

LE
TÉLÉPHONE

THÉORIE — EXPÉRIENCES — APPLICATIONS

• **CONFÉRENCES**

FAITES

A THONON ET A ANNECY

PAR

LÉON LESEUR,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

THONON

Librairie MARIE FILLION, Grande Rue, 52

1878

621.365⁵ CONFÉRENCE

L57t

SUR

LE TÉLÉPHONE

MESDAMES, MESSIEURS,

En présence d'un auditoire aussi brillant et aussi nombreux, ma tâche de conférencier serait bien difficile, si je n'étais assuré à l'avance de votre bienveillance et de votre sympathie. Permettez-moi donc, en vous remerciant de l'empressement que vous avez mis à vous rendre à mon appel, de vous demander d'être indulgents pour la forme, si le fond vous intéresse, et ne vous fait pas trop regretter de vous être dérangés pour venir m'entendre. Cette indulgence, je la réclame à deux titres : le premier, c'est que je suis étranger dans votre pays, le second, c'est que je travaille pour une bonne œuvre, à laquelle vous avez bien voulu vous associer.

1090486

27 Jan 41 JB

Gen. des P. L. 27.10.40 M. T.

Dans cette conférence, je me propose de vous parler d'un instrument nouveau, dont tous les journaux ont entretenu le public depuis quelques mois, instrument tellement merveilleux que si je l'expliquais sans vous le montrer et sans en faire l'expérience sous vos yeux, je trouverais dans cette société bien des incrédules. Cet instrument est le *Téléphone*, ainsi désigné en France, en Angleterre et en Amérique, et qui veut dire appareil qui porte la parole au loin. Les Allemands pour se distinguer des autres peuples, ont voulu faire servir leur langue harmonieuse à nommer cet appareil et l'appellent *Fernsprecher*.

Avant de vous parler du Téléphone tel qu'il se construit actuellement, permettez-moi de vous en faire en quelques mots l'histoire.

Le premier Téléphone. — Le joujou de 1873.

En 1873, à Paris, dans les huit jours qui séparent la fête de Noël du Jour de l'An, durée de la foire aux joujoux, on pouvait voir dans un certain nombre d'étalages un petit instrument composé de deux gobelets de fer blanc ou de carton, dont les fonds étaient reliés par une ficelle. Ce joujou, qui était la nouveauté de l'année, était le Téléphone dans son enfance. Il se compose, je le répète, de deux sortes de cornets dont les fonds sont formés de membranes analogues à la peau d'un tambour et parfaitement tendues. Une ficelle réunit les centres des deux fonds, et si, en tendant

cette ficelle, une personne se met à parler dans un des cornets, une autre personne appliquant le second cornet à son oreille, entend distinctement les paroles prononcées, même à voix basse, par la première.

Pour vous expliquer ce qui se passe dans ce phénomène déjà extraordinaire, je vous demanderai de vous rappeler quelques notions de physique élémentaire qui touchent à l'acoustique.

Un son est produit par la vibration d'un corps élastique, d'une corde dans le violon et le piano, de l'air dans les instruments en cuivre et dans la flûte, d'une peau dans le tambour. Réciproquement, tout son émis, produit des vibrations sur tous les corps élastiques environnants, et si nous percevons un son, c'est précisément parce que ce son, engendré par une vibration quelconque, fait vibrer à son tour la membrane que nous avons à l'intérieur de l'oreille.

Dans l'instrument qui nous occupe, la personne qui parle fait vibrer, par le son de sa voix, la membrane du fond du gobelet. Cette vibration se transmet longitudinalement par la ficelle sur la membrane de l'autre gobelet, et la fait vibrer. La ficelle, par sa tension, rend solidaires les deux membranes, de sorte que si la première vibre par l'effet d'un son, l'autre, en reproduisant les mêmes vibrations, reproduira le même son.

Cette explication donnée, vous comprendrez aisément que le son ne pourra se reproduire que si la ficelle est parfaitement tendue, de même qu'il ne sera

pas transmis s'il y a une brisure dans la ficelle par l'effet d'un support, car dans ce cas les vibrations longitudinales de la ficelle ne peuvent pas se produire.

Il en résulte que les limites entre lesquelles cet instrument peut fonctionner sont très-restreintes, et qu'il n'a eu d'intérêt que pour les enfants.

Les savants ont dédaigné de s'occuper de ce modeste joujou et cependant il méritait bien un peu d'attention, puisque par son perfectionnement il devait aboutir au Téléphone. Son apparence vulgaire a peut-être été la cause de ce dédain, car en y réfléchissant un instant, et en demandant à la physique si elle rend compte de ce qui se passe exactement dans ce phénomène de la transmission de la voix, on apprendra bientôt que bien des points restent obscurs pour les savants. Comment, en effet, expliquer cette sensibilité qui permet à une modeste membrane de peau de reproduire, non-seulement un son avec sa hauteur, mais toutes les modulations de la voix humaine, et de rendre exactement tout l'accompagnement d'une sorte de concert que nous faisons entendre, sans nous en douter, quand nous parlons ?

Je reviendrai du reste sur cette question en parlant du Téléphone de Bell.

Première apparition d'un Téléphone à l'Exposition de Philadelphie.

En 1876, à l'Exposition universelle de Philadel-

phie, il a été pour la première fois question d'un appareil qui transmettait la voix humaine à distance par le moyen de l'électricité. A l'origine même de l'invention de la télégraphie électrique, on a émis l'idée que l'on arriverait un jour à ce résultat. Mais les recherches faites dans ce but n'avaient pas abouti. Tout au plus était-on arrivé à reproduire à distance quelques notes; aussi, quand les journaux parlèrent pour la première fois de cette invention, on la prit pour une fantaisie due à l'imagination des journalistes, et on n'y fit pas attention.

Cependant un savant anglais bien connu, sir William Thomson, l'auteur de l'appareil télégraphique du câble transatlantique, qui, par conséquent, était à même d'apprécier la nouvelle découverte, ce savant, dis-je, assista aux expériences qui furent faites et à son retour en rendit compte à l'association britannique réunie à Glasgow. Dans cette séance il apprit qu'un Anglais, naturalisé Américain, M. Graham Bell, professeur de physiologie à l'Université de Boston, avait trouvé enfin un appareil qui permît de transmettre la parole humaine à distance par le moyen de l'électricité. Je n'entrerai pas dans le détail de ce téléphone : il est compliqué, et sa théorie m'entraînerait dans des développements qu'il m'est impossible de donner dans une conférence.

Je dirai seulement qu'il se composait de deux appareils distincts, un appareil transmetteur et un appareil récepteur, tous deux pesants et peu portatifs.

M. Bell avait bien eu l'idée de les enfermer dans une gaine qui pouvait permettre de les transporter, mais la véritable raison d'être de cette gaine, était de tenir secret le mécanisme intérieur. Cependant vous pouvez trouver dans le journal la *Nature*, sous la signature de MM. Tissandier et Bontemps, la description complète et les dessins de cet instrument. Outre l'inconvénient d'être incommode, qui eut été le moindre, il avait celui de rendre très imparfaitement la parole humaine, et la manière même de mettre en action la force électrique obligeait à parler très fort; de plus, si les voyelles se percevaient facilement, les consonnes, et par conséquent les articulations, étaient fort mal rendues. Dans cet état, le Téléphone devait rester une curiosité scientifique sans application pratique, bon tout au plus à faire partie d'un cabinet de physique, et le silence s'est fait sur lui jusqu'au mois d'avril 1877, époque à laquelle l'Association britannique réunie à Plymouth reçut une communication de laquelle il résulta que, grâce aux perfectionnements dus au génie persévérant de cet inventeur, la science possédait une merveille de plus. En effet, c'est au mois d'août 1877, que le Téléphone était arrivé à cette simplicité qu'il possède aujourd'hui, simplicité qui en fait un instrument véritablement pratique, et destiné probablement à opérer une révolution économique dans le système de relation des peuples.

Permettez-moi de vous faire observer cette date récente, et de vous faire admirer le génie de cet

Anglais qui, en une année, est arrivé, grâce à sa persévérance et à son travail, à donner à cet appareil une simplicité telle qu'il ne semble pas possible de la dépasser. — Qui eût pu prévoir, en effet, que l'appareil compliqué de l'Exposition de Philadelphie ne passerait pas par tous les lents progrès que suivent d'ordinaire les inventions humaines?

C'est à M. Niaudet, l'associé de M. Bréguet, l'électricien savant, que l'on doit de connaître en France le Téléphone. Au mois de novembre dernier, il se trouva, par hasard, en relation avec l'inventeur M. Bell, et il fut tellement frappé de la simplicité et de la perfection de cet instrument, qu'il lui proposa de le faire connaître en France. M. Niaudet traversa le détroit avec deux paires de téléphones que lui confia M. Bell, et, dès son arrivée en France, les expériences commencèrent et furent tellement concluantes, qu'immédiatement une communication fut faite à la société des Ingénieurs civils, à la société de Physique, et enfin à l'Académie des sciences.

Il est à remarquer qu'à partir du jour où cette invention eût passé le détroit, elle s'est répandue dans toute l'Europe avec une rapidité inouïe, et toute la presse s'en est emparée, pour en faire des descriptions, desquelles l'imagination des journalistes faisait malheureusement les plus grands frais.

Téléphone Bell.

