

Arsène D'Arsonval

Jacques Arsène d'Arsonval, né le 8 juin 1851 à La Porcherie (Haute-Vienne) et mort le 31 décembre 1940 dans la même commune, est un médecin, physicien et inventeur français.

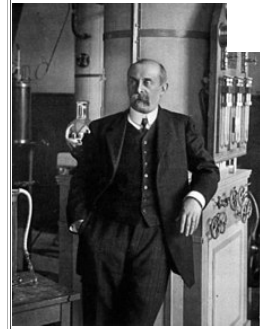
Issu de familles aristocratiques de la région, tant du côté paternel que maternel, il est le dernier de la lignée des d'Arsonval en Limousin. Il repose à La Porcherie, près de sa maison natale, dans ce Limousin qu'il a tant aimé.

La carrière scientifique d'Arsène d'Arsonval débute à la fin du XIX^{ème} siècle. Alors que la guerre franco-prussienne (1870/1871) vient de se terminer et qu'est instaurée la Troisième République, c'est le début d'une nouvelle ère en France. Les expositions universelles de 1878, 1889 et 1900 à Paris, vitrines technologiques et industrielles, permettent à la France de s'affirmer sur le plan scientifique et culturel vis-à-vis du reste du monde.

Médecin de formation, ses recherches lui valent d'être admis à l'Académie de médecine puis à l'Académie des sciences et de devenir titulaire de la Chaire de médecine du Collège de France. Génial touche-à-tout, il voit son nom associé à de multiples découvertes et appareils scientifiques.

On cite souvent la déclaration qu'il aurait faite au Congrès international des électriciens de 1881 : « Canaliser l'électricité est bien démocratiser la force. Il y a plus : transporter la force à grande distance c'est pouvoir se passer du charbon, dont les provisions s'épuisent, c'est pouvoir utiliser les forces naturelles, jusqu'ici perdues... grâce à la science, la possibilité d'hier sera la banalité de demain »

Dans ce site, nous n'allons pas raconter ici tous les travaux et études que ce médecin scientifique a réalisés, nous nous intéresserons uniquement aux travaux sur le téléphone et son origine.



Ce sont des recherches sur la surdité, qui le conduisent avec son ami **Paul Bert**, à s'intéresser à la téléphonie.

Brève biographie :

1851 juin 8 Jacques Arsène d'Arsonval naît au château de la Borie à La Porcherie en Haute-Vienne, fils de Pierre Catherine d'Arsonval, médecin, et de Marie-Louise Betzi de Beaune.(France)

1862 D'Arsonval entre au petit séminaire diocésain de Brive.

1873 oct D'Arsonval s'installe à Paris. D'Arsonval se présente au concours d'externat des hôpitaux de Paris

1874 D'Arsonval devient préparateur bénévole auprès de Claude Bernard.

1875 D'Arsonval est externe chez le Dr Bayer à l'Hôtel-Dieu à Paris. Il invente la seringue à piston plein.

1876 Arsène d'Arsonval s'investit sur l'étude des phénomènes de tension superficielle et d'osmose, d'un point de vue biologique.

D'Arsonval entreprend des recherches sur la calorimétrie en biologie dans le laboratoire de Marey, physiologiste au Collège de France.

1877 août 6 Arsène d'Arsonval présente sa thèse de doctorat. Il poursuit ses expériences sur la calorimétrie animale. Il crée un calorimètre enregistreur.

1878 Avec Bert, d'Arsonval construit un microphone à réglage magnétique.

1879 D'Arsonval, associé à Abakanowitz, crée à St-Maur-des-Fossés, le "Laboratoire Volta".

1882 Arsène d'Arsonval dirige le laboratoire de biophysique du Collège de France.

1884 Une commission officielle animée par d'Arsonval édicte les 1ères règles de sécurité à observer dans les interventions sur les réseaux de distribution électrique.

1888 D'Arsonval est élu membre de l'Académie de médecine..

1894 L'École supérieure d'électricité est créée à Paris. D'Arsonval est élu membre de l'Académie des sciences.

1902 nov 8 Le physicien Claude et les industriels Delorme et Gallier ayant mis au point un procédé industriel de liquéfaction de l'air, ils constituent avec 21 autres actionnaires la Sté Air Liquide.

1906 D'Arsonval et Bordas inventent le procédé de lyophilisation au laboratoire de biophysique du Collège de France à Paris.

1908 La Cie Générale de Radiotélégraphie est créée par la fusion des ateliers Carpentier, Gaiffe et Rochefort ; d'Arsonval en devient le Pdt.

1910 déc 27 Gaumont présente son Chronophone (Elgéphone) à l'Académie des Sciences de Paris avec l'exposé du professeur d'Arsonval.

1911 D'Arsonval et Ferrié participent aux premières émissions de TSF et aux premiers **essais de téléphone sans fil**.

1913 Avec Arsène d'Arsonval, G. Claude constate les propriétés explosives de l'air liquide.

1914 L'Etat autorise 19 stations radio expérimentales : la CGR, Ducretet-Roger, la Sté industrielle de TSF, les Chemins de fer, le CNAM, l'Ecole supérieure d'électricité, des constructeurs de l'aéronautique comme Farma et Bréguet, etc

1915 D'Arsonval, alors qu'il travaille sur les équipements électriques de transmission, montre qu'en cas de chocs électriques à haute tension une réanimation est possible par respiration artificielle.

1918 D'Arsonval est élu Pdt de l'Institut d'actinologie.

1940 déc 31 Jacques Arsène d'Arsonval meurt à La Porcherie en Haute-Vienne.



22 PARIS. Collège de France, M. le Professeur D'Arsonval. Membre de l'Institut. 1910. 1

Œuvres et publications scientifiques

«*Utilisation des forces naturelles*». Avenir de l'électricité», in La Revue scientifique, septembre 1881, n°12, p. 370-372.

«*Utilisation des forces naturelles par l'électricité*», in La Revue Scientifique, octobre 1881, n°18, p. 550-556.

«*Discussion de la commission d'électro-physiologie*», in La Revue Scientifique, décembre 1881, n°24, p. 725-729.

«*Recherches expérimentales sur les piles hydro-électriques*», 1/2, in La Lumière électrique, mars 1881, n°13, p. 246-248.

«*Recherches expérimentales sur les piles hydro-électriques*», 2/2, in La Lumière électrique, avril 1881, n°17, p. 300-303.

«*Action physiologique des courants alternatifs*», in: CR Soc Biol(1891), 43, 283-286.

«*Recherches sur la décharge électrique de la torpille*», in : J. Phys. Theor. Appl.(1896), 5(1), 149-154.

«*Interrupteur électrolytique*», in: J. Phys. Theor. Appl. (1899), 8(1), 206-209

«L'air liquide» in: J. Phys. Theor. Appl.(1898), 7(1), 497-504

«Discours prononcé à la séance solennelle de la Sorbonne», [S.l.] , [s.n.] [1933] Gauthier-Villars (Paris), 6 p., 8°, Extrait de la Plaquette du "Cinquantième de la Soc. franç. des Électriciens", novembre 1933.

D'Arsonval. Soixante-cinq ans à travers la Science de **Louis Chauvois** (de nombreux textes sont issus de cet ouvrage)

1876 Arsène d'Arsonval s'investit sur l'étude des phénomènes de tension superficielle et d'osmose, d'un point de vue biologique.

D'Arsonval entreprend des recherches sur la calorimétrie en biologie dans le laboratoire de Marey, physiologiste au Collège de France.

C'est à partir de 1877 que **Caude Bernard** décide d'étudier les échanges de température du système sanguin et charge **D'Arsonval** de se s'occuper de la partie instrumentale.

Les aiguilles thermoélectriques :

D'Arsonval a l'idée de *se servir de l'électricité* en utilisant le principe du thermocouple : deux fils de métaux différents (de coefficient de dilatation différents) soudés à une extrémité et plongés dans le milieu à étudier. Ce thermocouple donne naissance à un courant variable mesurable avec un galvanomètre.

J'ai condensé dans un schéma simple, le résultat des expériences entreprises avec Claude Bernard, à l'aide de ces différents appareils, sur la topographie calorifique. Ces expériences n'ont

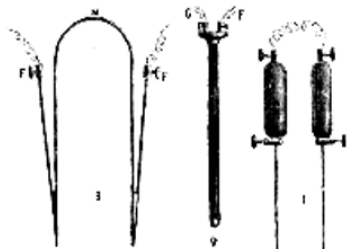


Fig. 11

*été publiés qu'après la mort de l'illustre physiologiste, grâce aux notes que j'ai pu remettre à M. Mathias Duval (voir Claude Bernard : *Leçons de physiologie opératoire*, 1878).*

La mesure des températures par l'électricité

A. D'ARSONVAL, des extraits d'un article de La Lumière Électrique, Journal universel d'Électricité, N°54, ANNÉE 1881

« Au point de vue du travail, l'être vivant est une véritable machine thermique. . .

... Le système nerveux, en excellent chef d'Etat, laisse aux cellules leur individualité et leur indépendance propres, tout en faisant concourir l'activité de chacune d'elles au bien commun de la république organique.

Un homme d'Etat puisant ses inspirations dans la physiologie générale, ferait à coup sûr d'excellente politique.

Ainsi pas une action dans l'organisme n'échappe à la surveillance du système nerveux, et chaque acte est précédé, accompagné ou suivi d'une manifestation calorifique. Me voilà, dira-t-on, bien loin de mon sujet; j'y entre en plein, au contraire. Ces préliminaires n'avaient pour but que de montrer l'immense intérêt qui s'attache à l'étude de la chaleur animale, et combien est important chaque perfectionnement instrumental qui permet d'aborder cette étude avec plus de précision.

. . . *L'électricité constitue aujourd'hui le moyen d'étude le plus parfait* et le plus délicat dont le physiologiste puisse disposer.

Cette circonstance motive suffisamment, par conséquent, la persévérance que je mets à perfectionner cette précieuse méthode, pour la voir sortir du laboratoire et s'introduire dans la clinique. D'après ce que j'ai dit ci-dessus, on comprend qu'il y ait un grand intérêt à pouvoir prendre la température des différentes parties du corps vivant, tant à la superficie même que dans les régions les plus profondes. . . Il faut que l'appareil thermométrique puisse pénétrer dans l'intérieur des organes les plus profonds, dans l'intimité des tissus, sans entraîner de douleur, lorsqu'il s'agit de l'application médicale.

Les soudures thermoélectriques se prêtent merveilleusement à ces exigences. On peut les faire d'une ténuité extrême, et leur sensibilité est telle, qu'on peut obtenir très facilement le centième de degré centigrade. C'est A.-C. Becquerel qui employa le premier cette méthode pour l'étude de la chaleur animale. Claude Bernard la reprit plus tard pour l'étude de la température du sang. Le principe de la méthode est resté le même, mais les instruments ont été perfectionnés de manière à en faciliter l'emploi. . . Une installation thermoélectrique comporte trois parties bien distinctes :

1° Les soudures exploratrices;

2° Le galvanomètre ;

3° Les appareils accessoires pour avoir des températures constantes ou pour grouper de certaine manière les sondes exploratrices. . .

Les aiguilles thermoélectriques employées jusqu'en 1876 se composaient toutes de 2 fils hétérogènes soudés par leur extrémité qui se terminait en pointe aiguë. On vernissait ces fils avec soin ; car, au contact des liquides animaux, des fils nus de métaux différents auraient donné naissance à des courants hydroélectriques rendant toute observation impossible. Ce vernis était très sujet à s'enlever, comme bien on pense, et constituait un danger permanent.

J'ai supprimé cette difficulté en remplaçant l'un des fils par un tube qui entoure l'autre fil et le protège contre les liquides animaux. On n'a plus de la sorte qu'un seul métal à l'extérieur et le danger est évité. . .

La thermométrie ne s'occupe que de la répartition de la chaleur produite; à la Calorimétrie revient l'étude de la production. C'est certainement le point le plus important.

Depuis quelques années, j'ai inventé des méthodes calorimétriques pour la physiologie qui permettent « de faire inscrire par l'animal lui-même, sans corrections et pendant un temps indéfini, la quantité de chaleur qu'il produit à chaque instant. »

Les renseignements que fournit cette nouvelle méthode, où l'électricité a sa part, sont de la plus haute importance pour la théorie et pour la pratique médicale. J'y reviendrai plus tard ».

Au début D'Arsonval se sert du galvanomètre de Thomson mais pas satisfait de ses mesures, après le perfectionnement des **aiguilles thermoélectriques**, il décide de fabriquer un galvanomètre plus performant.

Le Téléphone employé comme galvanoscope

En attendant la construction trois ans plus tard (1880) de son merveilleux instrument, l'ingéniosité de son esprit a tout de même trouvé moyen de réaliser un « révélateur de courant », un « galvanoscope » comme on dit, infiniment plus sensible que la patte de grenouille et d'affirmer la réalité des deux courants intra-musculaires, et c'est du téléphone électrique que **GRAHAM BELL** venait d'inventer qu'il a tiré ce moyen.

A lire de memorandum, rappelons que le téléphone primitif de BELL était simplement composé de deux ensembles bobinaires semblables à la partie ZN de la fig. 40, bobines formant l'une transmetteur, l'autre récepteur, et où un courant continu de pile était modulé, au transmetteur, par des déplacements de la membrane vibrante devant laquelle on parlait. Ces modulations modifiaient alors, au récepteur, l'aimantation de la tige de fer doux centrale et donc attiraient plus ou moins la membrane de l'écouteur, Cet appareillage primitif se trouva presque aussitôt perfectionné par l'introduction, comme transmetteur, du « microphone à crayons de charbon » (fig. 40) de Hughes, devant lequel on parle et qui augmente considérablement les effets magnétiques par les variations de contact des charbons ébranlés.

