-satisfaisants. Plusieurs personnes peuvent entendre à la fois, le chant, la musique, la parole, etc. beaucoup plus distinctement qu'avec le téléphone Bell ordinaire. Le problème de faire entendre à distance la reproduction du son dans une salle entière a donc fait un grand pas vers sa solution si même on ne doit pas déjà le considérer comme résolu.

Agréé, etc. PATOCCHI.

:1880 Téléphone de M. Müller de Breslau.

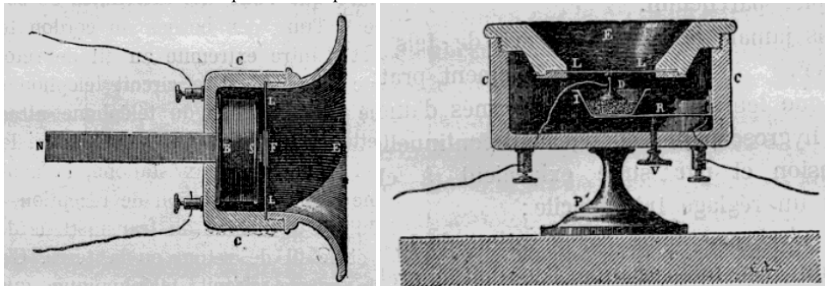
Ce téléphone représenté en coupe longitudinale dans la figure ci-contre, se distingue essentiellement des appareils de ce genre construits jusqu'ici, et en particulier du téléphone Bell, par une petite tige en fer doux assujettie au centre de la plaque vibrante, et vibrant avec cette plaque; elle est entourée d'une bobine placée dans le même circuit que la bobine du barreau aimanté, mais elle est enroulée en sens contraire. Afin d'éviter une action perturbatrice directe sur l'aimant ou sur la plaque vibrante (dans le cas où cette dernière, ce qui n'est pas nécessaire, serait en fer ou en acier), la deuxième spirale est renfermée dans une forte carcasse en laiton ou en maillechort qui sert en même temps à la maintenir dans la boîte en bois extérieure. La bobine qui entoure le noyau de fer est en bois ou en tout autre matière n'exerçant aucune influence sur l'action magnétique.



Sous l'influence du barreau aimanté, ce noyau de fer lui-même est transformé en un aimant de polarité inverse et est attiré par le premier avec une puissance déterminée. Si la bobine de l'aimant est traversée par un courant électrique qui renforce son magnétisme, ce même courant, en parcourant dans une direction opposée la spirale de fil qui entoure le noyau d'acier agit aussi en même temps, indépendamment de l'influence directe de l'aimant, et fortifie le magnétisme du premier et renforce par suite les effets magnétiques des deux parties. Mais inversement un courant dirigé en sens opposé affaiblira de la même manière ces mêmes effets et, éventuellement, pourrait même les détruire complètement. Dans ces conditions, l'amplitude des vibrations de la plaque vibrante doit être nécessairement plus grande et le son produit plus fort que si cette plaque se trouvait, comme dans le téléphone Bell, directement et exclusivement sous l'influence de l'aimant. Un renforcement analogue se produit si l'on considère le téléphone comme parleur. Les courants d'induction engendrés par les vibrations de la plaque, et le changement de l'intensité magnétique dans les deux parties qui s'actionnent mutuellement, éprouvent dans ce téléphone, soit dans un sens, soit dans l'autre, un renforcement ; de sorte que ce téléphone possède sur l'appareil Bell, autant d'avantages comme transmetteur que comme récepteur. L'attraction du barreau aimanté sur le petit noyau de fer doux tend à produire une certaine courbure de la plaque vibrante. Pour remédier à cet inconvénient, lorsque le téléphone est au repos, un petit ressort en spirale (non représenté sur le dessin), tend à éloigner le noyau de fer du barreau aimanté assez peu l'un de l'autre les deux parties terminales de cet exciteuse, pour que l'intervalle puisse être rempli par un crayon mobile de charbon de petit diamètre tendant s'abaisser sous l'influence de son propre poids. Ce charbon glisse dans un tube qui lui sert de guide, et quand le courant vient à traverser l'exciteuse, il porte à l'incandescence la partie du charbon qui se trouve intercalée entre les deux parties métalliques, tout en en provoquant la combustion, et il obtient ainsi un point lumineux qui présente peu de résistance au courant. L'intensité lumineuse de cet appareil n'est pas très-grande, car s'il concentre en un point une quantité de chaleur relativement grande, le contact du charbon avec les deux tiges de l'exciteuse qui doivent être assez larges pour ne pas fondre, détermine un refroidissement qui s'étend sur toute la partie incandescente. Toutefois l'idée est nouvelle et c'est à ce titre que nous en parlons ici.

Le téléphone RIGHI

Fait fait des téléphones qui parlent haut, c'est-à-dire que l'on peut entendre sans porter l'appareil à l'oreille. C'est très certainement le téléphone décrit par Patocchi.



Le récepteur est un téléphone de grande dimension avec un diaphragme en papier parchemin portant une plaque de fer doux dans sa partie centrale, en face du noyau de l'aimant, qui est beaucoup plus fort que dans les appareils ordinaires. Le transmetteur présente comme pièce principale un petit vase I rempli de plombagine en poudre et porté par un ressort R en communication avec le circuit d'une pile. Sur la plombagine pose un disque métallique D en communication avec le même circuit et que l'élasticité du ressort R appuie contre le diaphragme L. Une vis de pression V permet de modifier la pression de ce ressort. Cet appareil présente, on le voit, quelque analogie avec les transmetteurs Edison et Blake. Le disque métallique remplace la pastille de charbon métallisé de l'appareil Edison et le ressort R fait le même effet que le manche élastique du disque à charbon de l'appareil Blake. En appliquant à ce transmetteur deux éléments de pile Bunsen, on a pu faire entendre dans toute une salle les sons d'une trompette ou d'une flûte; mais la voix humaine, émise sur un ton ordinaire, ne s'entendait guère qu'à deux mètres.



Brevet 126074. B. de 15 ans, 12 août 1878 Righi. — Perfectionnements aux téléphones

Le Transmetteur Hunnings

Le premier transmetteur à **granulés de carbone** fut inventé par le pasteur anglais, le révérend **H. Hunnings**, en 1878 (spécification du brevet britannique n° 3647). La conception originale consistait en du coke sous pression entre un diaphragme en platine et une plaque en laiton. Les conceptions ultérieures utilisaient des granulés de carbone durs placés entre deux électrodes en platine. Bien qu'il s'agisse d'une amélioration par rapport aux autres transmetteurs à granulés de carbone, il souffrait gravement du tassement des granulés. W. Deckert reprit cette conception et la modifia afin de réduire considérablement le tassement et d'offrir une reproduction sonore supérieure.

16 septembre 1878, **Henry Hunnings** en Grande-Bretagne a breveté un émetteur Edison amélioré, qui utilisait des granules de carbone au lieu de poudre. Cela a donné une transmission plus forte et un tassement réduit du carbone dans le bas de l'émetteur, un problème bien connu qui a réduit le niveau de transmission. Ses amis, Edward Harrison et Edward Cox-Walker, ont fabriqué le premier modèle "Hunnings Micro-Telephone" qui s'est vendu au détail à 15 guinées et le 27 janvier 1880, ils ont fait une démonstration publique audacieuse à la Cleveland Institution of Engineers après que le système eut été testé sur 45 miles entre les gares de York et de Darlington.

Mais c'est une chose de déposer un brevet et c'en est une autre de le faire fabriquer et d'en tirer un réel profit : pourtant **Edward Cox-Walker** transforme le brevet Hunnings en un produit manufacturé dans l'usine qu'il installe à Darlington en 1880.



Micro Hunnings à droite

En 1881 Deckert réalise la modification, connue sous le nom d' **Hunning's Cone-Deckert**.

La description suivante est tirée de "Electric Bells and Telephones" Bernard E Jones, publié pour la première fois par Cassell & Co. en 1916.

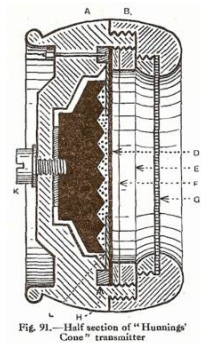
"Ces téléphones ont été utilisés comme téléphones internes dans les laboratoires de biologie de Harvard jusqu'en 1956. "

Cet instrument est représenté en demi-coupe par la Fig. ci dessous.

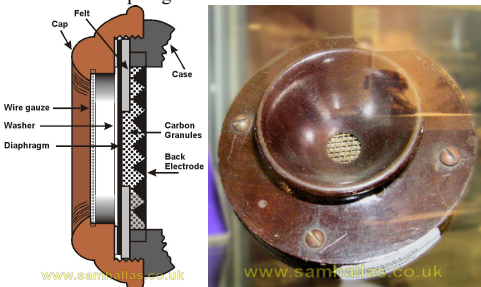
Dans la forme originale représentée, le corps A et le couvercle B sont en ébonite vissés ensemble. Le corps est encastré pour accueillir le bloc de carbone, qui est représenté en noir uni. Celui-ci est de plan circulaire et a un dos conique, auquel est attachée une plaque de laiton percée et taraudée pour recevoir la vis K, qui fixe le bloc à l'intérieur du corps, et fournit également l'une des connexions électriques.



La face circulaire du carbone est ondulée, ou plutôt parsemée de petites pyramides. Face au bloc (mais pas en contact avec celui-ci) se trouve un disque mince ou un diaphragme de carbone D, qui repose contre une bague métallique H, et est fixé en position par la bague vissée E en appui contre la bague de garniture F de feutre ou de carton ciré . La connexion électrique avec le diaphragme s'effectue à travers l'anneau métallique évidé sur lequel il repose au moyen de la tige en laiton représentée, rivetée et soudée à celle-ci. Les fils vers la batterie et la bobine sont conduits de I et K. Le couvercle B a une bague vissée interne pour sécuriser le diaphragme en gaze métallique G, dont la seule fonction est de protéger le délicat diaphragme en carbone D contre les dommages accidentels. L'espace peu profond entre le bloc clouté et le diaphragme en carbone est rempli de carbone granulé, tamisé à une taille égale, recouvert d'un film de graphite et «soigneusement tamisé à l'abri de la poussière. Ces granules polis, calibrés et sans poussière constituent une liaison partielle, imparfaite et variable entre le bloc arrière ondulé et le diaphragme flexible lui faisant face. Théoriquement, on pourrait supposer que ce garnissage granulé doit arrêter la vibration du disque sous l'impact des ondes sonores; mais la pratique a prouvé qu'une résilience encore plus que suffisante est conservée par le disque (qui doit, en fait, être en plus mis en sourdine ou contrôlé à des fins téléphoniques ordinaires).



Les deux électrodes étaient en carbone. L'électrode arrière a été marquée pour produire une série de pyramides ou de cônes. Les cônes maintenaient les granules bien étalés et leurs pics n'étaient pas alignés de sorte que les granules étaient empêchés de descendre en descente. Les pics centraux avaient de petites touffes de soie pour amortir toute vibration du diaphragme.

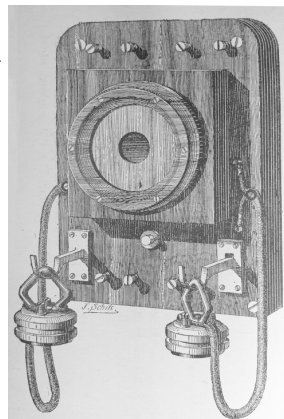
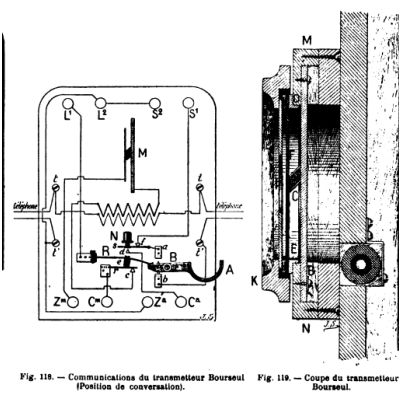


Par la suite, il sera remplacé par le Transmitter **Solid Back** .

Là où il y a innovation technologique, les litiges ne sont pas loin. En 1882, la [United Telephone Company](#) a poursuivi Harrison Cox-Walker Ltd pour contrefaçon des brevets Bell Edison qu'elle détenait. Hunnings a comparu comme témoin pour démontrer avec succès que sa conception de microphone était différente de celle d'Edison, mais le récepteur Cox-Walker était perçu comme une copie de la conception d'Edison. Après de longues querelles juridiques, le brevet de Hunnings a été vendu à UTC pour 1 000 £ (environ 50 000 £ aujourd'hui). Le rôle du microphone à charbon dans le développement du téléphone n'était pas encore clair, mais grâce à de légères modifications visant à éviter l'accumulation de granules, la conception de Hunnings s'est imposée comme la forme dominante d'émetteur téléphonique pendant un siècle, grâce à un membre du clergé. De nombreux autres instruments ont été conçus, utilisant une ou plusieurs billes maintenues à divers endroits entre des plaques de carbone. Peu sont utilisés aujourd'hui, et tous les transmetteurs décrits jusqu'à présent sont rapidement remplacés par l'instrument Hunnings, qui, comme indiqué précédemment, utilise des granules de carbone comme milieu à résistance variable.

Le transmetteur Bourseul

En 1879 [Bourseul](#) imagine un microphone: "deux charbons de cornue cylindriques sont enfoncés dans un manchon de caoutchouc très souple. Le manchon serre les deux charbons qui s'y trouvent placés à 1/2 mm l'un de l'autre. Il se forme ainsi un petit espace clos que je remplis de poudre de coke". Bourseul après plus de 200 essais n'est toujours pas satisfait,



Transmetteur Bourseul Brevet N° 201 002 du 28 sept 1889

L'appareil consiste, comme on le sait, dans deux planchettes de bois montées parallèlement l'une devant l'autre sur deux dés en caoutchouc, et qui sont réunies par deux petits cylindres de charbon enveloppés par un tube de caoutchouc.

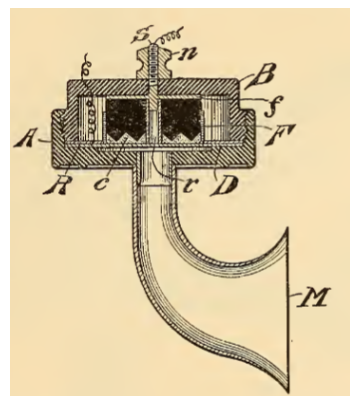
Au point de contact des deux charbons se trouve introduite une certaine **quantité de poudre de coke** ou de poussière médiocrement conductrice qui se trouve maintenue en place par le tube de caoutchouc, et celui-ci a en même temps pour fonction de serrer l'une contre l'autre les deux extrémités des charbons.

— Aucune modification n'ayant été apportée au transmetteur Bourseul, cet appareil ne remplit pas les conditions exigées à dater du 1er janvier 1893 et, par conséquent, n'est plus admis sur les réseaux de l'État.

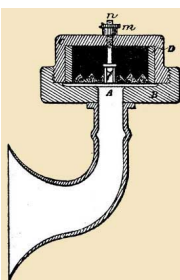
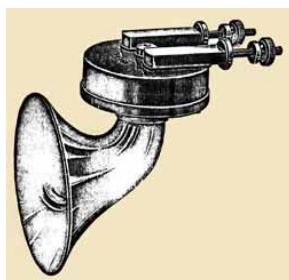
Le nouveau Transmetteur Berliner

Parmi les premières formes d'émetteur granulaire, on trouve celle conçue par **Emile Berliner**, appelée « **Berliner Universal** ».

La situation juridique en Europe était différente de celle des États-Unis, et de nombreux émetteurs étaient en train d'être créés qui auraient eu des problèmes juridiques aux États-Unis. Le transmetteur à granulés de carbone était largement utilisé, Berliner avait inventé une version en **1893** qui présentait l'émetteur horizontalement et alimentait le son dans un diaphragme à la base.



Sur la figure, le diaphragme D est en carbone et monté horizontalement dans un boîtier formé de deux pièces A et B en caoutchouc dur. Un anneau en laiton R est fixé au-dessus pour assurer un bon contact électrique. Un bloc cylindrique de carbone est fixé à la tête élargie f de la vis j montée sur le bloc B. Sur sa face inférieure sont tournées plusieurs rainures concentriques en forme de V. Les points formés entre ces rainures touchent presque le diaphragme. Le carbone finement divisé c repose sur le diaphragme et est confiné dans l'espace entre lui et le bloc de carbone par un anneau en feutre F qui entoure ce dernier et appuie légèrement contre le diaphragme. Au centre de la plaque arrière est fixé un tube en caoutchouc souple r, suffisamment long pour entrer en contact avec le diaphragme, sa fonction étant d'amortir les vibrations du diaphragme. L'embouchure, M, est courbée de manière à conduire les ondes sonores vers le centre du diaphragme. Cet émetteur était autrefois utilisé dans une certaine mesure par la compagnie téléphonique américaine Bell, mais il a depuis longtemps été entièrement remplacé par l'émetteur White pour les communications longue distance.



Cela a permis de produire un émetteur efficace largement utilisé par les fabricants d'Europe occidentale. On l'appelait l'émetteur **universel** de Berliner.

Le Transmetteur Blake

Aux États-Unis Le type d'émetteur presque universellement utilisé jusque là, était celui conçu par Francis **Blake** de Boston.

C'est ce qui a assuré à l'émetteur de Blake sa place dans l'histoire. Thomas Watson avait désespérément lutté pour trouver quelque chose de mieux que le modèle d'Edison - et lorsque "Frank Blake est arrivé avec son émetteur, nous l'avons acheté dit il". Bell disposait enfin d'un émetteur « aussi bon, voire meilleur, que celui d'Edison » et était donc confiant de poursuivre Western Union (par l'intermédiaire du directeur de leur « American Speaking Telephone Company ») pour violation de brevet - une bataille qu'ils ont (improbablement) gagnée, lorsque Western Union a réglé à l'amiable et a cédé tous ses brevets et toutes ses activités téléphoniques à son petit rival.

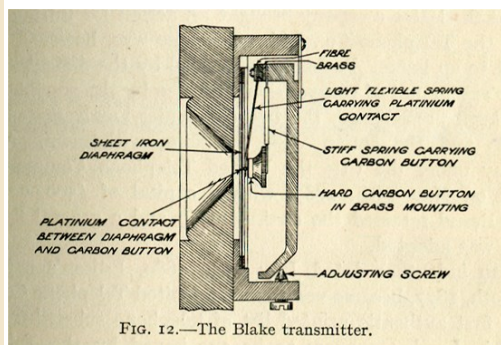


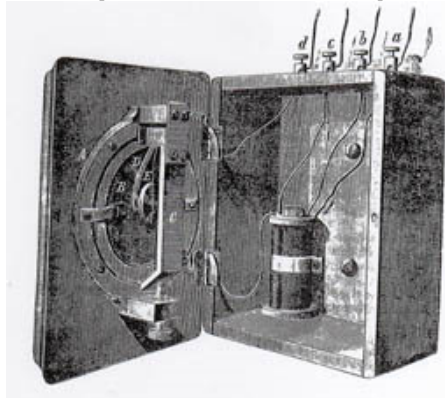
FIG. 12.—The Blake transmitter.

Cet instrument est représenté par un anneau ou cadre métallique servant à maintenir le mécanisme de l'instrument. Il est vissé au couvercle du boîtier A et comporte deux pattes

diamétralement opposées. Sur cet anneau est monté le diaphragme, en tôle de fer assez épaisse, supporté par un anneau de caoutchouc tendu sur son pourtour. Il est maintenu en place par deux ressorts amortisseurs, chacun reposant sur un petit bloc de caoutchouc souple, reposant sur le diaphragme en un point proche de son centre. Ces ressorts amortisseurs ont pour but d'empêcher une trop grande amplitude de vibration du diaphragme et de l'empêcher de vibrer en plusieurs parties au lieu de vibrer d'un seul tenant. En face du centre du diaphragme se trouve l'orifice du couvercle, creusé de manière à former une embouchure. Le levier de réglage est fixé au ressort ; il est fixé à l'ergot de la bague. L'extrémité inférieure de ce levier repose sur une vis de réglage, située dans l'ergot, percée et fendue comme illustré pour l'empêcher de se desserrer. À l'arrière du diaphragme, se trouve l'électrode avant, constituée d'une petite barre en platine ; une extrémité de la barre repose contre le diaphragme, tandis que l'autre extrémité, qui est en contact avec l'électrode arrière. L'électrode e est supportée indépendamment par un ressort léger, monté sur le levier, mais isolé de celui-ci. Ce ressort tend à exercer une pression sur le diaphragme et à le rapprocher de l'électrode arrière. L'électrode arrière est constituée d'un bloc de carbone, encastré dans un bloc de laiton, d'un poids considérable, monté sur un ressort, supporté par le levier de réglage. Ce ressort, d, a une tension opposée à celle du ressort, et, étant plus fort que ce dernier, il maintient l'électrode, en contact avec le diaphragme.

On constate qu'au lieu d'avoir une électrode maintenue en position fixe tandis que l'autre est pressée contre elle avec une force plus ou moins grande par les vibrations du diaphragme auquel elle est reliée, les deux électrodes sont supportées de manière à pouvoir se déplacer avec le diaphragme. Cependant, l'électrode extérieure est tellement lestée que son inertie offre une résistance suffisante aux vibrations légères et rapides du diaphragme pour créer une pression variable entre les électrodes et, par conséquent, les variations de résistance du circuit. De cette façon, la pression initiale entre les deux électrodes ne sera pas affectée par les variations de température, et l'ajustement sera donc plus durable.

Cet émetteur est très délicat et transmet la qualité de la voix d'une manière inégalée. Il manque cependant de puissance, surtout comparé aux instruments de conception plus récente. De plus, il a tendance à vibrer ou à rompre le contact lorsqu'il est sollicité par des bruits forts.



Le Transmetteur [Crossley](#),

Louis Croley de Halifax au **Royaume-Uni**, a conçu un émetteur basé sur l'émetteur à crayon de carbone de Hughes (1879).

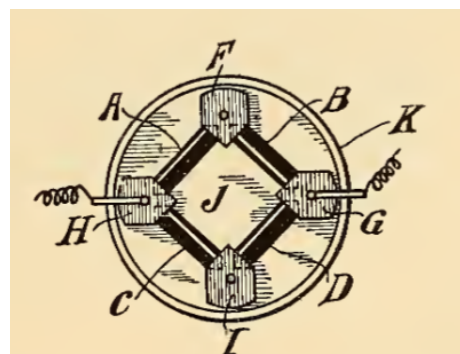


Le premier modèle

Émetteur téléphonique de type bureau Crossley, fabriqué par Emmot et Blakey, Bradford, West Yorkshire, Angleterre, 1879

Brevet 140017. de 15 ans, 7 décembre— Perfectionnements dans les appareils et les dispositions pour l'usage des téléphones et des microphones.

Puis Il utilisa quatre crayons de carbone libres et les installa en losange entre les creux de quatre blocs de carbone fixés sous un fin diaphragme en pin ou en sapin.

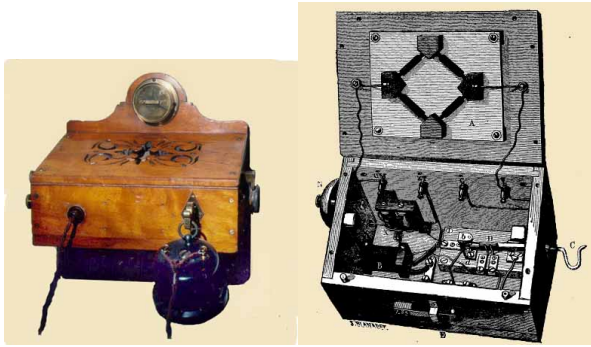


Cette figure, représente un diaphragme constitué d'une fine planche de pin d'environ 1/8 " d'épaisseur, montée sur un anneau de support K.

Quatre blocs de carbone F, G, H et I sont fixés à ce diaphragme, dans les positions relatives indiquées. Ils sont évidés pour recevoir les extrémités coniques des crayons de carbone A, B, C et D, qui sont maintenus librement entre eux. Les blocs H et G constituent les bornes de l'émetteur. Le courant se divise au niveau du bloc H et passe par les crayons A et C, en multiples électrodes, vers les blocs F et I, puis par les crayons B et D, jusqu'à l'autre électrode G. Les vibrations du diaphragme provoquent des variations de l'intimité de contact entre les huit points d'appui des quatre tiges, et produisent ainsi les fluctuations de résistance souhaitées. Il s'agit d'une simple modification du microphone Hughes, les principes étant les mêmes, mais le contact multiple permet à un courant plus important de traverser l'émetteur et produisent simultanément des variations de courant plus importantes que dans la forme originale, où un seul crayon était utilisé. De plus, le risque de « cliquetis » est considérablement réduit.

En 1880 en France le système **Crossley** est installé sur les réseaux de Lyon, Marseille, Bordeaux et Nantes, puis sera commercialisé par la **SGT** jusqu'en 1890 pour la province. En France, Moulon fabriquait également des téléphones Crossley.

Le Crossley fut donc le premier téléphone à crayon carbone mis en usage courant. Il ne faut pas oublier non plus que tout cela s'est produit dans les trois ans suivant le brevet de Bell.



Crossley connaissait également **Walter Emmott** et **Edwin Blakey**, qui tentaient d'introduire le téléphone Bell au Royaume-Uni, mais avaient du mal à trouver un émetteur efficace. L'instrument Crossley a été largement utilisé pour les clients sur câbles privés et les premiers centraux téléphoniques, et a été pendant quelques années le téléphone standard utilisé par la Poste (GPO), jusqu'à ce qu'il soit remplacé par le téléphone **Gower-Bell**.

Crossley a fait la démonstration de son émetteur entre Saltaire et Halifax, sur une distance de huit milles. Pour un récepteur, il a utilisé des unités de type Bell et Ader à des moments différents. Le téléphone a été amélioré et mis en production par Emmott et Blakey dans leur usine de Bradford. L'un des contacts d'Emmott était **Walter Preece**, le surintendant électrique de la poste britannique. Contrairement à de nombreux cadres supérieurs de la Poste, Preece, après des réticences initiales, a vu le potentiel du téléphone et l'a surveillé.

Le téléphone était maintenant d'usage public, commercialisé par la **United Telephone Company** et d'autres, comme la nouvelle **West Riding Telephone Company** de Crossley. United était également douloureusement conscient des limites de distance des téléphones de Bell. En 1879, ils achetèrent le brevet du téléphone de Crossley pour vingt mille livres. La poste britannique se tournait également vers la nouvelle technologie à cette époque et achetait un grand nombre de téléphones Crossley. Blakey et Emmott d'Halifax ont utilisé cet émetteur dans leurs téléphones et ont été le premier fabricant à approvisionner GPO en 1881.

Les téléphones ont également été remarqués à l'étranger. Ann Moyal, dans son livre "Clear Across Australia", rapporte que les Crossley étaient utilisés sur des lignes privées entre les ministères gouvernementaux à Melbourne dès 1881.

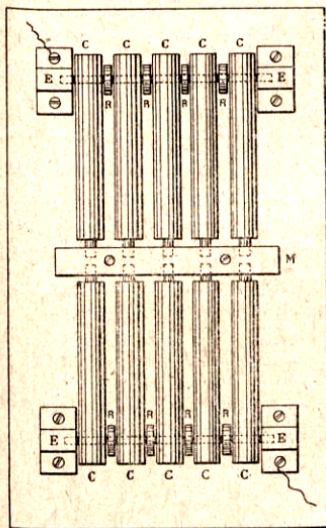
Ils sont également apparus en Amérique du Sud et peut-être en Afrique du Sud, et semblent avoir été évalués au Japon.

Très utilisé en Angleterre le système **Crossley** est aussi installé sur les réseaux français de Lyon, Marseille, Bordeaux et Nantes, puis sera commercialisé par la **SGT** jusqu'en 1890 pour la province. Ce Microphone Crossley à charbon inspira **Ader**.

Après l'acquisition du brevet auprès de Crossley par l'UTC pour 200 000 £,58 la NTC l'utilisa pour diffuser les sermons des églises à ses abonnés, car il était capable de capter et de transmettre clairement la parole même lorsque l'orateur se trouvait à une certaine distance de l'appareil.⁵ Il fut également utilisé en combinaison avec des récepteurs Bell par les sociétés indépendantes de Preston et de Sheffield, décrites au chapitre quatre.

Le Transmetteur de BASSOMPIERRE

Microphone, de Bassompierre (1881). — La plaque vibrante, en sapin, est placée dans une position presque verticale; elle



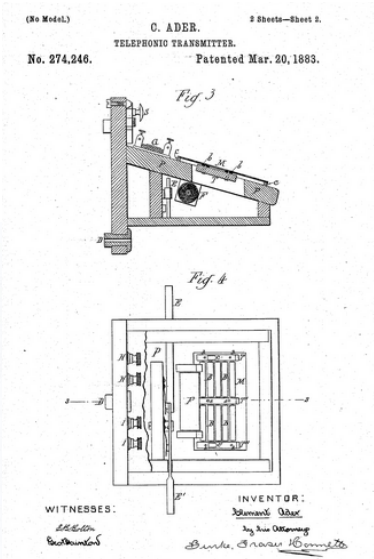
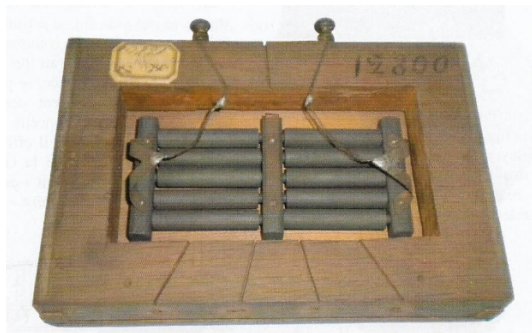
porte, sur sa face arrière, deux rangées de 5 crayons chacune, C (fig. 627), soutenus par trois plaques de charbon; celle du milieu, M, est quadrangulaire et percée de trous, dans lesquels s'engagent les extrémités, de petit diamètre, des crayons; les deux supports extrêmes, E, sont cylindriques et sont enfilés dans des trous pratiqués près des extrémités des crayons; ceux-ci sont séparés les uns des autres par des rondelles de charbon, R. La boîte renferme également une bobine d'induction et un commutateur à crochet mobile; un petit levier de contact sert pour l'appel.