I. — Aimantation du fer par les courants électriques.

La théorie du Téléphone, tel que celui que je vous

présente, et tel qu'il se trouve actuellement dans le commerce, repose sur des notions physiques bien connues des savants qui m'écoutent, mais les personnes étrangères à ce genre d'études ne m'en voudront pas de rappeler rapidement ces notions, afin de leur bien faire saisir le fonctionnement de l'appareil.

Je ne commencerai pas au déluge, mais je suis obligé de remonter un peu haut.

Tout le monde sait ce que c'est qu'une *pile* électrique. C'est un générateur d'électricité, qui se compose toujours d'un vase, renfermant, outre des liquides spéciaux, deux *pôles* conducteurs: zinc et charbon, ou zinc et cuivre. Quand on réunit ces deux pôles par un fil métallique, l'électricité parcourt le fil, et on dit que le *courant électrique* passe dans le fil, que le fil est traversé par un *courant électrique*. Si l'on vient à rompre la communication entre les deux pôles de la pile, il n'y a plus d'électricité dans le fil, on dit que le courant est interrompu; de même, si l'on vient à couper le fil dans l'intervalle qui réunit les deux pôles zinc et charbon. Maintenant que vous comprenez ce que l'on appelle un courant, supposez que je prenne un morceau de fer bien pur, ne contenant pas de trace d'acier ou d'une cémentation quelconque, que j'enroule un très grand nombre de fois autour de ce morceau de fer un fil de cuivre recouvert de coton ou de soie, de façon à en faire une bobine, ce morceau de fer deviendra un aimant, sitôt que je ferai passer un courant électrique dans le fil, cessera d'être un aimant, dès que je cesserai d'y faire passer un courant.

Il résulte de cette expérience, qu'à ma volonté, je puis aimanter ou désaimanter le barreau de fer doux qui se trouve à l'intérieur de la bobine. En outre, si, au lieu d'un barreau de fer doux, il y avait à l'intérieur de la bobine, un morceau d'acier déjà aimanté, l'effet du courant électrique passant au travers du fil, serait d'augmenter le degré d'aimantation de ce morceau d'acier pendant la durée du passage du courant.

Telle est la première notion indispensable à connaître pour comprendre la théorie du Téléphone. — Cette découverte, due à Ampère, a depuis longtemps reçu de nombreuses applications : tous les télégraphes, les sonneries électriques, ainsi que tous les moteurs électriques en général, sont basés sur cette expérience célèbre. — L'industrie elle-même a cherché à utiliser, d'une façon pratique, cette nouvelle force motrice, et si le problème de l'électricité à bon marché était résolu, les moteurs électriques remplaceraient dans un grand nombre de cas la machine à vapeur.

II. — Production de l'électricité par les aimants.

Courants d'induction.

L'autre principe sur lequel est basé le Téléphone est le principe posé par le physicien anglais Faraday, dans ses travaux sur *l'électricité d'induction*. Je demande encore une fois pardon aux Dames d'entrer dans des détails scientifiques, et, par conséquent, un peu arides, mais je vais m'efforcer d'être clair.

Faraday a découvert que toutes les fois que l'on approche ou que l'on éloigne d'un fil métallique, parcouru par un courant électrique, un autre fil isolé, il se développe instantanément dans ce dernier un courant, qui peut être décelé par un instrument analogue à une boussole, appelé *galvanomètre*. Poursuivant ses expériences, il découvrit encore que l'aimant pouvait produire des effets analogues au courant électrique, et, se basant sur la théorie d'Arago sur le magnétisme, il fit une expérience que je vais répéter sous vos yeux, et qui est d'une importance capitale au point de vue de la théorie du Téléphone.

Voici une bobine de fil de cuivre recouvert de soie : dans le noyau de cette bobine, un barreau d'acier fortement aimanté. Si je suppose les deux extrémités du fil de la bobine reliées à la boussole dont j'ai parlé, et qui révèle l'existence des courants électriques, il me suffira d'approcher du barreau aimanté un morceau de fer, pour voir immédiatement dévier l'aiguille de la boussole ; sitôt que j'éloignerai le morceau de fer du barreau, nouvelle déviation de l'aiguille ; par conséquent, chaque fois que j'approche ou que j'éloigne de l'aimant un morceau de fer, je produis dans le fil de la bobine des courants instantanés.

Je ne veux pas entrer ici dans le détail théorique de cette expérience fondamentale : je ne vous demande que d'en retenir le résultat. Un aimant peut produire de l'électricité, comme nous avons vu que l'électricité produisait des aimants. Il suffit, pour développer cette

électricité, que l'aimant puisse exercer sa force attractive sur un morceau de fer qui s'approche ou s'éloigne de lui. Ces phénomènes, désignés sous le nom de phénomènes d'induction, offrent cette particularité de forces qui n'ont qu'une durée instantanée, contrairement à ce que l'on connaissait de toutes les autres forces physiques de la nature.

La découverte de Faraday donna naissance à ces puissantes machines, appelées *machines d'induction*, qui donnent des quantités d'électricité que les plus fortes batteries n'avaient pas atteintes. Les machines de Pixii, de Clarke, les machines de Gaiffe, de Rhumkorff et de Gramme, celle de la N^{lle} Alliance, sont des applications de ce principe. Grâce à ces appareils formidables, on obtient des étincelles de 1^m. de longueur, qui percent des cubes de verre de 10 centimètres d'épaisseur, font sauter des mines, et enflamment des torpilles qui foudroient les navires de guerre. J'ajouterai que c'est un de ces appareils qui, en 1862, a ouvert à l'armée anglo-française la route de Pékin, en faisant sauter les estacades du Peï-Ho.

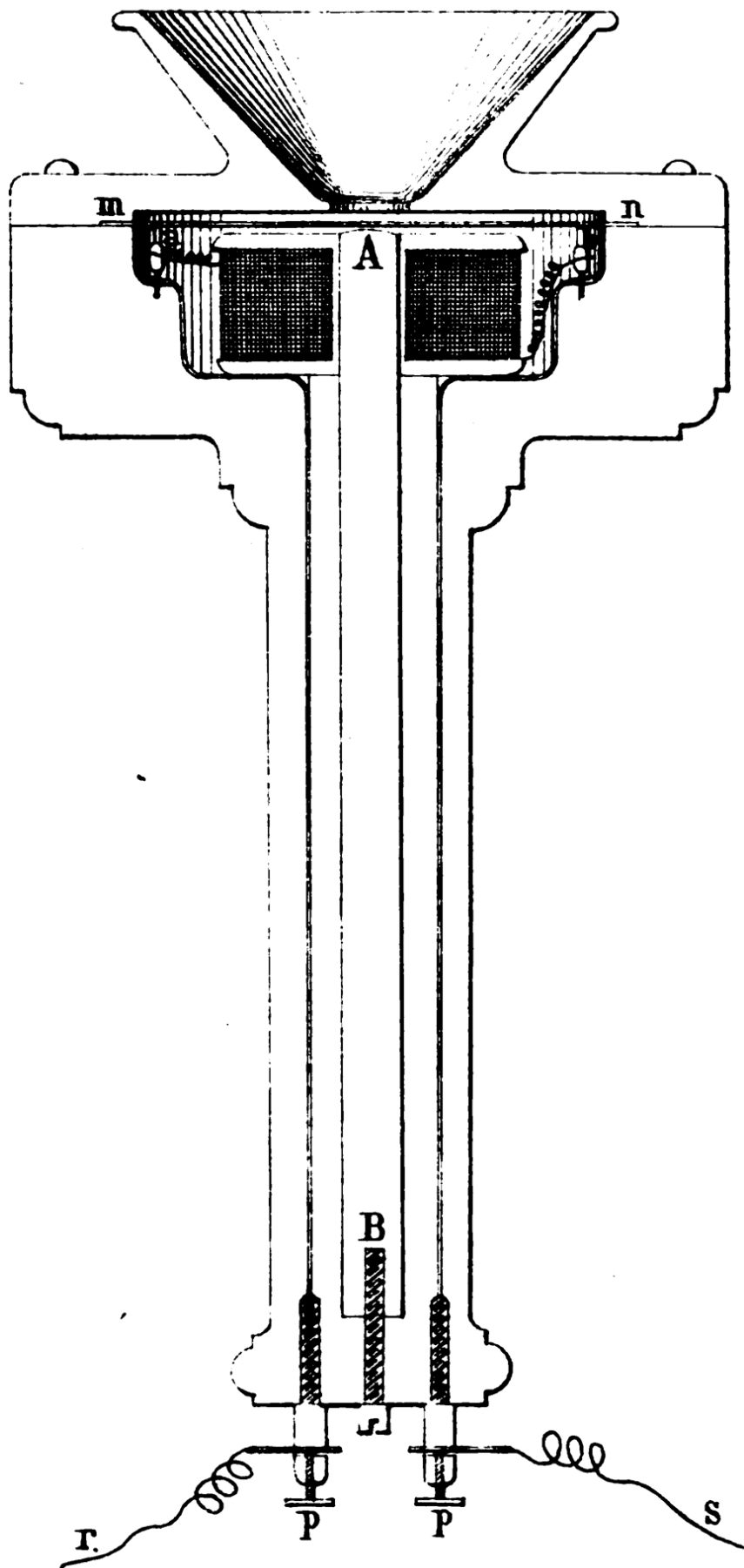
Description de l'appareil. — Sa théorie.

Des effets aussi formidables ne permettaient guère de penser que leur application serait utilisée un jour dans un appareil aussi inoffensif que le Téléphone. — Toutes les notions que je vous ai rappelées étant bien comprises, j'arrive enfin à sa description.