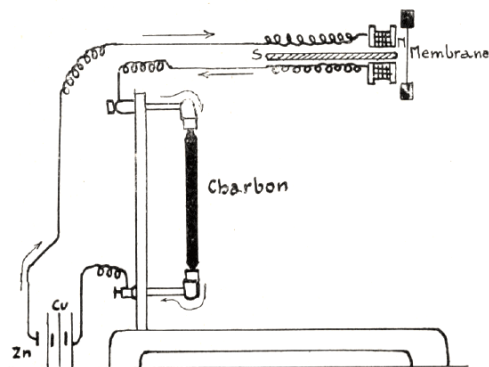
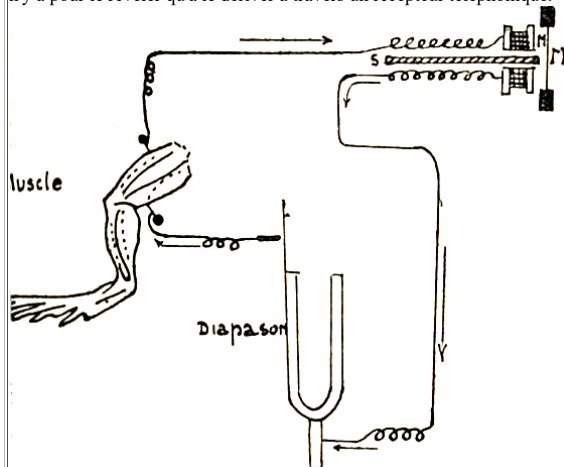


Fig. 40. — La double pièce-type du téléphone primitif de BELL, « transmetteur » et « récepteur » à bobines engainant une pièce de fer doux dont l'aimantation est continuellement modifiée par les déplacements de la membrane vibrante, est ici déjà modifiée par le microphone à charbon renforçant les effets de la parole sur la modulation du courant de pile.

Par la suite, le poste transmetteur et le poste écouteur se trouvèrent construits de pareille façon avec chacun leur microphone amplificateur dans le parleur et dans l'écouteur, ainsi que nous en usons actuellement dans nos « téléphones à grenaille ».

Donc, vers la fin de l'année 1877, M. D'ARSONVAL se dit que s'il existe bien effectivement un courant continu émergeant de la nutrition d'un muscle au repos, ce courant il n'y a pour le révéler qu'à le dériver à travers un récepteur téléphonique.



Mais puisqu'il est supposé « continuellement uniforme », on ne pourra cependant ainsi — s'il existe — le déceler sans un artifice, étant donné que la membrane du récepteur téléphonique ne peut vibrer que sous l'effet de variations, de modulations, dans l'intensité du continu. Et alors M. D'ARSONVAL se dit qu'en intercalant un diapason en vibration dont l'une des branches va faire alternativement rupteur et rétablisseur sur le fil du circuit « muscle-téléphone », s'il existe bien effectivement dans ce circuit un courant la plaque téléphonique devra vibrer à l'unisson de ces variations. Il est bien évident que si, dans le circuit, il n'existe pas de courant venant du muscle, rien ne pourra porter à la plaque les interruptions et contacts de la branche du diapason. En un mot, le résultat de l'expérience va juger de la réalité ou de la non-existence de courants dans le muscle au repos.

Or, la plaque vibre et le jeune préparateur du Collège de France peut montrer que son « galvanoscope-téléphonique » est deux cents fois plus sensible que la « patte galvanoscopique » jusqu'alors employée pour déceler des courants de faible intensité.

Aussi voit-on tout de suite son invention passer dans les laboratoires de recherches et intéresser au plus haut point les expérimentateurs.

« Mes expériences — trouve-t-on écrit dans l'exposé des Titres et Travaux scientifiques de l'inventeur — furent répétées par divers savants, et notamment par M. TARCHANNOFF, à Saint-Petersbourg, avec un plein succès, en suivant mes indications.

Ultérieurement, M. MARY fit usage de ma méthode pour l'étude de la décharge des poissons électriques et arriva facilement à prouver sa discontinuité. M. ROBIN employa également le téléphone pour l'étude de l'organe électrique rudimentaire de certains poissons.

...

Notes de M. A d'Arsonval sur les causes des courants électriques d'origine animale dits courants de repos, dans les comptes-rendus de la Société de biologie, juillet 1885

« La patte de la grenouille était considérée comme l'un des réactifs les plus sensibles aux courants électriques et employée constamment comme galvanoscope. Par une expérience très simple, j'ai montré en décembre 1877, que le téléphone est environ deux cents fois plus sensible que la patte galvanoscopique. Je proposai alors l'usage de cet instrument pour l'étude de l'électricité animale en général, et du tétanos électrique du muscle en particulier. En disposant un interrupteur vibrant, j'ai pu déceler, par le téléphone, le passage d'un courant continu, et je montrai ainsi l'existence des courants électriques musculaires et nerveux, ainsi que la variation négative. Mes expériences furent répétées par divers savants et, notamment par M. de Tarchanoff, à Saint-Petersbourg, ... »

A. d'Arsonval.

Suivront de multiples expériences que l'on peut lire dans l'ouvrage [D'Arsonval. Soixante-cinq ans à travers la Science](#) de Louis Chauvois

Exposé de M. D'ARSONVAL dans le "Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales du 2 mars 1878" communique une expérience (en 1877) relative à la sensibilité des nerfs aux excitations électriques.

On croit généralement que le nerf est l'élément organique le plus sensible aux courants électriques, et qu'il est plus sensible à ces excitations que ne le sont les appareils les plus sensibles. Il n'en est rien cependant, car le téléphone est plus sensible que le nerf aux courants induits interrompus. M. d'Arsonval a préparé à l'avance une grenouille galvanoscopique. Il excite les nerfs lombaires avec un courant induit interrompu, et constate le degré de l'appareil auquel ces nerfs sont insensibles, c'est-à-dire le degré d'intensité du courant qui cesse de pouvoir déterminer la contraction des muscles. Si alors on met le même courant en rapport avec un téléphone, on constate que la membrane de cet appareil entre en vibration. M. d'Arsonval se propose d'utiliser ce fait pour étudier différents phénomènes nerveux.

Exposé de **Marcelin Berthelot** présente l'expérience en détails à l'Académie des sciences le 1er avril 1878 :

Le téléphone est un instrument d'une sensibilité exquise. J'ai été amené à le comparer avec le nerf qui est considéré comme le réactif le plus sensible de l'électricité, depuis les célèbres expériences de Galvani. Il résulte de ces expériences que le téléphone le plus mal construit est au moins cent fois plus sensible que le nerf, pour-déceler de faibles variations électriques. Voici en quoi consiste l'expérience :

Je prépare une grenouille à la manière de Galvani. Je prends l'appareil d'induction de Siemens et Halske, usité en Physiologie sous le nom d'appareil à chariot; j'excite avec la pince ordinaire le nerf sciatique et j'éloigne la bobine induite jusqu'à ce que le nerf ne réponde plus à l'excitation électrique. Je remplace alors le nerf par le téléphone, et le courant induit qui n'excitait plus le nerf fait vibrer avec force le téléphone. J'éloigne la bobine induite, et le téléphone vibre toujours.

Dans le silence de la nuit j'ai pu entendre vibrer le téléphone en éloignant la bobine induite à une distance quinze fois plus grande que celle du minimum d'excitation du nerf; par conséquent, si l'on admet pour l'induction, comme pour les actions à distance, la loi des carrés inverses, on voit que dans cette circonstance le téléphone, cet instrument d'une si grande simplicité, est au moins deux cents fois plus sensible que le nerf.

J'ajoute que l'emploi de ces faibles courants d'induction est très commode pour régler le téléphone; on recule ou t'on avance l'aimant jusqu'à ce que la vibration entendue soit maximum.

Nous possédons dans le téléphone un instrument d'une sensibilité exquise. Il est, comme on le voit, beaucoup plus sensible que la patte galvanoscopique. J'ai songé à en faire un galvanoscope. On n'étudie que très-difficilement les courants musculaires et nerveux avec le galvanomètre de 30000 tours de du Bois-Raymond, parce que l'appareil manque d'instantanéité et que l'aiguille, à cause de son inertie, ne peut manifester de variations électriques se succédant rapidement, comme celles qui ont lieu par exemple dans le muscle lorsqu'on le tétanise. Cet inconvénient n'existe plus avec le téléphone, qui répond toujours par une vibration à un changement électrique, quelque rapide qu'il soit. C'est donc un excellent instrument pour étudier le tétanos électrique du muscle. On peut être sûr d'avance que le courant musculaire excitera le téléphone, puisque ce courant excite le nerf qui est moins sensible que le téléphone. L'instrument nécessite pour cela quelques dispositions spéciales; j'ai entrepris par ce moyen une série d'expériences sur l'électricité animale, qui feront l'objet de Communications subséquentes.

Le téléphone ne peut servir qu'à constater les variations d'un courant électrique, quelques faibles qu'elles soient il est vrai; j'ai trouvé le moyen de constater, par son intermédiaire, la présence d'un courant continu, quelque faible qu'il puisse être. J'y ai réussi en employant un artifice très simple. Je lance dans le téléphone le courant supposé, et, pour obtenir des variations, j'interromps mécaniquement ce courant par un diapason. Si aucun courant ne traverse le téléphone, il reste muet, si au contraire le plus faible courant existe, le téléphone vibre à l'unisson du diapason.

Des courants hydro-électriques ou thermo-électriques très-faibles peuvent ainsi être constatés en employant une disposition spéciale de l'instrument pour chaque cas.

D'après ce qui précède, on voit donc que le téléphone est de tous les galvanoscopes le plus sensible pour déceler la présence, soit de faibles variations électriques, soit de faibles courants continus, en se servant de l'artifice que j'indique.

Je ne doute pas que son emploi ne fournisse des résultats intéressants dans l'étude de l'électricité animale que je vais étudier par ce moyen nouveau. »

Téléphone employé comme galvanoscope Note de M. D'ARSONAL, présentée par M. Berthelot.

Le nouveau galvanoscope : appareil permettant de déceler un courant électrique, présenté le 16 avril 1880 à la société d'encouragement pour l'industrie nationale par Mr d'Arsonval :

Entre les branches d'un aimant en fer à cheval et tout autour de la pièce cylindrique de fer doux rendue fixe, peut osciller le fin bobinage conducteur de courant rendu mobile et simplement suspendu par un fil de torsion extrêmement fin. L'interaction électromagnétique courant-aimant entraîne une rotation du cadre. Le cadre porte un miroir argenté qui permet, par réflexion d'un faisceau lumineux, de faire une lecture optique sur une échelle graduée avec une très grande précision.

« C'est en 1880 que j'ai introduit, en électrométrie, les galvanomètres à circuit mobile. Ces appareils ont trois avantages bien précieux :

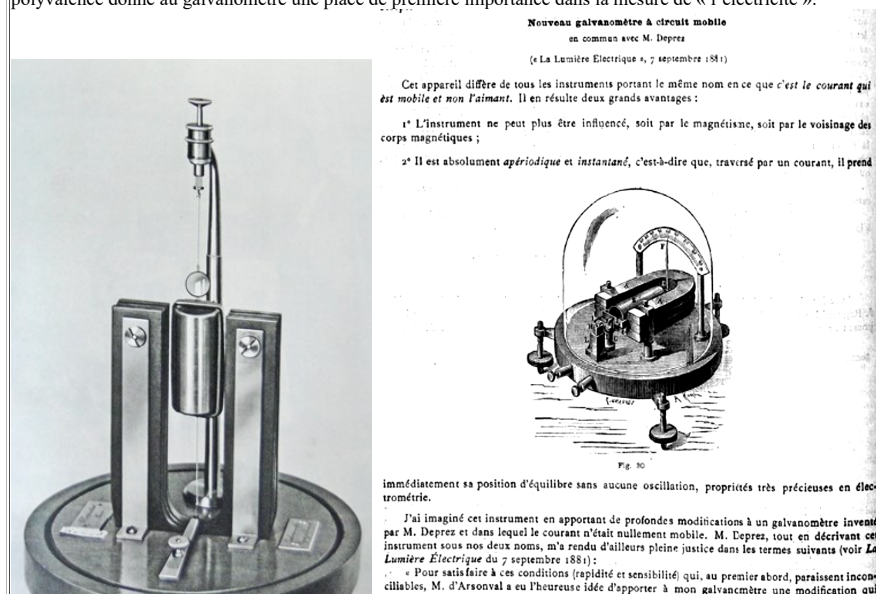
- ils sont absolument apériodiques (Se dit d'un appareil de mesure qui atteint sa position de régime sans oscillation) ;
- la partie mobile n'étant pas magnétique ils sont soustraits à l'influence du magnétisme terrestre ou des aimants voisins; le couple moteur peut être rendu très grand puisqu'il est proportionnel au produit de l'intensité à mesurer par l'intensité du champ magnétique.»

A. d'Arsonval.

Associé avec des résistors (shunts) en parallèle, le galvanomètre est un ampèremètre, et avec des résistors en série il devient un voltmètre.

Selon les caractéristiques mécaniques et électriques du cadre mobile il est utilisé en mode continu, ou impulsif.

Dans les laboratoires il peut être aussi utilisé en galvanomètre balistique, en thermo-galvanomètre, en galvanomètre différentiel, en galvanomètre « de zéro ». Cette polyvalence donne au galvanomètre une place de première importance dans la mesure de « l'électricité ».



Le galvanomètre à cadre mobile Deprez - d'Arsonval

Le galvanomètre à cadre mobile (à fil unique) encore appelé galvanomètre à corde ou galvanomètre à vibration, a permis une avancée certaine, dans la recherche conduisant aux électrocardiographes, oscillographes . .

1878 L'Exposition Universelle de Paris

Pour honorer la mémoire de Claude Bernard, le stand du Collège de France présente ses travaux à l'exposition universelle de Paris.

Arsène D'Arsonval en tant qu'organisateur présente plusieurs de ses inventions.

Il est aussi intéressé par les nombreux téléphones exposés sur d'autres stands et achète un microphone de Hugues, découverte toute récente et découvre également le phonographe d'Edison ...

La rencontre avec Paul Bert

Paul Bert, 	Né le 19 octobre 1833 à Auxerre et mort le 11 novembre 1886 à Hanoi, c'est un médecin, physiologiste et homme politique. Élève de Claude Bernard, suppléant de Pierre Flourens au Muséum national d'histoire naturelle, il étudie la physiologie de la respiration (en altitude et en plongée) et s'intéresse à la greffe et à l'anesthésie. Élu député radical à partir de 1872, lors de la crise de 1877 il est l'un des 363. (Le manifeste des 363 est une déclaration adressée le 18 mai 1877 par les députés républicains au président de la République Patrice de Mac Mahon, qui lui exprime leur opposition à la politique qu'il mène et à l'instauration du monarchiste duc de Broglie à la présidence du Conseil, alors même que la majorité de la Chambre est républicaine.) Il est ministre de l'Instruction publique et des Cultes de 1881 à 1882. Anticlérical, il est l'un des fondateurs de l'« école gratuite, laïque et obligatoire » qu'instaurent les lois de Jules Ferry, auquel il succède comme ministre de l'Instruction publique. Soutien de la politique de colonisation, il publie plusieurs manuels scolaires. En janvier 1886, il est nommé résident supérieur de l'Annam-Tonkin, en Indochine, où il meurt quelques mois plus tard des suites du choléra.
--	--

Ancien élève et préparateur de Claude Bernard devenu Docteur, à cette période, il fit connaissance avec Arsène d'Arsonval .
Paul Bert succéda à Claude Bernard au poste de professeur de physiologie à la faculté des sciences.