En France, le transmetteur **ADER**

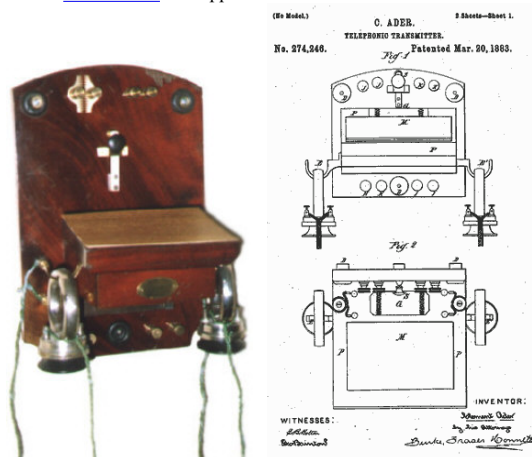
Crossley et Ader se sont tournés indépendamment vers les travaux du professeur **Hughes** pour améliorer l'appareil. Hughes avait développé et publié, mais non breveté, un appareil qu'il appelait un microphone. Il utilisait un crayon de carbone monté sans serrer dans des blocs de carbone, collés à un diaphragme. Il donnait le signal variable nécessaire à la transmission de la parole. Elle avait aussi ses faiblesses.

Dès 1878 Après de nombreuses expériences comme on peut lire dans une [page dédiée](#), Ader conviendra que le système récepteur de Bell avec le microphone à charbon de Hughes est bien la meilleure solution.

1883 Ader construit un microphone composé de 10 bâtons en charbon montés sur 3 traverses. Il est très simple à fabriquer et pas onéreux, facile à installer, ne nécessite aucun réglage : il est donc très avantageux.



Brevet [US274246A](#) sera approuvé le 20 Mars 1883



Le transmetteur Berthoulet en France

Il se compose d'un boîtier en ébonite AA, sur le fond duquel sont superposées: une rondelle de caoutchouc E, une plaque de charbon C, une seconde rondelle de caoutchouc F, une seconde plaque de charbon D, et enfin une troisième rondelle de caoutchouc G; le tout est assujéti par une bague nickelée H, qui se visse à l'intérieur du boîtier.

La plaque C porte en c un anneau qui fait saillie et forme une sorte de cuvette dans laquelle on place de la grenaille de charbon. Cette grenaille se meut librement entre les deux plaques de charbon, dans l'espace qui correspond à la cuvette.

Les deux plaques de charbon forment ce que l'on pourrait appeler les deux pôles du microphone; elles sont reliées au circuit primaire du transmetteur.

La plaque supérieure est vernie extérieurement, et c'est devant elle que l'on parle.

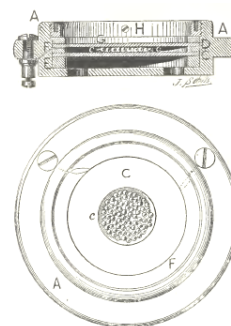


FIG. 66. — Microphone Berthoulet.

Le Transmetteur D'ARSONVAL en France

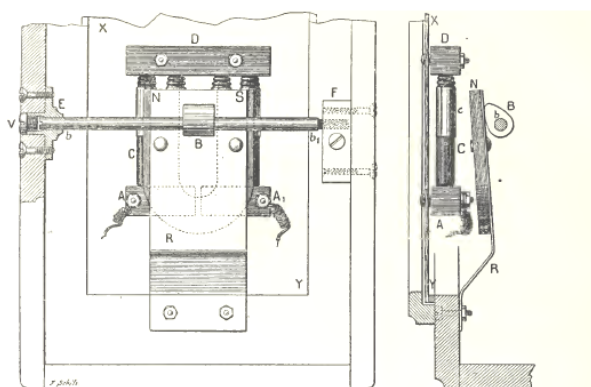


FIG. 39. — Microphone du transmetteur d'Arsonval.



— Les trois prismes de charbon A, A₁, D (fig. 39) sont boulonnés sur la planchette de sapin XY. Entre ces trois prismes sont placés quatre cylindres de charbon, tels que C, dont chacun est entouré d'une enveloppe de tôle nickelée c. Les quatre charbons cylindriques sont mobiles entre les prismes qui leur servent de support; ils sont montés par deux en dérivation et par deux en série.

Un aimant en fer à cheval NS est fixé sur le ressort R. Cet aimant a pour objet de régler la mobilité des charbons en agissant sur leur gaine de tôle c. Pour cela, il faut que, suivant les besoins, on puisse augmenter ou diminuer l'espace qui sépare l'aimant des cylindres de charbon.

A cet effet, le ressort R qui supporte l'aimant NS est commandé par une came excentrée B.

La came de réglage B est calée sur l'axe bb qui se prolonge d'une face à l'autre de l'appareil et qui est absolument indépendant de l'aimant NS. D'un côté, son extrémité est

filetée et s'engage dans un écrou F fixé à l'ébenisterie du transmetteur ; de l'autre, l'extrémité b traverse une pièce métallique E, également fixée à l'ébenisterie ; mais, sur la face opposée, b se termine par une tête de vis masquée par une contre-vis Y, que l'on enlève pour opérer le réglage. Si, au moyen d'un tournevis, on fait avancer ou reculer d'un pas de vis l'axe bb, ce qui ne déplace pas sensiblement la came B dans le sens latéral, on fait exécuter à cette came une révolution complète et, en raison de son excentricité, on passe par toutes les positions de réglage que le microphone est susceptible de recevoir ; ce réglage peut se faire pendant la conversation.

Le transmetteur BREGUET en France

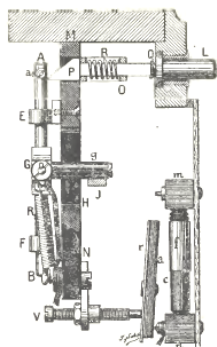


FIG. 43.
Microphone du transmetteur Breguet.

Dans l'un de ces derniers types, le microphone est du système d'Arsonval, dont l'aimant a (fig. 43) est réglable par une vis Y ; dans l'autre c'est un microphone (poire) Breguet, dont les quatre crayons de charbon sont associés par deux en dérivation et par deux en série

— La clé d'appel est intimement liée au levier-commutateur et forme avec celui-ci un organe unique; seul le bouton d'appel PQ, taillé en biseau, est indépendant.

— Le levier-commutateur est disposé en croix et monté sur une plaque en ébonite MN.

La partie AB (fig. 44) coulisse dans les glissières E, F; la partie CD se déplace entre les ressorts r K, r 2, r 3, r, t d'une part, et les ressorts r 5, r 6, r 7, r 8 d'autre part. Les rondelles b1, b2 sont isolées des autres parties du commutateur. En arrière de la pièce centrale G (fig. 43 et 44) est vissée une forte goupille g, qui traverse la plaque d'ébonite MN par une ouverture H, ménagée à cet effet. Cette goupille est en prise avec le crochet mobile IKJ, qui pivote autour de la vis K fixée sur la plaque MN.

Le jeu du crochet permet donc de faire remonter tout le système ABCD ou de le laisser retomber, ce dernier mouvement de haut en bas étant facilité par les ressorts antagonistes R1, R2

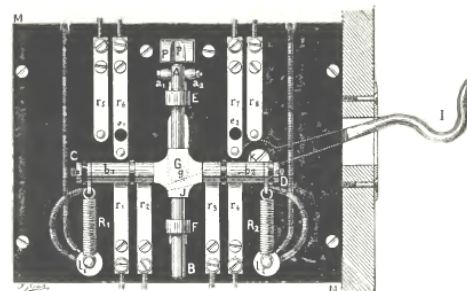


FIG. 44. — Levier du transmetteur Breguet.

Lorsque le crochet IKJ est abaissé, le système ABCD est relevé et la branche CD est en contact avec les ressorts r 6, r 7, les autres ressorts restant isolés.

Lorsque le crochet IKJ est relevé, le système ABCD est abaissé, et la branche CD est en contact avec les ressorts r1, r 2, r 3, r 4, les autres ressorts restant isolés.

Dans cette position, aucun appel ne peut se produire, et c'est en vain que l'on agirait sur le bouton-poussoir L. Ce bouton commande une pièce PQ, qui coulisse dans le pont en métal 0 et qui est ramenée au repos par le ressort à boudin, R (fig. 43).

La pièce P est un plan incliné et est creusée d'une gorge p pour laisser passer la tête A de la tige AB. La tige AB porte en nr., a 2 deux galets. Les ressorts r 6, r 7 sont garnis de deux isolants e1, e2.

Transmetteur Breguet à petite distance .

— Ce modèle, représenté par la figure 4, a la forme d'un pupitre au - dessous duquel la plaque microphonique est retenue par un tube métallique re courbé en col de cygne et à l'intérieur duquel passent les fils de communication .

Sur la face supérieure du pupitre on voit le timbre d'une sonnerie ; sur la face antérieure se trouve la clé d'appel . La caisse elle - même contient le mécanisme de la sonnerie , un paratonnerre à papier , la bobine d'induction et le levier - commutateur .

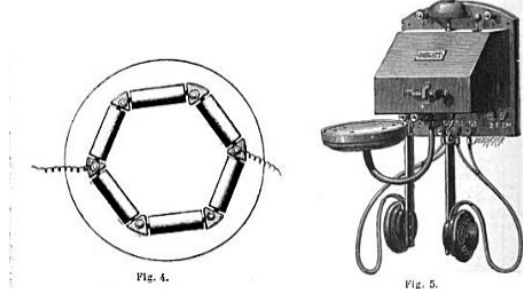


Fig. 4.

Fig. 5.

Le microphone (fig . 5) a la forme d'un hexagone dont six charbons cylindriques forment les côtés .

Transmetteur Bréguet à grande distance .

L'appareil dit à grande distance (fig . 8) a la même forme que le précédent ; son mécanisme est peu différent , mais les deux modèles se distinguent par leur agencement électrique .



Fig. 6.

La disposition originale de ce système est due à MM. Mandroux et Pecquet, appartenant tous deux à l'administration des Postes et des Télégraphes. Les charbons microphoniques, au nombre de deux, sont isolés l'un de l'autre et en relation avec des bornes CM, CM (fig. 9 et 10). A ces bornes aboutissent les pôles de même nom de deux piles absolument distinctes dont les seconds pôles se réunissent sous la borne ZT de droite. Ces piles comprennent, chacune trois éléments de Lalande et Chaperon. Les extrémités des charbons qui ne sont pas reliées aux pôles de la pile sont rattachées l'une à une vis, l'autre à un commutateur automatique. Ce commutateur est un levier coudé dont un ressort à boudin maintient la grande branche abaissée. Cette branche reste isolée lorsque le récepteur étant au crochet, le levier commutateur est abaissé ; en effet le ressort du levier ne touche plus cette branche qui, obéissant à l'action de son ressort antagoniste, abandonne la vis butoir placée au dessus. Lorsqu'au contraire le levier commutateur se relève, le ressort, en remontant, entraîne le levier coudé dont la grande branche vient toucher la vis butoir, de sorte que ce levier communique à la fois avec le ressort et avec la vis.

Le Transmetteur BOURDIN en France

Sa construction reste sensiblement la même; que les autres, le fabricant s'est borné à appliquer les prescriptions de la note administrative du 10 juin 1892. Il y avait deux modèles : transmetteur vertical et incliné.

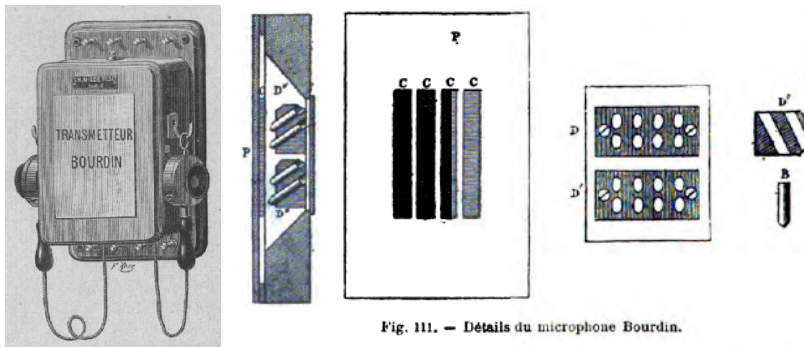


Fig. 111. — Détails du microphone Bourdin.

Modèle vertical

Le transmetteur est particulier avec 4 lames de charbon cylindro-coniques inclinées en regard de 2 blocs de charbon,

Le microphone Bourdin, dont M. Dieudonné réclame la paternité, se distingue par son originalité. Sur la plaque en sapin P (fig. 111), quatre lames de charbon C, C, C, C sont isolées l'une de l'autre. Dans un évidement de la boîte, et en regard de ces lames de charbon, deux blocs, également en charbon, sont vissés sur une planchette fixe. On voit en D D' un plan de ces blocs, en D'' une coupe transversale.

Le transmetteur BANCELIN en France

Disposition de 6 charbons, 3 par 3 en parallèle relés sur le point central M

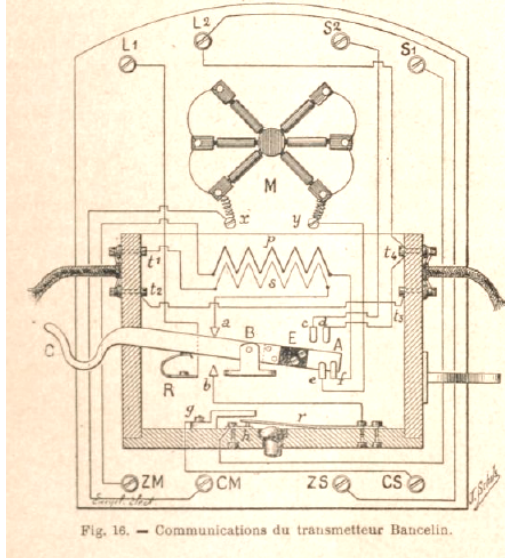
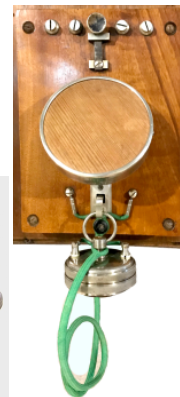
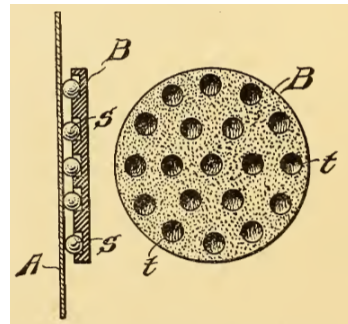


Fig. 16. — Communications du transmetteur Bancelin.



Le Transmetteur Clamond 1887 en France



Le microphone de **CHARLES CLAMOND** brevet N° [US372455](#) du 1 novembre 1887.

Citoyen de la République française, Clamond a inventé certaines améliorations nouvelles et utiles aux microtéléphones (brevetées en France le 14 août 1886, n° 177 967, et en Belgique le 23 février 1887, n° 76 460).

C'est un émetteur à électrodes multiples, utilisant des billes de carbone au lieu de crayons ou de pendetifs. A représente le diaphragme vibratoire en carbone ; B une plaque de carbone comportant un certain nombre de cavités cylindriques, 1 1, sur un côté. Une bille de carbone, s, est insérée librement dans chaque cavité. La profondeur des cavités est légèrement inférieure à la moitié du diamètre des billes, et le diaphragme est placé à l'avant de la plaque de sorte que les billes, suivant leur tendance à rouler hors des cavités, reposent contre sa surface intérieure et également sur les bords de ces dernières



L'émetteur Gower.

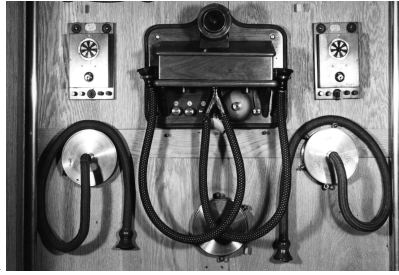
L'émetteur [Gower](#) est une variante du microphone à crayon de carbone Hughes, mais se compose de huit tiges de crayon de carbone entre neuf blocs de carbone. Ceux-ci sont disposés en étoile et huit blocs sont reliés à deux bandes de cuivre.

Cela forme deux groupes de crayons, en série, chaque groupe étant composé de quatre crayons parallèles. L'ensemble est fixé sur une planche de pin de 23 cm x 12,7 cm x 3,2 mm d'épaisseur, logée dans un boîtier similaire au Crossley, à la différence que la planche peut être munie d'ouvertures pour la parole ou d'un bec en porcelaine. L'émetteur est représenté à gauche de l'image ci-dessous, marqué d'un « h ».

Utilisé par le BPO dans le téléphone Gower-Bell .



Modèle Anglais Gower-Bell



Gower Bell

Téléphone, de Gower-Bell (1878). — Boite cylindrique renfermant un petit électro-aimant à deux bobines, dont les noyaux sont polarisés par un aimant circulaire (fig. 613) : la face supérieure de la boîte porte un tuyau acoustique, que l'on peut porter alternativement à la bouche ou à l'oreille.

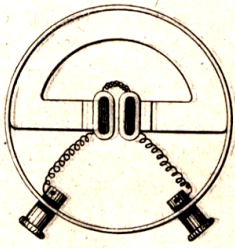
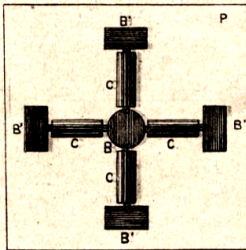


Fig. 613.

Pour produire l'appel, on souffle dans le tuyau acoustique; une anche, portée par la plaque, vibre fortement, rendant un son musical, qui se trouve transmis à l'autre porte, et est susceptible d'être perçu à une certaine distance de l'appareil récepteur.

Le microphone est placé sous une planchette de sapin, P (fig. 614) : il comprend quatre cylindres de charbon, C, placés en croix, entre un bloc, B, fixé au centre du diaphragme, et un autre, B', spécial : les blocs latéraux, B', sont reliés entre eux et à la pile : le bloc central, B, communique avec l'entrée de la bobine d'induction.



Gower Bell Anglais.

Ces appareils sont très répandus en Angleterre et aux colonies. Les Anglais annoncent ce téléphone comme étant des "Loud speaking téléphone" ou appareils parlants haut.

Le transmetteur Burgunder

— Le microphone est du type **Gower** ; il se compose (fig. 46) de six crayons de charbon A1, ..., A6, rayonnant en forme d'étoile autour d'un cylindre central B, également en charbon.

Ces crayons s'engagent dans le cylindre B normalement à sa surface latérale; chacun d'eux s'engage aussi dans un autre cylindre plus petit a1 ... a6.

Les cylindres de charbon sont reliés entre eux par des lames de cuivre ; il en est de même des cylindres a1 et a2, réunis par b1 et b2.

Les cylindres a, ainsi que le cylindre B, sont boulonnés sur la planchette microphonique MN, tandis que les crayons A restent libres entre leurs points d'appui.

Aux extrémités E, F, sont disposées deux pièces métalliques qui prennent contact avec la pile microphonique

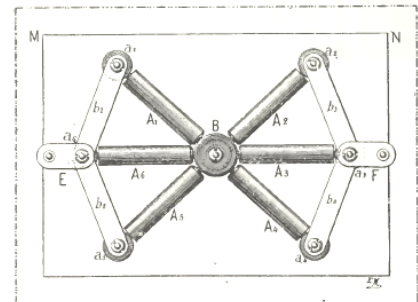
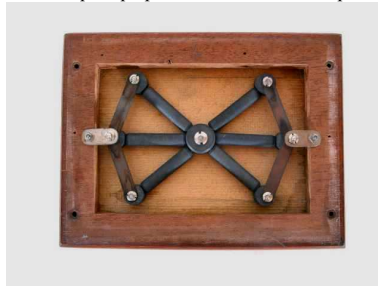


Fig. 46. — Microphone Burgunder.

et le circuit pri maire de la bobine d'induction.

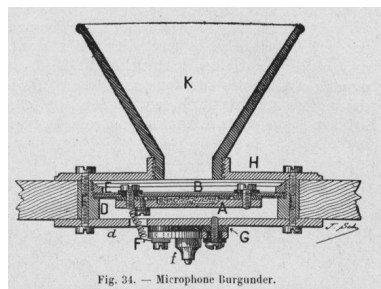
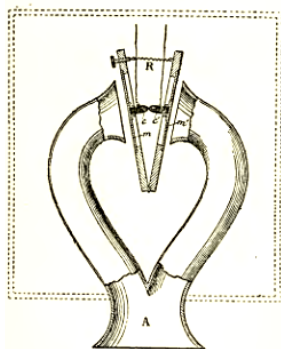


Fig. 34. — Microphone Burgunder.

Le nouveau microphone de M. Burgunder est à **grenaille moulée**. Dans une coupelle métallique A (fig. 34) est placée de la grenaille de charbon moulée de 0,5 millimètre de diamètre. Cette coupelle porte deux oreilles qui permettent de la visser sur une plaque vibrante en charbon B. Elle en est séparée par une bague en caoutchouc, et les vis de liaison traversent des canons en ébonite. La coupelle A ne communique donc électriquement avec la membrane de charbon B que par l'intermédiaire de la grenaille. Cet ensemble microphonique est monté dans un boîtier métallique, dans lequel la membrane B est pincée entre deux bagues de plomb et immobilisée par un anneau E que l'on visse à l'intérieur du boîtier. A la partie inférieure du boîtier est rapportée une pièce de contact F, isolée par la rondelle en ébonite G, mais raccordée à la coupelle A par un fil volant pincé sous deux vis. Les prises de communication du circuit primaire sont assurées par deux ressorts, dont l'un s'appuie sur le boîtier lui-même et est ainsi relié à la membrane de charbon ; l'autre est appliqué sur le téton f qui surmonte la pièce F. Le boîtier métallique D est enfoncé dans l'ébénisterie de l'appareil; son couvercle H, qui porte l'embouchure K, est vissé par dessus, de sorte que le boîtier complet se trouve à cheval sur la planche de fermeture et peut tourner facilement. On évite ainsi le tassement de la grenaille. Ce microphone est réglé une fois pour toutes par le constructeur.

Le transmetteur BURNSLEY



Les variations de contact entre deux électrodes de charbon c et d s'opèrent par les vibrations de deux membranes m et m', également influencées par le son émis à l'embouchure A. L'intensité du contact des deux électrodes est déterminée par la tension du ressort R que l'on peut régler à volonté au moyen d'une vis. On remplit quelquefois l'espace compris entre les diaphragmes d'une sorte de matelas en bourre de coton, destiné à amortir les vibrations anormales de leurs faces en regard, sans nuire à l'effet des sons qui frappent plus directement leurs faces extérieures.

A. L'élroitesse du contact des deux électrodes est déterminée par la vis de réglage

R. Un tampon de coton est parfois placé dans l'espace entre les diaphragmes afin d'amortir les vibrations anormales de leurs surfaces internes sans gêner l'effet des sons qui frappent l'extérieur.

Le réglage de l'appareil s'effectue au moyen du ressort R, ou par une inclinaison plus ou moins grande du plan qui supporte l'une des électrodes.

Le transmetteur E. Christiaen en Belgique

1885 M. Christiaen, de Passchendaele, près Roulers, a imaginé un transmetteur microphonique représenté par la figure ci-dessous et dont les crayons de charbons bb' taillés aux deux extrémités en forme de pivots et légèrement posés entre des charbons fixes aa'a', sont rendus mobiles par l'impulsion qu'on peut imprimer au cadran mobile C, derrière lequel ils sont établis. La taille des crayons en forme de pivots leur donne une sensibilité extraordinaire. Il est à remarquer que cette sensibilité est plus ou moins grande, suivant la position verticale qu'occupent les crayons. Le cadran mobile permet de leur donner une position en rapport avec l'intensité qu'on veut imprimer aux sons à transmettre.

Le réglage s'obtient en desserrant les deux vis à boutons a et a', fixées sur le cadran C et glissant dans un encadrement à rainures en cuivre ou en nickel bb'. Lorsqu'on imprime à ces vis un mouvement de droite à gauche ou de gauche à droite (dans le sens indiqué par la flèche), l'opérateur imprime un mouvement similaire au cadran et aux crayons qui y sont attachés.

Il résulte, d'après les expériences faites au moyen de ce nouveau transmetteur par l'inventeur, que la transmission de la parole peut se faire aussi bien pour l'opérateur placé à dix mètres de l'appareil que pour celui qui en serait distant de 30, 40 ou 50 centimètres.

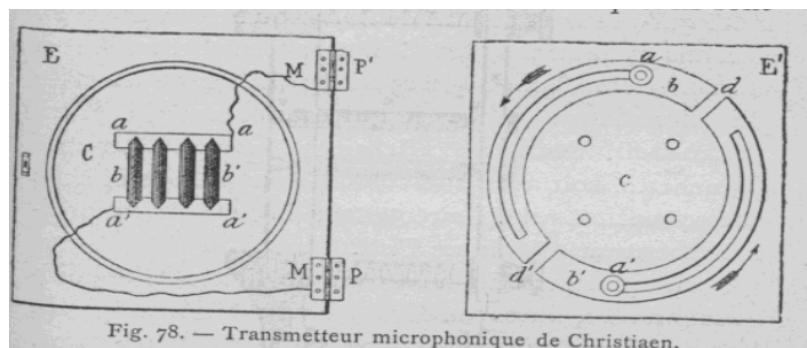
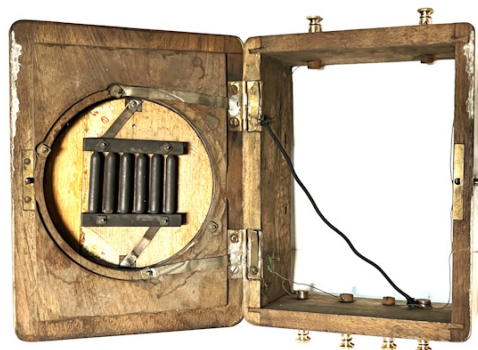


Fig. 78. — Transmetteur microphonique de Christiaen.



Le microphone à torsion

L'appareil désigné sous le nom de **microphone à torsion de Dunand** est une forme qui paraît posséder quelques avantages; il se compose de deux plaques AA', qui sont fixées dans une bague en bois, dont la position préserve le système microphonique de l'air et des poussières qui salissent fréquemment les contacts des microphones ordinaires. Chacune de ces plaques (membranes sonores) porte à son centre un petit disque de charbon BB'. Entre ces disques on serre un petit morceau de charbon ovale. Sur le centre de ce petit morceau de charbon est enroulé un fil de laiton F, lequel, tendu diamétralement sur la bague de bois, est attaché par son bout inférieur avec cette bague et par son bout supérieur avec le bouton E, que l'on tourne en partie de cercle afin de donner au fil un certain degré de torsion, et, par suite, régler la sensibilité du microphone. Cet instrument peut transmettre en même temps dans le téléphone la parole ou le chant de deux personnes, si l'une d'elles dirige sa voix sur une des membranes sonores et l'autre sur l'autre membrane.

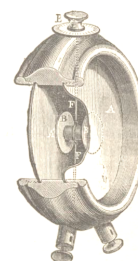


Fig. 87.

Le transmetteur DEJONGH Scientifique Belge, le microphone est constitué de deux fois 4 crayons de charbon montés en parallèle.

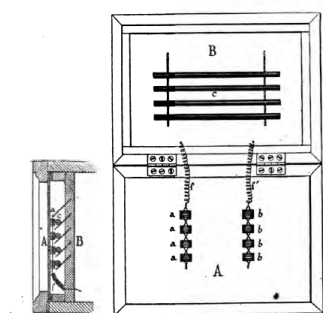
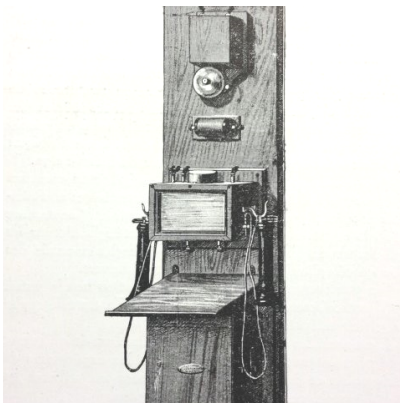


Fig. 139. — Détails du microphone Dejongh.



Le transmetteur De Jongh est une forme très pratique et efficace d'émetteur à crayon de carbone.

Il est constitué d'un diaphragme en bois de pin de 17 cm. x 10 cm. sur lequel sont apposées deux séries de blocs de carbone dont les surfaces sont polies. Chaque ensemble de blocs est relié entre eux au moyen d'un fil flexible, solidement lié autour de chaque bloc. Derrière le diaphragme, à une distance d'un demi-pouce, est placée une planche de base dans laquelle sont enfoncées deux rangées de broches en laiton, courbées à un angle d'environ 45° et formant ce qui est pratiquement une série de plans inclinés. Sur ces broches reposent librement quatre crayons, également en carbone poli. Un coussin en caoutchouc indien sépare le diaphragme de la planche de base.

Le transmetteur DUCOUSSO

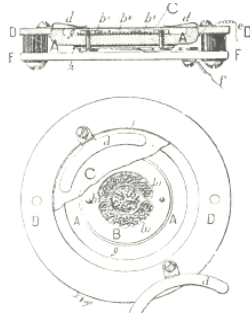


Fig. 67. — Microphone Ducoussou.

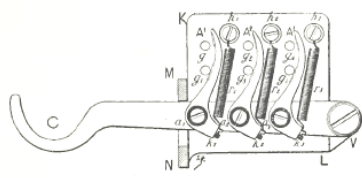


Fig. 69. — Levier-commutateur du transmetteur Ducoussou.

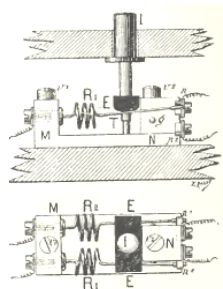
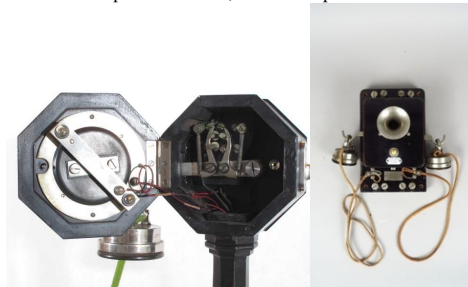


Fig. 68. — Clé d'appel du transmetteur Ducoussou.