Il se compose d'un barreau d'acier aimanté **A, B**, (voir la planche) de la grosseur d'un crayon, logé dans un cylindre de bois. — La partie supérieure de cet aimant, ou l'un de ses pôles, est entourée d'une bobine de fil de cuivre très fin, recouvert de soie. — Ce fil est tellement fin, qu'il a une longueur de vingt-deux mille mètres par kilogr. Ses deux extrémités viennent communiquer, par l'intermédiaire de petites *poupées* **a** et **b**, à deux fils de cuivre qui traversent tout le cylindre de bois et aboutissent aux bornes **p, p**. — Enfin, à une très petite distance de l'extrémité **A**, se trouve une plaque de tôle très mince, de $\frac{1}{5}$ de millimètre d'épaisseur. Cette plaque circulaire, de la dimension d'une pièce de 5 fr., repose par ses bords sur le cylindre de bois qui enveloppe la bobine; en avant, se trouve une sorte de cornet de bois, destiné à recueillir les sons de la voix et à les faire arriver, par un orifice de 1 centimètre de diamètre, sur la plaque de tôle. Tel est l'appareil transmetteur; l'appareil récepteur est identiquement semblable, et se réunit au premier par l'intermédiaire de deux fils de cuivre ou de fer reliant les bornes **p, p** de chacun des deux instruments.

Cet instrument si simple, pour ne pas dire si grossier, permet de transmettre la parole humaine au moyen de l'électricité à des distances considérables. — Comment naissent les courants électriques, et de quelle façon ces courants peuvent-ils porter la voix d'un instrument à l'autre, vous allez le comprendre

COUPE DU TÉLÉPHONE



+

facilement, si vous voulez bien vous rappeler les principes de physique que je vous ai exposés en commençant. — Pour employer l'appareil, une personne parle dans un des cornets, tandis que l'autre applique le second à son oreille. — En parlant dans le cornet du Téléphone, on fait vibrer la plaque de tôle. — Ces vibrations qui ne sont, en somme, qu'une série très-rapide de rapprochements et d'éloignements de la plaque, du barreau aimanté, engendrent dans le fil de la bobine qui l'entoure une série très-rapide de courants instantanés. Ces courants sont conduits, par le fil, à l'autre appareil, et en passant par la bobine du récepteur, produisent, dans le barreau aimanté qui se trouve à l'intérieur, des effets instantanés d'aimantation et de désaimantation extrêmement précipités. Ces aimantations et désaimantations déterminent des attractions de la plaque du récepteur, tout à fait solidaires des vibrations de la plaque du transmetteur, et ces vibrations reproduisent la voix qui les a engendrées, comme dans le premier Téléphone dont je vous ai entretenus, avec cette différence, que cette fois, c'est l'électricité qui sert d'intermédiaire entre les deux instruments.

Vous comprenez maintenant, Mesdames et Messieurs, pourquoi j'ai tant insisté sur le principe de l'aimantation par les courants, et sur celui de la production de l'électricité au moyen de l'aimant, car vous voyez que dans le Téléphone de M. Bell l'un de ces principes est la cause de la production des courants électriques, et l'autre en est l'effet,

Il ne faut néanmoins pas croire que les vibrations de l'une des plaques, reproduisent sur l'autre plaque les mêmes vibrations, avec la même intensité, car le secret du mouvement perpétuel serait trouvé. Or, il y a, dans cet instrument, que l'on peut considérer comme une machine au point de vue mécanique, une partie du travail absorbé pour vaincre les résistances passives, entre autres, la résistance du fil au passage de l'électricité, entièrement comparable au frottement dans les transmissions ordinaires du mouvement; ce qui fait que le son arrive très-distinct, mais très-affaibli à l'oreille. La première fois, en effet, que l'on emploie le téléphone, on éprouve une certaine déception : les récits qu'en ont faits les journaux vous en ont peut-être donné une telle idée, que je vous prie de ne pas croire que vous pouvez entendre de votre place et au milieu de cette salle, une chanson que l'on chanterait à une certaine distance. Il faut appliquer parfaitement l'instrument à l'oreille, et la personne qui parle, sans élever la voix, doit scander ses syllabes; les gens du Midi sont d'excellents opérateurs pour le téléphone. Afin de ne pas être distrait par les bruits extérieurs, auxquels l'attention soutenue que l'on prête, attache encore plus d'importance, on fera bien de se boucher l'autre oreille, car l'effet produit sur l'ouïe par le téléphone, ne peut se comparer qu'à l'effet produit sur la vue quand on regarde les objets par le gros bout d'une lorgnette : tout est rapetissé proportionnellement; il semble que la voix sorte d'une cave ou de la bouche d'un ventriloque.

Propriété particulière du Téléphone de transmettre le Timbre. — Rappel de quelques notions d'acoustique.

Cependant, malgré cette légère imperfection, le téléphone transmet tous les sons de la voix avec une fidélité remarquable. Ici, je vous demande la permission d'ouvrir une parenthèse, et de vous faire observer ce qu'il y a de merveilleux dans la propriété qu'a cet instrument, de reproduire, non-seulement les sons avec leur hauteur et leur intensité relative, mais encore avec leur timbre. Dans un son, on distingue plusieurs qualités : la *hauteur*, qui résulte du nombre de vibrations du corps qui engendre le son ; l'*intensité*, qui dépend de l'amplitude des vibrations. Si l'on suppose une corde tendue entre deux points fixes, et que l'on vienne à la faire vibrer, elle produira toujours la même note, parce que, dans le même temps, elle exécutera le même nombre de vibrations ; mais cette note sera plus ou moins intense, selon qu'en pinçant la corde plus ou moins fortement, on lui fera exécuter des vibrations de plus ou moins grande étendue.

Le Timbre. — Expériences d'Helmoltz.

La troisième qualité du son est le *timbre*. Le timbre est cette qualité qui permet à l'oreille de distinguer si une même note est produite par tel ou tel instrument. Nous reconnaissons parfaitement bien un *la* produit par le violon, et nous ne le confondons pas avec le *la*

du piano; nous distinguons de même la voix d'une personne de celle d'une autre; mais jusqu'à ces dernières années, la science était réduite à l'impuissance pour expliquer cette qualité particulière du son.

Les recherches faites par Helmholtz, dans ses travaux sur la synthèse et l'analyse des sons, ont dégagé cette question de l'obscurité où elle était délaissée. Je n'entreprendrai pas de vous rendre compte de ces travaux que la *Revue des cours scientifiques* a du reste publiés, mais comme cette question du timbre fournit, dans le téléphone, ample matière à la discussion, vous me permettrez de m'élever avec vous quelque peu vers ces hauteurs de la science spéculative. Ne vous effrayez pas, nous ferons ce voyage en ballon captif, et nous nous assurerons à l'avance d'une modeste longueur d'amarre.

Définition des harmoniques.

Lorsqu'un corps élastique entre en vibration, il se divise toujours en plusieurs parties qui vibrent séparément, indépendamment de la vibration principale. Si les vibrations de ces parties existaient seules, le son serait plus aigu que celui qui correspond à la vibration principale, supposée seule. La coexistence des deux modes de vibrations, engendre donc un son composé, et l'on peut concevoir un tel son formé d'un grand nombre de sons simultanés rendus par un même corps sonore, et parmi lesquels le son le plus grave

qui correspond à la vibration principale, domine, parce qu'il est le plus intense : on l'appelle le *son fondamental*. — Si l'on agit sur une corde, la subdivision se fait avec la plus grande facilité, et suivant une loi très-simple : elles sont toujours d'égale longueur, et les nombres de vibrations sont des multiples exacts du nombre des vibrations principales, de sorte que les intervalles des sons supérieurs au son fondamental sont toujours des nombres entiers 1, 2, 3, 4, etc. — On appelle ces sons les *harmoniques* du son fondamental.

Le timbre est produit par les harmoniques
du son fondamental.

Or ce sont ces harmoniques du son fondamental qui varient suivant la nature de l'instrument ; l'oreille la plus exercée ne saurait reconnaître ces sons composants, et leur coexistence forme une sorte de concert que l'on appelle le timbre. Si l'on pouvait connaître et détailler les harmoniques particulières à chaque instrument, on pourrait, en se plaçant dans des conditions convenables, reproduire, avec un instrument donné, le timbre d'un autre instrument. — En appuyant le doigt d'une certaine façon sur une corde de violon, on reproduit parfaitement les harmoniques spéciales à la flûte, et on imite à s'y tromper le timbre de cet instrument.

Tel est le résultat des expériences d'Helmoltz : elles prouvent que le timbre est réellement produit

par la combinaison de plusieurs notes simples d'intensités différentes et qui appartiennent à la série harmonique. — Notre oreille n'est point faite pour opérer cette analyse; et nous avons l'habitude de considérer comme des sons simples, des sons qui ne le sont pas du tout, de même que notre œil ne peut distinguer dans une couleur, qui lui paraît simple, toutes les nuances que le prisme lui révèle dans le spectre. — Ces deux sens de la vue et de l'ouïe peuvent, en effet, sous certains rapports, se comparer l'un à l'autre. — Quand nous regardons un objet, l'image de cet objet se forme dans chacun des deux yeux, et d'une manière différente, mais la sensation est unique et c'est ce qui nous donne l'impression du *relief*, comme le démontre le *stéréoscope*. Helmholtz a donc pu dire que le timbre est le *relief* des sons.