- En 1878 il crée "*Les Revues scientifiques*" publiées dans le journal La République. Il y publie plusieurs articles sur le téléphone :
- Le téléphone
 - Les nouvelles applications et perfectionnements du téléphone ; MM de Champvallier, d'Arsonval, salet, Du Moncel, Trouvé.
 - Le téléphone à Mercure : Antoine Bréguet.
 - Le téléphone : Hughes.
 - L'électro motographe de Edison
 - Le microphone explorateur : Chardin et Bejot , Ducretet.
 - La harpe téléphone : Gower.

Le 1er mai 1878 P. Bert est présent à Londres lors de la soirée scientifique de la Royal Society ou il y retrouve Arsène d'Arsonval. Connaissant bien tous les appareils il en déduit que :

- Le téléphone Bell est un bon récepteur mais il est un piètre transmetteur, il est trop sensible aux courants induits propagés par les sources électriques.
- Le microphone de Hughes est un excellent transmetteur mais reste un appareil de laboratoire.
- Le téléphone magnétique Gower est un bon récepteur mais le transmetteur est moins efficace que le transmetteur à charbon de Edison.
- Le microphone Edison se dérègle fréquemment.
- Edison ne réussit pas à faire fonctionner correctement son électro motographe qui se dérègle systématiquement.
- Les autres projets de microphone sont encore à l'état de projet, il faudra Août 1879 pour celui de Locht-Labye, novembre 1879 pour celui de Maiche ,juillet 1880 pour le microphone de Ader, 1881 pour Beillehache et 1882 pour Bourdin-Journaux et d'Argy.

Eté 1879 le seul transmetteur à charbon qui semble bien fonctionner est celui de Crossley.

Comptes rendus des séances de la Société de biologie de 1879 :
"M. BERT, aidé par M. d'Arsonval, a essayé de faire entendre les sourds à l'aide du microphone et du téléphone. Le premier appareil grandissait tellement les sons, les bruits respiratoires, vasculaires, du malade, que celui-ci n'entendait plus qu'un bruit continu et très-fatigant. MM. Bert et d'Arsonval ont cherché, en modifiant le réceptacle du microphone, à faire entendre à un sourd la voix d'un orateur parlant à une tribune dans les conditions ordinaires d'une assemblée parlementaire."

Afin de protéger l'invention, **Bert et D'Arsonval** déposent le **premier brevet N° 132 477 en septembre 1879** pour un "**Nouveau microphone avec réglage des crayons de charbon par attraction magnétique**".

En octobre 1879, Paul Bert envoie un article à "La Lumière Electrique" (comte Théodore du Moncel)

Avec Paul Bert, d'Arsonval retrouve le même mode de fonctionnement qu'il avait avec Claude Bernard décédé en 1878, Bert a les idées et oriente les recherches, d'Arsoval assure le côté pratique.

NOUVEAUX MICROPHONES D'ARSONVAL En commun avec **PAUL BERT**

Biologie et Journal La Nature (1879)
Au cours des recherches sur la surdité, *je fus amené, avec PAUL BERT, à m'occuper du microphone* pour essayer d'utiliser les propriétés amplificatrices de l'instrument primitif de Hughes, Comme il arrive en bien des cas, nous avons trouvé autre chose que ce que nous cherchions, par des perfectionnements successifs de notre premier appareil, nous arrivâmes à combiner différents instruments qui donnèrent d'excellents résultats pour la téléphonie pratique.

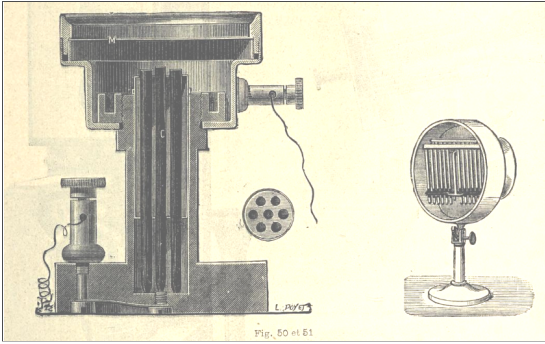
Les premiers en date sont fondés sur le groupement des contacts microphoniques en quantité : série de crayons de charbon, enfilés verticalement dans deux plaques percées de trous qui leur servent de guide,
Leur partie inférieure trempe dans un bain de mercure contenu dans le tube, et ce liquide, en exerçant une poussée égale sur chacun d'eux, constitue un ressort d'une grande douceur, La partie supérieure de des mêmes charbons vient appuyer légèrement sur un diaphragme portant un disque de charbon et qui reçoit les vibrations de la voix. La pression des charbons contre le diaphragme (et, par conséquent, la sensibilité de l'instrument) est facilement réglée en faisant varier le niveau de mercure dans le tube

Dans les modèles suivants, nous avons supprimé le mercure et utilisé simplement la pesanteur comme force appuyant les contacts microphoniques.

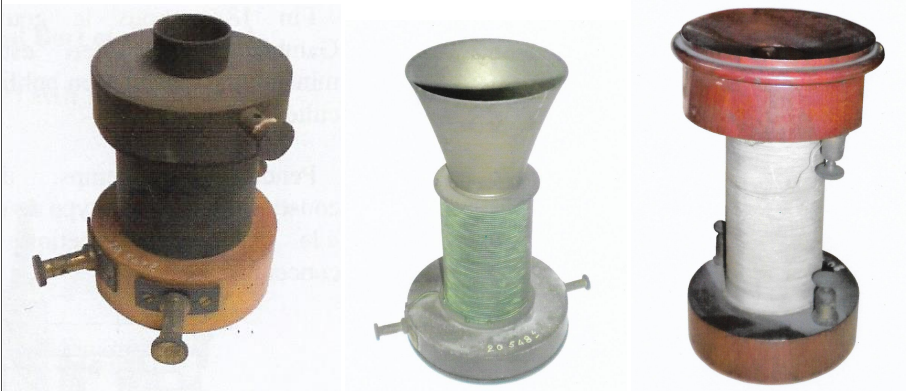
En 1879, nous en avons trouvé un qui a le double avantage d'agir dans toutes les positions et à distance ; c'est l'attraction magnétique.
Le réglage de l'effort exercé est rendu plus précis el peut s'appliquer à nombre d'instruments,
Le premier dispositif de ce réglage (celui décrit dans notre note à l'Institut) ne nous donna pas, en pratique, de bons résultats, Pensant bien que cela tenait, non au principe, mais au mode d'application, je me suis attaché uniquement à varier les modèles et j'ai complètement réussi en adoptant la disposition suivante :
Le microphone est un simple microphone Hughes vertical à quatre crayons de charbon montés sur pointes (fig. 58). Ces charbons sont entourés, ainsi que le montre le dessin, d'une chemise de fer blanc. Derrière eux se trouve un aimant en fer à cheval, qu'on peut approcher plus ou moins, et dont l'attraction magnétique règle à distance la pression des charbons.....
Des modèles spéciaux de ces appareils ont été étudiés pour résister aux chocs les plus violents ; et comme, grâce à leur réglage magnétique, ils fonctionnent dans toutes les positions, on a pu introduire le microphone dans le service des ports, des polygones d'artillerie, etc... J'ai combiné ces différents modèles sur la demande de mon éminent ami, le général BRUGÈRE, pour ses expériences de tir.
Malgré le mauvais état des hignes ils ont donné aux polygones de Vincennes, de Châlons et de Cercotles, des résultats complètement satisfaisants,
Ces mêmes appareils fonctionnent également au Palais de la Bourse, pour les transmissions téléphoniques à grande distance (Paris-Bruxelles, Paris-Reims, etc.....).

La figure ci contre représente un microphone composé d'une série de crayons de charbon, enfilés verticalement dans deux plaques percées de trous qui leur servent de guide.
Dans une première version, la partie inférieure trempe dans un bain de mercure, contenu dans le tube, et ce liquide, en exerçant une poussée, égale sur chacun d'eux, constitue un ressort d'une grande douceur. La partie supérieure de ces mêmes charbons vient appuyer légèrement sur un diaphragme portant un disque de charbon et qui reçoit les vibrations de la voix. La pression des charbons contre le diaphragme et, par conséquent, la sensibilité de l'instrument est facilement réglée en faisant varier le niveau de mercure dans le tube,

Dans les modèles, suivants, nous avons supprimé le mercure et utilisé simplement la pesanteur comme force appuyant les contacts microphoniques.



Le premier modèle février 1880 de la **Société Ducretet et Cie**



En 1880, **Ducretet** rencontre **Bert** et **d'Arsonval** et construit les premiers téléphones expérimentaux.

19 janvier 1881 **premier Brevet N° 140 690** construit par Ducretet .

Lu dans la revue La Nature de 1880

LA NATURE.

275

APPAREIL MICROPHONIQUE

RECUEILLANT LA PAROLE A DISTANCE

Au cours de recherches sur la surdité, nous nous sommes proposé de construire un micro-téléphone qui résolût le double problème suivant : d'une part, renforcer les vibrations sonores de la parole, que le téléphone ne peut qu'affaiblir en les transmettant ; d'autre part, recueillir ces vibrations à une distance de plusieurs mètres de la personne qui parle.

On sait, en effet, que l'emploi des téléphones pour la transmission de la parole exige que la bouche soit placée au voisinage immédiat de l'instrument. On a fréquemment essayé de remédier à ce grave inconvénient par l'adjonction au téléphone de microphones de divers systèmes ; mais pour des raisons multiples, tenant particulièrement au défaut de réglage des instruments, à la transmission exagérée des bruits solidiens, à la faible impression des vibrations aériennes, on n'est arrivé à aucun résultat pratique satisfaisant : d'où il suit qu'on ne peut, dans l'état actuel des choses, transmettre par une ligne télégraphique un discours prononcé à une certaine distance d'un récepteur micro-téléphonique.

Dans les recherches que nous poursuivons en commun, nous sommes arrivés à un résultat qui nous semble mériter d'attirer l'attention. Il est dû aux modifications profondes que nous avons fait subir aux microphones actuellement connus. Ces modifications portent : en premier lieu, sur la nature de l'écran qui doit recevoir les vibrations aériennes et les transformer en ébranlements moléculaires ; en second lieu, et principalement, sur le moyen de régler le contact des charbons qui constituent le microphone. La matière qui, pour la construction de la plaque réceptrice, nous a donné les meilleurs résultats, est le caoutchouc durci. Nous l'employons en plaques d'épaisseur variable ; l'épaisseur augmente ou diminue avec la surface, mais elle n'est jamais moindre de 0^m,001, sous peine de voir réparaître les sons nasillards, si désagréables dans ces sortes d'instruments. A travers cette membrane passe le charbon fixe, soutenu par une bague métallique. Le second charbon, dont les variations de pression dans son contact avec le premier devront déterminer les variations du courant, est réglé d'une manière toute nouvelle, à laquelle est dû pour la plus grande part le bon résultat de notre instrument. Ce charbon est porté par une tige de fer qui peut pivoter autour d'un axe, sur lequel elle est parfaitement équilibrée, de telle sorte que la pesanteur n'a plus nulle action sur elle. La mobilité de cette tige de fer est réglée par un aimant qui l'attire suivant son axe et qu'on peut en éloigner ou rapprocher à volonté. Lorsque l'aimant est très éloigné, la tige peut tourner indifféremment autour de son pivot. Lorsqu'il est presque au contact, l'aiguille est fortement dirigée et ne peut avoir

que des vibrations d'une très faible amplitude et d'une grande rapidité : c'est ce qui est nécessaire pour qu'elle puisse accompagner le charbon monté sur la membrane vibrante, sans jamais l'abandonner, et par conséquent sans créer d'interruptions. Les déplacements de l'aimant, très faciles à obtenir avec une grande précision, constituent un mode de réglage à la fois très délicat et très fixe, et qui pourra être employé dans beaucoup d'autres circonstances ; il est bien supérieur à celui qu'on obtient avec des ressorts quelconques, dont le poids et l'inertie présentent toujours de graves inconvénients, surtout lorsqu'il s'agit de phénomènes moléculaires.

Tel est notre microphone. Les variations de courant qu'il a engendrées actionnent, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une bobine d'induction, un téléphone récepteur. Grâce à cet appareil, les bruits stridents connus sous le nom de *crachements* disparaissent en même temps que les ruptures de courant qui leur donnent naissance dans le microphone ordinaire. Le timbre de la voix transmise ne subit qu'une très légère altération, due probablement au téléphone récepteur. On peut, en parlant à voix très basse, mais au voisinage même du microphone, transmettre la parole avec une netteté vraiment très remarquable. A haute voix, on peut se placer jusqu'à 4 mètres ou 5 mètres de l'appareil, dont la sensibilisation à l'aide de l'aimant est très aisément proportionnée à la distance. Cette première partie de notre étude achevée, la parole ainsi recueillie à distance, nous cherchons maintenant à en augmenter l'intensité au téléphone récepteur, et c'est alors que l'application au soulagement de la surdité pourra être tentée utilement.

PAUL BERT ET D'ARSONVAL.

Nouveau télé-microphone. — M. Paul Bert lit la description d'un appareil qui permet : 1° de renforcer les vibrations sonores de la parole ; 2° de recueillir ces vibrations à plusieurs mètres de la personne qui parle. Cet important résultat tient à deux modifications importantes des appareils téléphoniques ordinaires. La première consiste dans la substitution d'une lame de caoutchouc durci, et relativement épaisse, à la mince membrane employée d'habitude ; l'autre réside dans le mode de réglage des charbons du microphone. Le charbon fixe passe au travers de la lame de caoutchouc, l'autre est porté par une petite tige de fer dont la mobilité dépend de la distance à laquelle on arrête un petit aimant qui fait partie du mécanisme. L'auteur insiste sur la simplicité et la précision de ce mode tout nouveau de réglage, bien préférable aux diverses sortes de ressorts jusqu'ici proposés. Il va sans dire que les variations du courant engendré par les vibrations sont transmises à un récepteur convenablement disposé.