— Le microphone (fig. 67) est formé par une cuvette en charbon AA, sur laquelle est vissée une coupelle métallique B, divisée en trois compartiments bt, b2, b3, dans lesquels est placée la grenaille de charbon. La coupelle B est isolée de la cuvette AA par une rondelle de mica g et par une lame d'ébonite h. Au-dessus de la cuvette AA, et appliquée sur ses bords, une mince plaque de charbon, devant laquelle on parle, reçoit les vibrations qui lui sont imprimées par les ondes sonores et, agissant sur la grenaille, détermine les altérations de contact qui produisent les effets microphoniques. Les deux ressorts d, cf, agissent par pression sur la plaque de charbon et la maintiennent en place. Dans la partie de notre dessin qui représente le microphone vu en plan, l'un de ces ressorts a été retourné pour bien montrer sa forme; dans la partie qui figure une coupe de l'instrument, les ressorts cl, d occupent leur position normale.

— La clé d'appel (fig. 68), représentée en plan et en élévation, comprend un massif en ébonite MN, fixé sur le socle de l'appareil par les vis. Dans la partie AI du massif MX sont immobilisés deux ressorts en maillechort R1, R2, qui, contournés en spirale, se terminent par une lige rectiligne libre. Dans la partie N du massif MN sont incrustés quatre plots métalliques, isolés les uns des autres; ce sont les plots de repos et les plots de travail de la clé. Les plots n1, n2 sont les contacts de repos; le contact de travail p2 est seul représenté. Le bouton d'appel est formé par une tige métallique T, guidée d'une part par le massif MN dans lequel elle s'enfonce et, de l'autre, par l'ébénisterie du transmetteur qu'elle traverse; un bouton-poussoir en os la termine. Elle porte une barrette en ébonite EE, qui s'appuie sur les ressorts R1, R2.



Le microphone DELVILLE en Belgique

Trophime Delville directeur et ingénieur de BTMC, développe un nouveau type de microphone qui a été fabriqué à des dizaines de milliers d'exemplaires.



L'émetteur de Trophime Delville de 1894 était une amélioration belge inspirée du modèle anglais Hunnings. L'émetteur Hunnings, tel que breveté, était rempli de poussière de charbon grossière pour fournir la résistance variable nécessaire. Il souffrait beaucoup du tassement. Bell, Edison et d'autres chercheurs travaillant sur ce problème ont découvert que des granules de carbone, plutôt que de la poussière, résolvait le problème du tassement. Le microphone Delville utilisait des granules de carbone, soigneusement calibrés. La Bell Telephone Manufacturing Company d'Anvers le qualifiait d'« émetteur longue distance », car il était beaucoup plus sensible que son émetteur Blake-Berliner standard.

L'émetteur "Solid Back" de Anthony White

En 1890, Anthony White, ingénieur chez Bell, développa l'émetteur qui allait devenir la norme chez tous les fabricants jusque dans les années 1930.



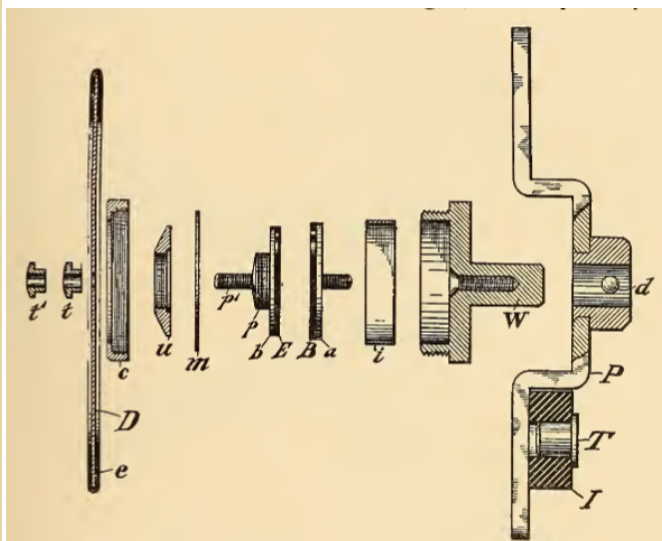
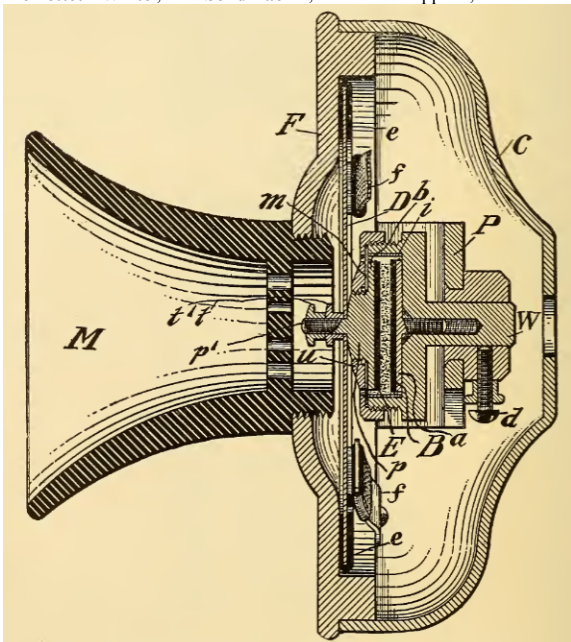
Carbon-granule long-distance transmitter

Anthony C. White, "Telephone," Patent No. 485,311, November 1, 1892; application filed March 24, 1892.

L'émetteur utilisait un petit bouton composé d'une coupelle en laiton partiellement remplie de granules de carbone de type Edison et d'un piston fixé au diaphragme. L'électrode avant et l'électrode arrière étaient constituées de disques de carbone, dont les faces étaient polies à la perfection. Les parois de la coupelle en laiton étaient recouvertes de papier gommé afin d'éviter les courts-circuits et de permettre au courant de l'émetteur de circuler d'une électrode de carbone à l'autre. White déposa un brevet pour cet émetteur le 24 mars 1892.

Par la suite, l'émetteur Blake et l'émetteur longue distance furent remplacés par l'émetteur Solid Back. Plusieurs versions de l'émetteur ont été produites par Western Electric. Deux de ces modèles, largement utilisés, sont le n° 229, introduit en 1895, et le n° 323, introduit en 1917. Le n° 229 et les modèles apparentés sont dotés d'un simple diaphragme à disque fixé au bouton de granules de carbone par un petit écrou fileté.

L'émetteur White, ou « Solid Back », comme on l'appelle, donne une idée précise de la construction des pièces.



La première figure montre la coupe de l'instrument complet. Les sections de la pièce de pont, P, illustrées aux 2 figures, sont prises sur des plans perpendiculaires. Cet instrument s'est révélé remarquablement efficace en pratique, supportant un courant très fort sans échauffement excessif. De plus, la tendance des granules à se tasser en une masse compacte, communément appelée « garnissage », est considérablement réduite.

Il s'agit sans conteste de l'un des émetteurs les plus performants jamais mis au point, et son efficacité générale est restée longtemps inégalée.

La partie avant, F, est en laiton et est maintenue, comme illustré, dans la coque creuse, C, les deux pièces formant un boîtier métallique complet pour les pièces actives de l'instrument. Le diaphragme de réception du son, D, en aluminium, est enchâssé dans un anneau en caoutchouc souple, e, maintenu en place par deux ressorts amortisseurs, //,

comme dans l'émetteur Blake. IV est un bloc métallique lourd, évidé, comme illustré, pour loger les électrodes. Les parois circonférentielles intérieures de ce bloc sont recouvertes d'une bande de papier, i. Ce bloc est monté, comme illustré, sur un pont de support, P, fixé à ses extrémités à la pièce moulée avant, F. L'électrode arrière, B, en carbone, est fixée à la face de la pièce métallique, a, vissée dans le bloc, /['. E est l'électrode avant, également en carbone, portée par la face de la pièce métallique, b. Sur la partie fileté élargie, p, de la pièce, b, est glissée une rondelle en mica, m, maintenue en place par l'écrou, u. Cette rondelle a un diamètre suffisant pour recouvrir entièrement la cavité du bloc IV lorsque l'électrode est en place. Après avoir introduit la quantité requise de carbone granulaire dans la cavité et mis en place l'électrode avant, le capuchon c est vissé sur le bloc W, comme illustré, et fixe fermement la rondelle de mica in contre la face du bloc B, maintenant ainsi les granules. Le diamètre des électrodes est légèrement inférieur à celui de l'intérieur du bloc IV, tapissé de papier, de sorte qu'un espace considérable est laissé à la périphérie de la première, remplie de granules de carbone. Cela empêche l'électrode libre de se plaquer contre le bord de sa chambre et permet aux granules situés directement entre les électrodes de se dilater lorsqu'ils sont chauffés par le passage du courant. La partie fileté, p', de la pièce b, traverse un trou au centre du diaphragme et est fermement maintenue en place par les écrous t t'. M est l'embouchure en caoutchouc dur, vissée dans une ouverture du bloc avant F. Toute vibration du diaphragme est transmise directement à l'électrode avant E, qui vibre grâce à l'élasticité de la rondelle en mica m. L'électrode arrière est, bien entendu, fixe, maintenue fermement par le pont P. L'électrode arrière est reliée métalliquement au châssis de l'instrument, formant ainsi une borne. L'autre borne est montée sur un bloc isolant / et reliée par un fil flexible à l'électrode avant E.

Cet émetteur a été utilisé sur toutes les lignes longue distance des compagnies Bell et a fourni d'excellents services. Les données suivantes concernant les dimensions et les matériaux utilisés dans cet instrument vous seront probablement utiles :

Membrane : aluminium, 5,1 cm de diamètre et 0,022 po d'épaisseur.

Joint en caoutchouc : 12,7 cm de large, 5,1 cm de long, très souple et élastique.

Électrode avant : carbone dur et poli, 53,3 à 81,3 cm de diamètre, 2,5 à 40,6 cm d'épaisseur.

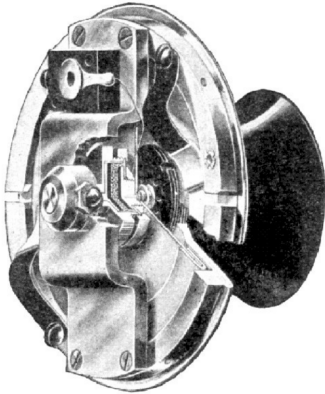
Électrode arrière : carbone dur et poli, 28 à 40,6 cm de diamètre, 2,5 à 40,6 cm d'épaisseur.

Membrane en mica : 68,8 cm de diamètre, très fine.

Chambre de l'électrode arrière : diamètre intérieur 1,2 cm, profondeur 12,7 cm, espace libre entre les parois de la chambre 2,5 à 81,3 cm.

Distance entre les électrodes : environ 1 cm.

Ressort d'amortissement : acier à ressort, 0,3 à 81,3 cm de large, 0,010 po d'épaisseur, 43,2 à 40,6 cm de long ; plié à angle droit lorsqu'il est retiré. Celui qui repose près du centre du diaphragme est recouvert de caoutchouc souple et de feutre ; le ressort extérieur est uniquement recouvert de caoutchouc.



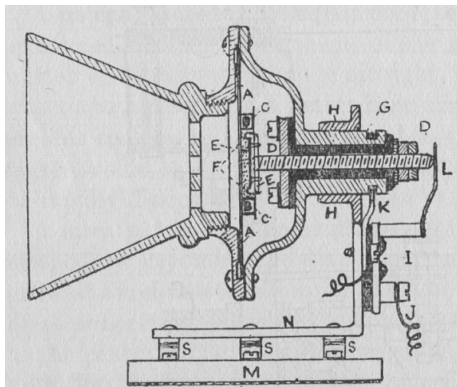
Introduit en France par **M. Aboilard les transmetteurs SOLID-BACK**, ont été utilisés principalement sur des multiples pour les postes d'opérateurs, et sur différents téléphones LMT. L'appareil WERY combiné de l'administration est un microphone solid back associé avec un récepteur Ader n° 3.



Transmetteur Angelini

Royaume Unis : Le principe Angelini est similaire à celui de l'émetteur Ader.

Cet émetteur a été utilisé sur scène pour le système Electrophone au Royaume-Uni.



Sa principale caractéristique est la cellule microphone, formée au dos du diaphragme en carbone A - A, par un bord rond en papier B - B, collé sur A - A. Cette cellule est fermée par un disque de mica C - C, serré à l'extrémité d'une vis isolée D - D, entre deux disques métalliques E - E, dont le premier est formé d'un bord semi-circulaire en platine F - F, le reste du premier étant isolé, de sorte que seul ce bord entre en contact conducteur avec les trois grains de carbone de taille uniforme introduits dans l'évidement ainsi formé.

Le disque de mica permet une connexion très flexible et la pression peut être réglée à volonté par la vis D. L'émetteur est fixé au support au moyen d'un manchon encastré, G, s'insérant dans le collier, H, d'un support séparé, la connexion étant réalisée aux deux bornes, I et J, par les ressorts, K et L, ces derniers étant isolés et s'appuyant sur l'extrémité de la vis de réglage, D. La base, M, du support est en métal épais et le poids de la partie supérieure, N, et de l'émetteur est supporté par trois ressorts, S, S, S, dont les centres sont fixés à N et les extrémités proches serrées par des vis à M, tandis que les extrémités éloignées sont libres de coulisser dans des évidements formés dans M. Les ressorts absorbent les vibrations de la scène.

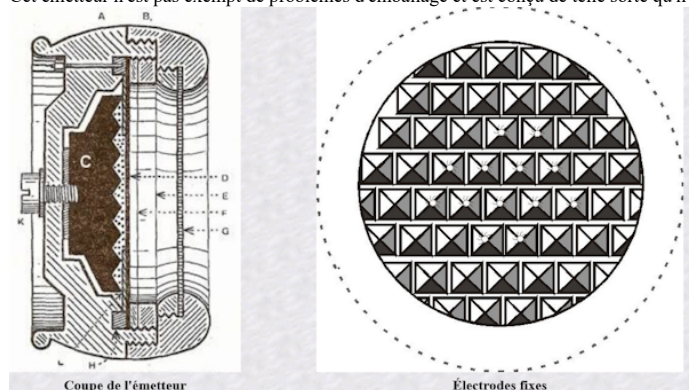
L'Émetteur Deckert

W. Deckert, d'Autriche, a modifié cet émetteur granulaire, fabriqué par GEC et utilisé par la Poste britannique en remplacement des émetteurs Gower de l'époque. Il est également appelé émetteur Hunnings-Cone.

Certaines compagnies de téléphone privées ont également utilisé cet émetteur pour remplacer leurs émetteurs Blake d'origine, souvent en remplacement de l'émetteur Blake d'origine. De ce fait, il est impossible de présumer qu'un boîtier d'émetteur Blake contient réellement un émetteur Blake !

La principale différence avec les autres transmetteurs à granules de carbone réside dans la forme de la face avant de l'électrode fixe formée de plusieurs pyramides à base carrée. Les pyramides d'une rangée sont opposées au centre des pyramides supérieures. Seule la partie centrale de l'électrode de carbone est utilisée, la partie non utilisée étant recouverte d'un épais tampon de coton. Les extrémités des pyramides de la partie centrale de l'électrode de carbone sont aplaties et de petites touffes de soie y sont fixées. Celles-ci empêchent le court-circuit de l'électrode de carbone avec le diaphragme extérieur en carbone et contribuent à prévenir les vibrations et le tassement des granules de

carbone. À l'avant de l'embouchure se trouve une membrane de Gauss métallique qui protège le délicat diaphragme en carbone. Cet émetteur n'est pas exempt de problèmes d'emballage et est conçu de telle sorte qu'il peut être tourné d'un demi-tour de temps en temps à titre préventif.



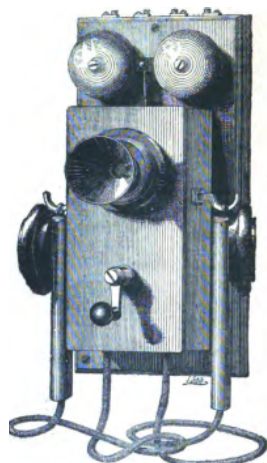
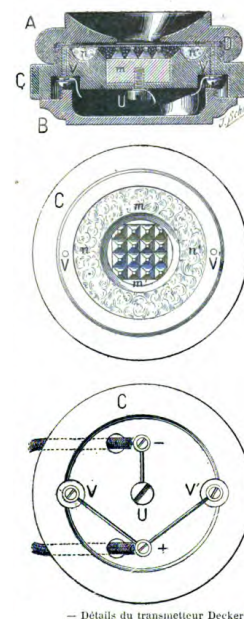
Le microphone Deckert comprend une cuvette en ébonite se séparant en trois parties vissées l'une sur l'autre , savoir :

- 1 ° Un couvercle A ou embouchure analogue à celle du récepteur ;
- 2 ° Un fond B ;
- 3° Une partie intermédiaire C , réunie au récepteur et contenant les organes du microphone , ainsi que les communications .

La figure suivante représente la face supérieure de la partie intermédiaire C.

Au - dessous de l'embouchure A est une mince membrane de charbon vernissée du côté sur lequel on parle .Lorsque la pièce A est vissée sur la pièce C , la membrane D touche les pointes des vis V , V ' , réunies toutes les deux à l'un des cordons souples établissant la communication avec la pile ; de ce chef , la membrane microphonique D est en relation avec l'un des pôles de la pile , le pôle positif , par exemple .

Le fond de la cuvette en ébonite C est garni d'un disque de charbon mm ' réuni par la vis U à un second cordon souple , relié lui - même au pôle négatif de la pile . Ce disque mm ' a une forme originale : c'est un cercle sur lequel s'élèvent seize troncs de pyramide à base carrée ; les grandes bases font corps avec le disque de charbon , tandis que chacune des petites bases est recouverte d'un léger tampon de drap grossier . Une gorge nn creusée dans l'ébonite , circonscrit l'assemblage que nous venons de décrire ; cette gorge circulaire est remplie par une matelassure de coton cardé . La partie qui sépare la membrane de charbon D du disque mm ' , ainsi que les espaces laissés vides par l'ensemble des seize pyramides tronquées , sont remplis par de la grenaille de graphite . Cette grenaille se trouve en quelque sorte emprisonnée dans une chambre dont l'anneau de coton car de forme la paroi latérale . Les houpettes qui surmontent les troncs des pyramides composent un cloisonnement dont le but est de diviser les parcelles de graphite et d'amortir les mouvements que leur impriment les déplacements de la plaque vi brante . Cette disposition a pour objet d'éviter les crachements qui constituent l'un des principaux écueils dans la construction des microphones .



L'Émetteur Ericsson hélicoïdal

En 1880, LM Ericsson repensa l'émetteur Blake.

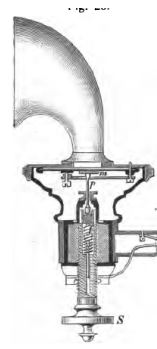
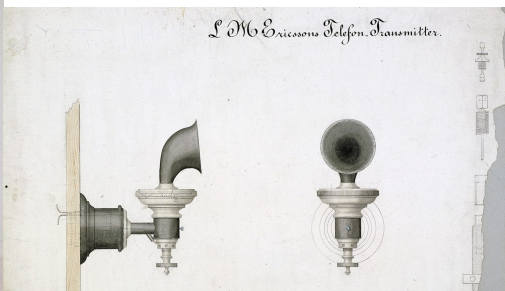
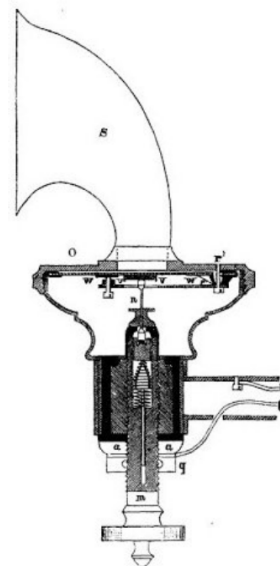
Ce nouveau modèle était plus petit que l'original et ses réglages étaient effectués à l'aide d'une vis micrométrique, ou hélice. D'où le nom d'émetteur hélicoïdal.



L'émetteur est construit ainsi : le tube sonore en forme de pavillon (s) comporte à sa base une membrane (w) munie en son centre d'un disque de carbone (v). Ce disque est surmonté d'un plot en platine, porté par une tige elle-même comprimée par un ressort. Un second disque de carbone et un plot en platine, similaires, sont disposés à l'extrémité inférieure. La vis micrométrique (m) règle la pression des contacts.

Le fonctionnement du microphone spiralé (ou hélicoïdal) développé par [Lars Magnus Ericsson](#) en 1879 et utilisé dans les téléphones Ericsson de 1880 à 1886-1887, a ensuite été remplacé par un microphone à granules de carbone plus stable. Les deux modèles sont disponibles dans le catalogue de 1886. Ce microphone à granules de carbone a été breveté en 1888.

Des essais ont été réalisés avec un microphone spiralé à combiné en 1885, puis avec un microphone à tige de carbone (tiges d'arbre) en 1886, et depuis 1888 avec un microphone à granules de carbone. Le catalogue de 1886 ne mentionne aucun téléphone avec combiné.



Eiffel tower; Dessin de Lars Magnus Ericsson, invention le microphone hélicoïdal, 1880 ; et modèle 1881

Transmetteur à carbone (NT 10).

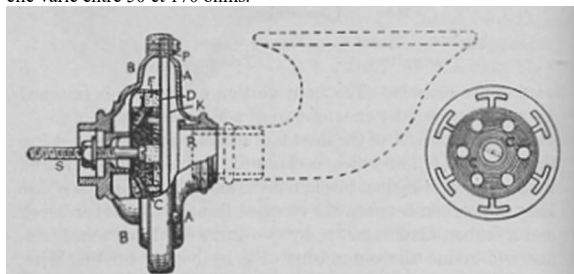
Ce transmetteur est très performant, mais il existe plusieurs variantes.

L'image ci-dessous présente une vue en coupe de l'une des meilleures variantes. L'émetteur est constitué d'un boîtier en aluminium (a et b) en deux parties. La partie arrière (b) présente un évidement dans lequel s'insère un bloc de carbone rond de 22 mm (c) et de 6 mm d'épaisseur. La face avant de ce bloc est percée de sept trous : un au centre, pour la tête des longues vis de serrage et de connexion, et six autres trous, comme illustré à droite de l'image (qui donne une vue séparée du bloc de carbone).

Des touffes de coton sont insérées dans chacun des sept trous. Une fois en place, ces touffes appuient sur le diaphragme en carbone (o), en carbone fin de 5,7 cm de diamètre et de 100 mm d'épaisseur. Une sorte de manchon de feutre souple (f) recouvre le bord du bloc de carbone et est également pressé contre le diaphragme (d) par les têtes de six ressorts en bronze, tous reliés en leur centre et serrés au bloc de carbone. Six évidements sont pratiqués dans ce dernier pour permettre aux ressorts de travailler librement. Le bloc de carbone et la vis (s) sont par ailleurs isolés du boîtier (b) par une rondelle en mica (m) et une douille (h), ainsi que par une rondelle en ébonite (w), à l'arrière.

Des anneaux de papier buvard (p) servent à serrer le diaphragme et ils servent aussi à serrer devant une membrane de soie huilée (k), qui empêche l'humidité du souffle, etc., d'atteindre le diaphragme.

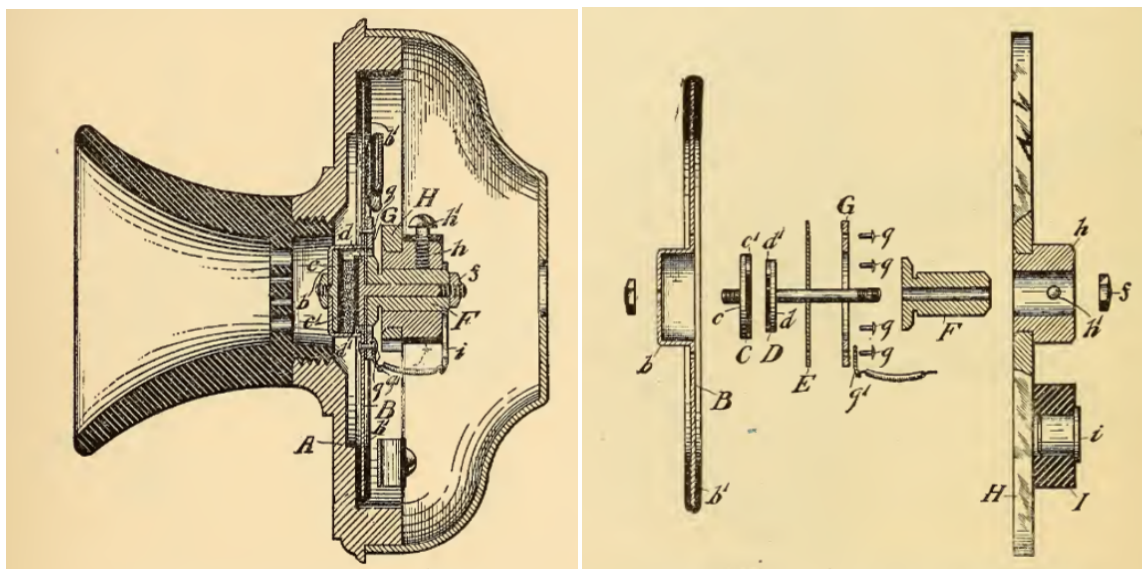
Environ cinq grains de carbone (g) sont placés dans l'évidement à l'arrière du diaphragme. La résistance normale de cet émetteur est d'environ 100 ohms et, en fonctionnement, elle varie entre 50 et 170 ohms.



Une autre forme d'Ericsson est similaire à celle-ci en ce qui concerne le bloc de carbone, etc. (à l'exception des six trous extérieurs du bloc manquants) ; mais le diaphragme est en fer ferrotypé (environ 12 mils d'épaisseur), sur la face intérieure duquel est fixée une fine coupelle métallique dorée, dont la surface présente environ trente-huit empreintes en anneaux concentriques. Ces empreintes sont des saillies sur l'autre face. Elles pénètrent dans les grains de carbone, assurant un bon contact et empêchant leur compactage.

Le transmetteur Kellogg

La figure de gauche présente une vue en coupe de l'émetteur standard de la Kellogg Switchboard & Supply Company, et la figure de droite un détail de ses composants.



Cet instrument est l'un des plus soigneusement conçus et construits, et donne d'excellents résultats en pratique.

La face avant, A, est en métal moulé, similaire à celle utilisée dans l'émetteur à Solid Back et, comme pour cet émetteur, toutes les pièces sont montées dessus. Le diaphragme, B, est en aluminium et se distingue de celui de tout autre émetteur actuellement sur le marché par le fait qu'au lieu d'être plan, il présente en son centre une coupelle, B, qui contient les électrodes et le milieu à résistance variable. La formation de cette coupelle à partir d'une fine feuille d'aluminium, qui, compte tenu des exigences de son utilisation, doit être dure plutôt que tendre, s'est révélée, comme l'auteur le sait par expérience, un problème difficile en emboutissage des métaux, et est intéressante pour cette raison, entre autres. L'électrode avant, C, est composée d'une vis en laiton, r, à tête élargie, sur laquelle est soudé un disque de carbone dur, c'. Celui-ci est fixé par un écrou à la face intérieure avant d'une chambre ménagée dans le diaphragme, d'une manière facilement compréhensible d'après le dessin assemblé. L'électrode arrière, D, est également constituée d'un disque de carbone, d'', soudé à un disque en laiton, d, doté d'une tige filetée allongée. La tige de l'électrode arrière, D, traverse une rondelle en mica, E, et une douille en laiton massif, F, à face élargie, pour serrer la rondelle en mica contre la face arrière de l'électrode. Ces pièces sont solidement serrées ensemble au moyen d'un petit écrou (f).

Après avoir assemblé les pièces, la quantité appropriée de charbon granulaire est versée dans la chambre (b), au-dessus de l'électrode avant.

L'électrode arrière, munie de la rondelle de mica, est ensuite mise en place.

La rondelle de mica est solidement rivetée au diaphragme à l'aide d'une bague en aluminium (G) et de petits rivets (g). Sous la tête de l'une des bagues est fixée une petite attache (g'), permettant ensuite la connexion électrique avec l'une des bornes de l'émetteur. Le diaphragme de l'émetteur est ainsi constitué, supportant la chambre et les deux électrodes, la chambre étant fermée en permanence par la rondelle de mica rivetée, comme décrit. Le diaphragme ainsi assemblé est entouré d'une bague en caoutchouc souple (b'), maintenue contre la pièce avant par deux ressorts amortisseurs puissants, comme dans le cas d'un émetteur arrière rigide. Le pont H est fixé à ses extrémités à la face arrière de la face avant A.

Ce pont porte en son centre la douille lourde h, dans laquelle s'insère la douille F de l'électrode arrière. La vis h\ sert à fixer l'électrode arrière au pont après son réglage.

Un bornier I, en caoutchouc dur, est fixé à l'arrière du pont, sur lequel est montée une borne i, à laquelle est soudé un fil partant de la pince g'. La cosse i constitue donc une borne de l'émetteur, en contact électrique avec l'électrode avant. L'autre borne est constituée par le châssis de l'émetteur lui-même, en contact avec l'électrode arrière par l'intermédiaire du pont H.