Mais je me hâte de quitter ces points de vue élevés pour revenir au Téléphone. — N'est-il pas tout-à-fait extraordinaire qu'une simple plaque de tôle puisse vibrer à l'unisson de tous ces sons et de toutes ces harmoniques qui composent la voix humaine? Et que deviennent les théories compliquées de M. de Corti sur le phénomène de l'audition, cette découverte des 3,000 fibres microscopiques du limaçon de l'oreille, dont chacune doit vibrer à l'unisson d'une note simple, et rester sourde pour toutes les autres, que deviennent, dis-je, ces recherches savantes, alors qu'il est démontré par le Téléphone qu'une vulgaire plaque de tôle peut reproduire, avec leur hauteur, leur intensité

relative et leur timbre, les sons les plus complexes de la nature.

Vitesse de la transmission des sons par le Téléphone.

Avant de terminer l'étude du Téléphone au point de vue théorique, je vais m'arrêter sur une propriété qu'il possède, et à laquelle on devait s'attendre, puisqu'il s'agit d'électricité, c'est la rapidité de transmission de la parole du transmetteur au récepteur. Personne de vous n'ignore avec quelle lenteur relative le son se propage dans l'air : il parcourt environ 340 m. par seconde ; dans l'eau, la vitesse de propagation est plus grande, et vous savez que c'est le lac de Genève que MM. Colladon et Sturm ont utilisé pour déterminer cette vitesse. Dans les métaux, la transmission du son est encore plus rapide que dans l'eau, mais cette rapidité est insignifiante quand on la compare à la vitesse de l'électricité. Les expériences qui ont été faites dans le but de déterminer cette vitesse ont démontré qu'elle n'était pas inférieure, dans les fils télégraphiques ordinaires, à moins de 100 mille kilomètres par seconde. D'où il résulte que, si je communiquais avec chacune des personnes qui composent cet auditoire par le moyen d'un Téléphone, ma voix parviendrait plus vite aux oreilles qui m'écoutent que par l'air. On peut donc dire que cet appareil supprime la résistance de l'air à la propagation du son, et lorsqu'on

prétend que le Téléphone a donné des ailes à la parole humaine, on fait une comparaison aussi inexacte que si l'on disait que par l'invention de la locomotive, Stephenson a donné des jambes à une voiture.

La durée de la transmission de la dépêche téléphonique est donc absolument insignifiante, et, en supposant des appareils assez puissants pour permettre de correspondre d'un antipode à l'autre, la conversation serait aussi suivie et aussi rapide que si les deux personnes en correspondance se trouvaient l'une à côté de l'autre.

**Téléphones placés en dérivation.
Usage de deux Téléphones en dérivation.**

Une remarque qui a été faite aussitôt par l'inventeur, c'est que l'on peut placer plusieurs téléphones *en dérivation*; c'est-à-dire qu'il est possible de mettre en communication un téléphone avec deux ou plusieurs autres : il suffit pour cela de réunir par des fils les bornes de deux téléphones, et de les faire correspondre avec les bornes d'un troisième et d'un quatrième, etc. — Une personne, parlant dans le premier appareil, se fera entendre de toutes les autres qui auront à l'oreille les appareils en dérivation, et, comme à chacun des deux postes on peut placer plusieurs téléphones en dérivation, on voit de suite avec quelle multiplicité la voix d'une seule personne peut être transmise.

L'utilité de cette remarque, c'est que, quand deux personnes veulent correspondre par le moyen de téléphones, il convient d'en mettre deux à chaque poste : quand on écoute, on applique chacun des instruments contre l'oreille; de cette façon, on entend des deux oreilles à la fois, et de plus, les bruits extérieurs ne viennent pas distraire l'attention. — Quand on veut parler, on laisse un des instruments appliqué contre l'oreille, on met l'autre à la bouche, de sorte que si votre interlocuteur vient à vous couper la parole, vous pouvez l'entendre; tandis qu'en se servant d'un seul instrument à chaque poste, les deux interlocuteurs peuvent parler à la fois, et ne jamais parvenir à se comprendre. C'est le malheur qui est arrivé aux premières personnes à qui j'ai eu l'honneur de montrer le téléphone : faute de conventions faites à l'avance, ces deux personnes, avec un ensemble parfait, parlaient chacune dans leur appareil, et immédiatement se le mettaient à l'oreille pour écouter la réponse; puis, avec le même ensemble, recommençaient à parler, sans pouvoir jamais s'entendre. Le téléphone allait passer pour une plaisanterie, quand on se décida à faire des conventions pour que chaque personne parlât et entendît à son tour.

Téléphones placés en circuit.

On peut aussi placer les téléphones *en circuit*, ou pour parler la langue du métier, en *embrochage*, c'est-

à-dire que, si deux téléphones sont réunis par deux fils, on peut, en coupant un de ces fils et en mettant les bouts en communication avec les bornes d'un troisième téléphone, faire marcher les trois appareils à l'unisson. De cette manière, si deux personnes, placées à une grande distance, sont en correspondance par le téléphone, une troisième personne, placée à moitié chemin, pourra entendre toute la conversation des deux premières. On peut, ainsi, mettre plusieurs téléphones dans le même circuit, mais on comprend que le nombre en est limité, car les courants, développés dans l'appareil, étant déjà très-faibles, éprouvent encore une grande résistance à passer par la bobine de chacun des instruments placés dans le circuit : c'est comme si l'on augmentait indéfiniment la distance qui les sépare.

Il en est de même pour les téléphones placés en dérivation. — Dans ce cas les courants se partagent en autant de courants secondaires qu'il y a d'instruments en dérivation, et l'on comprend qu'un courant déjà si faible ne puisse pas impunément être divisé en un grand nombre de parties.

Expériences faites sur le Téléphone.

Particularité de l'expérience du câble sous-marin.

Après avoir exposé toute la question théorique du téléphone, il me reste à traiter la partie pratique et à vous parler des expériences qui ont été faites et des applications de cette nouvelle invention.

Les premières expériences ont eu lieu en Amérique. M. Bell a opéré sur une ligne de 415 kilomètres : c'est la plus grande distance à laquelle on a pu correspondre jusqu'à ce jour. — En France, on a commencé par faire l'expérience entre Paris et Saint-Germain, entre Paris et Mantes (58 kil.) en se servant du fil télégraphique de la ligne de l'Ouest, et M. Niaudet a réussi à obtenir la correspondance en interposant entre deux téléphones 1,000 kilomètres de fil enroulé sur plusieurs bobines. — Plus récemment, l'essai a été fait entre Caen et Cherbourg; mais l'expérience la plus curieuse, et je veux m'y arrêter un instant, est celle qui a été exécutée entre l'île de Jersey et l'Angleterre par le câble sous-marin. Il est entendu que pour ces grandes distances on ne se sert que d'un seul fil : une des bornes des téléphones est mise de chaque côté en communication avec la terre qui joue le rôle de fil de retour, et l'autre borne avec le fil de ligne. — Bien que la distance entre Jersey et la côte d'Angleterre soit assez courte relativement, il y a dans cette expérience une particularité curieuse, qui prouve que le Téléphone peut fonctionner avec les courants les plus faibles. En effet, un câble sous-marin ressemble à une immense bouteille de Leyde, dont l'armature intérieure est le fil conducteur, et l'armature extérieure, l'eau de la mer : il peut donc être considéré comme un immense condensateur. Les courants instantanés qui naissent avec une rapidité inouïe dans le Téléphone, et alternativement de sens con-

traires, c'est-à-dire alternativement directs et inverses (pour employer le langage de la physique) ces courants, dis-je, peuvent être retenus, dans le fil, ne serait-ce qu'un instant, par l'effet du condensateur. — Un courant direct, arrêté un instant dans le fil, sera en partie détruit par le courant inverse qui le suit immédiatement; de sorte, qu'en réalité, s'il passe des courants électriques dans le fil pour se rendre à l'instrument, ces courants ne seront que la résultante des courants primitifs, ou plutôt la différence entre les courants les plus forts et les courants les plus faibles. Le Téléphone cependant fonctionne avec des courants de cette nature, mais il est à penser que si on dépassait une certaine distance, ces courants n'auraient plus assez d'intensité pour faire vibrer la plaque et transmettre les sons.

Expériences faites dans la Savoie.

Enfin, pour terminer ce que j'ai à dire au sujet des expériences qui ont été faites, vous me permettrez de vous entretenir quelques instants de celles que j'ai eu l'occasion d'exécuter moi-même, et qui ont pleinement réussi.

Je dois à la justice de ne pas reculer devant la nécessité de mettre à l'épreuve la modestie de quelques personnes, mais je ne puis m'empêcher d'adresser ici mes plus sincères remerciements à l'aimable et intelligent chef du bureau télégraphique de Thonon,

M. Vignier. Grâce à son initiative, j'ai eu l'honneur d'être mis en relations avec M. Guez, inspecteur des lignes télégraphiques, avec M. Blanc, directeur des transmissions à Annecy, et avec M. Bernon, contrôleur des appareils.

Avec une bienveillance toute cordiale et un empressement sans bornes, M. Guez a mis à ma disposition les fils télégraphiques, ses appareils, son matériel et ses agents, qui, du reste, s'offraient spontanément pour me seconder; M. Blanc se chargea de l'organisation des transmissions, tandis que M. Bernon, la lime à la main, s'occupait des installations avec une précision et une dextérité remarquables.