Parmi les effets du nouvel instrument, M. Bert signale l'absence des *crachements* et des *bruits de courant*. La voix, loin d'avoir le timbre désagréable de la plupart des téléphones, n'est presque pas altérée. On obtient une excellente transmission, même si l'on parle à voix basse auprès de l'appareil. Enfin, si l'on parle haut, on peut se tenir à 4 ou 5 mètres de la lame vibrante et obtenir néanmoins une transmission parfaite.

STANISLAS MEUNIER.

Microphones à réglage magnétique, en commun avec Paul Bert

Vu dans l'Académie des Sciences, du 15 mars 1880 et « La Lumière Electrique », de novembre 1882

Dans tout appareil microphonique, les contacts doivent être appuyés l'un sur l'autre, avec une force plus ou moins grande, suivant le degré de sensibilité qu'on veut donner à l'appareil. Dans nos précédents appareils nous avions, Paul Bert et moi, employé, soit la poussée d'un liquide, soit la pesanteur, Ce système de réglage ne permet pas de placer indifféremment l'appareil dans toutes les positions.

En 1879, nous en avons trouvé un qui a le double avantage d'agir dans toutes les positions et à distance c'est l'**attraction magnétique**.

Le réglage de l'effort exercé est rendu des plus précis et peu s'applique à nombre d'instruments. Le premier dispositif de ce réglage ne nous donna pas, en pratique, de bons résultats. Pensant bien que cela tenait, non au principe, mais au mode d'application, je me suis attaché ultérieurement à varier les modèles et j'ai complètement réussi en adoptant la disposition suivante

TRANSMETTEURS MICROPHONIQUES

DE MM. PAUL BERT ET D'ARSONVAL

L'échec principal des transmissions téléphoniques n'est pas leur manque de sensibilité, mais bien leur faible portée. En court circuit un système micro-téléphonique fonctionne en général d'une façon satisfaisante, mais aussitôt qu'on veut faire franchir à la parole une centaine de kilomètres, on se heurte à des difficultés insurmontables.

Nous nous sommes demandés à quoi tenait cet insuccès constant, et après plus de dix-huit mois de recherches, nous pensons avoir trouvé le moyen de surmonter pratiquement cette difficulté. *La cause capitale de cet insuccès persistant consiste dans la faiblesse des courants qui ont été mis en jeu jusqu'à ce jour.*

Pour conserver la sensibilité au microphone, on est obligé d'avoir des contacts très légers et par conséquent fort résistants. Il en résulte que la conductibilité de l'instrument étant très faible, on ne peut l'actionner qu'à l'aide de courants ayant une faible quantité. Si, au contraire, on augmente la conductibilité de l'instrument en appuyant sur les contacts, l'appareil perd toute sensibilité.

Le problème consiste à augmenter indéfiniment la conductibilité du microphone, tout en lui conservant son exquise sensibilité.

Un instrument réalisant ces conditions pourra être traversé par un courant de grande intensité sans présenter ni bruissement ni crachements. La parole engendrera des variations électriques d'une intensité proportionnelle à l'énergie du courant primitif.

Supposons en effet que la parole amène une variation de conductibilité dans l'instrument égale au tiers de sa conductibilité primitive : l'intensité du courant qui le traverse se trouvera affectée d'une quantité égale en sens inverse. Si l'intensité primitive du courant était 100, elle deviendra le tiers de 100 ; il y a donc tout avantage à donner à cette intensité primitive la plus grande valeur possible, et c'est ce que l'on peut faire en augmentant indéfiniment la conductibilité du microphone.



Premier modèle 1881



Second modèle 1881

Comment arriver à ce résultat, qui consiste à rendre absolument indépendantes la conductibilité et la sensibilité d'un microphone, deux propriétés qui sont intimement liées dans tous les appareils actuellement existants ?

Nous y sommes arrivés en multipliant les contacts, mais au lieu de les mettre *en tension* comme tous nos devanciers, nous les avons groupés *en quantité* ou *en dérivation*. Chaque contact se fait séparément avec une grande légèreté qui assure sa sensibilité, le courant en arrivant se divise entre tous ces contacts, qui constituent autant de microphones séparés, en diminuant la résistance proportionnellement à leur nombre.

La description des instruments fera mieux comprendre notre idée.

Le premier instrument que nous avons fait construire sur cette donnée, il y a dix-huit mois, par M. Ducretet, est figuré ci-contre (fig. 1). Il se compose d'une série de crayons de charbon enfilés verticalement dans deux plaques percées de trous qui leur servent de guide. La partie inférieure de ces charbons trempe dans un bain de mercure contenu dans le tube. Le mercure, en exerçant une poussée égale sur chacun d'eux, constitue un ressort d'une grande douceur. La partie supérieure des charbons vient s'appuyer légèrement sur une membrane métallique nickelée ou platinée qui reçoit les vibrations de la voix. Le courant entre par la membrane, descend en se divisant entre les charbons, et ressort par le bain de mercure.

La pression des charbons contre la membrane est facilement réglée en faisant varier le niveau du mercure dans le tube; *cette pression, de plus, est la même pour chaque charbon*. Par cette disposition extrêmement simple, on peut, comme on voit, diminuer indéfiniment la résistance du microphone, en augmentant le nombre des charbons, tout en conservant à chaque contact une sensibilité aussi grande qu'on le désire. Cet appareil nous a donné d'excellents résultats; néanmoins, comme il nécessite l'emploi du mercure, nous avons cherché des dispositions encore plus simples.

Étant donné le principe des contacts multiples groupés *en quantité*, la mécanique nous permettait une foule de solutions. Pour maintenir le contact entre les pièces mobiles de l'instrument,

nous avions le choix entre ces différents moyens :

- 1° La poussée d'un liquide;
- 2° Des ressorts;
- 3° La pesanteur;
- 4° Les attractions magnétiques ou électro-magnétiques.

Nous les avons tour à tour employés, soit seuls, soit combinés entre eux; et, après de nombreux essais, qui ne comportent pas moins de dix-sept dispositions différentes, actuellement nous avons donné la préférence à la pesanteur, qui a l'avantage d'être une force agissant de même sur tous les corps et dont on fait facilement varier l'intensité par l'inclinaison. Nous ne fatiguerons pas le lecteur par la description de toutes ces dispositions que M. Ducretet a exécutées d'après nos données; nous en tenons néanmoins

les descriptions et les modèles à la disposition des personnes qui pourraient s'y intéresser. Nous nous bornerons à décrire les deux modèles que nous avons cru devoir adopter comme étant les plus pratiques.

Ces deux modèles remplissent des indications absolument différentes : le premier peut transmettre la parole à grande distance, avec facilité pour la personne qui parle de ne pas être entendue de son voisin. Le second appareil, au lieu d'éviter les bruits extérieurs, saisit, au contraire, la parole ou le chant à une assez grande distance de leur point d'émission.

Le premier système se compose d'une membrane

vibrante platinée ou nickelée, sur laquelle viennent reposer normalement à sa surface une série de crayons de charbon enfilés dans des tubes nickelés. Ces tubes glissent librement dans deux anneaux percés de trous et les charbons ne dépassent leur longueur que de quelques millimètres (fig. 2). Ils sont donc très bons conducteurs de l'électricité. A travers les deux anneaux portant les tubes passe un tube central terminé à l'extérieur par un pavillon et dont l'autre extrémité vient s'ouvrir au centre de la membrane.

Les vibrations de la voix recueillies par le pavillon sont transmises à la membrane par l'intermédiaire de ce tube. La membrane repose dans une boîte de caoutchouc durci, elle reçoit le courant par sa bague de serrage. Ce courant se transmet ensuite aux crayons, de là aux anneaux, qui le conduisent au pied de l'appareil. Ce pied, entièrement métallique, porte

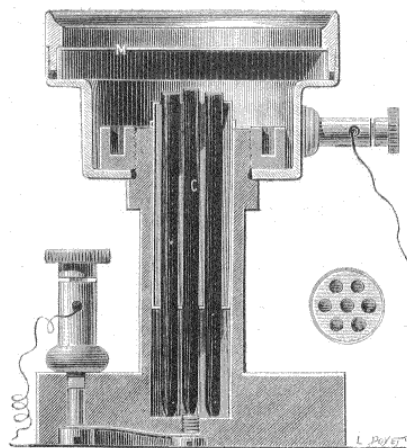


Fig. 1. Microphone de MM. Paul Bert et d'Arsonval.
M. Membrane sur laquelle on parle. — C. Crayons de charbon reposant sur un bain de mercure qui les appuie contre la membrane.

une charnière qui permet d'incliner plus ou moins l'instrument. Par ce moyen on fait varier très simplement la pression des crayons sur la membrane, et on en règle la sensibilité d'une manière très efficace. Ce microphone peut être traversé par des courants ayant une intensité de 15 à 20 webers; la voix produit sur le courant des variations d'intensité de $1/5$ à $1/2$ weber, suffisantes pour actionner plusieurs télégraphes Morse. Quant à la voix transmise, elle est parfaitement pure et d'une grande intensité.

Nous employons naturellement une bobine d'induction et actuellement des téléphones comme récepteurs. Le téléphone est loin d'être le meilleur récep-

teur convenant à ces nouveaux transmetteurs. Il est trop sensible, et avec les grandes variations électriques que nous pouvons produire, cette sensibilité nous est absolument inutile. Nous ferons connaître sans tarder un nouveau mode de réception actuellement à l'étude. Comme néanmoins les téléphones donnent d'excellents résultats, nous continuons de les employer.

Le second appareil, exactement fondé sur le même principe, se compose d'une caisse de résonance semblable à celle des instruments à corde ou d'une simple planchette légère d'ébonite ou de sapin qui porte la série des contacts (fig. 5).

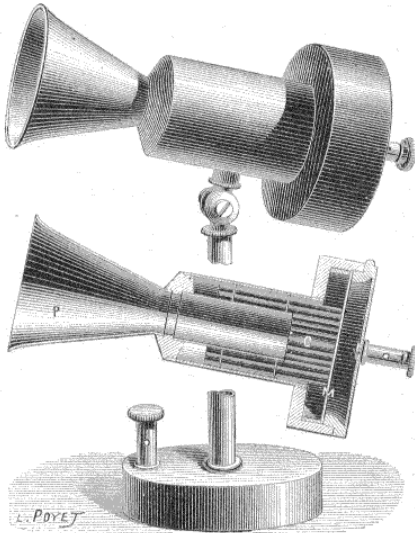


Fig. 2. Microphones de MM. Paul Bert et d'Arsonval.

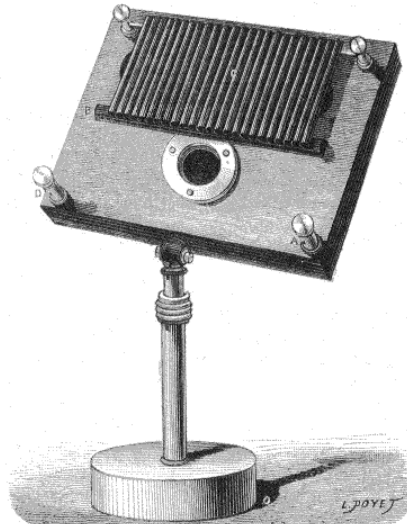


Fig. 3.

Fig. 2. — Sur une membrane isolée M, viennent reposer circulairement en anneau, une série de crayons de charbon C, enfermés dans des tubes nickelés. Les vibrations de la parole sont transmises au centre par un tube muni d'un pavillon. — Fig. 3. — Sur une boîte de résonance ou une simple planchette sont enfilés dans un axe commun les crayons métalliques C qui reposent sur le charbon B. Le courant entre par A, traverse C, où il se divise, se concentre sur B et ressort en A.

Ces contacts consistent en une série de petits cylindres nickelés qui, enfilés sur un axe commun métallique, pendent verticalement sur une des faces de la boîte. Leur mouvement est indépendant, et chacun d'eux vient s'appuyer sur une baguette transversale de charbon à lumière servant de collecteur et qui reçoit les vibrations de la caisse de résonance ou de la planchette. La pression de ces crayons sur le collecteur est plus ou moins forte, suivant l'inclinaison qu'on donne à la caisse, qui peut être montée sur un pied à charnière, ou suspendue dans une salle par les deux fils qui lui portent le courant. Le courant arrive par l'axe supérieur, se divise entre les crayons et sort par le collecteur. Le nombre des contacts peut être aussi grand qu'on le désire, ainsi que les dimensions de la caisse.

Cet appareil recueille les sons et les moindres bruits avec une merveilleuse facilité et constitue pour ainsi dire une grande oreille d'une grande finesse. Une conversation à voix très modérée est saisie à plus de dix mètres de l'instrument sans que le timbre soit altéré le moins du monde. Nous croyons que ce nouveau dispositif, qui permet d'employer des courants de quantité, pourra enfin rendre pratique la transmission de la parole à toute distance. Nous l'entendons avec nos appareils à travers des résistances qui ont dépassé 115 000 ohms et qui avaient une grande capacité. Nous avons donc tout lieu d'espérer qu'il en sera de même en ligne. C'est ce que nous allons voir sans tarder.

Dr A. D'ARSONVAL.



Exposition internationale d'électricité de 1881 : L'attraction vedette est le téléphone.

L'appareil avait déjà été présenté en 1876 à l'exposition de Philadelphie.

Le téléphone de Bell et ses variantes, tel celui de Edison, se répandent avec une extrême rapidité.

La raison essentielle en est la densité du réseau de lignes télégraphiques déjà existantes. Elles sont utilisées par le téléphone qui a d'ailleurs souvent été désigné comme un "télégraphe parlant".

Le problème est cependant celui de la résistance électrique de ces lignes et la faible intensité du signal émis.

Les cinq ans qui séparent la découverte de l'exposition de 1881 ont été mis à profit par Bell lui-même et par d'autres ingénieurs techniciens pour trouver des solutions.

Un premier "amplificateur" est utilisé au niveau de l'émetteur. Celui-ci devient un "microphone" capable de transmettre au loin les sons les plus faibles.

Sa réalisation met en œuvre une propriété du graphite dont la découverte est attribuée à l'Américain David Hughes. L'intensité du courant débité par la pile varie donc au gré des vibrations et son intensité est bien plus forte que celle du faible courant produit dans la bobine inductrice initialement proposée par Bell. Dès lors la résistance des fils de la ligne télégraphique n'est plus un problème.

Plusieurs microphones **Darsonval et Paul Bert** sont ainsi présentés à l'exposition, celui à mercure et ceux fonctionnant par la pesanteur, qui comportent une série de tubes de graphite soumis à une pression réglable.