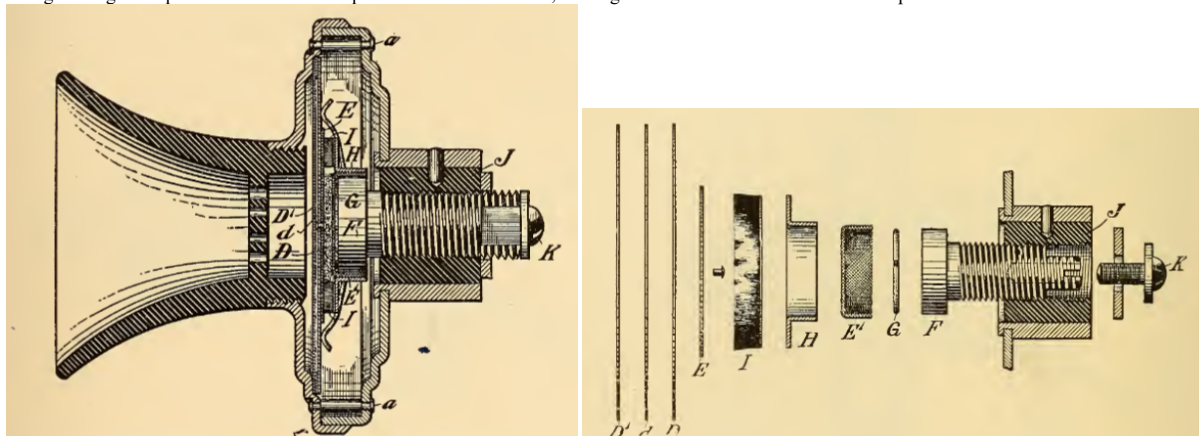
Dans ce transmetteur, l'action de piston des électrodes est obtenue, comme dans d'autres formes, l'électrode arrière étant maintenue rigide tandis que l'électrode avant vibre avec le diaphragme. La rondelle flexible en mica permet un léger mouvement relatif entre les deux électrodes, et ferme complètement la chambre pour empêcher la fuite des granules ou la pénétration d'humidité. Outre l'action de piston des électrodes, on constate que la quasi-totalité de la masse des granules est agitée par la vibration du diaphragme, ce qui permet d'obtenir une certaine action microphonique. Il est cependant certain qu'il s'agit d'un transmetteur extrêmement puissant.

Il a été développé par M. W. Dean après une longue et minutieuse série d'expériences.

Le transmetteur Stromberg-Carlson

Fig. Les figures suivantes illustrent l'émetteur de la Stromberg-Carlson Telephone Manufacturing Company.

La figure de gauche présente une vue en coupe de l'émetteur assemblé, et la figure de droite détaille les différentes pièces.



Ces pièces sont toutes contenues dans une coupelle en deux parties, rivetées ensemble de façon permanente, comme illustré en a, après l'assemblage de l'émetteur.

La fermeture définitive de la coupelle rend difficile toute altération des pièces, qui restent donc généralement dans leur état d'origine. La membrane D de cet émetteur est en métal, mais devant elle se trouve une membrane auxiliaire D' en soie, les deux membranes étant séparées par un anneau d. À l'arrière de la membrane métallique reposent deux ressorts amortisseurs à double bras, fixés à l'arrière du boîtier et servant à maintenir la membrane contre l'avant du boîtier et à empêcher une amplitude de vibration trop importante. L'électrode avant, E, est rivetée au centre du diaphragme. Elle est constituée d'une pièce circulaire de gaze métallique tissée, fortement plaquée or. L'électrode arrière, F', est également en gaze métallique plaquée or, pressée en forme de coupelle et conçue pour s'ajuster parfaitement à la tête élargie du goujon fileté en laiton, F. Un anneau métallique, G, est placé à l'intérieur de la coupelle E avant sa mise en place sur la tête F, empêchant ainsi la face intérieure de la coupelle en gaze métallique d'entrer en contact avec la face de la tête du goujon F.

Une collerette, H, est serrée fermement sur la coupelle E après sa mise en place sur la tête du goujon, ce qui permet de serrer fermement la gaze sur le goujon.

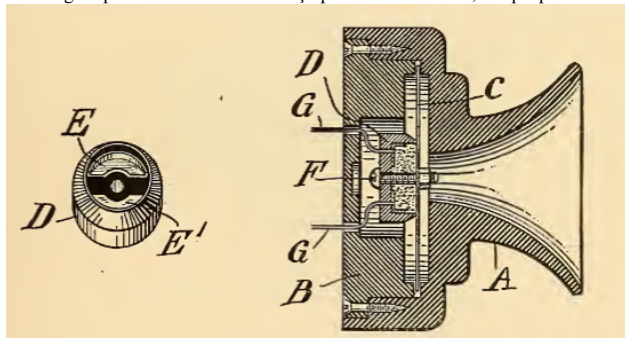
Une rondelle épaisse en peluche très légère, I, est collée à la face avant de la collerette, H, formant pratiquement la paroi cylindrique de la chambre contenant le charbon granulaire. Le carbone granulaire utilisé est suffisamment fin pour traverser les mailles de l'électrode arrière E. Il occupe l'espace entre la face arrière de cette électrode et la face avant du plot F, cet espace étant dû à la présence de la bague G. L'espace devant l'électrode E' et entre celle-ci et l'électrode avant E est presque entièrement rempli de carbone granulaire, comme illustré sur le schéma d'assemblage. La partie filetée du plot F, qui porte l'électrode arrière, s'engage dans un filetage interne de la douille en caoutchouc robuste I, montée dans la collerette en saillie vers l'arrière, partant de la coupelle. En tournant ce plot dans cette douille, le réglage des électrodes de l'émetteur peut

être effectué. Une vis mécanique K, traversant une rondelle, comme illustré, s'engage dans un trou taraudé à l'extrémité du plot F, et fixe ainsi ce dernier dans la douille en caoutchouc.

Cet émetteur a été largement utilisé par les clients de la société Stromberg-Carlson et a fourni un service constant et de qualité, s'étant révélé parfaitement fiable et remarquablement exempt des problèmes souvent rencontrés par les émetteurs à charbon granulaire.

Le transmetteur Colvin

Cette figure présente un émetteur conçu par M. F. R. Colvin, unique par son mode de fonctionnement.



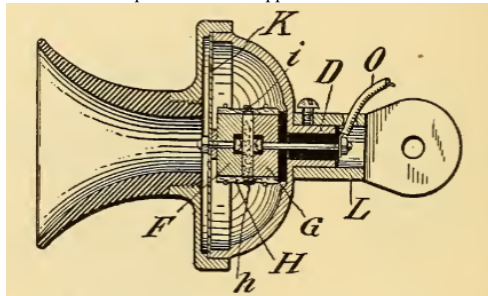
Il a été utilisé commercialement à grande échelle par M. Colvin.

La coque est constituée de deux pièces de bois, A et B, la première portant l'embouchure. L'espace réservé à la membrane est suffisamment grand pour la maintenir très lâchement et lui permettre de vibrer avec une grande liberté. Sur la membrane, en aluminium, repose une cellule cylindrique creuse, D, en matériau isolant (illustrée par la petite coupe à gauche), portant deux électrodes métalliques, E E', isolées l'une de l'autre. À ces électrodes sont connectées les bornes du circuit, G G'. La coque, D, est fixée fermement à la membrane, C, par un boulon, F, fermant ainsi la chambre contenant les granules. Pour empêcher l'humidité d'atteindre la cellule, le joint entre la membrane et son bord est scellé hermétiquement par un composé adhésif. La caractéristique remarquable de cet instrument est que les deux électrodes, E E', sont fixes l'une par rapport à l'autre, la variation de résistance étant obtenue par la variation de pression entre les électrodes et les granules de carbone, due à l'inertie de ces derniers, ainsi qu'aux secousses des granules eux-mêmes et à la variation conséquente de leur proximité de contact.

Le transmetteur Sutton

Cette figure montre un transmetteur typique d'un grand nombre d'instruments fabriqués par diverses sociétés indépendantes.

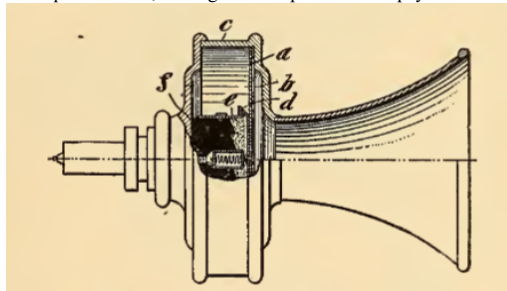
Ce transmetteur particulier était appelé transmetteur Sutton.



Les pièces à résistance variable comprennent une paire de boutons de carbone, F et G, chacun entouré d'une gaine de tissu, H et /, dont les bords contigus, h et i, sont effilochés de manière à former un contact étroit mais élastique. Ceux-ci forment avec les boutons, F et G, une chambre fermée dans laquelle est placé le carbone granulaire. Le bouton F est fixé au diaphragme K, comme illustré, tandis que le bouton G est solidement fixé au boîtier de l'instrument et en est isolé. Le fil O, partant du boulon L qui maintient le bouton G en place, forme une borne de l'instrument, le boîtier lui-même l'autre.

L'émetteur Ericsson

Fabriqué en Suède, est largement importé dans ce pays comme accessoire du récepteur Ericsson.



Cet émetteur produit un son très clair et doux, et nécessite peu d'énergie. Dans l'ensemble, c'est un instrument très efficace, sauf lorsqu'une puissance importante est requise. Il est représenté en coupe à la figure ci dessus, où a représente le diaphragme récepteur du son, maintenu contre un épaulement du boîtier en laiton c par deux fines lames ressorts, non représentées, chaque ressort ayant deux branches, de manière à assurer ses quatre points d'appui sur le diaphragme. Pour empêcher l'humidité, notamment celle de la respiration, de pénétrer au-delà du diaphragme, un fin disque b, en soie imprégnée de laque, est placé devant le diaphragme.

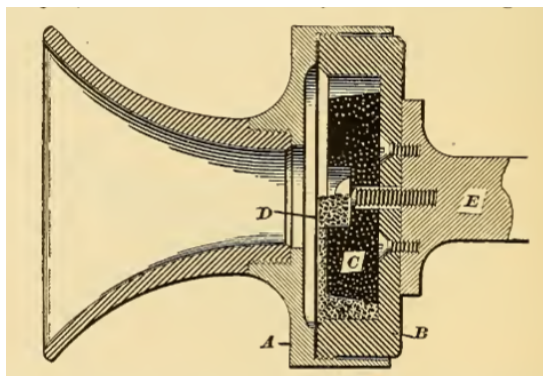
La plaque métallique d, montée à l'arrière du diaphragme, forme l'électrode avant et est plaquée or à cet effet.

Le bord recourbé de la plaque d, entoure la partie avant d'un anneau souple e, fixé sur le bloc de carbone , et empêche les grains de carbone de tomber hors de la chambre. Cet anneau souple est en feutre effiloché et permet ainsi la libre vibration du diaphragme.

Le diaphragme est amorti par un ressort spiralé logé dans une chambre au centre de l'électrode de carbone. Ce ressort repose sur une touffe de coton ou de feutre, qui appuie à son tour sur le centre de l'électrode avant.

Le transmetteur Western Telephone

L'émetteur de l'ancienne Western Telephone Construction Company est probablement le plus simple jamais fabriqué.

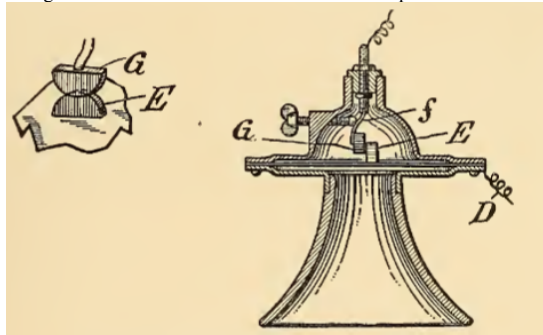


L'ensemble du boîtier avant (A) de l'émetteur est en laiton coulé tourné.

Il est épaulé à l'intérieur pour former un logement pour le diaphragme (D) et fileté pour s'engager dans une coupelle isolante (B) portant l'électrode arrière (C). Cette coupelle est vissée directement sur une bride du bras de support (E), de l'intérieur. La vis centrale qui maintient l'électrode arrière en place passe également dans le bras, faisant ainsi de ce dernier une borne de l'émetteur. L'électrode arrière (C) est de grande taille : 1 pouce de diamètre et $\frac{5}{8}$ pouce d'épaisseur. La chambre dans laquelle ce bloc est monté laisse un espace d'environ $\frac{1}{4}$ " autour de l'électrode. Cet espace, ainsi que celui entre le diaphragme et l'électrode arrière, contient du carbone granulaire. Le diaphragme, D, est en carbone, généralement de 0,016" d'épaisseur et de 2,3 à 16" de diamètre, la partie libre ayant un diamètre de 1,13 à 16". La distance entre l'électrode arrière et le diaphragme est de 12,7 cm (5,64 po). La chambre n'est remplie qu'à moitié de carbone granulaire, et seule la moitié inférieure du diaphragme est donc activement engagée comme électrode.

Le transmetteur Ahearn

La figure suivante illustre un transmetteur breveté par M. T. F. Ahearn, dont la surface de contact varie sans variation de pression.



E est une électrode en carbone fixée au centre du diaphragme métallique A et constitue l'électrode terminale à laquelle est fixé le feu D. Cette électrode est constituée d'une ou plusieurs plaques, de forme semi-circulaire ou triangulaire, comme illustré.

L'électrode arrière G, de forme similaire, est portée par le ressort I de manière à chevaucher et à reposer sur l'électrode avant E. La pression entre les deux peut être réglée à l'aide de la vis moletée, comme illustré.

L'inventeur affirme que dans ce cas, aucune variation de pression ne peut être causée par la vibration du diaphragme, mais que les électrodes glissent simplement les unes sur les autres, la forme des surfaces en contact amplifiant les variations de surface de contact.

Les émetteurs conçus par **Johnson**, **D'Arsonval** et bien d'autres sont de ce type et ne diffèrent que par la disposition et le nombre d'électrodes. Ils donnent, en règle générale, des résultats plus puissants que les émetteurs à simple paire d'électrodes, mais la plupart d'entre eux présentent le grave défaut de couper complètement le circuit lorsqu'ils sont soumis à des bruits forts.

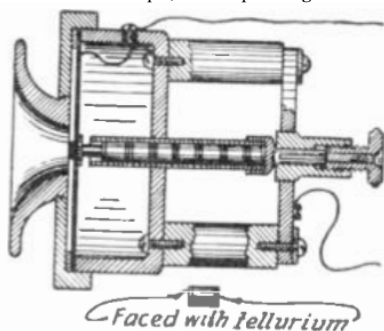
De nombreux téléphones pratiques fonctionaient grâce à la chaleur.

M. F. Krættlinger, de Vienne, a publié dans *l'Angewandte Elektricitätslehre* la description d'un nouveau système téléphonique fondé sur les variations d'intensité de courants thermo-électriques dont la source de chaleur est disposée de manière à être impressionnée par la voix.

Pour obtenir ce résultat, l'auteur emploie une pile thermo-électrique à éléments allongés, dont un des côtés est maintenu à une température relativement froide au moyen d'un liquide, et dont l'autre côté est actionné par la partie supérieure de la flamme d'une bougie maintenue à hauteur constante au moyen d'un dispositif analogue à celui des bougies de lanternes de voiture. En face et à côté de la pile se trouve placée, dans une position invariable, une embouchure téléphonique dont le diaphragme est flexible et percé d'une grande quantité de trous de diverses grandeurs, et le tout est enveloppé dans une caisse disposée de manière à empêcher la résonance des bruits extérieurs, et à travers laquelle passent seulement l'embouchure téléphonique et les boutons d'attache de la pile thermo-électrique. Avec cette disposition, on comprend que les vibrations déterminées par la voix ont pour résultat de changer les conditions normales du courant d'air chaud de la flamme, et de déterminer des variations correspondantes dans la chaleur actionnant la pile; d'où il résulte des variations de même nature dans l'intensité du courant produit par la pile et, par suite, la reproduction de la parole dans le récepteur téléphonique mis en rapport avec ce courant. Il paraît que ce système, sans avoir donné des résultats avantageux, a fourni des effets assez nets pour montrer que la transmission de la parole est possible dans ces conditions, ce qui présente évidemment un certain intérêt au point de vue scientifique.

Le téléphone de **M. Bergmann**, auquel manque la bobine, est curieux et incompréhensible. Il ne se compose que de deux aimants en forme de tiges cylindriques et d'un diaphragme. Les deux aimants se suivent et ont donc un axe commun. Un aimant est fixé au centre du diaphragme et l'autre à la capsule. Les deux pôles de nom contraire au milieu de la capsule ne se touchent pas mais sont réunis par un fil métallique faisant ressort. Le courant passe par les deux aimants et par le diaphragme, et l'inventeur prétend que ses variations produisent les oscillations du diaphragme.

Le récepteur thermoélectrique, breveté par **Bergmann** en 1890 et qui semble très pratique, est présenté sur la figure suivante.



Ce récepteur comporte un diaphragme en carbone et une coupelle métallique conique adjacente.

Des billes de carbone contenues dans la coupelle assurent un contact lâche entre celle-ci et le diaphragme.

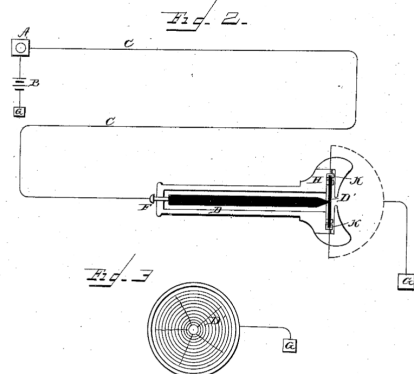
Le fonctionnement de ce récepteur repose sur la dilatation et la contraction dues à l'échauffement des contacts lâches lors du passage du courant.

Le téléphone de **M. Spaulding**, que l'inventeur nomme „**krotophone**“, rappelle dans sa simplicité et son caractère exceptionnel celui de M. Bergmann. La figure suivante montre un récepteur **krotophone simple breveté en 1887 par Watkins**.

Le mouvement du diaphragme de ce récepteur est produit par la dilatation et la contraction des électrodes en contact permanent, provoquées par l'effet thermique du cc aux jonctions des électrodes. Comme illustré, une électrode est fixée au diaphragme et toutes sont disposées de manière à pouvoir être ajustées pour un contact lâche. Les boutons sont de forme cylindrique et sont en matériau conducteur recouvert de tellure, placés dans un tube de verre ou d'un autre matériau isolant. Le courant traverse la série d'électrodes et, aux contacts, les variations de dilatation ou de contraction du tellure sont produites par les variations du courant transmis à l'instrument. Des vibrations du diaphragme, correspondant à ces variations de courant, sont produites. L'utilisation d'une batterie dans le circuit permet d'amplifier l'effet en maintenant une température de fonctionnement optimale pour l'instrument et en servant également de batterie de polarisation.

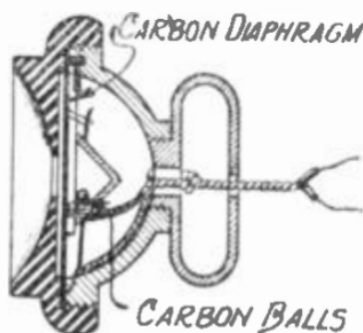
Cet appareil, appelé « **Krotophone** » (En grec, claquement, bruit; et voix), peut servir à la fois de récepteur et d'émetteur. Comme illustré, il se compose d'un crayon de carbone pointu en contact avec un diaphragme en carbone.

[Breveté le 6 juillet 1886](#), SPÉCIFICATION faisant partie des Lettres Patentes n° [345 085](#), datées du 6 juillet 1886.



Demande déposée le 20 novembre 1885. Numéro de série 193 175.

Le courant électrique qui traverse le contact chauffe les électrodes, ce qui provoque leur dilatation et, par conséquent, la déformation du diaphragme. Un courant fluctuant entraîne donc une fluctuation synchronisée du diaphragme, générant ainsi des ondes sonores dans l'air. L'inventeur affirme que l'allongement et la contraction du crayon de carbone sont dus à la polarisation des atomes ou des molécules de carbone, mais quel que soit le mécanisme, des améliorations importantes sont possibles.



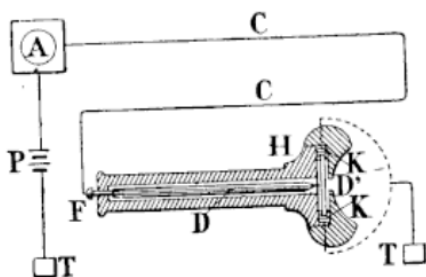
On appelle cela un récepteur krotophone simple.

Les contacts libres sont chauffés et refroidis lors du passage du courant téléphonique .

Ce récepteur est doté d'un diaphragme en carbone et d'une coupelle métallique conique adjacente. Des billes de carbone à l'intérieur de la coupelle assurent un contact lâche entre celle-ci et le diaphragme.

Dans cet appareil, où le procédé consiste à reproduire la voix humaine au moyen de mouvements moléculaires, l'aimant et la plaque vibrante du téléphone Bell sont remplacés par un crayon de charbon et une plaque de même substance.

Le poste transmetteur est formé d'une pile P reliée à la terre et à un microphone A, non muni d'une bobine d'induction, d'une ligne G et du krotophone. Cet instrument se compose d'un crayon de charbon D logé dans un étui en bois, dont l'un des bouts, taillé en pointe, s'appuie sur une plaque de charbon J'. Cette dernière est entourée d'un anneau KK et d'une garniture en caoutchouc destinée à empêcher la plaque de se casser. Une vis de réglage F permet d'assurer un contact parfait entre les deux charbons.



Comme on le voit, tout l'appareil récepteur II est constitué par les deux charbons DD' et la vis de réglage F.

La ligne C, reliée dans le poste transmetteur, au microphone A, est attachée au poste récepteur H à la vis F, et la plaque de charbon DD' est mise en communication avec la terre T.

Pour expliquer le fonctionnement du krotophone, l'inventeur admet que le courant, traversant le crayon D, comme un faisceau de lignes parallèles, occasionne un mouvement moléculaire qui se transmet aux molécules de la plaque D' par un rayonnement du courant dans toutes les directions jusqu'à l'anneau métallique, d'où il passe à la terre.

La diffusion du courant influence toutes les molécules placées dans le voisinage de la plaque D', et le mouvement vibratoire qui en résulte, occupant une grande surface, amplifie le son.

Le krotophone, d'après l'inventeur, offre sur les appareils récepteurs magnétiques un avantage en raison de la simplicité et de l'inaltérabilité des organes qui le composent ; de plus, son fonctionnement est certain, et sa durée très longue.

ET bien d'autres

Dans le téléphone de **M. Philippson**, qui ne présente d'ailleurs rien de remarquable, l'inventeur a cherché à augmenter l'effet de l'appareil par la condensation de l'air qui entoure le diaphragme.

Le téléphone de **M. Taylor** se base sur l'attraction de deux courants parallèles. Sur deux membranes parallèles et bien rapprochées sont collées deux spirales plates en fil de cuivre. Au milieu, entre les deux spirales, se trouve une plaque en fer. Cette plaque a un trou central aussi bien que la membrane la plus rapprochée du cornet d'audition. Ce

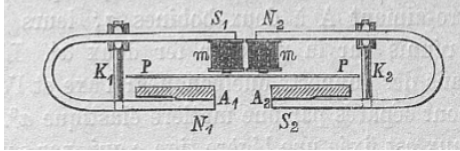
téléphone peu sensible demande une forte pile pour être mis en action.

Nous avons déjà fait la remarque que la plupart des téléphones sont réversibles et peuvent servir aussi bien pour la réception que pour la transmission. Mais il existe un certain nombre de téléphones qui possèdent cette qualité à un plus haut degré que les autres, et nous passons à la courte description de quelques-uns des plus remarquables d'entre eux.

M. Charrière a reproduit une idée qui pour la première fois avait été développée par MM. Siemens et Halske. Les deux pôles d'un aimant en fer à cheval sont munis d juxtaposées entre lesquelles vibre le diaphragme. L'une des deux bobines est fixe, l'autre peut être à volonté rapprochée ou éloignée du diaphragme. On peut ainsi établir un équilibre parfait des attractions. Une bobine est percée d'un trou par lequel on entend les vibrations ou dans lequel on parle.

M. Pabst a donné une construction analogue à son téléphone. D'un côté du diaphragme se trouve un aimant en fer à cheval muni de deux bobines, de l'autre côté du diaphragme une bobine formant anneau, combinée avec les autres bobines de telle façon que les actions sur le diaphragme s'additionnent.

Un autre arrangement, qui peut aussi être classé dans cette catégorie, est celui de **MM. Hartmann et Braun**.

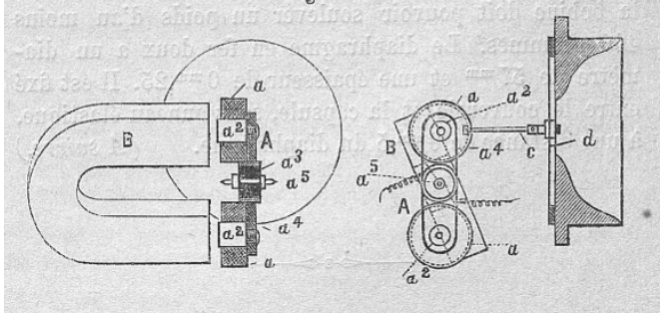


Deux aimants portent à leurs pôles S1 et N2 deux bobines m, devant lesquelles est placé le diaphragme P. Les deux autres pôles N1 et S2 sont armés de deux pièces en fer doux et A1 et A2. La distance entre ces armatures et le diaphragme peut être réglée par les tiges K1 et K2. Le diaphragme peut être mis ainsi en équilibre pour aussi longtemps qu'aucun courant ne passe par les bobines.

M. Lugo, dans le but de rendre son téléphone apte à de grandes distances, y a ajouté un condensateur.

Le téléphone a la construction primitive de Bell, mais autour de la bobine sont passées un grand nombre de feuilles d'étain en forme d'anneaux entrecoupés par des anneaux en papier paraffiné. Ce condensateur circulaire est intercalé dans le circuit comme shunt de la bobine et augmente, suivant l'inventeur, l'intensité du magnétisme, en même temps qu'il détruit les effets nuisibles de la charge statique de la ligne.

Dans le téléphone de **M. J. P. Thompson**, les principes sur lesquels est basé l'instrument sont très nettement indiqués.



La figure représente les parties essentielles de l'instrument dans deux directions différentes. B est un fort aimant, devant lequel peut osciller un électro-aimant A à deux bobines a; leurs noyaux a2 sont réunis par la pièce en fer doux a4. L'axe a5 pivote dans des supports quelconques; l'axe et l'électroaimant sont séparés par une matière élastique a3. A l'un des noyaux est fixée une légère tige c qui, par son autre extrémité, est fixée au diaphragme d. Ce diaphragme peut consister en une matière non magnétique. Le jeu de cet appareil aussi bien comme transmetteur que comme récepteur est si facile à comprendre que nous n'avons pas besoin de nous y arrêter. Ce téléphone est, au point de vue instructif, l'un des mieux réussis.

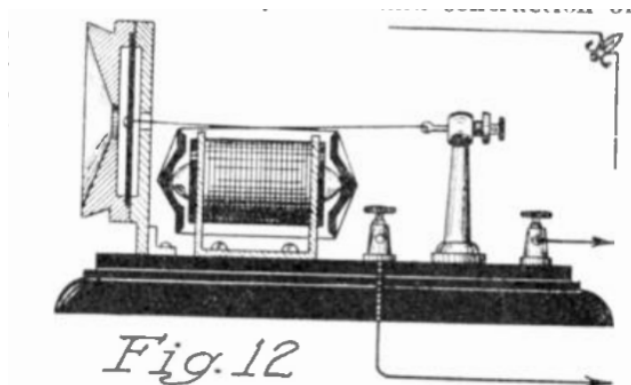
M. Gishorne a, dans son téléphone, deux aimants en fer à cheval qui forment une espèce de rectangle, les pôles de même nom se touchant. On a donc, au milieu d'une arête longue, un pôle nord et vis-à-vis, un pôle sud. Les pôles sont, à l'intérieur du rectangle, munis de bobines avec noyau creux en fer doux, les bobines sont juxtaposées et bien rapprochées l'une de l'autre. Entre elles vibre le diaphragme qui a une armature dans son centre. Au moyen de vis les noyaux peuvent être rapprochés ou éloignés et on a ainsi le moyen d'équilibrer le système à volonté.

L'Administration suisse utilise de préférence un des systèmes primitifs qui, par des améliorations continues et un travail très soigné, est maintenant arrivé à une haute perfection et ne le cède à aucun autre téléphone qui nous soit connu. Il a la forme usuelle. La capsule est en ébonite; l'aimant est formé de quatre lames d'acier chacune ayant 115mm de longueur, 16mm de largeur et 3 mm d'épaisseur. Ce magasin magnétique est surmonté, du côté de l'embouchure, d'un cylindre en fer doux de 7 mm de diamètre et de 18mm de longueur qui forme le noyau de la bobine. Cette dernière se compose de 2500 tours d'un fil de cuivre qui a un diamètre de 0 mm,15. La résistance totale ne doit pas dépasser 100 ohms. Le pôle en fer doux qui sort de la bobine doit pouvoir soulever un poids d'au moins 400 grammes. Le diaphragme en fer doux a un diamètre de 57mm et une épaisseur de 0 mm,25. Il est fixé entre le couvercle et la capsule, sans anneau élastique, à une distance de 0mm,5 du diaphragme.

L'un des types de téléphones les plus intéressants est le **téléphone moléculaire** Lockwood-Bartlett.

Le phénomène a été découvert par Page en 1837, qui a perçu des sons provenant d'électroaimants. Il a été démontré par la suite que ces sons étaient causés par une contrainte magnéto-mécanique. Des récepteurs ont été fabriqués sur le principe de la dilatation et de la contraction longitudinales d'un fil de fer tendu, magnétisé par un cône. Peukert a réussi à produire un son suffisamment fort avec le champ d'une grande dynamo pour être entendu dans toute une pièce. Des sons ont également été perçus provenant de télégraphes. Ces sons semblent être de nature moléculaire et se distinguent de ceux produits par un diaphragme mince.

Un ingénieux type de récepteur téléphonique moléculaire, breveté par **Field en 1880**, est illustré à la figure suivante :



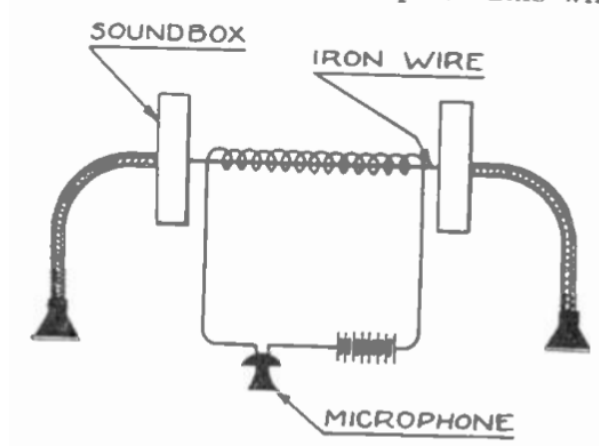
Ingénieux téléphone moléculaire, fonctionnant grâce à l'action d'un fil conducteur relié au centre du diaphragme.