Avec un tel concours de bonnes volontés, pouvions-nous ne pas réussir? J'aurais été le premier à nier la puissance du Téléphone, si, dans ces circonstances, les expériences fussent restées sans résultat. Les correspondances ont eu lieu de tous les côtés, et je puis dire que, dans votre département, il n'y a pas un kilomètre de fil télégraphique qui n'ait été traversé par les dépêches téléphoniques. De Thonon à Evian, d'Annecy à Rumilly, à Chambéry, à Bonneville, partout enfin, les chefs de bureaux télégraphiques, sitôt le signal de la clôture donné, adaptaient l'instrument à ces différentes lignes et se mettaient en correspondance.

Mais de toutes les expériences, la plus concluante a été celle faite entre Thonon et Annecy, dont la distance, par le fil télégraphique, est de 84 kilom. A

cette distance, les nombreuses personnes qui ont été en correspondance avec moi, ont pu s'assurer que la voix s'entendait d'une façon aussi distincte et aussi nette que si on eût parlé d'un étage à l'autre.

Perturbations causées dans le Téléphone par l'action inductrice de fils voisins.

Je viens de vous dire que, dans les essais que nous avons faits, nous attendions la clôture des bureaux télégraphiques. Vous pensez probablement que le but unique de cette précaution était de ne pas déranger le service des dépêches télégraphiques, en suspendant pendant quelques instants les transmissions; assurément, c'était le principal, mais ce scrupule n'aurait pas existé, qu'il nous eût été néanmoins à peu près impossible de correspondre. Nous avons vu que les courants électriques, mis en action dans le téléphone, étaient des courants induits. Or, si dans le voisinage d'un fil servant à mettre en communication deux téléphones, il y a un fil traversé par les courants des appareils télégraphiques ordinaires, ce fil agira par induction sur celui du téléphone, y développera des courants instantanés, de sorte qu'il se produira dans les instruments, non plus des vibrations, mais de véritables chocs de la plaque de tôle contre le barreau aimanté. Ces chocs font entendre des craquements assourdissants, et une oreille exercée peut même, de cette façon, saisir la dépêche expédiée par un appareil

Morse dans un fil distant de 1^m de celui du téléphone. Le téléphone, dans ce cas, devient un véritable *parleur* extrêmement sensible, trop sensible même, car, en supposant plusieurs fils voisins transmettant en même temps des dépêches provenant d'appareils Morse, il ne les distinguera pas, évidemment, et tous les signes, entremêlés, produiront un bruit analogue à la grêle frappant contre des carreaux.

Dans un essai que j'ai vainement tenté entre Culoz et Bellegarde, on entendait un tapage entièrement confus; néanmoins on distinguait le bruit particulier à chaque appareil, depuis l'appareil Hughes, jusqu'à l'insupportable télégraphe à cadran, et le tout était accompagné d'un tremblement régulier qui n'était autre chose que la reproduction de toutes ces sonneries trembleuses que vous entendez dans les gares, et qui indiquent la fermeture de la voie. Jugez si, avec un pareil accompagnement, il était possible de distinguer un seul mot de mon interlocuteur, qui s'époumonait pour se faire entendre.

Il est très-facile de combattre l'effet produit par ces courants induits: il suffit d'employer deux fils pour le téléphone; dans ce cas, les effets d'induction se détruisent réciproquement, et l'on ne perçoit plus aucun de ces bruits désagréables, qui rendent impossible l'usage de l'appareil.

Quand il n'y a pas de fil dans le voisinage, comme par exemple, entre Thonon et Evian, on perçoit cependant de petits chuchotements dans l'appareil, qui ne

gênent nullement la transmission de la parole. Ces bruits sont dus, d'un côté, à des courants extrêmement faibles provenant de la terre, et qui sont amenés par le fil de terre, et, d'autre côté, à des courants qui naissent sur le fil de ligne par suite de circonstances atmosphériques.

Applications du Téléphone.

Quel est l'avenir du téléphone, quelles seront les applications, telle est la question que vous allez me poser, et à laquelle je vais essayer de répondre. Le téléphone supplantera-t-il le télégraphe électrique? Evidemment non, de même que les tramways à vapeur ou à air comprimé ne supprimeront pas les chemins de fer. Le télégraphe restera, et parmi tous les systèmes, en dépit des télégraphes imprimants ou écrivants, l'appareil Morse est destiné à survivre à tous les autres; de même, j'ai la conviction que le téléphone de Bell, malgré les perfectionnements qu'on lui fera subir, survivra dans l'état où je vous le présente, car les perfectionnements, qui n'auront d'autre but que de renforcer la voix, ne peuvent que compliquer l'appareil et lui enlever, par conséquent, tout son mérite. Le téléphone de Bell est simple, peu fragile, il ne contient aucun mécanisme compliqué, peut être mis entre les mains de tout le monde, sans apprentissage, sans demander aucune des connaissances spéciales qu'exigent d'ordinaire les appareils où

l'électricité est en jeu. — Le Téléphone perfectionné, qui rendra la voix humaine avec la même intensité ou même avec une intensité plus grande que la bouche qui l'a émise, ne sera jamais un instrument populaire : il prouvera que la science a pu trouver la solution d'un problème déjà à moitié résolu, mais au point de vue des services qu'il rendra, il n'aura que peu à gagner. — L'inconvénient qu'on lui reproche de parler trop bas sera le plus souvent considéré comme un avantage.

A ce sujet, permettez-moi de quitter pour quelques instants le ton sérieux et de vous citer quelques lignes d'un journal intéressant, la *Science pour tous* :

« Le Téléphone, dit-il, est certainement le lion scientifique du jour, il cherche à prendre sa place dans le service des chemins de fer, dans les armées et... l'heureux intrigant.... il a été le discret intermédiaire de deux cœurs jeunes et royaux, soumis comme les cœurs les plus roturiers aux lois charmantes de l'amour. — On raconte que le roi d'Espagne, se morfondant, seul encore, au palais de Madrid, a pu envoyer à Aranjuez, où l'attend sa fiancée, de douces paroles au moyen d'un Téléphone. — Ce chaste instrument a donc pu servir aux épanchements de deux cœurs épris, et tout en gardant le secret absolu des galants propos échangés, il a également contribué à sauvegarder les convenances, car soixante kilomètres séparent Madrid d'Aranjuez, le tendre cœur féminin, de l'entreprenant cœur masculin. — O progrès!... La

science que l'on dit si rébarbative, se met décidément au service de l'amour légitime. »

Je ne veux certainement pas endosser la responsabilité de cette petite histoire dont il est difficile de vérifier l'authenticité, et sans vouloir prétendre que le Téléphone aura d'importantes applications pour des relations de ce genre, je ne puis m'empêcher de vous faire observer quels services il pourra rendre, grâce à cette discrétion dont il a la vertu.

La diplomatie s'en emparera certainement pour la transmission de toutes les dépêches qui doivent rester secrètes et que le désagréable chiffage ne défendait pas suffisamment contre les indiscretions de la presse. Grâce au Téléphone, les diplomates auront recours moins souvent à ces relations directes, à ces Conférences où, paraît-il, l'étude du regard joue un si grand rôle dans les négociations; ils pourront se parler sans se voir, et dès lors devront à leur seule éloquence les succès qu'ils pourront obtenir.

Le Téléphone sera-t-il employé dans les théâtres?

On a émis l'idée que le jour où le Téléphone aurait assez de puissance, on pourrait en installer un dans les théâtres et que, grâce à des ramifications nombreuses, il serait possible d'assister sans quitter le coin de son feu aux représentations qui s'y donnent. Cette fantaisie, qui au premier abord peut sembler ingénieuse, ne sera évidemment jamais mise en pratique.

Dans le théâtre de nos jours, la mise en scène et les décors représentent la moitié de la valeur de la pièce, et je suis certain que tous les auteurs dramatiques protesteraient contre l'introduction du Téléphone au théâtre, si jamais Sarcey ou Théodore de Banville avaient un jour la fantaisie d'assister à une première représentation du fond de leur cabinet de travail, n'ayant d'autre élément pour leur critique théâtrale du lundi que les faibles échos de cet instrument.

Je plaindrais, du reste, le pauvre spectateur qui se contenterait d'une distraction de ce genre, et je ne pense pas que l'on puisse s'abandonner au fou rire en entendant la *Cagnotte* ou le *Panache*, si l'on supprime les gestes de Brasseur, la tête de Lassouche et le nez d'Hyacinthe.

Cependant, un journal a récemment annoncé qu'on installait au palais du Trocadéro un Téléphone qui permettrait d'entendre un concert de Paris à Versailles : ce sera une des curiosités de l'Exposition universelle, qui nous en promet d'autres; mais à l'exception des malades et des paralytiques, personne n'aura l'envie d'employer le Téléphone pour écouter les concerts Padeloup ou ceux de la Garde Républicaine.

Son application dans les chemins de fer
et dans l'art militaire.

Dans les grandes usines, dans les ministères, dans les grands hôtels, le Téléphone remplacera avanta-

geusement les cornets acoustiques, et je suis heureux de vous annoncer que l'intelligent directeur de l'hôtel d'Angleterre, d'Annecy, songe à réunir par le Téléphone son bureau avec sa succursale du Semnoz.