Cette même année 1881, A. d'Arsonval fait partie de la chancellerie à laquelle est confiée l'organisation du Congrès International des électriciens, ouvert à Paris le 15 septembre 1881, sous la présidence du Ministre des Postes et des Télégraphes, Adolphe Cochery.

Enfin qu'au même moment se tient l'Exposition International d'électricité, ce Congrès, avec sa commission d'électrophysiologie, est en quelque sorte, une « rampe de lancement » pour le préparateur du cours de médecine au Collège de France.

En 1882 Paul Bert devenu ministre de l'Instruction publique et des Cultes propose à A. d'Arsonval de créer un laboratoire de faculté pour honorer la mémoire de Claude Bernardet de lui en confier la direction avec Brown-Séquard. Paul Bert le 13 janvier 1882 crée au Collège de France le laboratoire de physique biologique rattaché à l'école pratique des hautes études. Peu de jours après le 26 janvier car le président Gambetta démissionne du gouvernement.

C'est un nouveau départ pour d'Arsonval qui va enseigner au Collège de France. Il s'installe dans les locaux rue de la Montagne Sainte-Geneviève juste à côté du magasin de la Société **Lenczowsky**, spécialisée dans la fabrication d'instruments de précision et d'électricité. Société qui vient d'obtenir une médaille d'argent à l'exposition internationale d'électricité de 1881.

1882 Téléphone magnétique à pôles concentriques :

The image displays four views of a vintage doorbell. The front view (left) shows a brass-colored bell with a black base and a silver-colored ring. The back view (second from left) shows the mounting bracket and internal wiring terminals. The top view (third from left) shows the internal mechanism, including a small circular dial and two screws. The side view (right) shows the bell's profile and the text 'SPRING' on the base.

L'aimant du **récepteur d'Arsonval** (fig. 5) est un anneau brisé (fig. 6). Sur l'un des pôles est vissé un noyau de fer doux qui supporte une bobine de 200 ohms de résistance.
(Anneau brisé ou appelé anneau en fer à cheval)

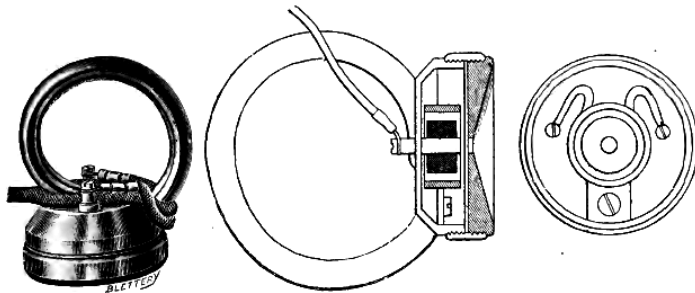


FIG. 5. — Récepteur d'Arsonval.

FIG. 6. — Récepteur d'Arsonval. — Détails de construction.

Sur l'autre pôle est fixé un anneau de fer doux entourant la bobine, dont les spires sont ainsi comprises entre les deux surfaces polaires de l'aimant.

Le boîtier est en laiton nickelé; il supporte la plaque vibrante en tôle étamée, dont le diamètre est de 61 mm et l'épaisseur de 0,31 mm. Le couvercle est garni d'un pavillon en ébonite. Ce récepteur est construit par la maison [L.Digeon et Cie](#) ou par la maison [Lenczowski](#).

Le poste micro-téléphonique mobile :

Le microphone est un simple microphone Hughes vertical à quatre crayons de charbon montés sur pointes.

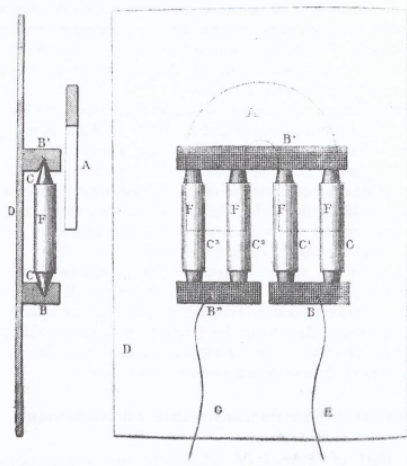
En 1879 d'Arsonval et Bert doivent améliorer leur système pour rivaliser avec le microphone de Ader et espérer être présent lors de l'adjudication qui sera faite pour équiper le réseau de l'état.

Le 3 mai 1882 Bert et d'Arsonval déposent le brevet N° 148 748 pour "un nouveau système de transmetteur microphonique".

Les charbons sont entourés ainsi que le montre le dessin, d'une chemise de fer blanc.

Derrière eux se trouve un aimant en fer à cheval, qu'on peut approcher plus ou moins, et dont l'attraction magnétique règle à distance la pression de charbons.

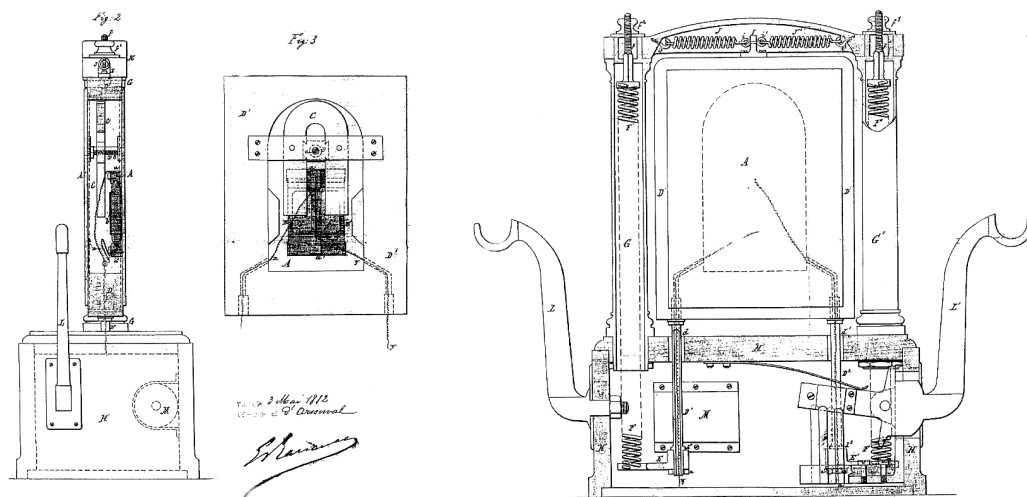
Ce modèle est décrit dans la revue "La lumière électrique" du 11 novembre 1882.



Paul Bert et d'Arsonval imaginent un nouvel appareil d'abord construit chez [Lenczowski](#) en été 1882 et présenté dans le brevet du 3 mai 1882, N° 148 748. Ce poste est aussi conçu et construit par [De Branville](#).

Les deux constructeurs proposent d'équiper l'appareil avec les nouveaux récepteurs, mais *il est généralement livré avec les tubes acoustiques*.

Le style rappelle un **miroir orientable** que l'on trouvait dans les chambres à cette époque.



D'Arsonval conserva l'appareil numéroté N° 2 et est encore conservé au musée d'Arsonval à la Porcherie, (donné par le Collège de France qui en avait hérité).

Parmi les collectionneurs il existe deux exemplaires le N°5 appartenant à **Claude Fiengo** en photo ci dessous et le N°11 celui de **Jean Godi**.



Modèle N° 5 Lenczowski 1882



N° 11 De Branville 1882-1883



Détails du modèle N° 5

Il est encore muni d'un écouteur interne posé sur le fond en bois et la pièce métallique filetée pour raccorder le Y des tubes acoustiques (il a été trouvé sans écouteurs, sans le Y et les tubes acoustiques).

MICROPHONES A REGLAGE MAGNETIQUE En commun avec PAUL BERT

Exposé à l'Académie des Sciences, 15 mars 1880, et La Lumière Electrique, 11 novembre 1882.

Dans tout appareil microphonique, les contacts doivent être appuyés l'un sur l'autre, avec une force plus ou moins grande, suivant le degré de sensibilité qu'on veut donner à l'appareil. Dans nos précédents appareils, nous avons, PAUL BERT et moi, employé, soit la poussée d'un liquide, soit la pesanteur,

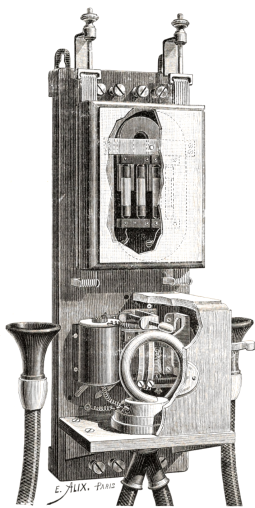


Fig. 58. — Premier microphone d'ARSONVAL-PAUL BERT, à crayons de charbon trempant dans un godet de mercure.



modèle mural 1882 avec écouteur interne en fer à cheval et tubes acoustiques.

Fig. 58. — Premier microphone D'ARSONVAL-PAUL BERT, à crayons de charbon trempant dans un godet de mercure.

Ce système de réglage ne permet pas de placer indifféremment l'appareil dans toutes les positions alors d'Arsonval invente un système où les charbons sont enrobés par des chemises métalliques et attirées par un aimant afin d'éviter qu'ils ne bougent et engendrent des "crachotements".

Le microphone portatif

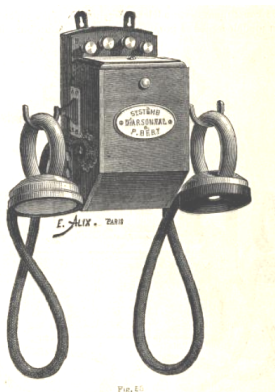


Fig. 53

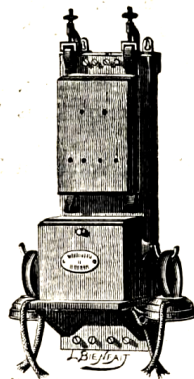
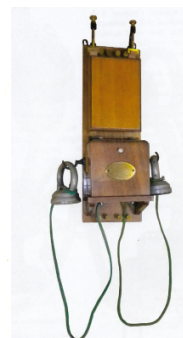


Fig. 53 bis et 53 ter



Le 27 juillet 1882, d'Arsonval met au point un système plus petit et dépose un **Certificat d'addition** à son brevet initial.

Le microphone est conçu pour fonctionner dans toutes les positions, le puissant aimant recourbé exerce une attraction sur les chemises métalliques supportant les charbons, évitant à ceux-ci d'émettre des "crachements".

C'est un Sytème qui tient dans la main, il est décrit dans "la lumière électrique" du 11 novembre 1882.

C'est un microphone à quatre charbons sur une plaque de vibrante de six centimètres de côté et qui ne pèse que 300 grammes, contenu dans une petite boîte.

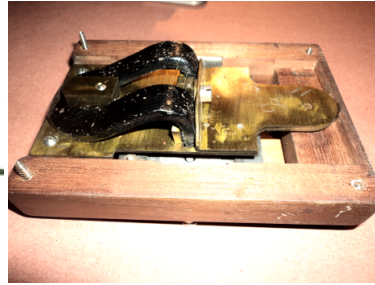
D'Arsonval pensait que cet appareil devrait intéresser les militaires et construit aussi un tout petit modèle de table.



modèle exposé au Cnam



Modèle détenu par le collectionneur Pierre Martin



Ces modèles ont été étudiés pour résister aux chocs les plus violents ; et comme, grâce à leur réglage magnétique, ils fonctionnent dans toutes les positions, on a pu introduire le microphone dans le service des forts, des écoles à feu, des polygones d'artillerie, etc.

J'ai (d'Arsonval) combiné ces différents modèles sur la demande de mon éminent ami le Général **Brugère** pour ses expériences de tir.

Malgré le mauvais état des lignes ils ont donné aux polygones de Vincennes, de Châlons et de Cercottes, des résultats complètement satisfaisants. Ces mêmes appareils fonctionnent également au palais de la Bourse pour les transmissions téléphoniques à grande distance (Paris-Bruxelles, Paris- Reims, etc.).

[Les Combinés d'opérateur](#) pour les bureaux centraux :

Lenczewski qui travaille aussi pour d'autres inventeurs : Golubitsky, Abdank, Maiche ... , est sollicité pour le marché du combiné pour équiper les "[demoiselles du téléphone](#)" des bureaux centraux.

Avec De Branville en octobre 1882 ils mettent au point un appareil portatif sous le nom de "appareil d'opérateur pour central" et remportent le marché.



Il se compose d'un microphone et d'un téléphone accouplés sur le même manche, on a ainsi une main libre.

L'administration retient aussi le "commutateur à crochet" de Jules Sieur (comme sur la photo) pour le bureau de Reims. Rappelons que Sieur vient d'inventer le système téléphonique complet : tableaux, annonceurs, joncteurs et clés, matériel plus simple que celui de la SGT ou de Brown utilisés avant sur les premiers centraux téléphoniques.

La **SGT** mécontente des décisions de l'Etat et que leur matériel n'a pas été retenu, est très inquiète à propos de leur renouvellement de concession prévue en 1884.

Alors la société représentée par le **Armengaud Jeune**, ingénieur conseil et expert en brevets, intente un procès aux principaux constructeurs de téléphone en novembre 1882.

Ce procès est raconté, sur ce site, dans l'[histoire du téléphone en France](#).

La société Lenczewski qui a obtenu une médaille d'argent à l'exposition de 1881, en attendant le procès c'est l'interdiction de commercialiser ses appareils en France.

Lenczewski se retire des affaires et cède ses parts à de Branville le 31 janvier 1883.

Depuis 1882, certains constructeurs ont jeté l'éponge et ne fabriquent plus de téléphones pour les réseaux urbains : Beillehache, Portevin, Corneloup, Desruelles, Fotenilles et la société anonyme d'éclairage et de chauffage de Nice et Loch-Labye ne commercialise plus en France.

D'autres sociétés ne sentent pas inquiétées par les menaces comme Bréguet et Mildé continuent à équiper les réseaux de l'Etat; Reste Maiche et Journaux dans l'attente du verdict du procès en cours.

Le **8 avril 1884** suite à une contre expertise pour examiner la validité des brevets Edison, le rapport attribue un certain nombre de découvertes de Edison, mais ne considère comme contrefaits que les appareils saisis qui étaient munis d'une bobine d'induction.

En attendant la fin du procès, de Branville en profita pour fabriquer de un nouvel appareil poste micro téléphonique sans bobine et toujours équipés de récepteurs et transmetteur Bert et d'Arsonval, et aussi un plus petit modèle avec de plus petits écouteurs surnommé "récepteur montre" et suspendus par de petits anneaux ...