Ce fil vibre en harmonie avec le courant de communication, sous l'effet de l'action du noyau de l'aimant, qui se dilate et se contracte au gré des variations du champ magnétique.

Son fonctionnement repose sur la production de vibrations dans une plaque résonante ou un diaphragme, obtenues par multiplication du mouvement induit par l'allongement et la contraction d'une barre de fer entourée d'une bobine de fil, sous l'effet d'un courant électrique d'intensité variable traversant cette bobine.

Des pièces polaires angulaires mobiles sont en contact avec la barre, comme indiqué, et un fil, fixé au diaphragme, passe autour et au-dessus de ces pièces polaires et est attaché à son autre extrémité à un support fixe réglable. Ainsi, le mouvement vibratoire longitudinal du noyau magnétique est fortement amplifié par l'effet de levier des pièces polaires et transmis au diaphragme par le fil.

Un appareil moléculaire intéressant, breveté en **1882 par Lockwood**, est présenté figure suivante :



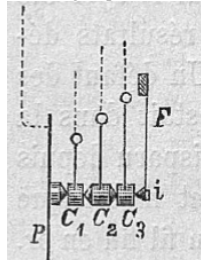
Brevet **US22882 Transmitter-Lockwood-Bartlett-Molecular**- juin Brevet 2 419 du 15, 1880.

Ses principales caractéristiques résident dans la construction de la membrane et le mode de transmission de l'électroaimant.

La membrane est en liège ou en un matériau équivalent non résonant et non magnétique. Elle est munie d'un bouton central en carbone, formant une surface abrasive et non magnétique sur laquelle repose et agit le bras recourbé de l'aimant.

Ce dispositif permet de transmettre les perturbations de l'aimant, du fil conducteur ou du circuit aux molécules de liège, qui y sont propagées par action mécanique. Ainsi, les perturbations du courant ou de la polarité de l'aimant sont transmises au liège avec une intensité considérablement accrue, ce qui les rend plus facilement et distinctement audibles.

Dans le groupe des microphones qui copient plus ou moins le Berliner, nous mentionnons d'abord le téléphone à pendule de **MM. Thomas et Kummer**.



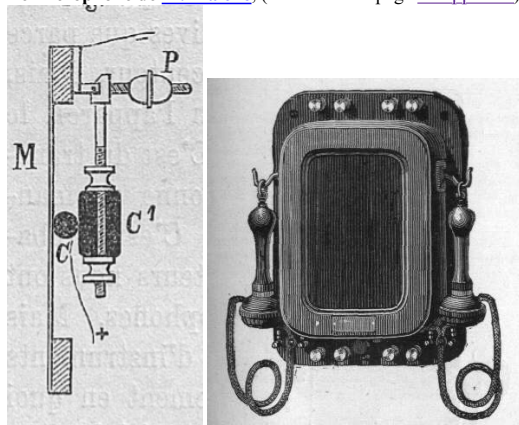
Il La membrane P est munie dans son centre d'un bouton en charbon derrière lequel se trouvent deux ou trois cylindres en charbon C t C 2 C 3 suspendus à des pendules de différentes longueurs. Le contact entre ces pièces de charbon est établi par un ressort F qui aboutit à une petite hémisphère i en platine. (Par l'emploi du contact en platine, ce microphone se rapproche aussi de celui de Blake.)

En employant des pendules de différentes longueurs, les inventeurs ont eu pour but d'éviter les oscillations de même durée des pièces mobiles. Quelquefois, au lieu d'un seul bouton, la membrane en porte 3, à chacun desquels correspond un pendule d'une longueur différente.

Le microphone de **M. Kaltofen** a encore plus de ressemblance avec celui de Berliner. Le charbon mobile est suspendu à un aimant en forme de tige auquel est opposé une vis en fer doux qui sort du centre du diaphragme et joue le rôle de l'armature de l'aimant.

Par l'attraction réciproque, le charbon mobile est pressé légèrement contre le charbon fixe et cette pression peut encore être réglée par un poids excentrique qu'on peut déplacer le long de l'aimant. La seule différence consiste donc dans le choix du moyen employé pour exercer la pression. M. Berliner emploie la gravitation, M. Kaltofen l'attraction magnétique.

Le microphone de M. Maiche, (décrit dans la page [les appareils](#))

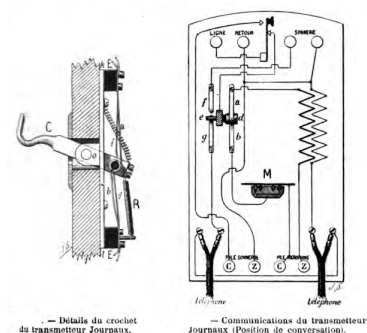


l'Electrophone Maiche

Il se distingue si peu de ceux de Berliner ou de Theiler qu'on ne peut guère le considérer comme une nouvelle invention.

La membrane M peut être d'une matière élastique quelconque. A son milieu est fixé un charbon cylindrique C qui communique avec le pôle positif de la pile locale. Un second charbon cylindrique C' est suspendu derrière le premier de manière que les axes des deux cylindres se croisent à angle droit. Un contrepoids P permet de régler la pression d'un charbon sur l'autre,

La construction du microphone de **M. Journaux** (décrit dans la page [les appareils](#)) est peu différente; deux crayons pointus en charbon sont placés dans des tubes obliques et descendent, par leur propre poids, contre la plaque en charbon qui est fixée sur la membrane.

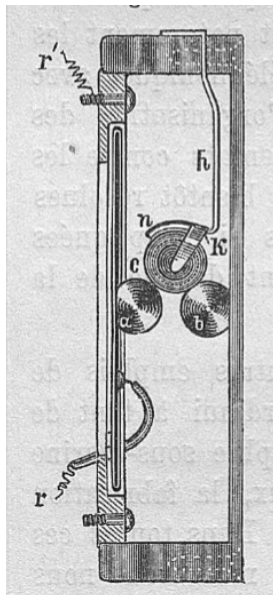


Le courant passe d'un crayon à l'autre par l'intermédiaire de la plaque en charbon, les deux points de contact influencent donc simultanément la résistance totale du circuit téléphonique.

Le microphone de **M. Dembinsky** a la forme d'un pupitre comme le microphone [Ader](#). A la place de la membrane se trouve un tissu métallique qui laisse entrer les ondes sonores dans l'intérieur de la boîte. Dans cet intérieur sont placés deux étages de charbons cylindriques croisés et assis sur des planches minces en bois de résonance. Une planche analogue, avec deux trous rappelant ceux du violon et munie de cordes métalliques, se trouve au fond de la boîte et est censée en renforcer l'effet.

M. G. Montanus a indiqué quelques améliorations de la forme du microphone Crossley qui est connu sous le nom d'Ader et qui est principalement employée par la Société générale des téléphones à Paris. Autour de la planchette vibrante en bois il y a un espace qui communique avec l'intérieur de la caissette et qui empêche les vibrations de cette dernière. Les charbons cylindriques mobiles sont pourvus de petites goupilles placées verticalement à l'axe des charbons. Ces goupilles empêchent par leur poids la rotation des charbons, et par ce moyen l'inventeur veut supprimer les crachements du microphone. Le même but est obtenu pas **M. Hegelmann** qui donne aux charbons mobiles des pivots excentriques.

Dans le microphone de **M. Sasserath**, deux charbons cylindriques a et b sont fixes et font contact d'un côté avec le diaphragme, de l'autre côté avec le fond métallique de la boîte.



Le charbon c est supporté par une lame flexible h avec bride élastique h. Le diaphragme qui, par un anneau en caoutchouc est isolé de la boîte, est en communication avec la pile par le fil r, et le courant est obligé de passer par les trois cylindres en charbon pour arriver à la boîte métallique et de là à la borne r'.

Un microphone plutôt instructif, qui entre aussi dans cette catégorie, est celui de **MM. Colacicchi et Marini** (Descrizione del micro-telefono didattico. Rome, Sinimberghi, 1884), il a ceci de particulier que toutes les parties de l'instrument sont à découvert et se prêtent par conséquent bien à la démonstration. Les charbons sont arrangés en étoile autour d'un bloc en charbon central et pivotent à la périphérie dans deux demi-cercles en charbon, desquels partent les fils du circuit. Tout l'arrangement est élégant et soigné.

MM. Hartmann et Braun placent la pastille de charbon excentriquement au ressort pour qu'on puisse la tourner quand un point est usé. Par ce moyen on peut utiliser tout un cercle de la surface de la pastille avant d'être obligé de lui donner une nouvelle surface polie ou de la remplacer.

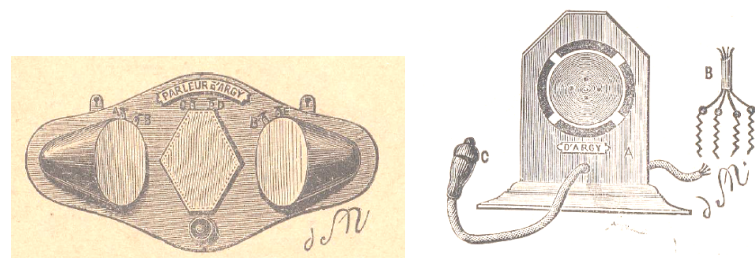
Dans le microphone **Huiler**, le contact en platine qui est fixé au milieu du diaphragme communique avec l'un des bras d'un levier dont l'autre bras communique par un ressort que l'on peut régler, avec la lame supportant la pastille en charbon. Par ce levier double la grandeur de la variation du contact entre le platine et le charbon est doublée, car au moment où le platine est poussé vers le charbon, le levier opposé faisant un mouvement en sens inverse, attire le charbon contre le platine.

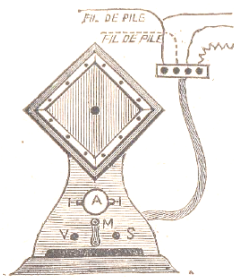
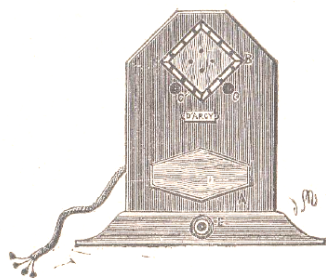
Un groupe important par le nombre de microphones qui y figurent et par les bons résultats qu'on obtient, est celui où le contact variable est établi par une matière granulée.

M. d'Argy a composé un microphone de ce genre (décrit dans la page [les appareils](#)), s'inspirant des idées émises par **M. Bourseul**.

Entre deux plaques de charbon se trouve une couche mince de poudre de coke ; en parlant contre une des plaques de charbon assez mince pour qu'elle se mette en vibration, on produit, dans la poudre de coke, des changements de pression qui font varier la résistance du circuit microphonique. Au lieu d'une plaque de charbon, on peut prendre un morceau de bois de résonance ou autre matière élastique et y coller une plaque mince de charbon ou seulement du charbon granulé.

Ce microphone est dû à **M. d'Argy**, auquel il a été inspiré par le dispositif de **M. Bourseul**.

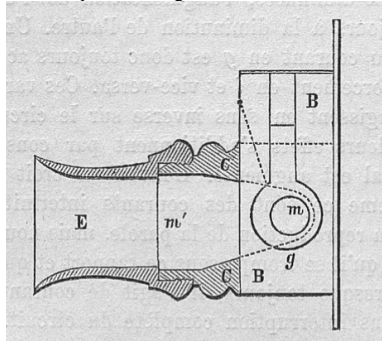




Mildé-D'Argy



Un microphone analogue est celui de **M. le Dr Hipp**.



La figure en donne une coupe verticale vue de côté.

La partie essentielle est la planche B B qui en g a un trou cylindrique. Parallèlement aux plans verticaux de la planchette, la partie creusée est couverte, de chaque côté, d'une membrane en parchemin, de sorte qu'on obtient une espèce de capsule cylindrique. Les surfaces intérieures des membranes en parchemin sont en partie couvertes de feuilles de platine m. La capsule cylindrique g contient une matière granulée dont la composition est le secret de l'inventeur. Cette matière fait contact avec les deux feuilles de platine auxquelles sont soudés les fils qui conduisent à la pile et sur la ligne. La capsule cylindrique est entourée d'un bocal avec creux parabolique, de sorte que les deux membranes sont en communication directe avec ce creux. E est l'embouchure dans laquelle on parle, mais les ondes sonores n'arrivent pas directement aux deux membranes; elles sont interceptées par une membrane W en parchemin. L'action des ondes acoustiques est ainsi doublée et on peut, par cette raison, appeler l'instrument un microphone à double effet.

En 1882, la [United Telephone Company](#) a poursuivi Harrison Cox-Walker Ltd pour contrefaçon des brevets de Bell Edison qu'elle détenait. Hunnings est apparu comme témoin pour démontrer avec succès que la conception de son microphone était distincte de celle d'Edison, mais le récepteur Cox-Walker était perçu comme une copie de la conception d'Edison. Après de nombreuses querelles juridiques, le brevet Hunnings a été vendu à UTC pour 1 000 £. On ne savait pas alors quel rôle jouerait le microphone en carbone dans le développement du téléphone, mais avec de légères modifications pour éviter l'emballage des granules, la conception de Hunnings est devenue la forme dominante d'émetteur téléphonique pendant 100 ans.

Deux autres émetteurs fonctionnant sur un principe similaire étaient les émetteurs **Crossley et Johnson**. (décrits dans la page [les appareils](#))

Tous deux utilisaient des crayons de carbone dont la résistance variait en fonction de la pression exercée par l'utilisateur sur une fine membrane de bois, sous laquelle était fixée une extrémité de chaque crayon.

L'émetteur **Johnson** était similaire en ce sens qu'il ne nécessitait aucun réglage, (décrit dans la page [les appareils](#))

ce qui lui conférait un avantage pratique par rapport aux appareils Blake. Il n'utilisait que deux crayons de carbone, alors que la plupart des émetteurs basés sur le même principe que le Crossley en utilisaient autant que possible. L'avantage était que, bien que davantage de crayons puissent produire un son plus fort, cela ne fonctionnait que lorsque les variations de courant produites par chaque crayon se renforçaient mutuellement, sans interférence.

La simplicité du modèle à deux crayons de Johnson le rendait plus robuste et réduisait les risques de distorsion de la parole transmise. L'inventeur, William Johnson, était directeur de la Sheffield Telephone Exchange and Electric Light Company de John Tasker, et son émetteur fut largement utilisé par la compagnie de Sheffield sur son central téléphonique et sur les lignes privées installées dans tout le pays, remplaçant les appareils Crossley.



Au centre et à droite Téléphones avec microphone Johnson, fabriqué par Tasker, Sons and Company pour la *Sheffield Telephone Exchange and Electric Light Company*,

M. Berliner aussi (décrit dans la page [les appareils](#)) , qui s'est fait connaître par son microphone à charbon suspendu, a construit dernièrement un microphone à graphite granulé qui donne de très bons résultats. Les parties essentielles de ce microphone, d'une construction relativement simple, sont réunies dans une capsule cylindrique en bois de 7 cm de diamètre et de 3 cm de hauteur. Le diaphragme occupe le fond de la capsule et est placé horizontalement. Il consiste en un charbon artificiel et dur d'un diamètre de 5cm et d'une épaisseur de 0mm ,85. Au centre, sur un espace circulaire d'environ 2 cm de diamètre, le diaphragme est percé de 14 à 15 petits trous de 0mm ,5 de diamètre. Au dessus, mais à une distance insignifiante du diaphragme, est appliqué un bloc cylindrique en charbon de 35 mm de diamètre et d'environ 15 mm de hauteur. La face de ce cylindre qui est vis-à-vis du diaphragme est sillonnée de trois rainures concentriques et profondes, de sorte que le cylindre s'approche du diaphragme par des arêtes circulaires aiguës. L'espace entre le cylindre et le diaphragme est rempli de graphite granulé. Un manteau en feutre qui enveloppe le cylindre et touche le diaphragme empêche le graphite de sortir du cercle qui lui est assigné, et un petit tube de gomme de Para qui presse légèrement sur le centre du diaphragme, adoucit les vibrations de ce dernier. Au fond de la capsule est fixé un tube en caoutchouc qui s'épanouit en forme d'entonnoir et dans lequel on parle.

M. Ochorowich dont nous avons déjà discuté le téléphone, a aussi inventé un microphone à matière granulée où la chaleur qui se développe pendant le passage du courant d'une pile Leclanché de 5 éléments, paraît jouer un certain rôle.

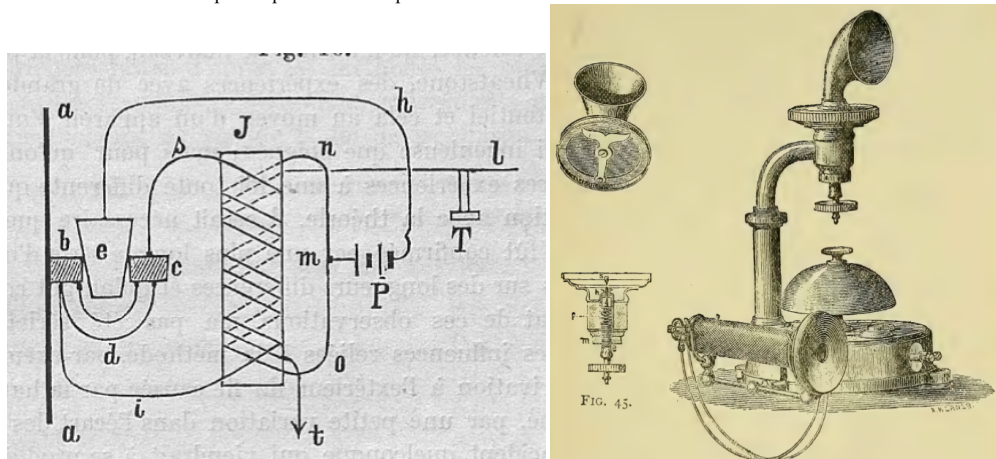
Les microphones à matières pulvérulentes se font remarquer par deux particularités.

D'un côté ils ne possèdent aucun arrangement de réglage, et ne se dérèglent pas, mais il arrive quelquefois que les poudres se tassent et que par conséquent le microphone cesse de fonctionner. Dans ce cas on peut généralement remédier au défaut en secouant le microphone. D'un autre côté, plusieurs de ces microphones donnent des résultats satisfaisants sans bobine d'induction et permettent par conséquent une installation simplifiée dans ce sens qu'on peut supprimer la pile microphonique chez l'abonné, en la

plaçant à la station centrale où la surveillance est beaucoup plus facile. Nous citons spécialement le microphone Hipp qui souvent est installé de cette façon.

Dans le but de renforcer les effets du microphone, on a essayé de multiplier les variations du courant par des bobines d'induction doubles et par d'autres actions doubles. Il y a une série de microphones qui se rangent facilement dans cette catégorie.

Le microphone de **M. Freeman**, rappelle dans ses parties essentielles celui de Blake; a a est le diaphragme qui presse sur le levier à deux bras b c, dont le centre fixe e en b et c deux contacts de platine pressent sur les pastilles en charbon e et f.



La bobine d'induction J se compose de trois couches différentes de spires. Celles du centre qui entourent directement le noyau en fil de fer doux, se composent d'un petit nombre de tours en fil gros; elles forment une partie du circuit primaire. Vient ensuite le circuit secondaire h avec fil fin et un grand nombre de tours, et les spires extérieures i portent de nouveau le caractère de celles du centre, elles forment la seconde partie du circuit primaire. La bobine est enveloppée d'une calotte en fer doux qui produit sur les spires i le même effet que le noyau sur les spires g. Le fil secondaire h est en communication d'un côté avec la ligne L dans laquelle est intercalé le téléphone T, de l'autre côté avec la terre. Dans les fils primaires est intercalé la pile locale P, de façon que deux circuits indépendants se forment l'un sur le chemin P g e b m P, l'autre sur le chemin P i f c m P. Quand le diaphragme vibre, les résistances de ces deux circuits sont alternativement augmentées et diminuées, l'augmentation de l'un correspond toujours à la diminution de l'autre. Un affaiblissement du courant en g est donc toujours accompagné d'un renforcement en i et vice-versa. Ces variations de courant agissent en sens inverse sur le circuit secondaire h, leurs effets s'additionnent par conséquent et l'effet total est augmenté.

L'inventeur croit que dans son système ce sont des courants intermittents qui opèrent la reproduction de la parole, mais nous sommes de l'avis qu'il se trompe sous ce rapport et qu'ici aussi, comme presque toujours, il s'agit de courants ondulatoires, sans interruption complète du circuit.

L'idée de **M. Freeman** a trouvé une autre solution heureuse dans le système de [la Société générale des téléphones](#) à Paris.

Le microphone de **M. Shaw** est d'un genre analogue. Les deux contacts sont fixés à une légère tige magnétique; la pression plus ou moins forte peut se régler au moyen de vis magnétiques qui s'approchent des pôles de la tige. Le diaphragme est supprimé et au fond de l'embouchure on trouve à sa place un bouchon en liège.

La figure en démontre les dispositions d'une manière schématisque, a a est le diaphragme, b et c sont deux blocs en charbon, l'un, b, est directement fixé sur le centre du diaphragme, l'autre, c, est fixé au premier au moyen du cerceau d en matière non conductrice; les deux charbons, quoique séparés l'un de l'autre, sont donc solidaires avec le diaphragme et suivent les mouvements de ce dernier. Entre les deux charbons descend un cône métallique e qui, étant suspendu convenablement, a une position indépendante des charbons. Il est clair que si le diaphragme reçoit un choc de gauche à droite, la pression entre e et b est augmentée, celle entre c et e diminuée. Les effets contraires se produisent si le centre du diaphragme se meut de droite à gauche. Les charbons et le bloc métallique sont en communication avec trois hélices différentes de la bobine d'induction J, et il se forme deux circuits primaires P m n i b e h l P et P m o s c e h P dans lesquels le courant de la pile traverse en sens inverse la bobine d'induction. L'effet sur le fil secondaire serait donc nul si les variations étaient les mêmes dans les deux circuits primaires, mais puisqu'elles sont diamétralement opposées les unes aux autres l'effet est doublé, t est la terre, l la ligne et T le téléphone intercalé.

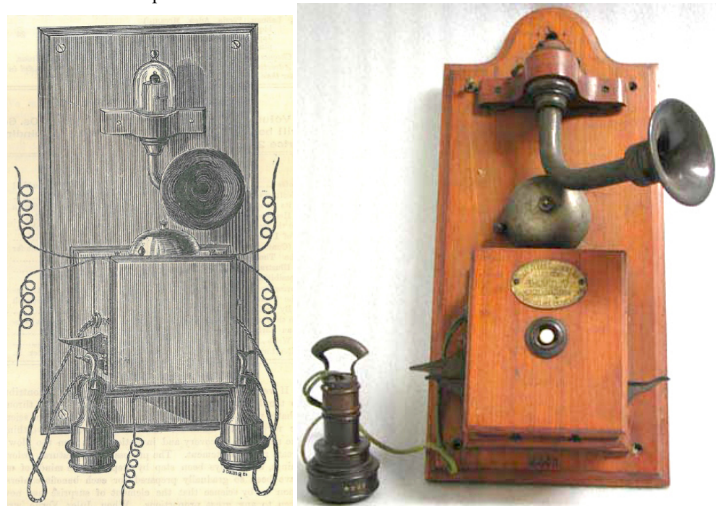
Dans le but d'éviter les brevets existants, on a inventé une série de microphones sans diaphragme.

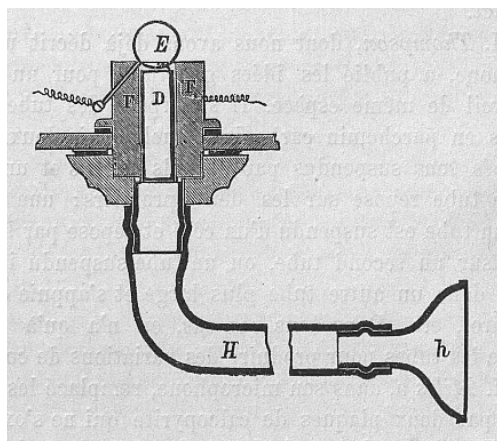
Nous mentionnons spécialement les idées de **MM. Thompson, Jolin et Drawbaugh**.

MM. Thompson et Jolin ont construit un téléphone (appelé *valve transmetteur*) dans lequel l'aimant est remplacé par un électro-aimant boîtier.

Le pôle qui n'est pas muni de bobine s'épanouit et entoure la bobine. Le diaphragme est une membrane non magnétique sur laquelle est fixée une armature circulaire.

Pour la petite histoire : En 1884, [Silvanus Phillips Thompson](#), professeur de physique à l'University College de Bristol, et Philip Jolin, ingénieur électricien également à Bristol, tentèrent de contourner les restrictions de brevets de l'[United Telephone Company](#) en inventant un nouvel appareil téléphonique. Ils cherchèrent notamment à éviter l'utilisation d'un diaphragme pour capter la voix de l'interlocuteur, protégé par le brevet de l'émetteur Edison. Thompson et Jolin utilisèrent à la place une petite bille métallique reposant sur trois broches en carbone, au sommet d'un tube vertical creux. Lorsque l'utilisateur parlait dans un embout buccal situé à la base du tube, sa voix était transmise directement à la bille. Les mouvements de la bille et son contact variable avec les broches modifiaient alors la résistance du circuit et permettaient ainsi la transmission de la parole.





L'embout buccal débouchait sur un tube courbé vers le haut, un peu comme le Berliner. Au sommet du tube, trois crayons de carbone montés sur un trépied supportaient une boule de carbone. La pression des ondes sonores sur la boule fournissait la résistance variable nécessaire. Ce style a été baptisé « **Microphone à Valve** ». (micro sans diaphragme)

Le microphone de MM. **Thompson** et **Jolin** est représenté en coupe verticale par la fig. 17. F' est un cylindre vertical, en charbon par exemple, qui en haut est plus ou moins fermé par une boule E également en charbon. Quand on parle dans l'embouchure h, les ondes sonores passent par le tube H et frappent contre la boule et font varier le contact entre cette dernière et le cylindre. Ce contact est intercalé d'une manière ou d'une autre dans le circuit primaire de la bobine d'induction. Quelquefois les inventeurs remplacent la forme de la boule par celle d'une poire. Comme matière pour la boule ou poire, on a essayé différents corps. Outre le charbon, le bronze sélénieux paraît donner les meilleurs résultats. La reproduction est faible mais claire. La bobine d'induction que les inventeurs emploient est construite dans le genre de celle de la figure 16. Le microphone est intercalé dans l'un des deux circuits primaires, et dans l'autre est intercalé une résistance artificielle d'une valeur à peu près égale à celle du microphone. Le circuit primaire ne peut jamais subir une interruption complète et par conséquent il ne peut pas se produire des étincelles, d'où il résulte que le microphone ne peut pas avoir de crachements.

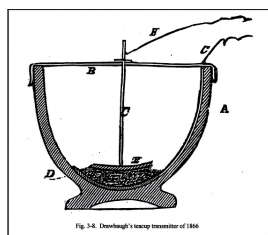
Il n'y avait pas de diaphragme en tant que tel, on a donc pensé que cela fonctionnerait autour des brevets Hughes et Edison. La National Telephone Company, qui détenait les brevets britanniques pour les émetteurs Bell, Edison, Crossley, Blake et Hunnings, n'était pas d'accord. Les tribunaux britanniques ont également statué que la boule de carbone était un diaphragme et qu'ils violaient ainsi les brevets. Ils ont également exclu l'émetteur **Swinton** pour les mêmes raisons : le cadre et le fil formaient eux-mêmes un diaphragme. La situation juridique était confuse car d'autres modèles étaient également proches de la contrefaçon et certains brevets eux-mêmes étaient susceptibles d'être contestés. La situation aux États-Unis n'était pas si confuse, puisque les brevets pour la plupart des émetteurs pratiques appartenaient à une seule société : Bell.



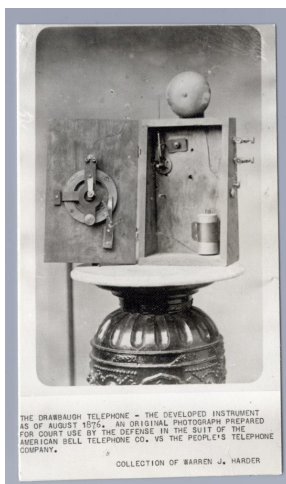
Des témoignages indiquaient que les appareils fonctionnaient bien sur les longues lignes privées, et la revue *The Electrician* notait en 1887 leur efficacité contre les interférences inductives : utilisés sur un fil longeant une voie ferrée électrique, les bruits parasites qui rendaient inutilisables les appareils Bell précédemment utilisés ne posaient plus problème.

En effet, en produisant le téléphone Thompson démontrait sa solution aux problèmes de clarté de la conversation. Cet appareil offre ainsi un aperçu des discussions qui animaient les techniciens de l'époque, cherchant à améliorer la téléphonie. Dans une communication présentée à la Société des ingénieurs télégraphistes et électriciens en janvier 1887, Thompson émettait l'hypothèse que la solution pour réduire les bruits de fond et les interférences inductives qui perturbaient tant la communication sur la plupart des téléphones consistait à diminuer la sensibilité du récepteur et à augmenter la puissance de l'émetteur, masquant ainsi efficacement les bruits inductifs. Cependant, William Preece était d'un avis contraire : selon lui, la solution résidait dans de meilleurs fils, et non dans de meilleurs appareils. Ce téléphone illustre ainsi la manifestation concrète non seulement des tentatives de contourner le monopole des brevets de l'UTC, strictement réglementé, mais aussi d'un débat technique alimenté par la nécessité d'améliorer la clarté de la parole pour les utilisateurs. Son utilisation fut cependant de courte durée, car en 1889, l'UTC obtint gain de cause, l'accusant de contrefaçon et exigeant la restitution de tous les téléphones par leurs propriétaires...

Dans le microphone de **M. Drawbaugh**, le contact variable est aussi formé par une boule reposant sur un support en forme d'anneau, mais ce dernier est fixé au centre d'un diaphragme d'où partent les vibrations.