Dans les chemins de fer, le télégraphe à cadran est d'un usage à peu près absolu, car le premier homme d'équipe venu peut, tant bien que mal, transmettre une dépêche. J'estime qu'un jour le Téléphone le remplacera avantageusement, car s'il a comme ce triste appareil l'inconvénient de ne pas enregistrer les dépêches, il a au moins sur lui l'avantage d'être plus expéditif, plus commode, et moins sujet aux dérangements. Pendant le temps que l'on tourne la manivelle pour composer un mot, on peut expédier toute une dépêche par le Téléphone; et, qui sait? la catastrophe de Châtillon eût été probablement évitée, si les chefs de gare eussent été en correspondance avec cet appareil. Dans des moments aussi critiques, quelques minutes, quelques secondes gagnées sont bien précieuses, et le Téléphone est sans contredit la limite extrême de la rapidité de transmission de la pensée.

Mais où le Téléphone est destiné à rendre de grands services, c'est surtout dans l'art militaire. Le journal *l'Avenir militaire* a annoncé que la Russie avait fait en Allemagne des commandes importantes de Téléphones pour les expédier aux armées de Bulgarie. Donc, à l'heure qu'il est, son usage est déjà entré dans la pratique, et nos officiers français ont pu entendre à Paris une remarquable conférence du colonel

Laussédats, dans laquelle le savant ingénieur militaire a indiqué les services que le Téléphone peut rendre aux armées en campagne. Le service des officiers d'état-major et des officiers d'ordonnance est, vous le savez, très délicat et très pénible, sans parler du danger, dont leur courage ne tient pas compte. Le général en chef, de son quartier général, expédie par leur intermédiaire des dépêches à ses sous-ordres : ceux-ci ont le devoir d'obéir, et ils obéissent ; mais ils sont en face de l'ennemi, ils se rendent compte de leur position, aperçoivent des détails d'opération que n'a pas prévus le commandant en chef ; présenter une objection aux ordres transmis, et que leur situation autorise, le temps manque ; la manœuvre ordonnée s'exécute, et c'est peut-être le commencement d'un désastre. Mais si le général peut communiquer directement avec ses lieutenants, sans perdre du temps à écrire ses ordres, pouvant prendre note de leurs observations, corrigeant ou confirmant les instructions primitivement données, ce sera évidemment un immense avantage, et le Téléphone trouve là immédiatement son application.

Son emploi dans les mines.

Je vous laisse à rechercher les services que le Téléphone peut rendre dans les relations privées et sur lesquels il serait trop long de m'étendre ; je veux vous entretenir seulement de quelques applications

qui ont été signalées par M. Niaudet dans sa communication faite à la société des Ingénieurs civils.

Après avoir indiqué l'emploi du Téléphone à bord des navires et dans les ballons captifs, il fait connaître que l'inventeur du Téléphone a construit une lampe de mineur, qui n'est en somme qu'une application de ce que l'on appelle en Chimie l'*orgue philosophique* ou l'*harmonica chimique*. Quand on recouvre un bec enflammé de gaz hydrogène ou d'un hydrogène carboné, d'un tube ouvert aux deux extrémités, la série continue des petites détonations qui se produisent dans la combustion, engendrent un son, un véritable chant, qui varie suivant que l'on élève ou que l'on abaisse le tube autour du bec enflammé. Or, la lampe dont il est question se met à chanter, dès que le grisou se trouve en quantité suffisante dans la mine. En adaptant un téléphone à cette lampe, un ingénieur, placé dans son cabinet, pourra de temps en temps mettre à son oreille un téléphone en correspondance avec celui de la mine, et se rendra compte par conséquent de la nature du chant, et par suite de la composition de l'air dans les galeries.

Son emploi comme galvanomètre.

M. Niaudet songe aussi à se servir du téléphone comme d'un galvanomètre destiné à révéler l'existence des courants les plus faibles :

« Supposez, dit-il, une source très-faible d'électri-

cité, une source douteuse et que vous vouliez reconnaître; faites passer ce courant dans un fil fort long enroulé parallèlement à un autre fil aboutissant à un Téléphone. Si le courant de la source interrogée existe et qu'on l'interrompe un grand nombre de fois au moyen d'un commutateur quelconque, il induira des courants dans le fil du Téléphone qui rendra des sons ou de simples bruits.

« Remarquez que cette méthode est susceptible de multiplication; car vous pourrez augmenter à volonté le nombre des circonvolutions du fil qui réagissent toutes les unes sur les autres. On augmenterait encore la sensibilité du système en mettant des fils de fer dans l'âme de la bobine comme on le fait dans les appareils d'induction de Rhumkorff. »

Application dans les travaux de fondation.

Enfin, pour terminer l'étude des applications du Téléphone, je dirai deux mots de celles qui ont trait à notre profession.

Sans parler de la correspondance qu'il sera toujours possible d'établir entre les chantiers de construction et le bureau, je veux vous indiquer le profit que nous pourrons en tirer quand, prochainement, nous établirons les fondations du pont sur la Drance, destiné au passage du chemin de fer de Thonon à Evian.

Vous avez tous entendu parler de l'emploi de l'air comprimé dans tous les cas où l'on a besoin de tra-

vailer sous l'eau. Tantôt on se sert du scaphandre, lorsque le travail est de faible importance ou ne doit être que de courte durée; tantôt on enferme dans un immense caisson en fer 12 ou 15 ouvriers, quand il s'agit de fondations importantes, comme celles des piles et des culées des ponts.

Or, dans le cas du scaphandre, si l'on a besoin de parler à l'homme qui travaille sous l'eau, on est obligé de le remonter et le plus souvent de lui enlever le casque qui lui enveloppe la tête, ce qui constitue une perte de temps préjudiciable; dans le cas du caisson, il faut soi-même descendre dans la chambre où travaillent les ouvriers, après avoir passé par les écluses à air, qui pour un motif ou pour un autre, peuvent être encombrées ou fermées. — Un Téléphone reliant dans les deux cas l'ingénieur des travaux avec l'intérieur du caisson ou avec le casque du scaphandre, permettra une correspondance rapide et facile avec les ouvriers. ●

Perfectionnements divers apportés au Téléphone.

A peine le Téléphone eût-il fait son apparition que tous les savants, les ingénieurs et les électriciens se sont mis à la recherche de perfectionnements. Toutes ces recherches ont pour but de renforcer le son de la voix, et le desideratum serait de trouver un Téléphone pouvant se faire entendre de plusieurs personnes à la

fois et qui fût en un mot un véritable télégraphe *parlant*.

La première idée qui se présente est d'assembler plusieurs Téléphones, de façon à former un seul instrument. — C'est ce qu'a imaginé M. Trouvé. Il construit une sorte de caisse de résonance dont trois côtés sont composés des plaques vibrantes de trois Téléphones placés en regard les uns des autres, le quatrième étant formé d'une membrane de peau bien tendue. — La voix se perçoit ainsi beaucoup plus distinctement, mais ne peut être entendue de plusieurs personnes à la fois.

Un autre inventeur superpose à la plaque ordinaire du Téléphone deux autres plaques placées à une faible distance les unes des autres; la première est percée d'un petit trou, la seconde d'un trou un peu plus grand: le son est ainsi renforcé par l'interposition des petites chambres qui forment la séparation des plaques.

La faible épaisseur de la plaque de tôle la rend évidemment plus sensible aux vibrations, mais aussi cette minceur, en diminuant sa masse, diminue par cela même l'intensité des courants induits qu'elle détermine dans le fil de la bobine. Pour satisfaire aux deux conditions nécessaires, on amincit la plaque de tôle dans de l'acide nitrique, de façon à la rendre plus mince qu'une feuille de papier, et on la tend sur un anneau de fer doux qui forme corps avec elle et lui donne de la masse. — Ce perfectionnement est

simple et facile à appliquer aux Téléphones ordinaires.

Enfin, d'après le journal *la Nature*, M. du Moncel indique que la voix est singulièrement renforcée si l'on interpose dans le circuit une bobine de Rhumkorff du côté du récepteur.

Perfectionnements de MM. Edyson et Pollard.

La cause de la production des vibrations dans le récepteur étant une série de courants très faibles, on a cherché à substituer aux courants induits par l'aimant, des courants de piles électriques ordinaires. Une découverte curieuse a permis de tenter des expériences dans ce but. Dans la machine d'Elisha Gray, dont je ne puis vous parler, les vibrations qui produisent les sons sont bien engendrées par une série d'interruptions de courants; mais aussi cette machine ne peut donner que des notes et non des articulations, et quand il s'agit de toutes les inflexions et de toutes les modulations de la voix, il ne faut pas songer à des interruptions de courant, si rapides qu'elles soient, pour donner des vibrations aussi ténues. Mais ce que ne peuvent donner de brutales interruptions, des variations dans l'intensité du courant permettent de l'obtenir, et c'est la propriété que possède la plombagine ou graphite. On a démontré que si une pointe de plombagine appuie sur une plaque métallique, de façon à fermer un circuit électrique, la résis-

tance de ce circuit varie en raison inverse de la pression exercée par la plombagine sur la surface métallique.