Il faudra attendre 1891 pour le [procès de la SGT](#) soit rejugé en appel et qui contredit le premier jugement, Loch-Labye et la société de gaz de Nice se pourvoient en cassation. Pour continuer à commercialiser ses appareils, de Branville préféra négocier avec la SGT en reversant 5% de ses ventes et en apposant sur une plaque fixée au téléphone la mention " Licence concédée par la Sté Gie des Téléphones pour les brevets Edison".

En août 1883 d'Arsonval expose à l'exposition internationale d'électricité de Vienne et remporte un grand succès.

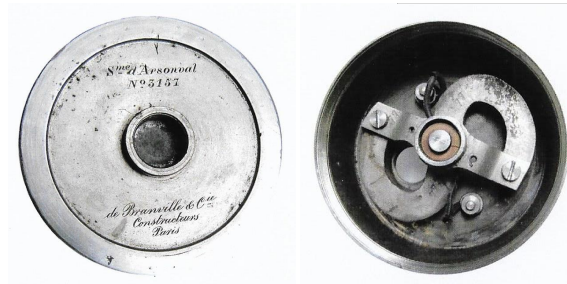
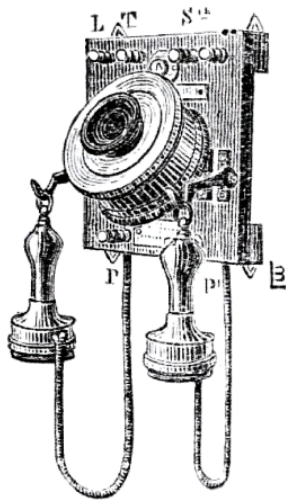
Le 12 juillet 1884 Adolphe Cochery nomme d'Arsonval "Chevalier de la légion d'honneur".

Le 5 juillet 1884 C'est le colonel Brugère qui remet à d'Arsonval les insignes de la légion d'honneur. A cette occasion, Brugère explique à d'Arsonval son souhait de perfectionner les systèmes de communication employés par l'armée.

Avec De Branville, d'Arsonval saisit l'opportunité et construisent plusieurs appareils inventés par Sieur, Abdank et d'Arsonval lui même pour répondre aux usages militaires :

- **le parleur** pour l'artillerie à microphone magnétique à pôles concentrés. 1885 certificat d'addition au brevet N° 148 598

- **le poste téléphonique fixe** : poste mural avec le parleur pour microphone et deux écouteurs Teilloux. Ce poste sera aussi proposé au public.



Le transmetteur longue distance :

Suite aux essais décevants des téléphones **Ryselberghe** ([voir Belgique](#)) pour la ligne Rouen Le Havre, de Bransville est sollicité par l'état pour fournir un appareil pouvant fonctionner sur la ligne Paris Reims.

Pour ce il faut une bobine d'induction et la [SGT](#) en profite pour attaquer en justice le ministère des P&T.

Ce modèle est équipé d'un commutateur de ligne commandé par le crochet droite, d'un bouton d'appel et de deux récepteurs à pôles concentriques.



modèle mural 1885, puis 1888



modèle de table 1885 et 1888

Avec écouteurs d'Arsonval en fer à cheval, et version "**Bitéléphone**" avec écouteurs Mercadier, version qui évoluera en 1888 pour fonctionner sur tous les réseaux de l'Etat.

Le 30 novembre 1885 Bert et d'Arsonval sont invités à l'inauguration de la ligne à grande distance Paris Reims, l'administration ayant choisi les téléphone Ader et Bert&d'Arsonval.

Détails vus dans le livre "Le Montillot"

1888 Le transmetteur D'ARSONVAL

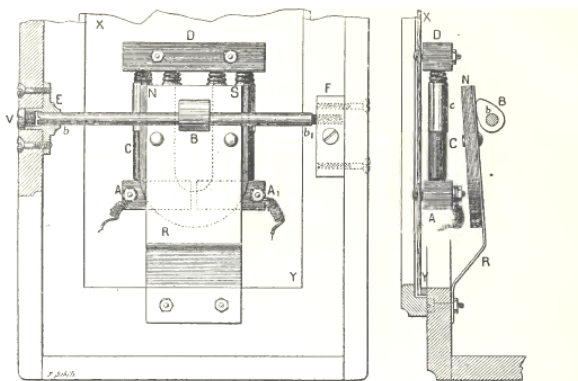


FIG. 39. — Microphone du transmetteur d'Arsonval.

— Les trois prismes de charbon A, A., 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 char bon.

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 fileté et s'engage dans un écrou F fixé à l'ébénisterie du transmetteur ; de l'autre, l'extrémité b traverse une pièce métallique E, également fixée à l'ébénisterie ; mais, si 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.

— La clé d'appel, à double fil, se compose de deux systèmes semblables à celui que représente la figure 40.

Sur la plaque d'ébonite E, fixée à la partie supérieure GG du boîtier, sont adaptés trois plots A, B, C ; l'autre face de la clé présente une disposition identique.

Dans chacun de ces deux groupes, le plot C représente le massif de la clé, A est le plot de repos, B le plot de travail.

Sur le bouton-poussoir P, sont montés deux ressorts parallèles r, r', frottant l'un sur le groupe de plots CBA antérieur, l'autre sur le groupe postérieur. Ces deux ressorts sont isolés l'un de l'autre par la pièce d'ébonite E, ; leur extrémité rK n'abandonne jamais les plots C ; mais l'extrémité r passe des plots A sur les plots B, lorsqu'on appuie sur le bouton P. Ce dernier est ramené à sa position de repos par le ressort R. Les écrous F, F', servent à attacher les fils de communication ; il en existe également trois sur le groupe postérieur, qui n'a pas été représenté.

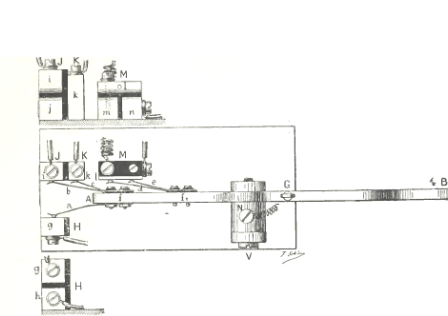


Fig. 41. — Levier-commutateur du transmetteur d'Arsonval.

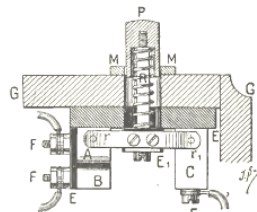


Fig. 40. — Clé d'appel du transmetteur d'Arsonval.

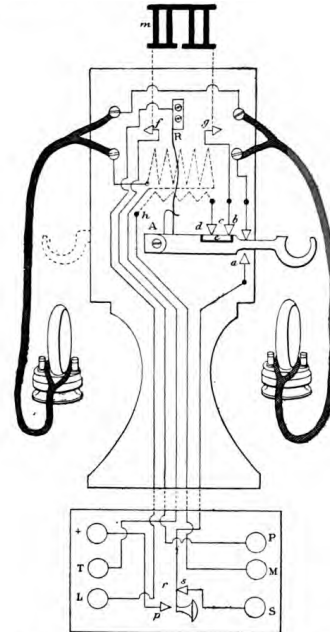


Fig. 39. — Communications du transmetteur à pied d'Arsonval et L. Bert (Position de conversation).

— Dans la figure 41 le levier-commutateur est vu en dessus.

C'est une tige métallique AB qui pivote autour de la vis à centre V. Cette tige porte cinq ressorts : a communique avec AB, b et c sont accouplés et isolés de AB par la lame d'ébonite f elles sont également accouplés et isolés de AB par la lame d'ébonite. En regard de ces ressorts, sont disposés des plots que la figure 41 représente en plan et en élévation.

Les plots H, J, sont composés chacun de deux blocs métalliques montés sur ébonite : g, h pour le plot II, i, j pour le plot J. Le plot K est entièrement en métal. Le plot M comprend trois blocs métalliques l, m, n, montés sur ébonite.

L'axe du levier AB supporte la prise de communication N ; le ressort antagoniste est accroché en G sur le levier lui-même.

Lorsque le crochet mobile est a avec g, b avec i, c avec A, d et e avec l. Lorsque le crochet est relevé pour la conversation, a est appuyé sur h, b sur j, c sur k, d sur m, e sur n.

— La figure 42 montre le diagramme des communications intérieures; elles y sont représentées vues par la face postérieure de l'appareil, comme lorsqu'on démonte celui-ci ; les bornes sont donc retournées, et le crochet mobile dirigé vers la droite.

Pour permettre de voir clairement les communications, le levier-commutateur a été figuré en plan ; il est dans la position de conversation ; de même, les ressorts de la clé d'appel ont été placés verticalement, bien qu'ils soient horizontaux.

La communication L,N est un toron de fils de cuivre qui traverse le ressort antagoniste, formé par un long ressort à boudin.

Dans la position d'appel, les plots j, h, m, n sont isolés ; les ressorts d, e, sont appuyés, sur le plot l, mais sans communication électrique.

Les courants d'appel venant de la ligne passent par L1 ... S1, sonnerie, S2 ... L2

Pour répondre, on appuie sur le bouton-poussoir P ; les ressorts r1, r2 abandonnent les plots s1, s2 et prennent contact avec les plots p1, p2, tout en restant en relation avec les plots u1, ti2. Le courant de la pile CS, ZS va sur la ligne par CS, L2 ... p2, fait fonctionner la sonnerie du correspondant et revient à ZS par L2, A, c, b, i, a2, r2, p2.

Pendant la conversation, le circuit primaire est fermé par : pile microphonique, CM ... z1, enroulement primaire de la bobine BL, y1,, ZM. Le circuit secondaire est constitué par L,, N, a, A, récepteur R2, Z3, c2, enroulement secondaire de la bobine B1 ... L2, ligne, poste du correspondant.

On voit que, dans la position d'appel, l'indépendance absolue des circuits est assurée. Le circuit primaire étant isolé en m et en n, le circuit secondaire en j et en h. Pendant que le poste reçoit l'appel, sa pile est isolée en p1 et p2 ; lorsqu'il répond, sa sonnerie est isolée en s1, et s2. L'indépendance est également obtenue pendant la conversation ; il est facile de reconnaître, en effet, que le circuit primaire est complètement séparé des deux autres ; quant au circuit d'appel, il est isolé en p1 et p2 pour la pile, et en f, g pour la sonnerie.

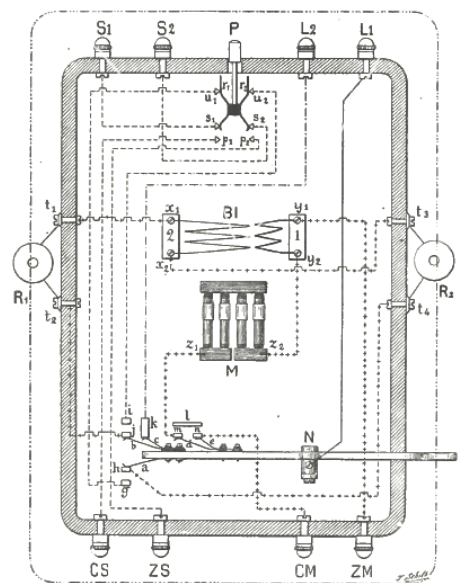


Fig. 42. — Schéma des connexions du transmetteur d'Arsonval.

— Le modèle mural et le modèle portatif, construits par la maison L. Digeon et Cie (France), sont absolument identiques sous le rapport du système d'appel et du mécanisme de commutation.

— L'appareil portatif n'est, en quelque sorte, qu'un transmetteur mural monté sur colonne. Les modèles plus récents sont équipés de récepteurs Aubry.

Enfin, en 1889, D'Arsonval perfectionnait le récepteur du téléphone BELL de telle façon que — sous le nom de « téléphone magnétique à pôles concentriques » — son invention méritait alors au Congrès de Southampton, du célèbre électricien anglais M. PREECE, l'éloge suivant :

M. d'Arsonval a, de son côté, perfectionné le récepteur BELL. Il placé la bobine dans un puissant champ magnétique de forme annulaire, de façon à concentrer sur elle les lignes de force, La bobine induite est noyée entièrement dans le champ magnétique. Les effets sont considérablement augmentés. L'augmentation de l'ampleur de la voix ne s'accompagne nullement de la perte d'articulation, comme cela a lieu d'ordinaire, la parole est reproduite sans aucun changement du timbre, D'après l'éminent directeur du post-office de Londres, cet appareil était le seul transmettant avec une parfaite netteté des consonances si variées du the anglais. Ce modèle de récepteur fut d'ailleurs à son tour adopté exclusivement sur les réseaux téléphoniques de l'Etat et pour les postes destinés à notre artillerie, et reçut différentes formes et différentes dimensions, suivant la destination.

Fin 1888, c'est la réussite, la France compte 10 837 abonnés sur 16 réseaux gérés par l'Etat et 11 réseaux gérés par la SGT.

Janvier 1889 la SGT est déclarée mal fondée en ses demandes, elle fait aussitôt appel, mais entre temps tout le monde peut proposer des téléphones avec des micros à charbon et de bobine d'induction. De Branville peut commercialiser librement ses appareils, c'est le début de la fortune pour d'Arsonval agé de 37 ans.

2 Septembre 1889 c'est la nationalisation du téléphone, l'Etat prend possession de tous les réseaux de la SGT, de Branville fait agréer 3 autres modèles : un modèle Sieur et deux d'Arsonval.

En 1892, d'Arsonval pour échapper au versement de 5% sur ses ventes à la SGT, fabrique un nouveau modèle de microphone et dépose le brevet le 11 octobre 1892 pour un "microphone à réglage électro-magnétique".

La partie microphone est la même mais la fixation de l'aimant est différente et donne droit à un nouveau brevet non attaqué par la SGT.

1893 Modèles avec écouteurs Aubry



Micro 1893

C'est en 1893 que Louis Digeon succède à de Branville et d'Arsonval lui propose de revisiter le style de ses appareils, et construit deux nouveaux modèles.

Ces deux modèles pour les réseaux urbains, avec le microphone à réglage magnétique connaissent 30 ans de succès et renforcent la fortune d'Arsonval. Le modèle sur pied très élégant, est vendu un peu plus cher que le mural.

L'organe magnétique du récepteur Aubry est un aimant circulaire dont les pôles convergent vers le centre.