1861



Modèle plus tardif de Drawbaugh

Le téléphone M. Hophins place son diaphragme horizontalement. Au dessus s'élève le cornet courbé dans lequel on parle. Au dessous le diaphragme porte un disque en charbon contre lequel un autre disque en charbon est pressé par du mercure dans lequel plonge la tige légère du second disque. On peut régler la pression en élevant ou abaissant le niveau du mercure.

Téléphones du colonel Navez.

Le colonel d'artillerie belge Navez, l'auteur du chronographe balistique bien connu, a cherché à perfectionner le téléphone d'Edison en employant plusieurs disques de charbon au lieu d'un seul. Suivant lui, les variations de résistance électrique produites par les disques de charbon, sous l'influence de pressions inégales, dépendent surtout de leur surface de contact, et il croit en conséquence que plus ces surfaces sont multipliées, plus les différences en question sont considérables, comme cela a lieu quand on polarise la lumière avec une pile de glaces. Les meilleurs résultats ont été obtenus par lui avec une pile de douze rondelles de charbon. « Ces rondelles, dit-il, agissent bien par leurs surfaces de contact, car il suffit de les séparer par des rondelles d'étain interposées, pour détruire toute articulation de la parole reproduite »

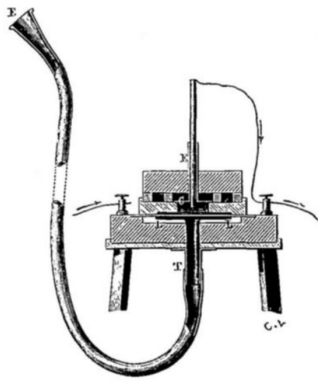
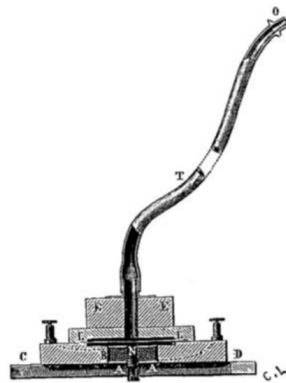


Fig. 29.

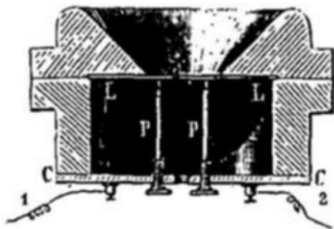


30

Pour éteindre les vibrations musicales nuisibles qui accompagnent les transmissions téléphoniques, M. Navez emploie, comme lame vibrante du transmetteur, une lame de cuivre recouverte d'argent, et pour lame vibrante du récepteur, une lame de fer doublée d'une plaque de laiton, le tout soudé ensemble. Il emploie d'ailleurs des tubes de caoutchouc munis d'embouchures et de conduits auriculaires, pour la transmission et la réception des sons, et les appareils sont disposés à plat, sur une table. À cet effet, le barreau aimanté du téléphone récepteur est alors remplacé par deux aimants horizontaux agissant par un pôle de même nom sur un petit noyau de fer qui porte la bobine et qui se trouve placé verticalement entre les deux aimants. Il emploie naturellement une petite bobine de Ruhmkorff, pour transformer l'électricité de la pile en électricité d'induction. Les figures représentent les deux parties de ce système téléphonique. La pile de charbon est en C, fig. 29; la lame vibrante en LL, et l'embouchure E, adaptée à un tube en caoutchouc TE, correspond par le dessous à la lame vibrante. La pile de charbons est réunie métalliquement au circuit par une tige de platine EC, et la lame vibrante communique également au circuit par l'intermédiaire d'un bouton d'attache. Dans le téléphone récepteur, fig. 30, la partie supérieure est disposée à peu près comme dans les téléphones ordinaires; seulement, au lieu d'une embouchure, on a adapté à l'appareil un conduit auriculaire TO. Les deux aimants qui communiquent une polarité uniforme au noyau de fer N portant la bobine d'induction B, sont en A, A' et ont la forme de fers à cheval; on en voit un en coupe en D du côté droit, et l'autre ne montre en C que la courbe du fer à cheval. Les deux boutons d'attache de ce récepteur correspondent aux deux extrémités du fil induit de la bobine d'induction supplémentaire, et les deux boutons d'attache du transmetteur correspondent aux deux bouts du fil primaire de cette bobine et à la pile qui est interposée dans le circuit près de cet appareil.

Téléphones de MM. Pollard et Garnier.

Le téléphone à pile construit par MM. Pollard et Garnier est différent de ceux qui précèdent, en ce qu'il met simplement à contribution deux pointes de mine de plomb portées par des porte-crayons métalliques, et que ces pointes sont appliquées directement contre la lame vibrante avec une pression qui doit être réglée.



Cette figure représente la disposition qu'ils ont adoptée, et qui du reste peut être variée d'une infinité de manières.

LL est la lame vibrante en fer-blanc au-dessus de laquelle se trouve l'embouchure E, et P, P' sont les deux pointes de graphite munies de leur porte-crayons. Ces porte-crayons portent à leur partie inférieure un pas de vis qui, étant engagé dans un trou fileté pratiqué dans une plaque métallique CC, permet de serrer plus ou moins les crayons contre la lame LL. Cette plaque métallique CC est composée de deux parties juxtaposées qui, étant isolées l'une de l'autre, peuvent être mises en rapport avec un commutateur cylindrique au moyen duquel on peut disposer le circuit de diverses manières. Ce commutateur étant pourvu de cinq lames, permet de passer presque instantanément d'une combinaison à l'autre, et ces combinaisons sont les suivantes:

- 1 Le courant entre par le crayon P, passe dans la plaque et de là dans la ligne;
- 2 Le courant arrive par le crayon P', passe dans la plaque et de là dans la ligne;
- 3 Le courant arrive à la fois par les crayons P et P', se rend dans la plaque et de là à la ligne;
- 4 Le courant arrive par le crayon P, va de là à la plaque, puis dans le crayon P', et de là à la ligne.

On a donc de cette manière deux éléments de combinaison que l'on peut utiliser séparément ou en les associant en tension ou en quantité.

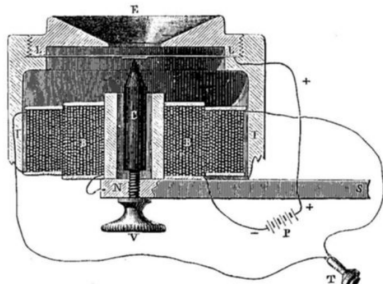
Lorsque les crayons sont bien réglés et donnent une transmission bien régulière et de même intensité, on peut étudier facilement les effets produits quand on passe de l'une des combinaisons à l'autre, et l'on constate: 1 que pour un circuit court, il n'y a pas de changement appréciable, quelle que soit la combinaison employée; 2 que quand le circuit est long ou présente une grande résistance, c'est la combinaison en tension qui a l'avantage, et cela d'autant plus que la ligne est plus longue.

Ce système téléphonique, comme du reste les deux précédents, met à contribution une machine d'induction pour transformer les courants voltaïques en courants induits; nous parlerons plus tard de cet accessoire important de ces sortes d'appareils.

Quant au téléphone récepteur, la disposition adoptée par MM. Pollard et Garnier est à peu près celle de Bell. Seulement ils emploient des lames de fer-blanc et des hélices beaucoup plus résistantes. Cette résistance est, en effet, de cent cinquante à deux cents kilomètres. «Nous avons toujours reconnu, disent ces messieurs, que quelle que soit la résistance du circuit extérieur, on a avantage à augmenter le nombre des tours de spires, même en faisant usage du fil no 42, qui est celui que nous avons employé de préférence.»

Téléphone à réaction de M. Hellesen

M. Hellesen pensant que les vibrations produites par la voix sur un transmetteur téléphonique à charbon, devaient se trouver amplifiées si la pièce mobile du rhéotome était soumise à une action électro-magnétique résultant de ces vibrations elles-mêmes, a combiné un transmetteur fondé sur ce principe représenté ci dessous, et qui a l'avantage de constituer lui-même l'appareil d'induction destiné à transformer les courants voltaïques employés.



Cet appareil se compose d'un tube de fer vertical appuyé sur une masse magnétique NS et entouré d'une bobine magnétisante BB au-dessus de laquelle est adaptée une hélice d'induction en fil fin II, mise en communication avec le circuit. À l'intérieur du tube, se trouve un crayon de plombagine C, disposé dans un porte-crayon qui peut être élevé ou abaissé au moyen d'une vis de rappel V adaptée au dessous de la masse magnétique. Enfin, au-dessus de ce crayon, est fixée une lame vibrante en fer LL, qui est munie à son centre d'un contact de platine communiquant à la pile; le circuit local est alors mis en rapport avec le crayon par l'intermédiaire de l'hélice magnétisante B, dont un bout est à cet effet soudé sur le tube de fer.

Il résulte de cette disposition que les vibrations de la lame LL, au moment de leur plus grande amplitude du côté du crayon, tendent à s'amplifier par suite de l'action attractive

exercée sur la plaque, et la pression sur le graphite devenant plus forte, accroît les différences de résistance qui en résultent et, par suite, détermine des variations plus grandes dans l'intensité des courants transmis.

Téléphone à réaction de MM. Thomson et Houston.

Appareil à peu près semblable au précédent, la disposition téléphonique que nous venons de décrire a été reprise dernièrement par MM. Elihu Thomson et Edwin. J. H. qui, dans l'English mechanic and World of science du 21 juin 1878, c'est-à-dire deux mois après que M. Hellesen.

Dans cet appareil, en effet, le courant qui passe à travers le corps médiocrement conducteur, anime un électro-aimant muni d'une bobine d'induction, et cet électro-aimant réagit sur le diaphragme pour augmenter l'amplitude de ses vibrations et créer en même temps deux actions électriques agissant dans le même sens; seulement la disposition du contact du mauvais conducteur avec la lame vibrante est un peu différente. Au lieu d'un simple contact par pression effectué entre cette lame et un crayon de charbon, c'est un petit fragment de cette matière, taillé en pointe, qui est fixé sur la lame vibrante et qui plonge dans une gouttelette de mercure versée au fond d'une cavité pratiquée à l'extrémité supérieure du fer de l'électro-aimant. La disposition de l'appareil est d'ailleurs la même que celle d'un téléphone ordinaire, et c'est la tige de fer de l'électro-aimant qui représente le barreau aimanté du téléphone Bell. Suivant les auteurs, cet appareil peut être employé comme transmetteur et comme récepteur, et voici comment les effets se produisent dans les deux cas.

Quand l'appareil transmet, le fragment de charbon plonge plus ou moins dans le mercure, et par suite des différences qui se produisent dans les surfaces de contact suivant l'amplitude des vibrations de la lame, le courant subit des variations d'intensité en rapport avec ces amplitudes, et de ces variations résultent, dans la bobine d'induction, des courants induits, qui réagissent sur le téléphone récepteur comme dans l'appareil Bell, et qui sont encore renforcés de ceux qui sont produits magnéto-électriquement par le mouvement du diaphragme devant la bobine d'induction et le fer de l'électro-aimant.

Quand l'appareil est employé comme récepteur, les effets ordinaires se manifestent, car le fer de l'électro-aimant étant aimanté par le courant, se trouve exactement dans les conditions des téléphones Bell ordinaires, et les courants induits lui arrivent de la même manière, seulement plus intenses. MM. Thomson et Houston prétendent que ce système a fourni des résultats excellents et que le son de la voix y est beaucoup moins altéré que dans les autres téléphones.

M. Miles a, dans son microphone, remplacé les charbons par deux plaques de calcopryrite qui ne s'oxydent pas. Les deux plaques inclinées forment un angle d'environ 110° et se touchent par deux arêtes. Le diaphragme est supprimé et l'ensemble de l'arrangement est des plus simples.

M. Boisard a trouvé qu'une mince plaque en verre qu'on met à la place du bois de résonnance (du microphone Ader, par exemple) améliore sensiblement l'articulation, qui est plus nette qu'avec le bois et le verre et n'est jamais voilée.

Les transmetteurs comme les récepteurs ont ceci de particulier qu'il est difficile de les comparer d'une manière exacte comme on compare par exemple les forces électromotrices de deux piles ou la force mécanique des moteurs.

Les appréciations restent toujours individuelles; un observateur trouve ce système meilleur, un second donne la préférence à un autre et il est rare que plusieurs personnes puissent se mettre d'accord sur la supériorité d'un système.

C'est d'ailleurs un fait admis qu'un certain nombre de systèmes microphoniques donnent à peu près les mêmes résultats et que les minimes différences qui existent toujours ne puissent être discernées par une oreille peu exercée.

En 1887 est présenté le TRANSMETTEUR TÉLÉPHONIQUE A INTERRUPTIONS.

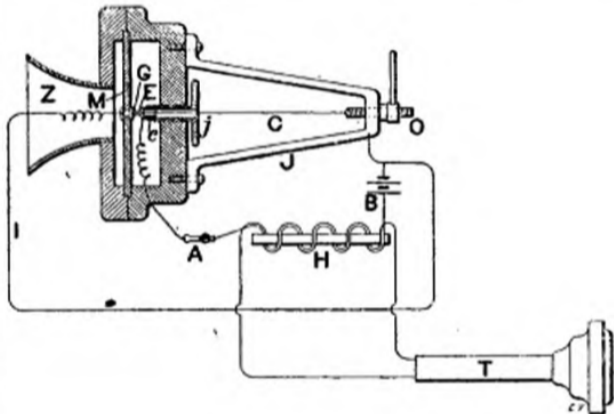
— La question de savoir quelle est exactement l'action qui a lieu dans un transmetteur téléphonique a été fort discutée. La théorie du professeur Bell, d'après laquelle la parole articulée ne peut être transmise que par les variations d'un courant continu, c'est-à-dire par un *courant ondulatoire*, a été contestée depuis le commencement et on a construit un grand nombre d'appareils dont le fonctionnement prouve la *théorie contraire*.

Ces téléphones à interruptions, (make and brake téléphones comme le téléphone Reis) sont généralement construits de sorte que les interruptions s'effectuent par l'action des ondes sonores frappant contre un diaphragme auquel est fixé l'un des contacts.

Pour augmenter la clarté des transmissions, **MM. Stephen, D. Field et Rudolph Eikemeyer**, ont dernièrement construit un transmetteur téléphonique dans lequel les contacts ne se touchent pas quand l'instrument est au repos.

L'appareil est, en effet, un interrupteur automatique qui ouvre et ferme un circuit électrique avec une trop grande rapidité pour que l'oreille puisse discerner les interruptions ou le son produit au récepteur.

Un diaphragme est disposé de sorte que les ondes sonores qui le frappent inter furent plus ou moins avec les vibrations, suivant leur tonalité.



La figure ci dessus représente cet instrument qui constitue à plusieurs points de vue une véritable invention.

Le diaphragme M porte un contact en platine G; le contact E est monté sur une pièce en caoutchouc tendre e de forme sphérique et perforée d'un trou que traverse le fil fin C attaché au contact E.

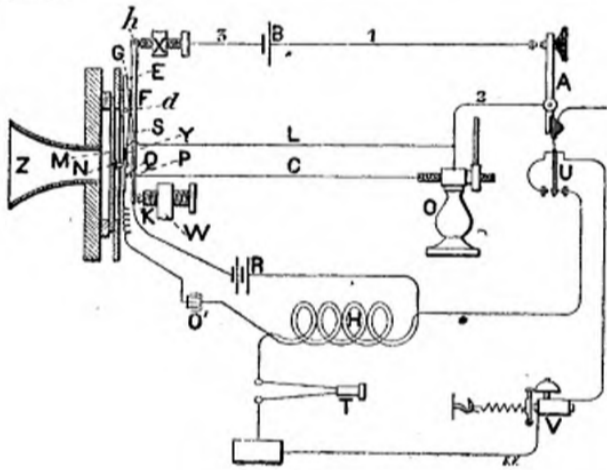
Ce fil traverse également une vis creuse j et la vis O sert à régler la pression du contact sur son coussinet de caoutchouc. L'appareil comprend également la pile ordinaire B et une bobine d'induction H, ainsi qu'un commutateur.

On voit que le circuit de la pile B passe à l'état normal à travers le cadre isolé en métal J du transmetteur téléphonique et le fil G pour aller au contact E; on voit aussi qu'il y a un court-circuit établi au moyen du fil I entre le contact G et le cadre J. La tension du fil G suffit à l'état normal pour séparer les contacts E et G; mais quand le commutateur A est fermé et que le courant de la pile B passe dans le fil C, ce dernier s'allongera par suite de réchauffement, et permettra à E et à G de venir en contact. Le courant sera ainsi shunté autour du fil C par un conducteur de résistance presque nulle; il en résulte un refroidissement du fil fin qui se contracte et sépare de nouveau les deux contacts.

L'appareil est donc un interrupteur fonctionnant avec une très grande rapidité, tant que le courant de la pile B continue à circuler. Les interruptions sont trop rapides pour être perçues à l'oreille.

Il est évident que les ondes sonores qui frappent le diaphragme N auront pour effet de modifier les positions relatives des points E et G en tendant à prolonger leur contact, ou à le rompre plus rapidement; on conçoit donc qu'on puisse transmettre la parole.

Le coussinet de caoutchouc e est destiné à rendre l'instrument plus sensible à l'action du fil C. Le caoutchouc forme un support assez rigide pour le contact G, tout en étant assez élastique pour se prêter rapidement à l'extension et à la contraction du fil C. Le diaphragme M est en bois.



Dans un autre modèle de l'appareil basé sur le même principe et représenté sur la figure ci dessus, des contacts E et G sont supportés respectivement sur des leviers S et F dont le premier est pivoté en h et le dernier en d. La position relative des deux leviers peut être réglée au moyen des vis W et X dont la première porte contre l'une des extrémités du levier S, et l'autre contre le ressort en caoutchouc C placé entre l'autre extrémité du levier et la vis W.

Quand la clef A est abaissée, le circuit de la pile B passe par le fil 1, la clef A, le fil 2, la vis de réglage O et le fil fin C jusqu'au levier S, et retourne à la pile par la vis X et le fil 3. La fermeture de la clef fera donc passer le courant de la pile B à travers le fil C, qui s'échauffe, la tension sur le levier S diminue, ce qui lui permet de s'approcher du levier F, par suite de la pression exercée par le ressort en caoutchouc K.

Si ce mouvement du levier est assez étendu, les points E et G viennent en contact et ferment en court-circuit le fil C, et par suite, on obtient le même procédé continu d'interruptions et de rétablissements de courant, qui continue automatiquement, tant que la clef A reste fermée. Une onde, venant frapper le diaphragme M, tendra donc à provoquer une séparation des contacts E et G, et à prolonger l'extension du fil C.

En dehors du contact E, le levier S porte un contact P, placé en face d'un contact analogue, sur le levier F.

L'action par laquelle les mouvements du diaphragme tendent à prolonger l'extension du fil C tendra donc aussi à prolonger la durée des contacts en P et Q, quand ceux-ci se rapprochent par suite d'un mouvement du diaphragme, provenant des effets d'une onde sonore.

Pour empêcher des étincelles de se produire, le condensateur O est compris dans le circuit de la pile.

L'appareil peut facilement servir comme un répéteur téléphonique, avec un diaphragme mince et avec tous ses organes renfermés dans une boîte en fonte pour empêcher toutes les vibrations extérieures. Un électro-aimant est, dans ce cas, disposé à proximité du diaphragme et compris dans la ligne sur laquelle on renvoie les courants téléphoniques.

M. le Professeur Charles K. Cross a essayé d'expérimenter les microphones d'une manière objective.

A cet effet il a fait passer les courants qui se produisent *dans le fil secondaire* par un dynamomètre très sensible de Kohlrausch dont la résistance était de 206 ohms. Les expériences se portaient sur les voyelles a, o, u, i et sur le son d'un tuyau d'orgue donnant 512 vibrations à la seconde.

Les microphones expérimentés étaient ceux d'Edison, de Blake et de Hunnings.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus en milli-ampères.

Microphones.	a	o	u	i	Tuyau d'orgue.
Edison . .	0,088	0,123	0,144	0,072	0,072
Blake . .	0,123	0,144	0,144	—	0,132
Hunnings .	0,737	0,787	0,503	0,213	0,556

Ces chiffres nous démontrent clairement que l'ancien microphone Edison à pastille de noir de fumée, quoique sa reproduction soit très nette, donne des résultats relativement faibles et que le microphone Hunnings est remarquable par la force des reproductions.

Il confirme ce que nous avons déjà dit plus haut, que les microphones à matière granulée se rangent parmi les meilleurs des microphones connus.

Petit bilan des transmetteurs granulaires dans les années 1910

Dans les transmetteurs à charbon granulaire, de nombreux problèmes ont été rencontrés avec ce que l'on appelle communément le « tassement ». Ce phénomène consiste en ce que les granules adoptent entre eux une relation telle qu'ils forment une masse plus ou moins compacte, empêchant ainsi le diaphragme de vibrer correctement et ne jouant pas le rôle de milieu de résistance variable aux vibrations dont il est capable. Cela peut être dû à diverses causes. Parfois, lorsque les granules sont de tailles variables, et notamment lorsqu'ils sont mélangés à une quantité considérable de poussière fine, ils ont tendance à s'organiser en couches selon leur taille, les plus petites se dirigeant vers le bas. Dans cet état, la masse entière de granules peut devenir très compacte, notamment au fond de la chambre, la poussière fine tendant à remplir presque entièrement les interstices entre les particules plus grosses. Une cause probablement plus fréquente de bourrage est le coincement de quelques granules entre les électrodes avant et arrière, empêchant ainsi la vibration de l'électrode avant. Parfois, en réponse à une onde sonore très forte, alors que le diaphragme est à la limite de sa course de retour et que les électrodes sont donc à la plus grande distance possible, la masse de granules se dépose momentanément entre les électrodes, empêchant le diaphragme de revenir à sa position initiale.

Ce phénomène peut être démontré sur presque tous les émetteurs à charbon granulaire en plaçant fermement les lèvres contre l'embouchure et en inspirant afin de tirer le diaphragme vers l'avant. Une fois la pression relâchée, l'instrument sera probablement complètement inactif.

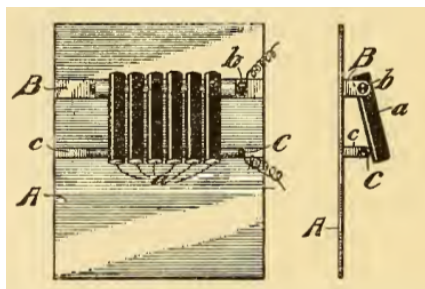
Il s'agit d'une astuce fréquemment utilisée par les vendeurs pour déstabiliser l'émetteur d'un concurrent. Pour éviter en grande partie le risque de bourrage, la plupart des fabricants percent désormais un trou sur le côté des embouchures, près de la base, ou pratiquent des fentes dans l'embouchure près de sa base afin d'empêcher la formation d'un vide partiel devant la membrane. Presque tous les émetteurs, une fois bourrés, peuvent être remis en état de marche par un coup sec, comme avec le poing. Certains émetteurs, notamment ceux dont la chambre est montée sur la membrane, comme le transmetteur Kellogg, se décompactent progressivement sous l'action des ondes sonores émises lors de la parole. Cela est dû au fait que la chambre entière vibre avec la membrane, ce qui a tendance à secouer les granules plus efficacement que lorsque l'électrode avant vibre seule. Afin d'éviter le bourrage, diverses formes de granules de carbone ont été utilisées, notamment celles de forme sphérique. Aucune de ces méthodes ne s'est toutefois révélée aussi efficace en pratique que les formes irrégulières obtenues par le simple broyage des charbons. Il convient toutefois de veiller à obtenir des granules de taille uniforme, en n'acceptant que ceux qui passent à travers un tamis à mailles d'une certaine taille et ceux qui ne passent pas à travers un tamis à mailles légèrement plus petites. Avant que les transmetteurs n'atteignent leur perfection actuelle en termes de conception et de construction, de nombreuses tentatives ont été faites pour éviter le tassement au moyen d'agitateurs mécaniques, dont certains fonctionnaient automatiquement. Un type d'agitateur, largement utilisé, permettait de faire tourner toutes les pièces de l'émetteur, y compris le boîtier extérieur, par simple rotation de l'embout. Le transmetteur Western était autrefois disposé de cette manière, ce qui permettait de le retourner pour le remettre en place en cas de panne, permettant ainsi aux granules de se réorganiser. Une autre solution pour obtenir automatiquement le même résultat consistait à prévoir un mécanisme permettant de faire tourner l'émetteur petit à petit, à chaque coup du crochet de l'interrupteur. Un cliquet était monté sur le pourtour du boîtier de l'émetteur, engagé par un cliquet porté par le crochet de l'interrupteur. Tous ces dispositifs se sont avérés inutiles et ont été abandonnés. Ils reposaient sur des principes erronés, leur objectif étant de corriger un problème plutôt que de le prévenir. De plus, ils introduisaient une complexité inutile que toute la tendance du progrès téléphonique vise à éliminer.

Tardivement l'émetteur à induction de Turnbull et Warnke

Bien que l'émetteur à induction de Bell ait finalement été remplacé dans les téléphones commerciaux, *le concept de Bell était solide*, et une variante très importante de ce modèle est apparue plus tard dans des applications militaires et industrielles.

Cet émetteur à induction a été conçu par Arthur Turnbull et Herbert Warnke dans les années 1930 et est toujours utilisé par la marine américaine.

Il est similaire au récepteur à armature magnétisée de Nathaniel Baldwin. Turnbull et Warnke ont obtenu un brevet pour leur conception en 1941.

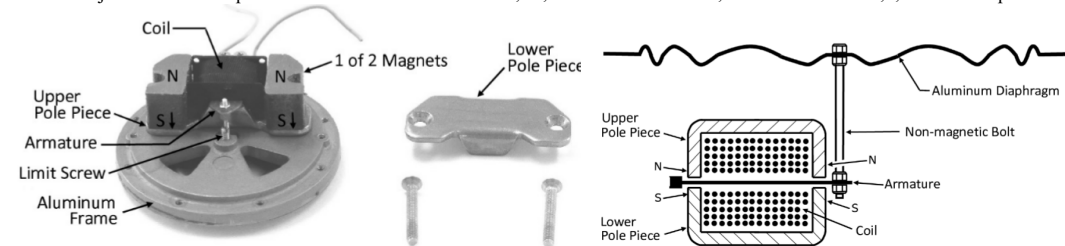


La figure illustre l'émetteur **Turnbull**, utilisé de manière limitée aux États-Unis.

Sur cette figure, A représente le diaphragme en bois fin, au dos duquel est monté le support, B.

Pivotant sur une tige b, portée par ce support, se trouvent plusieurs tiges de carbone ou pendants a, qui reposent à leur extrémité inférieure contre une tige de carbone c, portée par un support C, également monté sur le diaphragme. Les tiges b et C constituent les bornes du transmetteur, et le courant passe de l'une d'elles à travers les pendants en carbone, de manière multiple, vers l'autre. Les variations de résistance se produisent principalement au niveau des contacts entre la tige C et les pendants a, bien qu'il existe un effet supplémentaire entre les pendants et la tige de support b, en particulier si cette dernière est en carbone.

Daté du 10 juin 1941 : « Telephone Instrument » Arthur Turnbull, Jr., et Herbert R. Warnke, brevet n° 2 245 511, ; demande déposée le 4 décembre 1937.



Transmitter from a U.S. Navy H-203/U handset.

Ce modèle plus moderne utilise deux aimants en barre, comme le montre une vue partiellement démontée de la figure cidessus. Les aimants sont constitués d'un alliage d'aluminium-nickel, dont les propriétés magnétiques dures sont supérieures à celles de l'acier à haute teneur en carbone classique. Les pièces polaires et l'armature sont constituées d'un acier au silicium, dont les propriétés magnétiques douces sont supérieures à celles du fer. La figure 2-4 présente une coupe centrale des pièces actives, vue de côté (à l'endroit, bien sûr). Une bobine simple est enroulée autour d'une bobine tubulaire aplatie percée d'un trou en forme de piste de course plutôt que de cercle. L'armature, magnétiquement douce, court au centre de la bobine. Elle est fixée à une extrémité et fixée à une membrane ondulée par un long boulon fin à l'autre extrémité. En fonctionnement, la partie haute pression de l'onde sonore pousse l'extrémité libre de l'armature près du pôle Sud de la pièce polaire inférieure, de sorte que l'armature est magnétisée par son pôle Nord à cette extrémité libre. Ensuite, pendant la partie basse pression de l'onde sonore, l'armature est tirée vers le haut près du pôle Nord de la pièce polaire supérieure, de sorte que l'armature est magnétisée par son pôle Sud à son extrémité libre. Le champ magnétique variable dans l'induit induit un courant électrique dans l'enroulement de la bobine – induction magnétique – et ce courant véhicule les caractéristiques de l'onde sonore (fréquence et amplitude).

La conception de Turnbull et Warnke est remarquablement puissante.

Dynalec annonce des performances satisfaisantes de plus de 50 km pour le combiné n° H-203/U, qu'elle fabrique pour la Marine américaine (Dynalec 2011). Stromberg-Carlson et d'autres ont également fabriqué ce combiné. La puissance de sortie de l'émetteur de ce combiné a été mesurée par l'auteur en fonctionnement normal et comparée à celle d'un émetteur Western Electric F1 équipé de batteries locales de 3 volts fonctionnant normalement. L'émetteur F1 produisait une tension de sortie environ quatre fois supérieure à celle de l'émetteur H-203/U, à environ 1 300 cycles par seconde pour le même niveau sonore. Ainsi, la puissance de sortie de l'émetteur alimenté par le son n'est inférieure que d'environ 12 décibels à celle de l'émetteur F1, bien que ce dernier ait une réponse en fréquence plus plate.

Utilisation actuelle :

Outre les installations téléphoniques traditionnelles dans des conditions variables selon les régions et les pays, les microphones à charbon peuvent encore être utilisés aujourd'hui dans certaines applications de niche, bien que les fabricants cessent leur distribution. Par exemple, le Shure 104c était encore très demandé à la fin des années 2010 en raison de sa grande compatibilité avec les équipements existants.

Le principal avantage des microphones à charbon par rapport aux autres microphones réside dans leur capacité à produire des signaux audio de haut niveau à partir de très faibles tensions continues, sans nécessiter d'amplification ni de piles supplémentaires. Grâce à son alimentation, le microphone à charbon offre un gain de puissance. Ceci peut être facilement démontré en connectant une pile, un microphone et un écouteur en série. Si le microphone et l'écouteur sont mis en contact, le système oscille. Ceci n'est possible que si le gain de puissance autour de la boucle est supérieur à l'unité. Les performances basse tension du microphone sont particulièrement utiles dans les zones isolées desservies par de très longues lignes téléphoniques, où la résistance électrique des fils peut entraîner d'importantes chutes de tension continue.