Voici du reste la description que fait de ces essais M. de Parville, dans les *Débats*:

« M. Edyson a eu recours, en Amérique, à un artifice qui réussit fort bien. Le courant électrique d'induction engendré par la membrane vibrante dans les fils de la bobine est très-faible, comme nous l'avons dit; les vibrations de la membrane à l'arrivée sont donc forcément très-faibles. M. Edyson a eu l'idée de remplacer ces faibles courants par l'électricité d'une pile électrique ordinaire. L'appareil transmetteur est différent ici de l'appareil récepteur. Il consiste en une simple rondelle en fer-blanc sur laquelle appuie un morceau de plombagine. Un pôle de la pile est relié au morceau de plombagine, l'autre pôle à la rondelle vibrante, et les fils s'en vont ensuite se souder, à la station d'arrivée, aux fils de la bobine d'un téléphone ordinaire. Un courant électrique peut passer ainsi sans cesse de la station de départ à la station d'arrivée, comme dans la télégraphie ordinaire. Or, quand on vient à parler tout bonnement dans le voisinage de la membrane métallique, les vibrations obligent la membrane à s'appuyer plus ou moins, selon leur degré d'amplitude, sur le morceau de plombagine. Le contact plus ou moins prononcé de la plombagine sur la plaque métallique change la résistance du circuit au passage du courant; ces variations se transmettent

par les fils à la rondelle vibrante du téléphone de la station d'arrivée et engendrent les sons.

Ainsi, au départ, pas de cornet acoustique, une plaque devant laquelle on parle. A l'arrivée, un téléphone ordinaire, dans lequel seulement la tige d'acier aimantée est remplacée par une tige de fer doux. Le fer doux s'aimante et se désaimante quand les courants de la pile pénètrent dans la bobine de la tige de fer, et les attractions font entrer la rondelle en vibration. On peut donner de l'énergie au courant électrique, puisqu'on est maître de sa production, et, par suite, accentuer l'impression sonore.

La simplicité rudimentaire du téléphone disparaît ici; ce n'est plus le petit appareil se suffisant à lui-même que nous connaissons. Il faut une pile électrique, accessoire peu commode pour les usages du public; seulement il est clair que, pour les correspondances télégraphiques suivies, cette modification du téléphone n'a rien de compliqué et constitue un perfectionnement.

M. Pollard, ingénieur de la marine à Cherbourg, qui avait déjà lui-même construit un téléphone Bell sur les dessins publiés par le *Scientific American*, vient d'essayer aussi le système Edyson. Il a seulement remplacé le morceau de plombagine par un crayon appuyant sur la membrane vibrante. M. Salet, à son tour, a remplacé le crayon de M. Pollard par du graphite ou du charbon de cornue à gaz avec large contact. Les variations d'intensité du courant sont ainsi, paraît-il, encore exagérées.

M. Pollard s'est servi de dix éléments Lécianché pour alimenter le courant de transmission. L'expérience a eu lieu entre Caen et Cherbourg, distance d'environ 130 kil. La voix était perçue avec une netteté remarquable. Comme au départ on ne se sert plus, dans ce système, d'un cornet téléphonique, il suffit de parler à une certaine distance de la plaque vibrante pour transmettre une conversation. Avec un téléphone ou plusieurs téléphones placés sur le fil d'arrivée, on peut entendre plusieurs personnes à la fois parler dans un même appartement. Un instrument qui joue à quelques mètres de la plaque s'entend parfaitement de Caen à Cherbourg.

Sur la jetée de Cherbourg, on avait récemment disposé une plaque vibrante avec crayon de plombagine. Le circuit aboutissait à la préfecture maritime, où se trouvaient disposés plusieurs cornets téléphoniques. Il y avait réception à la préfecture. Tout à coup quelques invités qui passaient près des téléphones entendirent retentir, non sans un certain étonnement, le son des clairons. La fanfare avait été recueillie sur la jetée par la plaque vibrante, et transmise par les fils jusqu'au milieu des salons. Il est clair qu'en s'engageant dans cette voie on se rapproche des premières tentatives de M. Bell, et l'on tend, en supprimant le cornet, à faire recueillir et à faire disperser ensuite les sons sur un espace plus considérable. En augmentant les dimensions de l'appareil récepteur, on parviendrait vraisemblablement à per-

mettre à plusieurs personnes d'entendre à la fois les paroles transmises. • (1)

Du Phonographe.

Je vous ai exposé jusqu'ici la théorie du Téléphone, ses applications, les expériences auxquelles il a donné lieu, et les divers perfectionnements qu'on lui a fait subir jusqu'à ce jour. Ma conférence devrait donc se terminer ici, et je n'aurais plus qu'à vous demander pardon d'avoir retenu si longtemps votre attention, si je n'avais à cœur de vous entretenir quelques instants d'un autre appareil qui a beaucoup d'analogie avec le Téléphone, et qui paraît peut-être encore plus extraordinaire. Cet instrument permet non plus de transmettre à distance la parole humaine, mais de la conserver, de la fixer, et de la reproduire demain, dans dix ans et dans cent ans; c'est, en un mot, pour me servir d'une expression de mauvais goût, mais qui rend bien ma pensée, la mise en bouteille de la parole humaine. L'histoire des paroles dégelées de Rabelais ou de la musique du baron de Münchhausen n'est plus une fiction, et par ce temps d'inventions merveilleuses, nous arriverons peut-être à prendre au sérieux les spirituelles fantaisies de Jules Verne. Lui-même sera bien étonné si un jour, en récompense de ses puissantes découvertes, on lui

(1) Voir les notes à la fin du volume.

propose un double siège au Bureau des longitudes et à la section de Mécanique à l'Institut.

Je quitte ce ton plaisant qui vous ferait peut-être croire que je ne suis pas bien convaincu de la réalité de cette nouvelle invention, mais toutes les sociétés savantes en ont été saisies; la presse scientifique en a parlé avec détails, et la future Exposition la comptera parmi ses chefs-d'œuvre.

Depuis un certain nombre d'années, il y a dans la science une tendance marquée à la création d'appareils destinés à enregistrer d'une façon graphique tous les phénomènes de la nature. Le promoteur de ce mouvement fécond en résultats ingénieux, est le général Morin, l'illustre directeur de notre Conservatoire national des Arts et Métiers. Il a construit le premier une machine qui écrit elle-même sur un rouleau de papier toutes les circonstances de la chute des corps. Plus tard, quand il s'est agi de mesurer les vibrations des corps sonores, on abandonna la roue dentée de Savart et la Sirène pour employer des appareils enregistreurs qui décrivaient eux-mêmes sur des cylindres enduits de noir de fumée tous les accidents de la vibration des corps élastiques.

Un physiologiste distingué, le docteur Marey, a construit des appareils fondés sur le même principe, désignés sous le nom de *Sphygmographes* et de *Cardiographes*, qui enregistrent les pulsations de l'artère du poignet et les battements du cœur, et qui sont d'un grand secours comme diagnostics de certaines maladies.

Le Temps a été lui-même enregistré par le Chronographe, les variations de température par le Thermographe, tout en général, depuis les variations barométriques jusqu'aux variations de la direction des vents, a été enregistré par des appareils analogues.

On devrait naturellement penser à enregistrer, d'après ces nouvelles méthodes, la parole humaine, et M. Edyson, un américain distingué, ainsi que MM. Napoli et Marcel Desprez, ingénieurs français, sont parvenus à un résultat relativement très-satisfaisant, et que des perfectionnements prochains rendront encore plus parfait. En deux mots voici le principe de cet appareil. Au centre d'une plaque métallique ou d'une membrane de peau qui vibre sous l'action de la voix, se trouve fixé un style très-léger dont l'extrémité s'appuie sur un cylindre enduit de noir de fumée. Ce cylindre, au moyen d'un mécanisme facile à concevoir, est animé d'un mouvement de rotation et d'un mouvement de translation dans la direction de son axe. Si la membrane se trouve au repos, le style décrit sur le cylindre une hélice dont le pas sera plus ou moins grand, suivant la vitesse de translation de l'axe du cylindre. Mais si la membrane vient à vibrer, la pointe du style exécutera sur le cylindre des oscillations qui seront gravées dans le noir de fumée. Or, lorsque l'on parle devant la membrane, le style exécute des oscillations qui impriment sur le noir de fumée une hélice composée de zig-zags extrêmement compliqués, ressemblant plus ou moins à des dents de scie. Cette ligne

sinueuse représente la voix telle qu'elle a été émise, c'est une sténographie qu'il serait impossible de déchiffrer et qui serait complètement inutile, si les inventeurs n'avaient trouvé le moyen de graver cette sténographie sur un cylindre analogue à celui qui l'a reçue, et animé d'un mouvement de rotation et de translation identique. Vous n'avez dès lors qu'à supposer dans l'ordre inverse les opérations précédemment exécutées. Dans le creux de la gravure circule un levier en communication avec une tige fixée au centre d'une membrane, les oscillations du levier et de la tige feront vibrer la membrane, et tout ce qui était effet dans le premier cas, devient cause dans le second. Les vibrations reproduiront la voix avec ses inflexions, ses intonations et toutes ses délicatesses, et si l'on applique l'oreille contre la membrane on entendra la voix de la personne qui aura parlé devant la première.

En conservant ces cylindres avec leur gravure on conservera donc la parole humaine aussi longtemps qu'on le voudra, et pour la reproduire il suffira de mettre en mouvement ce cylindre dans les conditions voulues. De sorte que si cet appareil eût existé dans l'antiquité, on pourrait reproduire aujourd'hui la voix des grands orateurs et des grands poètes, telle qu'elle est sortie de leur bouche. — La tâche des professeurs de rhétorique futurs sera bien simplifiée : ils n'auront plus, pour donner à leurs élèves une idée de l'éloquence des orateurs de nos jours, qu'à tourner une vulgaire manivelle d'un instrument analogue à un

orgue de Barbarie, et nos fils pourront entendre ainsi avec leur verve, avec leur entrain et leur passion les discours de nos sénateurs ou de nos députés actuels.