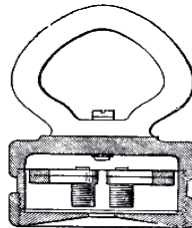
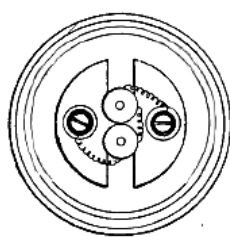


FIG. 8. — Récepteur Aubry. Détails de construction.



Sur chacun de ces pôles est vissé un noyau de fer doux qui supporte une bobine de 100 ohms. Les deux bobines, montées en série, ont une résistance de 200 ohms. Cet ensemble est assujéti sur une plaque métallique dite membrane porte-aimant ; elle est percée de deux trous pour laisser passer les deux extrémités du fil de la bobine qui vont rejoindre les bornes extérieures, isolées du boîtier métallique.

La plaque vibrante, en tôle étamée, a 61 mm de diamètre et 0,32 mm d'épaisseur. Le couvercle est muni d'un pavillon en ébonite.

Ce récepteur est construit par la maison L. Digeon et Cie.

En 1901 ce sera Gérard Mambret qui reprendra la suite de fabrication de ces modèles.

Divers documents :

La Nature du 10 mars 1883 NOUVELLES RECHERCHES TÉLÉPHONIQUES ET MICROPHONIQUES

ÉTUDES SUR LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE DES CONTACTS EN CHARBON, PAR M. SHELFORD BIDWELL. — BATTERIES TÉLÉPHONIQUES DE M. JAMES MOSER. — NOUVEAU RÉCEPTEUR MAGNÉTO-ÉLECTRIQUE DE M. D'ARSONVAL.

Peu après l'apparition du téléphone de Bell, du transmetteur à charbon d'Edison et du microphone de Hughes, qui constituent trois inventions réelles et de premier ordre, surgirent un nombre incalculable d'appareils semblables, pour ne pas dire identiques, à ces créations originales, et les téléphones et microphones de MM. X, Y, Z, se comptèrent bientôt par centaines. C'est là un phénomène naturel, qui se retrouve à chaque invention nouvelle qui réussit, soit dans le domaine scientifique, soit dans le domaine industriel; c'est en quelque sorte la sanction obligée du succès. Heureusement qu'à côté des nombreux inventeurs du lendemain, des inventeurs de seconde main, pourrait-on dire, se trouvent quelques travailleurs modestes qui savent rendre hommage à l'invention originale et s'occupent seulement de la perfectionner sans exagérer outre mesure le mérite de leurs travaux : les uns en étudiant scientifiquement le mécanisme des phénomènes jusque dans les plus petits détails, en faisant varier tous les éléments du problème pour bien connaître l'influence de chacun d'eux, les autres en perfectionnant les dispositions et la construction des appareils pour les amener à l'état pratique, multiplier leurs applications, et résoudre les nouveaux problèmes posés chaque jour par le développement de ces applications.

C'est à quelques recherches et à quelques appareils de cette nature que nous voulons consacrer aujourd'hui une place dans La Nature.

Occupons-nous d'abord des transmetteurs microphoniques. Depuis Edison et Hughes, les innombrables transmetteurs à pile construits par les inventeurs sont constitués par des contacts en charbon, variables dans leurs dispositions, leur nombre et leur groupement.

Quelles tentatives faites avec des contacts métalliques, des poudres semi-conductrices, n'ont pas donné de résultats bien brillants et n'ont pas, jusqu'à présent, reçu d'applications. M. Shelford Bidwell a étudié le phénomène dans tous ses détails, et il vient de présenter le résultat de ses recherches à la Société Royale de Londres en janvier dernier.

Ses expériences ont eu pour but de déterminer quantitativement l'influence des variations de pression et des variations de courant sur la résistance des contacts en charbon et des contacts métalliques. Ne pouvant reproduire ce travail in extenso, nous signalerons ici les résultats de ces recherches, tels que M. Shelford Bidwell les a résumés dans sa communication.

1° Contacts en charbon.

Les changements de pression produisent, des variations de résistance proportionnellement plus grandes lorsque la pression est petite que lorsqu'elle est grande. Les variations de résistance sont relativement plus grandes, avec des courants faibles qu'avec des courants puissants. Les changements d'intensité du courant produisent proportionnellement de plus grands changements de résistance avec de faibles courants et des pressions légères qu'avec des courants intenses et de grandes pressions. Lorsque la résistance d'un

contact en charbon a été diminuée par une augmentation de pression, elle reprend très approximativement sa première valeur lorsque cette pression cesse. Le passage d'un courant dont l'intensité ne dépasse pas une certaine limite dépendant de la pression produit une diminution de la résistance d'autant plus grande que le courant est plus intense. Lorsque le courant dépasse une certaine limite, la résistance du contact est alors augmentée d'une manière permanente, et d'une quantité d'autant plus grande que la pression est elle-même plus grande. A moins de dispositions spéciales qui maintiennent le courant constant, la diminution de résistance qui résulte de l'augmentation de pression est plus grande que celle due à l'augmentation de pression seule; elle est due aussi en partie à l'augmentation d'intensité du courant. Il n'est pas prouvé que la diminution de résistance qui est la conséquence d'une augmentation de courant, puisse être attribuée à l'effet de la température.

2° Contacts métalliques.

Dans le cas du bismuth, et probablement aussi dans le cas d'autres métaux, la résistance est d'autant plus grande, pour une pression donnée, que le courant est plus faible. Une augmentation de courant est accompagnée d'une diminution de résistance, et si le courant est ramené à son intensité première, la résistance varie peu et ne reprend sa première valeur dans aucun cas. Une augmentation de pression produit une plus grande diminution de résistance avec des pressions faibles qu'avec de grandes pressions, et avec de faibles courants qu'avec des courants intenses. La résistance affaiblie par une augmentation de pression ne reprend pas sa valeur première lorsque l'excès de pression est enlevé. La manière si différente dont se comportent les contacts métalliques et les contacts en charbon sous l'action des variations de pression et de courant expliquent parfaitement la supériorité de ces derniers et leur emploi exclusif dans les transmetteurs microphoniques aujourd'hui en usage. Les principes si simples mis en lumière par les expériences méthodiques de M. Shelford Bidwell permettront de grouper plus scientifiquement et plus rationnellement qu'on ne l'a fait jusqu'ici, les contacts multiples pour les placer dans les meilleures conditions de fonctionnement et utiliser le mieux possible leurs variations de résistance dans chaque cas particulier, suivant la nature de la source électrique, celle des sons à transmettre et la longueur de la ligne, éléments qui influent dans une si grande mesure sur les variations de résistance des contacts et sur l'intensité du courant qui les traverse.

On se rappelle les expériences d'auditions théâtrales téléphoniques faites par M. Clément Ader à l'Exposition d'électricité de 1881, expériences qui furent, sans contredit, le plus grand succès de cette Exposition. La transmission s'effectuait à l'aide de 10 transmetteurs Acier, et de 10 lignes doubles (20 fils), dans 80 récepteurs Ader, ce qui permettait de faire écouter quarante personnes à la fois. M. James Moser s'est proposé d'augmenter le nombre d'appareils récepteurs et de diminuer le nombre de lignes et il est arrivé au résultat suivant : transmettre la parole et la musique à cent téléphones à la fois à l'aide d'une simple ligne.

Les expériences ont eu lieu l'automne dernier entre l'Hippodrome et le bureau de la Société internationale des téléphones, place Vendôme. M. James Moser a obtenu ce résultat en construisant de véritables batteries de transmetteurs, de bobines induites et de téléphones récepteurs dont il fait varier à volonté le nombre et le groupement, suivant la nature de la ligne, le nombre de récepteurs, etc. Le diagramme ci-contre (fig. 1) montre comment étaient groupés les appareils dans les expériences faites entre l'Hippodrome et la place Vendôme.

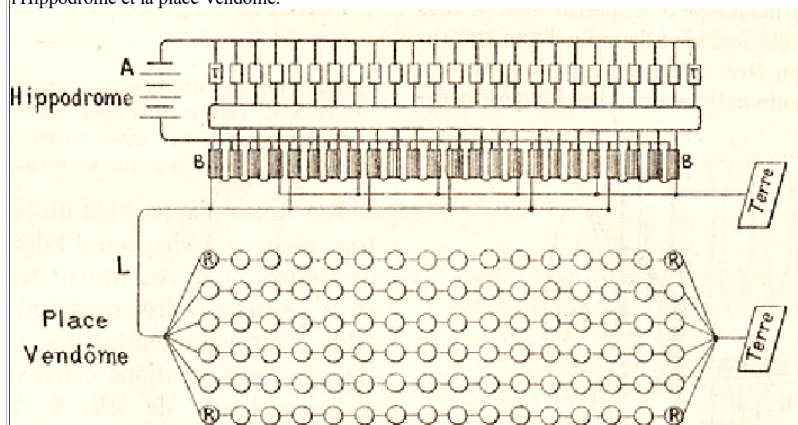


Fig. 1. — Expériences téléphoniques de M. James Moser entre l'Hippodrome et la place Vendôme.

A. Accumulateurs Faure, modèle Reynier. — T. Transmetteurs Ader (25 en dérivation). — B. Bobines d'induction. Les fils inducteurs des 24 bobines sont établis en dérivation sur le circuit des accumulateurs et des transmetteurs Ader, les fils induits forment 6 dériviatiions de quatre fils en tension reliées d'une part à la terre et d'autre part à la ligne. — L. Ligne. — R. Récepteurs Ader (6 dériviatiions de 16 récepteurs en tension).

Fig. 1. — Expériences téléphoniques de M. James Moser entre l'Hippodrome et la place Vendôme.

A. Accumulateurs Faure, modèle Reynier. — T. Transmetteurs Ader (25 en dérivation). — B. Bobines d'induction. Les fils inducteurs des 24 bobines sont établis en dérivation sur le circuit des accumulateurs et des transmetteurs Ader, les fils induits forment 6 dériviatiions de quatre fils en tension reliées d'une part à la terre et d'autre part à la ligne. — L. Ligne. — R. Récepteurs Ader (6 dériviatiions de 16 récepteurs en tension).

La source électrique se composait d'accumulateurs Faure, modèle Reynier, dont on pouvait faire varier le nombre à volonté à l'aide d'un commutateur ; les transmetteurs étaient du système Ader, au nombre de 25, et montés en dérivation. Sur le diagramme, les transmetteurs T sont représentés l'un à côté de l'autre, mais, en pratique, ils étaient disposés en cinq rangées verticales de cinq appareils, sur une planche d'environ 1 mètre de côté placée au-dessus de l'orchestre de l'Hippodrome dans une position un peu inclinée. Chaque transmetteur Ader se compose de 10 crayons disposés en deux séries en tension de b charbons en quantité, c'est-à-dire 20 contacts par transmetteur (4 en tension, 5 en quantité), soit en tout 000 contacts en charbon influencés simultanément et synchroniquement par les vibrations. Le circuit des accumulateurs et des 25 transmetteurs était fermé sur les fils inducteurs de 24 bobines d'induction identiques à celles employées par la Société générale des téléphones, montées en quantité. Le courant total dans le circuit inducteur était de 24 ampères, soit 1 ampère par bobine et 1 ampère environ par transmetteur Ader. Les 24 fils induits des 24 bobines d'induction étaient groupés en 6 dériviatiions de 4 bobines en tension et reliés, d'une part à la terre, d'autre part à la ligne unique qui établissait la communication entre l'Hippodrome et le bureau de la place Vendôme, en passant par le bureau central de la rue Neuve-des-Petits-Champs. Les 93 téléphones récepteurs Ader étaient groupés en 6 dériviatiions renfermant chacune 16 appareils en tension.

Le montage de tous les transmetteurs en quantité est dicté par cette considération, démontrée théoriquement et expérimentalement par M. J. Moser, que les variations du courant inducteur, et par suite celles du courant induit, sont proportionnelles à l'intensité du courant qu'on a intérêt à rendre le plus grand possible, sans cependant dépasser pour chaque contact microphonique, une certaine intensité au-dessus de laquelle il se produit des étincelles et des crachements. Un courant d'un ampère par transmetteur Ader correspond à 1/5 d'ampère par contact, ce qui est une bonne moyenne pour les transmetteurs de ce type. Nous ferons remarquer, en passant, que M. James Moser est arrivé, par une voie et des considérations toutes différentes et d'une manière tout à fait indépendante, à mettre en pratique les principes posés par les expériences de M. Shelford Bidwell sur les contacts microphoniques. Pour le groupement des bobines induites et des récepteurs, on serait conduit, d'une part, à monter tous les appareils en tension, pour diminuer l'influence de la résistance de la ligne, et, d'autre part, à faire au contraire un montage en quantité pour marcher à des tensions peu élevées qui réduisent l'influence des fuites ou dériviatiions et des effets électrostatiques. En pratique, on choisit une disposition intermédiaire appropriée à la nature de la ligne sur laquelle doit s'effectuer la transmission. Le même système a permis à M. J. Moser de téléphoner entre Paris et Nancy sur une ligne aérienne de 350 kilomètres de longueur, mais en groupant les bobines induites d'une manière un peu différente : trois dériviatiions seulement renfermant chacune 8 bobines en tension et 2 téléphones Goloubitzky en tension au poste récepteur. Dans le premier cas, les effets d'induction dus à l'action des lignes extérieures sont, non pas détruits, mais affaiblis dans une grande mesure, parce que l'intensité de ces courants induits n'est qu'une fraction très petite comparée à celle des courants qui agissent effectivement sur les récepteurs et qui proviennent du transmetteur multiple employé par M. Moser.

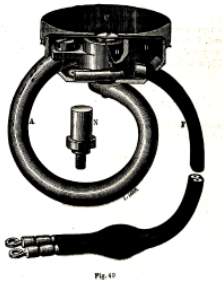


Fig. 2. — Téléphone magnéto-électrique de M. d'Arsonval.

Dans le cas de la ligne aérienne de Paris à Nancy, avec deux récepteurs, l'induction ne peut être vaincue que par l'emploi d'un double fil.

Les récepteurs téléphoniques ont aussi reçu quelques perfectionnements pendant ces derniers temps. Parmi ces perfectionnements, nous devons signaler ceux que **M. d'Arsonval** a apportés aux récepteurs magnéto-électriques, et qui l'ont conduit à faire construire par M. Leczensky l'appareil représenté figure 2.

M. d'Arsonval reconnaît que l'expérience a montré que le principe du téléphone Bell devait être conservé, mais qu'on pouvait néanmoins apporter à cet admirable instrument certaines modifications de nature à en augmenter les effets et en faciliter la construction.