La plupart des téléphones électroniques nécessitent au moins trois volts continus pour fonctionner et deviennent donc souvent inutilisables dans de telles situations, tandis que les téléphones à émetteur à charbon continuent de fonctionner jusqu'à une fraction de volt. Même lorsqu'ils fonctionnent, les téléphones électroniques souffrent également de ce qu'on appelle l'« effet falaise », qui les fait cesser brutalement de fonctionner lorsque la tension de la ligne descend en dessous du niveau critique. En particulier, cela signifie qu'un téléphone sur une ligne partagée peut avoir tendance à monopoliser tout le courant de la ligne, coupant ainsi les autres. Avec des microphones à charbon, tous les récepteurs de la même ligne continueront de fonctionner, mais avec un rendement réduit.

Les microphones à charbon sont également largement utilisés dans les applications critiques pour la sécurité, telles que l'exploitation minière et la fabrication de produits chimiques, où des tensions de ligne plus élevées ne peuvent être utilisées en raison du risque d'étincelles et d'explosions. Les systèmes téléphoniques à charbon sont également résistants aux dommages causés par les transitoires à haute tension, tels que ceux produits par la foudre, et aux impulsions électromagnétiques du type de celles générées par les explosions nucléaires. Ils sont donc toujours utilisés comme systèmes de communication de secours dans les installations militaires critiques.

MODIFICATIONS APPORTÉES À LA CONSTRUCTION DES TÉLÉPHONES BELL.

Les modifications que nous avons étudiées précédemment se rapportent au principe même de l'appareil; celles qui nous restent à étudier ne sont que des modifications dans la forme et la disposition des différents organes qui constituent le téléphone Bell lui-même, et qui ont été combinées en vue d'augmenter l'intensité et la netteté des sons produits.

Les Téléphones à diaphragmes multiples.

—Si l'on considère que les courants induits déterminés dans un téléphone, résultent des *mouvements vibratoires du diaphragme*, et que ceux-ci sont provoqués par les vibrations de la couche d'air interposée entre ce diaphragme et l'organe vocal, on en déduit naturellement que si ces vibrations de la couche d'air réagissaient sur plusieurs diaphragmes accompagnés isolément de leur organe électro-magnétique, on pourrait déterminer simultanément plusieurs courants induits qui, étant associés convenablement, pourraient fournir des effets d'autant plus intenses sur le récepteur, que les sons qui seraient engendrés résulteraient de plusieurs sources sonores combinées. Plusieurs inventeurs, en partant de ce raisonnement, ont combiné des appareils plus ou moins ingénieux que nous allons maintenant passer en revue, sans pouvoir cependant indiquer celui qui le premier a réalisé cette idée.

Elle est, en effet, tellement simple, qu'elle est venue vraisemblablement à l'esprit de plusieurs inventeurs au même moment, et nous voyons que tandis que **M. Trouvé** indiquait en France, au mois de novembre 1877, ce perfectionnement, on le mettait en essai en Amérique et on le discutait en Angleterre, et même on ne le regardait pas, dans ce dernier pays, comme appelé à donner des résultats favorables;

voici, en effet, ce que dit **M. Preece** à cet égard, dans un mémoire publié par lui le 4 avril 1878, et intitulé: On some physical points connected with the telephone.

«Tous ceux qui se sont occupés de perfectionner le téléphone n'ont éprouvé que des désappointements et des insuccès désespérants. Un des premiers essais de ce genre fut entrepris par M. Willmot qui pensait obtenir un bon résultat en augmentant le nombre des diaphragmes, des hélices et des aimants, en réunissant les hélices en séries et en les faisant agir simultanément afin d'augmenter l'énergie des courants développés sous l'influence de la voix; mais l'expérience montra que quand l'appareil agissait directement, l'effet vibratoire de chacun des diaphragmes décroissait proportionnellement à leur nombre, et l'effet général restait le même qu'avec un seul diaphragme. L'instrument de **M. Willmot** a été construit au commencement d'octobre 1877, et celui de **M. Trouvé** n'en est qu'une dérivation.»

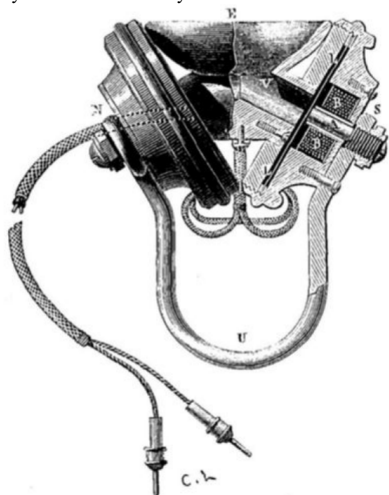
D'un autre côté, nous voyons que si, en Angleterre, les téléphones à membranes multiples n'ont pas produit de bons résultats, il n'en a pas été de même en Amérique, car les téléphones les plus en usage dans ce pays sont précisément ceux de **MM. Elisha Gray et Phelps**, qui sont à plusieurs diaphragmes. Il y a évidemment dans la disposition de ces appareils des détails de construction qui peuvent paraître insignifiants, théoriquement, et qui ont pourtant une grande importance au point de vue pratique, et nous croyons que c'est surtout à cette circonstance que les appareils de ce genre doivent leur réussite ou leur non réussite.

Ainsi, par exemple, il paraît que les vibrations de l'air, déterminées dans l'embouchure, doivent être dirigées sur les diaphragmes normalement à leur surface et par l'intermédiaire de canaux distincts; il faut que les espaces vides autour des diaphragmes, soient assez étroits afin d'éviter les échos et les interférences, à moins que la c soit assez grande pour que ces effets ne soient pas à craindre. Il faut surtout que les matières employées pour la fixation des organes ne soient pas susceptibles de jouer, et c'est pour cela qu'on emploie de préférence le fer ou l'ébonite.

Ce qui paraît certain, c'est que quand l'appareil est bien construit, **il donne des effets supérieurs aux téléphones Bell**, et, s'il faut croire le *Telegraphic Journal*, un appareil de ce genre expérimenté devant la Société royale de Londres le 1er mai 1878, aurait déterminé des effets d'une intensité proportionnelle au nombre des diaphragmes. Cet appareil avait été combiné par **M. Cox Walker** de New-York, et possédait huit diaphragmes. C'est d'après lui, la disposition qui donne les meilleurs résultats.

Nouveau Système de M. Elisha Gray.

—Le dernier système de M. Elisha Gray, que nous représentons fig. 34, est un de ceux qui ont donné les meilleurs effets. Il est constitué, comme on le voit, par deux téléphones juxtaposés auxquels correspondent deux tuyaux V, issus d'une embouchure commune E. L'un de ces téléphones est vu en coupe sur la figure, l'autre en élévation, et ils correspondent aux deux branches d'un aimant en fer à cheval nickelé NUS, qui peut servir d'anneau pour le suspendre. Dans le côté de la figure qui montre la coupe, on peut voir en B la bobine d'induction et en A le noyau magnétique qui est en fer doux et vissé sur l'extrémité polaire S de l'aimant; la lame vibrante est en LL, et, comme on le voit, le tuyau de l'embouchure y aboutit normalement à sa surface.



Dans un autre modèle, il existe quatre téléphones juxtaposés au lieu de deux, et il donne des effets encore plus marqués.

Système de M. Phelps.

—Ce système n'est qu'une dérivation du précédent, mais il y a deux modèles; dans le grand, qui permet d'entendre comme si la personne avec laquelle vous entrez en correspondance parlait à haute voix et de très-près, les deux téléphones sont placés parallèlement l'un devant l'autre et de manière à présenter verticalement leur diaphragme.

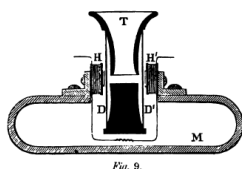


Fig. 9.



(décrit dans la page [les appareils](#))



La distance entre les deux peut être réglée à volonté. Les courants ondulatoires dans la bobine produisent des rapprochements entre la tige polarisée et l'aimant et par conséquent des oscillations du diaphragme. C'est un arrangement inverse de celui qui a été adopté pour le premier téléphone de ce groupe.

L'intervalle compris entre ces deux lames est occupé par un tuyau vertical terminé inférieurement par un tuyau horizontal correspondant aux centres des deux diaphragmes, et c'est sur ce tuyau qu'est adaptée l'embouchure qui ressort extérieurement de la boîte carrée où est renfermé l'appareil. Les bobines d'induction et les noyaux magnétiques qui les traversent sont placés suivant l'axe du système, et semblent constituer une sorte d'axe de roue qui se trouve polarisé par les pôles d'un aimant en fer à cheval dont on peut régler la position par rapport à la surface des diaphragmes au moyen d'écrous mobiles. On dirait en voyant l'appareil, une sorte de tore de gyroscope soutenu par un axe horizontal sur deux piliers issus d'un aimant en fer à cheval aplati.

Le petit modèle de M. Phelps a la forme d'une tabatière oblongue ou en ellipse dont les deux centres sont occupés par deux systèmes téléphoniques actionnés par un même aimant. Celui-ci est placé horizontalement au-dessous de la tabatière, et ses pôles correspondent aux noyaux magnétiques des bobines. Ces noyaux sont constitués par des tubes de fer fendus longitudinalement pour faire disparaître les réactions d'induction insolites, et les diaphragmes de fer sont appuyés sur cinq ressorts à boudin qui tendent à les soulever au-dessus du système magnétique. Du côté opposé, ces diaphragmes sont munis de bagues en matière demi-élastique, qui empêchent les vibrations centrales des lames de se compliquer de celles des bords. Sur ces lames est ensuite appliqué le couvercle qui est creusé de cavités très-évasées et peu profondes, avec couloirs de communication qui constituent la caisse sonore. L'embouchure correspond à l'une des cavités, et l'autre est fermée par un petit bouchon métallique que l'on retire pour régler l'appareil quand besoin en est. Les vibrations de l'air se trouvant transmises par les couloirs aux deux cavités, les deux téléphones fonctionnent simultanément quoique, à première vue, un seul des téléphones semble être appelé à produire l'effet. Suivant M. Pope, la perfection de cet appareil tient à la simultanéité des effets produits sur les deux appareils, à la petite bague semi-élastique qui circonscrit les contours de chaque lame vibrante et qui joue le rôle du marteau de l'oreille, c'est-à-dire celui d'étouffoir, aux fentes longitudinales du noyau tubulaire magnétique et à la petitesse des cavités laissées au-dessus des lames vibrantes. L'appareil est d'ailleurs en ébonite et strié sur sa surface pour lui donner plus de fixité dans la main.

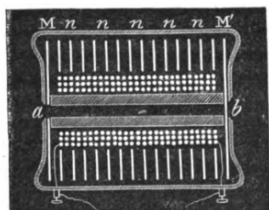
Système de M. Cox Walker.

—Ce système, dont nous avons dit précédemment quelques mots, a exactement la disposition de celui de M. Elisha Gray. Les aimants qui agissent sur les diaphragmes sont en fer à cheval, et des conduits séparés, issus d'une embouchure commune, dirigent les vibrations de l'air sur les diaphragmes. Ceux-ci, par exemple, ne sont que des parties circonscrites d'un même diaphragme, limitées circulairement par des embouchures correspondantes aux conduits d'air, et qui sont assez comprimées sur leurs bords pour limiter le champ de la vibration.

Système de M. Trouvé.

—M. Trouvé a rendu très-simple la disposition des téléphones à double diaphragme en combinant son appareil de manière à faire réagir sur plusieurs lames l'aimant droit de Bell par ses deux pôles à la fois. À cet effet, il emploie un aimant tubulaire et enroule l'hélice sur toute sa longueur, comme on le voit fig. 35. Cet aimant est maintenu dans une position fixe au centre d'une petite boîte cylindrique dont les bases sont taillées de manière à former légèrement entonnoir, et ce sont elles qui servent d'embouchure et de cornet acoustique. Elles sont en conséquence percées d'un trou central plus large en a, du côté où l'on parle, que du côté opposé b. Entre ces bases et les pôles de l'aimant sont

disposées deux lames vibrantes en fer M, M' dont l'une, M, est percée d'un trou a, de même diamètre que la partie creuse de l'aimant et plus petit par conséquent que celui de l'embouchure. Enfin entre ces deux lames se trouve échelonnée une série d'autres lames n, n, n disposées parallèlement de manière à laisser passer, au travers, l'aimant et son hélice



Quand on parle devant l'embouchure a, les ondes sonores, en rencontrant les bords de la lame M, la mettent en vibration, et continuant leur route dans l'intérieur du tube aimant, viennent faire vibrer la lame pleine M' qui vibre alors synchroniquement avec la lame M. Il en résulte sur l'aimant tubulaire une double action inductrice qui se traduit par des courants induits développés dans l'hélice, et qui sont d'autant plus énergiques, que chacune des lames renforce les effets magnétiques produits au pôle opposé à celui qu'elles actionnent, comme cela a toujours lieu avec les aimants droits dont le pôle inactif est garni d'une armature. Cet avantage peut même être constaté avec les téléphones ordinaires quand on met seulement en contact la vis qui tient l'aimant avec une masse de fer doux.

Avec la disposition de M. Trouvé, les courants induits déterminés sont donc plus énergiques; mais suivant l'auteur, les sons reproduits seraient aussi plus forts par la multiplicité des effets vibratoires et par l'amplification des effets magnétiques résultant de la disposition plus avantageuse des pièces magnétiques.

«L'oreille placée en a, dit M. Trouvé, perçoit directement les sons produits par la première lame M, et ceux de la seconde lui arrivent par l'intérieur du tube aimant. Cette nouvelle disposition est des plus heureuses pour comparer expérimentalement les résultats fournis par un téléphone à membrane unique (téléphone Bell), et ceux fournis par un téléphone à membranes multiples. En effet, il suffit d'écouter alternativement aux deux faces de ce téléphone, pour s'apercevoir immédiatement de la différence d'intensité des sons perçus. Ceux recueillis en a, du côté de la membrane percée, paraissent sensiblement doubles en intensité de ceux recueillis en b du côté de la membrane pleine qui constitue le téléphone ordinaire.

«La différence est encore plus frappante si, en transmettant ou recevant un son invariable d'intensité à travers un téléphone multiple, on empêche à plusieurs reprises la membrane pleine M' de vibrer.»

Avant cette disposition, M. Trouvé en avait imaginé une autre qu'il présenta à l'Académie des sciences, le 26 novembre 1877 et qui est celle à laquelle nous avons fait allusion au commencement de ce chapitre. Il la décrit en ces termes:

«Pour augmenter l'intensité des effets produits dans le téléphone Bell, j'ai substitué à la membrane unique de ce téléphone, une chambre cubique dont chaque face, à l'exception d'une, est constituée par une membrane vibrante. Chacune de ces membranes, mise en vibration par le même son, influence un aimant fixe également muni d'un circuit électrique. De cette sorte, en associant tous les courants engendrés par ces aimants, on obtient une intensité unique qui croît proportionnellement au nombre des aimants influencés. On peut remplacer le cube par un polyèdre dont les faces seraient formées d'un nombre indéfini de membranes vibrantes afin d'obtenir l'intensité voulue.»

Système de M. Demoget.

—Plusieurs autres systèmes de téléphones à membranes multiples ont encore été proposés:

L'un d'eux, imaginé par M. Demoget, consiste à placer en avant et à un millimètre de la plaque vibrante du téléphone ordinaire de Bell, une ou deux plaques vibrantes semblables, en ayant soin de percer dans la première et au centre, un orifice circulaire d'un diamètre égal à celui du barreau aimanté, et dans la seconde un orifice d'un diamètre plus grand.

Suivant l'auteur, on augmente ainsi non-seulement l'intensité des sons transmis, mais encore leur netteté.

«Par cette disposition, dit M. Demoget, la masse vibrante magnétique en regard de l'aimant étant plus grande, la force électro-motrice des courants engendrés est augmentée, et par conséquent les vibrations des plaques du deuxième téléphone sont plus perceptibles.»

Modifications dans la disposition des organes téléphoniques.

Les formes que l'on a données au téléphone Bell ont été, comme on l'a déjà vu, très-diversifiées, mais celles que l'on a adoptées pour ses organes constitutifs l'ont été encore plus, sans amener de notables améliorations. Voici ce que dit à cet égard [M. Preece](#) dans le travail intéressant dont nous avons parlé plus haut «En augmentant ou en variant les dimensions et la force des aimants, on n'a obtenu que peu ou point d'améliorations, et le plus grand effet obtenu a été réalisé par l'emploi d'aimants en fer à cheval disposés comme l'a indiqué Bell lui-même.

Le téléphone a certainement été introduit en Europe avec sa disposition théorique la plus parfaite, quoique Bell travaille encore à l'améliorer.» Cet avis est aussi celui de [M.](#)

[Hellen](#) qui a fait comme M. Preece beaucoup d'expériences à cet égard, ce qui n'empêche pas beaucoup de personnes d'annoncer qu'ils ont découvert le moyen de faire parler un téléphone devant toute une assemblée. De ce nombre nous citerons M. Righi de Milan, qui prétend avoir obtenu de merveilleux résultats; mais nous avons vu que M. Bell y était également parvenu. Si ce n'est le microphone de M. Hughes, nous ne voyons pas de progrès bien marqués réalisés dans ces nouvelles inventions.

Néanmoins nous croyons utile d'indiquer les dispositions nouvelles qui ont été proposées, et parmi elles nous en citerons une dans laquelle, au lieu d'un aimant droit, on emploie un aimant en fer à cheval, entre les pôles duquel est placée la lame vibrante. Ces pôles sont, à cet effet, munis de semelles de fer, et l'une d'elles est percée d'un trou, qui correspond à l'embouchure de l'appareil. Les deux branches de l'aimant sont d'ailleurs munies d'hélices magnétisantes. Quand on parle à travers le trou, la lame en vibrant détermine dans les deux hélices des courants induits qui seraient de sens contraire si les deux pôles étaient de même nom, mais qui se trouvent être de même sens, en raison de la nature contraire des pôles magnétiques. La lame vibrante joue alors le même rôle que les deux lames de l'appareil de M. Trouvé, que nous avons décrit précédemment.

D'un autre côté, un inventeur anonyme, dans une petite note insérée dans les Mondes, du 7 février 1878, écrit ce qui suit: «L'intensité des courants produits dans le téléphone, étant proportionnelle à la masse de fer doux qui vibre devant le pôle de l'aimant, et d'autre part, la plaque étant d'autant plus sensible qu'elle est plus mince, j'emploie, au lieu de la plaque ordinaire, une plaque réduite par l'acide azotique à la plus faible épaisseur, et je la fixe à un cercle de fer doux qui la tient tendue et fait corps avec elle. Ce cercle se trouve logé dans une ouverture circulaire ménagée à l'intérieur du pavillon. Pour un même téléphone, l'intensité est très-sensiblement augmentée quand on ajuste un système semblable à la place de la plaque ordinaire, ne fût-ce qu'à une des extrémités de la ligne.»

Afin de permettre d'employer des lames vibrantes d'une épaisseur extrêmement faible, [M. E. Duchemin](#) a imaginé de mettre à contribution des lames de mica très-minces, saupoudrées de fer porphyrisé qu'il fixe au moyen d'une couche de silicate de potasse. On pourrait, d'après l'auteur, correspondre à voix basse avec ce système, mais on aurait l'inconvénient de crever la lame en parlant trop haut.

M. le professeur [Jorgensen](#), de Copenhague, a construit aussi un téléphone Bell produisant des sons très-intenses et qui lui a permis de constater des effets très-curieux. Dans cet appareil, l'aimant est constitué d'une manière analogue aux électro-aimants tubulaires de Nicklès. C'est d'abord un aimant cylindrique muni à sa partie supérieure d'un noyau de fer doux sur lequel est adaptée la bobine; puis un tube aimanté constitué par une bague d'acier qui enveloppe le premier système magnétique et qui est relié avec celui-ci par une culasse de fer. Enfin, au-dessus des extrémités polaires de ce système, se trouve la lame vibrante qui est disposée comme dans les téléphones ordinaires, et qui présente une grande surface. Quand cette lame n'avait qu'un millimètre d'épaisseur, on pouvait entendre la parole dans toute une chambre; mais quand on mettait l'oreille près de la lame vibrante, les sons n'avaient plus aucune netteté; la parole était confuse et semblait répercutée comme quand on parle dans un espace trop sonore et sujet à produire beaucoup d'échos; on était en un mot étourdi par les sons produits. En prenant une plaque plus épaisse de 3 ou 4 millimètres, par exemple, le téléphone ne produisait plus que les effets des téléphones ordinaires, et il fallait mettre l'oreille contre l'instrument.

M. [Marin Maillet](#), de Lyon, a de son côté imaginé, pour augmenter les sons reproduits par le téléphone, de les faire réfléchir par un certain nombre de réflecteurs qui, en les concentrant à leur foyer sur un résonateur pouvaient les amplifier considérablement. Cette idée n'ayant pas été accompagnée d'expériences ne présente à la vérité rien de sérieux.

Les bobines d'induction

Il va sans dire que la bobine d'induction joue un grand rôle dans la force et la netteté des reproductions, un rôle beaucoup plus important qu'on ne croit généralement, et pour nous c'est une chose certaine, que beaucoup de microphones pourraient encore être améliorés sensiblement, si l'on choisissait des bobines d'induction convenables.

Dans ces bobines, le nombre des tours de chaque circuit est l'essentiel et la résistance est seulement un phénomène secondaire; la longueur et la grosseur des bobines est donc aussi à prendre en considération. Nous avons fait construire pour le microphone Blake dix bobines différentes qui ont été essayées par M. Abrezol, chef du réseau téléphonique de Genève sur différentes distances variant de 0,5 à 107 kilomètres. La construction des bobines était la suivante :

Numéro de la bobine.	Fil primaire.			Fil secondaire.		
	Nombre des tours.	Diamèt. du fil en mm.	Résistance en ohms.	Nombre des tours.	Diamètre du fil en mm.	Résistance en ohms.
1	61	0,5	0,25	1956	0,15	100
2	62	0,5	0,25	3191	0,15	180
3	62	0,5	0,25	4080	0,15	250
4	116	0,5	0,50	3952	0,15	250
5	230	0,5	1,00	3865	0,15	250
6	232	0,5	1,20	4420	0,15	300
7	295	0,5	1,50	4278	0,15	300
8	368	0,5	2,00	4735	0,15	350
9	368	0,75	1,17	4735	0,30	130,2
10	1350	0,5	10,00	3950	0,15	400

Au moyen d'un commutateur, on pouvait, sans perte de temps, intercaler l'une quelconque des dix bobines dans les circuits du microphone, ou passer, en peu d'instants, par toutes les bobines, pour que l'observateur puisse conserver l'impression produite d'une expérience à l'autre. Les résultats ont été comparés avec un bon microphone Blake de provenance américaine (fabricant M. Williams, junior, à Boston), dont la résistance du fil primaire était de 1,05 ohms, celle du fil secondaire de 180 ohms.

En indiquant par le chiffre 1 la force et la netteté de ce microphone-étalon de Boston, les dix bobines donnaient les résultats suivants:

Les résultats de ce tableau sont sensiblement concordants.

On voit tout de suite que les bobines N° 1 et 10 sont à rejeter. Les bobines 4, 6 et 9 donnent les meilleurs résultats; la bobine N° 4 est la seule qui dans toutes ces circonstances ait donné des reproductions à la fois plus fortes et plus nettes que le microphone étalon.

La netteté de la reproduction se perd peu à peu avec l'augmentation de la résistance du circuit primaire, le son devient diffus, résonnant, probablement à cause de vibrations complémentaires qui se produisent à la suite d'extra-courants. Cet effet diminue d'ailleurs au fur et à mesure que la distance augmente, et la reproduction devient nette à 85 et 107 km. quand elle est résonnante à de plus courtes distances. Sous ce rapport la bobine N° 9 est surtout remarquable; à de grandes distances elle dépasse le N° 4, mais puisque le même microphone doit servir aussi bien à l'intérieur d'un réseau qu'à de grandes distances, il faut choisir une moyenne et on ne peut pas rester dans l'incertitude. Il faut donc choisir le N° 4.

En Suisse on a par conséquent adopté une bobine d'induction construite dans les conditions suivantes: circuit primaire 180 à 185 tours d'un fil de 0mm,6 ayant une résistance de 0,5 ohms; circuit secondaire 4100 à 4300 tours d'un fil de 0mm,15 ayant une résistance de 250 ohms. Le diaphragme doit avoir 70mm de diamètre et 0mm,5 d'épaisseur. Son bord est entouré d'un ruban en gomme de Para. Un ressort en acier, entouré de gomme de Para, presse près du centre sur le diaphragme pour adoucir les vibrations. En temps chaud, la gomme se colle facilement au diaphragme

et rend le microphone presque inutilisable. Pour éviter cette détérioration, on intercale entre la gomme et le diaphragme un petit morceau de feutre.

Il est très probable que la bobine qui donne le meilleur résultat dans le microphone Blake ne se comporte pas aussi bien dans les microphones d'autres systèmes; il faudrait donc multiplier les expériences faites avec un seul système microphonique pour jeter plus de lumière sur cet appareil d'une importance prépondérante dans les installations téléphoniques.

Appareils accessoires des stations téléphoniques.

Nous comprenons dans ce sous-chapitre tous les appareils qui, en dehors du transmetteur et du récepteur, constituent l'ensemble d'une station téléphonique.

Il y a parmi ces appareils des parties indispensables comme les systèmes d'appel, les sonneries, les piles, etc., qui ne devraient pas, à vrai dire, figurer sous le titre général d'appareils accessoires; nous avons toutefois conservé ce titre uniquement à cause de sa brièveté.

En laissant de côté l'appel à sifflet de MM. Siemens et Halske, les systèmes d'appel peuvent être classés en deux catégories très distinctes; l'appel à pile et l'appel magnéto-électrique.

Le premier a pour lui le prix plus modique de la première installation et une manipulation plus simple. Par contre il fait plus facilement défaut que l'appel magnéto-électrique; une pile de plusieurs éléments est assez encombrante et demande un entretien qui peut devenir coûteux. Enfin il ne répond pas aux exigences d'une station appartenant à un réseau téléphonique et dont les appels doivent avoir lieu tantôt à une distance de quelques centaines de mètres seulement, tantôt à 10 ou 20 kilomètres.

Pour répondre à ces différents usages, il serait indispensable d'employer un grand nombre d'éléments dont l'entretien deviendrait des plus pénibles. Donc si l'appel à pile peut servir pour des installations isolées et pour la téléphonie domestique, il ne saurait suffire pour les réseaux téléphoniques. On a cherché à remédier aux inconvénients de l'appel à pile en employant des relais, mais l'introduction de ce nouvel appareil avec le levier d'armature à deux ressorts auxiliaires de contact complique le système, et il vaut mieux rompre franchement avec l'appel à pile et adopter l'appel magnétoélectrique.

Cet appareil, dont la construction est presque partout la même et est pour ainsi dire devenue typique, est enfermé dans une boîte avec un commutateur automatique et une sonnerie.

La machine magnéto-électrique se base sur le principe de l'armature de MM. Siemens et Halske; elle se meut dans un champ magnétique de grande intensité formé par 2 à 4 forts aimants en fer à cheval. Deux blocs en fer doux qui garnissent les pôles du magasin magnétique forment une cavité cylindrique dans laquelle l'armature opère ses rotations. Le point capital d'un bon inducteur magnétoélectrique consiste dans l'intensité du champ magnétique et dans le rapprochement entre les pôles de l'armature et les parois des blocs en fer doux. Dans un bon inducteur cette distance est si faible qu'on ne peut guère passer entre les deux un papier mince. La combinaison de l'axe de la manivelle avec celle de l'armature se fait de différentes manières.

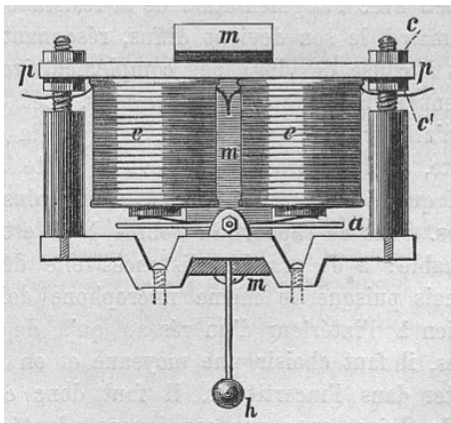
Les appareils **Post** emploient une espèce de courroie entre deux roues; c'est une corde en gomme de Para. Dans d'autres cas la grande et la petite roue sont dentées et font engrenage; plus souvent les roues sont remplacées par des disques dont le grand, qui est en communication directe avec la manivelle, entraîne par frottement le petit fixé sur l'axe de l'armature. Le système qui nous paraît être le plus durable et le plus convenable, est un grand disque double, qui pince avec ses deux joues élastiques le disque simple et plus épais de l'armature.

Un réglage de la position de l'axe de la manivelle permet d'ajuster l'instrument à nouveau, quand les surfaces de frottement sont plus ou moins usées. L'armature présente une résistance de 500 à 1500 ohms, il convient donc de l'exclure du circuit quand on ne s'en sert pas. A cet effet elle est shuntée par un circuit auxiliaire sans résistance qui au moyen d'un arrangement ingénieux est interrompu au moment où l'on met la manivelle en mouvement.

La sonnerie magnéto-électrique est placée au dessus de la machine magnéto-électrique. Le commutateur automatique est représenté par le levier auquel on suspend le récepteur. Quand ce dernier est suspendu, le commutateur est baissé et fait contact avec un ressort qui intercale la machine magnéto-électrique et la sonnerie dans le circuit de la ligne et laisse isolés les circuits du transmetteur et du récepteur. Lorsque l'on décroche le récepteur, le commutateur remonte, entraîné, par un ressort et entre en contact avec 2 ou 8 autres ressorts, suivant le système adopté, et par ce fait le récepteur est intercalé dans le circuit de la ligne; en même temps le circuit local du transmetteur se ferme pendant que l'inducteur et la sonnerie sont isolés.