Je ne puis mieux terminer qu'en vous citant les quelques lignes de M. de Parville à ce sujet :

« La science est bien près de donner un corps aux fictions d'un autre âge. Il sera possible de conserver jusqu'à la voix d'une personne qui nous est chère, de sentir battre son pouls bien au-delà de la vie, de l'évoquer, de la faire parler, de la faire revivre.

Le vieux portrait est là, immobile, dans son cadre vermoulu. Les yeux s'animent, les lèvres s'entr'ouvrent, la voix résonne comme autrefois; l'ancêtre raconte encore des histoires à ses petits-enfants; qui disait donc qu'il n'était plus ?

Et la parole puissante des hommes célèbres retentira sans cesse à nos côtés; elle résistera désormais, comme l'airain, à la durée des siècles... Quelle affirmation admirable de l'éternité de la pensée! »



— Depuis que ces conférences ont été faites, et même depuis que cet ouvrage est sous presse, des modifications ont été apportées au Téléphone ; car toute l'activité des chercheurs s'est tournée vers cet appareil, et tous les jours on enregistre le résultat de quelques observations nouvelles.

Je me contente de citer ce qui a paru dans le numéro du 2 mars de la *Science pour tous* :

« M. Antoine Bréguet a voulu se rendre compte de l'influence que l'épaisseur de la plaque de fer doux pouvait exercer sur la réception des sons par le Téléphone Bell, il a été conduit à essayer des plaques de plus en plus épaisses, et il s'est aperçu bientôt que leur épaisseur n'avait, pour ainsi dire, pas de limites, car il a réussi à entendre les sons provenant d'un téléphone éloigné, à travers des épaisseurs de fer de 15 centimètres et plus.

« M. Bréguet, ayant étudié le mode de fonctionnement de l'appareil, a été conduit à réaliser la curieuse expérience de mettre plusieurs téléphones en rapport avec un même téléphone. Nous laissons la parole à l'auteur : « Pour réaliser cette expérience, je me suis servi, dit-il, du jouet d'enfant bien connu appelé téléphone à ficelle. J'ai pris pour point d'attache de la ficelle un point quelconque du téléphone Bell, et j'ai pu correspondre facilement en me servant du cornet à membrane de parchemin avec une personne se servant d'un téléphone Bell.

« On conçoit qu'en reliant ainsi, à des points quelconques d'un téléphone Bell, un certain nombre de cornets à ficelle, un nombre égal de personnes pourra entendre, comme une seule personne pouvait le faire jusqu'ici, ce qui se dit dans l'appareil Bell transmetteur ou dans des cornets à ficelle solidaires avec lui.

« Afin de rendre le téléphone à ficelle plus pratique qu'il ne l'était, j'ai cherché à lui donner la possibilité de subir des supports afin de soutenir de place en place une grande longueur de fil en ligne droite, et aussi afin de pouvoir faire tracer des angles au fil.

« J'ai atteint ce but avec facilité en fixant au centre d'une membrane de parchemin le sommet des angles par deux ou plusieurs ficelles. Le son porté par l'une d'elles se propage alors dans toutes les autres.

« Si l'on fait passer la ficelle à travers les centres des membranes, celles-ci serviront de supports pour les longues portées rectilignes : je crois m'être rencontré avec M. Lartigue pour cette dernière disposition.

« J'ai aussi employé, dit en terminant M. A. Bréguet, de véritables relais pour atteindre au même but, en faisant aboutir les fils à des membranes qui fermaient les deux ouvertures d'un cylindre de laiton. Ce cylindre joue le rôle d'un tube acoustique ordinaire. Sa forme peut être quelconque, on peut donc ainsi réaliser également des supports et franchir des angles. »

NOTES

I

Cette conférence a été faite le 8 janvier 1878 dans le grand salon de l'Hôtel-de-Ville de Thonon. Une communication avait été établie entre la salle et le Musée Chablaisien qui se trouve au rez-de-chaussée. Les expériences ont fort peu réussi, c'est-à-dire que les personnes qui se trouvaient dans la salle entendaient mal, à cause du bruit inséparable de toute réunion nombreuse. Mais le lendemain chaque personne a pu essayer à son tour l'instrument et se rendre compte de son fonctionnement.

Le dimanche 27 janvier M. Blanc, directeur du Télégraphe, organisa une conférence dans la salle du théâtre d'Annecy avec un luxe d'installation qui, je crois, n'a jamais été dépassé ni même atteint depuis que l'on fait en France des conférences sur le Téléphone. Sur la scène étaient montées trois tables : celle du milieu servait aux expériences, les deux autres étaient de véritables bureaux télégraphiques munis d'appareils Morse et de parleurs.

Au moyen de fils qui traversaient la ville, l'un de ces postes correspondait avec l'Hôtel-de-Ville où se trouvait un appareil récepteur, et l'autre avec le Bureau télégraphique qui pouvait donner la communication directe sur tous les endroits qui étaient munis de Téléphones : à la gare du chemin de fer, à Rumilly, à Chambéry et à Bonneville.

La conférence terminée, des Téléphones ont été mis entre les mains des auditeurs, et des conversations nombreuses et animées ont été échangées notamment entre la salle du théâtre et le bureau télégraphique de Bonneville. — Remerciements à M. Elloy, chef du bureau de Bonneville, avec lequel j'ai entretenu de longues conversations et qui a bien voulu prêter à ces expériences le concours le plus absolu.

A cette séance ont bien voulu assister M. Le Guay, préfet de la Haute-Savoie et M. Romet, secrétaire général, M. Juies Philippe, député, MM. les officiers du 30^{me} de ligne, ainsi que les principales notabilités de la ville d'Annecy.

Grâce aux appareils télégraphiques dont nous étions pourvus et qui permettaient d'avertir, toutes ces personnes ont pu avec facilité entretenir de véritables conversations avec les différents postes reliés à la salle du théâtre.

II

Ainsi que je l'ai dit dans le corps de l'ouvrage, des expériences ont été faites entre Evian et Thonon, et un assez grand nombre de personnes ont pu y participer. — Je prends la liberté d'user de l'autorité de leur nom pour attester les résultats obtenus. — Du côté d'Evian se trouvaient avec moi Mme Trouttet, directrice du télégraphe, M. Quiblier, conducteur des Ponts et Chaussées, M. Besson, secrétaire de la Mairie d'Evian. Du côté de Thonon, sans citer les dames : M. Vignier, du bureau télégraphique, M. Mudry, adjoint, faisant fonctions de Maire, M. Mareschal, président du Tribunal, M. Cagnoli, receveur particulier des Finances, M. Anthoinoz, architecte, M. Tavernier, notaire, M. Brenot, sous-inspecteur des Forêts, M. Corrard, garde général, M. le docteur Dubouloz, M. Jules Guyon, propriétaire, M. Perrier, avocat, M. le docteur Genoud, M. Nicollet, avoué.

Pour les expériences d'Annecy à Thonon, outre les personnes déjà citées, nous avons pu causer avec M. le commandant Monin, MM. les capitaines Gagelin, Deprey et Buoy, du 30^{me} de ligne, M. Outhier, inspecteur des Forêts, M. Etienne, ingénieur des Ponts et Chaussées, M. le docteur Albert, MM. Pactet, géomètre-expert et Veillet, chef de section de la C^{ie} P. L. M., M. Dubouloz, avocat, etc.

Ces expériences faites, comme je l'ai dit, après la fermeture des bureaux, ont fort bien réussi, car à partir de cette heure il n'y a dans tout ce réseau aucun fil qui travaille ; les expériences tentées sur Chambéry ont été moins satisfaisantes, car le fil qui relie Annecy à Chambéry cotoie le fil international de Turin qui est traversé continuellement par des dépêches pendant toute la nuit, et les effets d'induction d'un fil sur l'autre produisaient dans l'appareil les craquements dont j'ai parlé et rendaient difficile la correspondance.

L. L.

TABLE DES MATIÈRES

Le premier Téléphone. — Le joujou de 1873.	6
Première apparition d'un Téléphone à l'Exposition de Philadelphie.	8
Téléphone Bell.	
I — <i>Aimantation du fer par les courants électriques.</i> . . .	11
II — <i>Production de l'électricité par les aimants. — Courants d'induction</i>	13
Description de l'appareil. — Sa théorie	15
Propriété particulière du Téléphone de transmettre le Timbre.	
— Rappel de quelques notions d'acoustique	19
Le Timbre. — Expériences d'Helmoltz.	19
Définition des harmoniques	20
Le timbre est produit par les harmoniques du son fondamental	21
Vitesse de transmission des sons par le Téléphone.	23
Téléphones placés en dérivation.	24
Téléphones placés en circuit.	25
Expériences faites sur le Téléphone. — Particularité de l'expérience du câble sous-marin.	
.	26
Expériences faites dans la Savoie	28
Perturbations causées dans le Téléphone par l'action inductrice de fils voisins	
.	30
Applications du Téléphone	32
<i>Le Téléphone sera-t-il employé dans les théâtres?</i>	34
<i>Son application dans les chemins de fer et dans l'Art militaire</i>	35
<i>Son emploi dans les mines</i>	37
<i>Son emploi comme galvanomètre</i>	38
<i>Application dans les travaux de fondation</i>	39
Perfectionnements divers apportés au Téléphone	40
Perfectionnements de MM. Edyson et Pollard	42
Du Phonographe.	46