Le téléphone de M. d'Arsonval n'a pas d'autre prétention que de présenter quelques-unes de ces modifications.

Lorsqu'un fil, traversé par un courant ondulatoire ou interrompu, est placé dans le voisinage d'un aimant, son action sur le champ magnétique est d'autant plus grande que le fil est placé dans une partie où le champ magnétique est plus intense. On obtiendra le maximum d'effet en noyant complètement le fil dans le champ magnétique et en rapprochant les pôles le plus possible pour augmenter l'intensité du champ dans la partie où se trouve le fil. Pour arriver à ce résultat, et placer tout le fil dans la partie où le champ est le plus intense, M. d'Arsonval a pensé à faire un champ magnétique annulaire, comme dans les électro-aimants de Nicklès, en prenant pour centre un des pôles de l'aimant tandis que l'autre pôle vient l'envelopper circulairement : la bobine est placée dans l'espace annulaire ainsi ménagé entre les deux pôles, comme le représente la figure 2.

La boîte qui supporte le diaphragme est simplement pincée entre l'aimant et le noyau central; il suffit de visser l'embouchure pour fixer la plaque vibrante. Deux cordons souples amènent le courant à la bobine, sans que l'appareil présente aucune borne extérieure.

Le téléphone complet ne pèse que 350 grammes et présente autant de puissance qu'un Gower dont le poids est beaucoup plus grand ; il transmet très nettement la parole sans en altérer sensiblement le timbre, à cause des faibles dimensions de la plaque vibrante.

En le munissant d'un pavillon, on l'entend dans toute une salle, à la condition, bien entendu, de faire usage de transmetteurs à pile.

Ajoutons que M. Leczensky construit aussi des téléphones d'Arsonval avec de l'acier comprimé de M. Clémandot. Comme cet acier comprimé peut s'aimanter sans être trempé, et que la trempe a souvent pour effet de déformer les pièces qui la reçoivent, il en résulte que les téléphones en acier comprimé sont susceptibles d'un meilleur ajustement que les mêmes appareils en acier trempé ordinaire. Tel qu'il est construit, le récepteur d'Arsonval est très maniable, très simple et très portatif, qualités qui contribueront sans aucun doute à multiplier le nombre de ses applications.

E. Hospitalier

En pdf, la publication : [EXPOSÉ DES TITRES ET TRAVAUX SCIENTIFIQUES DU Dr. D'ARSONVAL](#), PARIS 1894 :

en vue de l'élection de A. d'Arsonval à l'Académie des Sciences (Section de Médecine et Chirurgie) et de sa nomination de professeur de la Chaire de médecine au Collège de France en remplacement de M. Brown-Séquard.

Téléphone magnétique à pôles concentriques

(La Lumière Electrique, 12 août 1882, et Académie des Sciences, 7 août 1885)

Cet appareil constitue un perfectionnement important du téléphone de Bell, au double point de vue de la simplicité de construction et des effets obtenus. N° 69
J'ai démontré, contrairement aux idées reçues alors, que la force portante de l'aimant n'entre pour rien dans les effets obtenus au point de vue de la netteté et de la force de la production de la Parole par cet instrument. La seule chose qui ait de l'influence, c'est la longueur du fil noyé dans

le champ magnétique, et le nombre de lignes de force qui coupent la bobine normalement à son axe.

Par conséquent, pour obtenir le maximum de force, il faut noyer complètement la bobine dans un champ magnétique aussi intense que possible. Je suis arrivé à ce résultat en faisant un aimant annulaire dont un des pôles occupe le centre et dont le second se recourbe autour du premier; la bobine se place entre les deux et tout le fil qui la garnit se trouve ainsi soumis à l'action du champ magnétique.

Ainsi que le montre la figure 49, l'aimant se compose d'un élément de spire A dont une extrémité porte le pôle central N sur lequel se place la bobine B, l'autre extrémité porte un cylindre de fer

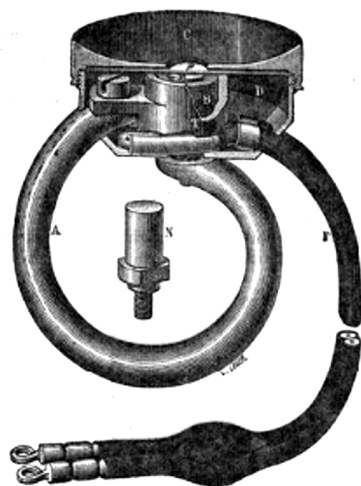


Fig. 49

T, enveloppant, de toute part, cette bobine qui se trouve ainsi noyée dans un champ magnétique annulaire très condensé.

Ce modèle a été adopté exclusivement sur les réseaux téléphoniques de l'État et pour les postes destinés à notre artillerie. Il a reçu différentes formes et différentes dimensions, suivant la destination. Voici l'opinion du célèbre électricien anglais M. Preece, au sujet de cet instrument (congrès de Southampton) :

« D'Arsonval a, de son côté, perfectionné le récepteur Bell. Il a placé la bobine dans un puissant champ magnétique de forme annulaire, de façon à concentrer sur elles les lignes de force. La bobine induite est noyée entièrement dans le champ magnétique. Les effets sont considérablement augmentés: L'augmentation de l'ampleur de la voix ne s'accompagne nullement de la perte d'articulation, comme cela a lieu d'ordinaire, la parole est reproduite sans aucun changement du timbre ».

D'après l'éminent directeur du post-office de Londres, cet appareil était le seul, transmettant avec une parfaite netteté, les consonnances si variées du *the* anglais.

Au cours des recherches sur la surdité, je fus amené, avec Paul Bert, à m'occuper du microphone pour essayer d'utiliser les propriétés amplificatrices de l'instrument primitif de Hughes. Comme il arrive en bien des cas, nous avons trouvé autre chose que ce que nous cherchions. Par des perfectionnements successifs de notre premier appareil, nous arrivâmes à combiner différents instruments qui donnèrent d'excellents résultats pour la téléphonie pratique.

Les premiers en date sont fondés sur le groupement des contacts microphoniques en quantité. La figure 50 représente un microphone composé d'une série de crayons de charbon C, enfilés verticalement dans deux plaques percées de trous qui leur servent de guide. Leur partie inférieure trempe

N° 70

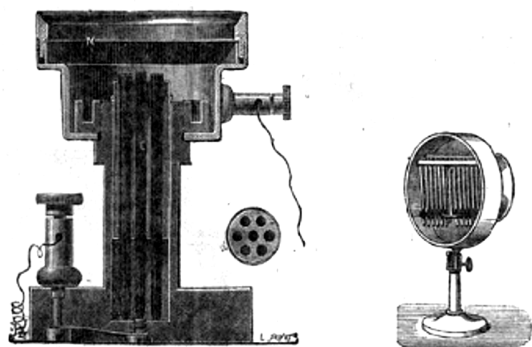


Fig. 50 et 51

dans un bain de mercure, contenu dans le tube, et ce liquide, en exerçant une poussée, égale sur chacun d'eux, constitue un ressort d'une grande douceur. La partie supérieure de ces mêmes charbons vient appuyer légèrement sur un diaphragme portant un disque de charbon et qui reçoit les vibrations de la voix. La pression des charbons contre le diaphragme et, par conséquent, la sensibilité de l'instrument est facilement réglée en faisant varier le niveau de mercure dans le tube.

Dans les modèles, figures 51 et 52, nous avons supprimé le mercure et utilisé simplement la pesanteur comme force appuyant les contacts microphoniques.

Microphones à réglage magnétique

En commun avec Paul Bert

(Académie des Sciences, 15 mars 1880 et « La Lumière Electrique », 11 novembre 1882)

Dans tout appareil microphonique, les contacts doivent être appuyés l'un sur l'autre, avec une force plus ou moins grande, suivant le degré de sensibilité qu'on veut donner à l'appareil. Dans nos précédents appareils nous avions, Paul Bert et moi, employé, soit la poussée d'un liquide, soit la pesanteur. Ce système de réglage ne permet pas de placer indifféremment l'appareil dans toutes les positions.

N° 71

En 1879, nous en avons trouvé un qui a le double avantage d'agir dans toutes les positions et à distance; c'est l'attraction magnétique. Le réglage de l'effort exercé est rendu des plus précis et peu

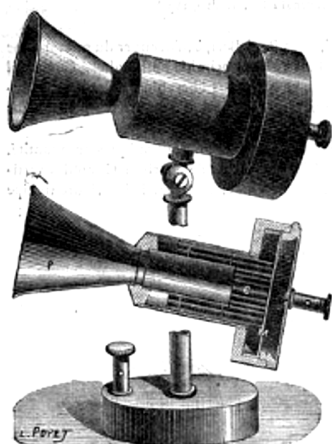


Fig. 55

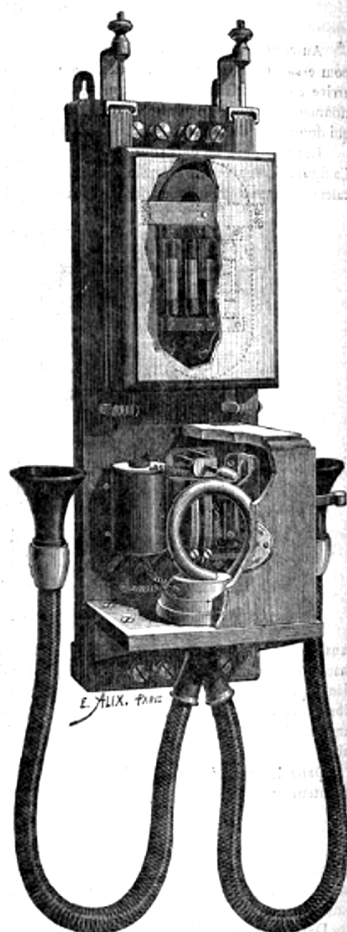


Fig. 56

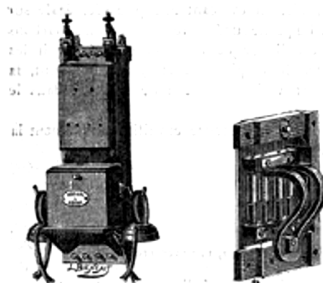


Fig. 55 bis et 55 ter

s'appliquer à nombre d'instruments. Le premier dispositif de ce réglage (celui décrit dans notre note à l'Institut) ne nous donna pas, en pratique, de bons résultats. Pensant bien que cela tenait, non au

principe, mais au mode d'application, je me suis attaché ultérieurement à varier les modèles et j'ai complètement réussi en adoptant la disposition suivante (fig. 52, 52 bis et ter) :

Le microphone (en haut de la figure) est un simple microphone Hughes vertical à quatre crayons de charbon montés sur pointes. Ces charbons sont entourés ainsi que le montre le dessin, d'une chemise de fer blanc.

Derrière eux se trouve un aimant en fer à cheval, qu'on peut approcher plus ou moins, et dont l'attraction magnétique règle à distance la pression de charbons.

Les figures 54 et 55 constituent des modèles différents du même appareil.

La figure 56 est un modèle à pied se posant sur une table ou un bureau.



Fig. 54

La figure 57 représente le modèle dit *applique*, adopté pour les réseaux de l'État ainsi que son diminutif figure 58.

La figure 59 est l'appareil d'opération pour bureau central. Il se compose d'un microphone et d'un téléphone accouplés sur le même manche, on a ainsi une main libre.

Des modèles spéciaux de ces appareils ont été étudiés pour résister aux chocs des plus violents; et comme, grâce à leur réglage magnétique, ils fonctionnent dans toutes les positions, on a pu introduire le microphone dans le service des forts, des écoles à feu, des polygones d'artillerie, etc. J'ai combiné ces différents modèles sur la demande de mon éminent ami le général Brugère pour ses expériences de tir.

Malgré le mauvais état des lignes ils ont donné aux polygones de Vincennes, de Châlons et de Cercottes, des résultats complètement satisfaisants. Ces mêmes appareils fonctionnent également au palais de la Bourse pour les transmissions téléphoniques à grande distance (Paris-Bruxelles, Paris-Reims, etc.). C'est également avec le microphone à réglage magnétique que j'ai pu constater les

phénomènes du torax et de la contractilité musculaire post mortem qu'on trouvera signalés plus bas.

Condensateur voltaïque

(Académie des Sciences, 26 janvier 1880)

N° 72 Cette appareil est une pile secondaire de Planté dans laquelle on électrolyse une solution de sul-

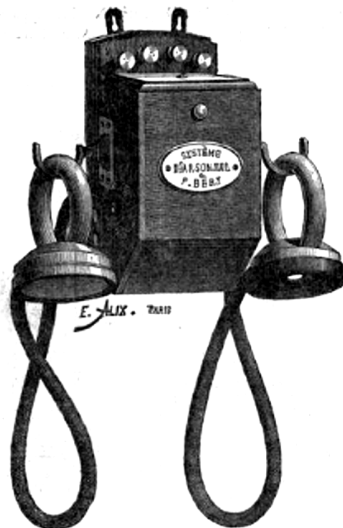
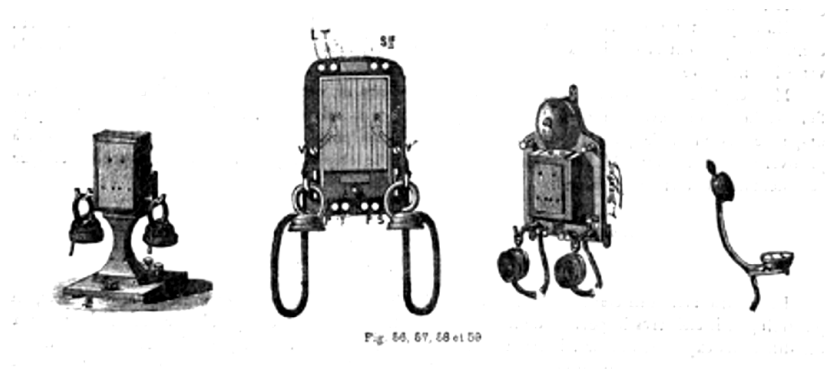


Fig. 55

fate de zinc ou de manganèse sur des lames de plomb ou de charbon. On a une force électromotrice et une capacité plus élevées.



En 1940 Arsène d'Arsonval décède à l'âge de 89 ans.

1951 la France célèbre le centenaire de la naissance d'Arsonval dans un hommage de René Sudre publié dans la [Revue des Deux Mondes](#)