Pour garantir un bon fonctionnement du commutateur automatique, il est indispensable que toutes les surfaces de contact soient garnies de platine. Outre cela les fils de communication qui passent par les charnières de la boîte ne doivent pas être soudés à ces dernières mais y être fixés par des vis pour faciliter le démontage de l'appareil en cas de dérangement.

La sonnerie employée en Suisse dans les boîtes d'appel magnéto-électrique est représentée dans ses parties essentielles par la figure suivante.



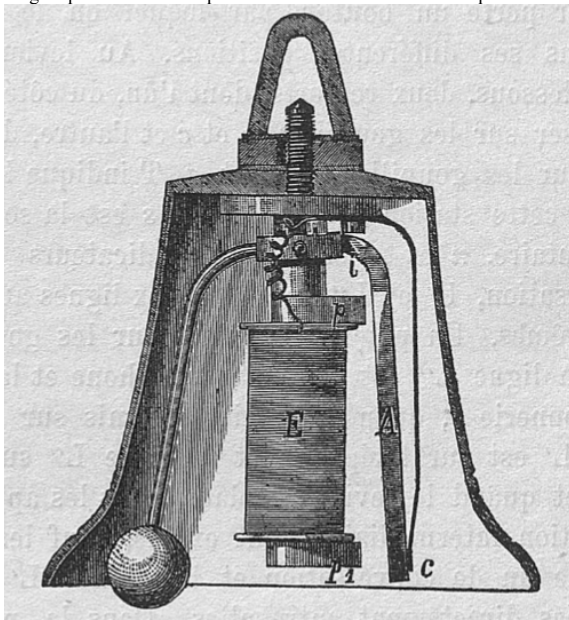
L'électro-aimant *e* a une résistance d'environ 150 ohms. Une particularité du système est l'aimant *mm* qui décrit une courbe autour des deux bobines. Un pôle de cet aimant est en contact magnétique avec le pivot de l'armature *a* et magnétise cette dernière par influence; l'autre pôle est parfaitement libre et se tient à une certaine distance du pont en fer doux *pp* qui combine les deux noyaux des bobines. Les écrous *c* et contre-écrous *c'* permettent de régler la distance entre l'armature et les noyaux. Deux ressorts délicats, fixés sur l'armature, évitent le collage de l'armature à l'un ou l'autre pôle de l'électro-aimant. Cette sonnerie est très sensible et fonctionne encore avec des courants de 3 à 5 milli-ampères.

Chaque aimant de l'inducteur magnéto-électrique doit supporter, par l'action simultanée de ses deux pôles, un poids d'au moins 1500 grammes. La résistance de l'armature ne doit pas dépasser 1000 ohms et la sonnerie doit, d'un côté, fonctionner même à travers une résistance de 20 000 ohms et, de l'autre côté, ne pas se coller quand elle est actionnée à travers une résistance extérieure zéro.

Un accessoire des stations téléphoniques qui a plus d'importance qu'on ne le croit généralement c'est le cordon double par lequel le récepteur est mis en contact avec le système. Un service téléphonique convenable dépend essentiellement de la qualité de ces cordons, qui prêtent à de fréquents dérangements. Un des meilleurs cordons paraît être celui de M. J. H. Farnham ; les conducteurs se composent d'un ressort à boudin et d'oripeau. Ce cordon est employé dans le réseau de Boston et sur 1200 pièces il y en a trois seulement qui se soient dérangées dans une période de 6 mois.

L'Administration suisse a éprouvé, dans les premières années, une peine inouïe à obtenir des cordons doubles satisfaisants. Elle a essayé nombre de systèmes et de plusieurs provenances, mais les cordons se dérangeaient toujours en trop grand nombre. Finalement elle a indiqué la fabrication suivante: le centre de chaque cordon est formé d'une forte corde en coton, de 21 / 2 mm de diamètre; cette corde est complètement enveloppée d'une spirale formée de 30 fils de cuivre chacun ayant 0,1 mm de diamètre; le tout est enveloppé d'une tresse en coton et d'une seconde tresse en soie de double moulinage. Chaque cordon aboutit à ses deux extrémités dans une tige métallique avec œil rectangulaire. L'attache du cordon à cette tige est l'essentiel, car c'est là le point le plus faible sous le rapport de la solidité mécanique et de la conductibilité électrique. La corde en coton passe la première dans l'œil de la tige et y est fixée solidement. Après viennent les 30 fils de cuivre qui remplissent l'œil et entourent une partie de la tige en spirale multiple. Ils sont arrêtés dans cette position par un bandage en cuivre. La soudure entre les fils et la tige n'a pas réussi et a été abandonnée. Quand l'attache entre le cordon et la tige est ainsi achevée, on recouvre l'œil des deux tresses et on le passe dans un tube métallique qui est étranglé des deux côtés de l'œil. Ces cordons doubles sont en service depuis environ un an et n'ont presque jamais manqué.

Il est souvent utile d'entendre l'appel à deux différents endroits, par exemple dans le bureau et le magasin. Dans ces cas, on a recours à des sonneries sup-plémentaires (extension bells) qui peuvent être des sonneries magnéto-électriques (décrites plus haut, avec les appels magnéto-électriques) quand elles sont intercalées directement dans la ligne, ou des sonneries à courant continu quand elles sont actionnées par des courants locaux. Dans le dernier cas, on peut employer tout genre de sonnerie et nous n'avons à noter aucun progrès bien remarquable parmi les systèmes connus depuis longtemps. Nous voulons pourtant mentionner une sonnerie qui est remarquable par sa forme, c'est celle de MM. **Woodhouse et Rawson**, représentée par cette figure :



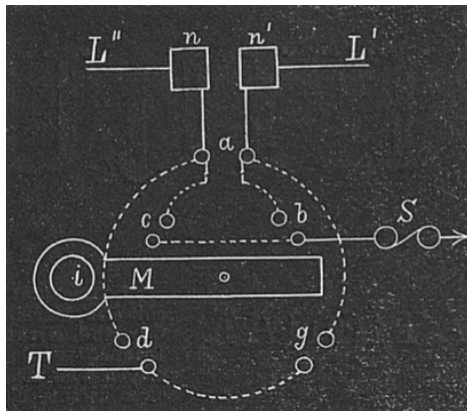
Le timbre affecte la forme d'un bourdon d'église et peut être suspendu de la même manière.

Dans la direction de l'axe et à la place du battant descend un électro-aimant *E* dont les deux pôles *p* et *p1* attirent l'armature *A*. Le contact est coupé en *e*, armature et marteau pivotent autour du point *i*.

Les combineurs

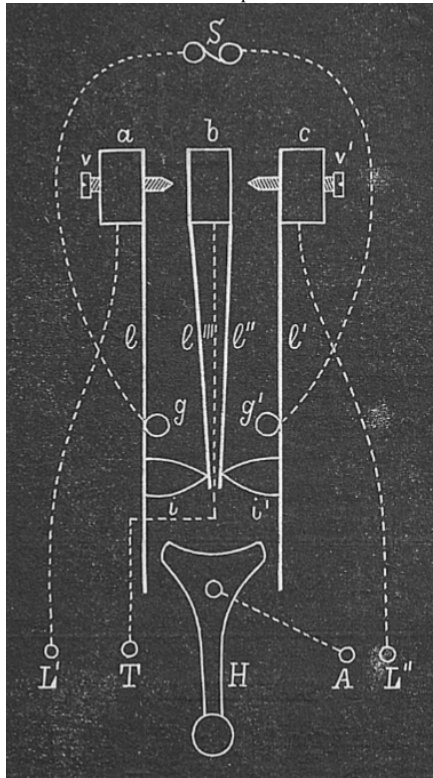
Il arrive très souvent qu'une station téléphonique doive être mise en communication avec deux autres stations, de telle façon que quand elle est en communication avec l'une, l'autre soit mise en sonnerie et que les deux stations extrêmes puissent être mises en communication directe entre elles sans que la station intermédiaire puisse surprendre la conversation.

Nous avons déjà décrit les arrangements qu'on peut employer à cet effet, mais il existe plusieurs autres solutions heureuses. La *Bell téléphoné manufacturing Cie* a indiqué un arrangement qui se distingue par sa simplicité. La figure suivante montre les parties essentielles de ce combineur.



Sur une planchette isolante sont montées les goupilles métalliques a, b, c, d et g. Les lignes pointillées indiquent les conducteurs entre ces goupilles, M est un levier à deux bras, d'une matière non conductrice, qui se meut autour d'un pivot au centre. En i ce levier porte un bouton, par lequel on le transporte dans ses différentes positions. Au levier sont fixés, en dessous, deux ressorts, dont l'un, du côté droit, peut glisser sur les goupilles b et c et l'autre, du côté gauche, sur les goupilles a, d et g. T indique le téléphone de cette station intermédiaire, s est la sonnerie supplémentaire, n et n' sont deux indicateurs de fin de conversation, L' et L'' sont les deux lignes aux stations extrêmes. En plaçant le levier sur les goupilles b et d, la ligne L'' est mise sur téléphone et la ligne L' sur sonnerie s, quand le levier est mis sur c et g, la ligne L' est sur téléphone et la ligne L'' sur sonnerie s, et quand le levier est placé sur a les appareils de la station intermédiaire sont exclus, sauf les indicateurs de fin de conversation et les lignes L' et L'' sont reliées directement entre elles. Dans la position du levier indiquée par le dessin, les deux lignes sont isolées (pour mesurer leur isolation). Au lieu de deux indicateurs nri, un seul suffirait. Comparé avec notre système, ce combinateur a l'avantage de la plus grande simplicité de la sonnerie magnéto-électrique et de contacts visibles, mais d'un autre côté les indicateurs restent toujours intercalés dans les lignes même quand la station intermédiaire est en communication avec une autre, et ces électro-aimants intercalés dans le circuit téléphonique affaiblissent sensiblement la clarté de la reproduction et sont par conséquent à éviter autant que faire se peut.

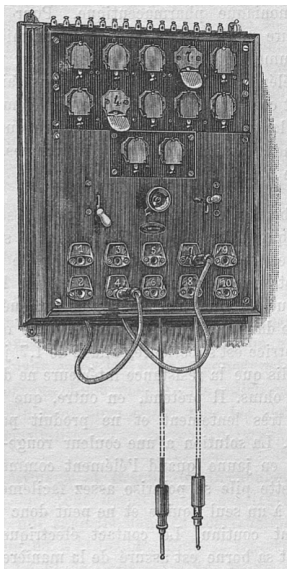
Un autre combinateur très simple est celui de MM. Hartmann et Braun à Bockenheime-Francfort s/M., que nous représentons par la figure suivante :



ou a, b et c sont trois blocs en métal fixés sur une planchette; à ces blocs sont soudés quatre lames métalliques faisant ressort. Les lames Z et V sont plus fortes que les lames l' et V'', de sorte qu'elles éloignent les dernières des butoirs g et g' au moyen des boutons isolants i et i' et entrent à leur place en contact avec ces butoirs.

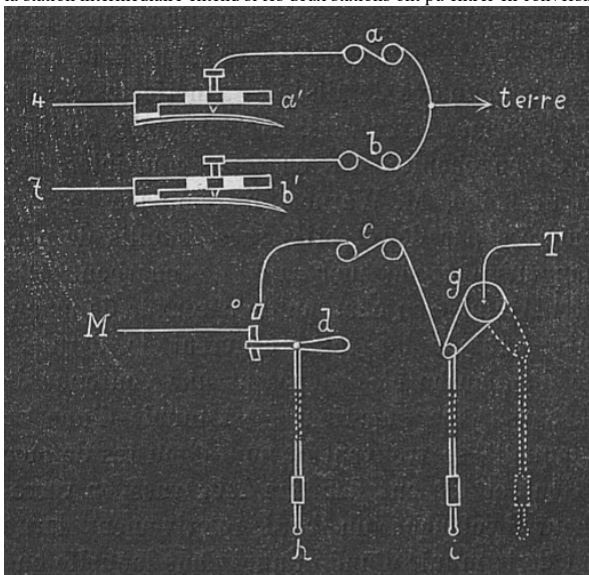
Les butoirs sont, par la ligne pointillée, en communication électrique avec la sonnerie magnéto-électrique s. L' et L'' sont les bornes des deux lignes, T est la terre et A conduit vers les appareils téléphoniques de la station intermédiaire. H est un levier à deux bras dont le bras le plus court se bifurque en deux tiges de contact qui peuvent agir sur les ressorts Z et V. Quand on meut le levier H à gauche, le ressort V est poussé à droite, quitte le butoir g' et permet au ressort V4 à entrer en contact avec g4. Des changements analogues s'opèrent quand le levier H est poussé à droite. Les trois blocs a, b et c sont munis chacun d'un parafoudre, au moyen des vis pointues v et v' qui s'approchent du bloc b jusqu'à une fraction de millimètre. Dans la position du levier H, représentée par la figure, le téléphone de la station intermédiaire est exclu, les deux stations extrêmes sont en communication directe et la sonnerie s est seule intercalée pour donner le signal de la fin d'une conversation. Quand le levier est poussé à droite la ligne L' est, par a, Z, H, en communication avec les appareils de la station intermédiaire, tandis que la ligne L'', par c, g', s, g, Z'', va à la terre à travers la sonnerie s. Dans la position gauche du levier H, la ligne L'' est en communication avec les appareils et L' va à la terre à travers la sonnerie s.

Souvent les abonnés demandent des combinaisons qui ne peuvent pas être données par les combinatoires décrits jusqu'à présent. Pour satisfaire à ces demandes, nous avons imaginé un combinateur s'adaptant à un nombre quelconque de stations et qui est apprécié à cause de la simplicité de sa manipulation.



Nous donnons par la figure ci dessus une vue perspective d'un de ces appareils, destiné à relier 10 stations avec une station intermédiaire. Dans le haut du tableau se trouvent 15 bornes dont l'une conduit aux appareils téléphoniques de la station intermédiaire, une autre au ressort avec lequel le commutateur automatique est en contact quand le récepteur est suspendu, une troisième à la terre, deux à la sonnerie et à la pile locale et les 10 autres aux 10 stations téléphoniques communiquant avec la station intermédiaire. Sur la planchette du devant de la boîte il y a en haut 10 clapets des stations, formant deux rangées de 5, et en dessous deux clapets de fin de conversation. Viennent ensuite trois commutateurs en une ligne horizontale.

Le commutateur central à grand bouton a trois positions, la gauche, la droite et la verticale. Les deux commutateurs latéraux ont chacun deux positions, la position horizontale et la position oblique. En dessous de ces trois commutateurs sont disposés 10 springjacks correspondant aux dix clapets. Deux paires de cordons pendant du fond de la boîte et se terminant en fiches complètent l'arrangement. Quand tout est au repos, les clapets sont fermés, les commutateurs latéraux sont dans leur position horizontale, le commutateur central regarde à gauche ou à droite, les quatre cordons pendent. La position représentée est prise au moment où la station 4 est en communication avec la station 7, et en outre la station intermédiaire entend si les deux stations ont pu entrer en conversation.



Cette figure explique l'arrangement intérieur, a et b sont les clapets des stations 4 et 7, a' et b' les springjacks y appartenant, c est le clapet gauche de fin de conversation (clearing-out relay), d est le commutateur gauche, g le commutateur central, h et i représentent la paire gauche des cordons, M conduit au ressort de contact o du commutateur automatique, de l'appel magnéto-électrique, T conduit au téléphone de la station intermédiaire. Supposons que la station 4 veuille parler avec la station 7. Le clapet a tombe. La station intermédiaire place la fiche i (le commutateur g étant sur i) dans le spring jack a' et demande à la station 4 ce qu'elle veut. La communication avec la station 7 étant demandée, la station intermédiaire place la fiche h dans le spring jack b' et, tenant toujours son récepteur à l'oreille, elle sonne d'abord la station 7 avec l'appel magnéto-électrique et place alors le commutateur d sur o. Quand les deux stations 4 et 7 se sont rencontrées, la station intermédiaire s'exclut en tournant le commutateur g à droite. Pendant que les stations 4 et 7 conversent entre elles, on peut encore établir une seconde communication avec la paire droite de fiches, mais pour s'exclure des 4 stations à la fois il faut que la station centrale place le commutateur g verticalement. Tous les clapets, en tombant, ferment le circuit de la pile locale et de la sonnerie. Pour rendre nos indications plus claires nous avons, dans la figure, supprimé ces communications.

1880 Système de poste téléphonique, de M. C. Delou.

Ce système, construit par **M. Breguet**, fonctionne déjà depuis plusieurs mois dans plusieurs hôtels et usines à la satisfaction, paraît-il, de ceux qui l'emploient. En voici la description que nous en envoie l'auteur.

« La disposition du poste consiste en une simple boîte en forme de **tabernacle**, destinée à être posée contre un mur, sur un bureau, etc. Elle renferme la sonnerie, et reçoit le **téléphone**, un simple **Bell**. Mais la porte de la boîte est construite de telle sorte qu'elle butte contre la couronne du téléphone, lorsque celui-ci est mis à sa place dans la Boîte; c'est le téléphone qui sert d'arrêt à la porte. Lorsque le téléphone est retiré de la boîte, la porte peut s'enfoncer un peu davantage, de 11/2 à 2 centimètres de course en plus. La porte de la boîte est rappelée par un ressort qui tend à la fermer, et ce même ressort, introduit dans le circuit, joue le rôle de commutateur, en sorte que la pression qui ferme la boîte sert en même temps à assurer les contacts. Le commutateur reçoit donc son mouvement de la porte. Il est susceptible de trois positions, et vient toucher successivement trois contacts.

« Lorsque le téléphone est dans la boîte et celle-ci fermée par son ressort, le commutateur touche au contact du milieu qui correspond à la sonnerie. Si donc le correspondant attaque par sa pile, le courant envoyé par lui arrive par la ligne, va au ressort du commutateur, de là au contact de la sonnerie, à la sonnerie, enfin au bouton de terre.

« Si on ouvre la boîte pour prendre le téléphone, le commutateur abandonne le contact de sonnerie et passe à celui de pile. Le courant de la pile du poste arrive à ce contact, passe dans le ressort, de là à la ligne, et va attaquer la sonnerie du correspondant.

« Le téléphone étant en main, la boîte refermée par l'action de son ressort, la porte, n'étant plus butée par le téléphone, va plus loin, et le commutateur touche au contact de téléphone. Les courants téléphoniques s'échangent directement, un des fils du téléphone étant en rapport avec la ligne par le commutateur, l'autre avec le bouton de terre. Il suit de là que, sans avoir même connaissance des manœuvres accomplies, les correspondants font jouer les commutateurs.

« Je veux parler : il faut bien que j'ouvre ma boîte pour prendre mon téléphone. Par cela même que je l'ouvre, j'attaque la sonnerie de mon correspondant. Celui-ci vient, ouvre à son tour sa boîte ; mais son courant ne va pas à ma sonnerie ; car, ayant pris mon téléphone en main, et la boîte étant refermée, c'est mon téléphone qui est dans le

circuit ; mon correspondant prend son téléphone, et laisse refermer sa boîte : son téléphone est aussi dans le circuit, et nous correspondons.

« Si au contraire c'est mon correspondant qui m'attaque, mon commutateur étant sur sonnerie, je reçois son appel, je viens, j'ouvre ma boîte, je prends mon téléphone et le porte à mon oreille pour recevoir son message. Lorsque les interlocuteurs ont fini leur conversation, au moment où ce dernier renferme son téléphone dans la boîte, un coup de sonnette retentit, et il est cette fois le signal de la fin de la correspondance. »

Quant aux piles, malgré maints efforts, l'élément Leclanché à plaques agglomérées n'est pas encore détrôné. Ce système de pile présente, tant d'avantages qu'il sera difficile de trouver quelque chose qui s'adapte mieux aux besoins de la téléphonie. Les nouvelles piles qui sont recommandées par ci par là ne sont presque toujours que des modifications de la pile Leclanché où la nouveauté se restreint à la forme ou à quelques moindres détails. Les Américains ont indiqué quelques formes heureuses, des couvercles en bois goudronné ou en ébonite, des charbons multiples, etc. Un inventeur belge, M. Warnon, a remplacé les plaques agglomérées par deux petits sacs remplis de peroxyde de manganèse et de morceaux de charbon. D'autres entourent le bloc en charbon de peroxyde de manganèse à moitié hauteur du vase, couvrent le dernier d'un disque d'amiante et y déposent une couronne de zinc qui, à sa surface supérieure, est munie d'une rainure dans laquelle se trouvent quelques gouttes de mercure.

MM. Gent et Cie ont donné à leur vase en verre pour l'élément Leclanché un bord relativement large qui permet de le munir d'une rainure dans laquelle on verse un liquide isolant, par exemple de la glycérine ou de l'huile. Ce liquide est censé empêcher le grimpement des sels en dehors du vase. Plusieurs essais ont été faits pour construire des piles soi-disant sèches et hermétiquement fermées, se basant sur le principe Leclanché.

Il paraît que la nouvelle matière appelée cofferdam facilite beaucoup la construction de ces piles.

Nous mentionnons celles de M. Wolf et de M. le Dr. Gassner.

Le vase extérieur de ces piles est le pôle négatif. Les deux systèmes ont été essayés par nous, l'élément Gassner a surtout donné de bons résultats, sa résistance intérieure n'était que de 0,4 ohms et sa force électro-motrice de 1,45 volts. Reste à savoir quelle durée aurait ces éléments. On pourrait citer encore une série de modifications plus ou moins utiles, mais nous les passons sous silence, le mérite de beaucoup d'entre elles étant bien discutable.

Nos expériences avec plus de 8000 éléments Leclanché nous ont démontré que cet élément demande des matières de toute première qualité pour qu'il fonctionne bien. Le contact entre la borne positive et l'électrode charbon laisse quelquefois à désirer si la tête en plomb n'est pas appliquée avec beaucoup de soins.

Les plaques agglomérées qui sont simplement cuites au lieu d'être comprimées au moyen d'une presse hydraulique, ne valent pas grand chose. Les zincs doivent être d'un métal aussi pur que le commerce peut le fournir et l'amalgamation doit s'opérer avec du mercure vif. La pureté du sel d'ammoniaque est d'une importance prépondérante. Nous avons essayé maints échantillons de sels soi-disant purs et toujours le zinc était attaqué à circuit ouvert; nous ne sommes parvenus à des résultats satisfaisants qu'en employant du sel d'ammoniaque pharmaceutique. Pour les brides aussi, toute matière inférieure à la première qualité de la gomme de Para est à rejeter. Sur un nombre de 6000 éléments Leclanché nous avons fait une statistique et constaté l'usure suivante par élément et par année, si les matières sont de première qualité: zinc 26 grammes, sel d'ammoniaque 57 grammes, brides en gomme de Para 0,241 pièces.

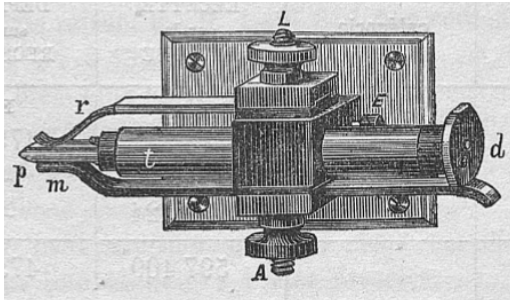
M. Roberts a construit une pile pour le service téléphonique qui diffère de la pile Leclanché surtout par son liquide. Ce liquide est une solution de permanganate de potasse et de certains sels alcalins. L'inventeur prétend que le zinc n'est pas plus attaqué à circuit ouvert que dans l'élément Leclanché, mais que la force électro-motrice est supérieure, allant de 1,7. jusqu'à 1,9 volts, tandis que la résistance intérieure ne dépasse pas 0,5 à 0,7 ohms. Il prétend, en outre, que la solution s'évapore très lentement et ne produit pas de sels grimpants. La solution a une couleur rouge-foncée qui se change en jaune quand l'élément commence à s'épuiser. Cette pile se polarise assez facilement comme toute pile à un seul liquide et ne peut donc pas fournir un courant continu. Le contact électrique entre le charbon et sa borne est assuré de la manière suivante:

Dans la partie supérieure du charbon est appliqué un trou vertical dans lequel descend la tige de la borne ; autour de celle-ci est versé un métal à l'état liquide qui s'épanouit en passant à l'état solide et établit par pression un contact entre la tige et le charbon; la tête est alors enveloppée de paraffine chaude. La pile Roberts présente un extérieur propre et est bien fermée par un couvercle.

Les parafoudres sont un accessoire indispensable des stations téléphoniques et d'une façon ou d'une autre ils ne manqueront jamais. Dans les stations américaines la protection contre la foudre est excessivement simple et peu coûteuse: une vis pointue qui est en communication avec la ligne et une plaque en communication avec la terre, quelquefois aussi deux plaques dont l'une est dentelée et se rapproche par ses pointes de la seconde plaque. Mais même ces parafoudres primitifs paraissent remplir leur but. En Suisse, les parafoudres anciens, sont encore en usage et ont fait leurs preuves. M. v. Rysselberghe a adopté pour son système de télégraphie et téléphonie simultanée un parafoudre construit d'après le système suisse à

une seule ligne; il a seulement remplacé les rainures par un papier paraffiné pour rendre l'instrument plus sensible aux moindres décharges atmosphériques. Quant à cette sensibilité des parafoudres, il y a des limites des deux côtés qu'on ne peut guère dépasser impunément. Lorsqu'ils sont trop sensibles ils se dérangent aux moindres décharges, et quand ils sont trop peu sensibles les bobines des clapets et des sonneries sont exposées à être brûlées. Il faudrait examiner chaque parafoudre au point de vue de sa sensibilité avant de le mettre en service. Pour cet examen on peut opérer de la manière suivante: On prend un petit appareil d'induction médical sans condensateur, dont on peut varier la tension du courant secondaire par la distance des bobines ou un tube en laiton ; on intercale dans le circuit primaire un élément Leclanché et dans le circuit secondaire le parafoudre à essayer et un récepteur téléphonique. On commence avec la position qui fournit les courants induits les plus faibles et on passe peu à peu aux courants plus forts. Il arrive un moment où l'espace isolant entre les deux plaques est percé, ce qui se remarque d'une manière bien distincte dans le téléphone. On peut ainsi régler tous les parafoudres à la même sensibilité.

MM. Hartmann et Braun, de Bockenheim-Francfort s./M. , ont tout dernièrement construit un petit parafoudre qui rappelle dans sa construction le parafoudre allemand à fil fusible.



Le fil de ligne entre par la vis L qui est les parafoudres en communication avec le ressort r. Ce ressort presse sur la pièce métallique p, à laquelle est soudé un fil fin et isolé, qui est enroulé en spirale dans le tube métallique t et se visse du côté droit au disque d qui presse contre la lame m et conduit le courant par A aux appareils. Quand le fil fin est brûlé, on retire le cylindre entier du tube t pour y mettre un nouveau fil. En attendant, le ressort r et la lame m font contact directement et la ligne n'a point d'interruption.

Arrangements spéciaux des stations téléphoniques.

Les stations téléphoniques doivent quelquefois répondre à des besoins spéciaux et demandent, par conséquent, des installations qui sont en dehors du cadre des appareils que nous avons décrits.

Un abonné désire, par exemple, pouvoir indiquer son retour quand il est obligé de s'absenter de son bureau ou magasin. A cet effet, M. J.-M. Pendleton a imaginé un arrangement automatique, dont l'essentiel est le suivant: A la station téléphonique est ajouté un mouvement d'horlogerie, qui est déclenché par un appel téléphonique et met en mouvement une roue à contacts. Le mécanisme s'arrête de lui-même quand une série de contacts a passé. On peut donner à la roue de contacts différentes positions, de 1 jusqu'à 12 contacts. Supposons que l'abonné espère pouvoir retourner à son bureau à 4 heures. Avant de le quitter, il place sa roue sur 4 contacts et quand un autre abonné l'appelle pendant son absence, le mouvement d'horlogerie est déclenché, la roue établit ses quatre contacts et tout s'arrête ensuite de nouveau. Les 4 contacts lancent 4 courants distincts sur la ligne et l'abonné appelant sait tout de suite qu'il serait inutile de répéter l'appel avant 4 heures. Le temps de l'abonné et de la station centrale est ainsi épargné. Le mouvement d'horlogerie peut répondre à environ 300 appels avant de devoir être remonté à nouveau et avant ce moment même apparaît sur la boîte un disque avec l'inscription "remontez."

Quelquefois les stations téléphoniques sont arrangées pour recevoir des indications exactes du temps, soit qu'à un moment donné un signal spécial arrive, soit qu'une pendule de l'abonné se trouve automatiquement mise à l'heure. M. le Professeur W. F. Barret a fait un rapport à la British Association sur son système de contrôle périodique des pendules. A la station centrale est placée une horloge normale, qui est réglée d'après les indications d'un observatoire astronomique. Cette horloge combine le circuit de l'abonné avec une pile, chaque fois que l'aiguille des minutes atteint le chiffre XII. A la station de l'abonné une pendule quelconque est disposée pour recevoir le signal de toutes les heures arrivant de l'horloge normale.

Cette pendule doit avancer de quelques secondes par heure sur le vrai temps; elle change aussi le circuit téléphonique quand l'aiguille des minutes atteint le chiffre XII et intercale à la place du téléphone un électro-aimant, dont l'armature peut agir sur l'aiguille des minutes. En conséquence de la petite avance, la pendule de l'abonné a donc déjà

ouvert le circuit de l'électro-aimant correcteur, avant que l'aiguille de l'horloge normale ait complètement atteint le chiffre XII.

Le courant passe aussitôt par l'électro-aimant de l'abonné et l'armature arrête l'aiguille des minutes sur XII. Au moment où l'aiguille de l'horloge normale est parfaitement verticale, le contact est rétabli avec le téléphone, l'armature chez l'abonné retombe dans la position de repos et l'aiguille des minutes est lâchée et recommence son mouvement. Comme cette correction se répète à chaque heure, la pendule de l'abonné ne peut jamais différer sensiblement du temps vrai. Pour avoir des indications du temps encore plus précises, à une petite fraction de secondes près du temps vrai, on peut combiner avec l'armature de l'électro-aimant un signal visible, qui facilite l'observation du moment de la rupture du courant.

Un autre système pour donner aux abonnés le temps exact est le répéteur du temps de M. Oram; l'abonné peut recevoir l'heure exacte à tout instant. Ce système intéressant est en usage dans les réseaux de Chicago et de Cincinnati.